

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P)

Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe



Plata Panamericana, S.A. de C.V.

Septiembre 2023

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	7
I.1 Datos Generales del Proyecto	7
I.1.1. Nombre del Proyecto	7
I.1.2. Ubicación del Proyecto	7
I.1.3. Tiempo de vida útil del Proyecto	8
I.2 Datos Generales del promovente	9
I.2.1. Nombre o Razón Social	9
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes	9
I.2.3. Nombre y cargo del Representante Legal	9
I.2.4. Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones	9
I.3. Responsable de la elaboración del documento técnico unificado	10
I.3.1 Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental	10
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP	11
I.3.3 Dirección del responsable técnico del documento	11
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	12
II.1. Información General del Proyecto	12
II.1.1. Naturaleza del Proyecto	12
II.1.2. Objetivo del Proyecto	13
II.1.3. Ubicación física	13
II.1.4. Urbanización del área	14
II.1.5. Inversión requerida	15
II.2. Características Particulares del proyecto	16
II.2.1. Dimensiones del proyecto	16
II.2.2. Representación gráfica regional	17
II.2.3. Representación gráfica local	17
II.2.4. Preparación y construcción	18
II.2.5. Descripción de obras y actividades provisionales del Proyecto	25
II.2.6. Descripción de las obras asociadas al Proyecto	25
II.2.7. Operación y mantenimiento	25
II.2.8. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones	26
II.2.9. Programa general de trabajo	26
II.2.10. Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera	27
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL, Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO	29
III.1. Ordenamientos jurídicos federales en materia de impacto ambiental	30
III.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección ambiental (última reforma publicada el 11-04-2022)	

III.1.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección ambiental en materia de evaluación del impacto ambiental (Última reforma publicada DOF 31-10-2014)	31
III.1.3. Ley Minera	31
III.1.4. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento	32
III.1.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)	33
III.1.6. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	34
III.1.7. Ley General de Vida Silvestre	35
III.1.8. Ley General de Cambio Climático	36
III.1.9. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático	37
III.1.10. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	38
III.2. Programa de Ordenamiento Ecológico General Del Territorio	39
III.3. Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas	44
III.3.1. Áreas Naturales Protegidas	45
III.3.2. Regiones Prioritarias (CONABIO)	48
III.4. Normas Oficiales Mexicanas (NOM)	51
III.4.1. Normas Oficiales Mexicanas en Materia Agua	51
III.4.2. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Protección de Flora y Fauna	52
III.4.3. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Emisión de Gases	52
III.4.4. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Residuos	53
III.4.5. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Ruido	53
III.4.6. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Seguridad	54
III.5. Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo de la región	55
III.5.1. Planes o Programas de desarrollo de la región	55
III.6. Otros Instrumentos	62
III.6.1. Acuerdos Internacionales y Decretos en materia de Desarrollo Sustentable y Medio ambiente suscritos por México	62
III.6.2. Vinculación con tratados y convenios internacionales	65
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	68
IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto (Área de influencia)	68
IV.2. Delimitación del Sistema Ambiental (SA)	69
IV.2.1. Ubicación del Proyecto con respecto al Sistema Ambiental	69
IV.3. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental	71
IV.3.1. Medio abiótico	71
IV.3.2. Medio biótico	172
IV.3.3. Paisaje	264
IV.3.4. Medio socioeconómico	276
IV.3.5. Diagnostico ambiental	290
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	309

V.1. Identificación de impactos adversos	309
V.1.1. Metodología empleada	309
V.1.2. Criterios para la evaluación del impacto ambiental	316
V.2. Caracterización de los impactos	340
V.2.1. Descripción de los impactos principales identificados	340
V.2.2. Impactos identificados por etapas del Proyecto	343
V.2.3. Impactos acumulativos	344
V.3. Conclusiones	345
VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	348
VI.1. Descripción de las medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos principales identificados conforme al Proceso de Evaluación de los Impactos Ambientales (PEIA)	349
VI.2. Programa Vigilancia Ambiental (PVA)	355
VI.3. Impactos residuales	355
VI.3.1. Fauna	356
VI.3.2. Paisaje	356
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	357
VII.1. Pronóstico de los Escenarios	358
VII.1.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto – E0	358
VII.1.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto, sin medidas de mitigación - E1	360
VII.1.3. Descripción y análisis del escenario con Proyecto y las medidas de mitigación - E2	362
VII.1.4. Pronóstico ambiental	364
VII.1.5. Evaluación de alternativas	366
VII.1.6. Conclusiones	367
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES	368
VIII.1. Presentación de la información	368
VIII.2. Cartografía	379
VIII.3. Fotografías	379
VIII.4. Videos	379
VIII.5. Otros anexos	379

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la mina La Colorada ha tomado gran relevancia en las distintas actividades productivas que Pan American Silver Corp. para la extracción y beneficio de minerales como plata, oro, zinc, entre otros, empleando un proceso similar desde sus inicios de operaciones hasta la fecha, ejecutando acciones de extracción mediante la conformación de minas subterráneas a lo largo de las vetas mineralizadas dentro de las concesiones mineras a favor de Plata Panamericana, S.A. de C.V. manteniendo así una operación homogénea a través de los años.

Con el crecimiento de la mina, así como por la evidencia obtenida mediante los estudios de prospección mediante la exploración minera y las proyecciones de las reservas de minerales en los terrenos de la promovente, Plata Panamericana ha dedicado recursos para ampliar parte de su infraestructura ya existente, la mejora de algunas, así como la creación de nuevas obras para cubrir sus necesidades mediatas y futuras debido al crecimiento de sus actividades productivas como mina.

Con la constante búsqueda de mejorar los procesos operativos en las actividades mineras que se llevan a cabo en la mina La Colorada desde el año 1999 a través de distintas obras, metodologías y/o trámites, con apego a la normatividad ambiental vigente a través de los años, Plata Panamericana en su compromiso ambiental y jurídico ha ejecutado distintos Proyectos mediante distintas autorizaciones en Materia de Impacto Ambiental para continuar con las actividades de exploración, explotación y beneficio de minerales reservados a la Federación.

Dichas autorizaciones han conllevado ciertos compromisos ambientales para ejecutar proyectos con el menor impacto ambiental posible, esto a través de distintas medidas de prevención, mitigación y/o compensación, así como distintas condicionantes que la autoridad han determinado dentro del contexto general de los proyectos de la mina La Colorada, conforme a esto y mediante oficio resolutivo DFZ152-200/21/0732, de fecha 15 de junio del 2021, la Delegación Federal de Zacatecas autorizó el Documento Técnico Unificado modalidad B Particular (DTU-BP) del proyecto denominado Bocamina La Colorada, el cual se autorizó en materia de impacto ambiental así como por excepción el Cambio de uso de Suelo en Terrenos Forestales en una superficie de 42.3874 ha de vegetación de Bosque de encino, Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino, matorral crasicaule, Vegetación Secundaria Arbustiva de matorral crasicaule y pastizal natural, para la construcción de 14 obras para la exploración y beneficio de minerales, que en su conjunto suman una superficie de 42.6700 hectáreas, a ubicarse en el municipio de Chalchihuites, en el estado de Zacatecas.

En el oficio DFZ152-200/21/1254 con fecha del 19 de octubre de 2021 la Promovente manifiesta que la solicitud de modificación consiste en la reubicación del Contrapozo 7 "La Sonrisa" y la apertura de un Patio de Maniobras para la operación del contrapozo. El diseño de ambas obras fue similar al de las obras originalmente autorizadas mediante el DTU-BP del proyecto Bocaminas La Colorada, el Contrapozo 7 "La Sonrisa" y su patio de maniobras fueron ubicados en un punto aproximadamente 2750 m al Noreste de la ubicación originalmente autorizada y la superficie total a ocupar por estas dos obras será de 0.4547 ha (0.0875 ha para el Contrapozo 7 y 0.3733 ha para el Patio de Maniobras), el área donde se propuso reubicar el Contrapozo 7 "La Sonrisa", tiene un mayor beneficio para la mina subterránea debido a que se encontrará a una menor distancia de las áreas de explotación de minerales, manteniendo un flujo de aire limpio constante en la zona de extracción y usando el sitio para apoyo a las demás actividades mineras de la zona, además de esto la nueva

ubicación favorece las condiciones de estabilidad del contrapozo y por consiguiente la ventilación de la mina será óptima.

Con la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular del Proyecto denominado *Extractor de Ventilación Guadalupe*, la promovente pretende ejecutar las obras y actividades correspondientes a la etapa de preparación del sitio, construcción y operación para la instalación de 2 ventiladores de extracción con capacidad de 2000 Hp con la finalidad de crear una atmósfera segura (aire fresco a una temperatura adecuada) para los trabajadores que se encuentran laborando dentro de la mina subterránea, por medio de ventilación artificial mediante la operación de este, de esta manera por su capacidad, será infraestructura de apoyo para la mina y por la probabilidad de superar los límites máximos permisibles en materia de ruido requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.

Lo anterior motiva a mejorar la infraestructura de la mina ya que por medio de la instalación y operación de los extractores de ventilación artificial se mantiene una atmósfera segura (aire fresco a una temperatura adecuada), fundamentado en el Artículo 28 de la LGEEPA que enuncia "La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente" y el artículo 5, inciso L), Fracción de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental que enuncia: "Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: I. Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo".

El presente documento recaba información obtenida en los trabajos en campo, así como el uso de distintos medios de información, sistemas de información geográfica y la aplicación de distintas metodologías científicamente viables para el desarrollo del proyecto, así como la participación de especialistas en distintas áreas del Proyecto tanto de información obtenida por parte de Plata Panamericana, S.A. de C.V., y de la información generada por Natural Environment S.C.

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

I.1

Datos Generales del Proyecto

I.1.1. Nombre del Proyecto

El Proyecto que motiva la elaboración y presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular MIA-P se denomina “Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe”, el cual requiere de la evaluación en Materia de Impacto Ambiental para una superficie de **0.7018 ha** donde la promotora pretende ejecutar las obras y actividades correspondientes a la etapa de preparación del sitio, construcción y operación para la instalación de 2 ventiladores de extracción con capacidad de 2000 Hp con la finalidad de crear una atmósfera segura (aire fresco a una temperatura adecuada) para los trabajadores que se encuentran laborando dentro de la mina subterránea, por medio de ventilación artificial mediante la operación de este, de esta manera por su capacidad, será infraestructura de apoyo para la mina y por la probabilidad de superar los límites máximos permisibles en materia de ruido requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.

I.1.2. Ubicación del Proyecto

El Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe se encuentra en su totalidad dentro de los límites del municipio de Chalchihuites, en el extremo Este del Estado de Zacatecas, aproximadamente a 140 km al Sureste de Durango y 160 km al Este-Noroeste de la ciudad de Zacatecas, muy cerca del poblado denominado La Colorada. La Cabecera Municipal que lleva el mismo nombre que el municipio está ubicado en línea recta a 15.3 km al Noroeste del Proyecto.

Para llegar al sitio se debe tomar la Carretera Estatal No. 11 Sombrerete – Chalchihuites, tomar la desviación que se encuentra en el km 15 hacia el Sur, por una brecha de terracería transitable todo el año. 17 km después, pasando el poblado San Juan de la Tapia, se debe tomar una desviación debidamente señalada hacia el Poniente para llegar a la mina La Colorada, que se localiza 5 km más adelante. En la siguiente Figura 1. 1 se aprecia la ubicación regional del Proyecto. La localización particular del proyecto y sus rutas de acceso se presentan de manera detallada en el **Anexo 2.1**.

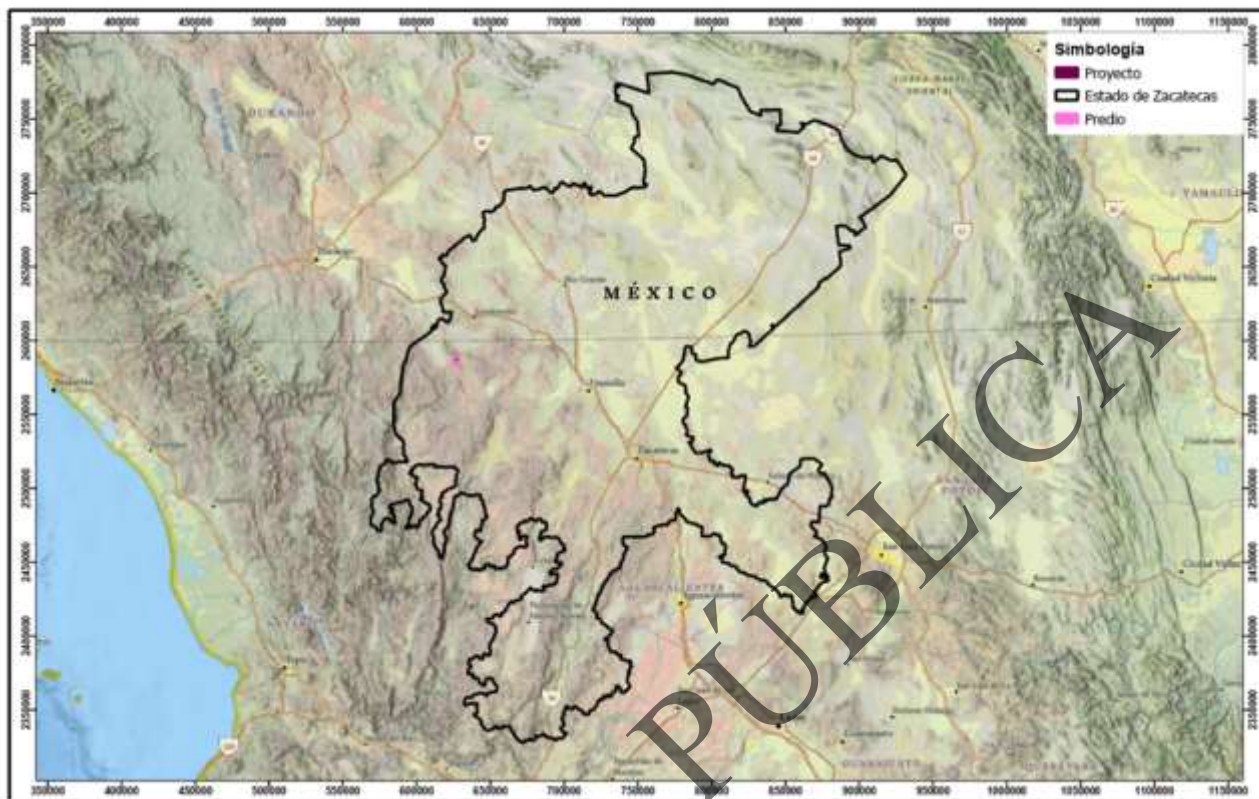


Figura 1. 1. Localización del predio respecto al estado de Zacatecas, INEGI

I.1.2.1. Ubicación georreferenciada del Proyecto en coordenadas UTM

Las actividades contempladas en el Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe se llevarán a cabo en su totalidad dentro de los terrenos actualmente en posesión de Plata Panamericana, S.A. de C.V.

Las coordenadas de ubicación del polígono del Proyecto solicitado en Materia de Impacto Ambiental, la cuales se encuentran en WGS84 Zona 13N para su correcta revisión en los distintos Sistemas de Información Geográfica se encuentran incluidas en formato *.xlsx*, CSV delimitado por comas, *.shp* y *.kml* en el **Anexo Digital** incluido en la USB que acompaña a la presente MIA-P.

I.1.3. Tiempo de vida útil del Proyecto

El presente Proyecto pretende ejecutar las obras y actividades correspondientes a la etapa de preparación del sitio, construcción y operación, estimando un total de 21 años, incluido 1 año Restauración del sitio (retiro de infraestructura sellado del contrapozo, restitución del sitio).

I.2

Datos Generales del promovente

I.2.1. Nombre o Razón Social

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes

I.2.3. Nombre y cargo del Representante Legal

I.2.4. Dirección del promovente para oír o recibir notificaciones

Empresa	
Domicilio	
C.P.	
Municipio	
Entidad federativa	
Teléfono	

Tabla 1.2. Personas autorizadas para oír o recibir notificaciones

Nombre	
Cargo	
Empresa	
Correo electrónico	
Teléfono	
Domicilio	
C.P.	
Municipio	
Entidad federativa	

I.3. Responsable de la elaboración del documento técnico unificado

I.3.1 Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental

Natural Environment S.C.



Tabla 1.3. Participantes en la elaboración del estudio

Nombre	Profesión	Área de participación	Firma

Nombre	Profesión	Área de participación	Firma

Descargo de responsabilidad

La presente Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe, fue elaborado por Natural Environment S.C. La calidad de la información, conclusiones y estimaciones contenidas en el mismo se basan en:

- 1) La información disponible durante la elaboración del estudio
- 2) Los datos entregados por otras fuentes, incluyendo a Plata Panamericana, S.A. de C.V.

El presente documento fue elaborado para ser utilizado sujetándose a los términos y condiciones del contrato de Natural Environment S.C. con Plata Panamericana, S.A. de C.V.; cualquier otro uso de este documento por una tercera parte es bajo su responsabilidad.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

I.3.3 Dirección del responsable técnico del documento

En la Tabla 1.4 se enlistan los datos generales de la empresa responsable de la Manifestación de Impacto Ambiental.

Tabla 1.4. Datos de la empresa responsable del estudio

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

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información General del Proyecto

II.1.1. Naturaleza del Proyecto

Con la constante operación y crecimiento de la Mina La Colorada, así como las actividades de exploración minera en la zona, se han comprobado reservas de mineral para continuar con las operaciones de extracción en el sitio conforme a la vida útil de la mina, siendo necesario implementar nuevas obras y actividades que garanticen la correcta operación minera, así como la seguridad de todos los colaboradores en cualquiera de las áreas en las que se desarrollen. Tomando lo anterior en consideración, la promovente pretende ejecutar las obras y actividades correspondientes a las etapas de Preparación, construcción y operación para la instalación de 2 ventiladores de extracción con capacidad de 2000 Hp con la finalidad de crear una atmósfera segura (aire fresco a una temperatura adecuada) para los trabajadores que se encuentran laborando dentro de la mina subterránea, por medio de ventilación artificial mediante la operación de este, de esta manera por su capacidad, será infraestructura de apoyo para la mina y por la probabilidad de superar los límites máximos permisibles en materia de ruido requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.

La ubicación del extractor se localiza en un área previamente impactada y sin afectación en áreas forestales, donde se hará uso de los insumos que se encuentran contrapozo la Sonrisa, y que se encuentra ubicado geológicamente en un área con las características adecuadas para su instalación con el fin de brindar el adecuado funcionamiento del ventilador, y asegurar el desarrollo integral del Proyecto con la mayor eficiencia.

La ventilación en una mina subterránea es el proceso mediante el cual se hace circular por el interior de la misma el aire necesario para asegurar una atmósfera respirable y segura para el desarrollo de los trabajos que ahí se realizan. La ventilación se realiza estableciendo un circuito para la circulación del aire a través de todas las labores.

Dentro de la mina, es necesario establecer una circulación de aire por las siguientes razones:

- Es necesario asegurar un contenido mínimo de oxígeno en la atmósfera de la mina para permitir la respiración de las personas que trabajan en su interior.
- En el interior se desprenden diferentes tipos de gases, como por ejemplo los emitidos por la maquinaria que se está utilizando, los cuales pueden ser tóxicos, asfixiantes y/o explosivos, por lo que es necesario diluirlos y extraerlos para mantenerlos por debajo de los límites legales establecidos.
- A medida que aumenta la profundidad de la mina, la temperatura aumenta. El gradiente geotérmico medio es de 1° cada 33 m. Adicionalmente, los equipos y máquinas presentes en el interior contribuyen a elevar la temperatura del aire. En este caso la ventilación es necesaria para la climatización de la mina.

II.1.2. Objetivo del Proyecto

El objetivo principal del desarrollo del Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe es el poder adecuar en una superficie de 0.7018 ha la instalación de 2 ventiladores de extracción con capacidad de 2000 Hp con la finalidad de crear una atmósfera segura (aire fresco a una temperatura adecuada) para los trabajadores que se encuentran laborando dentro de la mina subterránea, por medio de ventilación artificial mediante la operación de este.

El Proyecto consta de un total de 2 obras: Extractor de ventilación y planta de cimentación.

II.1.3. Ubicación física

El Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe se encuentra en su totalidad dentro de los límites del municipio de Chalchihuites, en el extremo Este del Estado de Zacatecas, aproximadamente a 140 km al Sureste de Durango y 160 km al Este-Noroeste de la ciudad de Zacatecas, muy cerca del poblado denominado La Colorada. La Cabecera Municipal que lleva el mismo nombre que el municipio está ubicado en línea recta a 15.3 km al Noroeste del Proyecto. En la Figura 2. 1 se representa la delimitación del Proyecto.



Figura 2. 1. Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe

Para llegar al sitio se debe tomar la Carretera Estatal No. 11 Sombrerete – Chalchihuites, tomar la desviación que se encuentra en el km 15 hacia el Sur, por una brecha de terracería transitable todo el año. 17 km después, pasando el poblado San Juan de la Tapia, se debe tomar una desviación

debidamente señalada hacia el Poniente para llegar a la mina La Colorada, que se localiza 5 km más adelante. En la Figura 2. 2 se aprecia la ubicación del Proyecto y sus rutas de acceso. La localización particular del proyecto y sus rutas de acceso se presentan de manera detallada en el **Anexo 2.2**.



Figura 2. 2 Localización del Proyecto y ruta de acceso

II.1.4. Urbanización del área

El conjunto de obras del Proyecto se localiza sobre terrenos impactados y a su vez cercanas al núcleo de la mina, donde se encuentran en operación las plantas de beneficio de óxidos, sulfuros y fundición, además del área de almacenes y bodegas, talleres mecánicos, estación de servicio de combustibles, laboratorio, oficinas, servicios médicos, campamentos, comedores, etc. que cuentan con todos los servicios básicos requeridos como vías de acceso, agua potable, energía eléctrica, drenaje, etc., y con los servicios de apoyo como plantas de tratamiento de aguas residuales, líneas telefónicas, internet, vigilancia, entre otros.

La selección del sitio propuesto para el desarrollo del Proyecto busca la instalación de un contrapozo de ventilación, su principal función es la de extraer de los distintos niveles subterráneos el aire viciado tanto por el personal como por la maquinaria usada para la extracción de minerales, permitiendo la circulación de aire que entra por las bocaminas y reduciendo el calor interno de la mina.

Como se mencionó con antelación la ubicación del extractor se localiza en un área previamente impactada y sin afectación en áreas forestales, donde se hará uso de los insumos que se encuentran contruidos y autorizados del contrapozo la Sonrisa y que se encuentra ubicado geológicamente en un área con las características adecuadas para su instalación con el fin de brindar el adecuado funcionamiento del ventilador, y asegurar el desarrollo integral del Proyecto con la mayor eficiencia.

Este Proyecto se relaciona de manera directa con las actividades y obras mineras que se realizan en el sitio, por lo que se llevarán a cabo en conjunto a la operación general de la mina. En la Figura 2. 3 se presenta una fotografía actual de la mina y sus distintos componentes.



Figura 2. 3. Vista general de la mina La Colorada

Como se mencionó con antelación, todos los servicios y requerimientos como son: suministro de agua, energía eléctrica, combustibles y lubricantes, servicios como baños y drenaje, caminos, transporte, almacén de insumos y materiales, almacén de residuos peligrosos, servicios de comunicación, servicios médicos, talleres de mantenimiento de equipo y vehículos, oficinas, material de préstamo, etc.), están disponibles en la mina La Colorada.

II.1.5. Inversión requerida

La inversión estimada para el desarrollo y ejecución del Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe es de \$60,000,00.00 millones de dólares; todo esto considerando a las actividades propias a realizar en los polígonos del Proyecto, y que de los cuales, la empresa promovente invertirá un porcentaje del total para gastos relacionados con la protección y conservación del medio ambiente, resultado de aplicar las medidas de prevención y mitigación, incluyendo los pagos por compensación ambiental correspondientes al cambio de uso de suelo.

II.2. Características Particulares del proyecto

II.2.1. Dimensiones del proyecto

El Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe promovido por Plata Panamericana, S.A. de C.V. consta de un total de 2 obras que abarcan una superficie de **0.7018 ha.**

La ejecución de estas obras se localiza en un área previamente impactada y sin afectación en áreas forestales, donde se hará uso de los insumos que se encuentran contrapozo la Sonrisa, y que se encuentra ubicado geológicamente en un área con las características adecuadas para su instalación con el fin de brindar el adecuado funcionamiento del ventilador, y asegurar el desarrollo integral del Proyecto con la mayor eficiencia.

En la Figura 2. 4 se presenta el Polígono del Proyecto en donde se presentan los 2 áreas propuestas y solicitadas en Materia de Impacto Ambiental para el Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe (**Anexo 2.3**).

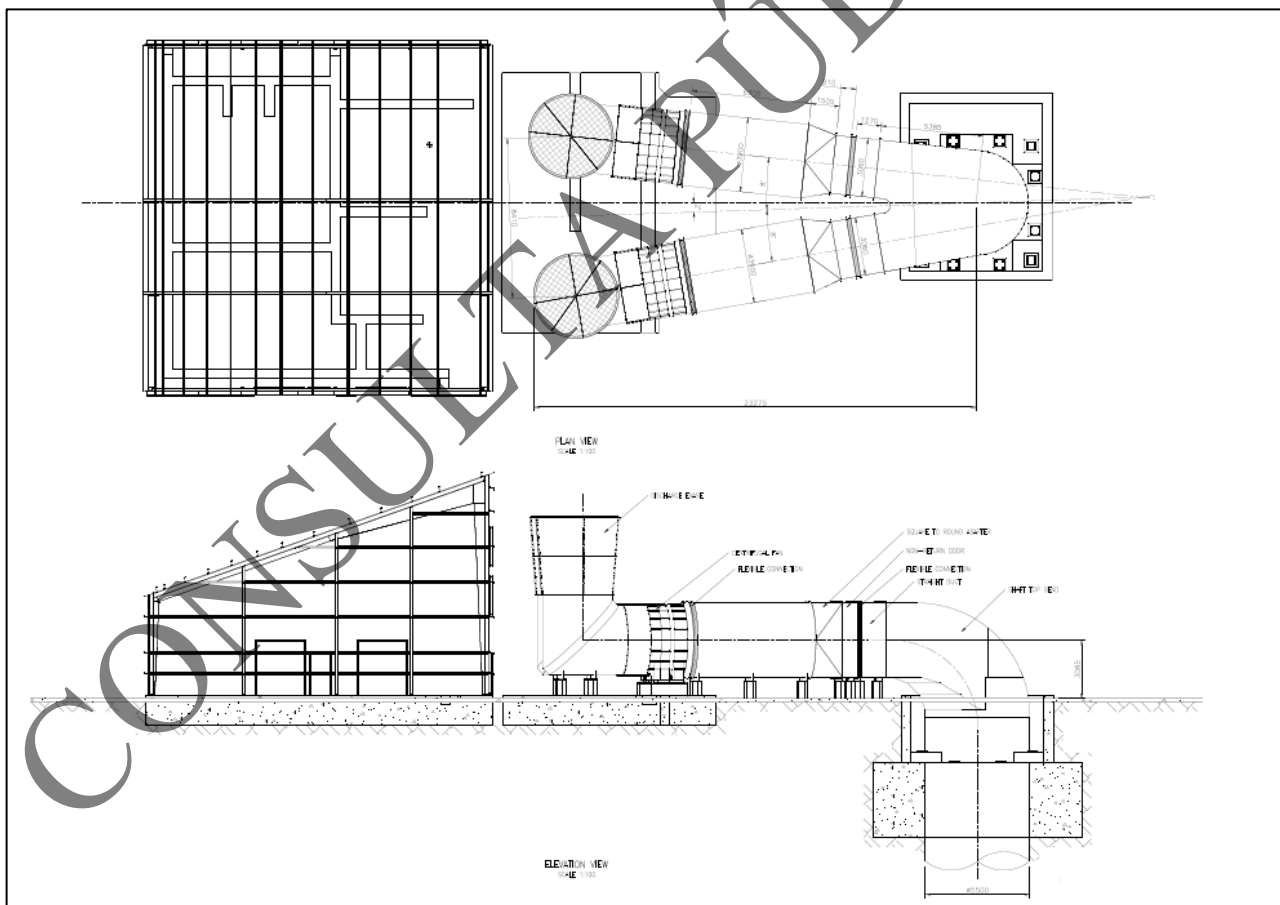


Figura 2. 4 Polígono del Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe

El análisis de los componentes ambientales que envuelven al Proyecto se realizó primeramente definiendo un Sistema Ambiental (SA), para ello se consideraron los polígonos que se solicitan, en este mismo sentido se realizó la evaluación de los impactos ambientales y la determinación de las diferentes medidas propuestas en el Apartado VI de este documento.

II.2.2. Representación gráfica regional

En la Figura 2. 5 se muestra la ubicación del SA con respecto a la Cuenca Hidrológica denominada Río Huaynamota, la cual pertenece a la región Hidrológica Lerma Santiago, los datos hidrológicos a detalle se muestran en el Capítulo IV de este documento. El Proyecto se localiza en el extremo Norte de la cuenca Río Huaynamota, y dentro de los límites estatales de Zacatecas.

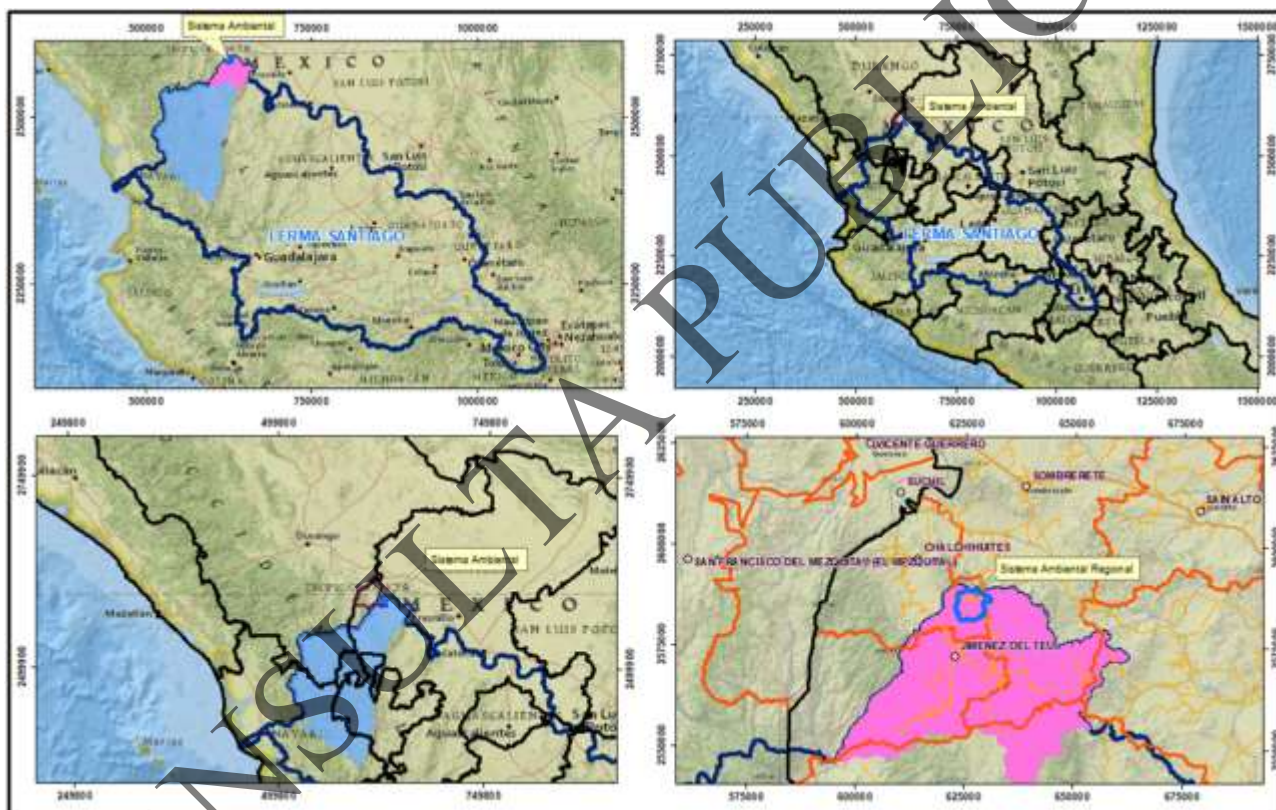


Figura 2. 5. Ubicación Regional del Proyecto en el Contexto Hidrológico

Debido a la extensión de la cuenca, a la naturaleza del Proyecto y a los posibles impactos que conllevarían por su desarrollo, se optó por delimitar un Sistema Ambiental de menor dimensión y que fue tomada como el parámetro de análisis para los trabajos en campo.

II.2.3. Representación gráfica local

La ejecución del Proyecto se llevará a cabo en su totalidad sobre terrenos propiedad de Plata Panamericana, S.A. de C.V. en donde se desarrollarán las obras solicitadas. Para una mayor comprensión y los alcances de las obras solicitadas en el Proyecto respecto al predio en favor de Plata Panamericana, S.A. de C.V., en la Figura 2. 6 se presenta un plano georreferenciado donde se presentan

los límites de propiedad de la promovente y los polígonos solicitados en materia de Impacto Ambiental.



Figura 2. 6. Predio de ocupación del Proyecto

En el **Anexo 2.1** se integra el plano de la ubicación del Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe con respecto al Predio.

II.2.4. Preparación y construcción

II.2.4.1. Preparación del sitio

Como fue mencionado anteriormente el Proyecto se localiza sobre obras preexistentes por lo tanto, la superficie del Proyecto corresponde a superficies impactadas, por tal motivo no requiere de las actividades correspondientes a desmonte, despalde en la totalidad de su superficie.

Las actividades contempladas en la etapa de preparación (para la delimitación de las áreas del Proyecto) son las siguientes:

Levantamiento topográfico

Durante el levantamiento topográfico, se ubicará físicamente en el terreno la trayectoria del acceso, así como la ubicación exacta de cada obra (una vez establecida la ubicación definitiva).

Trazo y delimitación de obras

Esta actividad tendrá como finalidad delimitar el área que haya sido autorizada, así mismo de hacer distinción de la superficie que ocupará cada obra.

Para la delimitación de las áreas autorizada, y de cada zona según la obra a desarrollarse se podrá utilizar estacas, banderines, aerosol o *flagging* según convenga al Proyecto.

El marcaje preciso de las áreas que hayan sido autorizadas para cambio de uso del suelo y para cada obra en general incluye, el trazo de ejes, estacado sobre los ejes, estacado de los accesos a cada 10 metros y el levantamiento del eje principal en coordenadas UTM.

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

Es de importancia mencionar que se deberá hacer observancia general de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, respetando las especies presentes de la flora y fauna silvestre enlistadas en esta norma, si es que las hubiese, debiéndose seleccionar a los individuos de las especies que sean susceptibles de ser rescatadas y trasplantadas para el caso de plantas. Además, se realizarán maniobras de ahuyentamiento de fauna y en su caso la captura y reubicación de ejemplares si así es requerido.

Como resultado de la ejecución de la etapa de preparación del sitio, los polígonos seleccionados para el establecimiento del Proyecto contarán con las características adecuadas para proceder a una posterior etapa de construcción y operación para la instalación del extractor de ventilación.

Al finalizar la etapa de preparación del sitio se darán por concluidas las obras y actividades correspondientes al presente Proyecto para poder proceder a una operación que será debidamente solicitada ante la autoridad como autoridad competente para dicha actividad. Sin embargo, para presentar un mayor sustento y contexto general de las obras y actividades a ejecutar en dichas etapas posteriores, se presenta a continuación las generalidades de construcción y operación del extractor de ventilación.

II.2.4.2. Construcción

A continuación, se muestra en la Figura 2. 7 la vista tridimensional del extractor de ventilación y las partes que lo componen (Tabla 2. 1):

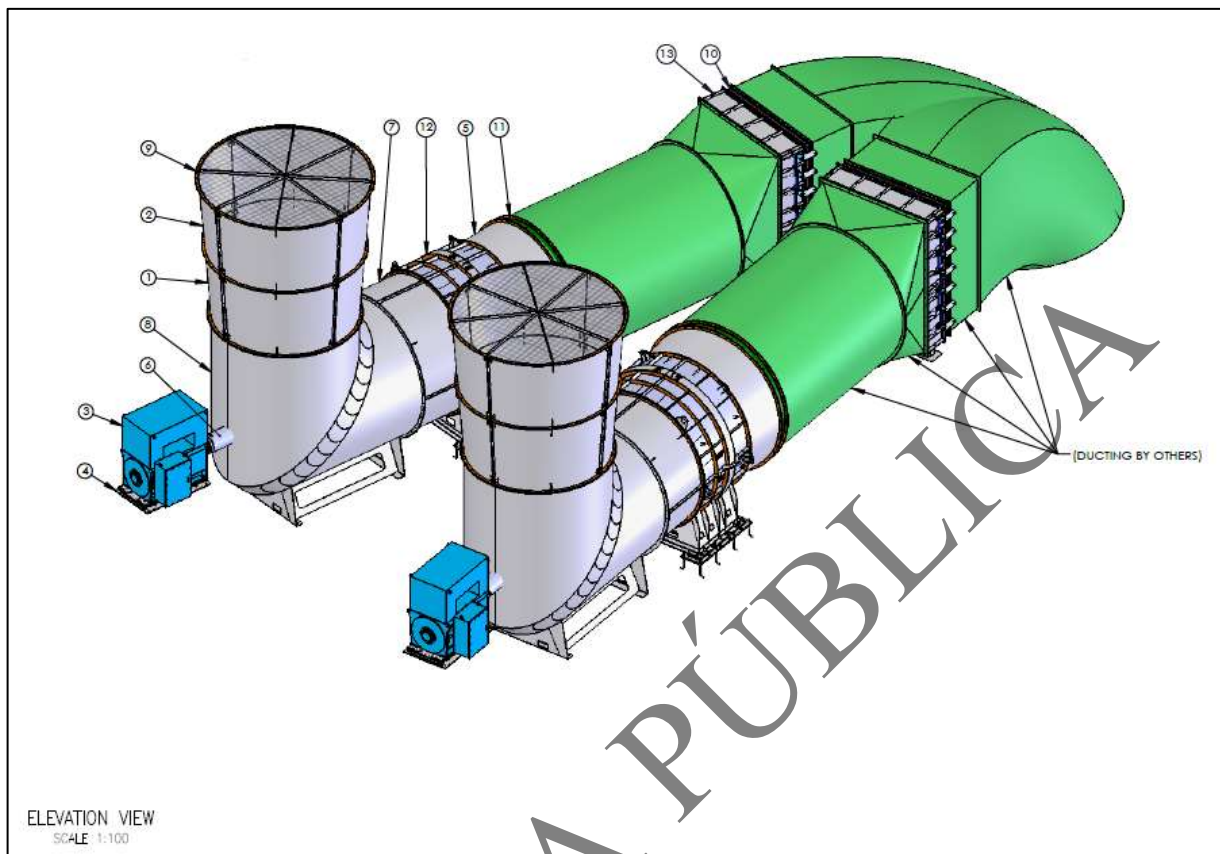


Figura 2. 7. Vista tridimensional del extractor de ventilación

Tabla 2. 1 Componentes del extractor de ventilación

Componentes	Cantidad	Descripción	Peso estimado
1	2	DIFF, 366-396,80L	2605
2	2	DIFF, 396-427,80L	2791
3	2	MTZ, 2000HP, 900RPM, 4160V, 60HZ, WPII	TBD
4	2	MOTOR BASE, 2000HP, WEG 8004, WPII	2660
5	2	CONO INTELIGENTE, 366, 48L, 3/16, HEMISFERIO	2051
6	2	IMPULSIÓN DEL EJE G5424, 276" DBSE, TBW	1483
7	2	CONDUCTO REDONDO 366X60L	2467
8	2	CODO HACIA ARRIBA, 366, PALAS DE INLGETE	9241
9	2	PANTALLA DE SEGURIDAD, 426, EXTERNA RÍGIDA	802
10	2	EXP JOINT, TL, RECT, 3060X3900, 10L, NS	671
11	2	EXP JOINT, TL, 390, 10L, PTFE, NS	662
12	2	FAN, 366-244-900-A-1-S	33778
13	2	REJILLA, BKDRAFT, 3060X3900, 6DR, NS	5283

Planta de cimentación para extractor de ventilación

Para el armado del extractor de ventilación se requerirá colocar una planta de cimentación que actúe como base, sobre la cual se asentará el ventilador que, mediante una acción aspirante, succionará el aire de interior de mina y lo expulsará al exterior. La plancha será construida con concreto hidráulico para lograr así una mayor firmeza, dureza y flexibilidad.

Esta cimentación tendrá un espesor de aproximadamente 40 cm; quedando aproximadamente 20 cm por debajo del nivel del suelo y otros 20 cm sobresaliendo del nivel del suelo.

Sobre la planta de cimentación se colocarán 4 zapatas para castillo que formarán una estructura de soporte para el motor del extractor, se pueden observar en una vista lateral en la Figura 2. 8 y en una vista cenital en la Figura 2. 9.

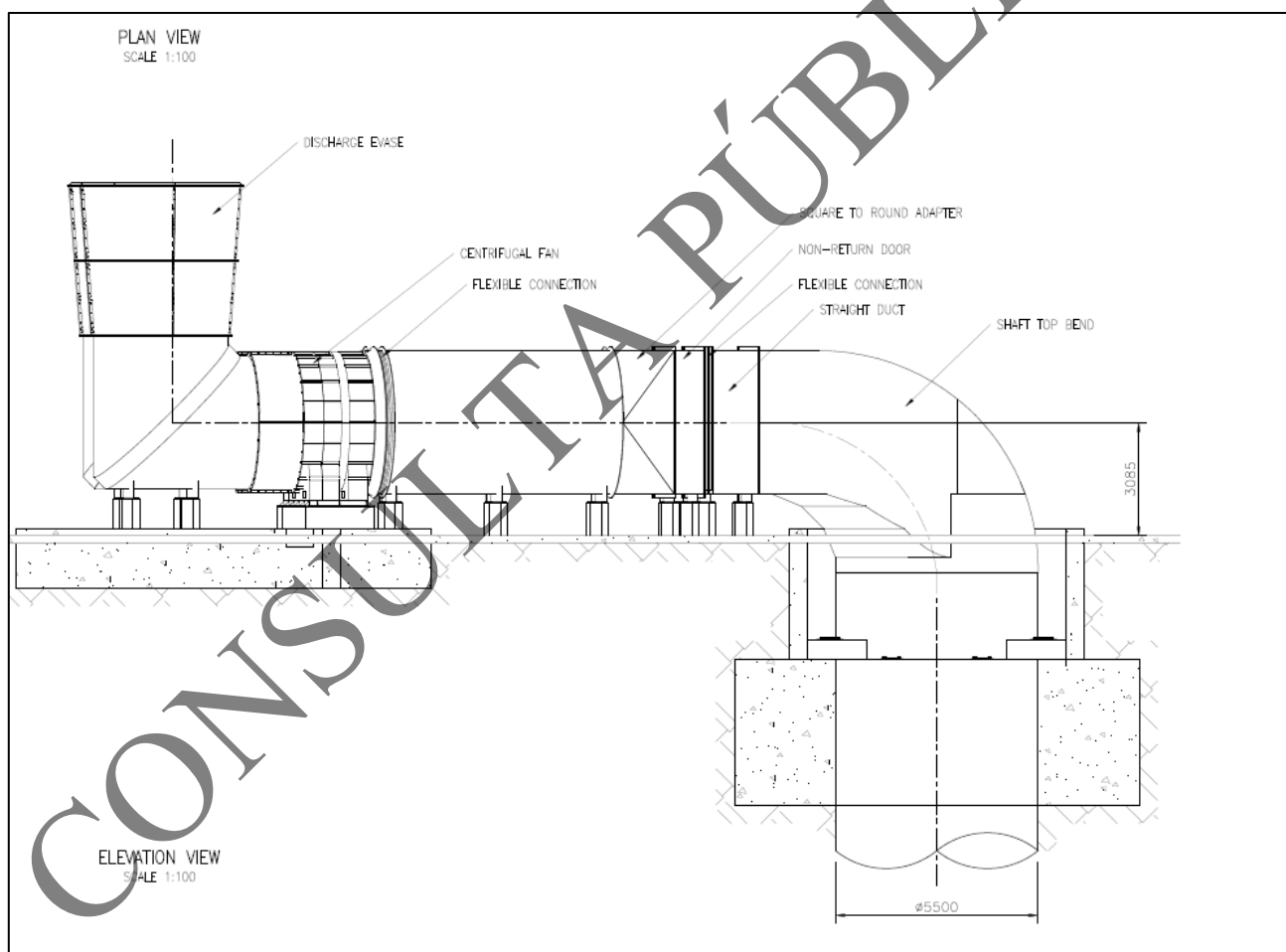


Figura 2. 8. Vista lateral de la planta de cimentación y el extractor de ventilación

Además de las zapatas para castillo winche, que es donde se creará la estructura para las maniobras de colocación del motor del extractor de ventilación, se añadirán estructuras de soporte para los tramos de los ductos del ventilador, excepto para el Codo, uno de estos soportes se colocará entre los codos de los ductos de ventilación y el motor del ventilador, en el tramo de ducto reconocido como

Ducto recto, los otros soportes se colocarán en la parte distal del ducto, es decir en la porción de salida de aire del ducto. Es necesario que al final del ducto se coloquen estos dos soportes pues dentro de esa porción del ducto se colocará un sistema de atenuación de ruido y el peso debe ser distribuido de tal modo que prevenga el colapso del ducto.

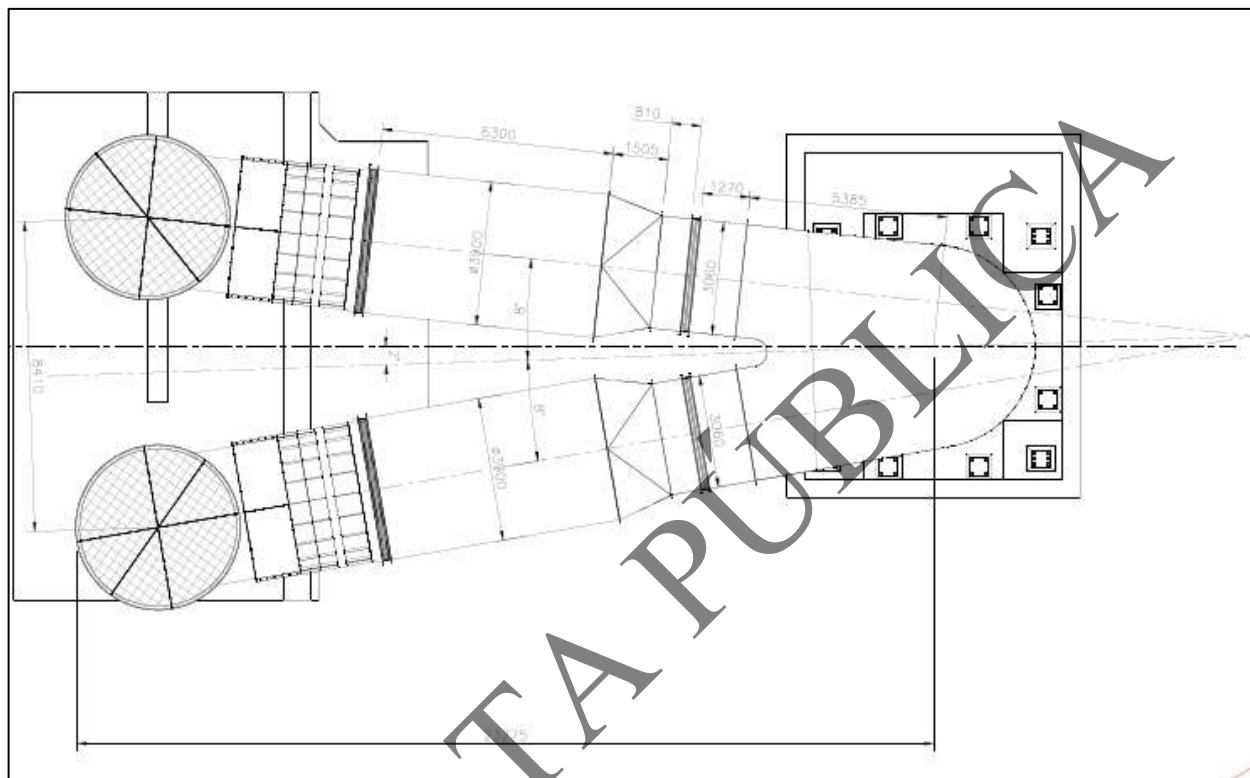


Figura 2. 9. Vista cenital de la planta de cimentación con el extractor de ventilación

Instalación del extractor de ventilación

Una vez construida la planta de cimentación para el extractor y construido el túnel de ventilación, (mismos que ya se encuentran en las áreas del Proyecto) se procederá a ensamblar el extractor de ventilación con su codo de salida y ductos. Será hasta ese momento que extractor de ventilación esté en posibilidades de pasar a su etapa de operación.

El extractor de ventilación de mina que será instalado tendrá una potencia de 600 caballos de fuerza y tendrá la capacidad de extracción de 230 mil pies cúbicos por minuto, capacidad suficiente para la ventilación de tipo aspirante que requiere la mina.

El proceso de instalación del extractor no requerirá de mayores maniobras pues el equipo está diseñado para ser ensamblado en el sitio. Esta actividad no provocará ningún impacto a ninguno de los componentes ambientales a su alrededor.

Capacidad máxima de extracción:

- Por ventilador: 242 m³/sec
- 2 ventiladores: 484 m³/sec

Silenciadores de descarga para el extractor de ventilación

Se instalarán dos ventiladores en paralelo y se espera que el ruido generado en la fuente sea aproximadamente de 115 dBa por ventilador y disminuirá según la siguiente tabla que se presenta a continuación.

Tabla 2. 2 Nivel de ruido esperado

Distancia (metros)	Nivel de ruido esperado
2 metros	104 dBa
10 metros	90 dBa
50 metros	76 dBa
100 metros	70 dBa
250 metros	62 dBa
500 metros	56 dBa

Capacidad máxima de extracción:

- Por ventilador: 242 m³/sec
- 2 ventiladores: 484 m³/sec

Una vez que los ventiladores hayan sido instalados y estén en funcionamiento, se recomienda realizar una prueba in situ con un medidor de sonido portátil. Según los resultados de la prueba, hay opciones disponibles para atenuar el nivel de sonido, como el revestimiento acústico y los silenciadores de descarga. Los silenciadores de descarga requieren un servicio regular para mantener su eficacia, con un intervalo dictado por pruebas de sonido periódicas cerca de las comunidades afectadas, generales anualmente.

Equipos y maquinaria de construcción

El equipo y herramienta que se utilice para la construcción será el adecuado para obtener la calidad especificada para el proyecto, en cantidad suficiente para lograr los objetivos establecidos en el programa de ejecución.

Tipo y cantidad de los materiales y sustancias que serán utilizados en las diferentes etapas del proyecto

Durante el desarrollo del proyecto se utilizarán combustibles para el funcionamiento de los vehículos para transportar al personal, así como para el funcionamiento de la maquinaria. Los combustibles que serán utilizados serán Gasolina y Diésel, además se requerirá del uso de lubricantes como aceite de motor entre otros para la diferente maquinaria.

Es importante señalar que no será necesario el almacenamiento de combustibles dentro del área del Proyecto en ninguna de sus etapas de desarrollo para los vehículos y maquinaria pesada, esto debido a que todo el combustible que será empleado durante la vida útil del Proyecto será abastecido dentro de la Mina y sus áreas debidamente autorizadas y adecuadas para tal finalidad o en su defecto, el abastecimiento se llevará a cabo en los establecimientos de despacho cercanos al Proyecto. El único almacenamiento de combustible que puede presentarse durante la preparación del sitio corresponde al almacén para el generador eléctrico provisional que será utilizado en dicha etapa.

Área temporal para almacenamiento y mantenimiento

Se planea la instalación temporal de una bodega que servirá para el almacenamiento de herramientas, refacciones del extractor de ventilación y artículos que serán utilizados para la instalación y mantenimiento.

Se utilizarán láminas metálicas para la construcción del área para almacenamiento y mantenimiento, lo que permitirá que los trabajos de ensamble y desarmado sean relativamente sencillos, eliminando la generación de escombros de materiales de construcción. La utilización de estos materiales facilitará las actividades de desmantelamiento al finalizar la construcción del extractor, permitiendo a Plata Panamericana, S.A. de C.V. utilizar los materiales para otro fin.

En la Figura 2. 10 se expone un ejemplo de una bodega ensamblada en campo con materiales similares a los que se contemplan para el área de almacenamiento y mantenimiento propuesto.



Figura 2. 10. Ejemplo de una bodega ensamblada en campo

Área de subestación eléctrica

Como se mencionó con antelación se utilizarán los insumos que se encuentran en las áreas del Proyecto (Contrapozo Sonrisa), entre ellas se hará uso de la subestación eléctrica con la que ya cuenta el contrapozo la Sonrisa este consta de una plancha de concreto donde se anclará una subestación eléctrica de 6.3 MVA, 0.48/4.16 kV, la cual estará conectada a la red de energía eléctrica que pasa por la zona de Proyecto y que distribuye energía a los municipios de Chalchihuites y

Sombrerete. Lo anterior se observa en la Figura 2. 11 Los permisos correspondientes para la conexión de la subestación eléctrica con las líneas de transmisión eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) se tienen debidamente autorizados.

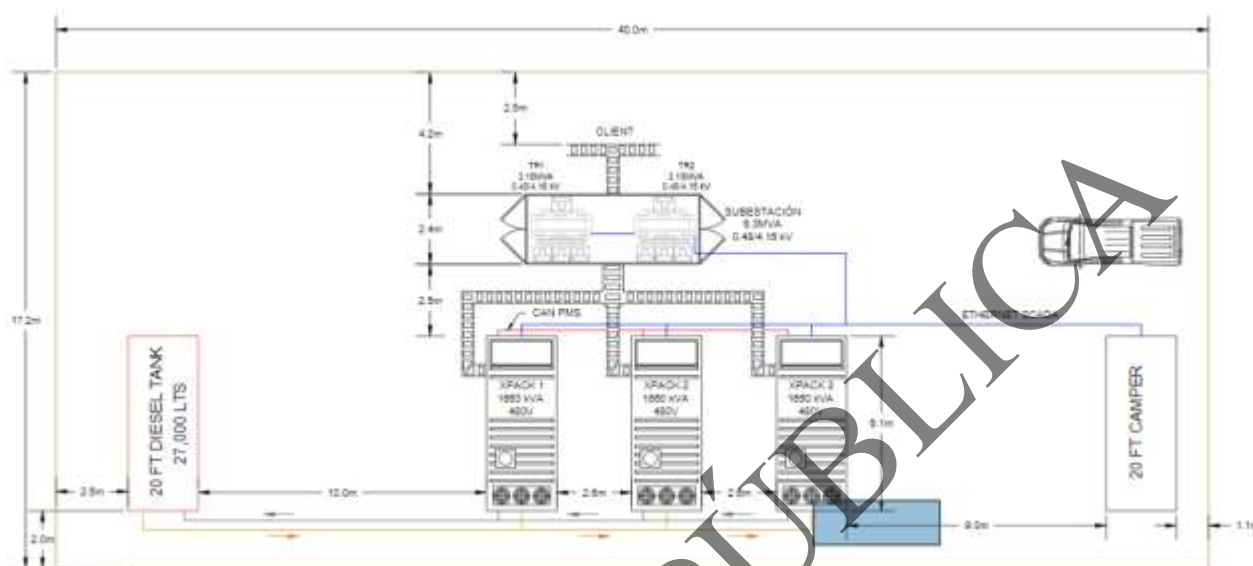


Figura 2. 11. Diseño del área de suministro eléctrico

II.2.5. Descripción de obras y actividades provisionales del Proyecto

Por la naturaleza del Proyecto y actividades que lo comprenden, la totalidad de los componentes se consideran como permanentes durante la vida útil del mismo, ya que su operación es requerida para poder desarrollar al Proyecto de manera óptima y no dejarán de ejecutarse durante la vida útil del Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe.

II.2.6. Descripción de las obras asociadas al Proyecto

Como se mencionó en el párrafo anterior, el Proyecto no requerirá la construcción de obras asociadas adicionales, únicamente será utilizada la infraestructura existente en la Mina La Colorada (talleres, vialidades, almacenes de residuos, oficinas etc.) para dar atención a las necesidades del personal que labore en el Proyecto o sean requeridos por el Proyecto para el mantenimiento de la maquinaria y equipo y recarga de combustibles principalmente.

II.2.7. Operación y mantenimiento

La etapa de operación es la más importante, ya que en esta se encontrará en funcionamiento el extractor, principal objetivo del Proyecto en propuesta. El extractor tendrá una vida útil de aproximadamente 21 años con emisiones de ruido continuas de 88 a 93 dBA. Su funcionamiento es automático conectado a una subestación eléctrica de 6.3 MVA, 0.48/4.16 kV y que estará conectada a la red de energía eléctrica de la Mina La Colorada.

El mantenimiento del extractor estará a cargo de la Mina La Colorada, y consiste básicamente en la limpieza del ventilador y de la barrera de tipo cortina de ruido y polvo, que permitirá la reducción del alcance de ruidos y afectaciones en los términos localizados frente a la salida del extractor. Dicha barrera consta de una base de PTR de 2 pulgadas, armada y anclada, para sostener a un geotextil no tejido para retención de polvos y amortiguamiento de ondas sonoras. Para un adecuado mantenimiento tanto para el ventilador como para la barrera reductora del alcance de ruidos y afectaciones, se deberá establecer un programa de supervisión periódico que permita detectar fallas imprevistas, así como sustituir periódicamente piezas que optimicen su funcionamiento.

Es importante que el acceso que conduce hacia el extractor se mantenga en buen estado, libre de vegetación que obstruya el libre tránsito al área.

II.2.8. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Al finalizar la vida útil del Proyecto se realizarán las actividades de abandono del sitio, en las cuales se tendrá como objetivo el reducir las actividades del personal y maquinaria para dar paso a un cierre progresivo del sitio y así poder llevar a cabo las distintas actividades y medidas que se presentarán en el sitio para un cierre o restitución del área.

Para tener un detalle específico de las obras de cierre, abandono y/o restitución, el Proyecto se podrá apegar a los distintos lineamientos y actividades diseñadas para las particularidades del área del Proyecto posterior a la extracción del material en un Plan de Restitución y Cierre, en donde las obras de la presente MIA-P se integren de manera congruente a las actividades de cierre o restitución. Además, el presente documento integra una descripción específica de medidas que podrán llevarse a cabo antes, durante y después de la operación del Proyecto en el Capítulo VI y su respectivo Programa de Vigilancia Ambiental para el monitoreo de estas.

II.2.9. Programa general de trabajo

La planeación del Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe implicó la revisión de la zona en general, una vez definido el programa de trabajo, se procedió a la elaboración de los estudios ambientales como lo es la presente MIA-P, la cual requirió trabajo de campo y recopilación de información de diversas fuentes y de diferentes fechas. Una vez concluido el estudio, se someterá a evaluación ante SEMARNAT para la autorización del Proyecto, y una vez obtenido el resolutivo favorable, iniciará su ejecución. El tiempo máximo estimado para su ejecución será de **21 años**.

El cronograma de actividades que a continuación se presenta en la

Tabla 2. 3 comprende actividades de la etapa de preparación, construcción y operación y 1 año para restauración del sitio, que serán desarrolladas durante toda la vida útil del Proyecto de manera gradual conforme los requerimientos operativos del ventilador.

Tabla 2. 3 Tiempo de vida útil

Etapa	Actividad	Mes												Año	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2 a 20	21
Co str ccí															

Etapa	Actividad	Mes												Año	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2 a 20	21
	Construcción de base de cemento														
	Instalación de generadoras y subestación eléctrica														
	Construcción piloto														
	Escariado (Apertura del túnel de ventilación de mina)														
	Zarpeo y soporte de terreno														
	Fabricación de base para extractor														
	Instalación de extractor y ducto														
	Instalación de deflector de vientos														
Operación	Operación del extractor														
	Restauración del sitio (retiro de infraestructura sellado del contrapozo, reforestación)														

II.2.10. Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera

Residuos domésticos

Durante la ejecución del Proyecto se generarán residuos sólidos urbanos, estos residuos no tóxicos se coleccionarán de forma separada de los desechos industriales y serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados, los cuales serán coleccionados, almacenados y dispuestos conforme a los parámetros y determinaciones en los planes de manejo de residuos de la Mina La Colorada.

Este tipo de residuos pueden representarse como envolturas de comida y bebidas, papeles usados, cartón y no deberán ser recolectados y almacenados de manera simultánea con aquellos residuos que se catalogan como Peligrosos o de Manejo Especial.

Residuos peligrosos

Los residuos de tipo industrial, clasificados como peligrosos, que se generarán durante el desarrollo de las actividades del Proyecto, serán principalmente: aceite lubricante gastado, sólidos de mantenimiento, baterías usadas, estopas usadas con agentes lubricantes y envases impregnados de grasa o aceite.

Todos los residuos al momento de generarse serán almacenados de manera provisional en el Proyecto en contenedores debidamente rotulados y de color adecuado para el tipo de residuo, los cuales serán recolectados y almacenados en los distintos almacenes de residuos peligrosos operativos en la

Mina La Colorada, para que finalmente puedan ser dispuestos de manera adecuada por empresas certificadas para dichas actividades.

Descargas de aguas residuales

Es importante señalar que en el área de trabajo durante las distintas etapas del Proyecto se instalará el servicio de letrinas móviles. El prestador de este servicio deberá hacerse cargo de los residuos sanitarios. Estará prohibido cualquier tipo de descarga de aguas residuales sanitarias al suelo o cuerpos de agua. Además, podrá hacerse uso de los distintos sanitarios que actualmente operan para el personal en la zona para alguna de las otras instalaciones de la Mina La Colorada.

Emisiones a la atmósfera

Partículas suspendidas

Durante las distintas actividades del Proyecto, se tendrá una constante emisión de partículas suspendidas, puesto que desde las actividades de preparación del sitio se tendrá un levantamiento de polvos fugitivos (Partículas Suspendidas Totales y Partículas Menores a 10 micras PM10) de manera involuntaria ya sea por el desmonte y despalle, así como el tránsito vehicular. Estas emisiones podrán ser más notorias durante la operación del Proyecto, lo que provoca un levantamiento de polvos con mayor consideración, así como la generación de gases derivados de la combustión en los vehículos y maquinaria (COx, NOx y SOx).

Este tipo de efectos a la atmósfera serán debidamente analizados y contemplados para el desarrollo de las distintas medidas de prevención, mitigación y compensación del Proyecto.

Emisiones de ruido

El uso de maquinaria durante la preparación del sitio significará un incremento del nivel de ruido en el sitio. La construcción y conformación del terreno, aun cuando solo aplica para un par de obras nuevas, puede causar una variedad alta de sonidos constantes: principalmente ruido originado de máquinas, del contacto de las llantas de los vehículos con el suelo, frenos, alarma reversa, etc.

Para los trabajadores, la posible afectación por el ruido generado será minimizada con el uso de equipo de protección auditiva (como elementos desechables u orejeras, los cuales serán suministrados y reemplazados en buen estado conforme concluya su tiempo de vida útil), adecuado a los niveles a los que estarán expuestos.

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

En el presente Capítulo se presenta un análisis de los diferentes ordenamientos jurídicos en materia ambiental que se vinculan al desarrollo del Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe. Para la elaboración del presente capítulo se han revisado los documentos relativos a las Leyes y Reglamentos, Federales y Estatales, en materia de regulación de equilibrio ecológico y protección al ambiente, normas oficiales mexicanas, 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.

Que por la descripción, características y ubicación de las actividades que integran el presente Proyecto, este es de competencia de la Federación, por tratarse del Impacto Ambiental por las actividades, tal como los disponen el artículo 28 fracción III y VII de la LGEEPA; 5 inciso L) de su REIA.

Que el artículo 5 inciso L) del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental establece lo siguiente:

Artículo 5º.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguiente obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BEFEFICIO 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;

En conclusión, las actividades, obras y autorizaciones que deriven de la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental son de competencia de la Federación, tomando en cuenta la jurisdicción aplicable descrita anteriormente, por lo cual se presenta esta MIA-P ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en su Oficina de Representación en el estado de Zacatecas.

III.1. Ordenamientos jurídicos federales en materia de impacto ambiental

III.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección ambiental (última reforma publicada el 11-04-2022)

A continuación, se presenta en la siguiente Tabla la vinculación del Proyecto con los Artículos aplicables de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia del Impacto Ambiental, seguido de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental.

Tabla 3. 1 Ordenamientos jurídicos en materia de impacto ambiental

Criterio	Vinculación con el proyecto
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	
Art. 5, XIV.- La regulación de las actividades relacionadas con la exploración, explotación y beneficio de los minerales, sustancias y demás recursos del subsuelo que corresponden a la nación, en lo relativo a los efectos que dichas actividades puedan generar sobre el equilibrio ecológico y el ambiente.	El Proyecto conlleva actividades de índole minera, por lo que es facultad de esta dependencia la evaluación y autorización de esta actividad a través de la presentación de la presente MIA
Art. 15, IV (Fracción reformada DOF 24-04-2012). - 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	El Proyecto contempla actividades de apoyo para la explotación de minerales, que mediante la instalación del extractor de ventilación se mantendrá un flujo de aire limpio constante en la zona de extracción y usando el sitio para apoyo a las demás actividades mineras de la zona, para lo cual se aplicarán medidas preventivas, de mitigación y compensación ambiental para minimizar los impactos que de ello deriven
Art. 28 (Párrafo reformado DOF 23-02-2005). - (...) quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: y el artículo 5, inciso L), Fracción de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental que enuncia: "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"	Las actividades del Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe. Entran en los supuestos del artículo 28, en cuanto pretenden llevar a cabo alguna de las obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría.
Art. 30 (Artículo reformado DOF 13-12-1996). - Para obtener la autorización (...), los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, (...)	De acuerdo con el contenido del Artículo 30, la presente MIA, elaborada conforme a la guía de SEMARNAT, cubre los requisitos básicos para la evaluación del Proyecto en materia de impacto ambiental.
II.- La protección de los suelos y de la flora y fauna silvestres, de manera que las alteraciones topográficas que generen esas actividades sean oportuna y debidamente tratadas; y	El Proyecto no presenta suelo vegetal y flora nativa en el sitio seleccionado por lo que no se tendrán afectaciones a los mismos.

III.1.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección ambiental en materia de evaluación del impacto ambiental (Última reforma publicada DOF 31-10-2014)

Tabla 3. 2 Ordenamientos jurídicos en materia de impacto ambiental y cambio de uso del suelo

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (RLGEEPA-EIA)	
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 BEFEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN	El proyecto consiste en la instalación y operación de un sistema de extracción de aire viciado como apoyo a las actividades de extracción de mineral en interior mina.
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 con el tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo.	La presente MIA atiende a las recomendaciones para la elaboración de este tipo de documentos e identifica los aspectos más relevantes del Proyecto y su vinculación con los componentes ambientales en el sitio donde pretende desarrollarse. Asimismo, con base en este artículo, la identificación, evaluación y descripción de los potenciales impactos ambientales que pudiera generar el proyecto, se centrará en aquellos con mayor relevancia, considerándolos como los impactos Principales, para los cuales se proponen medidas específicas de prevención, mitigación y/o compensación.
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	En caso de que SEMARNAT solicite una fianza o contratación de un seguro ambiental, Plata Panamericana S. A. de C.V. realizará los trámites de las garantías que procedan.

III.1.3. Ley Minera

La Ley Minera, en su Artículo 1 describe que la presente Ley es reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia minera y sus disposiciones son de orden público y de observancia en todo el territorio nacional. Su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Economía, a quien en lo sucesivo se le denominará la Secretaría.

En el Artículo 19 de esta Ley en su fracción IV se describe que las concesiones mineras confieren derecho a:

IV) Obtener la expropiación, ocupación temporal o constitución de servidumbre de los terrenos indispensables para llevar a cabo las obras y trabajos de exploración, explotación y beneficio, así como para el depósito de terreros, jales, escorias y graseros, al igual que constituir servidumbres subterráneas de paso a través de lotes mineros;

El Artículo 27 establece las obligaciones que tienen aquellos interesados en las actividades de exploración y aprovechamiento minero, siendo aplicable para los titulares de concesiones mineras, independientemente de la fecha de su otorgamiento, están obligados a:

IV.- Sujetarse a las disposiciones generales y a las normas oficiales mexicanas aplicables a la industria minero-metalúrgica en materia de seguridad en las minas y de equilibrio ecológico y protección al ambiente.

Esta Ley se vincula con el presente Proyecto, el cual contempla actividades de apoyo para la explotación de minerales, que mediante la instalación del extractor de ventilación se mantendrá un flujo de aire limpio constante en la zona de extracción y usando el sitio para apoyo a las demás actividades mineras de la zona, procurando el cuidado del ambiente en congruencia con la legislación ambiental vigente.

III.1.4. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento

El Proyecto no contempla ningún aprovechamiento de cuerpos de agua, sin embargo, es aplicable al presente Proyecto el Título Séptimo, Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas y Responsabilidad por Daño Ambiental; Capítulo I, Prevención y Control de la Contaminación del Agua tanto en “Ley” como en “Reglamento”.

Las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de Ley de implementar las siguientes medidas prioritarias:

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

Los Artículos aplicables al Proyecto en relación con la Ley de Aguas Nacionales se describen a continuación:

De conformidad con las fracciones VI y VII de su artículo 7, es preponderante que la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, a través de las instancias correspondientes, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad preserven las condiciones ecológicas del régimen hidrológico, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger y conservar la calidad del agua, en los términos de Ley.

Como parte del contenido del presente documento, se presentan las medidas de prevención, mitigación, reparación o compensación de impactos ambientales para asegurar la integridad del componente hidrológico de la zona.

En el Artículo 86 bis 2 se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.

El Artículo 96 bis 1 menciona que las personas físicas o morales que descarguen aguas residuales, en violación a las disposiciones legales aplicables, y que causen contaminación en un cuerpo receptor, asumirán la responsabilidad de reparar el daño ambiental causado, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones administrativas, penales o civiles que procedan, mediante la remoción de los contaminantes del cuerpo receptor afectado y restituirlo al estado que guardaba antes de producirse el daño, o cuando no fuere posible, mediante el pago de una indemnización fijada en términos de Ley por la Autoridad competente. La Comisión Nacional del Agua, con apoyo en el Organismo de Cuenca competente, intervendrá para que se instrumente la reparación del daño ambiental a cuerpos de agua de propiedad nacional causado por extracciones o descargas de agua, en los términos de esta Ley y sus Reglamentos.

El Proyecto busca tener un adecuado control de las actividades del Proyecto evitando la contaminación del suelo y agua por medio de la aplicación de distintos programas con el fin de evitar la contaminación, mejorar la infiltración de la zona, evitar arrastres de sedimentos e incrementar la calidad del agua. Además, se presentan distintas medidas para prevenir afectaciones mayores a la hidrología en el sitio.

III.1.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)

Durante el desarrollo del Proyecto, se generarán diversos tipos de residuos, que pueden ser desde residuos sólidos urbanos por la presencia de personal laborando en las diferentes etapas del Proyecto hasta residuos peligrosos resultado del mantenimiento de vehículos y maquinaria (estopas impregnadas de aceites y otros aditivos), por lo que se debe de tener conocimiento de cómo será el manejo para cada uno de ellos, aun cuando sean en cantidades mínimas, para evitar el desecho inadecuado de los mismos hacia el suelo o los cuerpos de agua.

Los Artículos aplicables al Proyecto en relación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) se describen a continuación:

Artículos 15 y 16. Describen la manera en la que se deben agrupar o clasificar los residuos generados para su debida atención y caracterización para finalmente destinarlos a áreas adecuadas y generar una disposición final de los mismos.

Artículo 18. Menciona que los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

Artículo 21. Especifica que con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos, se deberán considerar cuando menos alguno de los siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo:

- I. La forma de manejo
- II. La cantidad

- III. La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos
- IV. La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de movilizarse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento
- V. La biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bioacumulación
- VI. La duración e intensidad de la exposición
- VII. La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos

Artículo 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

Artículo 45. Los generadores de residuos peligrosos deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.

El manejo integral y adecuado de los residuos, es una de las medidas preventivas que acatará Plata Panamericana, S.A. de C.V. Unidad La Colorada de forma rigurosa para prevenir y minimizar los impactos que pudiera ocasionar el Proyecto, involucrando para el diseño de un programa integral de manejo de residuos que contemple la identificación de origen de residuos la correcta disposición e identificación forma de recolección, ruta de manejo, recolección, disposición temporal y final por empresas recolectoras especializadas debidamente autorizadas por la SEMARNAT, garantizando el cumplimiento de las disposiciones normativas y a través de los planes de manejo de cada tipo de residuo.

III.1.6. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

El Artículo 34 menciona que para los efectos del artículo 17 de la Ley, por sitio de generación debe atenderse tanto el predio en el que se desarrolla el proceso que da origen a los residuos como aquel en donde se encuentran las instalaciones, en términos de la fracción X del artículo 2 de este reglamento.

El Artículo 35 se detallan las características de los residuos, para que con ello se puedan categorizar conforme a lo establecido en la Ley, siendo esto cumplido por la promotora a través de sus distintas actividades y procedimientos para la separación, manejo y disposición de los residuos por medio de actividades internas, así como de prestadores de servicios registrados ante SEMARNAT para dichas actividades.

El Artículo 46 del presente Reglamento describe las actividades y el proceso que se deben seguir por parte de los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos, en las que se incluyen la identificación y clasificación de los residuos, el manejo adecuado y por separado, almacenaje, marcaje y transporte de los residuos generados en el proceso, para que finalmente sean dispuestos por empresas contratistas autorizadas por la SEMARNAT. Todas las características planteadas en el Artículo serán aplicadas y llevadas a cabo.

A la par del Artículo anterior, el Artículo 82 presenta las especificaciones de las áreas donde se pretendan llevar a almacenar temporalmente los residuos peligrosos generados, siendo como ejemplo de algunas de las condiciones el que dichas áreas estén separadas de instalaciones como oficinas o áreas de producción, señalizaciones y características de obra civil como pisos de cemento con canaletas, delimitación de seguridad y sistemas antiincendios.

Dentro del área de trabajo existirán contenedores especiales para este tipo de residuos debidamente señalizados y protegidos de la superficie para evitar derrames o infiltración de residuos.

III.1.7. Ley General de Vida Silvestre

Para la elaboración de la presente MIA se consideró que dentro del SA existen poblaciones de especies vegetales y animales silvestres, por lo que se tomarán las medidas pertinentes para la prevención, mitigación y compensación de los impactos que puedan generarse por el desarrollo de las actividades comprendidas en el Proyecto, las cuales se especifican en el Capítulo VI del presente documento; dando observancia a las siguientes disposiciones legales aplicables:

El Artículo 18 señala que 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 realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.

En el Capítulo VI de este documento, se proponen medidas para garantizar la mínima afectación posible y no relevante a los individuos de fauna y flora silvestre, sin que se comprometa a ninguna especie, apoyado por los distintos programas de manejo de flora y fauna propuestos.

El Artículo 58 corresponde a las especies y poblaciones en riesgo. Previo al inicio de las actividades de preparación del sitio de las obras del Proyecto se llevarán a cabo las tareas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de flora y fauna, estas actividades se centrarán en individuos de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), pero además contemplarán a aquellas susceptibles de ser reubicadas (especies de baja movilidad) aun y cuando no se encuentren enlistados en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El Artículo 99 señala que el aprovechamiento no extractivo de vida silvestre requiere una autorización previa de la Secretaría, que se otorgará de conformidad con las disposiciones establecidas en el presente capítulo, para garantizar el bienestar de los ejemplares de especies silvestres, la continuidad de sus poblaciones y la conservación de sus hábitats. En este sentido cabe mencionar que el Proyecto no realizará ningún tipo de aprovechamiento de flora o fauna.

El Artículo 101 señala que los aprovechamientos no extractivos en actividades económicas deberán realizarse de conformidad con la zonificación y la capacidad de uso determinadas por la SEMARNAT, de acuerdo con las normas oficiales mexicanas, o en su defecto de acuerdo con el plan de manejo que apruebe la SEMARNAT. En el Proyecto no se realizará ningún tipo de aprovechamiento de especies silvestres de flora o fauna.

El Artículo 106 aclara que, sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona que cause daños a la vida silvestre o su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley o en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, estará obligada a repararlos en los términos del Código Civil para el Distrito Federal en materia del Fuero Común y para toda la República Mexicana en materia del Fuero Federal, así como en lo particularmente previsto por la presente Ley y su Reglamento.

El presente estudio, obedece de igual manera, al hecho de que existen especies y poblaciones comprendidas dentro del SA, por lo que se tomarán las medidas pertinentes para la mitigación de los impactos que puedan ocasionar las actividades comprendidas en el Proyecto, las cuales se especifican en el Capítulo VI de la presente MIA-P.

El Proyecto se ajusta a los objetivos de la Ley General de Vida Silvestre, en cuanto a que, si bien es posible que se presente afectación a la distribución de individuos de especies silvestres, está se limita a individuos y en ningún momento se pone en riesgo sus poblaciones, los rangos de distribución de las especies identificadas son mayores en el SA. Adicionalmente, se proponen medidas específicas (ahuyentamiento, rescate y reubicación) para evitar poner en riesgo la integridad de especies silvestres o minimizar las afectaciones a individuos.

III.1.8. Ley General de Cambio Climático

La Ley General de Cambio Climático (LGCC) es una ley que fue oficialmente operativa el 06 de junio de 2012, la cual presenta su última reforma con fecha del 06 de noviembre de 2020 y que tiene como principal finalidad u objeto el garantizar un medio ambiente sano mediante la regulación de distintos factores que pongan en riesgo la calidad ambiental como lo son las emisiones de gases en sus distintos efectos sobre el cambio climático así como regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático. Aunado a esto se busca fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático.

Dicha Ley en su Artículo 5 menciona que la federación, las entidades federativas y los municipios ejercerán sus atribuciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta ley y en los demás ordenamientos legales aplicables. Respecto al cómo se vincula con el presente Proyecto viene relacionado con las

distintas actividades y obras propuestas como medidas de prevención, mitigación y compensación en el presente documento, esto con la finalidad de minimizar los posibles impactos ambientales que puedan presentarse con el desarrollo de las actividades de este.

Por su parte, el Artículo 87 determinar las acciones que deben llevar a cabo la Secretaría, así como los generadores de emisiones a la atmósfera. Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley identificarán las fuentes que deberán reportar en el Registro por sector, subsector y actividad, asimismo establecerán los siguientes elementos para la integración del Registro:

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

En este aspecto, todas las emisiones que se presenten durante la vida útil del Proyecto por la maquinaria utilizada, así como los vehículos que trasladen a los operadores deberán someterse a mantenimiento correctivo y preventivo para mantenerse por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por la normatividad ambiental en la materia, por el control de emisiones de los vehículos, control de polvos, entre otros, cumpliendo a la par con lo establecido en el Artículo anteriormente citado.

III.1.9. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático

Para efectos de cumplimiento de la LGCC, en su Reglamento se presentan las distintas características complementarias para una adecuada aplicación de la Ley.

En el Artículo 3 se describe que para los efectos del artículo 87, segundo párrafo de la Ley se identifica como sectores y subsectores en los que se agrupan los Establecimientos Sujetos a Reporte, los siguientes:

III. Sector Industrial:

e. Subsector industria minera; ya que el Proyecto pertenece a la actividad industria minera, en la cual se pretende implementar obras y actividades para la exploración minera y corroborar el potencial minero en el sitio analizado, con la aplicación de distintas herramientas y aplicando distintas medidas para minimizar el impacto ambiental derivado del Proyecto.

Respecto al Artículo 4 menciona que las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes:

III. Sector Industrial:

e. Subsector industria minera:

e.1. Minería de minerales metálicos;

e.4. Servicios relacionados con minería;

Con base a lo anterior, el Proyecto conlleva actividades de índole minera por lo que puede considerarse en este Artículo, sin embargo, la naturaleza del Proyecto y de sus actividades no representa un alto impacto respecto a emisiones, ya que la combustión de combustibles será la principal fuente de emisiones a la atmósfera. En resumen, el desarrollo del presente Proyecto no es contradictorio con lo establecido en la Ley General de Cambio Climático y su Reglamento.

III.1.10. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Esta Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

Dicha LFRA fue publicada el día 07 de junio de 2013 en el Diario Oficial de la Federación y hasta la fecha no ha presentado reformas en su contenido.

El Artículo 6 menciona que No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:

I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,

II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.

Para que el Proyecto se encuentre correctamente estructurado y apegado a lo que este artículo estipula, se realizó la presente MIA con la finalidad de presentar la naturaleza de las actividades de este. Además, no se rebasarán los límites máximos permisibles en la normatividad aplicable (ruido, emisiones, entre otros).

Por su parte, en el Artículo 10 se detalla que toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.

Plata Panamericana, S.A. de C.V. llevará a cabo distintas actividades establecidas en medidas de prevención, mitigación y compensación derivadas de las obras del Proyecto, además de aquellas condicionantes que integre la SEMARNAT posterior a la evaluación de los impactos ambientales.

Esta misma Ley, entre los Artículos 13 y 17, se describen las características, condiciones y excepciones pertinentes con relación a la restauración ambiental durante o posterior a la operación de las actividades, con respecto a obras, compensaciones o inversiones para restaurar los sitios de manera total o parcial. Para este tema, el Proyecto contempla distintas obras y actividades de prevención, mitigación y compensación presentadas en el Capítulo VI del presente documento, además de que la promovente se apegará a los términos y condiciones de la SEMARNAT que deriven de la evaluación del documento. Finalmente, las obras que se restituyan de manera parcial podrán ser incluidas en los planes de cierre de la Mina La Colorada.

III.2. Programa de Ordenamiento Ecológico General Del Territorio

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 POEGT, publicado en el DOF el 7 de septiembre de 2012, es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación, estableciendo para ello lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Es importante aclarar que, 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. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, Proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se encuentran: las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

Para el análisis del Proyecto respecto al POEGT, se tomó como base el SA. Según el POEGT, el SA se encuentra dentro de la Región Ecológica con clave 9.24 y específicamente dentro de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) identificada con el número 14, denominada Sierras y Llanuras de Durango, la cual indica que tiene por política ambiental Restauración y aprovechamiento sustentable y que los sectores rectores del desarrollo son Desarrollo Social-Industria, mientras que la ganadería y minería aparecen como coadyuvantes del desarrollo. La información de la UAB 14 se presenta en la Figura 3. 1.

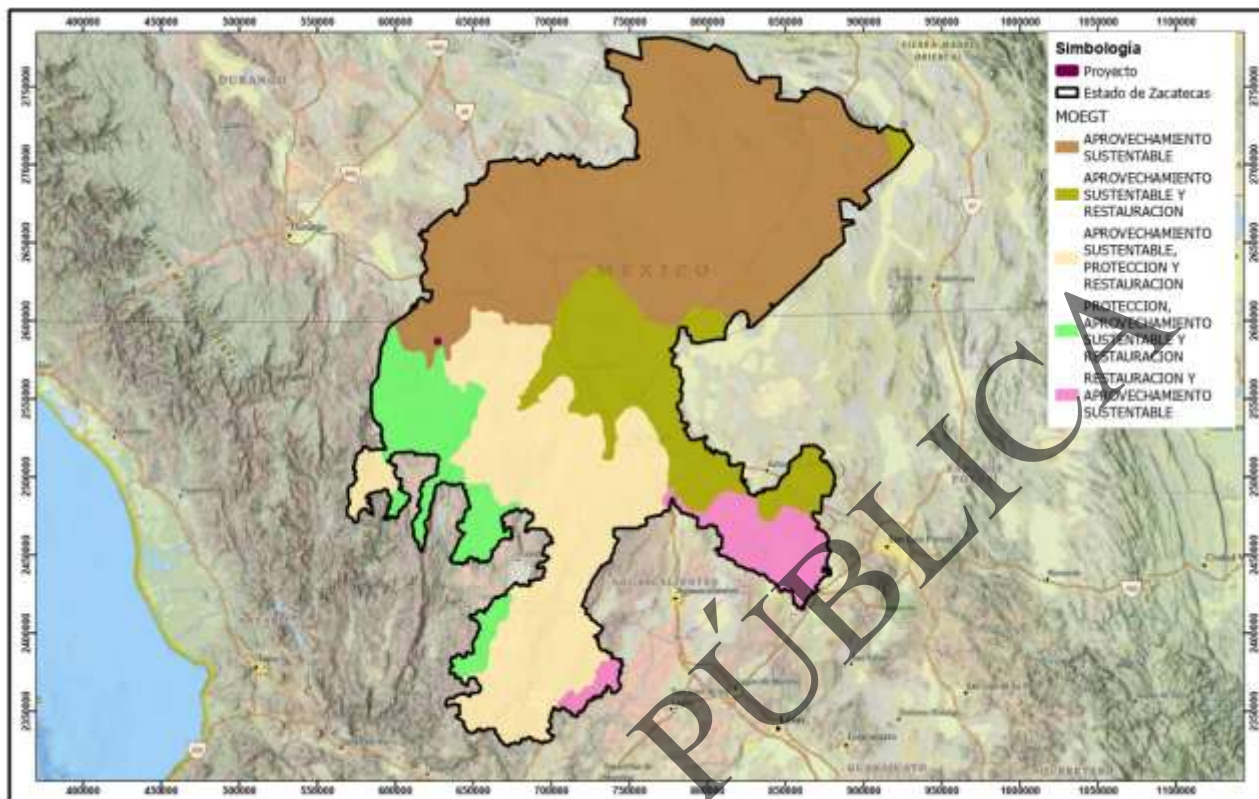


Figura 3. 1 SA del Proyecto dentro del Modelo de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (MOEGT)

Tabla 3. 3 . Localización del Proyecto dentro del POEG

Unidad Ambiental Biofísica	14. Sierras y Llanuras de Durango
Localización	Centro-Sur de Chihuahua, Centro de Durango y Noroeste de Zacatecas
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)	Medianamente estable. Conflicto Sectorial Nulo. Muy baja superficie de ANP. Media degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Muy baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 60.5. Baja marginación social. Medio índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. 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 – Poblacional	
Asociados del desarrollo	Forestal	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
Estrategias de la UAB 14		Vinculación con el Proyecto
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No Aplica para el presente Proyecto
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No Aplica para el presente Proyecto
	6. Modernizar la infraestructura hidroagícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No Aplica para el presente Proyecto
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No Aplica para el presente Proyecto
	8. Valoración de los servicios ambientales.	Los servicios ambientales serán valorados antes, durante y posterior a cada actividad del Proyecto, ello mediante la concientización ambiental a través de cursos a cada persona involucrada en el Proyecto in situ, de igual manera se contemplan medidas específicas en pro de los servicios ambientales que brindan los ecosistemas presentes en la zona.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	El desarrollo del Proyecto será dentro del margen de la legislación y normativa ambiental actual, lo cual garantizará la protección de los ecosistemas.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No Aplica para el presente Proyecto
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Se considera dentro de los lineamientos para el abandono, restitución y restauración de las áreas ocupadas y afectadas por el proyecto además durante su desarrollo se contempla la reforestación de áreas degradadas, sí como la implementación de obras de conservación de suelo y agua.

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.	Toda actividad del proyecto será en apego a la legislación y normativa ambiental actual para lograr un aprovechamiento sustentable
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
A) Suelo Urbano y Vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	No Aplica para el presente Proyecto
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	No Aplica para el presente Proyecto
	26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.	No Aplica para el presente Proyecto
C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	No Aplica para el presente Proyecto
	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	No Aplica para el presente Proyecto
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	No Aplica para el presente Proyecto
E) Desarrollo social	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.	No Aplica para el presente Proyecto



	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso.	El Proyecto generará empleos directos e indirectos, fomentando el acceso de fuentes de ingreso, además de aportar al crecimiento económico del estado.
	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	No Aplica para el presente Proyecto
	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.	No Aplica para el presente Proyecto
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	El Proyecto generará empleos directos e indirectos, sin distinguir género, etnia, etc. Buscando la integración de grupos vulnerables en la dinámica del desarrollo nacional.
	38. Promover la asistencia y permanencia escolar entre la población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso.	El proyecto brinda actualizaciones y capacitaciones al personal para el desarrollo de mejores capacidades.
	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	No Aplica para el presente Proyecto

	mayores índices de marginación.	
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	No Aplica para el presente Proyecto
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.	El desarrollo del proyecto va de la mano con la socialización y en respeto de las leyes ejidales correspondientes.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No Aplica para el presente Proyecto
	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.	No Aplica para el presente Proyecto

Aun cuando el POEGT no es un instrumento vinculatorio que autorice o prohíba el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales el Proyecto es congruente y puede favorecer a la política ambiental decretada para el sitio, siendo el Proyecto pretendido una actividad propia del sector que rige el desarrollo en la Unidad Ambiental Biofísica en las que se encuentra inmerso. Para el desarrollo del Proyecto considera fundamental respetar las normas y reglamentos establecidos, para así reducir los impactos generados por las actividades a realizar en cada una de sus etapas.

III.3. Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas

Áreas de protección y conservación de recursos

El instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad son las Áreas Naturales Protegidas. Por tal razón, se realizó una consulta al listado del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, para confirmar que en la zona donde pretende

realizarse el Proyecto no hubiera incidencia con ninguna área Federal, Estatal o Municipal dentro de dicho listado. Asimismo, se realizó un análisis espacial en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), de la SEMARNAT, para corroborar si el sitio donde se pretenden realizar las actividades del Proyecto se encuentra total o parcialmente dentro de alguna región prioritaria para la conservación de recursos (Terrestre [RTP], Hidrológica [RHP] o Área de Importancia para la Conservación de las Aves [AICA]), resultando que el polígono del predio presenta una incidencia sobre una RHP, como se describe a continuación.

Para evidenciar estas aseveraciones, a continuación, se muestran varias imágenes con la ubicación del Proyecto respecto a las áreas de protección y conservación de recursos más próximas.

III.3.1. Áreas Naturales Protegidas

Conforme a los Artículos 44 y 45 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) las áreas naturales protegidas (ANP) son aquellas zonas en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, y por lo tanto se encuentran sujetas a regímenes a previstos en la propia LGEEPA y en otros ordenamientos aplicables. El establecimiento de las ANP tiene por objeto, entre otras cosas, preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, así como sus funciones, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos; así como salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva; así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional, en particular preservar las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial.

En una revisión de la información digital (*shapes*) de la CONANP, se pudo determinar que dentro del municipio de Chalchihuites no se localiza ningún Área Natural Protegida de carácter Federal (Figura 3. 2). Estatal (Figura 3.3), o municipal (Figura 3. 4) como mera referencia se hace mención del ANP estatal más cercana es la denominada CANDR043 porción sierra Valparaíso, que se localiza en dirección Noroeste del Área de Proyecto a aproximadamente 55 km de distancia en línea recta la ANP de carácter Federal más cercana al Proyecto se identifica como Porción Sierra Valparaíso, la cual se localiza en dirección Suroeste del área del Proyecto a aproximadamente 22 km de distancia en línea recta.

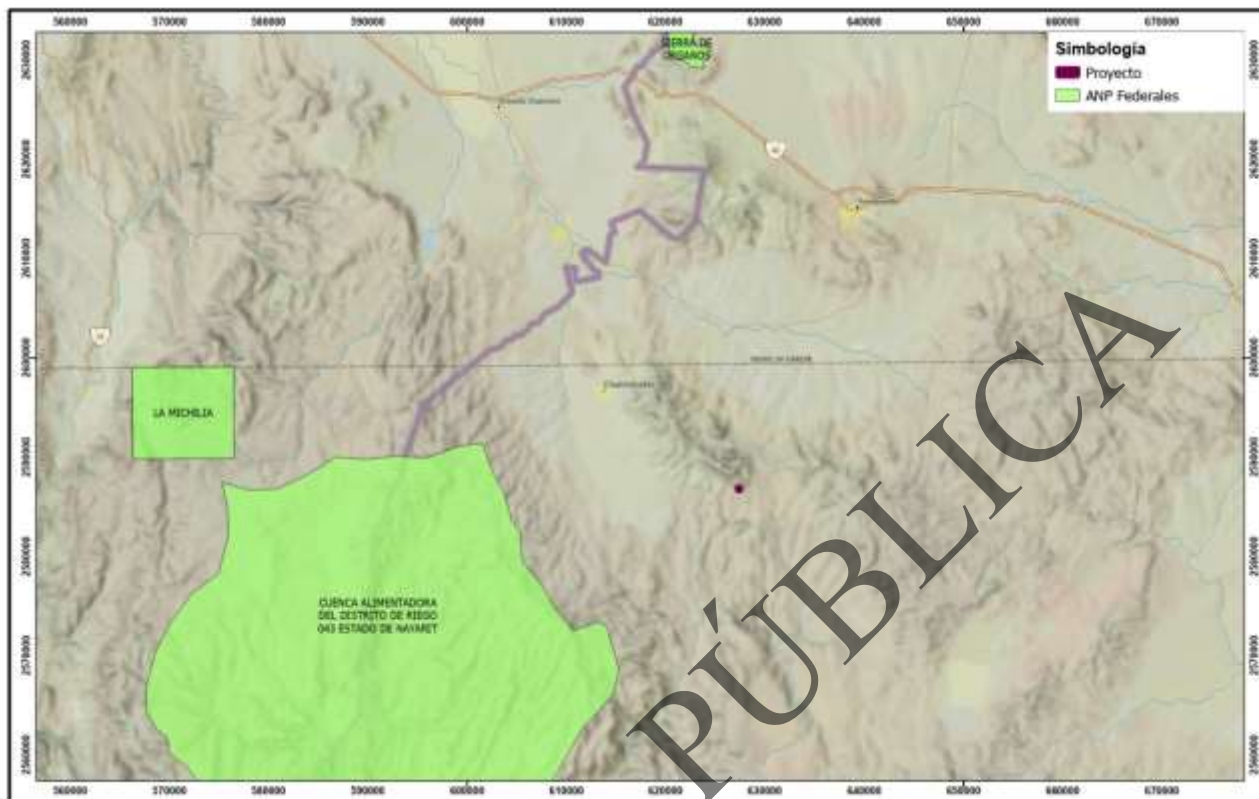


Figura 3. 2. Localización del Proyecto respecto a las ANP Federales, CONANP

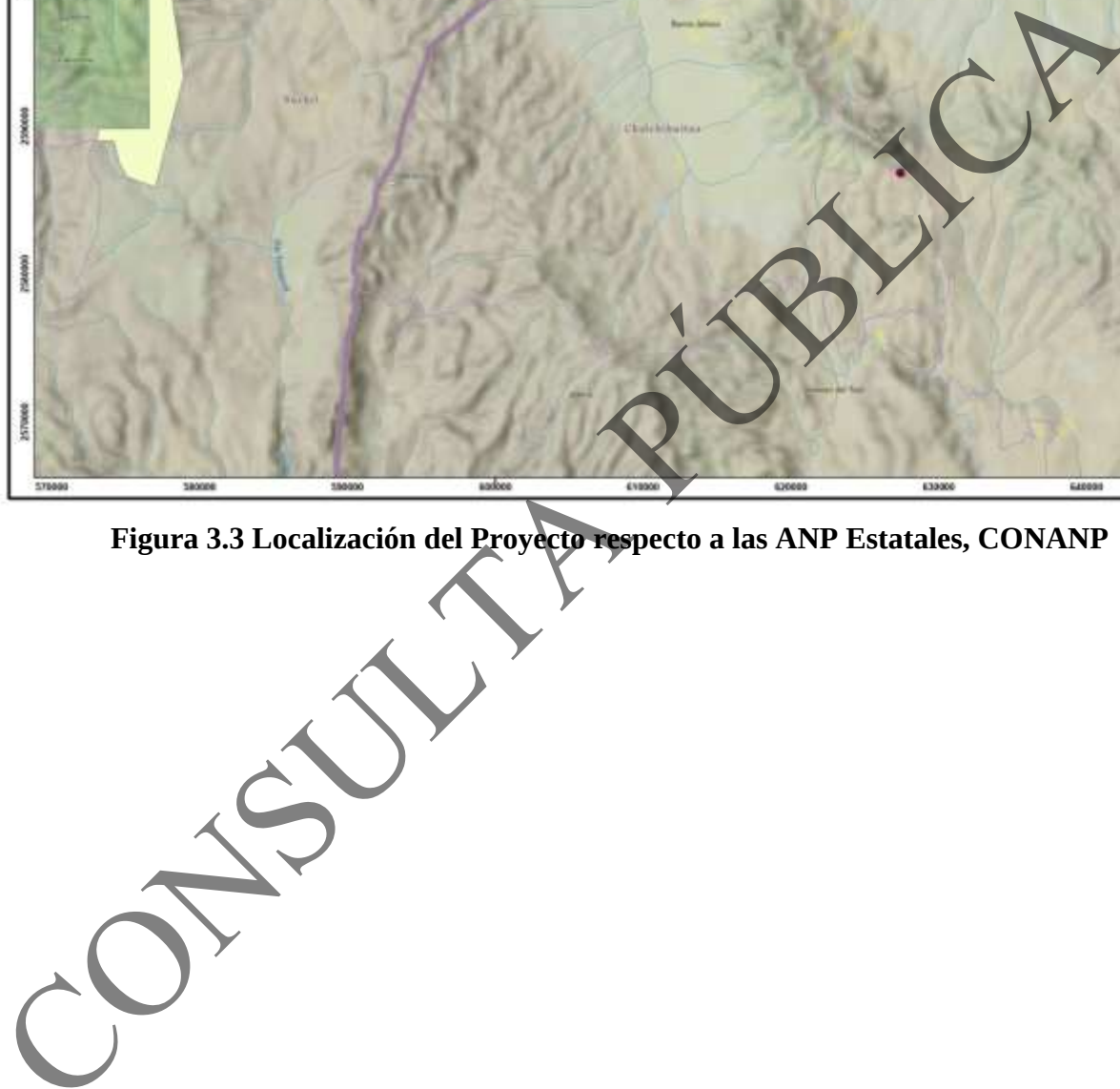


Figura 3.3 Localización del Proyecto respecto a las ANP Estatales, CONANP

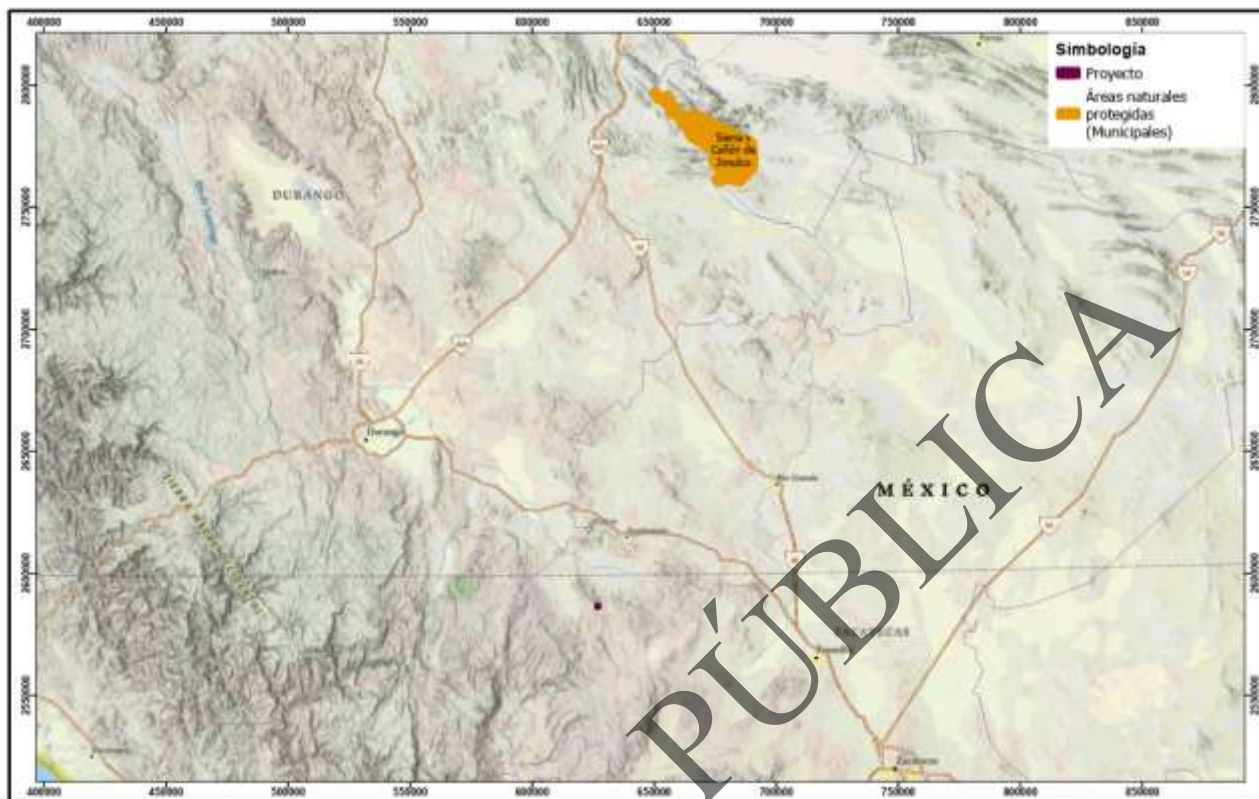


Figura 3. 4. Localización del Proyecto respecto a las ANP Municipales, CONANP

Dada la naturaleza del Proyecto y la distancia que existe entre éste y las ANP más cercanas, 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.

III.3.2. Regiones Prioritarias (CONABIO)

Tal como es descrito por la 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 terrestres (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 aquellas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos. 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).

En este contexto, las regiones prioritarias no son ordenamientos vinculatorios con base en los cuales se pueda restringir o negar un Proyecto en materia de impacto ambiental. Sin embargo, como referencia para la descripción del entorno ambiental que envuelve al proyecto, se presentan a continuación las áreas prioritarias más cercanas al Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Dentro del área del proyecto, no se localiza ninguna Región Terrestre Prioritaria (RTP), la más cercana es la RTP La Michilía, ubicada a poco más de 20.5 km en línea recta y en dirección al Oeste.

Debido a la distancia que existe entre el proyecto y la Región Terrestre Prioritaria más cercana, no se estima que la integridad de ninguno de los componentes de esta y ningún otra RTP pueda verse comprometida o amenazada por el desarrollo de las obras y actividades que se plantean.

En la Figura 3. 5, se muestra la localización del área del proyecto con respecto a las RTP más cercanas con el objetivo de mostrar más claramente la distancia que existe entre ambos.



Figura 3. 5. Localización del Proyecto respecto a las RTP, CONABIO

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

En lo que respecta a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), el SA no se localiza sobre ninguna RHP, la más cercana es la denominada Río Baluarte- Marismas Nacionales la cual se ubica a 58 kilómetros aproximadamente en línea recta y dirección Oeste, por tanto; no se considera que el

desarrollo del Proyecto pueda poner en riesgo la integridad de esta región prioritaria; Enseguida se presenta la Figura 3. 6, donde se aprecia de manera gráfica el polígono que representa al área delimitada para el Proyecto, así como las RHP más cercanas a éste.

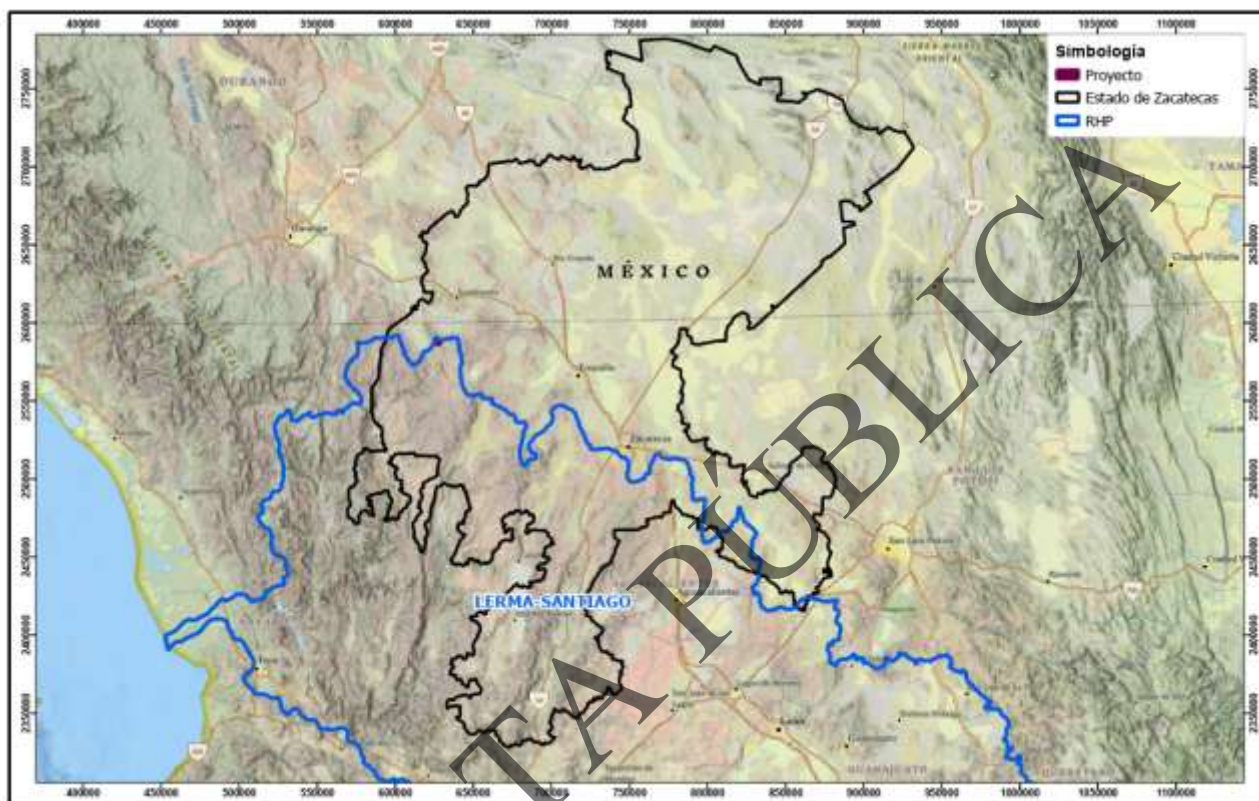


Figura 3. 6. Localización del Proyecto respecto a las RHP, CONABIO

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

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.

Al igual que las Regiones Prioritarias, las AICAS corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental y se localizan en la parte continental o marina del territorio nacional, destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica específica, e importante presencia de un número considerable de especies endémicas y/o contar con poblaciones o formar parte del rango de distribución natural de una o más especies comprometidas en cuanto a su conservación, así como por guardar una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación.

El SA delimitada para el proyecto no se traslapa a ninguna AICA, la más cercana se localiza a aproximadamente 20 km en línea recta en dirección Este y recibe el nombre de Sierra de Valparaíso.

No se estima que ninguna AICA pueda verse afectada por el desarrollo de actividades y obras, e incluso por el Cambio de Uso de Suelo enmarcado en el Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe (Figura 3. 7), sin embargo, se contemplan medidas de prevención para todos los grupos de fauna presentes en el área del Proyecto incluido el grupo de las aves.

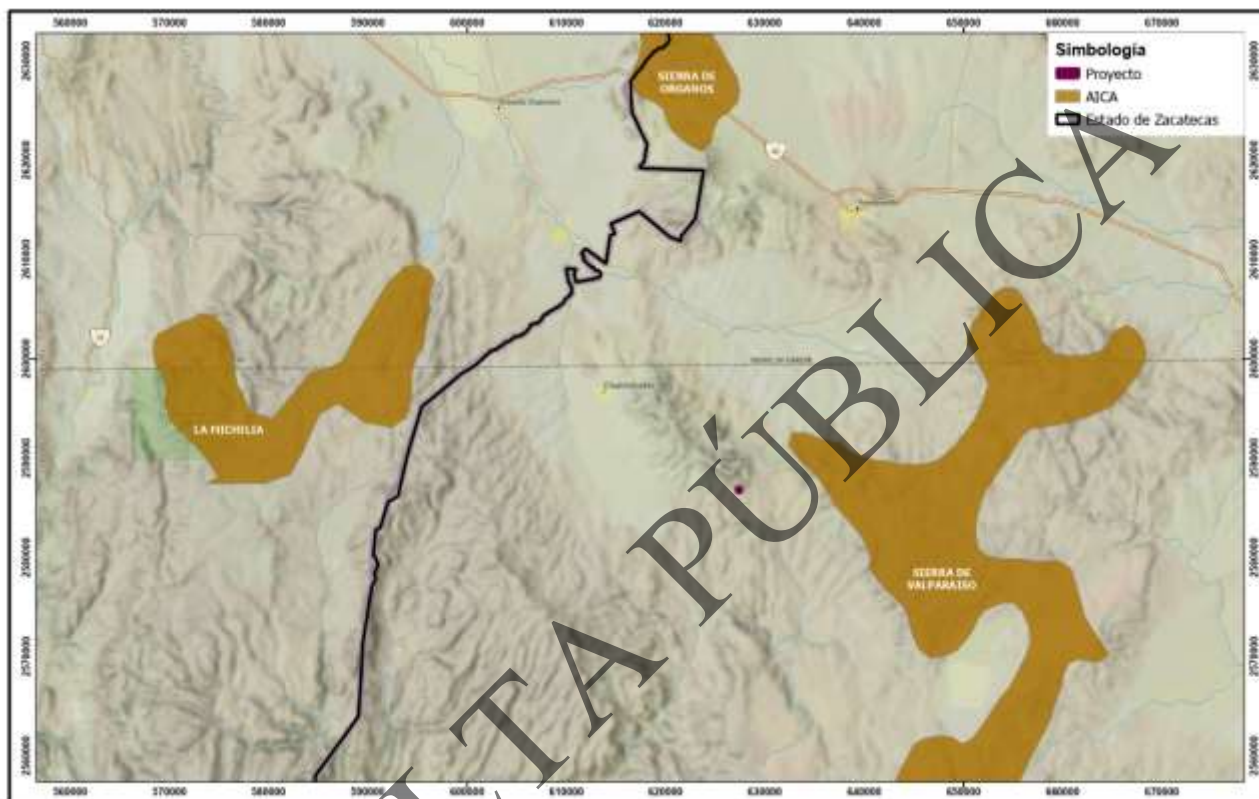


Figura 3. 7. Localización del Proyecto respecto a las AICA

Las actividades que se pretenden llevar a cabo durante la ejecución del Proyecto no tendrán interacción que repercuta con las áreas de protección y conservación de recursos antes mencionadas, por lo que tampoco representa un riesgo de afectación potencial hacia su integridad ni comprometen los objetos de conservación de ninguna de ellas.

III.4. Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

A continuación, se presentan las Normas Oficiales Mexicanas que rigen los procesos y actividades que se desarrollarán durante el Proyecto, mismas que serán de observancia obligatoria.

III.4.1. Normas Oficiales Mexicanas en Materia Agua

III.4.1.1. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta

Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes separados de aguas pluviales.

Vinculación con el Proyecto

Durante el desarrollo del Proyecto no se descargarán aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Cuando sea necesario por falta de infraestructura fija, se utilizarán baños portátiles que recibirán el manejo y mantenimiento adecuado a través de una empresa acreditada para dicha labor.

III.4.2. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Protección de Flora y Fauna

III.4.2.1. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

Esta Norma Oficial Mexicana establece la 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.

Vinculación con el Proyecto

La Promovente contempla la ejecución de una serie de medidas que permitirán la protección de la fauna silvestre que habita en la zona donde se pretende desarrollar el Proyecto. Dichas medidas tienen la finalidad de salvaguardar las especies de flora y fauna enlistadas en esta Norma y que fueron registradas en el SA o huella del Proyecto. Es importante mencionar que las medidas propuestas no serán aplicadas exclusivamente a las especies enlistadas en esta Norma, ya que serán ejecutadas de igual manera a cualquier individuo de cualquier especie y sin importar si se encuentra o no bajo alguna categoría de protección.

III.4.3. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Emisión de Gases

III.4.3.1. Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015

Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Vinculación con el Proyecto

Mediante el adecuado mantenimiento preventivo y correctivo que se aplicará a los vehículos y maquinaria durante las actividades de preparación del sitio del proyecto, se deberá cumplir con los niveles establecidos en la presente Norma.

III.4.3.2. Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT- 2018

Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Vinculación con el Proyecto

Mediante el adecuado mantenimiento preventivo y correctivo que se le aplicará a la maquinaria, vehículos y equipo durante la preparación del sitio y toda la ejecución del proyecto, se cumplirá con los niveles establecidos en la presente norma, cumpliendo con los límites máximos permisibles de opacidad del humo que provenga de la combustión de motores a Diesel.

III.4.4. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Residuos

III.4.4.1. Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005

Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Vinculación con el Proyecto

Durante la ejecución del Proyecto, se generarán residuos, domésticos como peligrosos, estos últimos derivados del mantenimiento a la maquinaria. Dichos residuos, plenamente identificados, serán clasificados por sus características de peligrosidad de acuerdo con esta Norma y colocados en un sitio de disposición final a través de una empresa que cuente con los permisos necesarios para su recolección y traslado.

III.4.4.2. Norma Oficial Mexicana NOM-054- SEMARNAT-1993

Esta norma oficial mexicana establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.

Vinculación con el Proyecto

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.

III.4.5. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Ruido

III.4.5.1. Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001

Esta Norma Oficial Mexicana establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

Vinculación con el Proyecto

Durante el desarrollo del Proyecto se establecerán las medidas correspondientes para que el personal que labore *in situ* se desempeñe en condiciones óptimas de higiene y seguridad, mediante el fomento de la utilización de equipo de protección, hasta el cumplimiento de las normas 080 y 081 de la SEMARNAT.

III.4.5.2. Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Vinculación con el Proyecto

Durante el desarrollo del Proyecto se dará mantenimiento correctivo a vehículos y maquinaria a fin de no rebasar los límites máximos permitidos por la citada Norma.

III.4.5.3. Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994

Establece los límites máximos permisibles de emisiones de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Vinculación con el Proyecto

Durante el desarrollo del Proyecto se dará mantenimiento correctivo a vehículos y maquinaria que sea utilizada en las diferentes actividades del Proyecto, esto con la finalidad de siempre apegarse a los límites máximos permitidos por la presente Norma.

III.4.6. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Seguridad

III.4.6.1. Norma Oficial Mexicana NOM-023-STPS-2012

Trabajos en minas- Condiciones de seguridad y salud en el trabajo

La presente Norma Oficial Mexicana rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo en que se desarrollen actividades relacionadas con la exploración, explotación y beneficio de materiales localizados en vetas, mantos, masas o yacimientos, ya sea bajo el suelo o en su superficie, independientemente del tipo y escala del centro de trabajo de que se trate.

Vinculación con el Proyecto

En apego a la presente Norma, durante todo el desarrollo del Proyecto y hasta la etapa de cierre, se acatarán las especificaciones contenidas en esta, lo que asegurará la integridad física de los trabajadores durante las jornadas laborales pues se tomará en cuenta el uso de equipo de seguridad, restricciones a zonas no autorizadas, entre otras.

III.4.6.2. Norma Oficial Mexicana NOM-157-SEMARNAT-2009

Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros.

Vinculación con el Proyecto

La planeación y adecuación de este Proyecto está regida entre muchas cosas, por el adecuado manejo de sus residuos mineros producidos durante su operación, a pesar de que la MIA no considera para su análisis y evaluación las actividades operativas, en su momento el proyecto el Proyecto se acotará

e instrumentará los planes de manejo de residuos mineros tal y como lo establece esta Norma Oficial Mexicana.

III.5. Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo de la región

III.5.1. Planes o Programas de desarrollo de la región

III.5.1.1. Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024

El Plan Nacional de Desarrollo es el documento rector donde se manifiesta de forma general y coordinada, metas, estrategias, objetivos nacionales y las prioridades que durante la administración deberán regir la acción del gobierno. El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio de 2019, se basa en Ejes Generales y Ejes Transversales.

Los Ejes Generales se dividen en tres, los cuales son:

- I.** Justicia y Estado de Derecho
- II.** Bienestar
- III.** Desarrollo Económico

Los Ejes Transversales se dividen en tres, los cuales son:

- I.** Igualdad de género, no discriminación e inclusión
- II.** Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública
- III.** Territorio y desarrollo sostenible

El resultado de la aplicación de estos ejes es hacer de México un país más próspero, justo e incluyente para todas y todos los mexicanos.

Objetivos/criterios vinculantes con el Proyecto:

- **Objetivo 2.5.** Garantizar el derecho a un medio ambiente sano con enfoque de sostenibilidad de los ecosistemas, la biodiversidad, el patrimonio y los paisajes bioculturales.
 - **2.5.2.** Aprovechar sosteniblemente los recursos naturales y la biodiversidad con base en una planeación y gestión económica comunitaria con enfoque territorial, de paisajes bioculturales y cuencas.
 - **2.5.3.** Restaurar ecosistemas y recuperar especies prioritarias con base en el mejor conocimiento científico y tradicional disponible.
 - **2.5.8.** Promover la gestión, regulación y vigilancia para prevenir y controlar la contaminación y la degradación ambiental.

- **2.5.9.** Fomentar la creación y fortalecimiento de empresas en el Sector Social de la economía que favorezcan el mejor aprovechamiento del patrimonio social, cultural y medioambiental de las comunidades.
- **Objetivo 3.3** Promover la innovación, la competencia, la integración en las cadenas de valor y la generación de un mayor valor agregado en todos los sectores productivos bajo un enfoque de sostenibilidad.
 - **3.3.2.** Impulsar el desarrollo y adopción de nuevas tecnologías en los sectores productivos y la formación de capacidades para aprovecharlas, vinculando la investigación con la industria y los usuarios y promoviendo métodos de producción sostenible y patrones de consumo responsable que promuevan el uso eficiente y racional del territorio y de sus recursos.
 - **3.3.5.** Promover el comercio nacional e internacional y la diversificación de productos, servicios y destinos de exportación e importación.
 - **3.3.8.** Potenciar las capacidades locales de producción y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y minerales, a través de la innovación, y fomentar la inversión en Proyectos agropecuarios y mineros, en un marco de certidumbre y respeto a las comunidades y al medio ambiente.
- Criterios del Territorio y desarrollo sostenible
 - **Criterio 1** La implementación de la política pública o normativa deberá incorporar una valoración respecto a la participación justa y equitativa de los beneficios derivados del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Vinculación con el Proyecto

Todas las actividades planteadas en el presente Proyecto se desarrollarán dentro de los lineamientos citados, el Proyecto se encontrará afín con los Ejes Generales; Bienestar, y Desarrollo Económico, así como con el Eje Transversal de Territorio y desarrollo sostenible, los cuales buscan el bienestar social y el desarrollo económico.

El Proyecto no contraviene con los objetivos/criterios presentados anteriormente; por el contrario, contribuye directamente con las estrategias 2.5.8, 2.5.9, 3.3.2 y 3.3.5 ya que propiciará la generación de empleos nuevos, implementará obras innovadoras y aplicará criterios de protección ambiental mientras realiza la extracción de minerales, lo que se verá traducido en la promoción del comercio nacional e internacional y en estricto apego a la normatividad ambiental en México.

III.5.1.2. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT)

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales, establece los objetivos, estrategias, líneas de acción e indicadores en los cuales se enfoca la política y gestión ambiental del actual Gobierno Federal durante el sexenio a su cargo. El contenido del PROMARNAT se alinea con

la meta Nacional de México Próspero del Plan Nacional de Desarrollo 2020-2024 y los compromisos internacionales asumidos por el país en la materia.

Dicho programa está enfocado principalmente a objetivos prioritarios en materia de conservación y restauración, sin embargo, parte de sus objetivos y metas pueden ser vinculantes con la ejecución del Proyecto, enlistados a continuación:

Objetivo prioritario 1.- Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.

Estrategia prioritaria 1.2.- Promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad, basado en la planeación participativa con respeto a la autonomía y libre determinación, con enfoque territorial, de cuencas y regiones bioculturales, impulsando el desarrollo regional y local.

1.2.4.- Impulsar el desarrollo forestal sustentable y la competitividad del sector forestal a través de la efectiva aplicación del marco normativo y regulatorio y con técnicas apropiadas.

Objetivo prioritario 3.- Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión.

Estrategia prioritaria 3.2. Aprovechar eficientemente el agua para contribuir al desarrollo sustentable de los sectores productivos.

3.2.4.- Orientar el desarrollo de los sectores industrial y de servicios a fin de mitigar su impacto en los recursos hídricos.

Objetivo prioritario 4.- Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano.

Estrategia prioritaria 4.1. Gestionar de manera eficaz, eficiente, transparente y participativa medidas de prevención, inspección, remediación y reparación del daño para prevenir y controlar la contaminación y la degradación.

4.1.5.- Reducir y controlar la contaminación para evitar el deterioro de cuerpos de agua y sus impactos en la salud, mediante el reforzamiento de la normatividad y acciones coordinadas en áreas prioritarias.

Estrategia prioritaria 4.2. Fomentar el cambio y la innovación en los métodos de producción y consumo de bienes y servicios, a fin de reducir la extracción de recursos naturales, el uso de energía y minimizar los efectos de las actividades humanas sobre el medio ambiente.

4.2.4.- Promover la economía circular con el fin de fomentar el uso eficiente de los recursos y evitar la contaminación y degradación a través de un enfoque en el ciclo de vida de bienes y servicios en las cadenas productivas.

Vinculación con el Proyecto

El Proyecto busca ser lo menos impactante con el medio ambiente con la planeación adecuada de sus obras y superficies, empleando áreas degradadas como parte de su ejecución y con una mayor interacción humana donde los servicios ambientales se han visto mermados a través de los años con las distintas actividades antrópicas en la región, sin embargo, parte de la planeación y el compromiso de la promovente con el medio ambiente contempló el desarrollo y ejecución de distintas medidas de prevención, mitigación y/o compensación para los distintos componentes ambientales analizados, con ello minimizando el impacto ambiental buscando la preservación de los recursos naturales con los que interactúa el Proyecto.

III.5.1.3. Plan Estatal de Desarrollo 2022-2027 del estado de Zacatecas (PED)

Atendiendo estas disposiciones, el Plan Estatal de Desarrollo 2022-2027 se construye con la participación democrática de la sociedad zacatecana en diferentes etapas.

Es resultado de las propuestas emitidas directamente por ciudadanos o a través de colectivos, grupos académicos, organismos sectoriales y sociedad en general, que manifiestan necesidades e intenciones de construir un nuevo Zacatecas, que garantice oportunidades de desarrollo y bienestar para toda la población, como documento rector de planeación, establece los principios rectores de las políticas públicas, objetivos y estrategias, así como indicadores y metas, a través de los cuales, se dará seguimiento y se evaluará su gestión.

El Plan Estatal de Desarrollo 2022-2027 se cimienta en tres principios rectores: Hacia una Nueva Gobernanza, Bienestar para Todos y Ecosistema Socioeconómico Sólido e Inclusivo, que plasman las aspiraciones manifestadas en diferentes espacios de consulta y participación ciudadana. Asimismo, incluye tres ejes de aplicación transversal: Derechos Humanos, Igualdad Sustantiva entre Mujeres y Hombres y Anticorrupción y Cero Impunidad, que serán el sello que marque el desempeño de la gestión pública en todos sus ámbitos para, de la mano de la sociedad, construir la Nueva Gobernanza y el Nuevo Zacatecas.

El Proyecto se encuentra afín con el Principio Rector 3. Ecosistema Socioeconómico Sólido e Inclusivo, específicamente con la Política Pública, 3.2 Encadenamiento Productivo Para la Industria y La Minería y 3.5 Infraestructura para el Desarrollo Económico

A continuación, se desglosan las políticas públicas, objetivos, estrategias, indicadores y vinculación con otros instrumentos de planeación directamente relacionada con el Proyecto.

Política Pública 3.2. Encadenamiento productivo para la industria y la minería

Objetivo

Impulsar la industrialización del estado consolidando un ecosistema industrial capaz de generar productos de alto valor agregado con énfasis en el fortalecimiento de las Mipymes y el sector minero.

Estrategias

- 1.2.2. Impulsar proyectos para la generación de cadenas de valor y proveeduría local entre pequeñas y medianas empresas.
- 1.2.3. Impulsar mecanismos para el empoderamiento de mujeres emprendedoras e industriales.
- 1.2.4. Dar un impulso firme al financiamiento a la pequeña minería.
- 1.2.5. Promover la certificación de estándares de calidad y mejores prácticas.
- 1.2.6. Impulsar programas de estímulos para la mejora salarial en la industria.
- 1.2.7. Promover el desarrollo de una industria minera respetuosa del medio ambiente y las comunidades.
- 1.2.8. Implementar un programa del primer empleo en la minería.

Tabla 3. 4 Indicadores

Nombre	Unidad de Medida	Línea Base		Meta 2027	Tendencia deseable	Fuente
		Año	Valor			
Índice de Competitividad Estatal	Posición	2020	27	20	Descendente	Instituto Mexicano para la Competitividad https://imco.org.mx/area/competitividad/
Tasa media de crecimiento promedio anual del PIB estatal	Tasa	2020	n.p.	1.5	Ascendente	INEGI, PIB por entidad federativa https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.aspx?pr=17&vr=6&in=2&tp=20&wr=1&cno=2
Tasa de ocupación en el sector secundario	Tasa	2020	21.55%	Rango de 25% a 30%	Ascendente	INEGI Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) https://www.inegi.org.mx/sistemas/Infoenoe/Default_15mas.aspx

Tabla 3. 5 Vinculación de las estrategias y líneas de acción del Plan Estatal de Desarrollo y el Proyecto

Objetivos de Desarrollo Sostenible	Plan Nacional de Desarrollo	Programa General Prospectivo
1.Fin de la pobreza 2.Hambre cero 8.Trabajo decente y crecimiento económico 9. Industria, Innovación e Infraestructura 10. Reducción de las desigualdades 11. Ciudades y Comunidades Sostenibles 12. Producción y Consumo Responsable 17. Alianzas para Lograr los Objetivos	Eje 3. Economía Respeto a los contratos existentes y aliento a la inversión privada rescate del sector energético, impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo.	4.1. Sociedad global e innovadora: Industrias, Tecnologías y Sostenibilidad 4.1.1.1. Potencializar la riqueza natural, cultural y humana en el estado con el arraigo local para favorecer el desarrollo económico. 4.1.1.2. Fortalecer en el mercado interno en función de las vocaciones productivas, tecnologías y de valor agregado

Política Publica 3.5. Infraestructura para el desarrollo económico

Objetivo

Desarrollar la infraestructura necesaria para potenciar el desarrollo económico desde la base social.

Estrategias

3.5.5 Fortalecer la construcción de parques industriales, infraestructura logística y parques agropecuarios regionales, para potenciar el desarrollo económico.

3.5.7 Construir caminos rurales para la integración de las zonas deprimidas a las actividades productivas.

3.5.8 Implementar acciones para aprovechar el posicionamiento territorial y de conectividad del Estado.

Tabla 3. 6 Indicadores

Nombre	Unidad de Medida	Línea Base		Meta 2027	Tendencia deseable	Fuente
		Año	Valor			
Tasa de crecimiento media anual de la inversión en infraestructura	Tasa	2020	0.44	44.66	Ascendente	Registros administrativos del Departamento de Planeación de la Secretaría de Obras Públicas
Tasa de crecimiento de obras en infraestructura productiva	Tasa	2020	-56%	50.6	Ascendente	Registros administrativos del Departamento de Planeación de la Secretaría de Obras Públicas

Tabla 3. 7 Vinculación con otros instrumentos de Planeación

Objetivos de Desarrollo Sostenible	Plan Nacional de Desarrollo	Programa General Prospectivo
1.Fin de la Pobreza 6.Agua Limpia y Saneamiento 8.Trabajo Decente y Crecimiento Económico 9.Industria, Innovación e Infraestructura 10.Reducción de las Desigualdades 11.Ciudades y Comunidades Sostenibles	Eje 3. Economía Detonar el crecimiento, Respeto a los contratos existentes y aliento a la inversión Privada, Rescate del sector Energético, Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo, Cobertura de Internet para todo el país.	4.1 Sociedad global e innovadora: industrias, tecnologías y sostenibilidad 4.1.1.1 Potencializar la riqueza natural, cultural y humana en el estado con arraigo local para favorecer el desarrollo económico. 4.1.1.3 Impulsar la vocación y desarrollo en ciencia y tecnología para la innovación en el estado para fortalecer los procesos de innovación 4.1.1.4 Incentivar procesos de sostenibilidad que impacten en los ámbitos social, ecológico y productivo

Vinculación con el Proyecto

Específicamente en el Eje estratégico 3, política pública 3.2. se menciona que; el territorio que trabaja la minería es amplio y su aporte a la economía del estado es histórico. Esta actividad es una de las grandes apuestas de la presente administración para ser uno de los motores de desarrollo a través del empleo e ingresos remunerados, así como de grandes inversiones que dan y darán mayor dinamismo a la economía de la entidad. Aunque el Proyecto no es en sí de naturaleza minera por las obras y actividades a desarrollar, se llevará a cabo dentro de un ambiente minero en su totalidad, además de que con la realización de este Proyecto se dará pie a continuar con las actividades mineras autorizadas al propiciar la adecuación de una determinada superficie que posteriormente dará soporte a continuar con las actividades en la mina La Colorada.

III.5.1.4. Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Chalchihuites 2008-2030

El soporte jurídico del presente Plan, toma como referencia el Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en cuyo párrafo tercero estipula que: “La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular el beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico...”.

Bajo este precepto jurídico, y de acuerdo con el análisis FODA (por sus siglas Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas). Realizado para el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Chalchihuites 2008-2030, se identificaron líneas de oportunidades, entre la cuales se encuentran vinculadas al “Riqueza minera, posibilidad de extracción de metales”, –“Aptitudes para el desarrollo minero”, de manera específica, la generación infraestructura minera, con la finalidad de eficientar los procesos mineros para la extracción de minerales por parte del presente proyecto se vincula directamente.

Dentro del Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Chalchihuites 2008-2030, se reconocen como Amenaza, la –“*Insuficiente inversión en la industria minera*”, así pues, la ejecución del proyecto conllevará la inversión por parte de la Promovente lo cual traerá potenciales beneficios a las localidades cercanas al proyecto.

Por otra parte, se plantean objetivos generales en donde, otro aspecto vinculante con el Proyecto, refiere a -“*Vigilar que los desechos originados por actividades extractivas sean vertidos en lugares destinados para ello acorde a los preceptos mineros y ambientales*”, en este sentido, en el presente estudio, dentro del Capítulo XVII se plantean medidas de mitigación compensación y restauración dirigidas al manejo de residuos producto de las actividades planteadas en cada una de las etapas del presente Proyecto.

Otros de los puntos que se vinculan directamente al Proyecto, refieren a lineamientos correspondientes a las actividades extractivas, estos son:

- No se afecten áreas de valor paisajístico
- No se provoquen desequilibrios ambientales

Al respecto de estos lineamientos, el desarrollo del proyecto se encuentra en un área con actividades mineras por lo tanto no se afecta el valor paisajístico de manera severa, como parte de este documento se presentan medidas de restauración, mitigación y compensación con la finalidad de contrarrestar los potenciales impactos ambientales que genere el proyecto, sobre los distintos factores ambientales.

III.6. Otros Instrumentos

III.6.1. Acuerdos Internacionales y Decretos en materia de Desarrollo Sustentable y Medio ambiente suscritos por México

Entre convenciones, acuerdos, convenios, protocolos, anexos y enmiendas, México ha firmado 77 tratados internacionales o acuerdos interinstitucionales en materia de medio ambiente, de ellos, hasta 1969 se firmaron tres, diez durante la década de 1970, veintitrés durante la década de 1980, cuarenta durante la década de 1990 y uno más en el año 2000.

De ellos, dieciocho se firmaron con Estados Unidos, principalmente para la cooperación en contaminación, protección al ambiente y desecho de residuos tóxicos y peligrosos en la zona fronteriza; dieciocho con Alemania, fundamentalmente para el aprovechamiento de áreas forestales tropicales y estudios para la protección del medio ambiente; dos en el marco de la Organización de los Estados Americanos para la protección de flora y fauna en América así como para la creación de un instituto de investigación; trece en el marco de la Organización Marítima Internacional en materia de contaminación de aguas por derrame de hidrocarburos; tres con la UNESCO para la protección del patrimonio cultural y natural; y once en el marco de la organización de las Naciones Unidas para la protección de la capa de ozono, para el desecho de materiales peligrosos, en materia del cambio climático y de la diversidad biológica.

Los primeros convenios que se registran son en materia de protección de flora y fauna. En 1936, el convenio con Estados Unidos para la protección de aves migratorias y mamíferos cinegéticos, y en 1940 en el marco de la Organización de Estados Americanos para la protección de flora y fauna. Por contaminación, el primer convenio fue en 1969 en el marco de la Organización Marítima Internacional por derrame de hidrocarburos en accidentes marítimos.

A lo anterior se hace mención que, dando observancia a las leyes, reglamentos y normas mexicanas, se atienden los intereses multinacionales que corresponden en general al cuidado del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos.

III.6.1.1. Declaración de la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano

Firmada en Estocolmo, Suecia en junio de 1972, proclamó que los conocimientos y las acciones del hombre se utilizaran para conseguir mejores condiciones de vida, pero estableciendo normas y medidas que evitaran que se causaran daños al medio ambiente. La declaración establece 26 principios que tienen por objeto la utilización racional de los recursos naturales en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

Menciona, entre otras cosas, que el hombre tiene derecho a disfrutar de condiciones de vida en un medio de calidad, de tal forma que pueda llevar una vida digna y con bienestar; que los recursos no renovables deben emplearse de tal forma que no se ponga en peligro su agotamiento; que debe ponerse fin a la descarga de sustancias tóxicas y a la liberación de calor; que debe apoyarse la lucha de todos los países contra la contaminación; que se debe impedir la contaminación de los mares por sustancias que puedan poner en peligro la salud del hombre o dañar la vida marina; que las políticas ambientales de todos los Estados deben encaminarse a planificar su desarrollo de manera que puedan lograr mejores condiciones de vida, proteger el medio ambiente y preservar sus recursos naturales.

Vinculación con el Proyecto

De manera general el Proyecto en cuestión no contravendrá con los ideales de dicha declaración, la correcta aplicación de las medidas de prevención, mitigación, así como las de compensación ambiental, asegurará que no se comprometerá el bienestar de los recursos naturales renovables y no renovables, así como la contaminación y deterioro ambiental.

III.6.1.2. Carta Mundial de la Naturaleza

En donde se acepta que el deterioro de los sistemas naturales y el abuso de los recursos naturales debilitan las estructuras económicas, sociales y políticas de la sociedad. Se menciona, también, que los beneficios a largo plazo que se pueden obtener de la naturaleza dependen de la protección de los procesos ecológicos y de la supervivencia de las diversas formas de vida, por lo que se debe impedir su explotación excesiva y la destrucción de los hábitats naturales. La carta establece la necesidad de promover a nivel internacional la protección de la naturaleza.

Además, aprueba los principios de conservación, entre los que figuran: el respeto a la naturaleza, garantizar la supervivencia y la conservación de la población de todas las especies, aprovechar los recursos naturales de manera que no se ponga en peligro la existencia de otros ecosistemas o hábitats, utilizar los recursos con medida y procurar que no se desperdicien, impedir la

descarga de sustancias contaminantes en los sistemas naturales y evitar las actividades perjudiciales para la naturaleza.

Vinculación con el Proyecto

Con el desarrollo de todas las medidas expuestas en el Cap. VI de este documento, se anticipa que el Proyecto garantice que no se pondrá en riesgo la existencia de ecosistemas o hábitats y que el impacto a las especies sea el mínimo posible.

Además, durante su desarrollo se impedirá la descarga de sustancias contaminantes en los sistemas naturales y no se practicarán actividades militares perjudiciales para la naturaleza.

III.6.1.3. Declaración de Río

Consagra 27 principios, en los que establece el derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza, el derecho de los países de aprovechar sus propios recursos de acuerdo con sus políticas ambientales y de desarrollo con la responsabilidad de no causar daños al medio ambiente de otros, y la protección del medio ambiente como parte integrante del proceso de desarrollo y no como una actividad aislada. Además, se reconoce el papel que los países desarrollados han tenido al contribuir en la degradación del medio ambiente, por lo que se conmina a eliminar las modalidades de producción y de consumo insostenibles y a fomentar políticas demográficas adecuadas.

Vinculación con el Proyecto

El Proyecto mediante la correcta aplicación de las medidas de mitigación prevención y compensación ambiental, no comprometerá la biodiversidad.

III.6.1.4. Agenda 21

La Agenda 21 es un manual de referencia de normas y políticas para el logro de un desarrollo sustentable. La agenda menciona que la población, el consumo y la tecnología son las principales determinantes del cambio ecológico, por lo que conmina a reducir las modalidades de consumo ineficaces y con desperdicio. Propone políticas y programas para lograr un equilibrio entre consumo, la población y la capacidad de sustento de la tierra.

Además, plantea mecanismos para disminuir la degradación de la tierra, el aire y el agua, así como para la conservación de los bosques y la diversidad de las especies. El documento se encuentra dividido en cuatro secciones: dimensiones sociales y económicas; conservación y gestión de los recursos, fortalecimiento del papel de los grupos sociales; y medios para la puesta en práctica.

Vinculación con el Proyecto

El Proyecto es afín con este tratado al implementar las adecuadas acciones y mecanismos para disminuir la degradación de los recursos como la hidrología, suelos, flora y fauna esto mediante la adecuada implementación de las medidas de mitigación, prevención y compensación pertinentes, coadyuvando así, con el desarrollo social de la región.

III.6.1.5. Acuerdo de París

Es un acuerdo celebrado dentro del marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que establece medidas para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a través de la mitigación, adaptación y resiliencia de los ecosistemas afectados por el Calentamiento Global, su aplicabilidad sería para el año 2020, cuando finalice la vigencia del Protocolo de Kioto. El acuerdo fue negociado durante la XXI Conferencia sobre Cambio Climático (COP 21) por los 195 países miembros, adoptado el 12 de diciembre de 2015 y abierto para firma el 22 de abril de 2016 para celebrar el Día de la Tierra, en donde México ratificó su participación.

La contribución comprometida por México para el año 2030, es la reducción del 22 por ciento de sus emisiones de gases de efecto invernadero, en ocho sectores: Transporte, generación eléctrica, petróleo y gas, industria, agricultura y ganadería, residuos y uso de suelo.

Vinculación con el Proyecto

El Proyecto se vincula con este acuerdo mediante la adecuada implementación de las medidas de mitigación, prevención y compensación pertinentes, las cuales son afines con los compromisos de la nación con dicho acuerdo, ello mediante el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y vehículos que serán utilizados en las diferentes actividades, reduciendo así las emisiones de gases contaminantes.

III.6.2. Vinculación con tratados y convenios internacionales

III.6.2.1. Convención relativa a los humedales de importancia internacional (RAMSAR)

La Convención RAMSAR es un tratado intergubernamental de cooperación internacional, a favor de la conservación y uso racional de los humedales mediante el desarrollo sostenible. Fue firmado en Irán el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor a partir de 1975, cuya mayor preocupación es la pérdida y degradación de los hábitats de humedales de las aves acuáticas migratorias que atraviesan fronteras internacionales.

El Artículo 1.1 de la Convención entiende por humedales: "las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros."

En observancia a esta definición, la Convención concreta un sistema de clasificación e identificaciones de humedales, que, por su importancia ecológica, botánica, zoológica, limnológica e hidrológica, se les considere un sitio RAMSAR.

De estos sitios RAMSAR surgieron listados de humedales de importancia internacional, a las cuales México se adhiere en 1986. Hoy en día México cuenta con 142 sitios RAMSAR distribuidos por todo el país.

Vinculación con el Proyecto

Estas listas fueron consultadas y se determinó que el Proyecto no se localiza dentro de ningún sitio RAMSAR, por lo que el desarrollo de este no pone en riesgo ningún instrumento de conservación de este tratado.

III.6.2.2. Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)

El CDB surge de la Convención sobre Diversidad Biológica llevada a cabo el 5 de junio de 1992 en Río de Janeiro, Brasil, y constituye un tratado internacional cuyo objetivo principal radica en la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes, y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. El convenio fue ratificado por México el 11 de marzo de 1993, habiendo entrado en vigor el 29 de diciembre del mismo año.

Para dar cumplimiento a los preceptos establecidos en dicho convenio se reconoció la importancia que tiene la diversidad biológica a nivel de ecosistemas, especies y recursos genéticos (incluida la biotecnología), los cuales podrán ser utilizados de manera sostenible para el beneficio de la humanidad.

Es importante señalar que el principio de precaución del presente tratado establece que cuando haya peligro de considerable reducción o pérdida de diversidad biológica, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas que impidan o minimicen dicho peligro.

Otro aspecto fundamental corresponde a lo establecido en su Artículo 14, fracción 1, inciso a) en torno a la manera en la que deberán de proceder cada uno de los países adheridos a este convenio respecto a la evaluación del impacto ambiental y la reducción al mínimo de los impactos adversos ocasionados por el desarrollo de Proyectos de diversa índole:

1. “Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda:

a) Establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación del impacto ambiental de sus proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos y, cuando proceda, permitirá la participación del público en esos procedimientos.”

Vinculación con el Proyecto

Con la presentación de este documento ante la autoridad ambiental, se da cumplimiento a lo establecido en el párrafo anterior, no sin antes mencionar que el desarrollo del mismo no contribuirá a la pérdida o reducción de la diversidad biológica existente en la región donde se desarrollará el Proyecto, ya que para ello serán aplicadas medidas para prevenir, mitigar y compensar los impactos a los componentes biológicos (descritas en el capítulo VI de este documento), así como otras medidas dirigidas específicamente a los componentes bióticos del Área del Proyecto y SA.

III.6.2.3. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestre (CITES)

En 1963 se llevó a cabo una reunión de la Unión Mundial para la Naturaleza, en la cual se aprobó la CITES. El texto fue acordado por 80 países en Washington D.C., Estados Unidos de América el 3 de marzo de 1973, y entró en vigor el 1 de julio de 1975.

La CITES “es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos. Tiene por finalidad velar porque el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituye una amenaza para su supervivencia.”¹ La CITES regula el comercio internacional de algunas especies las cuales se incluyen en tres apéndices que determinan el grado de protección que necesitan:

- Apéndice I. Incluye a las especies en peligro de extinción. La autorización de comercio de estas especies solo se autoriza bajo circunstancias excepcionales,
- Apéndice II. Incluye especies que no se encuentran en peligro de extinción; sin embargo, su comercio debe controlarse debido a que puede ocasionar una utilización incompatible con su supervivencia.
- Apéndice III. Incluye a especies que al menos un país ha solicitado que sea incluida en la CITES y de esta forma controlar su comercio.

México se adhirió a la CITES el 2 de julio de 1991, entrando en vigor el 30 de septiembre del mismo año. Existen tres autoridades CITES en el país:

- La Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT, que representa la Autoridad Administrativa.
- La Comisión Nacional para el Conocimientos y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), representa a la Autoridad Científica.
- La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), autoridad encargada de verificar el cumplimiento de la Ley ambiental (Autoridad de Aplicación de Ley).

Vinculación con el Proyecto

Ninguna de las actividades del Proyecto está relacionada con el comercio de ninguna especie; sin embargo, cuando se registren especies incluidas dentro de los apéndices CITES en las áreas donde se desarrollará el Proyecto, se establecerán e implementarán medidas para su protección con lo que se cumplirá con las obligaciones que tiene México ante la CITES. De acuerdo con lo anterior el Proyecto no se contrapone al objetivo de la CITES.

¹ <http://www.cites.org/esp/disc/what.php>

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

IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto (Área de influencia)

El Área de Influencia es la superficie donde se resentirán los efectos de los impactos del Proyecto “Extractor de Ventilación Guadalupe” en lo sucesivo “el Proyecto”, se consideran tanto los efectos directos como indirectos, es decir, no solamente los elementos que pretenden ser objeto de aprovechamiento o afectación puntual, sino todo el conjunto de elementos que se interrelacionan e interactúan 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 SA se analizaron las interacciones que habrá desde los componentes ambientales hacia el Proyecto, lo que se representa esquemáticamente en la Figura 4. 1.

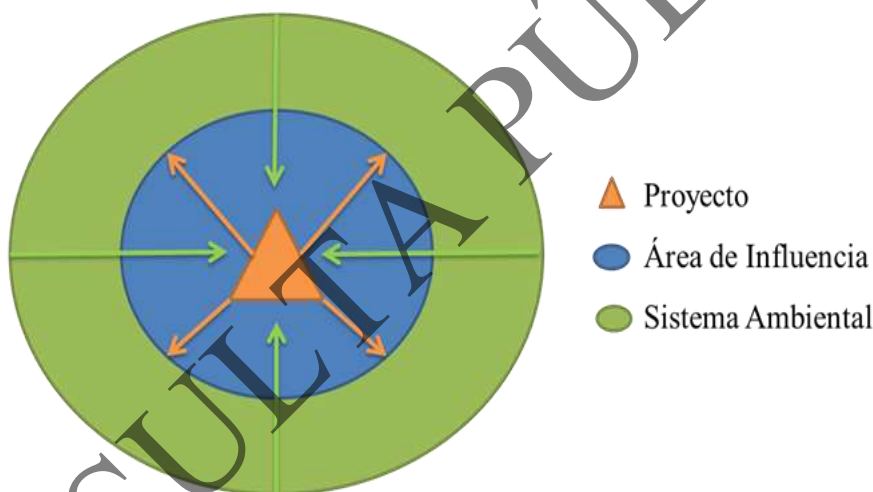


Figura 4. 1 Relación entre SA, Área de Influencia y Proyecto

La delimitación del área de influencia se realizó considerando el comportamiento de las emisiones a la atmósfera, la topografía del sitio, el tipo de vegetación, la hidrología superficial, el modelo de ordenes de corriente, además de la influencia directa de las obras, entre otros criterios. Se utilizó para la delimitación espacial, las nanocuenas de incidencia directa sobre la superficie que se requiere para el Proyecto.

Para la delimitación del AI se utilizó el programa ArcGIS para procesar los insumos considerados, en la Figura 4. 2 se muestra un polígono en color amarillo que representa el AI delimitada para el Proyecto, el cual tiene una superficie de **4.155747 ha (Anexo 4.1)**.



Figura 4. 2 Área de Influencia del Proyecto

IV.2. Delimitación del Sistema Ambiental (SA)

IV.2.1. Ubicación del Proyecto con respecto al Sistema Ambiental

La delimitación del SA conduce al empleo de un enfoque de sistemas, entendiendo a éste como un complejo de elementos interactuantes. En este caso, la caracterización y el análisis incluyen un acercamiento al ecosistema en que se encuentra el Área de Proyecto.

La delimitación del SA es entonces una propuesta de un sistema que integra a los diferentes componentes ambientales y donde se aprecian sus interacciones, para la delimitación se debieron reconocer unidades espaciales de homogeneidad relativa.

El SA del Proyecto, se generó a partir del análisis de información ambiental de fuentes oficiales, así como los datos recopilados en las visitas de campo. Para determinar las fronteras del SA, se seleccionaron nanocuenca generadas a partir de curvas de nivel con equidistancia de 10 metros, debido a que éstas en general, pueden ser utilizadas como unidades ambientales que engloban características similares de factores bióticos y abióticos. Dicho análisis se concretó cartográficamente en el Sistema de Información Geográfica (SIG) estructurado para el Proyecto, con base en los siguientes supuestos:

1. 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.
2. 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.
3. Las características de los elementos ambientales dentro del SA, son homogéneas o sostienen una relación/influencia cercana.

Atendiendo lo anterior, el SA se delimitó tomando como base a las nanocuenas de incidencia sobre el Proyecto, resultando en una superficie de **2,184.7539 ha**. De tal manera que, el SA supone una relativa homogeneidad en sus características bióticas, abióticas y de uso de suelo.

Los límites del SA en el Norte y Sur corresponden a una delimitación mayormente topográfica e hidrológica, con laderas hacia y desde el Proyecto, con apoyo del modelo de órdenes de corrientes se muestra el flujo de los arroyos cercanos al Proyecto y de esta manera se incluyeron dentro del SA, al Noroeste se consideró para la delimitación el criterio social que incluye a la localidad de Canoas como zona de importancia por sus actividades agrícolas y la cercanía con el área de Proyecto, que permitirá que se vea influenciada por las actividades del Proyecto.

También se analizaron criterios de Uso de Suelo y Vegetación y los diferentes tipos de suelo presentes en el SA, con lo que se incluyeron zonas de interés edafológico y zonas agrícolas, urbanas e industriales, así como la vegetación climax que representa las áreas con mayor calidad para la fauna, esto se ve en las secciones Norte y Sur del SA.

En la siguiente figura se presenta de manera gráfica el SA delimitado para este Proyecto.



Figura 4.3 Ubicación del Proyecto dentro del Sistema Ambiental (Anexo 4.2)

IV.3. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental

En este apartado se analiza de manera integral los elementos del medio físico, biótico, social, económico y cultural, los diferentes usos de suelo en las áreas de estudio.

IV.3.1. Medio abiótico

IV.3.1.1. Atmósfera

IV.3.1.1.1. Climatología

Para la caracterización de los aspectos atmosféricos generales, se utilizó información procedente de fuentes oficiales como son el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), complementándola con los registros históricos guardados en las bases de datos de diferentes estaciones climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) cercanas al Sistema Ambiental del Proyecto, mediante las cuales se generaron modelos de temperatura y precipitación.

A continuación, se presenta en la Tabla 4.1 el listado de las 8 estaciones climatológicas más cercanas que fueron empleadas para el análisis de este apartado, así como sus nombres y su ubicación respecto a otras estaciones como se muestra a continuación. Estas estaciones están representadas en la Figura 4. 4

Tabla 4.1 Estaciones climatológicas del SMN empleadas para el Proyecto

Nombre	Clave	Coordenadas en Sistema WGS84, UTM Zona 13N		Temp. máxima (°C)	Temp. media (°C)	Temp. mínima (°C)	Precipitación (mm)
		X	Y				
MILPILLAS DE LA SIERRA	32134	635178.72	2554445.23	23.1	14.6	6.1	465.0
JIMENEZ DEL TEUL	32027	622880.36	2572300.97	25.7	16.4	7.2	468.3
MESILLAS, SOMBRERETE	32123	644894.33	2596679.03	24.8	15.8	6.9	444.2
CHALCHIHUITES (SMN)	32065	613988.19	2597512.34	24.7	17	9.3	547.5
SUCHIL	10081	610109.76	2612834.27	23.4	15.1	6.7	455.3
INSURGENTES	10034	588767.10	2590682.20	26.2	18.6	11	379.2
CORRALES	32108	638747.00	2569813.30	24.7	15.4	6	487.1
LA COLORADA*	10001	626838.90	2585876.90	22.5	15.7	10.1	599.2
*Datos de estación meteorológica de Mina La Colorada							

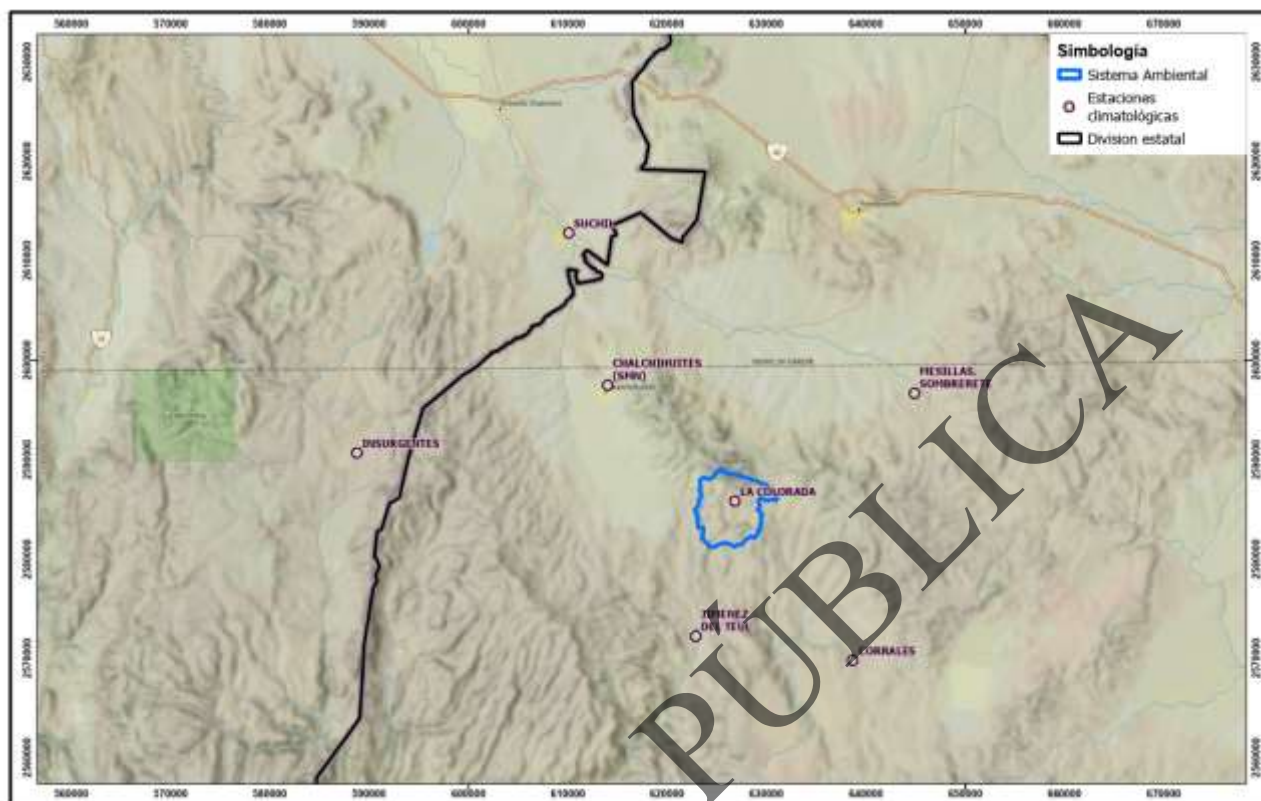


Figura 4. 4 Estaciones climatológicas cercanas al Sistema Ambiental, CONAGUA

Como se observa en la Figura 4. 5 se realizó un climograma para representar las condiciones de temperatura y precipitación dentro del SA utilizando los datos de la estación climatológica de Chalchihuites, ya que, si bien no es la más cercana al Sistema Ambiental, su altitud de 2,313 m.s.n.m. se asemeja más a la del Sistema Ambiental, que tiene valores entre 2,220 y 3,010 m.s.n.m. Con base en la información proporcionada por esta estación, se observa que presenta una precipitación normal de 570.3 mm, que el mes menos lluvioso es abril, con una media mensual de 3.2 mm, y que el más lluvioso es julio, con una precipitación normal de 141.5 mm. La temporada de lluvias está comprendida por los meses de junio a octubre, los cuales presentan los mayores acumulados. La temperatura máxima normal anual (30°C) se presenta en el mes de mayo, la mínima normal anual en diciembre (5.5°C), mientras que la temperatura media normal tiene valores a lo largo del año entre 12.3 y 21.1°C.

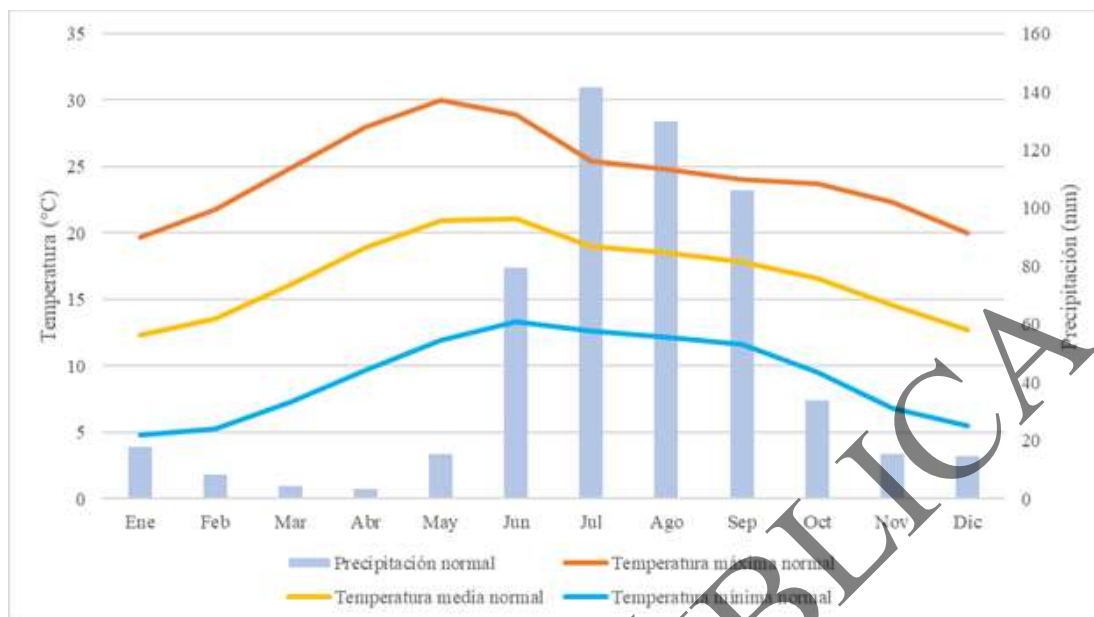


Figura 4. 5 Climograma de la estación climatológica Chalchihuites (32065)

IV.3.1.1.1. Tipos de clima

Basado en la información de INEGI, y de acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada para México por Enriqueta García (1988), dentro del SA delimitado para el Proyecto, se puede encontrar un solo tipo de clima, el cual se identifica con la clave C(w0), la descripción de este tipo de clima se presenta en la Tabla 4.2 y en la Figura 4. 6.

Tabla 4.2 Tipos de clima dentro del SA

Tipo de Clima	Descripción temperatura	Descripción precipitación
C(w0)	Semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C	Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual

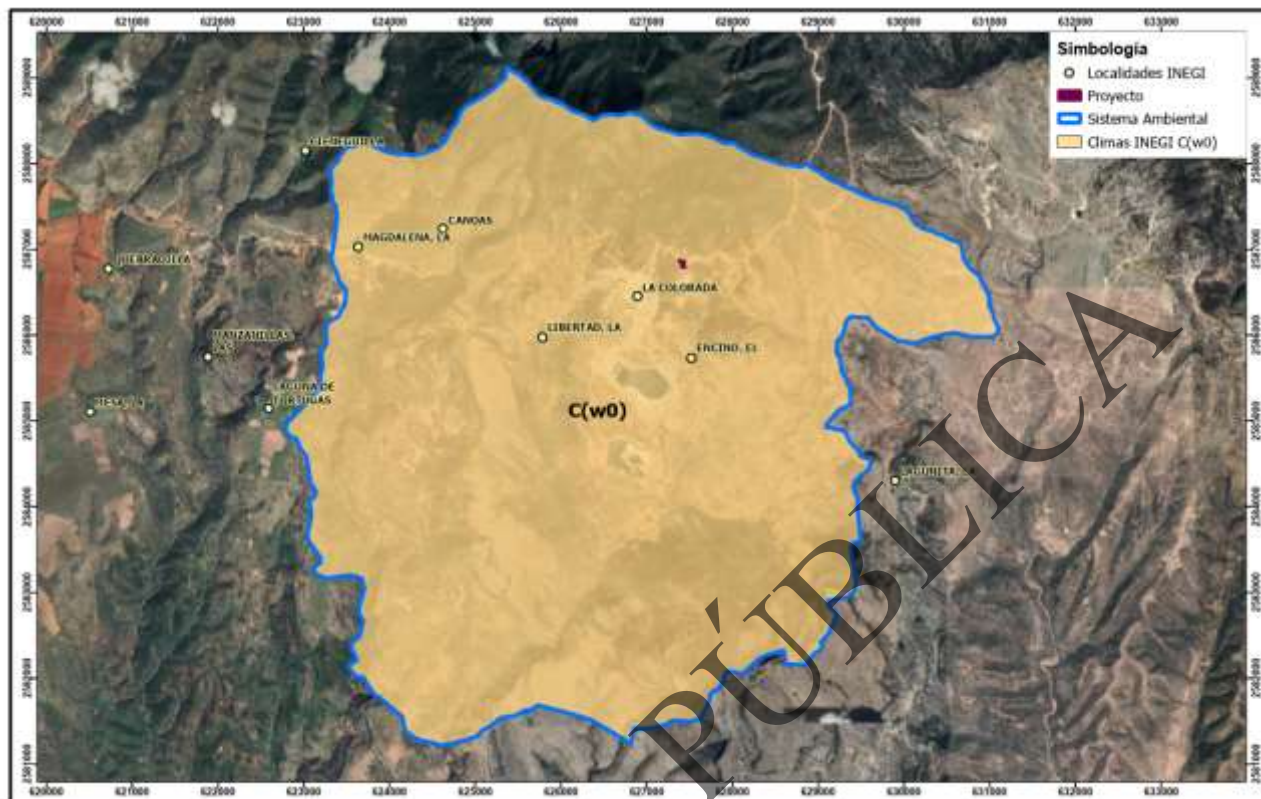


Figura 4. 6 Tipos de climas dentro del Sistema Ambiental del Proyecto, INEGI

IV.3.1.1.1.2. Temperatura

Con base en los datos recolectados de las estaciones climatológicas referenciadas anteriormente (Normales Climatológicas de 1981 a 2010), se generaron modelos de temperaturas mínimas, medias y máximas para el SA.

La temperatura mínima que se puede presentar en el Sistema Ambiental del Proyecto presenta variaciones en la superficie de este, las cuales van desde los 7°C, hasta los 9°C (Figura 4. 7).

Respecto a la temperatura media del SA, se tiene un rango que va de los 15 a 17°C en la totalidad de la superficie (Figura 4. 8).

Finalmente, en el modelo para determinar la temperatura máxima que puede presentarse en el SA del Proyecto, se puede observar que la temperatura más elevada puede presentarse en la zona Sur con una temperatura máxima de 26°C y en la parte norte temperaturas que parten de los 24 a 25°C (Figura 4. 9).

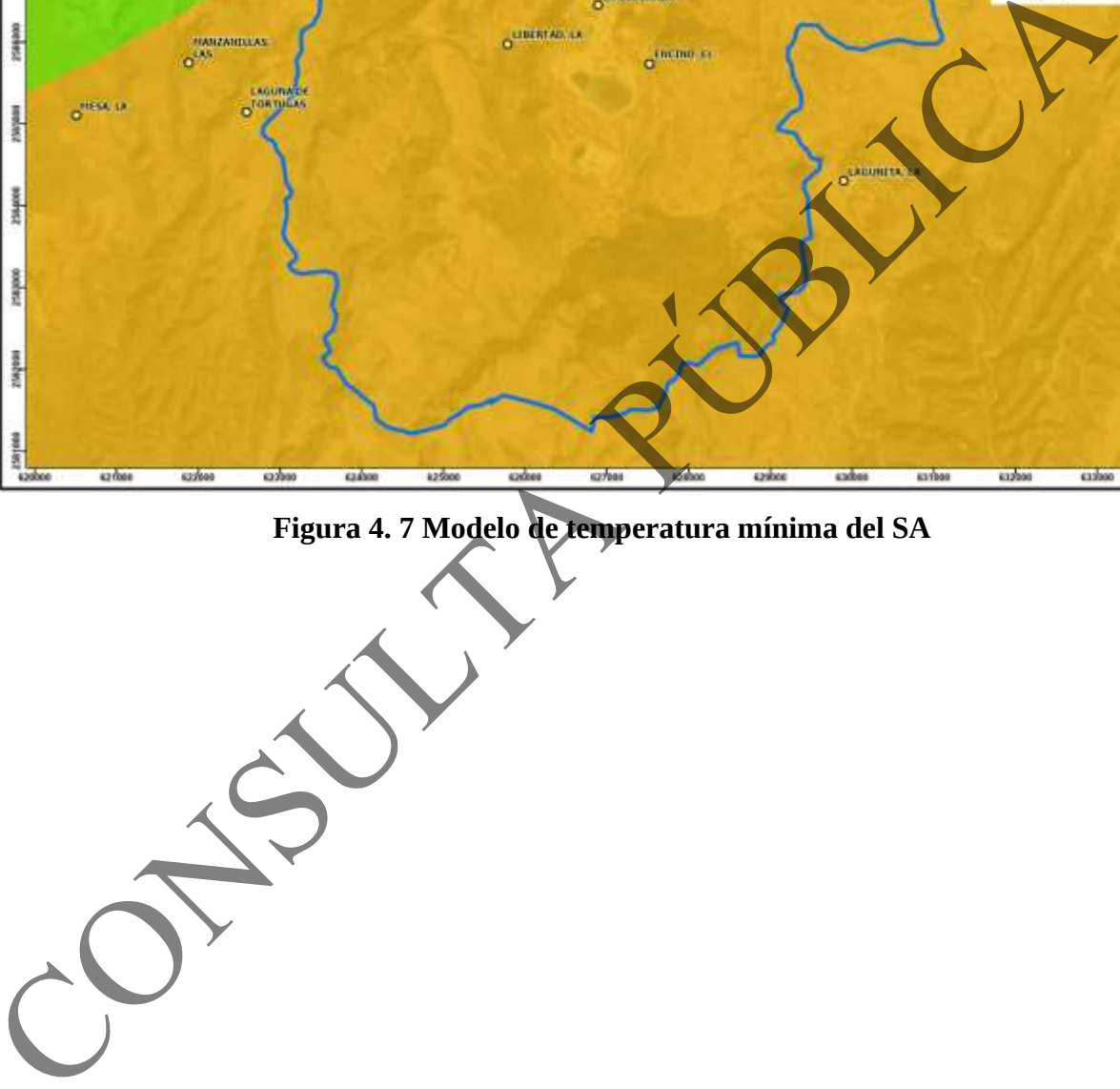


Figura 4. 7 Modelo de temperatura mínima del SA

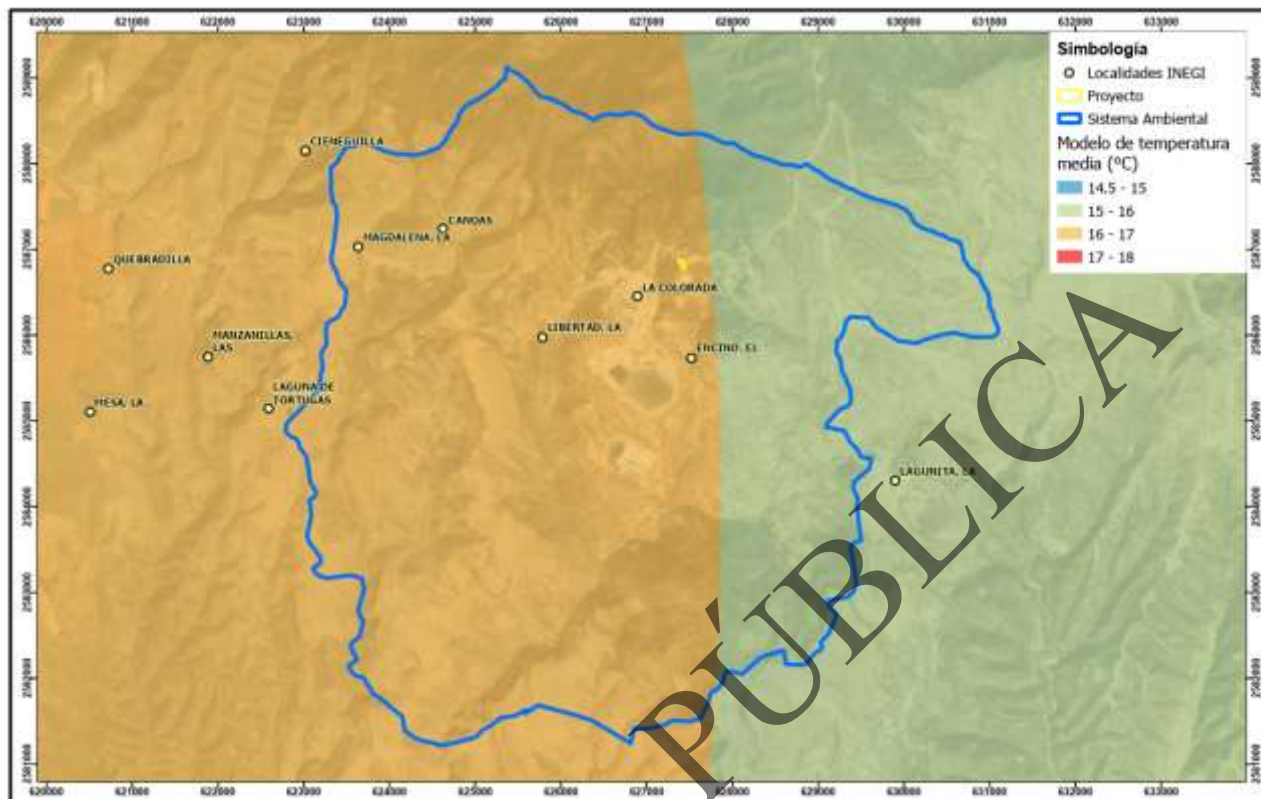


Figura 4. 8 Modelo de temperatura media dentro del SA

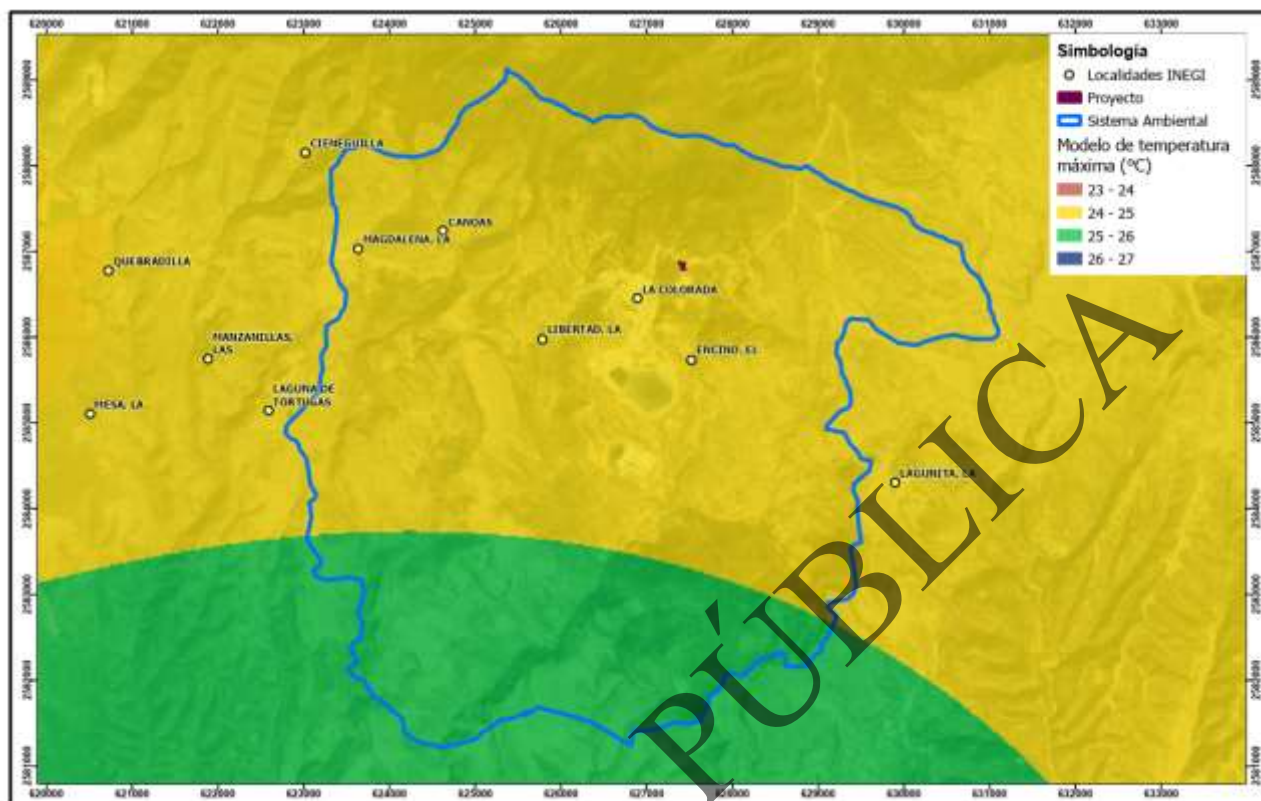


Figura 4. 9 Modelo de temperatura máxima dentro del SA

IV.3.1.1.1.3. Precipitación

Para determinar la precipitación media anual que ocurre dentro del SA, fue necesario consultar los datos de las 8 estaciones climatológicas enlistadas en la Tabla 4.1 al inicio de este capítulo, para hacer más preciso el análisis de la precipitación, dado que el INEGI y CONABIO presentan datos a escalas de 1:250,000 y 1: 1,000,000.

Una vez generado el modelo de precipitación media anual (Figura 4. 10) se observa que el rango de precipitación existente en el SA va de los 500 mm a los 550 mm anuales.

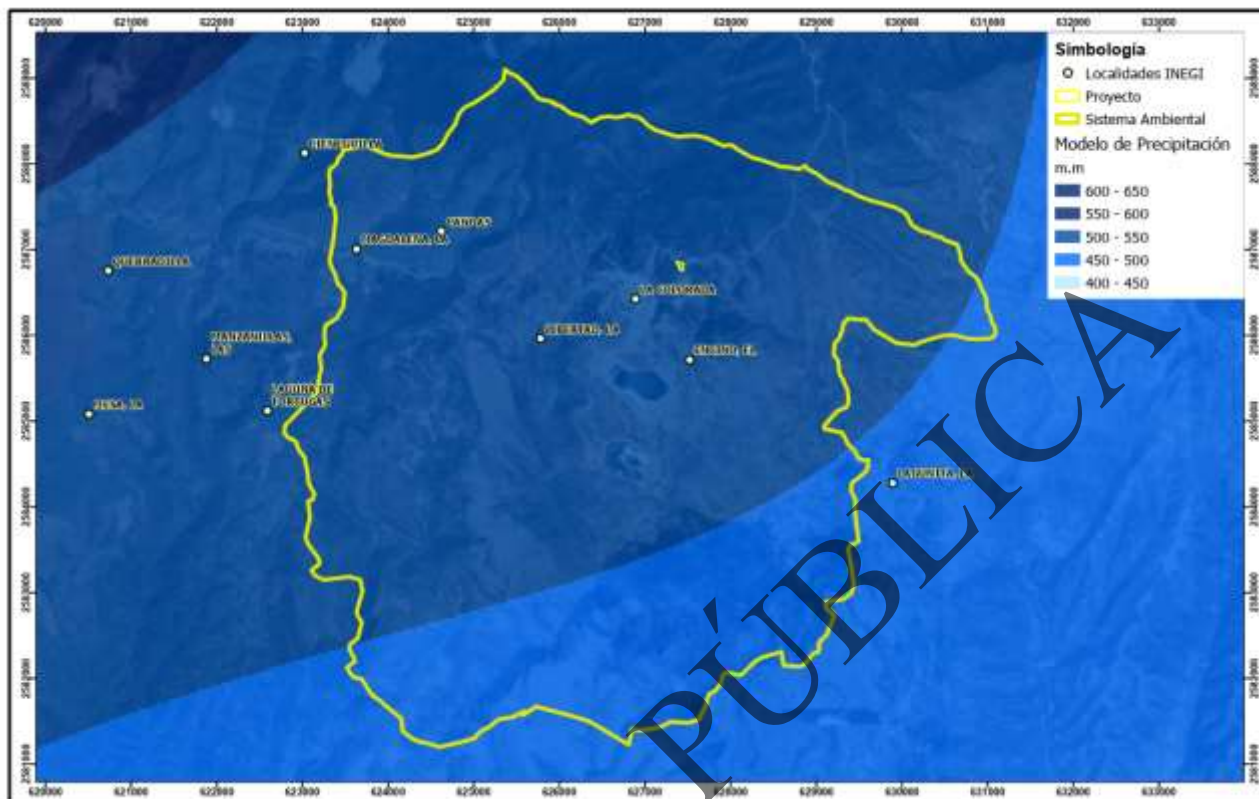


Figura 4. 10 Modelo de precipitación media anual dentro del Sistema Ambiental del Proyecto

IV.3.1.1.4. Velocidad y dirección del viento

El viento es aire en movimiento, cuando alcanza grandes velocidades puede generar empujes y succiones intensas que pueden dañar a las estructuras. Los vientos de mayor intensidad en México son los que se producen durante los huracanes; por tanto, las zonas costeras, y en particular las que tienen una incidencia más frecuente de huracanes, son las que están expuestas a un mayor peligro por efecto del viento (CENAPRED).

La dirección del viento depende de la distribución y evolución de los centros isobáricos; se desplaza de los centros de alta presión (anticiclones) hacia los de baja presión y su fuerza es tanto mayor cuanto mayor es el gradiente de presiones. En su movimiento, el viento se ve alterado por diversos factores tales como el relieve y la aceleración de Coriolis. En superficie, el viento viene definido por dos parámetros: la dirección en el plano horizontal y la velocidad.

De acuerdo con el mapa de isotacas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el país se divide en cinco zonas (100-130, 130-160, 160-190, 190-220 km/h) (CFE, 2008). El polígono del SA se encuentra dentro de la zona donde los vientos máximos van de los 130 a 160 km/h, como se ilustra en la Figura 4. 11.

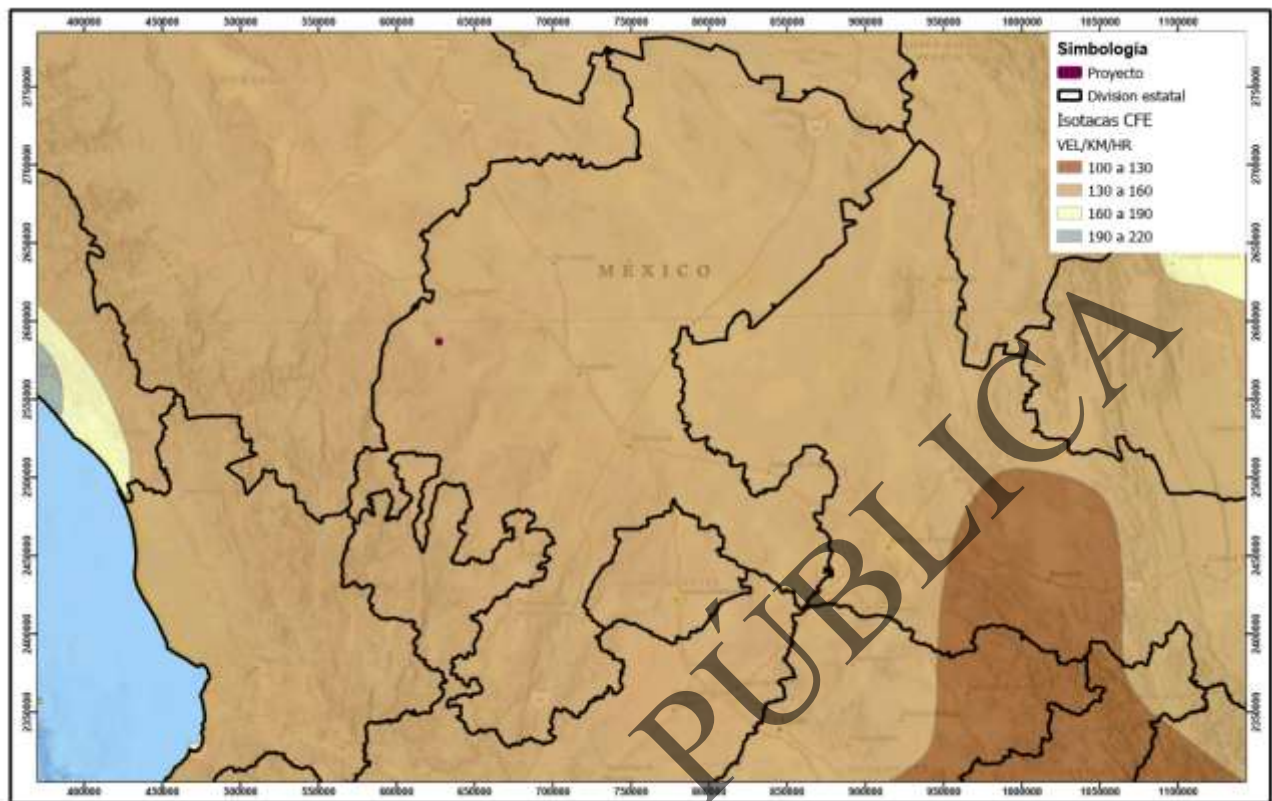


Figura 4. 11 Mapa de isotacas de la CFE

Con base en análisis estadísticos de informes climatológicos y reconstrucciones de modelos de 30 años de datos históricos de simulación del clima, provenientes del Servicio Meteorológico Meteoblue, se generaron los análisis estadísticos para los dos municipios de interés: Chalchihuites y Sombrerete.

A continuación, se muestra en la Figura 4. 12 que en el municipio de Chalchihuites la temporada más ventosa del año ocurre entre diciembre y mayo, siendo marzo el mes donde el viento alcanza velocidades iguales o mayores a los 28 km/h por más días.

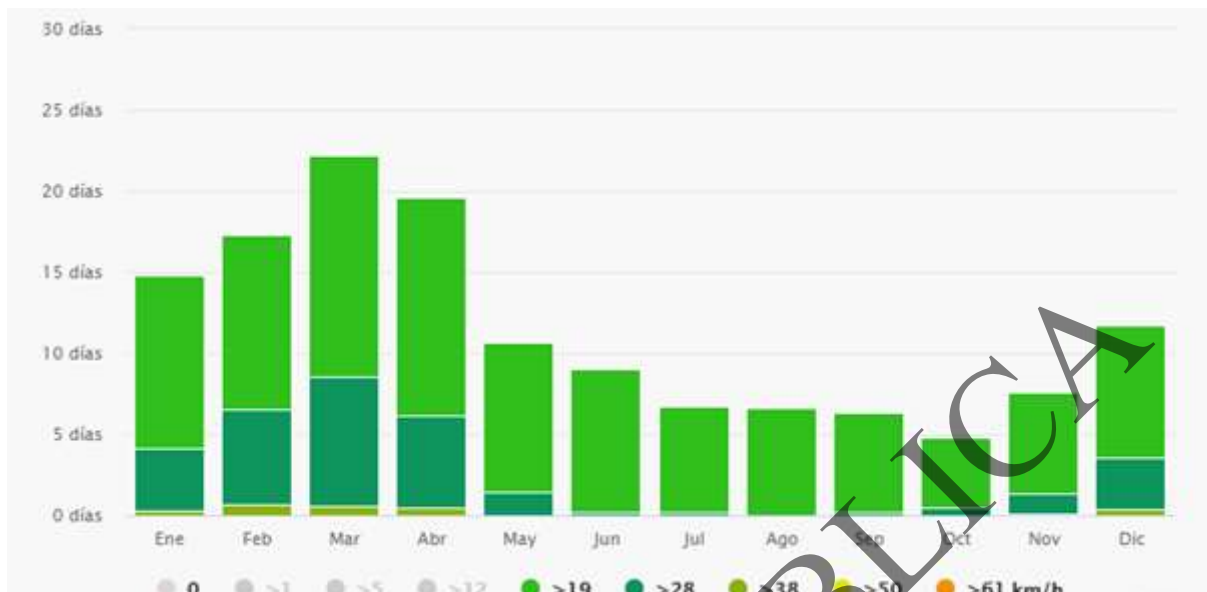


Figura 4. 12 Velocidad del viento en el municipio de Chalchihuites

A continuación, se observa en la Figura 4. 13, que el municipio de Sombrerete presenta un comportamiento similar al de Chalchihuites, donde el mes de marzo se registra como el mes que alcanza velocidades arriba de los 28 km/h en un mayor número de días.

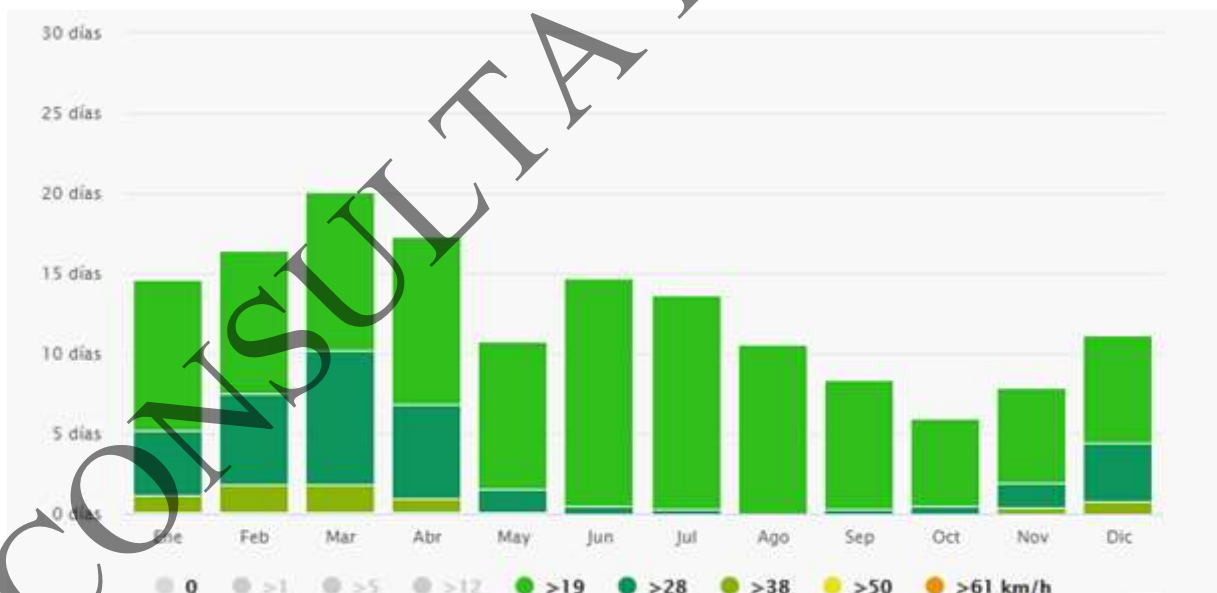


Figura 4. 13 Velocidad del viento en el municipio de Sombrerete

Se presenta la rosa de los vientos para el municipio de Chalchihuites en la Figura 4. 14, la cual indica que los vientos dominantes soplan desde el suroeste, hacia el noreste.

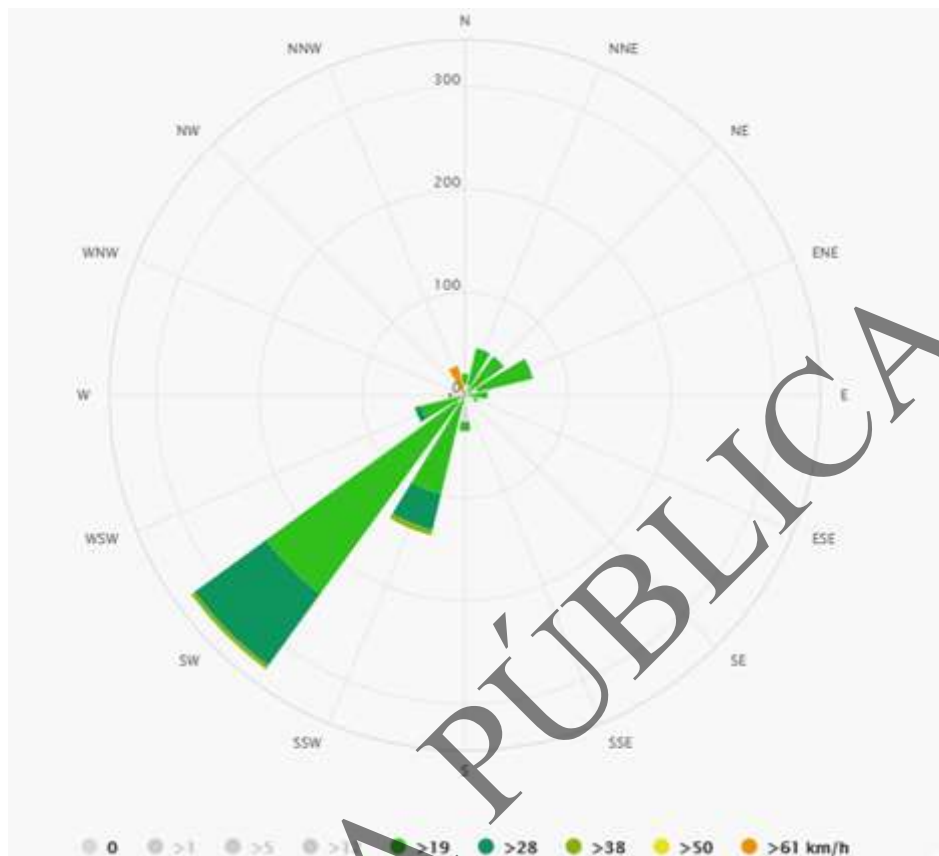


Figura 4. 14 Rosa de los vientos municipio de Chalchihuites

A continuación, se observa en la Figura 4. 15 que el municipio de Sombrerete muestra datos de viento similares a Chalchihuites, donde el viento dominante sopla en la dirección de suroeste a noreste.

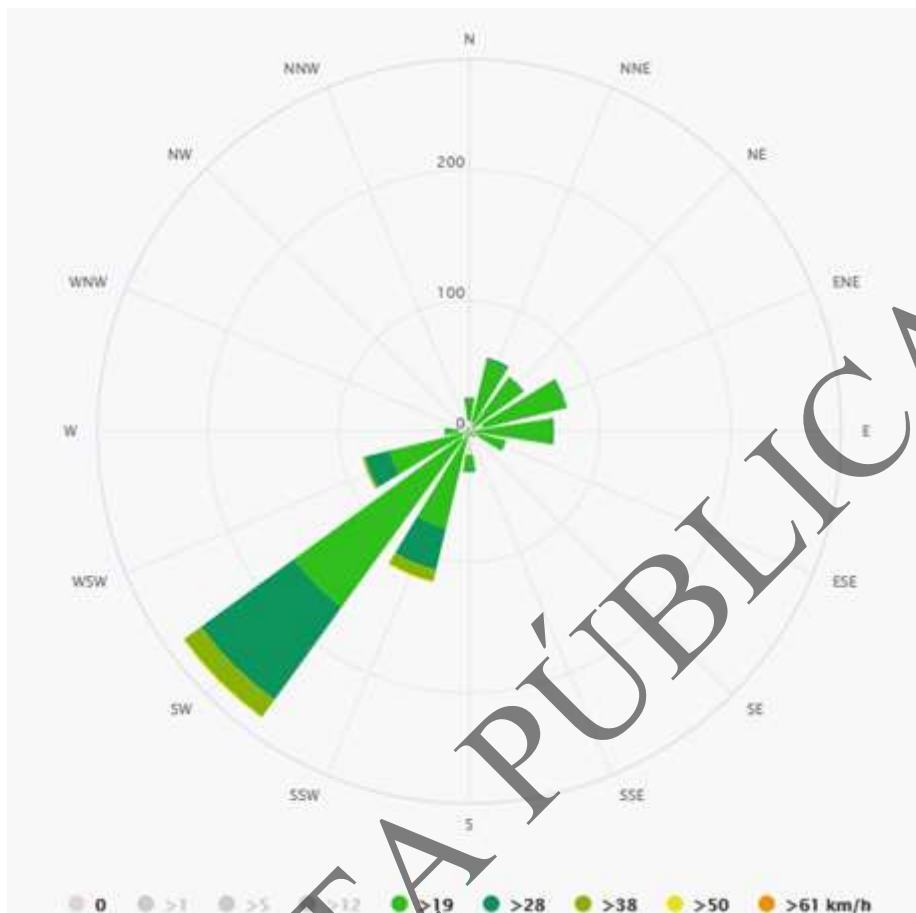


Figura 4. 15 Rosa de los vientos municipio de Sombrerete

Además, de acuerdo con las normales de la dirección y velocidad del viento de la estación meteorológica denominada “Mina La Colorada” localizada en las coordenadas (23°22'39.71" N, 103°45'32.08" W) a 2450 msnm, se realizó la rosa de los vientos a partir de los datos diarios del comportamiento del viento en 7 años seleccionados por la calidad de sus datos dentro del periodo de tiempo 2009-2019 (Figura 4. 16).

Para efectos de cálculos de velocidad (km/h) dichos datos se categorizaron en 7 rangos; el primero corresponde a valores menores de 5 km/h, el segundo de 5 a 12 km/h, el tercero es de 12 a 19 km/h, continúa el grupo de 19 a 28 km/h, después entre 28 y 38 km/h, al que le siguen los datos entre 38 y hasta 50 km/h, por último, se encuentran los datos superiores a 61 km/h.

Los resultados arrojaron que la velocidad del viento oscila entre 5 a 50 km/h, lo que segrega al primer rango, la velocidad con mayor frecuencia corresponde a los vientos entre 12 y 19 km/h, la frecuencia para este fue en promedio de 180 días anuales, continuando en ocurrencia ponderablemente el rango inferior en el que se engloban las velocidades de 5 a 12 km/h, con un estimado de 165 días por año, la frecuencia que le continua es el rango de velocidades correspondiente a valores de 19 a 28 km/h con 14 días anuales, los vientos superiores a 28 km/h suelen ser atípicos, en probabilidad de presentarse 3 días para el siguiente rango, 2 días con velocidad de entre 38 hasta 50 km/h y 1 día con velocidades superiores a 61 km/h.

Respecto a la dirección de los vientos, se aprecia cómo éstos tienden a dirigirse rumbo al suroeste y al noreste, acumulando 116 y 100 días respectivamente; en cambio, los rumbos este, oeste y norte tienden a manifestarse 40 días al año aproximadamente (cada uno), mientras que los 29 días restantes se distribuyen entre sureste y noroeste.

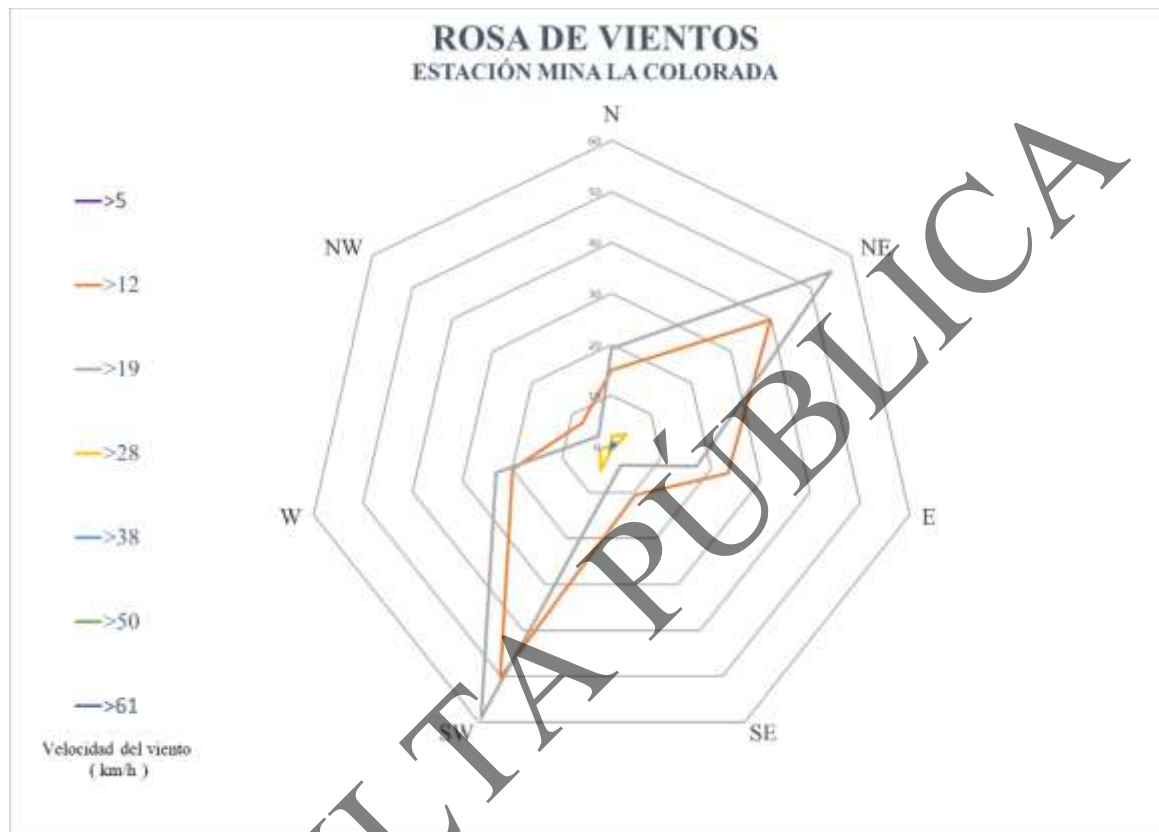


Figura 4. 16 Rosa de la estación meteorológica Mina La Colorada

IV.3.1.1.1.5. Riesgos hidrometeorológicos

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), los riesgos hidrometeorológicos se generan por la acción violenta de los agentes atmosféricos. México es afectado por varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos que pueden provocar la pérdida de vidas humanas o daños materiales de importancia. El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) cuenta con el portal del Atlas Nacional de Riesgos para la República Mexicana; el cual está compuesto por bases de datos que permiten integrar los resultados de los análisis de peligro, vulnerabilidad y de riesgo.

A continuación, se presentan los resultados del análisis de riesgos hidrometeorológicos para ambos municipios (Tabla 4.3).

Tabla 4.3 Riesgos hidrometeorológicos en el área donde se localiza el SA

Riesgos hidrometeorológicos	Grado de peligro	
	Chalchihuites	Sombrerete
Sequía	Alto	Medio
Tormentas eléctricas	Alto	Medio
Tormentas con granizo	Medio	Bajo
Heladas	Alto	Alto
Bajas temperaturas	Muy Alto	Muy Alto
Ondas cálidas	Medio	Bajo

En la Figura 4. 17 se presenta el grado de peligrosidad por sequía en toda la república mexicana, como se puede observar la mayoría de la superficie del SA corresponde a un grado Alto de riesgo, mientras que la porción Este del mismo corresponde a un grado Medio de peligrosidad.

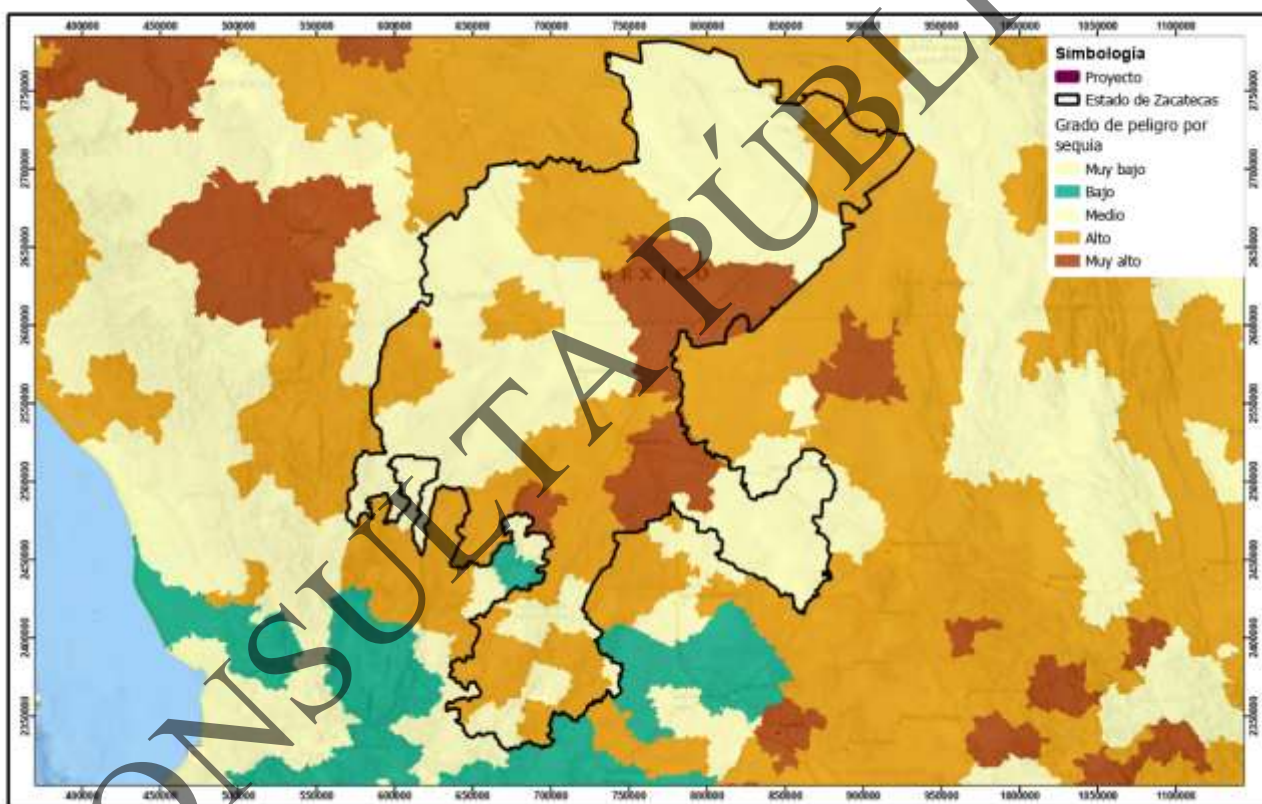


Figura 4. 17 Grado de peligro por sequía (CENAPRED)

Como se muestra en la Figura 4. 18 el grado de peligrosidad de inundaciones en la superficie del SA resulta ser Media casi en su totalidad, mientras que en la porción Este del Sistema Ambiental corresponde a grado Alto.

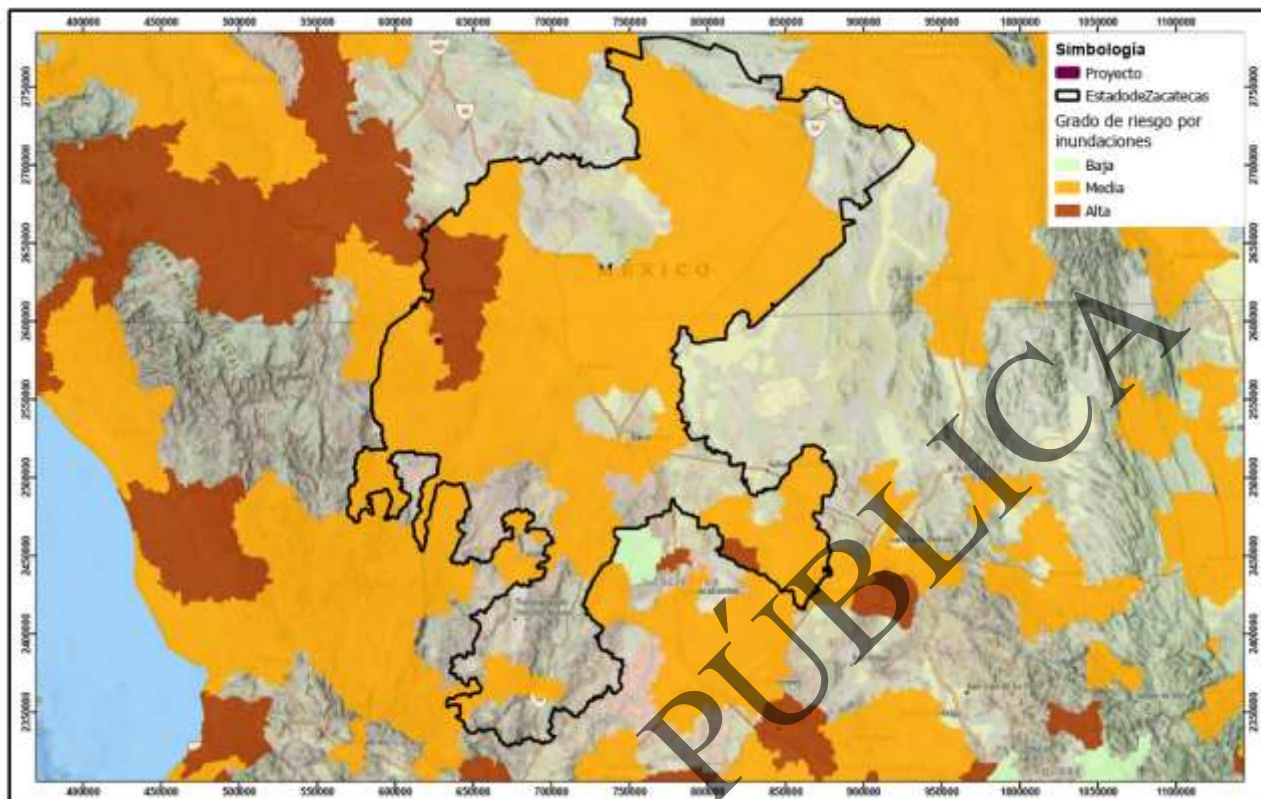


Figura 4. 18 Grado de peligro por inundaciones (CENAPRED)

IV.3.1.1.2. Calidad del aire

La principal fuente de contaminación atmosférica en la zona son las partículas suspendidas, que se generan debido al tránsito de vehículos, así como a la actividad minera, que influye en la calidad del aire:

- Suspensión de polvos y emisión de gases de combustión con el acarreo de mineral
- Suspensión de polvos con operación de trituración y molienda
- Suspensión de polvos con tránsito vehicular interno
- Suspensión de polvos por la velocidad y dirección del viento
- Suspensión de polvos y emisión de gases por el uso de Robbins
- Suspensión de polvos y emisión de gases por el acarreo de material

En la siguiente figura se presentan fotografías con ejemplos de las actividades de la Mina La Colorada.



Figura 4. 19 Polvos suspendidos generados por transporte de material y uso de contrapozos de ventilación

IV.3.1.1.2.1. Captura de polvos fugitivos

Se define como polvo fugitivo a aquel que no es emitido de fuentes puntuales como chimeneas industriales o domésticas. Las posibles fuentes de polvos fugitivos incluyen campos abiertos, calles y caminos, basureros, etc. y se denominan polvos a todo aquel material emitido a la atmósfera y que es el conjunto de varios procesos tanto de origen natural como de origen antropogénico (Finlayson-Pitts y Pitts 1986).

El criterio de captura de polvos fugitivos se refiere a la capacidad del sitio de retener partículas suspendidas. Aunado a lo anterior, la cobertura vegetal es la responsable de tal acción, por lo cual se determinó la cobertura de cada tipo de vegetación presente dentro del SA. Como bien se menciona anteriormente, los Bosques de Encino, Bosque de Encino-Pino y Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino son por su condición estructural y fisionomía son los de mayor captación de polvos fugitivos (Figura 4. 25).

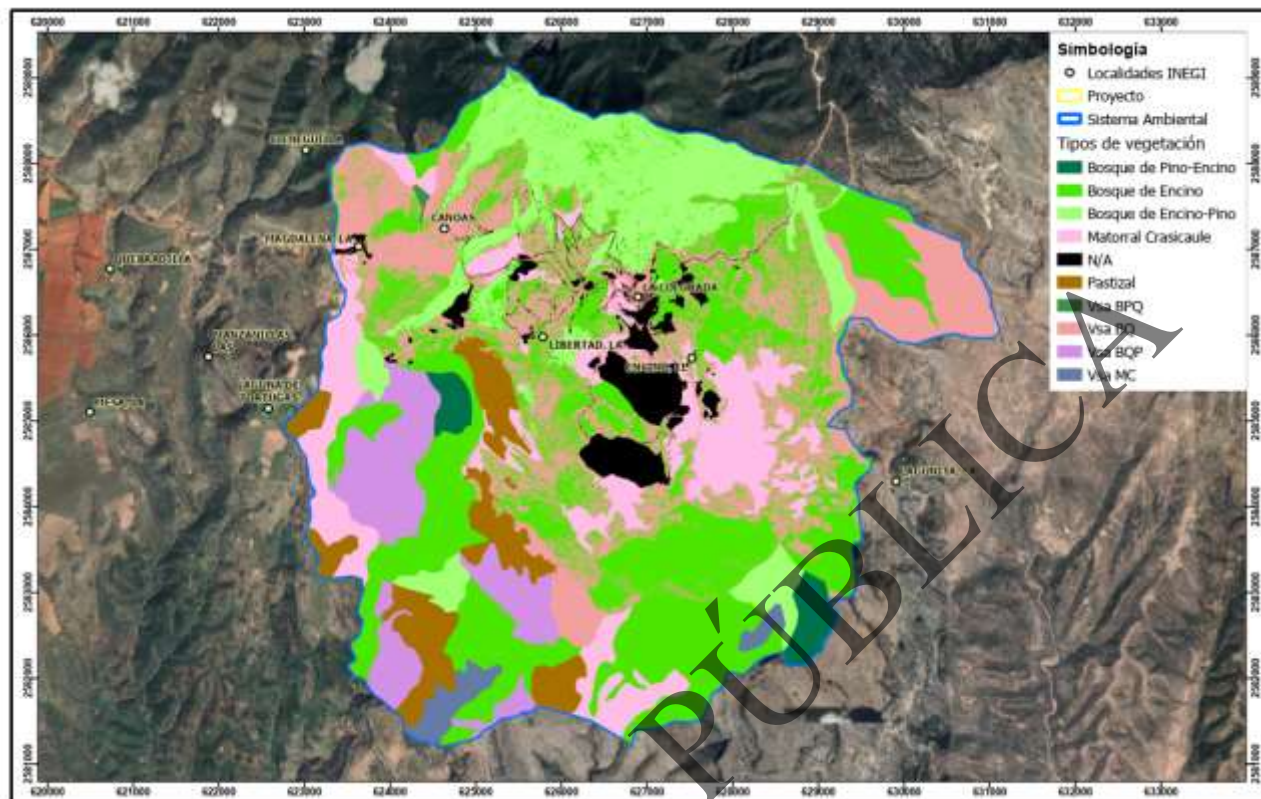


Figura 4. 20 Insumos considerados en la captura de polvos fugitivos

A continuación, se muestra el modelo final para el Sistema Ambiental; puede apreciarse que las áreas del proyecto, mismas que se encuentran desprovistas de vegetación (Figura 4. 21), corresponden a un bajo nivel de captura de polvos.

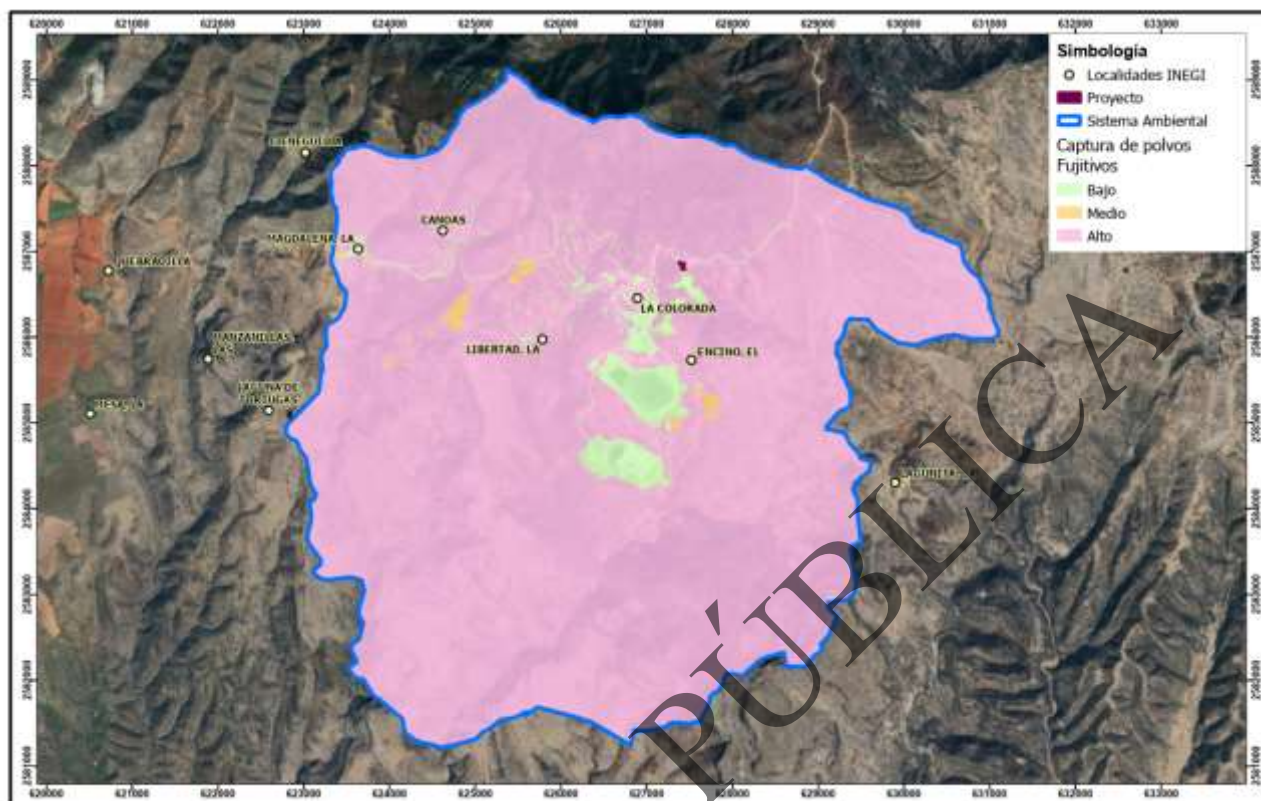


Figura 4. 21 Captura de polvos fugitivos

IV.3.1.1.2.2. Emisión de partículas

El criterio de emisión de partículas hace referencia a la generación de polvos, ocasionado por fuentes naturales como el viento, fuentes artificiales como el tránsito de vehículos o movimiento y acarreo de minerales. Para integrar el criterio de emisión de partículas dentro del Diagnóstico ambiental (DA), fue necesario contemplar diferentes factores, los cuales son: uso de suelo (Zonas urbanas, industriales, etc.), ubicación de obras mineras (presa de jales, áreas de acarreo, etc.) y cobertura por tipos de vegetación.

Las zonas de mayor emisión de polvos son aquellas donde existe presencia antropogénica, zonas mineras y caminos, así mismo, las áreas con menor emisión son las exentas de esta condición, lo cual recae principalmente en las áreas con vegetación cerrada.

Las áreas con cobertura vegetal dentro del SA presentan varios tipos de vegetación, los cuales difieren en composición, estructura y fisonomía, estas últimas características son las de mayor importancia en la relación de vegetación y emisión de polvos, ya que la superficie que presente un tipo de vegetación con individuos de coberturas de copa densas y cerradas tendrá menos emisiones. Tal es el caso de los bosques de encino, bosques de galería, bosques de pino encino, bosques tropicales caducifolios, y pastizales, ya que en este tipo de vegetación las especies no son densas y su condición fisionómica no retiene partículas, lo que permite la emisión de partículas con su distribución abierta.

En la Figura 4. 22 se muestra el modelo generado en donde se clasificaron las zonas mencionadas anteriormente de acuerdo con su nivel de emisión de partículas, siendo la zona industrial de la Mina La Colorada la que presenta un mayor nivel de emisiones.

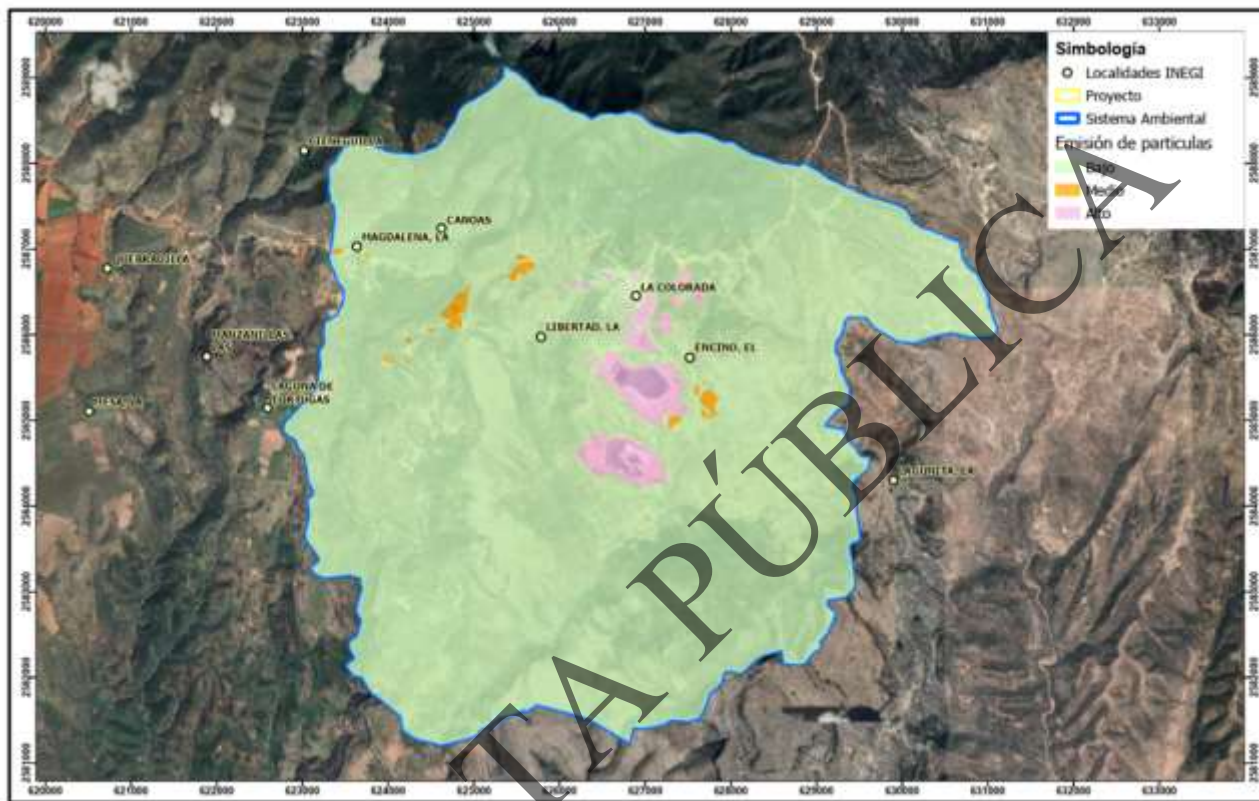


Figura 4. 22 Emisión de partículas

IV.3.1.1.2.3. Muestreo de partículas suspendidas de Alto Volumen (PST, PM2.5 y PM10)

El material particulado (MP) es uno de los contaminantes atmosféricos más estudiados del mundo, es un conjunto de partículas sólidas y líquidas emitidas directamente al aire, tales como el hollín de Diesel, el polvo de la agricultura y las partículas resultantes de procesos productivos (Fang *et al.*, 2003). El MP no se sedimenta en periodos cortos, sino que permanece suspendido en el aire debido a su tamaño y densidad (Resolución 610 de 2010) (MAVDT, 2010). Estas partículas en suspensión (MP) son una compleja mezcla de productos químicos y/o elementos biológicos, como metales, sales, materiales carbonosos, orgánicos volátiles, compuestos volátiles (COV), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y endotoxinas que pueden interactuar entre sí formando otros compuestos (Billet *et al.*, 2007).

La presencia de este contaminante en la atmósfera ocasiona una variedad de impactos a la vegetación, materiales y el hombre, entre ellos, la disminución visual en la atmósfera, causada por la absorción y dispersión de la luz (Chen, Ying & Kleeman, 2009). Además, la presencia del material particulado está asociada con el incremento del riesgo de muerte por causas cardiopulmonares en muestras de adultos (Pope, 2004).

Debido a que su tamaño, forma y composición es variada, para su identificación se ha clasificado en términos de su diámetro aerodinámico que corresponde al diámetro de una esfera uniforme en unidad de densidad que alcanza la misma velocidad terminal de asentamiento que la partícula de interés y que está determinado por la forma y densidad de la partícula.

Dentro del SA del Proyecto se ha realizado monitoreo perimetral de partículas suspendidas totales (PST), monitoreo perimetral de partículas menores a 10 micras (PM10), Monitoreo perimetral de partículas menores a 2.5 micras (PM2.5) y plomo en el aire ambiente. Se colocaron 10 estaciones de monitoreo de Alto volumen en 2021 en distintos puntos. En años anteriores a 2021, sólo se colocaban 5 puntos los cuales corresponden a los primeros cinco que se mencionan en la lista siguiente:

- Comedor
- PTAR
- Campamento
- Potabilizadora
- Nueva planta sulfuros
- Presa 7 Relleno
- Presa 7 Lago
- Presa 6 Encino
- Presa 7 Camino Medio
- Presa 6 Isla

En la siguiente figura se muestra la ubicación de los puntos de muestreo antes mencionados.



Figura 4. 23 Ubicación de las estaciones de monitoreo de fuentes fijas

Los resultados obtenidos en los monitoreos realizados desde febrero 2016 hasta noviembre de 2022 se describen a continuación. Para el muestreo de PST se tomó de referencia el Límite Máximo Permisible de la NOM-025-SSA1-1993 la cual no se encuentra vigente y corresponde a $210 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en este caso durante el mes de julio de 2016 se excedió el LMP en el sitio de muestreo de campamento, sin embargo, todos los valores promedio de los sitios muestreados se han mantenido por debajo de $210 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En el caso del muestreo de las partículas PM10 se ha excedido el LMP de manera puntual durante el año 2016 y 2019, durante el año 2016 el sitio de Planta de Sulfuros fue en donde se obtuvieron las mayores concentraciones de partículas PM10 sin embargo a partir del año 2017 fueron reduciéndose y cumpliendo con la norma.

El sitio que presentó las mayores concentraciones de partículas PM 2.5 fue el sitio de la Planta de Sulfuros al igual que en el caso de las partículas PM 10, este sitio incumplió la NOM-025-SSA1-2014 durante los muestreos del año 2016 como se observa en la Tabla 4.4, en la

Tabla 4.5 y en la Tabla 4.6, la mayor cantidad de incumplimientos al LMP de la norma fueron durante el año 2016. Cabe destacar que, en los años 2020, 2021 y 2022, no se presenta ninguna excedencia del LMP. Los resultados de laboratorio se pueden consultar en el Anexo 4.3. Informes de laboratorio Partículas Suspendidas (Digital).

CONSULTA PÚBLICA



Tabla 4.4 Niveles de concentración de partículas (2016-2022) (PST)

				2016			2017			2018	2019			2020			2021			2022	
Punto	Parámetro	Unidad	LMP	Febrero	Julio	Octubre	Marzo	Julio	Octubre	Junio	Septiembre	Agosto	Noviembre	Junio	Septiembre	Diciembre	Julio	Septiembre	Noviembre	Junio	Septiembre
Comedor	PST	µg/m³	210.00*	59.33	60.31	30.45	136.2	40.6	35.2	36.71	29.96	73.9	84.3	80.72	37.62	48.22	65.28	46.46	78.92	36.71	29.96
PTAR	PST	µg/m³	210.00*	205.84	50.35	53.72	71	45.1	95.8	16.89	14.44	45.4	96.8	88.55	52.47	56.37	95.08	68.41	82.01	16.89	14.44
Campamento	PST	µg/m³	210.00*	179.13	252.74	198.53	194.7	164	162.2	19.64	25.82	25.5	71.4	68.07	42.57	50.57	81.47	42.97	52.62	19.64	25.82
Potabilizadora	PST	µg/m³	210.00*	147.38	34.2	52.63	43.4	22.1	28	15.89	19.32	82	21.6	19.29	17.54	23.81	24.67	15.33	26.24	15.89	19.32
Pta Sulfuros	PST	µg/m³	210.00*	205.66	149.81	143.57	56.9	62.9	59.9	46.46	64.47	43.9	81.9	61.04	43.17	49.02	73.15	32.62	79.35	46.46	64.47
Presa relleno	PST	µg/m³	210.00*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	7.97	14.94	NA	NA	NA	NA	NA	30.95	21.22	25.57	7.97	14.94
Presa 7 lago	PST	µg/m³	210.00*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	9.53	10.38	NA	NA	NA	NA	NA	10.43	9.36	13.99	9.53	10.38
Presa camino medio	PST	µg/m³	210.00*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	7.64	5.66	7.21	10.13	7.45
Presa 6 isla	PST	µg/m³	210.00*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	15.64	12.86	17.23	16.21	17.29
Presa encino	PST	µg/m³	210.00*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	11.29	9.35	17.39	14.25	17.76

LMP: Límite Máximo Permisible de la NOM-025-SSA1-2014

Límite Máximo Permisible de la NOM-025-SSA1-1993 (no vigente)



Tabla 4.5 Niveles de concentración de partículas (2016-2022) (PM10)

				2016			2017			2018	2019			2020			2021			2022	
Punto	Parámetro	Unidad	LMP	Febrero	Julio	Octubre	Marzo	Julio	Octubre	Noviembre	Febrero	Agosto	Noviembre	Junio	Septiembre	Diciembre	Julio	Septiembre	Noviembre	Junio	Noviembre
Comedor	PM-10	µg/m³	75	72.85	55.01	18.03	60.5	13.6	34.8	31.9	32.2	20.8	29.4	27.17	24.33	30.66	31.62	28.89	31.96	20.38	24.5
PTAR	PM-10	µg/m³	75	92.73	45.73	23.26	43.8	14.4	39.2	39.4	44.5	45.1	19.6	18.15	21.8	25.47	26.68	22.19	25.63	14.43	20.15
Campamento	PM-10	µg/m³	75	95.07	68.93	77.13	72.8	28.8	44.2	38.8	80.8	45.1	36.4	31.28	27.66	33.55	24.07	21.7	24.46	14.88	21.26
Potabilizador a	PM-10	µg/m³	75	28.34	20.42	15.06	22	7.3	16.9	14.6	23.5	15.3	22.6	20.27	18.86	20.92	15.17	14.24	12.21	5.95	8.86
Pta Sulfuros	PM-10	µg/m³	75	104.1	98.95	89.44	56.4	17.9	57.3	30.7	45	31.2	25.6	22.07	22.22	26.3	20.4	18.73	23.8	15.59	24.68
Presa relleno	PM-10	µg/m³	75	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	13.8	22.52	27.07	13.98	11.67
Presa 7 lago	PM-10	µg/m³	75	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5.31	4.7	5.46	4.29	7.82
Presa camino medio	PM-10	µg/m³	75	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	3.87	4.32	8.12	5.97	6.73
Presa 6 isla	PM-10	µg/m³	75	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	8.27	9.18	11.43	8.83	8.66
Presa 6 encino	PM-10	µg/m³	75	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5.25	6.46	11.94	6.47	9.76

LMP: Límite Máximo Permisible de la NOM-025-SSA1-2014

Límite Máximo Permisible de la NOM-025-SSA1-1993 (no vigente)



Tabla 4.6 Niveles de concentración de partículas (2016-2022) (PM2.5)

				2016			2017			2018	2019			2020			2021			2022	
Punto	Parámetro	Unidad	LMP	Febrero	Julio	Octubre	Marzo	Julio	Octubre	Noviembre	Febrero	Agosto	Noviembre	Junio	Septiembre	Diciembre	Julio	Septiembre	Noviembre	Junio	noviembre
Comedor	PM-2.5	µg/m³	45	36.21	29.46	12.78	18.2	7.2	14.1	18.3	23.3	13.4	17.1	15.54	13.89	16.9	16.28	12.82	16.32	11.34	13.8
PTAR	PM-2.5	µg/m³	45	51.85	33.64	18.38	40	8.4	18.8	24.2	29.5	19.6	22.6	19.84	23.35	21.53	14.38	15.38	20.54	14.56	14.89
Campamento	PM-2.5	µg/m³	45	49.21	26.4	32.76	38.2	12.2	25.7	36.4	40.5	26.6	31.4	28.16	27.75	29.27	17.63	15.15	18.91	13.19	15.43
Potabilizadora	PM-2.5	µg/m³	45	17.46	14.21	8.13	19.9	3.5	11.5	10.8	13.9	9	39.3	12.81	13.77	14.48	10.34	13.33	18.58	13.05	11.56
Pta Sulfuros	PM-2.5	µg/m³	45	61.97	53.94	51.76	35.8	7.9	13.7	20.7	24.6	17.3	22	19.52	21.81	21.52	14.96	12.83	19.08	15.79	14.41
Presa 7 relleno	PM-2.5	µg/m³	45	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	8.34	7.58	8.84	6.41	5.82
Presa 7 lago	PM-2.5	µg/m³	45	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	3.35	3.47	7.14	6.35	5.93
Presa 7 camino medio	PM-2.5	µg/m³	45	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2.29	2.85	4.52	3.29	5.54
Presa 6 isla	PM-2.5	µg/m³	45	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5.71	4.73	8.72	5.58	4.76
Presa 6 encino	PM-2.5	µg/m³	45	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2.75	2.58	4.58	3.45	5.42

LMP: Límite Máximo Permissible de la NOM-025-SSA1-2014

* Límite Máximo Permissible de la NOM-025-SSA1-1993 (no vigente)

IV.3.1.1.2.4. Muestreo de partículas suspendidas de Bajo Volumen (PM2.5 y PM10)

Los equipos utilizados para realizar mediciones de material particulado succionan una cantidad medible de aire hacia una caja de muestreo a través de un filtro durante un periodo de tiempo de 23-24 horas. El filtro, antes y después del muestreo, se ingresa al desecador para eliminar cualquier humedad que pueda contener y se procede a pesarlo. Así, la concentración total de partículas en la atmósfera se calcula como la masa colectada en el filtro, dividida por el volumen de aire muestreado. El volumen total del aire muestreado se determina a partir de la velocidad promedio de flujo y el tiempo de muestreo.

Las partículas PM10 y PM2.5 son reguladas por la NOM-025-SSA1-2021, la cual establece Límites Máximos Permisibles (LMP) de concentraciones para los dos tipos de muestreo. Para PM10, el LMP es de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que para PM2.5, el LMP es de $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Para el análisis, se muestrearon 19 sitios dentro del Sistema Ambiental Regional y los filtros fueron pesados para determinar si sobrepasan o no el LMP de la normativa vigente.

En cada uno de los sitios muestreados con los equipos de MiniVol se instaló una Estación Meteorológica Autónoma Davis para recopilar información meteorológica durante el muestreo, la medición de estos datos es de gran utilidad para justificar y analizar las concentraciones de PM10 y PM2.5 detectadas en cada sitio. Esto debido a que la concentración de partículas está directamente relacionada con variables atmosféricas como la precipitación, velocidad de viento, humedad relativa, etc.

El muestreo de material particulado de bajo volumen se llevó a cabo en 2 campañas de muestreo del 31/05/2022 al 08/06/2022 y del 17/01/2023 al 27/01/2023 completando un total de 19 sitios de muestreo

[illegible]

Figura 4. 24. En el Anexo 4.4. se pueden observar un reporte fotográfico general, donde se incluyen imágenes de la actividad de muestreo.

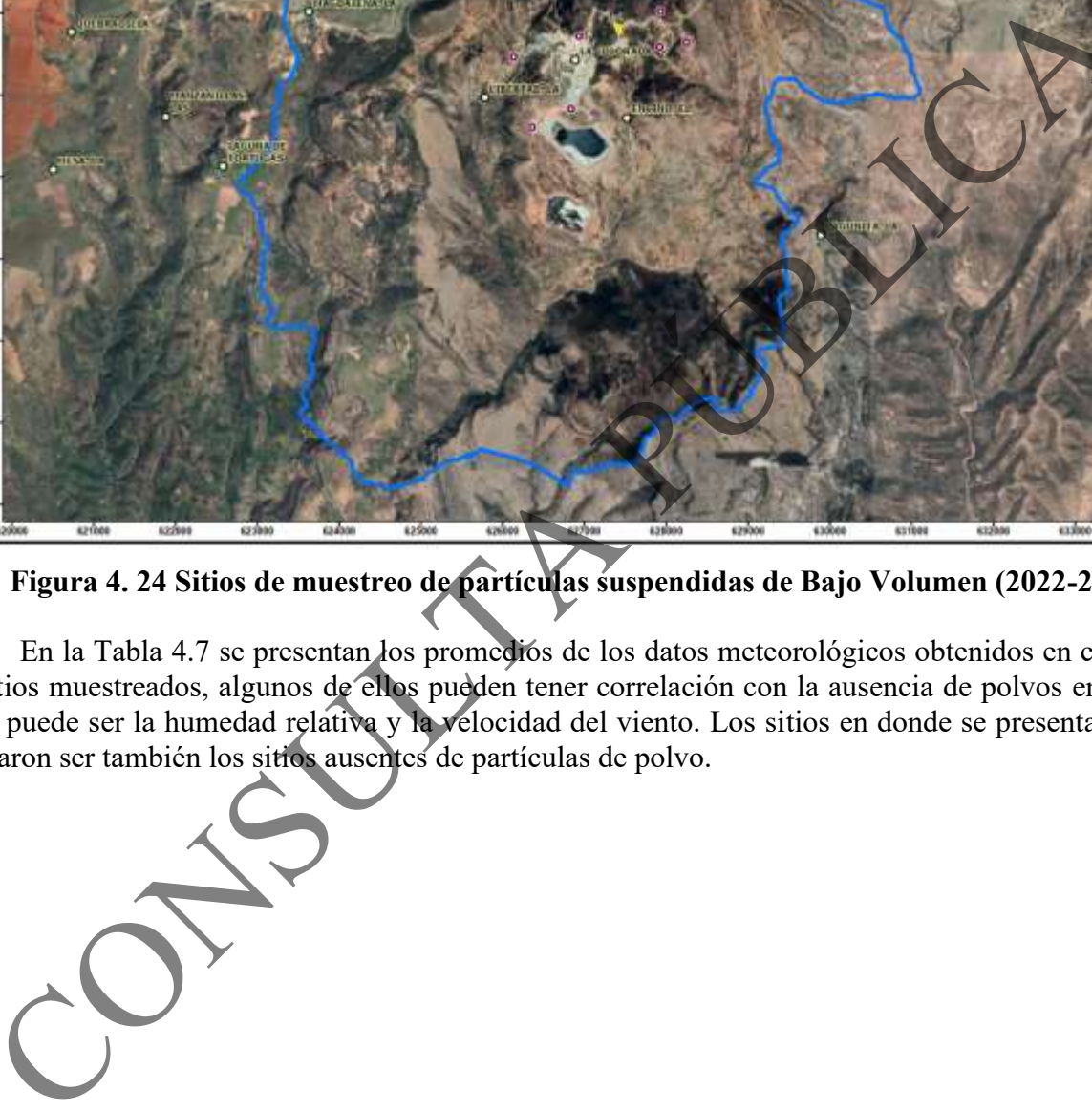


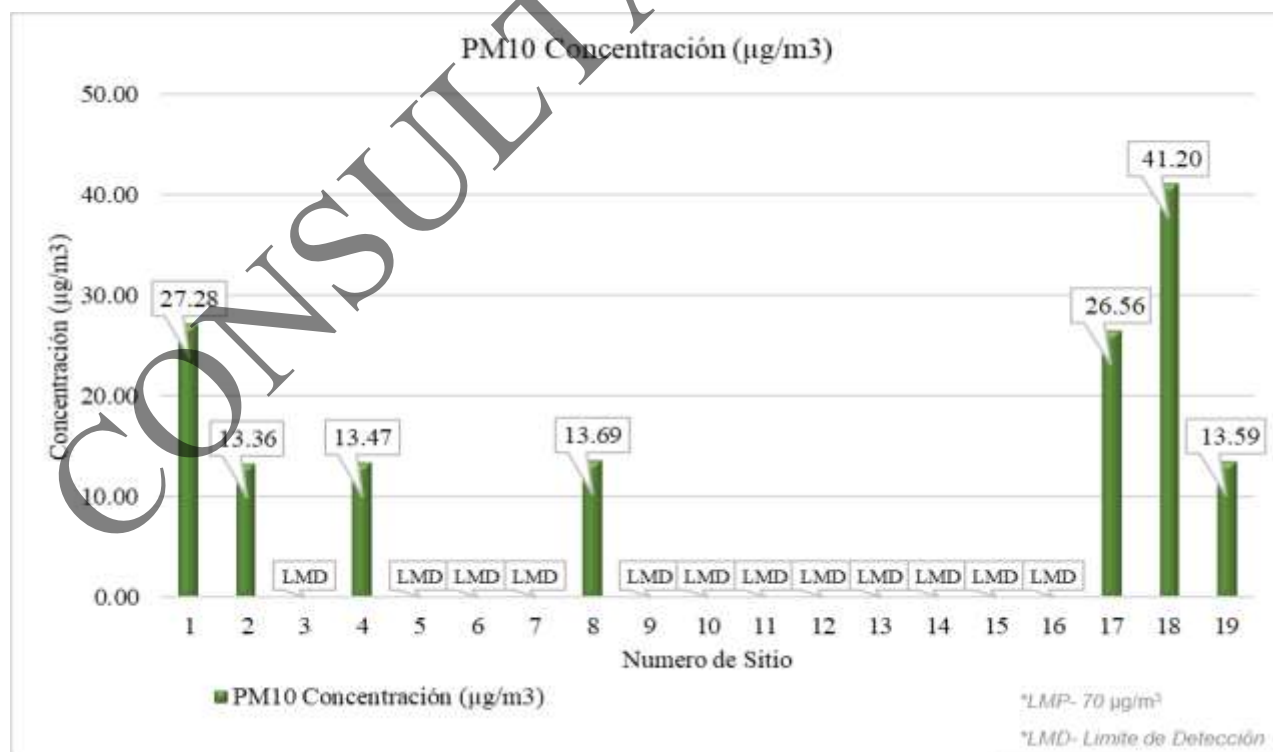
Figura 4. 24 Sitios de muestreo de partículas su

En la Tabla 4.7 se presentan los promedios de los sitios muestreados, algunos de ellos pueden tener como variable puede ser la humedad relativa y la velocidad del viento. También fueron ser también los sitios ausentes de partículas de

En la Tabla 4.7 se presentan los promedios de los datos meteorológicos obtenidos en cada uno de los sitios muestreados, algunos de ellos pueden tener correlación con la ausencia de polvos en los filtros como puede ser la humedad relativa y la velocidad del viento. Los sitios en donde se presentaron lluvias resultaron ser también los sitios ausentes de partículas de polvo.

Tabla 4.7 Coordenadas y datos meteorológicos por sitio

Sitio	Zona 13		Precipitación (mm)	Humedad (%)	Vel. del viento (km/h)	Dirección del viento	Fecha
	X	Y					
1	627919	2586598	0.2	28.87	5.07	SE	31/05/2022
2	627930	2587029	0	39.77	8.06	ESE	01/06/2022
3	628244	2586650	1.8	62.1	6.19	SE	02/06/2022
4	626934	2586724	0.03	63.25	4.81	ESE	03/06/2022
5	628709	2587446	0	44.13	4.64	SE	04/06/2022
6	626358	2585618	0.2	41.39	5.4	SSO	05/06/2022
7	626135	2586471	0	37.05	3.92	S	06/06/2022
8	626837	2585841	0	46.81	2.71	S	07/06/2022
9	626927	2584902	0	21.1	13	S	17/01/2023
10	626454	2585541	0	16.5	15	SO	18/01/2023
11	627258	2584309	0	19.0	12.8	SSE	19/01/2023
12	625088	2585397	0	18.9	13.5	SO	20/01/2023
13	625142	2584957	0	25.6	15.1	SO	21/01/2023
14	627897	2585443	0	40.5	11.7	SO	22/01/2023
15	628059	2584485	0	37.9	22	SSO	23/01/2023
16	626722	2584155	0	3.5	34.2	SO	24/01/2023
17	626346	2584421	0	27.4	7.7	SSO	25/01/2023
18	626994	2586036	0	17.8	10.2	SSE	26/01/2023
19	624626	2586821	0	38.6	9.4	S	27/01/2023


Figura 4. 25 Gráfica de resultados por sitio de muestreo PM10

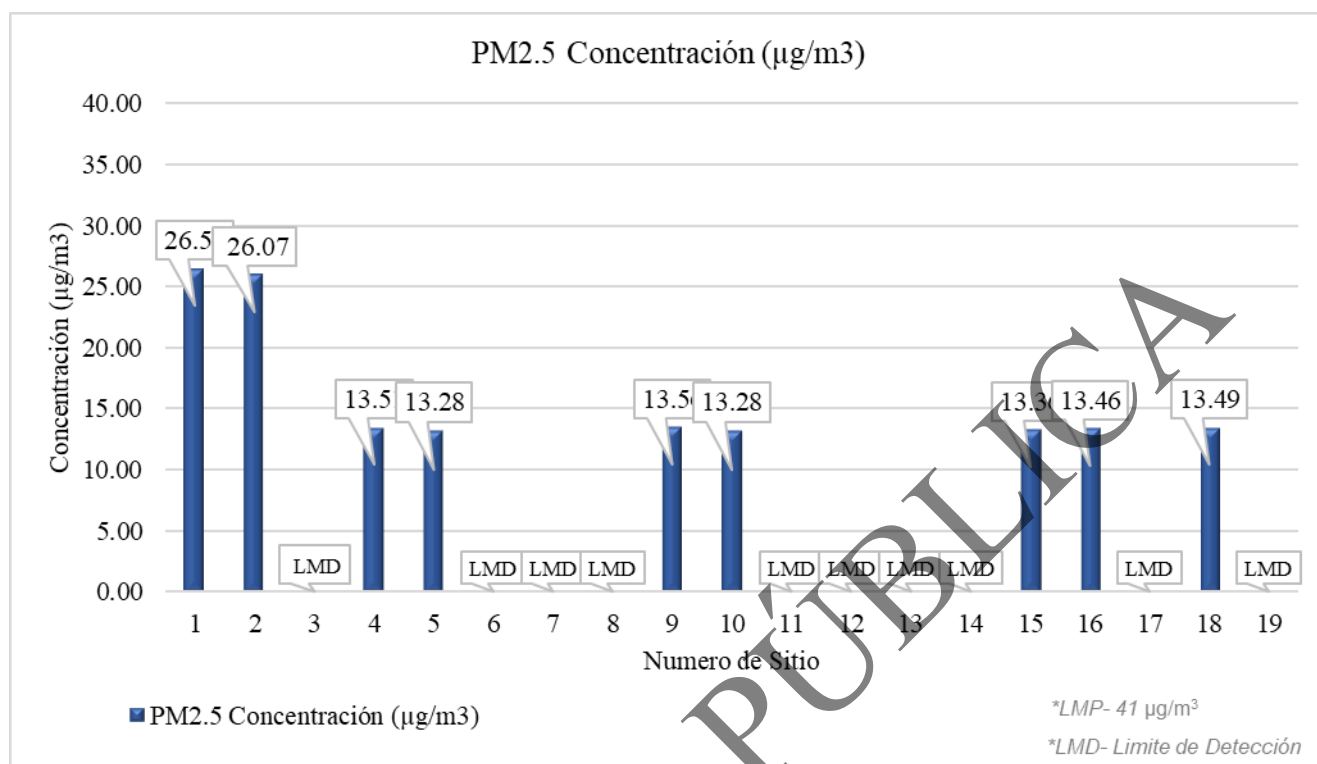


Figura 4. 26 Gráfica de resultados por sitio de muestreo PM2.5

Como se puede observar en la Figura 4. 25 y en la Figura 4. 26, la mayor concentración de partículas detectadas en los muestreos con bajo volumen de PM2.5 y PM10 corresponde al área de la zona industrial de la Mina La Colorada al centro-norte del SA. Sin embargo, no se excede ningún LMP.

En términos de calidad del aire, se utilizó el Índice Metropolitano de Calidad del Aire (IMECA) para evaluar los sitios. En general existe una calidad del aire buena, con excepción de 3 sitios con calidad regular y 1 sitio con mala calidad, tal como se muestra en la Tabla 4.8.

Tabla 4.8 IMECA por sitio

Sitio	Clasificación IMECA
1	Regular
2	Regular
3	Buena
4	Buena
5	Buena
6	Buena
7	Buena
8	Buena
9	Buena
10	Buena
11	Buena

Sitio	Clasificación IMECA
12	Buena
13	Buena
14	Buena
15	Buena
16	Buena
17	Regular
18	Mala
19	Buena

IV.3.1.1.2.5 Dispersión de polvos

El proceso de dispersión atmosférica transporta y mezcla los distintos contaminantes en el aire con una distribución que depende de la intensidad del viento, la elevación de la pluma y la turbulencia del aire. Influenciada significativamente por la variabilidad en la velocidad del viento, el área de interés estará continuamente expuesta a niveles relativamente altos de contaminantes cuando la dirección sea constante, por otra parte, cuando la dirección del viento es cambiante, los contaminantes serán dispersados sobre un área mayor y las concentraciones resultarán relativamente menores. (Arrieta, 2020).

Los modelos numéricos de calidad de aire son utilizados para simular los procesos físicos y químicos de la atmósfera, éstos modelan la dispersión de contaminantes resolviendo las ecuaciones de difusión en forma aproximada, permitiendo estimar la calidad de aire ambiental en zonas cuyas altas concentraciones podrían constituir un peligro para la salud humana. El modelo de dispersión gaussiano considera que la pluma de contaminantes emitida por una fuente puntual, sigue una distribución gaussiana. La ecuación relaciona los niveles de inmisión en un punto con la cantidad de contaminantes vertidos a la atmósfera desde el foco emisor, teniendo en cuenta las condiciones de emisión y las características climáticas del medio receptor, considerando que el viento, la humedad, la temperatura y las precipitaciones, poseen un papel importante en el aumento o disminución de las concentraciones.

En la siguiente serie de figuras se presentan los modelos de dispersión de polvos por mes, generados con los datos meteorológicos históricos de la estación meteorológica ubicada en la Mina La Colorada.

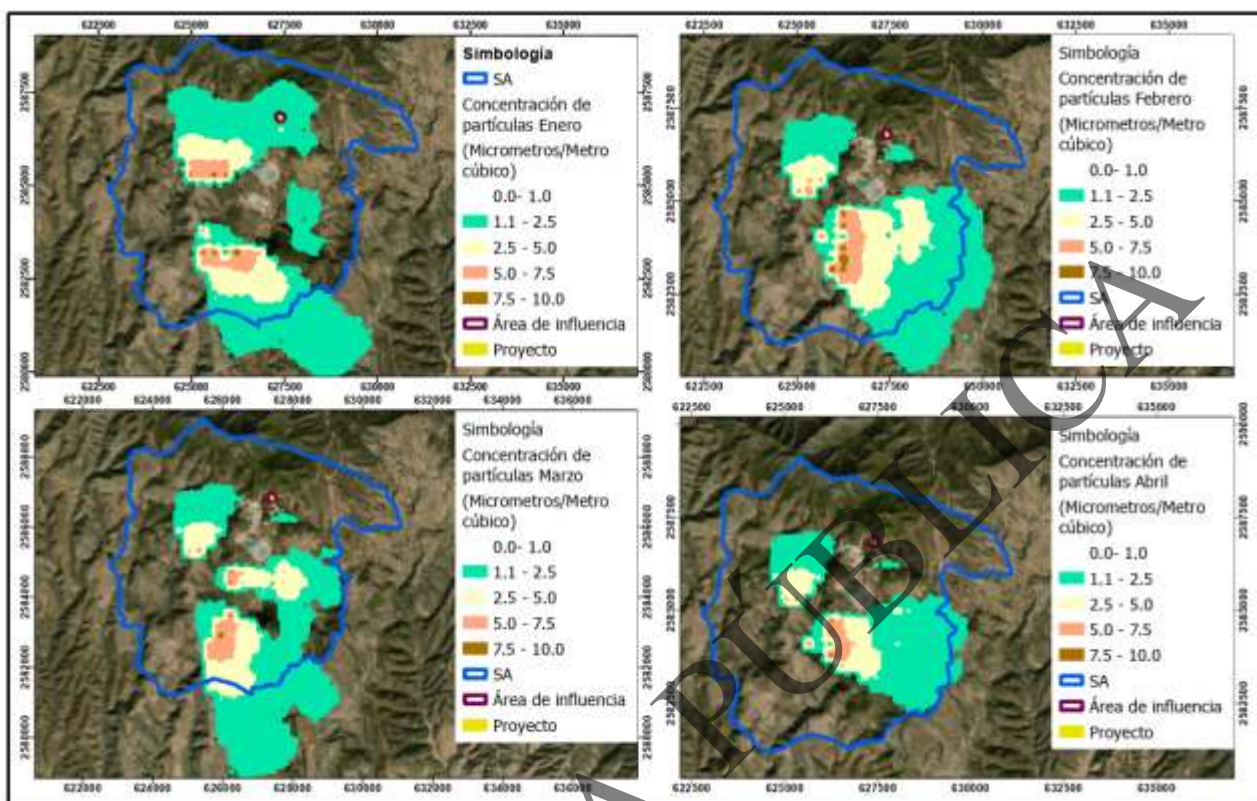


Figura 4. 27 Modelos de dispersión de polvos (enero, febrero, marzo, abril)

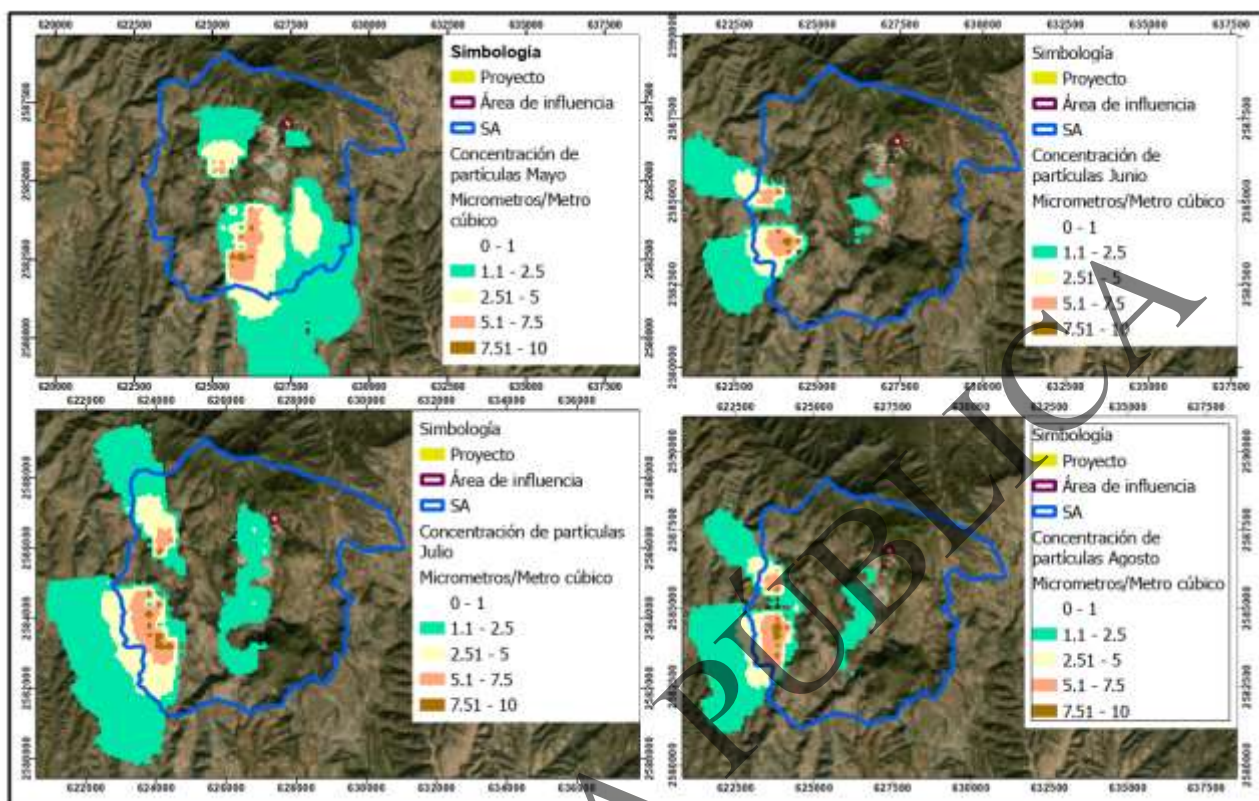


Figura 4. 28 Modelos de dispersión de polvos (mayo, junio, julio, agosto)

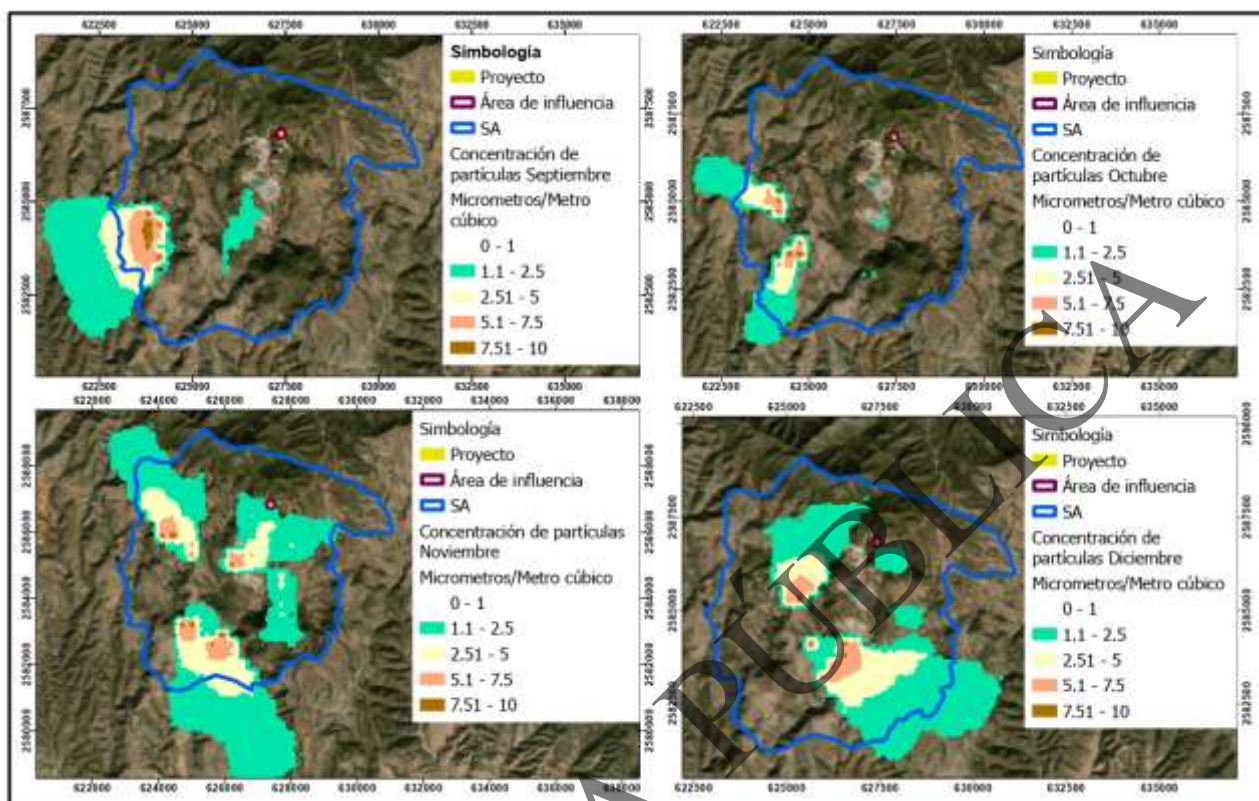


Figura 4. 29 Modelos de dispersión de polvos (septiembre, octubre, noviembre, diciembre)

Como conclusión; este tipo de trabajos analizan la influencia de la velocidad del viento sobre la concentración horaria de contaminantes en aire a nivel del suelo generada desde una fuente de emisión ubicada a nivel del suelo, sin impulso vertical ni empuje térmico.

1. En el modelo de dispersión Gaussiana, bajo la categorización de moderadamente inestable, desprende un rápido decaimiento de la concentración, con la distancia al foco emisor.
2. El análisis muestra que la erosión de viento representa la principal fuente de emisión de polvo en el área de interés por encima de la acción mecánica de los vehículos.
3. Las concentraciones descritas por el modelo concuerdan en proporción y cantidad con las estaciones de monitoreo de polvo de la Mina La Colorada, las cuales se encuentran dentro de los parámetros permisibles. Esto sugiere que el modelo es capaz de capturar con precisión los niveles de contaminación del aire en la zona monitoreada.
4. Al no contemplar dentro del modelo de dispersión la influencia del relieve, la distancia de transporte de polvo será aún menor debido a la interacción de la orografía con la atmósfera.
5. La dirección del viento presenta una variabilidad estacional con una dirección predominante hacia el oeste en los primeros meses del año, una dirección predominante hacia el este en los meses intermedios y una influencia constante hacia el sur a lo largo del año.
6. Las direcciones predominantes hacia donde se desplaza la pluma de concentración son S, SSW, WNW, ENE.
7. Los mapas de dispersión indican que las concentraciones de transporte son bajas tanto dentro como fuera del perímetro del predio a lo largo de todos los meses del año.

Para mayor detalle sobre el modelo de dispersión de polvos para Mina la Colorada, consultar el Anexo 4.5. Modelo de dispersión de polvos.

IV.3.1.1.2.6. Emisión de gases contaminantes

Para la contemplar la emisión de gases contaminantes dentro de la descripción del Diagnóstico Ambiental, se consideraron las áreas con presencia antropogénica como zonas urbanas, agrícolas e industriales, en donde las áreas sin actividades antropogénicas tienen una nula generación de gases contaminantes y la zona industrial de la Mina La Colorada es donde se presenta la mayor cantidad de emisión de gases contaminantes, como se muestra en la **Figura 4. 30**.



Figura 4. 30 Emisión de gases contaminantes

IV.3.1.1.3. Ruido artificial

IV.3.1.1.3.1. Generación de ruido

De acuerdo con el tipo de zonas que se encuentran dentro del SA del Proyecto “Extractor de Ventilación Guadalupe” se realizó una clasificación de áreas generadoras de ruido natural y artificial, siendo el ruido artificial un elemento para la evaluación de la calidad ambiental y que se genera principalmente en las zonas urbanas e industriales, considerando que el ruido natural no obstaculiza la calidad del componente ambiental. Esta clasificación se puede observar en la **Figura 4. 31**, donde se puede apreciar que el área de proyecto corresponde a un Área con generación de ruido natural.

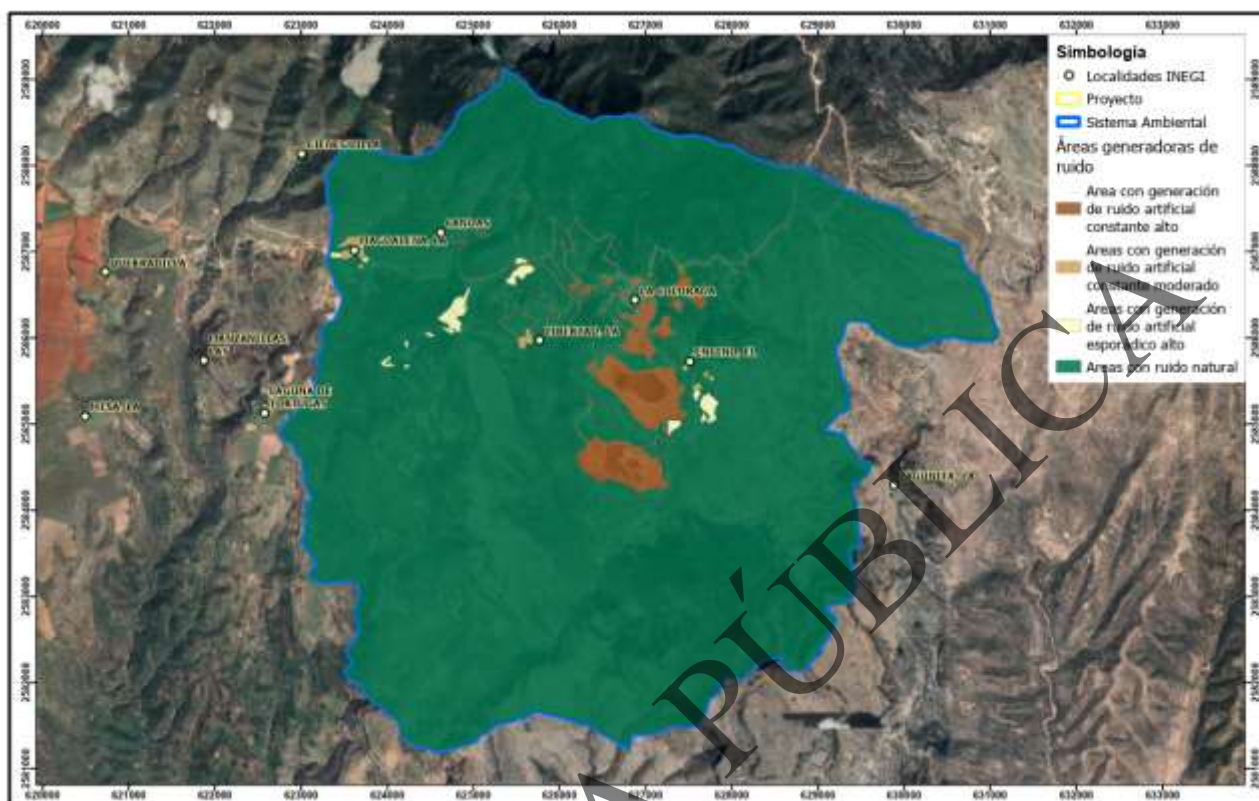


Figura 4. 31 Áreas generadoras de ruido

IV.3.1.1.3.2. Muestreo de intensidad sonora

Se realizaron mediciones de la intensidad del sonido en 66 sitios, como se muestra en la **Figura 4. 32**. El valor más alto registrado correspondió al sitio 28 con una intensidad de sonido promedio de 87.59 dB, esto se debe a que se encuentra influenciado por la zona industrial y de un contrapozo de ventilación de la Mina La Colorada, la cual es un área con generación de ruido artificial constante alto. El resto de los sitios obtuvieron valores entre 58.28 y 80.22 dB, donde la mayoría de los sitios con los valores más bajos se encuentran al sur del SA en concordancia con áreas generadoras de ruido natural. Los valores de intensidad de sonido de cada uno de los sitios muestreados se indica a continuación en la Tabla 4.9.

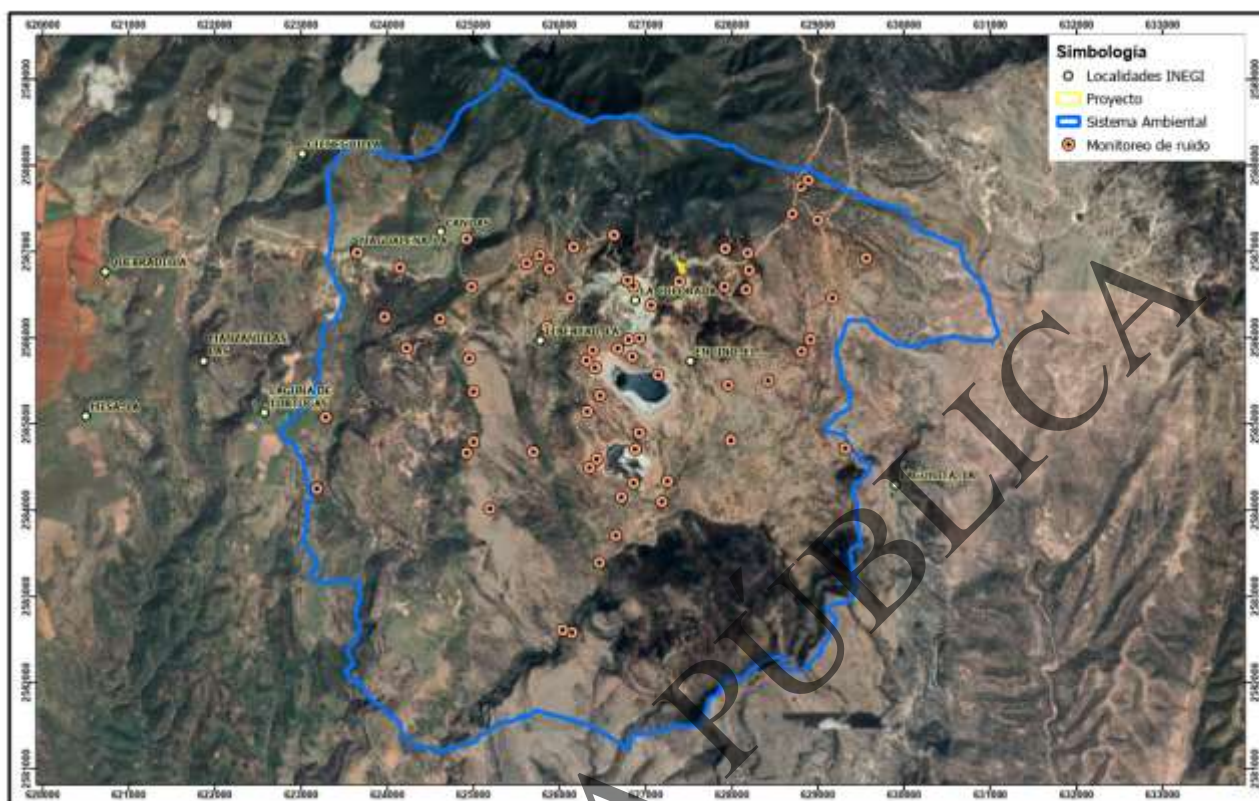


Figura 4. 32 Ubicación de los sitios de muestreo de intensidad sonora

Tabla 4.9. Intensidad de sonido en los sitios de muestreo

ID	Promedio (dB)	Coordenadas UTM Z13		Campaña de muestreo
		X	Y	
1	52.28	629170	2586465	2022
2	53.04	628998	2587368	2022
3	52.80	628807	2587759	2022
4	63.94	628707	2587441	2022
5	58.83	627927	2587036	2022
6	71.70	628185	2586988	2022
7	54.80	627919	2586598	2022
8	52.38	628168	2586564	2022
9	64.10	626858	2586606	2022
10	63.63	627067	2586383	2022
11	65.48	626931	2585998	2022
12	52.98	626850	2585785	2022
13	56.66	626415	2585657	2022
14	57.02	626435	2584597	2022
15	55.78	626323	2585149	2022



ID	Promedio (dB)	Coordenadas UTM Z13		Campaña de muestreo
		X	Y	
16	57.53	626132	2586469	2022
17	58.32	626167	2587056	2022
18	57.01	626635	2587196	2022
19	81.98	626792	2586672	2022
20	59.78	628205	2586789	2022
21	55.20	626680	2585880	2022
22	62.18	626475	2585335	2022
23	60.25	626389	2585860	2022
24	80.22	625857	2586129	2022
25	77.26	626804	2585983	2022
26	65.31	625775	2586962	2022
27	59.57	625888	2586803	2022
28	87.59	627395	2586658	2022
29	54.40	626928	2584900	2023
30	67.05	626350	2584498	2023
31	58.25	626316	2585739	2023
32	52.10	627191	2584103	2023
33	51.55	627255	2584340	2023
34	53.67	626863	2584319	2023
35	57.61	626882	2584712	2023
36	54.07	628809	2585846	2023
37	51.96	628917	2585984	2023
38	56.05	625623	2586868	2023
39	54.22	628893	2587833	2023
40	55.53	623656	2586990	2023
41	53.09	624152	2586818	2023
42	52.38	625006	2585379	2023
43	53.25	629563	2586928	2023
44	65.17	627147	2585572	2023
45	52.15	624955	2585764	2023
46	52.70	624982	2586593	2023
47	51.27	624982	2586593	2023
48	51.72	625005	2584797	2023
49	53.88	629322	2584721	2023
50	56.76	627962	2585455	2023
51	54.33	628424	2585507	2023
52	54.26	624227	2585886	2023



ID	Promedio (dB)	Coordenadas UTM Z13		Campaña de muestreo
		X	Y	
53	55.49	624613	2586225	2023
54	52.22	627992	2584811	2023
55	50.26	624925	2587151	2023
56	82.36	626720	2584154	2023
57	63.39	623974	2586247	2023
58	67.52	623288	2585082	2023
59	63.39	623187	2584254	2023
60	51.72	625196	2584022	2023
61	51.72	624925	2584667	2023
62	52.38	625700	2584679	2023
63	51.16	626148	2582586	2023
64	71.62	626039	2582615	2023
65	53.17	626465	2583396	2023
66	56.16	626657	2583711	2023

Como se puede observar en la **Figura 4. 33**, las zonas con mayor intensidad sonora en el SA se presentan en la zona centro y norte, que corresponde al área de planta, presas de jales y acceso principal en donde se están realizando distintas obras de construcción además del ruido generado por el acarreo de mineral y maquinaria pesada trabajando dentro de la unidad.

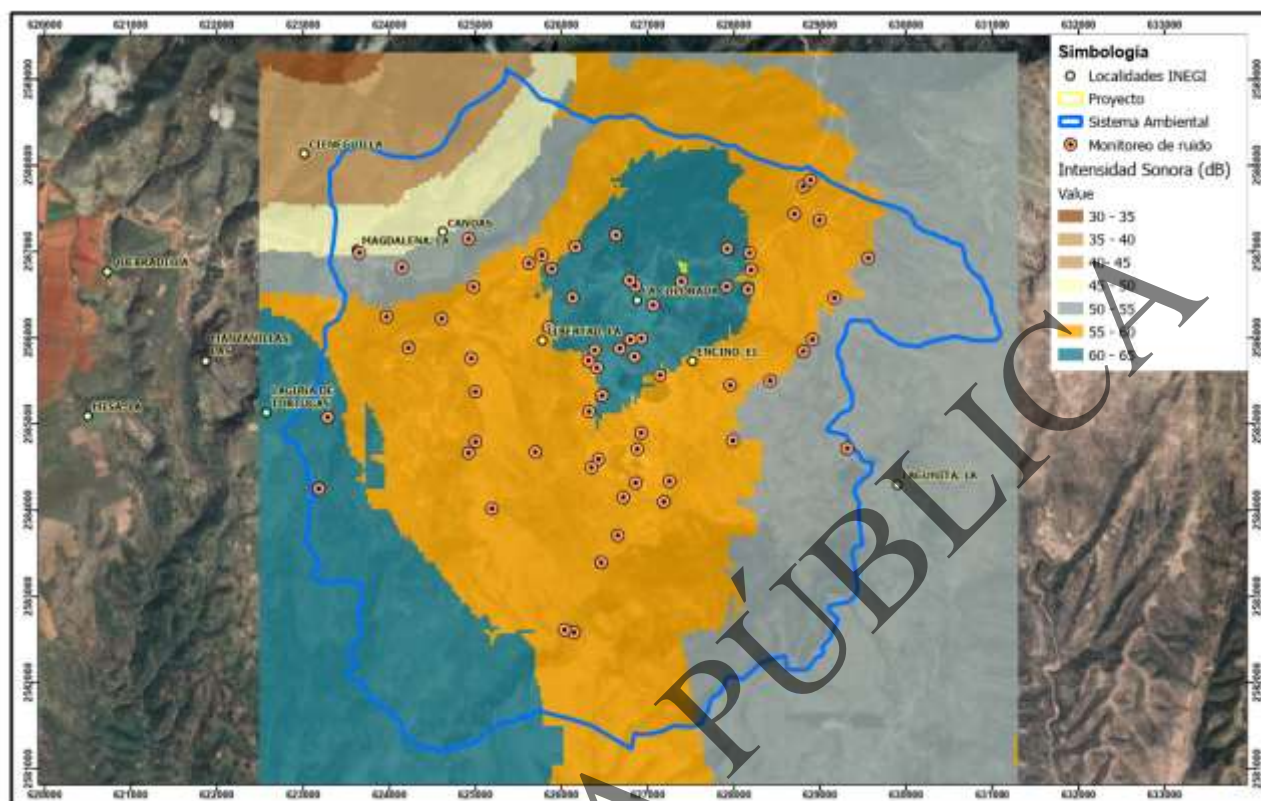


Figura 4. 33 Intensidad sonora dentro del SA

IV.3.1.1.3.3 Ruido emitido por fuentes fijas

Se considera como fuente fija a un elemento o un conjunto de elementos capaces de producir ruido que es emitido hacia el exterior a través de las colindancias por el aire o suelo. La Mina La Colorada cuenta con estudios de la evaluación de ruido por fuente fija (ruido hacia las colindancias) de acuerdo con la NOM-081-SEMARNAT-1994 en un total de 8 sitios de monitoreo (zonas críticas) hasta 2019 y a partir de 2020 se agregan dos zonas críticas extra como parte de su Programa de Vigilancia Ambiental, con el fin de conocer el grado de emisión de ruido hacia el exterior de la fuente fija. Los sitios de monitoreo y su ubicación se muestran en la **Tabla 4.10**. Todos los sitios de monitoreo de ruido de fuentes fijas se encuentran dentro de la zona industrial de la mina.

Tabla 4.10 Ubicación de los sitios de monitoreo de ruido en fuentes fijas

ID	Nombre	Coordenadas UTM Z13	
		X	Y
RU-01	Recompensa	625120	2587180
RU-02	Los Módulos	626856	2586220
RU-03	Robbins Sulfuros	627113	2586662
RU-04	Presa de Jales 7	626536	2584528
RU-05	Planta Potabilizadora	626826	2586556
RU-06	Robbins Libertad	625704	2586083

ID	Nombre	Coordenadas UTM Z13	
		X	Y
RU-07	Robbins Nuevos Sulfuros	627395	2586849
RU-08	Ampliación Planta	626956	2586038
RU-09	Camino Vecinal	625928	2586873
RU-10	Vereda	625459	2586642

Estas zonas críticas son las áreas aledañas a la parte exterior de la colindancia del predio de la fuente fija donde ésta produce las mayores emisiones de energía acústica en forma de ruido, estas zonas fueron muestreadas de acuerdo a la metodología establecida en la NOM-081-SEMARNAT-1994, lo cual consiste en realizar un recorrido con el sonómetro funcionando por la parte externa de las colindancias de la fuente fija con el objetivo de localizar las zonas donde existe una mayor intensidad de ruido. El monitoreo de fuentes fijas se puede observar en la **Figura 4. 34**



Figura 4. 34 Ubicación de los sitios de monitoreo de ruido en fuentes fijas

Los muestreos de ruido fueron realizados en horario diurno y nocturno en los distintos sitios de monitoreo. De acuerdo con la NOM-081-SEMARNAT-1994 el Límite Máximo Permissible (LMP) de ruido medido en decibeles (dB) en horario diurno es de 68 dB, mientras que para el horario nocturno es de 65 dB. Los resultados de los muestreos realizados desde el año 2016 en la Mina La Colorada se muestran en la Tabla 4.11 para el horario diurno y en la **Tabla 4.12** para el horario nocturno. En estos resultados se puede

apreciar que ninguno de los sitios incumple el LMP en los distintos muestreos realizados, tanto en horario diurno como en nocturno.

Tabla 4.11 Resultados de monitoreo de ruido en fuentes fijas, horario diurno

Zona crítica	Nombre	Unidad	LMP	Feb 2016	Jul 2016	Nov 2018	Ago 2019	Nov 2019	Jun 2020	Sep 2020	Dic 2020	Jul 2021	Sep 2021
ZC01	Recompensa	dB	68	57.6	56.5	57.4	57.2	58.6	59.7	57.5	58.8	59.4	58.1
ZC02	Los Módulos	dB	68	66.3	65.6	64.8	62.8	63.9	64.3	63.2	61.7	63.9	62.5
ZC03	Robbins Sulfuros	dB	68	63.9	64.8	65.3	63.9	64.2	63.3	62.6	63.8	62.2	63.7
ZC04	Presa de Jales 7	dB	68	53.9	53.1	55.6	56.3	55.8	57.4	56.7	49.6	56.8	54.9
ZC05	Planta Potabilizadora	dB	68	64.5	63.8	62.7	61.2	63.7	62.6	62.9	60.8	63.5	61.7
ZC06	Robbins Libertad	dB	68	61.7	63.5	63.8	62.6	62.1	63.1	61.6	56.9	58.3	58.8
ZC07	Robbins Nuevos Sulfuros	dB	68	53.9	52.7	54.9	54.3	55.7	54.5	55.1	55.9	54.7	55.3
ZC08	Ampliación Planta	dB	68	65.3	64.6	63.1	61.6	62.4	61.9	60.7	62.2	61.3	61.9
ZC09	Camino Vecinal	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	54.2	48.4	47.9	48.9	49.7
ZC10	Vereda	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	47.2	46.6	48.8	47.1	47.5

Tabla 4.12 Resultados de monitoreo de ruido en fuentes fijas, horario nocturno

Zona crítica	Nombre	Unidad	LMP	Feb 2016	Jul 2016	Nov 2018	Ago 2019	Nov 2019	Jun 2020	Sep 2020	Dic 2020	Jul 2021	Sep 2021
ZC01	Recompensa	dB	65	55.8	54.8	56.6	56.1	56.4	56.8	55.8	56.5	57.8	56.9
ZC02	Los Módulos	dB	65	61.3	63.8	62.9	60.7	61.8	62.1	60.7	58.4	59.6	57.6
ZC03	Robbins Sulfuros	dB	65	58.5	61.6	61.5	61.7	62.5	60.5	59.8	59.3	60.7	61.1
ZC04	Presa de Jales 7	dB	65	51.5	52.3	54.2	54.2	54.6	54.9	54.3	47.1	53.2	52.3
ZC05	Planta Potabilizadora	dB	65	60.8	61.4	60.8	59.4	61.6	60.7	60.4	58.7	61.4	58.2
ZC06	Robbins Libertad	dB	65	58.4	59.2	61.6	60.8	59.8	60.8	58.1	51.8	55.4	56.4
ZC07	Robbins Nuevos Sulfuros	dB	65	47.9	50.8	52.4	54.3	54.9	52.9	52.4	53.2	53.2	52.7
ZC08	Ampliación Planta	dB	65	63.5	61.8	61.4	60.2	60.4	59.2	59.4	60.8	58.5	58.1
ZC09	Camino Vecinal	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	50.3	45.6	46.3	47.2	48.6
ZC10	Vereda	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	44.3	44.1	46.5	45.4	45.2

Para mayor detalle de los resultados de las evaluaciones de ruido realizadas por la empresa Air & Safety Environmental Specialist, S.A. de C.V. y Desarrollo Ecológico Industrial, S.A. de C.V. para Plata Panamericana S.A de C.V. se integra el **Anexo 4.6.** Evaluación de Ruido emitido por fuentes fijas (digital).

IV.3.1.2. Geomorfología

IV.3.1.2.1. Provincias y Subprovincias Fisiográficas

El Sistema Ambiental se encuentra dentro de la provincia fisiográfica llamada Sierra Madre Occidental y de la subprovincia denominada Sierras y Valles Zacatecanos, como se observa en la **Figura 4. 35**. Algunos de los sistemas de topoformas que existen en el territorio municipal son: Bajadas con lomeríos, Sierra, Lomerío con bajadas, Meseta, Lomerío con llanuras y Sierra con Mesetas.

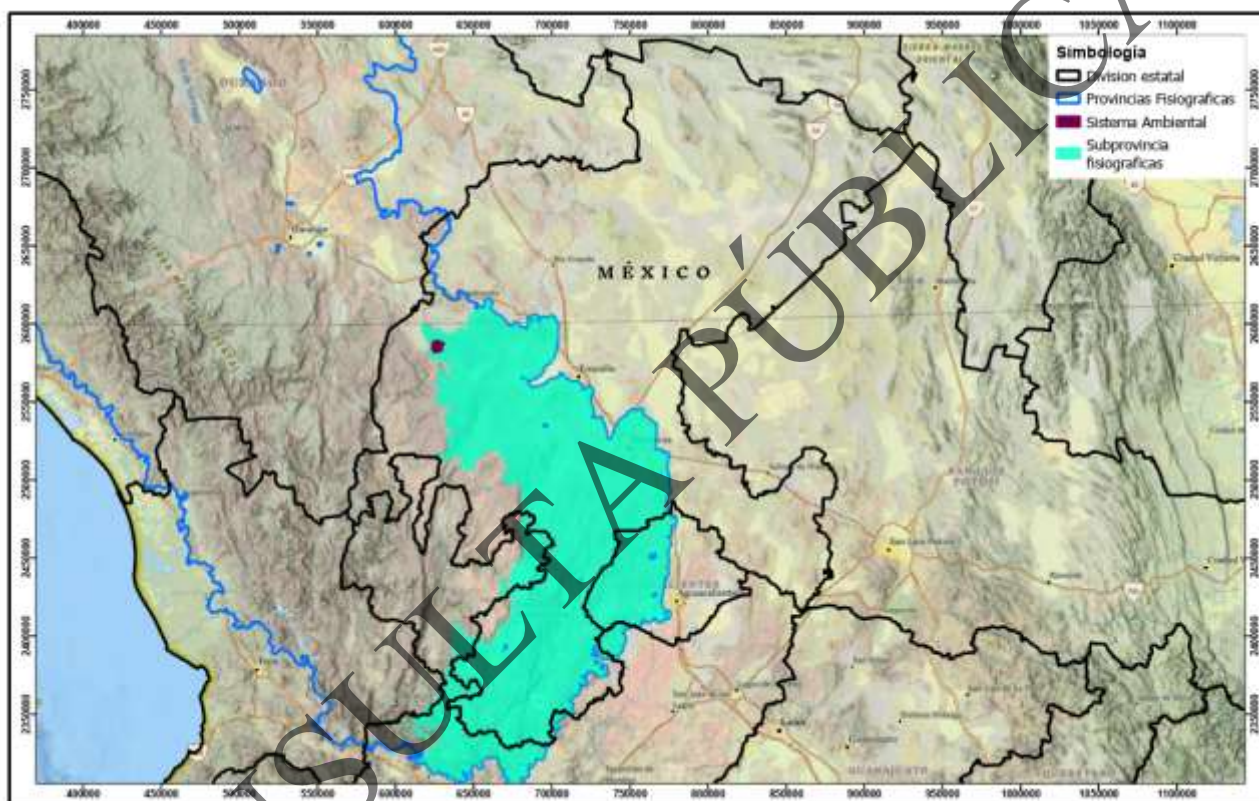


Figura 4. 35 Ubicación del SA dentro de la Provincia y Subprovincia fisiográficas (INEGI)

IV.3.1.2.2. Geología

De acuerdo con la carta de geología de INEGI y como se muestra en la **Figura 4. 36**, dentro de la superficie definida para el SA del Proyecto, se presenta una conformación de cuatro distintos tipos de rocas, siendo Riolita-Toba ácida la que se presenta en el área Norte, Sur y Oeste del SA, con una pequeña porción de Caliza-Lutita en la parte Noroeste; en la zona Central, Norte y Este del SA se muestra la roca Andesita y por último en la porción Noreste del SA se encuentra una fracción de Arenisca-Toba ácida.

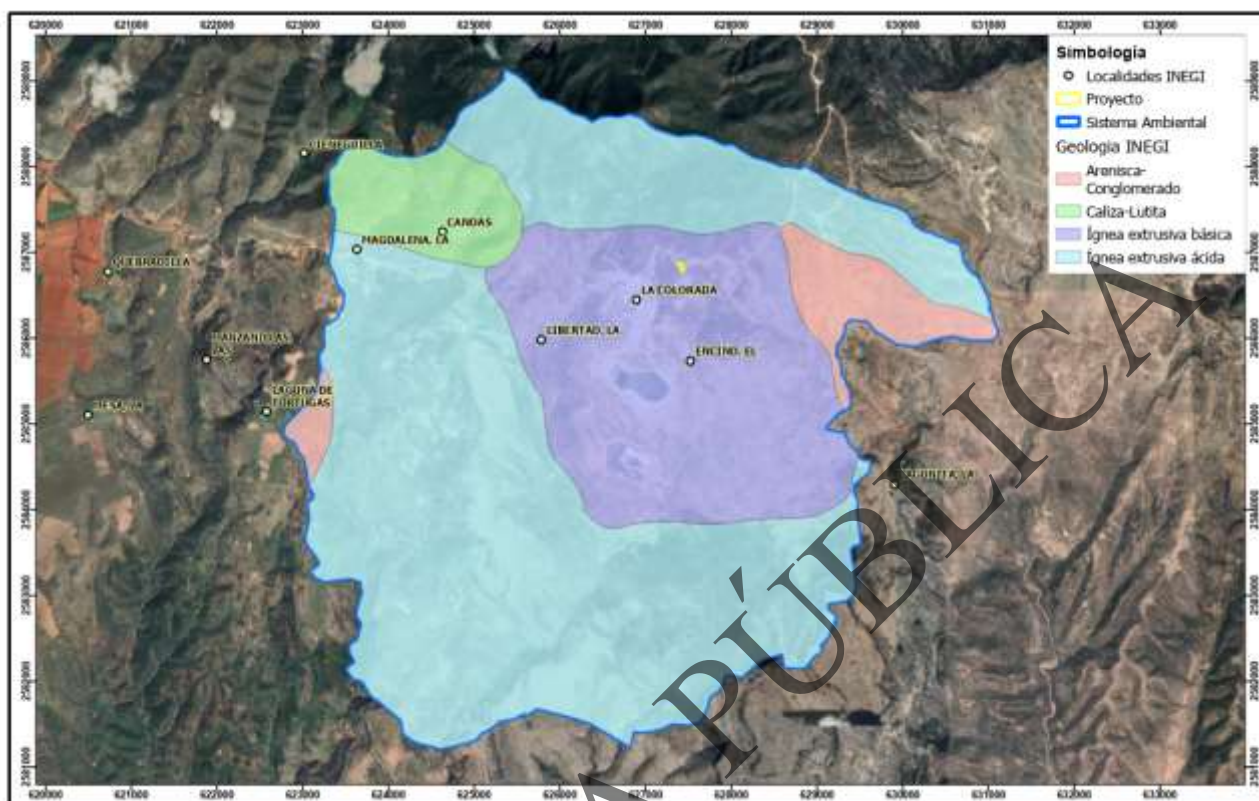


Figura 4. 36 Geología, INEGI

A continuación, se describen las unidades geológicas presentes en el SA del Proyecto.

Andesita

Esta roca es una unidad ígnea efusiva formada por andesina y oligoclasa, unidas por una matriz microlítica de plagioclasas de la misma composición, se reportan minerales accesorios como: augita, apatito, piogenita y circon. Su textura es microcristalina afanítica y porfídica. Por lo general su estructura es masiva, aunque también se observó estructura fluidal y amígdalas alargadas rellenas de calcita. Los afloramientos presentan fracturamiento en varias direcciones, el cual ha ocasionado la formación de bloques.

Arenisca-Toba ácida

Roca detrítica compuesta por partículas cuyo tamaño está comprendido entre 2 mm y 1/16 mm. Estas partículas son mayoritariamente minerales resistentes a la meteorización (cuarzo principalmente, micas, feldespatos y óxidos) y fragmentos de rocas. Se clasifican atendiendo a la composición de sus granos (cuarzo, feldespatos y fragmentos de rocas) y al porcentaje de matriz que los engloba. Así son nombres comunes el de cuarciarenitas (areniscas de cuarzo), arcosas (areniscas de feldespatos), grauvacas (rocas con más del 15 % de matriz) y litarenitas (rocas formadas por fragmentos de rocas). Estas últimas tienen nombres específicos que denotan el tipo de fragmentos de rocas como las calcarenitas (areniscas formadas por fragmentos de rocas carbonatadas).

Este tipo de roca se origina a partir de material fundido en el interior de la corteza terrestre, el cual está sometido a temperatura y presión muy elevada. El material antes de solidificarse recibe el nombre genérico de Magma (solución compleja de silicatos con agua y gases a elevada temperatura). Se forma a una profundidad de la superficie terrestre de entre 25 a 200 km. cuando emerge a la superficie se conoce como lava.

Caliza-lutita

Es una roca química o bioquímica, es la roca más importante de las rocas carbonatadas; constituida de carbonato de calcio (>80% CaCO_3), pudiendo estar acompañada de aragonita, sílice, dolomita, siderita y con frecuencia la presencia de fósiles, por lo que son de gran importancia estratigráfica. Por su contenido orgánico, arreglo mineral y textura existen gran cantidad de clasificaciones de calizas. Sin embargo, en ninguna se considera la presencia de material clástico. En los casos donde es considerable o relevante la presencia de clásticos se clasifica la caliza y el tamaño de la partícula determina el nombre secundario: arcillosa, arenosa, o conglomerática. Esta roca se presenta en una pequeña porción del SA y su asociación con Lutita refiere a que está compuesta por partículas del tamaño del limo o la arcilla menores a .02mm.

Riolita-Toba ácida

Unidad constituida por diversas rocas de composición ácida: tobas riolíticas, tobas riódacíticas. En general la mineralogía de la unidad lo constituyen: microclina, sanidino, andesina, oligoclasa y cuarzo; como minerales accesorios: circón, hematita, biotita, pirita y fragmentos de roca. La textura en las rocas efusivas es mero cristalino porfídica y vitrofídica en las rocas explosivas; piroclástica y brechoide. Son masivas, con estructura fluidal, intercalada con toba o inyectadas en planos verticales ondulantes, es decir perpendiculares a la pseudo estratificación con desarrollo de estructuras secundarias a partir de la segregación de sílice en cavidades preexistentes.

IV.3.1.2.3. Relieve

Se elaboraron 4 modelos para analizar las condiciones de relieve y en general de toda la geomorfología dentro del SA delimitada para el Proyecto. Los modelos fueron creados en el Sistema de Información Geográfica a partir de información disponible en INEGI. A continuación, se presenta la descripción de dichos modelos.

Para iniciar con el análisis de la geomorfología, se aprecia el Modelo Digital de Elevación elaborado específicamente para el SA donde se localiza el Proyecto (**Figura 4. 37**). En general las elevaciones en el SA van de los 2,220 msnm. hasta 3,010 msnm. Los sitios con mayor altitud se presentan en la zona Norte, mientras que las partes bajas se presentan en la zona Sur.

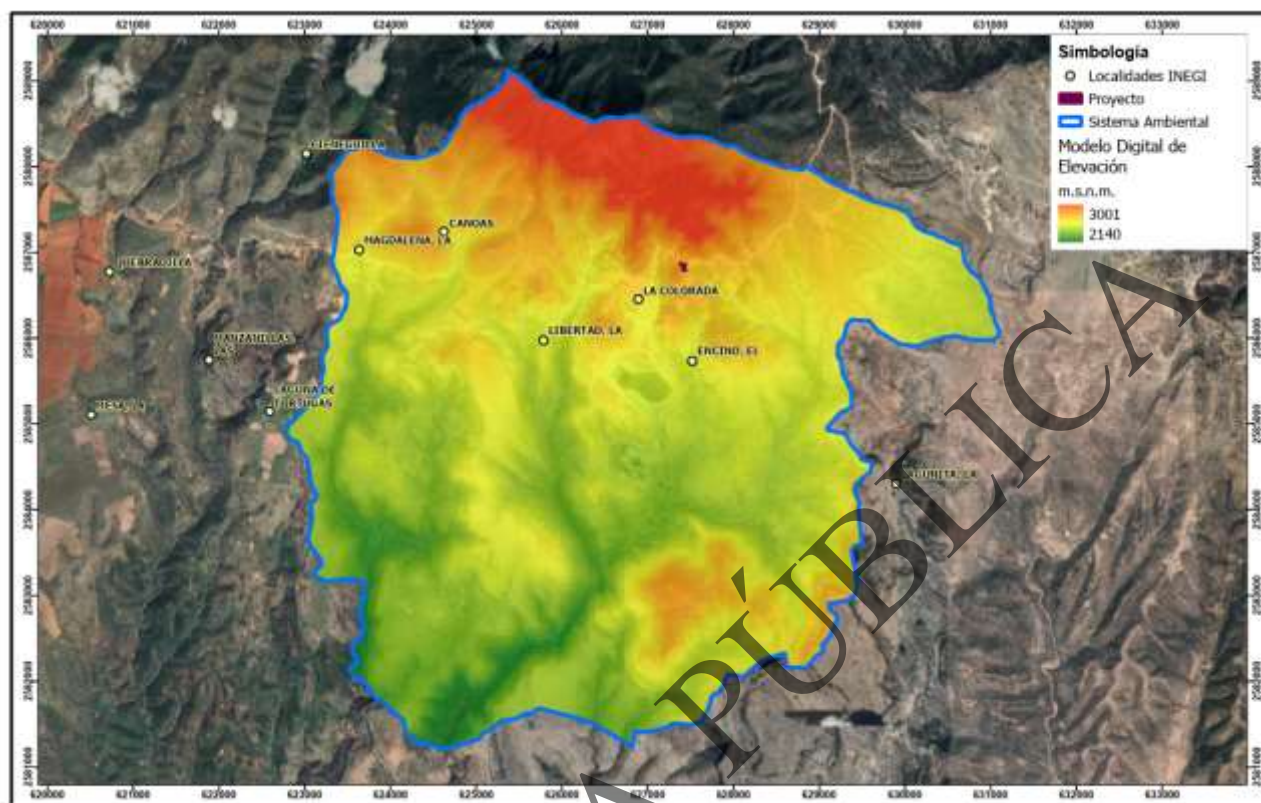


Figura 4. 37 Modelo digital de elevación del SA, INEGI

En el SA se presentan pocas extensiones de terreno plano donde las pendientes van de los 0 a los 20°, siendo en las zonas Norte y Sur donde se presentan áreas más inclinadas en las que las pendientes pueden alcanzar los 50° de inclinación (Figura 4. 38).

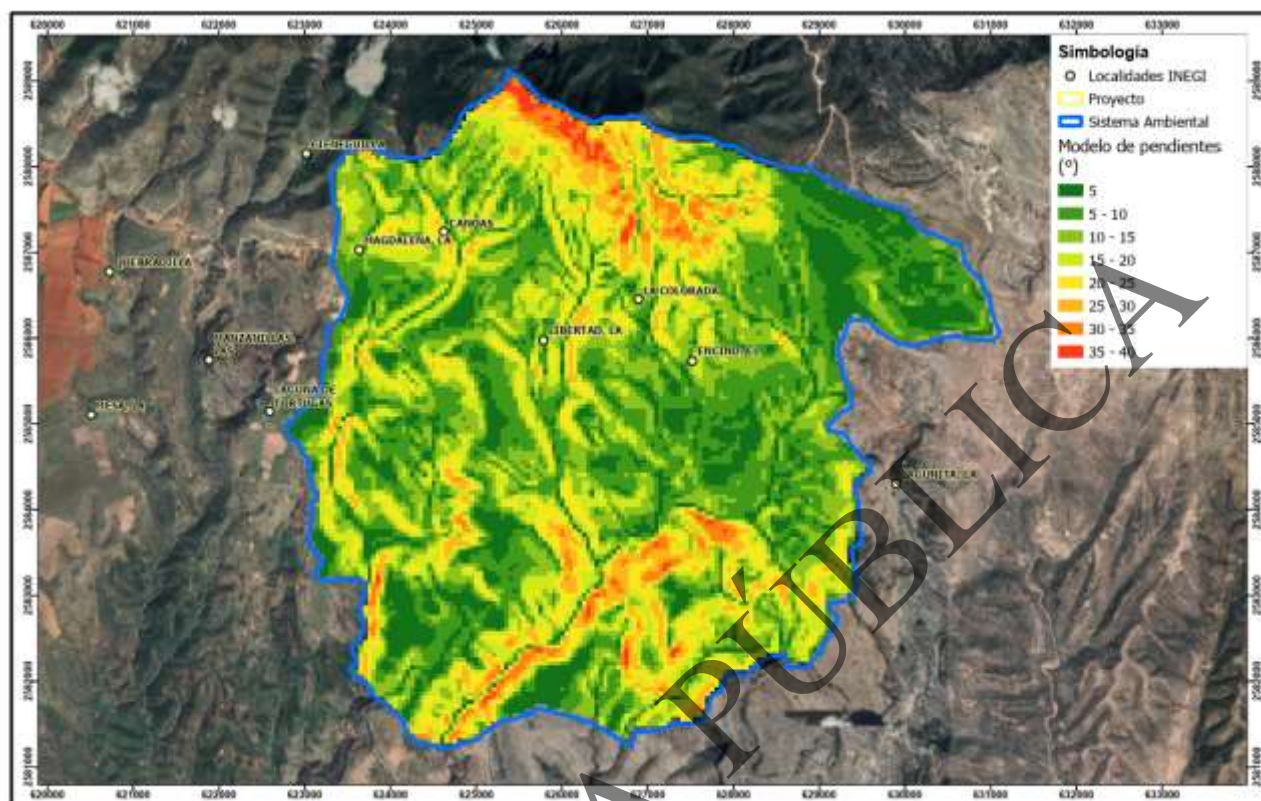


Figura 4. 38 Modelo de pendientes del SA, INEGI

El rumbo de las pendientes es uno de los factores que determina la cobertura vegetal en determinados sitios. Como se observa en figuras anteriores, las pendientes y elevaciones de mayor importancia dentro del SA son las que se presentan en la parte Norte.

Enseguida se muestra en la **Figura 4. 39**, el modelo de rumbo de pendientes dentro del SA, en donde se aprecia que el rumbo de las pendientes varía en diferentes direcciones, sin embargo, presentan dominancia hacia el rumbo con dirección Sur, Sudoeste y Sudeste.

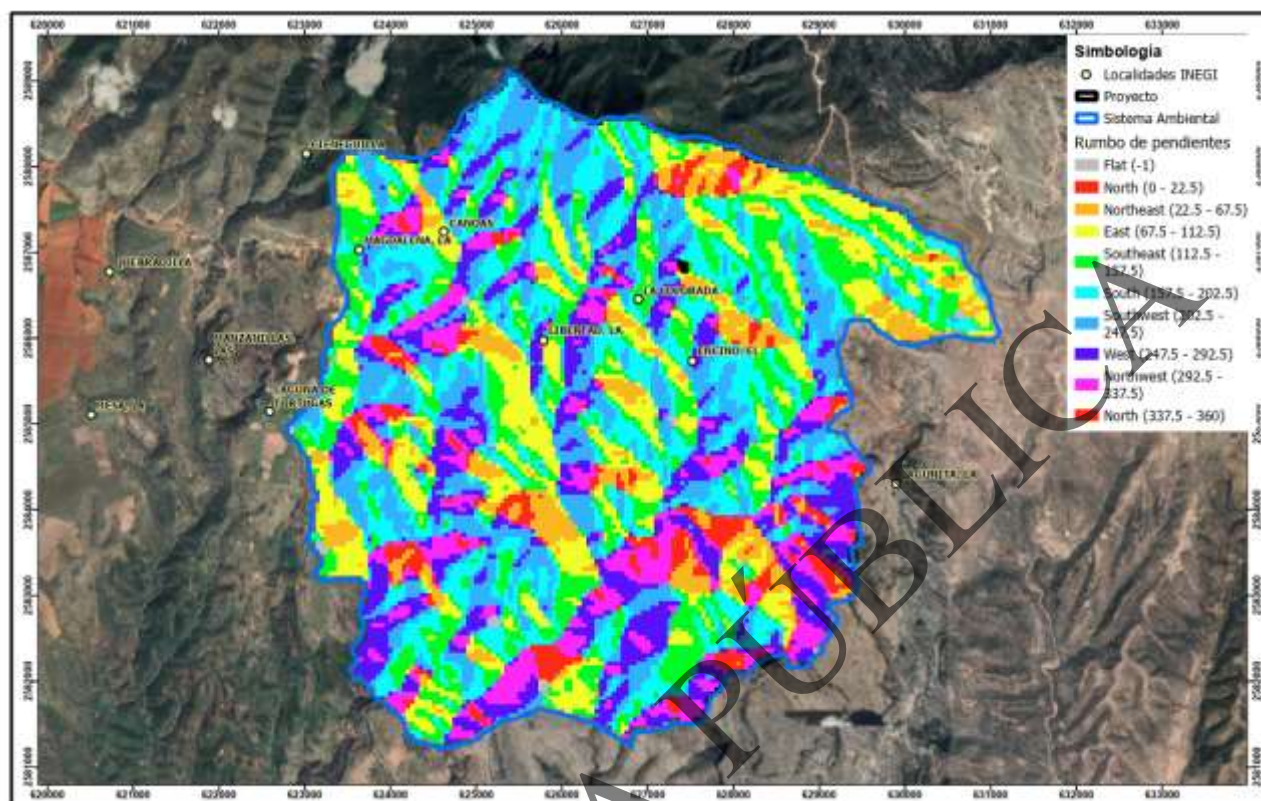


Figura 4. 39 Modelo de rumbo de pendientes del SA

Estos modelos son de gran utilidad, debido a que la pendiente determina el rumbo de las corrientes de agua superficial y son éstas en muchas ocasiones la base para determinar rangos de afectación por obras o actividades. Así mismo, funcionan para la selección de los sitios donde se podrán desarrollar obras de conservación de suelos, entre otras.

IV.3.1.2.4. Topoformas

En la **Figura 4. 40** se presenta el modelo de topoformas de acuerdo con INEGI, en donde al norte y noroeste del SA podemos encontrar sierra alta, mientras que al sur, sureste y noreste se encuentran mesetas con cañadas.

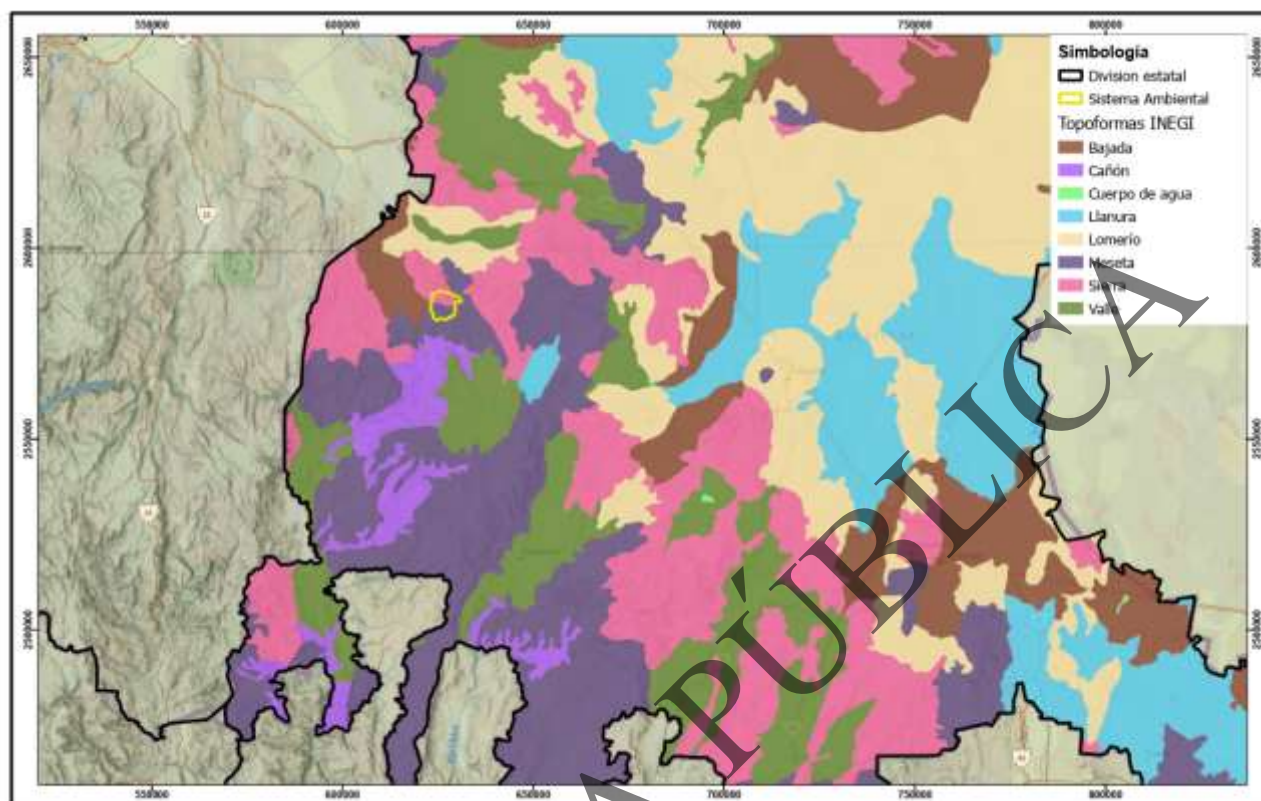


Figura 4. 40 Modelo de topoformas del SA, INEGI

IV.3.1.2.5. Riesgos geológicos

IV.3.1.2.5.1. Regionalización sísmica

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo.

El SA se encuentra en la zona sísmica B (zonas intermedias), donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. A continuación, se presenta la **Figura 4. 41**, en donde se localiza el SA dentro de la zona Media.

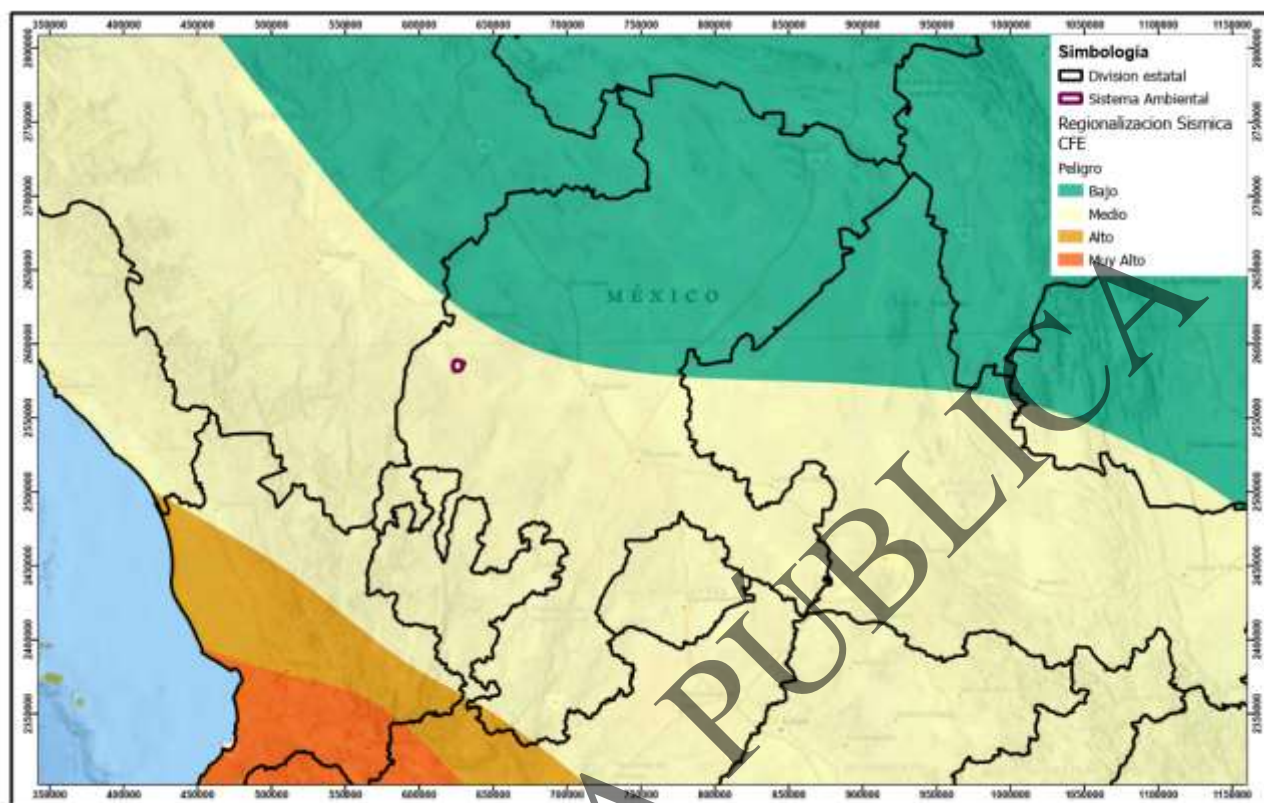


Figura 4. 41 Ubicación del SA dentro de la regionalización sísmica de la República Mexicana

IV.3.1.2.5.2. Fallas y fracturas

De acuerdo con los metadatos del INEGI representados en la **Figura 4. 42**, no se reporta la presencia de fallas o fracturas dentro de la superficie que comprende el SA del Proyecto.

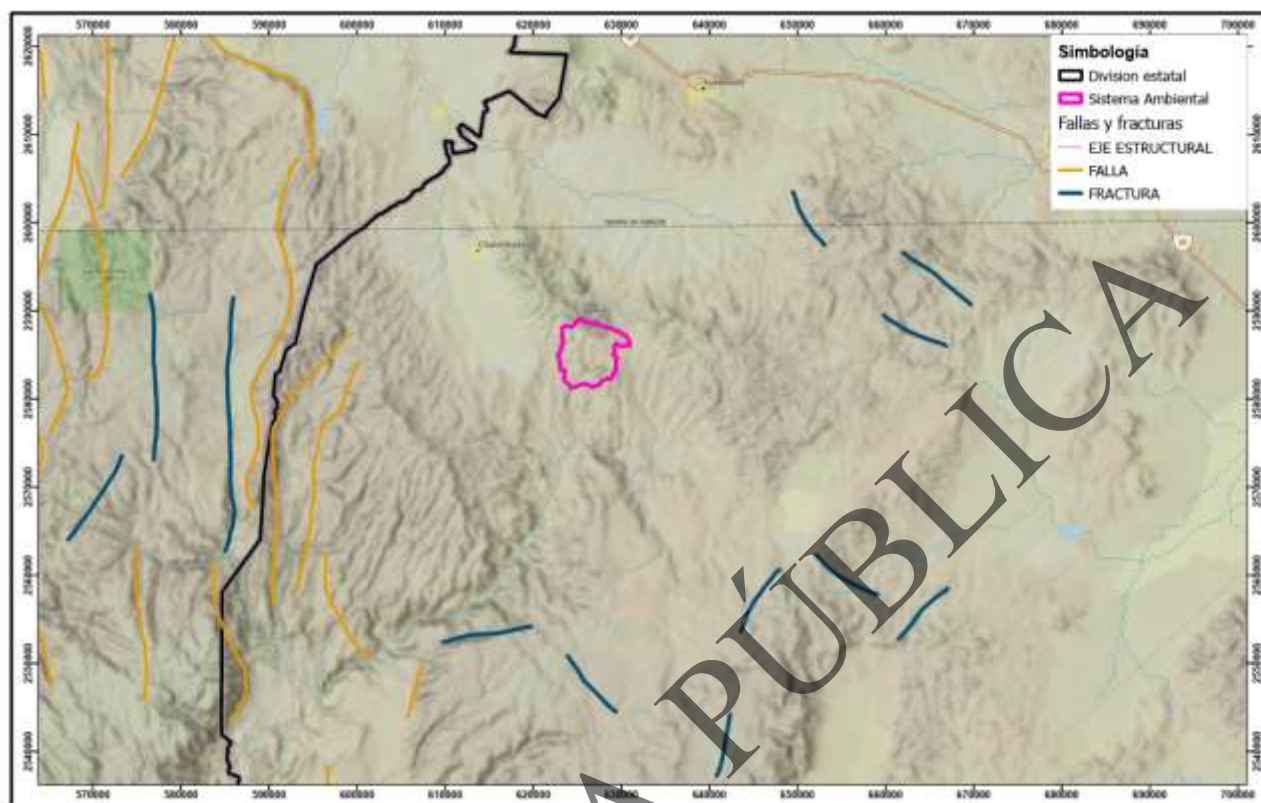


Figura 4.42 Fallas y fracturas, INEGI

IV.3.1.3. Suelos

IV.3.1.3.1. Introducción

El suelo es un recurso finito, lo que implica que su pérdida y degradación no son reversibles en el curso de una vida humana. Es un componente fundamental para el desarrollo agrícola y la sostenibilidad ecológica, es la base para la producción de alimentos, combustibles, fibras y para muchos servicios ecosistémicos esenciales. Sin embargo, pese a que es un recurso natural muy valioso, a menudo no se le presta la debida atención. La superficie natural de suelos productivos es limitada y se encuentra sometida a una creciente presión debido a la intensificación y el uso competitivo que caracteriza el aprovechamiento de los suelos con fines agrícolas, forestales, pastorales y de urbanización, y para satisfacer la demanda de producción de alimentos, energía y extracción de materias primas de la creciente población (FAO, 2015).

IV.3.1.3.2. Metodología

Para identificar los tipos de suelo que se encuentran en la superficie del SA se realizó un análisis detallado de las características y tipos de suelos que se encuentra en el polígono ambiental, mediante un muestreo en dicha superficie. Para la clasificación de suelos se utilizó como base el sistema WRB a fin de lograr una mejor definición y clasificación de este recurso, puesto que ayuda a detallar aún más las características propias de los suelos. El sistema de clasificación de la WRB cuenta con el respaldo científico

de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (hoy IUSS) y del Centro Internacional de Referencia e Información en Suelos (ISRIC), así como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Análisis para determinación de sitios de muestreo

El Muestreo de suelos fue realizado con base en la guía metodológica del Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía (INEGI). El muestreo de suelos con fines de clasificación se realiza después de que se han hecho los análisis de parámetros detallados en material cartográfico, como fotografías aéreas y/o imágenes de satélite, etc. y que, mediante técnicas fotogramétricas y computacionales, se ubican áreas aparentemente homogéneas a mayor o menor escala, en las que se precisan puntos de muestreo representativos. Para la determinación de sitios de muestreo se consideraron los siguientes elementos:

- Rastros topográficos; la imagen permite delimitar mediante el análisis de grandes geoformas y cambios del relieve, diferencias que ayudan a establecer límites parciales de polígonos. El reconocimiento de formas y objetos permite el trazo de fronteras edáficas con base en los elementos del paisaje que se identifican en la imagen, los rasgos paisajísticos cuyas propiedades espectrales, espaciales y temporales, reflejan de una manera los procesos formadores del suelo (aluvial, coluvial, residual, lacustre, volcánico, etc.). Se puede delimitar en primera instancia cambios topográficos abruptos con apoyo de la capa de curvas de nivel y los elementos identificables en la imagen de satélite como: sierras, mesetas, valles, meandros o cauces de ríos, formas volcánicas, sistemas de lomeríos, zonas de inundación, depresiones, antiguos vasos lacustre, zonas cársticas, llanuras, etc. Otro elemento de análisis son los patrones de drenaje ya que indican condiciones de topografía accidentada y los relacionamos con la dureza de la roca, textura del suelo, se encontraron áreas poco drenadas, hasta con diversas formas de drenaje, alineado, trenzado o cruzado, radial, ramificado, dendrítico; todos ellos proporcionan información que coadyuva en la delimitación de polígonos edafológicos.
- Fotointerpretación; con éste se tendrá un cuadro amplio sobre las características del suelo, se relaciona con la profundidad, humedad, textura, contenido materia orgánica y óxidos, etc. La textura de la imagen se refiere a todas aquellas manifestaciones que por su dimensión no se pueden definir claramente y que en forma conjunta se observan con aspectos (texturas) rugosos, suaves, alineados, manchados, esponjosos, moteados, trenzados, etc.
- Información Geológica; la geología, es uno de los factores formadores que están fuertemente ligados con las características físicas y químicas del suelo, además se puede inferir por el cambio litológico y el origen, las fronteras de algunos polígonos (ej. suelos lacustres, aluvial, derrames de lava, depósitos de cenizas, zonas arenosas o sobre calizas suelos calcáricos, etc.).
- Información de uso del suelo; los tipos de vegetación y de uso del suelo se relacionan con el contenido de materia orgánica, color, suelos salinos o arenosos, antrópicos, vegetación gipsófila o calcícola.
- Información de climas; se puede inferir la acidez o alcalinidad de los suelos, saturación con bases, discriminar la presencia de algunos tipos de suelo con base al tipo de clima o a los datos sobre precipitación total anual y temperatura media anual.

Preparación de trabajo en campo

- Elección del sitio de muestreo: Consiste en la selección del lugar más adecuado para llevar a cabo la apertura del pozo de estudio edafológico.
- Apertura del pozo: Una vez determinado el sitio de apertura, se delimita el área a excavar. Las proporciones del pozo edafológico deben permitir la observación de la cara principal o perfil del suelo lo mejor posible, la longitud del pozo está sujeta a la profundidad y a la pendiente del terreno. La profundidad se relaciona con la proximidad a la que se encuentre alguna limitante física como roca, cementación o nivel freático que impida continuar con el excavado.
- Esculpido: Con el pozo edafológico terminado se prosigue al esculpido del perfil, actividad que consiste en quitarle a la cara principal del pozo las marcas hechas por la herramienta empleada para la apertura de este.
- Toma de fotografías: Se tomaron fotografías de cada perfil de suelo o cara representativa además del paisaje adyacente al perfil y una imagen de la superficie del suelo con algún objeto de referencia, así como de algún detalle particular que se requiera resaltar del mismo.
- Descripción del perfil de Suelo: Actividad referente al registro de datos sobre lo observado en el perfil de suelo, es decir, recolecta de la descripción morfológica que presente el perfil, describiéndose cada una de las capas u horizontes encontrados en su interior.
- Cierre del pozo: Acción encaminada a proteger al suelo de sufrir erosión si se deja descubierto.

IV.3.1.3.3. Tipos de suelos

Antes de comenzar con un mayor análisis de los suelos que se han encontrado en el SA, se presentan los tipos de suelos de acuerdo con la clasificación de INEGI serie II con escala 1:250 000. En consideración a dicha clasificación los tipos de suelos que se presentan en el SA son, Regosol, Phaeozem, Leptosol y Cambisol. La superficie de cada una de las unidades de suelo de acuerdo con INEGI en el SA se encuentra en la **Tabla 4.13** y **Figura 4. 43**. El Leptosol se encuentra en la zona montañosa al norte del SA y al sur de este, mientras que el Phaeozem cubre la mayor parte de la zona central, como se observa en la **Figura 4. 44**.

Tabla 4.13 Tipos de suelos dominantes en la superficie del SA

Tipo de suelo	Superficie en el SA (ha)	Porcentaje en el SA (%)
Regosol	594.8774	14.0434
Phaeozem	2138.1194	50.4751
Leptosol	1473.4543	34.7842
Cambisol	29.5316	0.6973
Total	4235.9827	100



Figura 4. 43 Tipos de suelos en la superficie del SA

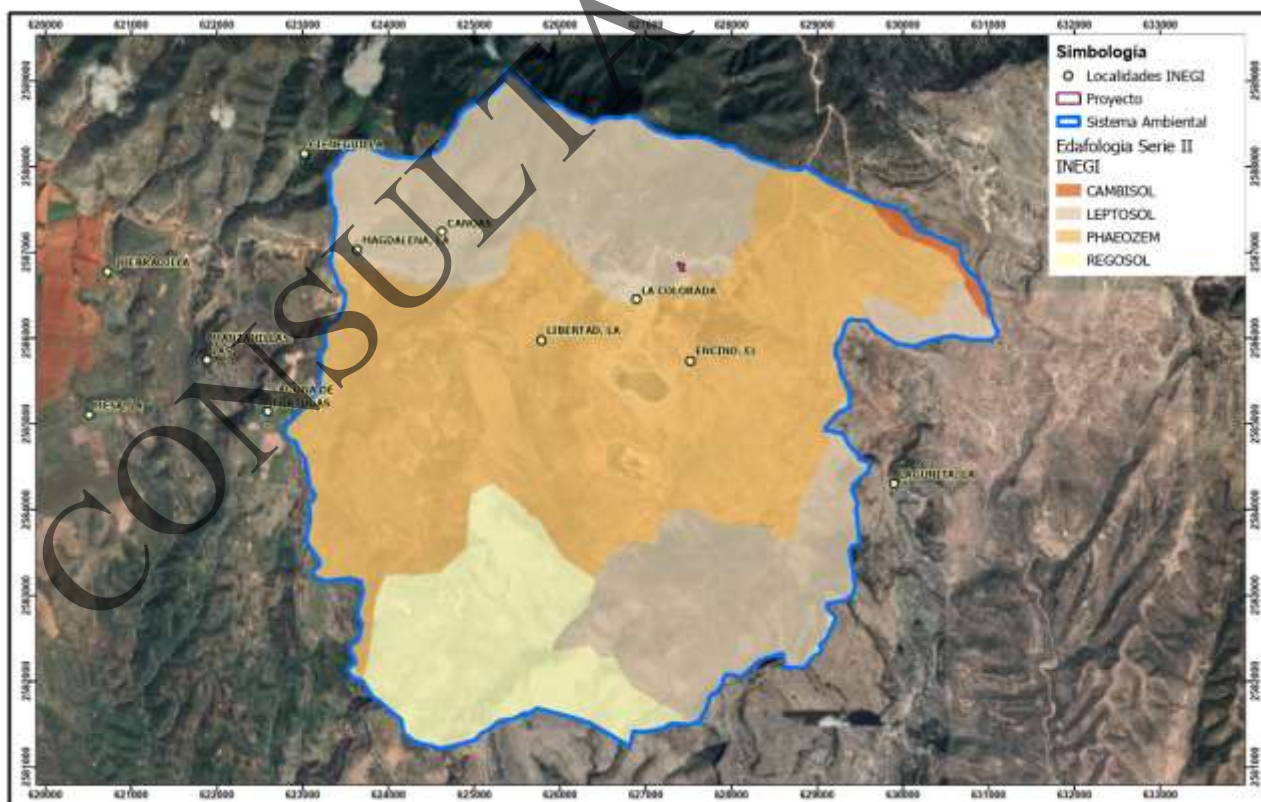


Figura 4. 44 Edafología serie II, INEGI

En el 2014 se muestrearon 10 sitios, al igual que en 2021, mientras que en 2022 se realizaron muestreos en 6 sitios y en 2023 en 12 sitios. En la Tabla 4.14 **Clasificación de suelos de acuerdo con WRB** se presenta los puntos de suelo muestreados y en consideración a la clasificación del sistema WRB; los tipos de suelo que se cataloga en cada sitio, así mismo en la Figura 4. 45 se muestra su ubicación geográfica.

Tabla 4.14 Clasificación de suelos de acuerdo con WRB

ID Punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS84-13N		Clasificación de suelos WRB		Textura del suelo
	X	Y	Clave	Nombre de suelo	
P1-2014	626598	2584803	CMdycep/2	Cambisol districo epiarcílico	Media
P2-2014	627476	2584315	CMvr dy/2	Cambisol vértico districo	Media
P3-2014	626763	2583834	PHel/2	Phaeozem epiléptico	Media
P4-2014	626172	2584074	LVce/3	Luvisol arcílico	Fina
P5-2014	627095	2586983	CMsk/2	Cambisol esquelético	Media
P6-2014	626559	2585850	LVhu/2	Luvisol húmico	Media
P7-2014	625445	2586897	CMcc/2	Cambisol cálcico	Media
P8-2014	625244	2587812	CMcc/2	Cambisol cálcico	Media
P9-2014	626064	2586855	LPsk/1	Leptosol esquelético	Gruesa
P10-2014	627654	2585856	RGha/2	Regosol háplico	Media
P1-2021	626302	2584677	PHha(cr)/2	Phaeozem háplico (Crómico)	Media
P2-2021	626358	2584790	LPhk/2	Leptosol hiperesquelético	Media
P3-2021	626633	2585162	CMha(cr)/2	Cambisol háplico (Crómico)	Media
P4-2021	627609	2584682	LVha(hucr)/2	Luvisol háplico (Húmico, crómico)	Media
P5-2021	626441	2585815	CMha(ccr)/2	Cambisol háplico (Arcílico, crómico)	Media
P6-2021	627244	2584657	LVha(hucecr)/2	Luvisol háplico (Húmico, arcílico, crómico)	Media
P7-2021	626453	2586197	LPhk(hu)/2	Leptosol hiperesquelético (húmico)	Media
P8-2021	627132	2585742	LPha(hu)/2	Leptosol háplico (Húmico)	Media
P9-2021	625071	2587816	KSec(sk)/2	Kastanozem cálcico (esquelético)	Media
P10-2021	625782	2586866	LVha(husker)/2	Luvisol háplico (húmico, esquelético, crómico)	Media



ID Punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS84-13N		Clasificación de suelos WRB		Textura del suelo
	X	Y	Clave	Nombre de suelo	
P1-2022	627944	2587034	LVvr/3	Luvisol vértico	Fina
P2-2022	627983	2586706	LPli/3	Leptosol lítico	Fina
P3-2022	626641	2586988	CMsk/3	Cambisol esquelético	Fina
P4-2022	629166	2586534	RGha(skce)/3	Regosol háplico esquelético arcílico	Fina
P5-2022	628659	2587393	CMha(sk)/3	Cambisol háplico esquelético	Fina
P6-2022	628182	2586522	RGle/3	Regosol léptico	Fina
P1-2023	627098	2584273	CMvr/2	Cambisol vértico	Media
P2-2023	626283	2584460	RGha/2	Regosol háplico	Media
P3-2023	629624	2586953	CMha/2	Cambisol háplico	Media
P4-2023	625088	2585397	LPli/2	Leptosol lítico	Media
P5-2023	624952	2585738	RGha/2	Regosol háplico	Media
P6-2023	625196	2584022	LPha/3	Leptosol háplico	Fina
P7-2023	624925	2584667	LPha/2	Leptosol háplico	Media
P8-2023	625700	2584679	CMsk/2	Cambisol esquelético	Media
P9-2023	627597	2585567	RGha/2	Regosol háplico	Media
P10-2023	624599	2586343	RGha/2	Regosol háplico	Media
P11-2023	626020	2582613	RGha/2	Regosol háplico	Media
P12-2023	624509	2586725	RGha/2	Regosol háplico	Media

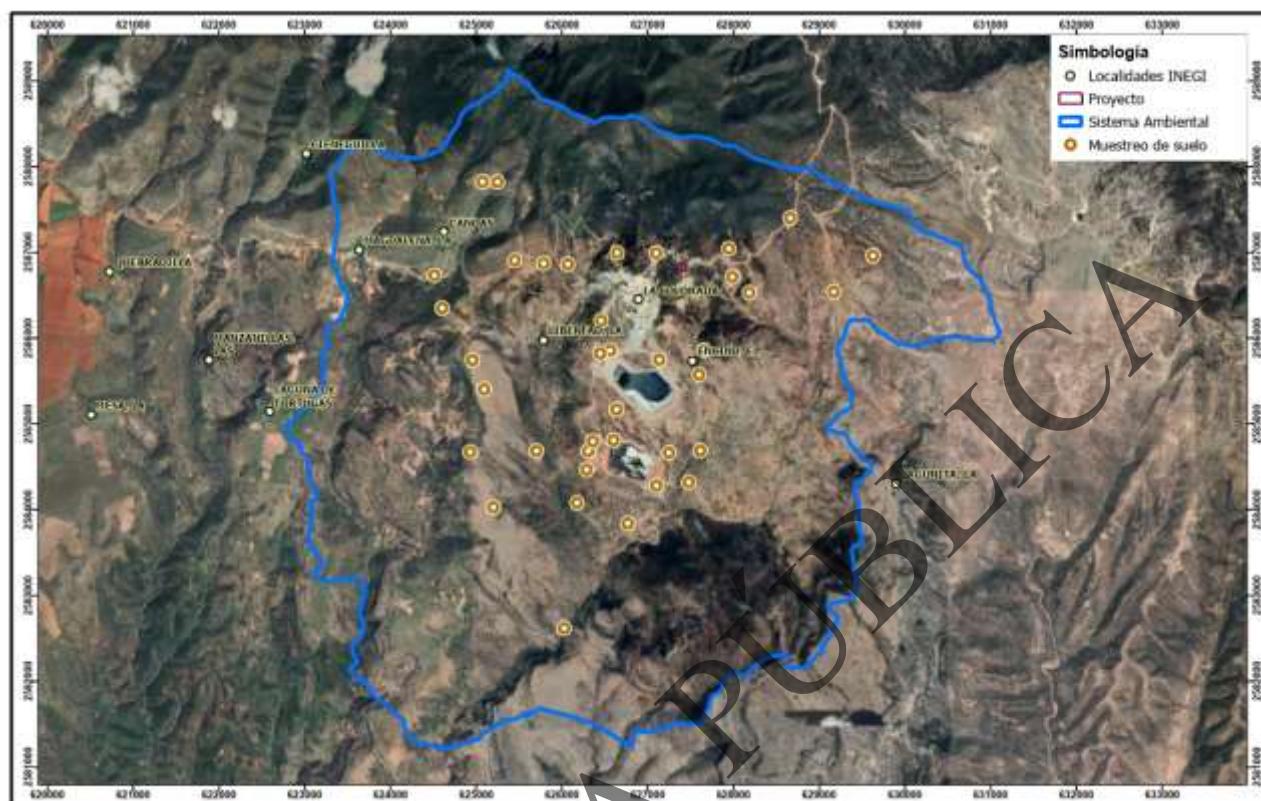


Figura 4. 45 Ubicación geográfica de los puntos de muestreo edafológico en el SA

A continuación, se presenta la descripción de los tipos de suelos encontrados en el SA de acuerdo con la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB).

Cambisol (CM)

Suelos jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima, excepto en zonas áridas. En el subsuelo se puede apreciar diferencia a simple vista en color y textura a la capa superficial. La capa superficial puede ser oscura, con más de 25 cm de espesor, pero en nutrientes y en ocasiones no existe.

Phaeozem (PH)

Suelos que se presentan en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas y zonas muy desérticas. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave rica en materia orgánica y en nutrientes.

Leptosol (LP)

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

Luvisol (LV)

Suelos con acumulación de arcilla en el subsuelo. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser oscuros.

Regosoles (RG)

Los Regosoles son todos aquellos suelos que por tener poco desarrollo edáfico por lo que no fueron clasificados en algún grupo de suelo, por lo que se clasifican en este grupo, siendo el grupo residual del sistema de clasificación WRB, por lo tanto, no tiene características relevantes para su diagnóstico.

Calificadores

A continuación, se presentan los calificadores que detallan las propiedades de los tipos de suelos encontrados en el SA.

Arcílico (ce): que tiene una textura arcillosa en una capa, de 30 cm o más de espesor, dentro de 100 cm de la superficie del suelo.

Cálcico (cc): que tiene un horizonte cálcico o concentraciones de carbonatos secundarios que comienzan dentro de los 100 cm de la superficie del suelo.

Crómico (cr): que tiene dentro de 150 cm de la superficie del suelo una capa subsuperficial, de 30 cm o más de espesor, que tiene un color Munsell con un matiz más rojo que 7.5 YR y un croma de más de 4, ambos en húmedo.

Dístrico (dy): que tiene una saturación con bases (por NH_4OAc 1 M) menor de 50 por ciento en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, o en Leptosoles, en una capa, de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua, si la roca continua comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.

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

Esquelético (sk): con más de 40% del volumen de la matriz del suelo de fragmentos gruesos (<2 mm): gravas, guijarros o piedras.

Epiarcílico (cep): que tiene una textura arcillosa en una capa, de 30 cm o más de espesor, dentro de 50 cm de la superficie del suelo.

Háplico (ha): que tiene una expresión típica de ciertos rasgos (típica en el sentido de que no hay una caracterización adicional o significativa).

Hiperesquelético (hk): que contiene menos de 20 por ciento (en volumen) de tierra fina promediado en una profundidad de 75 cm de la superficie del suelo o hasta roca continua, lo que este a menor profundidad.

Húmico (hu): suelos que contienen un alto porcentaje de carbón orgánico, para los Leptosoles mayor del 2% en todo su espesor, para el resto de los grupos de suelos, más de 1% en los primeros 50 cm desde la superficie del suelo.

Léptico (le): que tiene roca continua que comienza dentro de 100 cm de superficie del suelo.

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

Vértico (vr): horizonte subsuperficial arcilloso que, como resultado de expansión y contracción, presenta superficies pulidas y agregados estructural en forma de cuña.

Para conocer las características físicas y químicas de los puntos de muestreo, se presenta en el Anexo 4.7. la descripción de los perfiles de suelo, con información general del sitio y la descripción morfológica de los perfiles muestreados.

IV.3.1.3.4. Degradación del suelo

De acuerdo con información vectorial de degradación de INEGI con escala 1:250 000, en la mayor parte de la superficie del SA el principal tipo de degradación del suelo es la erosión con deformación del terreno, clasificada como fuerte; únicamente la zona montañosa al norte del SA no presenta degradación (Figura 4. 46). La principal si causa corresponde a la deforestación y remoción de la vegetación. El único tipo de erosión identificado en la superficie del SA de acuerdo con INEGI y corroborado con trabajos de campo, es la hídrica, por lo cual se detalló más en el análisis de erosión hídrica aplicando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS).

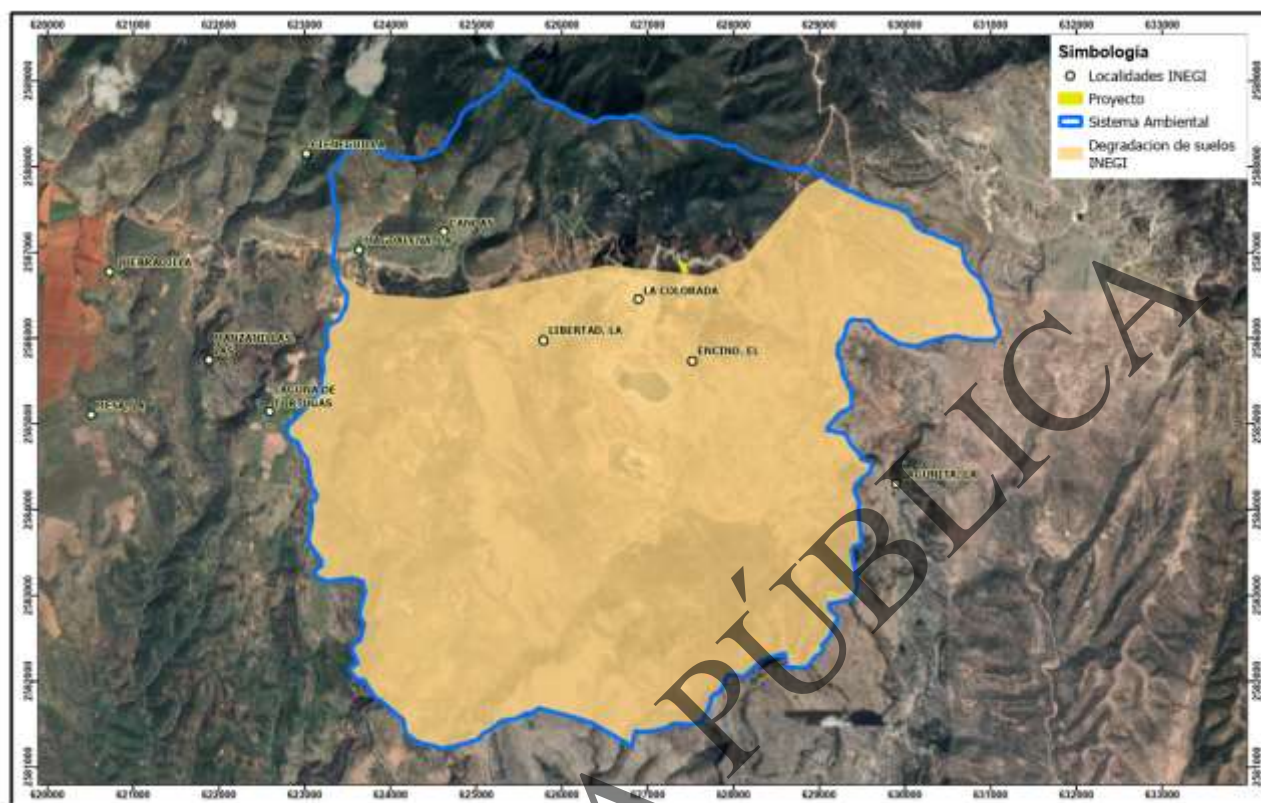


Figura 4. 46 Degradación del suelo en el SA

IV.3.1.3.5. Análisis de erosión hídrica

La metodología utilizada para calcular la pérdida de suelo anual por erosión hídrica se basa en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS):

$$E = R \times K \times LS \times C \times P$$

Donde:

E representa la pérdida anual de suelo en $[ton / ha]$.

R representa la erosividad de la lluvia en $[Mj mm / ha h]$.

K representa la erosionabilidad del suelo en $[ton h / Mj \cdot mm]$.

LS representa el factor topográfico longitud-pendiente $[adimensional]$.

C representa el factor de cubierta vegetal $[adimensional]$.

P representa el factor de prácticas de conservación de suelos $[adimensional]$.

A continuación, se describe a detalle el procedimiento realizado para obtener cada uno de los componentes de la EUPS. Para utilizar este modelo de forma práctica y funcional se utilizaron algunos datos preexistentes de la bibliografía que se han obtenido en distintas investigaciones aplicadas al territorio nacional.

Erosividad de la lluvia (Factor R)

La erosividad de la lluvia representa la energía con la que las gotas de lluvia que caen a una determinada intensidad pueden romper los agregados superficiales en partículas de suelo de tamaño transportable (Benayas Polo, 2019).

La erosividad es función de la energía cinética y de la intensidad de la precipitación. La primera relaciona la masa y la velocidad de caída de las gotas y la segunda relaciona la cantidad y la duración. Por lo tanto, se trata de un parámetro complejo de calcular (Benayas Polo, 2019).

Cortés (1991), a través del análisis de 53 estaciones meteorológicas propuso 14 regiones dentro de la República Mexicana en las cuales, dependiendo de la región, se aplica un modelo de regresión distinto a partir de la precipitación media anual para estimar la erosividad de la lluvia.

Para estimar la precipitación media anual dentro del Sistema Ambiental se consultó el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para obtener las estaciones meteorológicas más cercanas al área de estudio, en la **Figura 4. 47** se presenta la ubicación y la identificación de las estaciones utilizadas.

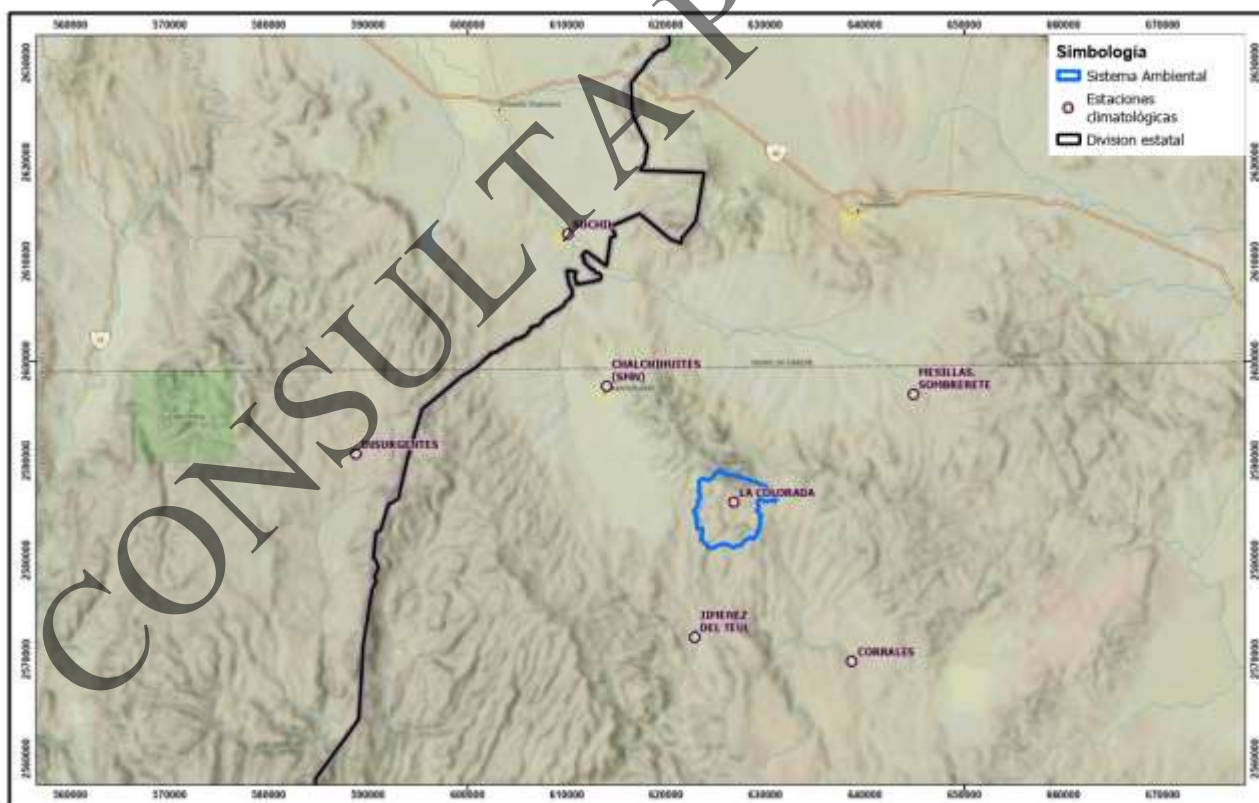


Figura 4. 47 Estaciones meteorológicas cercanas al SA

En la siguiente tabla se muestra la ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas utilizadas para el análisis.

Tabla 4.15 Clasificación de suelos de acuerdo con WRB

ID	Nombre	Zona 13		Elevación (msnm)
		X	Y	
32134	Milpillas de la sierra	635179	2554445	2,371
32027	Jiménez del teul	622880	2572301	1,924
32123	Mesillas, sombrerete	644894	2596679	2,181
32065	Chalchihuites (SMN)	613988	2597512	2,313
10081	Súchil	610110	2612834	2,000
10034	Insurgentes	588767	2590682	2,246
32108	Corrales	638747	2569813	2,256
10001	La Colorada*	626839	2585877	1,950

*Datos de estación meteorológica de Mina La Colorada

Posteriormente, se determinó en cuál de las 14 regiones de erosividad propuestas por Cortés (1991) se encontraba cada una de las estaciones y se les aplicó su regresión lineal correspondiente. En la Tabla 4.16 se muestran las ecuaciones correspondientes a la regresión de cada región junto con su respectivo coeficiente de determinación.

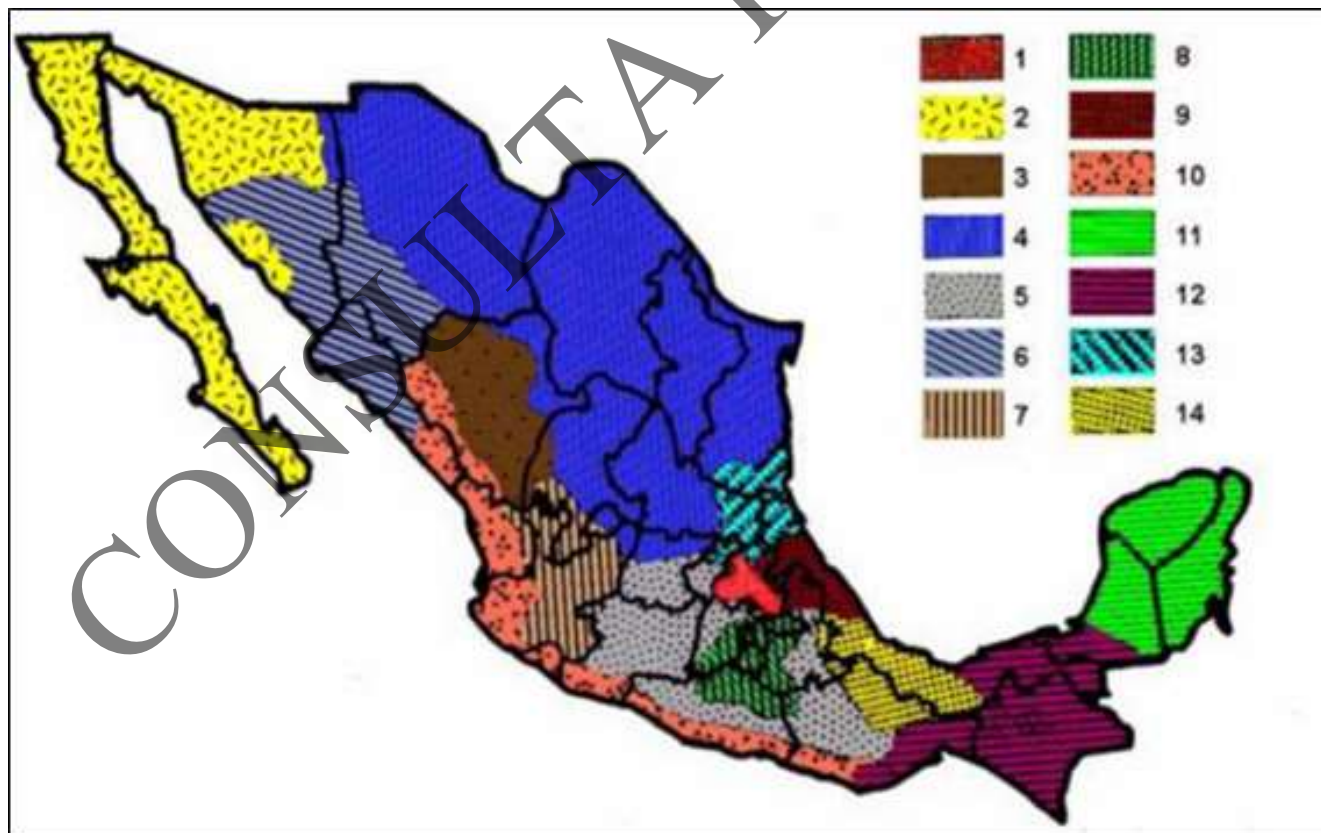


Figura 4. 48 Regiones de erosividad propuestas por Cortés (1991)

Debido a que todas las estaciones meteorológicas se encuentran dentro de la Región III de erosividad, se utilizó la misma regresión para todas.

Tabla 4.16 Modelos de erosividad de la lluvia, Cortés 1991 (R)

Región	Modelo	R ²
I	$1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$-0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$1.5005P + 0.002640P^2$	0.95
P corresponde a la precipitación media anual en milímetros (mm)		

Como se observa en la tabla anterior que la región en la que se ubica el proyecto es la Región III, por lo que se procedió a calcular la erosividad de la lluvia anual para cada estación, utilizando los datos de la Tabla 4.17 y el modelo de regresión correspondiente:

$$\text{Factor } R = 3.6752P + 0.001720 P^2$$

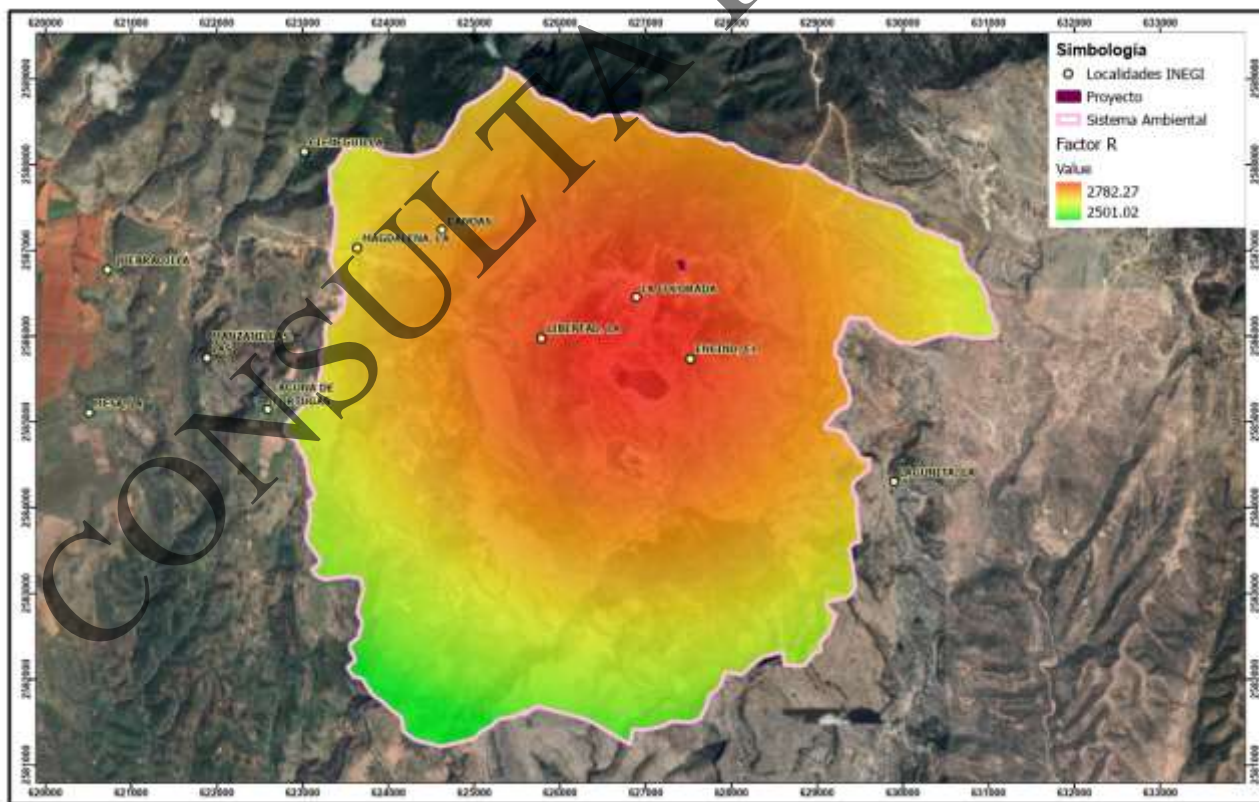
En la Tabla 4.17 se presenta el resultado del modelo aplicado a cada una de las estaciones.

Tabla 4.17 Factor R calculado para cada estación

ID	Nombre	Precipitación anual (mm)	Factor R
32134	Milpillas de la Sierra	465.0	1972.99
32027	Jiménez del teul	468.3	1991.60
32123	Mesillas, sombrerete	444.2	1857.18
32065	Chalchihuites (SMN)	547.5	2457.78
10081	Súchil	455.3	1918.66
10034	Insurgentes	379.2	1511.89
32108	Corrales	487.1	2098.87
10001	La Colorada*	599.2	2782.27

*Datos de estación meteorológica de Mina La Colorada

Utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG), se realizó una interpolación para conocer la distribución del valor del Factor R dentro del SA. En la Figura 4. 49 se presenta el resultado de la interpolación dentro del SA.


Figura 4. 49 Factor R en el SA

Factor K

La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo y, en especial, del tamaño de los agregados y de la permeabilidad.

Para la estimación de este factor se utilizó la información edafológica más reciente del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI): Conjunto de datos de Perfiles de suelos Escala 1:250 000. Serie II (Continuo Nacional) y se utilizó la metodología planteada por Montes-León *et al* (2011), donde se emplea la clasificación de suelos del WRB (World Reference Base for Soil Resources), reporte número 84 (FAO, 2006), publicado por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo (SICS), del Centro Internacional de Referencia e Información de Suelos (ISRIC por sus siglas en inglés) y de la FAO, en Roma, Italia, en el año 1999, adaptado por el INEGI, para las condiciones ambientales de México (Montes-Leon *et al*, 2011). De acuerdo con esta metodología, a partir del tipo de suelo y de su textura se asigna el Factor K.

En la Tabla 4.18 se muestran los valores del Factor K dependiendo del tipo de suelo en la clasificación WRB y la textura.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4.18 Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función del tipo de suelo y textura (Montes-León et al., 2011)

Tipo de suelo	Textura		
	Gruesa	Media	Fina
AC	0.026	0.04	0.013
AL	0.026	0.04	0.013
AN	0.026	0.04	0.013
AR	0.013	0.02	0.007
CH	0.013	0.02	0.007
CL	0.053	0.079	0.026
CM	0.026	0.04	0.013
DU	0.053	0.079	0.026
FL	0.026	0.04	0.013
FR	0.013	0.02	0.007
GL	0.026	0.04	0.013
GY	0.053	0.079	0.026
HS	0.053	0.02	0.007
KS	0.026	0.04	0.013
LP	0.013	0.02	0.007
LV	0.026	0.04	0.013
LX	0.013	0.02	0.007
NT	0.013	0.02	0.007
PH	0.013	0.02	0.007
PL	0.053	0.079	0.026
PT	0.026	0.04	0.013
RG	0.026	0.04	0.013
SC	0.026	0.04	0.013
SN	0.053	0.079	0.026
UM	0.026	0.04	0.013
VR	0.053	0.079	0.026

Para detallar más la información edafológica se realizaron visitas al sitio y se tomaron muestras de suelo y descripción de los perfiles. A partir de la información recabada, se le asignó un valor del Factor K a cada una de las clasificaciones de suelo presentes en el Sistema Ambiental. En la **Figura 4. 50** se presenta la distribución final del factor K dentro del SA.

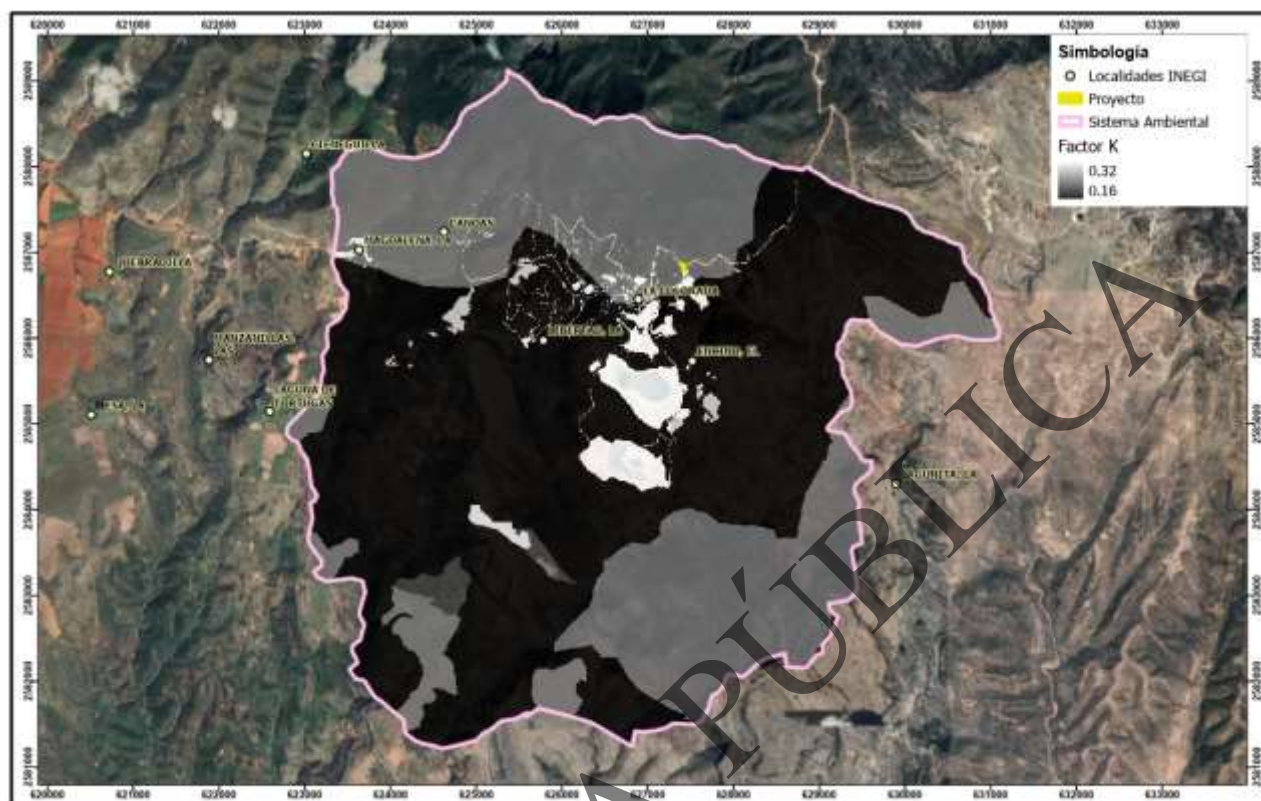


Figura 4. 50 Distribución espacial del Factor K en el SA

Factor Topografía – Longitud – Pendiente “LS”

El efecto de la topografía en la erosión hídrica de suelos de la EUPS tiene dos componentes; el factor de longitud de ladera (L) y el factor de inclinación de la pendiente (S). Para este análisis, se utilizó la fórmula de Moore & Burch (1986) para el cálculo en SIG.

$$\text{Factor LS} = \left(\frac{(\text{Factor L}) * (\text{Tamaño de celda})}{22.13} \right)^{0.4} \times \left(\frac{\sin(\text{Factor S})}{0.0896} \right)^{1.3}$$

Donde:

Factor L es la longitud de ladera.

Tamaño de celda es la longitud del tamaño de un lado de las celdas de la capa ráster.

Factor S es la pendiente del terreno en radianes.

Pendiente en radianes (Factor S)

Para obtener el Factor S se requiere de un Modelo Digital de Elevación (MDE) de la superficie dentro del Sistema Ambiental, utilizando este MDE se obtiene el modelo de pendientes en grados y los valores se convierten a radianes.

El modelo final de pendientes en radianes (Factor S) se presenta en la **Figura 4. 51**.

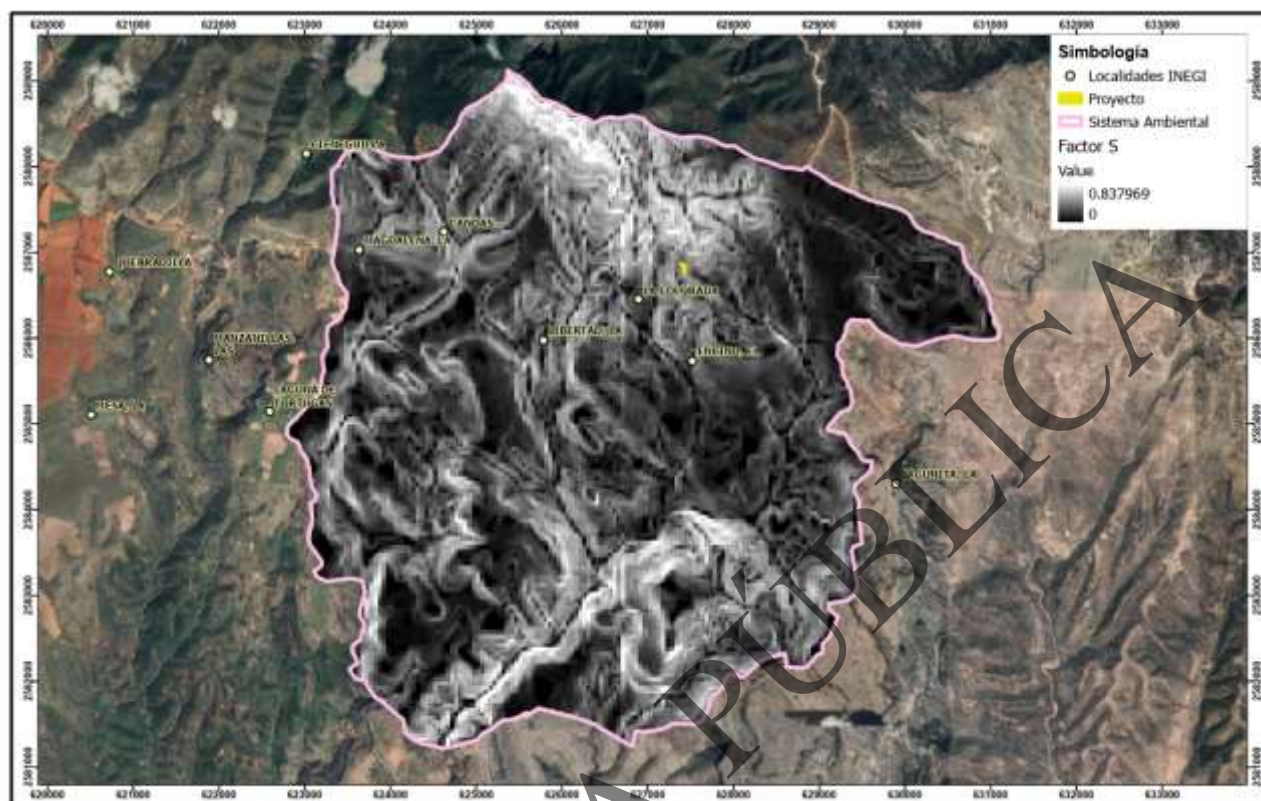


Figura 4. 51 Factor S (radianes) en el SA

Longitud de ladera (Factor L)

El cálculo de la longitud de ladera se realiza en base al ráster de acumulación de flujo. Este mapa de acumulación de flujo representa las celdas en las que se acumula el agua al fluir desde las celdas con mayor valor de altitud (Benayas Polo, 2019).

Para obtener el ráster de acumulación de flujo, se trabajó nuevamente con el ráster del modelo digital de elevación. Primero, se realizó el relleno de sumideros, posteriormente se obtuvo el mapa de direcciones de flujo y, finalmente, se obtuvo la capa de acumulación de flujo como se muestra en el siguiente diagrama:

MDE → Relleno de sumideros → Dirección de flujo → Acumulación de flujo

Un sumidero es una celda o un conjunto de celdas conectadas espacialmente a la que no se le puede asignar una dirección de flujo, por lo tanto, para garantizar la representación correcta de cuencas y arroyos hay que realizar el relleno de sumideros (Benayas Polo, 2019).

A partir de un MDE que contiene los datos de altitud de cada celda, se obtiene la dirección que seguirá el flujo y se le asigna un valor concreto en función de la dirección que presenta (Benayas Polo, 2019). La dirección de flujo está determinada por la dirección del descenso más empinado, o la caída máxima, desde cada celda.

El mapa de acumulación de flujo permite conocer cuáles son las celdas en las que se acumula el agua al fluir desde las celdas con mayor valor de altitud. Así, las celdas con acumulación de flujo altas serán áreas donde el flujo se concentra, y las celdas con valores de acumulación de flujo igual a 0 serán alturas topográficas locales (Benayas Polo, 2019).

La fórmula para obtener el Factor LS implica que hay que multiplicar la acumulación de flujo por el tamaño de la celda, lo que representa la longitud de escurrimiento, Benayas (2019) propone que la longitud máxima de escurrimiento sea de 250 metros, por lo que el valor máximo de la acumulación de flujo fue corregida para no sobrepasar esta longitud.

El modelo final de longitud de ladera se presenta en la **Figura 4. 52**.



Figura 4. 52 Factor L en el SA

Factor topográfico (Factor LS)

Finalmente, se sustituyeron las variables en la ecuación para calcular el Factor LS. En la **Figura 4. 53** se presenta el ráster final:

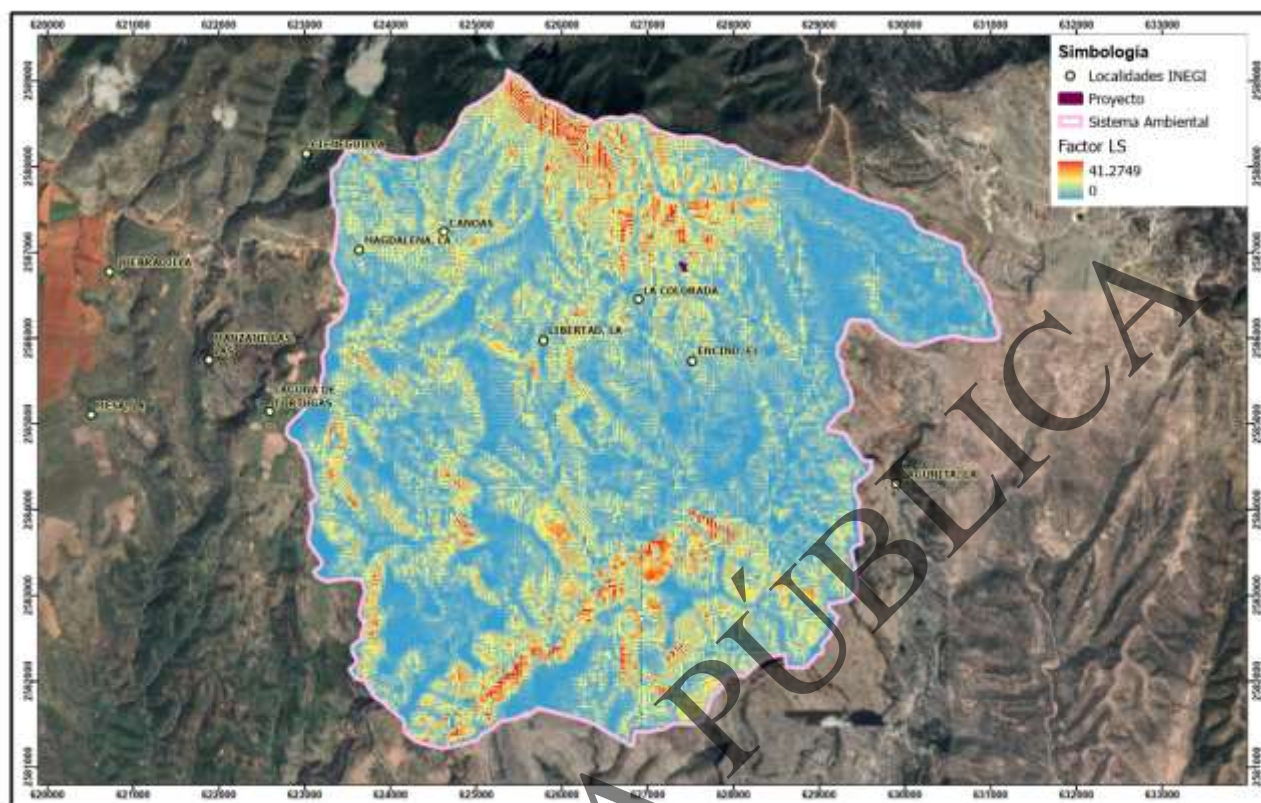


Figura 4. 53 Factor LS en el SA

Factor por la cubierta vegetal "C"

El factor C representa la efectividad de las plantas como cubierta protectora del suelo frente a la energía de impacto de las gotas de lluvia y a la fuerza del flujo superficial (Benayas Polo, 2019). Para el cálculo de este factor, se clasifica el tipo de vegetación y la cobertura de suelo de acuerdo con la Tabla 4.19, propuesta por Wischmeier & Smith (1978) La tabla clasifica al tipo de vegetación de acuerdo con el porcentaje de cobertura que presenta un área determinada y el porcentaje de suelo cubierto por hierbas.

Tabla 4.19 Clasificación del factor C (Wischmeier & Smith, 1978)

Cubierta de copas		% cubierta (3)	Tipo (4)	Cubierta en contacto con el suelo Porcentaje suelo cubierto					
Tipo y altura (2)				0	20	40	60	80	+95
No apreciable.			G	0,45	0,20	0,10	0,042	0,013	0,003
			W	0,45	0,24	0,15	0,091	0,043	0,011
Herbáceas altas o matorral bajo, con altura media de caída de la gota de lluvia 0,5 m.		25	G	0,36	0,17	0,09	0,038	0,013	0,003
			W	0,36	0,20	0,13	0,083	0,041	0,011
		50	G	0,26	0,13	0,07	0,035	0,012	0,003
			W	0,26	0,16	0,11	0,076	0,039	0,011
		75	G	0,17	0,10	0,06	0,032	0,011	0,003
			W	0,17	0,12	0,09	0,068	0,038	0,011
Apreciable cubierta de matorral y arbustos con una altura media de caída de la gota de lluvia de 2 m.		25	G	0,40	0,18	0,09	0,040	0,013	0,003
			W	0,40	0,22	0,14	0,087	0,042	0,011
		50	G	0,34	0,16	0,08	0,038	0,012	0,003
			W	0,34	0,19	0,13	0,082	0,041	0,011
		75	G	0,28	0,14	0,08	0,036	0,012	0,003
			W	0,28	0,17	0,12	0,078	0,040	0,011
Arboles, pero sin cubierta apreciable de matorral. Altura media de caída de la gota de lluvia de 4-5 m.		25	G	0,42	0,19	0,10	0,041	0,013	0,003
			W	0,42	0,23	0,14	0,089	0,042	0,011
		50	G	0,39	0,18	0,09	0,040	0,013	0,003
			W	0,39	0,21	0,14	0,087	0,042	0,011
		75	G	0,36	0,17	0,09	0,039	0,012	0,003
			W	0,36	0,20	0,13	0,084	0,041	0,011

(1) Los valores de C asumen que la vegetación presenta una distribución aleatoria sobre el suelo.
(2) La altura de copas se mide como altura media de caída de las gotas de lluvia desde la parte aérea de la vegetación. El efecto de las copas es inversamente proporcional a dicha altura media de caída de las gotas de lluvia, siendo nulo si ésta es mayor de 10 m.
(3) Porción de superficie que quedaría oculta por las copas en una proyección vertical de éstas.
(4) G: Cubierta sobre el suelo de césped o similares, restos vegetales en descomposición o humus de al menos 5 cm de espesor.
W: Cubierta sobre el suelo de herbáceas de hoja ancha, con escasa extensión lateral de su sistema radical, o residuos vegetales sin descomponer.

Para determinar la cobertura por tipo de vegetación dentro del Sistema Ambiental, y poder clasificar los valores para el cálculo del factor C, se siguió el método de clasificación no supervisada mediante Sistemas de Información Geográfica, el cual se describe brevemente a continuación.

El método consiste en clasificar el uso de suelo y vegetación por medio de apreciación visual a través del color de bandas en una imagen satelital. Así, y utilizando la clasificación espectral de la vegetación, finalmente se obtiene la clasificación de cobertura por uso de suelo y vegetación.

Posteriormente, utilizando lo descrito en la Tabla 4.19, se puede asignar los valores para obtener el factor C dentro del Sistema Ambiental, la capa ráster generada se muestra en la Figura 4. 54.



Figura 4. 54 Factor C en el SA

Factor por prácticas de conservación de suelos “P”

Como última alternativa para reducir la erosión de los suelos se tiene el uso de las prácticas de conservación de suelos para que se puedan alcanzar las pérdidas de suelo máximas permisibles.

El factor P se estima comparando las pérdidas de suelo de un lote con prácticas de conservación y un lote desnudo y el valor que se obtiene varía de 0 a 1. Si el valor de P es cercano a 0, entonces hay una gran eficiencia en la obra o práctica seleccionada y si el valor es cercano a 1, entonces la eficiencia de la obra es muy baja para reducir la erosión.

Al no existir prácticas de conservación significativas dentro del área del SA, se asignó el valor de 1 a toda la superficie.

Erosión hídrica actual

Después de obtener todos los valores requeridos de la EUPS para obtener la pérdida de suelo por erosión hídrica, se aplicó la fórmula mediante SIG para obtener la pérdida de suelo dentro del Sistema Ambiental. Recordando la EUPS:

$$E = R \times K \times LS \times C \times P$$

E representa la pérdida anual de suelo en $[ton / ha]$.
 R representa la erosividad de la lluvia en $[Mj\ mm / ha\ h]$.
 K representa la erosionabilidad del suelo en $[ton\ h / Mj\cdot mm]$.
 LS representa el factor topográfico longitud-pendiente $[adimensional]$.
 C representa el factor de cubierta vegetal $[adimensional]$.
 P representa el factor de prácticas de conservación de suelos $[adimensional]$.

Simbología

- Localidades INEGI
- Proyecto
- Sistema Ambiental

Modelo de Erosión Hídrica

Value

- Nula (menor a 5)
- Ligera (5 - 10)
- Moderada (10 - 50)
- Alta (50 - 200)

Figura 4. 55 Modelo de erosión hídrica actual en el SA

Tabla 4.20 Tasas de erosión hídrica actual en el Sistema Ambiental

Grado de erosión	Tasa de erosión (ton / ha / año)	Superficie del SA (ha)	Superficie del SA (%)
Nula	< 5	3473.31	82.0%
Ligera	5 - 10	380.16	9.0%
Moderada	10 - 50	198.85	4.7%
Alta	50 - 200	14.57	0.3%
Muy Alta	> 200	0	0%
Medio Antrópico	NA	169.1	4.0%
Total		4235.98	100.00%

IV.3.1.4. Hidrología

IV.3.1.4.1. Contexto hidrológico

De acuerdo con trabajos realizados por la CONAGUA, INEGI e INECC (antes INE), se han identificado 1,471 cuencas hidrográficas en el país, las cuales se han agrupado y/o subdividido en cuencas hidrológicas. Dichas cuencas se encuentran organizadas en 37 Regiones Hidrológicas, que a su vez se agrupan en 13 Regiones Hidrológicas-Administrativas (RHA). El SA del Proyecto, se encuentra ubicado dentro de dos regiones hidrológicas: Lerma-Santiago y Presidio-San Pedro. La mayor parte de la superficie se encuentra dentro de la Región Hidrológica Lerma-Santiago mientras que una pequeña porción al norte en la Sierra Prieta corresponde a la Región Hidrológica Presidio-San Pedro.

La Región Hidrológica N° 12 denominada Lerma-Santiago comprende parte de los estados de Jalisco, Aguascalientes, Zacatecas, Nayarit, Michoacán, Guanajuato, San Luis Potosí, Durango, Querétaro y el Estado de México. Esta Región Hidrológica a su vez se encuentra conformada por distintas cuencas hidrológicas entre ellas la cuenca del Río Huaynamota en la cual se encuentra la mayor parte del SA del Proyecto, esta, drena hacia la cuenca del Río Santiago siendo el Río Huaynamota el principal afluente de este. La cuenca del Río Huaynamota drena un área de 17,765.78 km² y esta a su vez es dividida en algunas subcuencas, el SA del Proyecto se encuentra ubicada específicamente dentro de la subcuenca del Río San Andrés, la cual drena un área total de 1,647.35 km².

La Región Hidrológica Presidio-San Pedro (RH11) abarca parte de los estados de Durango, Zacatecas, Sinaloa y Nayarit. La porción norte del SA se encuentra ubicada en esta región hidrológica y forma parte de la cuenca del Río San Pedro, específicamente en la subcuenca del Río Súchil. La cuenca del Río San Pedro drena un área de 29,366.53 km² y la subcuenca del Río Súchil un área de 2,092.15 km².

Enseguida se presenta la Figura 4. 56, donde se representa la ubicación del SA dentro del contexto hidrológico nacional.

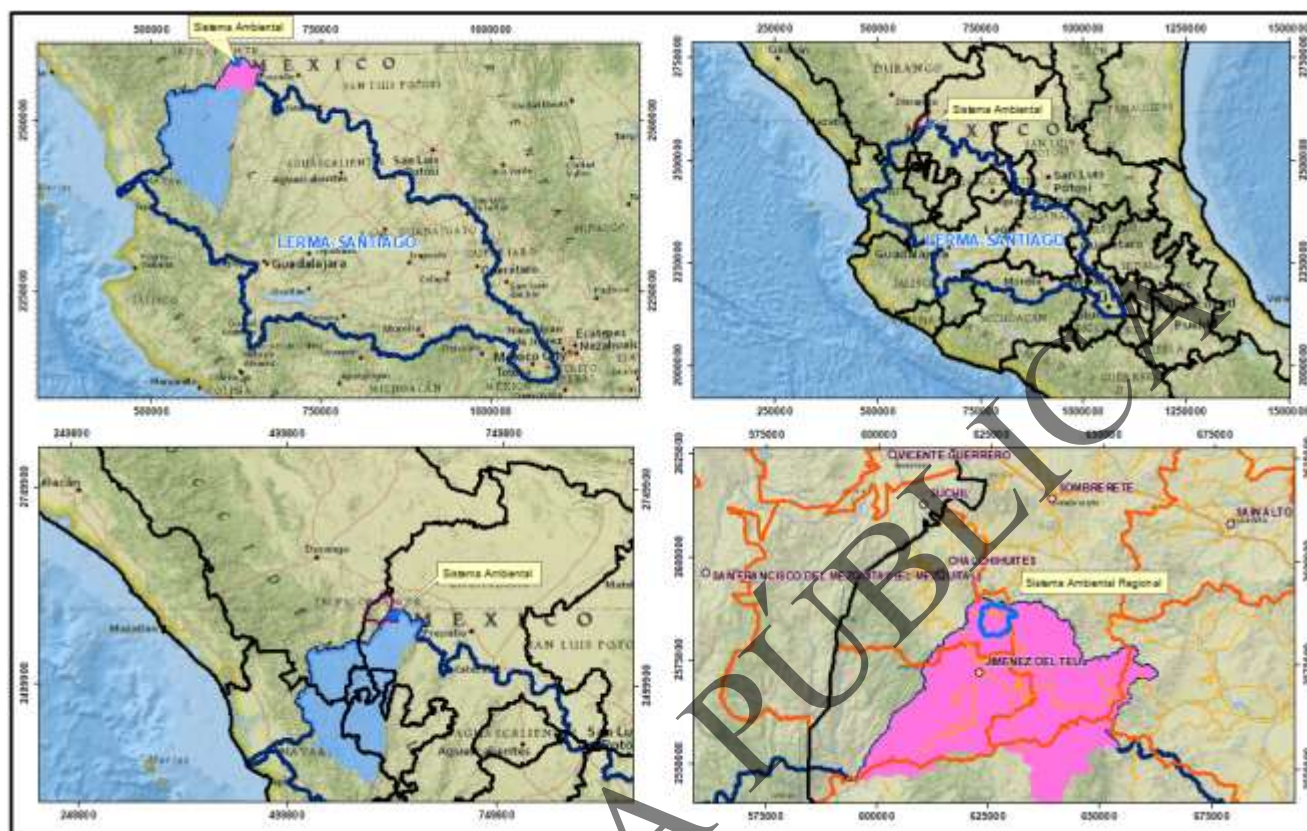


Figura 4. 56 Ubicación del SA dentro del contexto hidrológico nacional

IV.3.1.4.2. Hidrografía

La hidrología superficial dentro del Sistema Ambiental (SA) se caracteriza por la presencia de arroyos intermitentes que se originan a partir de las zonas altas de la Sierra Prieta situada al límite Norte del SA y fluyen hacia el Sur. Todos los arroyos presentan escurrimientos durante el temporal de lluvias, sin embargo, actualmente el arroyo “Candelaria” presenta un flujo constante de agua en consecuencia a la liberación de agua de laboreo de la Mina La Colorada, la cual recibe un tratamiento en la “Planta San Fermín” antes de ser liberada hacia el arroyo.

En la Figura 4. 58 se muestra el modelo de corrientes de INEGI 1:50,000; en el cual se aprecia la red de escurrimientos intermitentes que se forman para drenar el agua de lluvia desde las partes altas al norte del SA, además se puede observar que el tipo de drenaje de la cuenca es del tipo dendrítico. De acuerdo con el SIATL los arroyos principales son el Canoas, Candelaria, Colorado, La Colorada y Cerro Colorado.

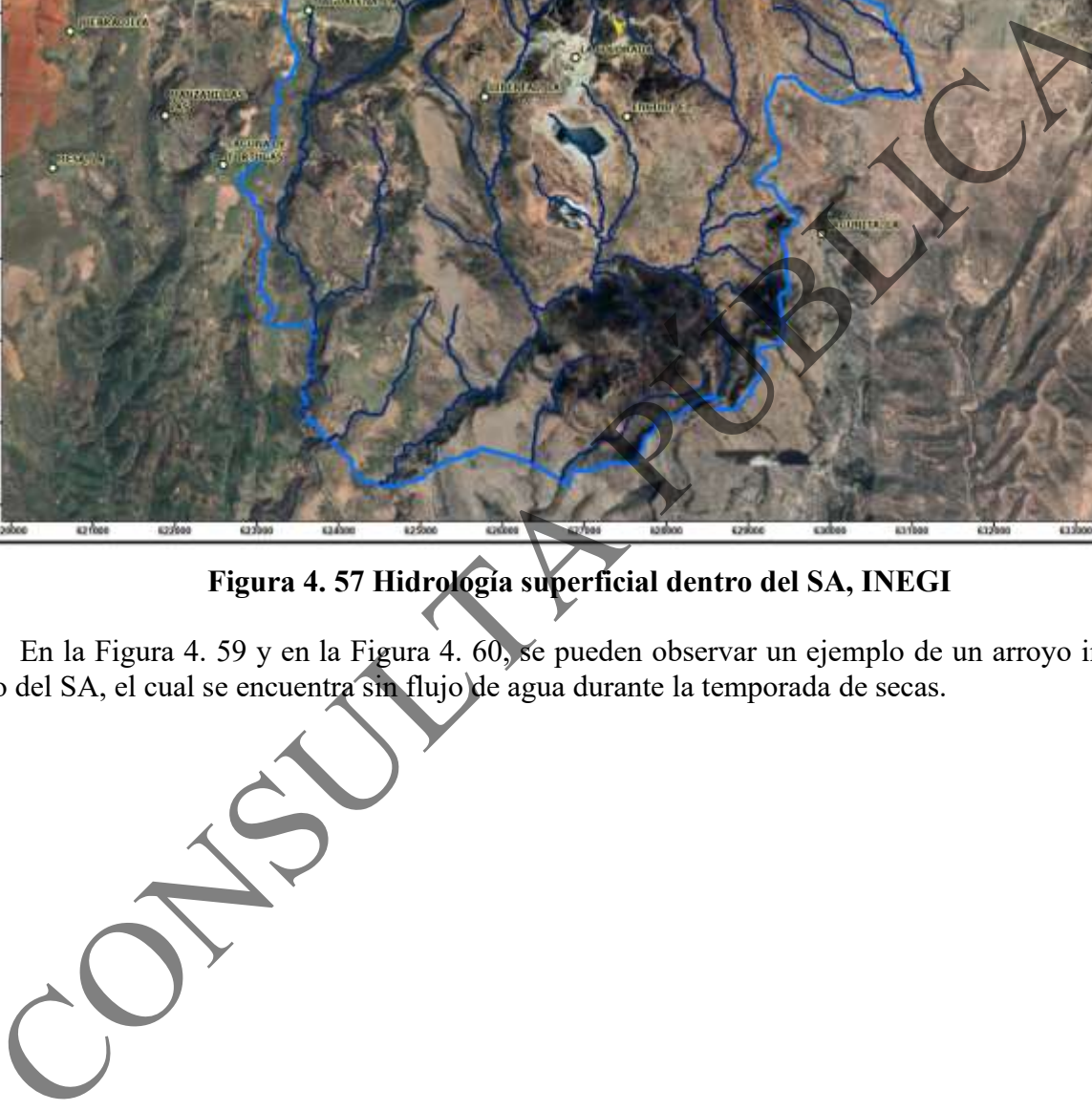


Figura 4. 57 Hidrología superficial

En la Figura 4. 59 y en la Figura 4. 60, se puede observar el SA, el cual se encuentra sin flujo de agua durante la temporada seca.

dentro del SA, el cual se encuentra sin flujo de agua durante la temporada de secas.



Figura 4. 58 Cauce de arroyos intermitente seco



Figura 4. 59 Toma aérea de cauces de arroyos

De acuerdo con la clasificación de Horton (1960) y en función de las características físicas y de relieve, se clasificaron las corrientes presentes en el SA del Proyecto según su orden relativo de escurrimiento, en donde se presentan arroyos del 1ro al 5to orden (Figura 4. 61).

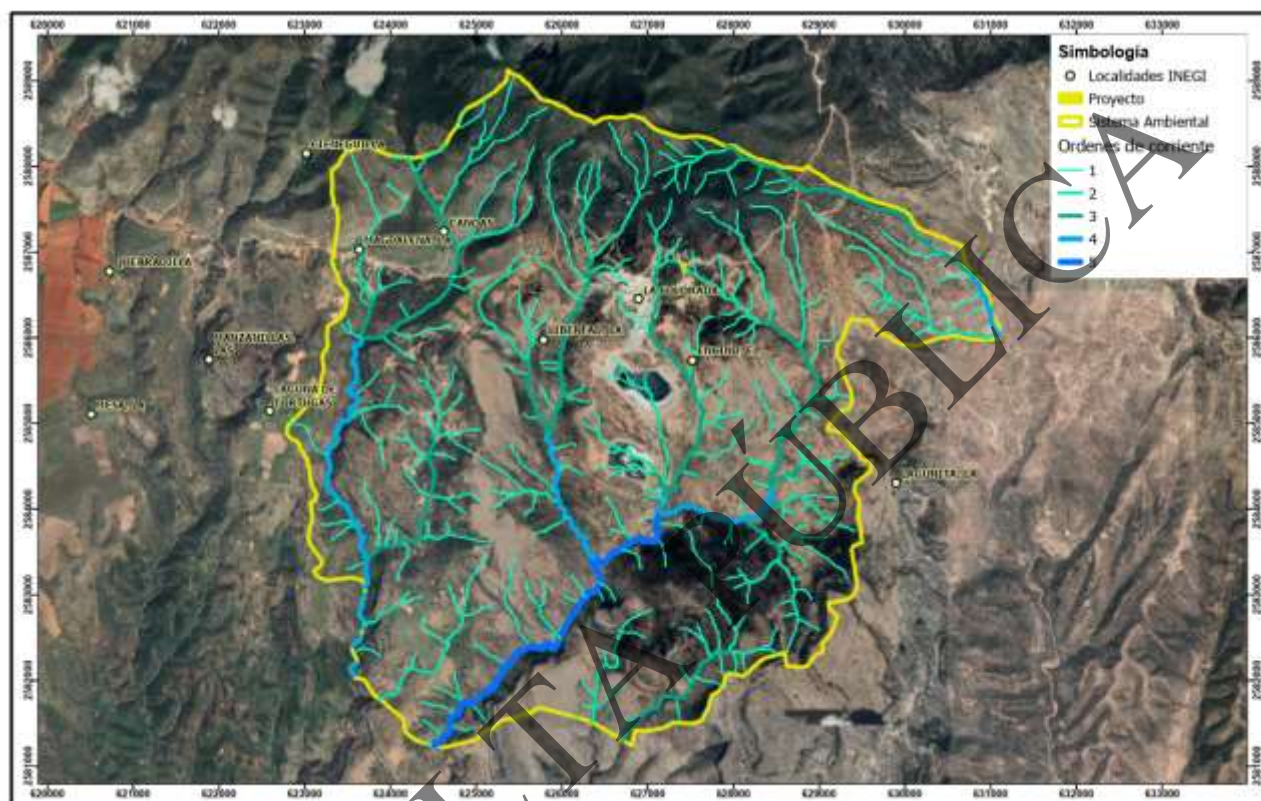


Figura 4. 60 Modelo de órdenes de corrientes, INEGI

En cuanto a los cuerpos de agua presentes en el SA, éstos se limitan a pequeños bordos de agua utilizados como abrevaderos como se muestra en la Figura 4. 62 y en la Figura 4. 63.



IV.3.1.4.3. Calidad del agua superficial

Como parte del monitoreo de calidad de agua de la Mina La Colorada, se cuenta con información de la calidad del agua superficial que corresponde al agua en arroyos (sitios A06 y A07), la ubicación espacial de los sitios de monitoreo se presenta en la Figura 4. 64 y las coordenadas de los sitios en la Tabla 4.21.



Figura 4. 63 Ubicación de los sitios de monitoreo de calidad de agua superficial

Tabla 4.21 Ubicación de sitios de monitoreo de agua superficial

ID	Nombre	Coordenadas UTM Z13	
		X	Y
A06	Arroyo Veta 2	626038	2586056
A07	Arroyo abajo presa Jales 7	627174	2583948

Los resultados de laboratorio fueron comparados con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los Límites Máximos Permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, esto para determinar la calidad del agua en los arroyos analizados.

En la Tabla 4.22 se muestran los resultados obtenidos en los muestreos del Arroyo Veta 2 (A06) durante el periodo de noviembre de 2021 a mayo de 2022. El pH del arroyo Veta 2 presentó valores entre 7.5 y 8.2, siendo ligeramente alcalinos. Los valores de conductividad eléctrica presentan valores de entre 308 y 554.500 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Así mismo, se tiene presencia de grasas y aceites en el muestreo de marzo de 2022 pero sin llegar al límite máximo permisible, hierro y zinc son los únicos metales que se presentan en los muestreos. Como se muestra en la tabla, no se presentaron valores excedentes a los LMP de la Norma.

Tabla 4.22 Resultados de laboratorio Arroyo Veta 2 (A06), noviembre 2021 a mayo de 2022

Parámetro	Unidad	nov-21	dic-21	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	LMP
Cianuro Total	mg/l	<0.028	<0.027	<0.026	<0.027	<0.026	<0.026	<0.024	1
Nitrato	mg/l	5.313	1.848	2.668	3.145	2.75	0.979	1.283	NA
Nitrito	mg/l	0.1774	0.0359	0.0462	0.0696	0.0822	0.0329	0.0434	NA
Nitrógeno total	mg/l	5.490	1.88	2.71	3.21	2.83	1.01	1.33	40
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	<4.00	<4.00	<4.00	<4.00	<4.00	<4.00	<4.00	NA
pH	U ph	8	8.2	8.1	7.8	8.2	8.2	7.5	5 - 10
Fosforo total	mg/l	<1.000	<1.000	<1.000	<1.000	<1.000	<1.000	<1.000	20
Coliformes Fecales	NMP/100ml	<3	<3	<3	<3	<3	<3	15	1000
Coliformes totales	NMP/100ml	<3	<3	<3	<3	<3	4	460	NA
Arsénico	mg/l	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	0.2
Cadmio	mg/l	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	0.2
Cromo	mg/l	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	1
Cobre	mg/l	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	4
Hierro	mg/l	<0.0500	0.6972	0.426	0.0827	<0.0500	0.2575	0.0842	NA
Mercurio	mg/l	0.00085	<0.00050	0.00053	0.00061	<0.00050	0.00077	<0.00050	0.01
Níquel	mg/l	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	2
Plomo	mg/l	<0.0500	0.2356	0.1719	0.1082	<0.0500	0.0617	<0.0500	0.5
Antimonio	mg/l	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	NA
Zinc	mg/l	<0.0500	0.3762	0.2229	0.1475	0.3613	0.0899	0.088	10
Grasas y aceites	mg/l	<3.00	<3.00	<3.00	<3.00	5.62	<3.00	<3.00	15
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	150
Conductividad	$\mu\text{s}/\text{cm}$	554.5	524.23	497.8	435.03	460.47	431	308	NA
Sólidos sedimentables	ml/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	1



Parámetro	Unidad	nov-21	dic-21	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	LMP
Sólidos suspendidos totales	mg/l	11	14	14	<10.00	<10.00	24	<10.00	150
Notas: NA: No aplica LMP: Límite Máximo Permissible Norma NOM-001-SEMARNAT-1996, ríos para uso en riego agrícola.									

En la Tabla 4.23 se encuentra el análisis de calidad de agua del arroyo aguas debajo de la presa 7 (A07), correspondientes a los meses de febrero a noviembre de 2021, al ser un arroyo intermitente, los meses muestreados corresponden a los meses en los que el arroyo presentaba agua en su cauce. El valor de pH se mantuvo entre 6.9 y 8.35, siendo mayoritariamente alcalino. De acuerdo con el análisis realizado, el único muestreo en el que hubo valores de concentraciones superiores a los LMP de la Norma fue en el mes de agosto. Los parámetros que excedieron los Límites fueron: Coliformes Fecales, Arsénico, Plomo, Zinc, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos sedimentables y Sólidos suspendidos totales.

Tabla 4.23 Resultados de laboratorio en el arroyo Agua debajo de presa 7 (A07), febrero a noviembre de 2021

Parámetro	Unidad	feb-21	mar-21	jul-21	ago-21	oct-21	nov-21	LMP
Cianuro Total	mg/l	<0.025	<0.025	<0.026	<0.025	<0.025	<0.028	1.0
Nitrato	mg/l	<0.1	0.4	1.422	0.743	1.299	1.576	NA
Nitrito	mg/l	<0.01	<0.01	0.0369	0.1079	0.0218	0.0177	NA
Nitrógeno total	mg/l	<5.00	<5.00	1.460	5.460	1.320	5.63	40
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	<5.0	<5.0	<4.00	4.61	<4.00	4.04	NA
pH	U pH	8.15	8.35	7.2	7.7	6.9	7.6	5-10
Fosforo total	mg/l	<1.0	<1.0	<1.000	2.063	1.092	<1.000	20
Coliformes Fecales	NMP/100ml	5	<2	150	>=2400	240	4	1000
Coliformes totales	NMP/100ml	5	<2	210	>=2400	1100	4	NA
Arsénico	mg/l	<0.005	<0.005	<0.0500	0.6337	<0.0500	<0.0500	0.2
Cadmio	mg/l	<0.050	<0.002	0.0623	0.1379	0.0575	0.0500	0.2
Cromo	mg/l	0.17	0.114	<0.0500	0.1102	<0.0500	<0.0500	1
Cobre	mg/l	<0.1	0.060	<0.0500	0.8340	<0.0500	<0.0500	4.0
Hierro	mg/l	0.111	0.541	0.5179	168.2721	3.7459	0.0779	NA
Mercurio	mg/l	<0.001	<0.001	0.00060	0.00170	0.00071	0.00079	0.01
Níquel	mg/l	<0.500	0.006	<0.0500	0.0641	<0.0500	<0.0500	2
Plomo	mg/l	<0.20	<0.020	0.0663	10.1389	0.1080	<0.0500	0.5
Antimonio	mg/l	0.001	0.007	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	NA
Zinc	mg/l	0.16	0.265	2.2943	19.7931	3.6871	1.9043	10
Grasas y aceites	mg/l	<5.0	<1.0	<3.00	6.57	<3.00	<3.00	15



Parámetro	Unidad	feb-21	mar-21	jul-21	ago-21	oct-21	nov-21	LMP
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	5.40	23.1	70.35	1024.00	41.00	18.95	150
Conductividad	µs/cm	803	637	1228	795.77	499.9	1102.0	NA
Sólidos sedimentables	ml/l	0.1	0.1	<0.10	27.00	<0.10	<0.10	1
Sólidos suspendidos totales	mg/l	9.00	9.00	74.00	4552.63	40.00	<10.00	150
Notas: Los resultados en negritas corresponden a valores superiores a los LMP de la NOM-001-SEMARNAT-1996. LMP: Límite Máximo Permisible Norma NOM-001-SEMARNAT-1996, ríos para uso en riego agrícola.								

Los informes de resultados de laboratorio pueden ser consultados en los siguientes anexos:

- **Anexo 4.8.** Informes de laboratorio Arroyo Veta 2 (A06) (Digital)
- **Anexo 4.9.** Informes de laboratorio Arroyo aguas abajo Presa 7 (A07) (Digital)

IV.3.1.4.4. Análisis de sedimentos

En la Tabla 4.24 se presentan los resultados del laboratorio de los 4 sitios muestreados correspondientes al año 2023, en los cuales se puede apreciar que único parámetro que superó el Límite Máximo Permisible (LMP) de la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 fue el Plomo total, en los sitios 1, 2 y 4. Los informes de resultados de laboratorio pueden ser consultados en el Anexo 4.10 Informes de laboratorio de Sedimentos 2023.

Tabla 4.24 Resultados de laboratorio Sedimentos, 2023

Parámetro	Unidad	1-	2	3	4	LMP
Mercurio	mg/kg B.S	0.4594	0.3576	0.3244	0.0451	23
Cromo Hexavalente	mg/kg B.S	ND	ND	ND	ND	280
Plata total	mg/kg B.S	54.59	12.22	ND	1.27	390
Arsénico total	mg/kg B.S	78.3	38.6	8.3	15.6	22
Bario total	mg/kg B.S	875.0	467.8	186.8	56.9	5400
Berilio total	mg/kg B.S	2.08	1.29	ND	ND	150
Cadmio total	mg/kg B.S	27.2	18.5	ND	1.2	37
Níquel total	mg/kg B.S	16.4	12.4	1.1	2.4	1600
Plomo total	mg/kg B.S	2481.8	1444.7	226.4	455.0	400
Selenio total	mg/kg B.S	ND	ND	ND	ND	390
Talio total	mg/kg B.S	ND	ND2	ND	ND	5.2
Vanadio total	mg/kg B.S	39.7	34.3	26.1	12.0	78
Ph laboratorio	U pH	7.410	7.967	6.350	8.541	4.0
Temperatura	°C	25.00	25	25	25	NA
LMP: Límite Máximo Permisible Norma NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004.						

Parámetro	Unidad	1-	2	3	4	LMP
Los resultados en negritas indican que se excede el LMP de la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004.						

IV.3.1.4.5. Balance hidrológico en el SA

Para conocer el balance hidrológico que se presenta en un sitio en específico, se necesita identificar los procesos que componen el ciclo hidrológico, como es la precipitación, la evapotranspiración, la escorrentía superficial, y la infiltración hídrica (Reyes, Gonzáles, Espinosa, Cabrera, & Jardines, Hernández, 2012). En general la fórmula para conocer el balance hidrológico es la siguiente:

$$BH = \text{Precipitación} - \text{Esgurrimiento superficial} - \text{Evapotranspiración} - \text{Infiltración}$$

Si se considera el área de estudio como un sistema aislado, el BH se vuelve igual a 0, por lo que las entradas resultan ser iguales a las salidas, por lo tanto:

$$\text{Precipitación} = \text{Esgurrimiento superficial} + \text{Evapotranspiración} + \text{Infiltración}$$

Actualmente existen distintos métodos para calcular la precipitación, el escurrimiento superficial y la evapotranspiración. Sin embargo, no se cuenta con métodos sencillos para calcular la infiltración dentro de una superficie determinada. Sin embargo, conociendo el valor de los otros procesos del ciclo hidrológico, se puede utilizar el balance hidrológico de sistema aislado para calcularla, de manera que:

$$\text{Infiltración} = \text{Precipitación} - \text{Esgurrimiento superficial} - \text{Evapotranspiración}$$

Para realizar este análisis hidrológico en la superficie del Sistema Ambiental, se utilizó el apoyo del Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcMap®. Mediante álgebra de mapas e interpolación de información se estimó cada uno de los componentes del balance hidrológico. Los ráster utilizados en los procesos tuvieron un tamaño de celda de 10 m por 10 m, lo que representa una superficie de 100 m² en el terreno.

A su vez, para homologar las unidades y poder utilizar el balance hidrológico para calcular la infiltración, se calculó la cantidad de agua en metros cúbicos por año que precipita, evapotranspira y escurre en la superficie de 100 m².

IV.3.1.4.4.1. Precipitación

Para estimar la precipitación media anual dentro de la Sistema Ambiental se consultó el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para obtener las estaciones meteorológicas más cercanas al área de estudio.

En la Tabla 4.25 se detalla la información obtenida de las estaciones con las normales climatológicas históricas de 60 años (1951 a 2010).



Tabla 4.25 Datos meteorológicos de las 8 estaciones

ID	Nombre	Precipitación anual (mm)	Temperatura media anual (°C)
32134	Milpillas de la Sierra	465.0	14.6
32027	Jiménez del teul	468.3	16.4
32123	Mesillas, sombrerete	444.2	15.8
32065	Chalchihuites (SMN)	547.5	17.0
10081	Súchil	455.3	15.1
10034	Insurgentes	379.2	18.6
32108	Corrales	487.1	15.4
10001	La Colorada*	599.2	15.7
*Datos de estación meteorológica de Mina La Colorada			

Posteriormente, se realizó una interpolación en el SIG de la precipitación media anual de cada estación para conocer la distribución de la precipitación dentro del Sistema Ambiental. A su vez, para convertir los milímetros de lluvia en metros cúbicos, se dividió la capa ráster entre 1000, debido a que:

$$1 \text{ mm de lluvia} = \frac{1 \text{ l}}{\text{m}^2} \quad \text{y,} \quad \frac{1,000 \text{ l}}{\text{m}^2} = \frac{1 \text{ m}^3}{\text{m}^2}$$

Tal que:

$$1,000 \text{ mm de lluvia} = \frac{1 \text{ m}^3}{\text{m}^2}$$

$$\therefore$$

$$\text{Ráster Precipitación [mm]} \left[\frac{1 \text{ m}^3 / \text{m}^2}{1,000 \text{ mm de lluvia}} \right] = \text{Ráster Precipitación} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} \right]$$

Finalmente, para obtener la capa en las unidades deseadas para realizar el balance hidrológico ($\text{m}^3/100\text{m}^2$), se multiplicó el ráster por 100, ya que:

$$\text{Precipitación} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} \right] \times \left(\frac{100}{100} \right) = 100 \text{ Precipitación} \left[\frac{\text{m}^3}{100 \text{ m}^2} \right]$$

La capa resultante del ráster de precipitación se presenta en la Figura 4. 64.



Figura 4. 64 Modelo de precipitación anual en el SA ($m^3/100m^2$)

Al estar representados los valores en metros cúbicos sobre el área de píxel del ráster, implica que la suma de los valores de todas las celdas corresponde a la precipitación total anual dentro del Sistema Ambiental:

$$P = 22,234,168.83 \text{ m}^3/\text{año}$$

IV.3.1.4.4.2. Esguerrimiento superficial

Para determinar el esguerrimiento superficial dentro del SA, se utilizó el Apéndice Normativo “A” de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua - Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. La Norma establece lo siguiente:

$$\text{Esguerrimiento anual} = \text{Precipitación anual} \times \text{Área} \times \text{Coeficiente de esguerrimiento}$$

Para efectos de este análisis, y debido a que el cálculo se hace con capas ráster, la fórmula puede simplificarse para como:

$$Vm = P \times A \times Ce$$

Donde:

V_m corresponde al volumen medio anual de escurrimiento superficial [m^3]

P corresponde a la precipitación media anual [m]

A corresponde al área del píxel de la capa ráster [m^2]

C_e corresponde al coeficiente de escurrimiento [*adimensional*]

Para obtener la precipitación media anual en metros, se utilizó la capa ráster de la interpolación de las estaciones meteorológicas, la cual contenía la precipitación en milímetros, y se dividió entre 1000, debido a que:

$$1,000 \text{ mm} = 1 \text{ m}$$

Posteriormente, para obtener el coeficiente de escurrimiento se tomó como base lo postulado en la NOM-011-CONAGUA-2015, donde se obtiene la Tabla 4.26 para calcularlo a partir de un Valor K.

Tabla 4.26 Cálculo de C_e a partir del valor de K

K: Parámetro que depende del tipo y uso de suelo	Coeficiente de Escurrimiento (C_e)
Si K resulta menor o igual que 0.15	$C_e = K(P-250) / 2000$
Si K es mayor que 0.15	$C_e = K(P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$
P corresponde a la precipitación media anual en milímetros	

Para estimar el Valor K dentro del SA, la Norma establece la siguiente tabla:

Tabla 4.27 Valores “K” en función del tipo y uso de suelo

Tipo de suelo		Características		
A		Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos		
B		Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos.		
C		Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas.		
Uso de suelo	Tipo de suelo			
	A	B	C	
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.30	
Cultivos:				
En Hilera	0.24	0.27	0.30	
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30	

Tipo de suelo		Características	
Granos Pequeños	0.24	0.27	0.30
<i>Pastizal (% de suelo cubierto o pastoreo):</i>			
Más del 75%-Poco	0.14	0.20	0.28
Del 50 al 75%-regular	0.20	0.24	0.30
Menos del 50%-Excesivo	0.24	0.28	0.30
<i>Bosque</i>			
Cubierta más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierta del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.30
Zonas Urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.30	0.33
Pradera Permeable	0.18	0.24	0.30

Con el conjunto de datos de Perfiles de suelos. Escala 1:250 000. Serie II (Continuo Nacional) del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) y considerando la información de los muestreos edafológicos realizados en el Sistema Ambiental, se establecieron los tipos de suelo (A, B o C) presentes en el área de estudio.

Además, para determinar la cobertura por tipo de vegetación dentro del SA, y poder clasificar los valores para asignarles el Valor K, se siguió el método de clasificación no supervisada mediante Sistemas de Información Geográfica, el cual se describe brevemente a continuación.

El método consiste en clasificar el uso de suelo y vegetación por medio de apreciación visual a través del color de bandas en una imagen satelital. Así, y utilizando la clasificación espectral de la vegetación, finalmente se obtiene la clasificación de cobertura por uso de suelo y vegetación.

En la Figura 4. 65 se presenta la capa ráster de los valores K asignados a la superficie del Sistema Ambiental de acuerdo con su cobertura y tipo de vegetación.

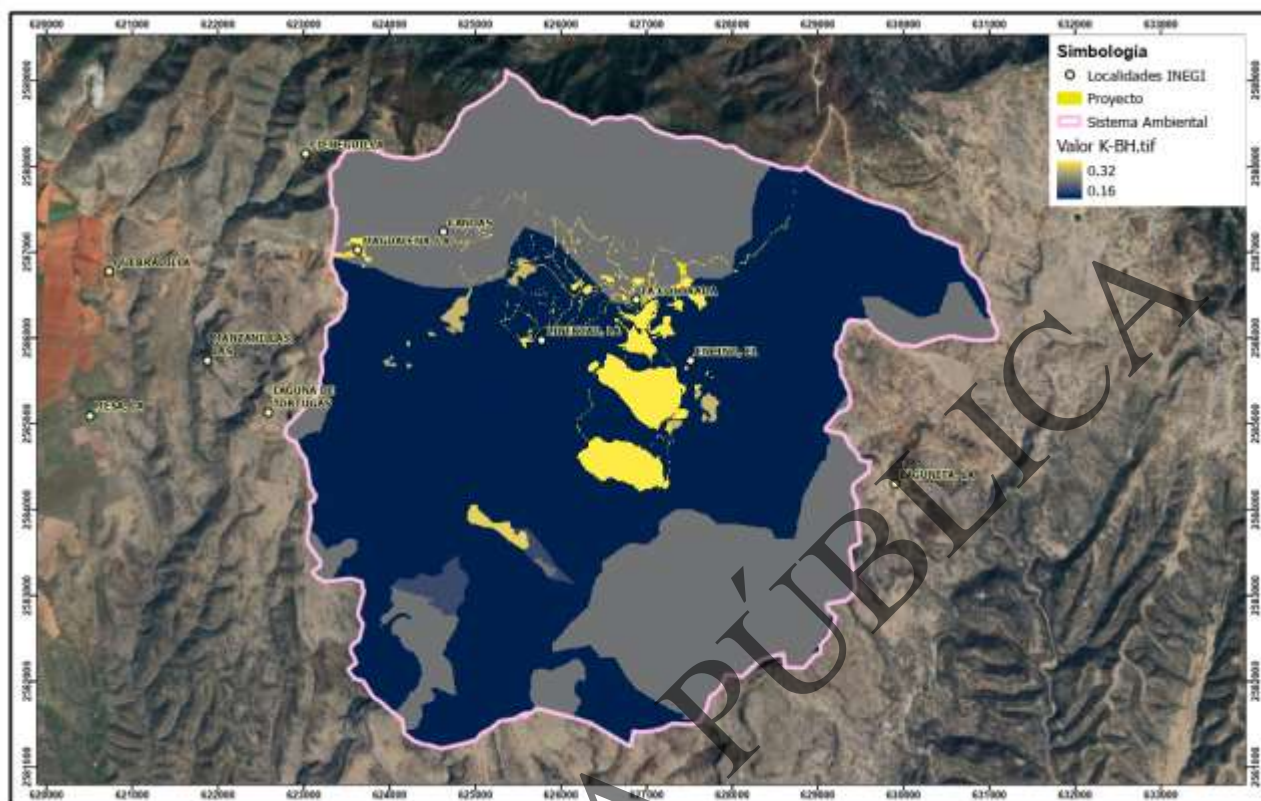


Figura 4. 65 Valores de K en el SA

Debido a que todos los valores de K resultaron mayores a 0.15, según la **Tabla 4.26** se aplica la siguiente ecuación en el SIG para obtener el Coeficiente de escurrimiento. Tomando la capa ráster de precipitación media anual en milímetros.

$$Ce = \frac{K (P - 250)}{2,000} + \frac{(K - 0.15)}{1.5}$$

Donde:

Ce corresponde al Coeficiente de escurrimiento [*adimensional*].

K corresponde al Valor K [*adimensional*].

P corresponde a la precipitación media anual [*mm*]

En la Figura 4. 66 se presenta la capa ráster resultante del Coeficiente de escurrimiento para la superficie del Sistema Ambiental.

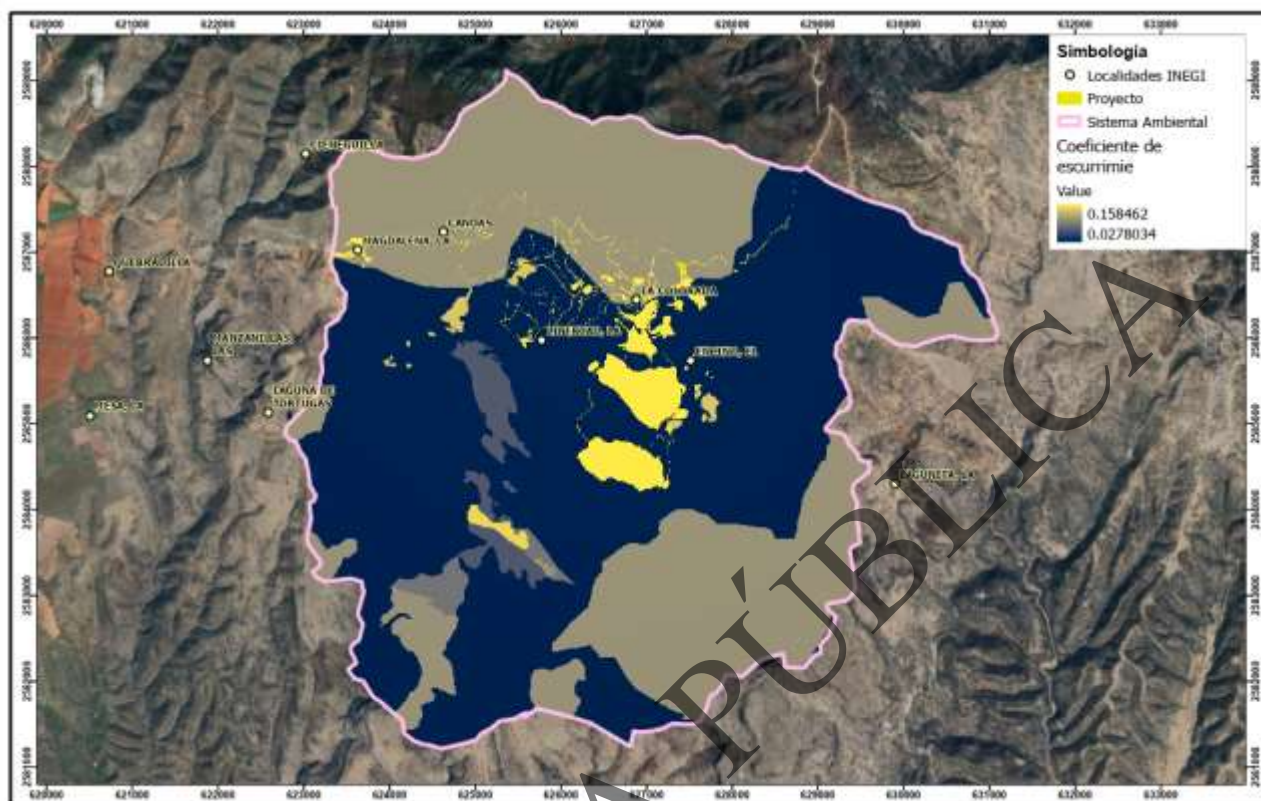


Figura 4. 66 Coeficiente de escurrimiento en el SA

Una vez calculado el Coeficiente de escurrimiento, se procedió a calcular el escurrimiento superficial total utilizando álgebra de mapas en SIG, recordando la fórmula:

$$Vm = P \times A \times Ce$$

Donde:

Vm corresponde al volumen medio anual de escurrimiento superficial [m^3]

P corresponde a la precipitación media anual [m]

A corresponde al área del píxel de la capa ráster [m^2]

Ce corresponde al coeficiente de escurrimiento [*adimensional*]

Las celdas de los ráster miden 10 m por 10 m, por lo que el área del píxel corresponde a 100 m^2 . En la Figura 4. 68 se muestra el resultado del escurrimiento superficial dentro del Sistema Ambiental, los resultados se muestran por unidad de área de la celda ráster.



Figura 4. 67 Modelo de escorrentía anual en el SA (m³/100m²)

Al estar representados los valores en metros cúbicos sobre el área de píxel del ráster, implica que la suma de los valores de todas las celdas corresponde al escorrentía total anual dentro del Sistema Ambiental:

$$Vm = 1,298,842.21 \text{ m}^3/\text{año}$$

IV.3.1.4.4.3. Evapotranspiración

Por definición se puede entender a la evapotranspiración como aquella humedad perdida de la superficie de la atmósfera mediante la combinación de los procesos de evaporación y transpiración (Reyes, González, Espinosa, Cabrera, & Jardines, Hernández, 2012).

Para conocer la evapotranspiración (ETR) anual de una superficie determinada, se dispone del Método de Coutagne, el cual es el siguiente:

$$ETR = P - XP^2$$

Donde:

ETR = evapotranspiración m³/año
 P = precipitación media anual en m³/año
 $\chi = 1 / (0.8 + 0.14 t)$
 t = temperatura en °C

$$X = \frac{1}{0.8 + 0.14 t}$$

Donde:

t corresponde a la temperatura media anual [°C]

Para calcular la temperatura media anual se utilizó la información de las estaciones meteorológicas del SMN descritas en la Tabla 4.25, realizando una interpolación en SIG y tomando en cuenta el gradiente altitudinal, se obtuvo una capa ráster de la distribución de la temperatura media anual dentro del Sistema Ambiental. Utilizando esta capa se calculó el componente X de la ecuación de Coutagne mediante álgebra de mapas.

Posteriormente, utilizando la capa ráster de precipitación (m), se calculó la evapotranspiración media anual dentro del SA en metros. Si se toma en cuenta que:

$$mm \text{ de lluvia} = \frac{1 l}{m^2} \quad y, \quad 1,000 l = 1 m^3 \quad y, \quad 1 m = 1,000 mm$$

Entonces:

$$1 m \text{ de lluvia} = \frac{1,000 l}{m^2} = \frac{1 m^3}{m^2}$$

Así, se obtiene que las unidades de la capa de evapotranspiración pueden verse como metros cúbicos sobre metro cuadrado. Por lo tanto, para convertir esas unidades en las requeridas para el balance hidrológico (m³/100m²) sin alterar los valores, únicamente se debe de multiplicar la capa por 100, ya que:

$$ETR \left[\frac{m^3}{m^2} \right] \times \left(\frac{100}{100} \right) = 100 ETR \left[\frac{m^3}{100 m^2} \right]$$

En la Figura 4. 69 se presenta la capa ráster final de evapotranspiración dentro del Sistema Ambiental.



Figura 4. 68 Modelo de evapotranspiración anual en el SA ($m^3/100m^2$)

Al estar representados los valores en metros cúbicos sobre el área de píxel del ráster, implica que la suma de los valores de todas las celdas corresponde a la evapotranspiración total anual dentro del Sistema Ambiental:

$$ETR = 18,403,593.92 \text{ } m^3/\text{año}$$

IV.3.1.4.4. Infiltración

Se denomina infiltración al proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo. La infiltración se rige por dos fuerzas principales que son la gravedad y la acción capilar. La tasa de infiltración es la medida de la tasa a la cual el suelo es capaz de absorber la precipitación. Existen algunas características del suelo que provocan que la tasa de infiltración se vea afectada, estas características pueden ser la textura de tipo de suelo, la vegetación, la intensidad de la precipitación, evapotranspiración y escurrimiento (Reyes, Gonzáles, Espinosa, Cabrera, & Jardines, Hernández, 2012).

Una vez tomados en cuenta todos los factores que influyen en la infiltración del Sistema Ambiental, se procede a utilizar el balance hidrológico de sistema aislado para obtener la cantidad de agua infiltrada en la superficie. Recordando el balance:

$$Inf = P - Vm - ETR$$

Inf corresponde a la infiltración anual en el suelo [$m^3/100m^2$].
P corresponde a la precipitación media anual [$m^3/100m^2$].
Vm corresponde al escurrimiento superficial anual [$m^3/100m^2$].
ETR corresponde a la evapotranspiración anual [$m^3/100m^2$].

[illegible]

Al estar representados los valores en metros cúbicos sobre el área de píxel del ráster, implica que la suma de los valores de todas las celdas corresponde a la infiltración total anual dentro del Sistema Ambiental:

Así, los valores finales de los componentes del balance hidrológico se presentan en la

Tabla 4.28

CONSULTA PÚBLICA

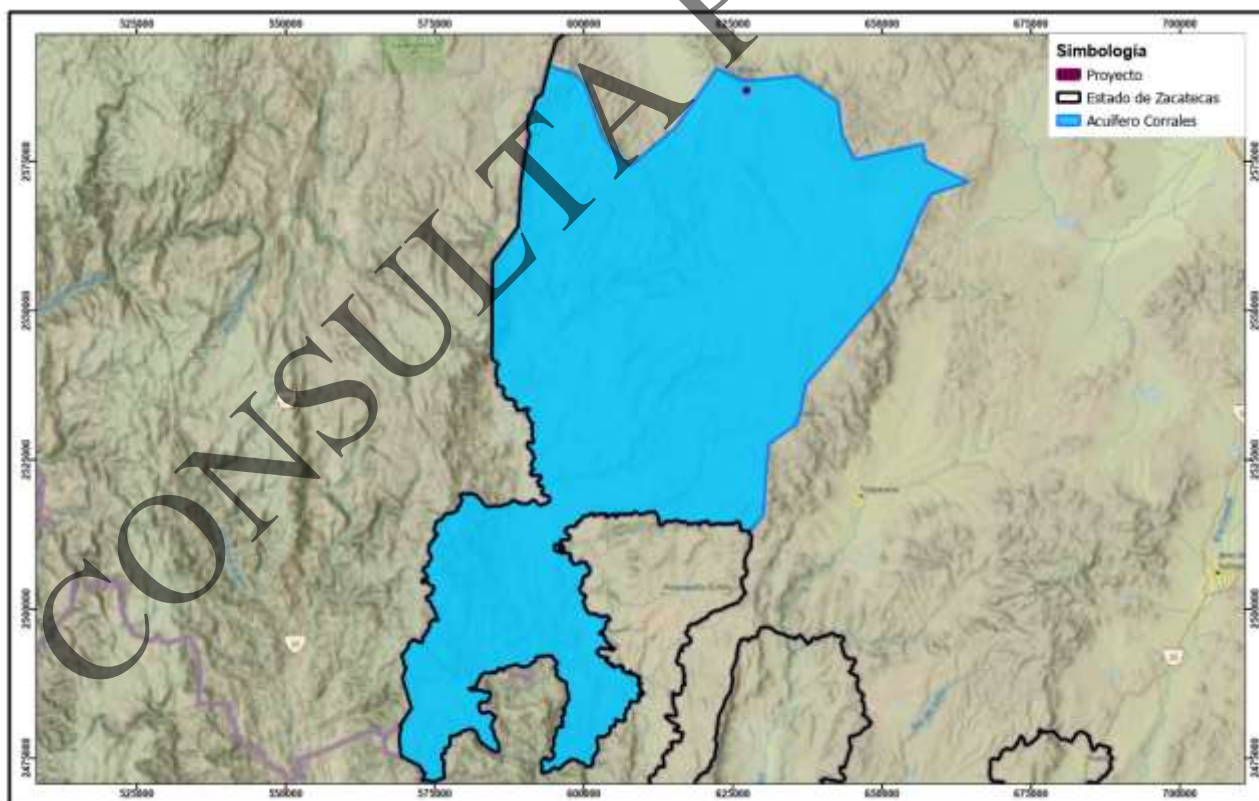
Tabla 4.28 Balance hidrológico en el SA

Precipitación (m³/año)	Escurrimiento (m³/año)	Evapotranspiración (m³/año)	Infiltración (m³/año)
22,234,168.83	1,298,842.21	18,403,593.92	2,531,732.71

IV.3.1.5. Geohidrología

IV.3.1.5.1. Contexto geohidrológico

El SA del Proyecto se encuentra ubicado dentro del acuífero Corrales (clave 3203), el cual se encuentra en la parte suroccidental del estado de Zacatecas cubriendo una superficie aproximada de 4,938 km² (Figura 4. 71). El acuífero pertenece al Organismo de Cuenca VIII “Lerma-Santiago-Pacífico”, y es jurisdicción territorial de la Dirección Local Zacatecas, colinda dentro del estado de Zacatecas con los acuíferos Sabinas, al Norte, y Ábrego al Noreste; al Este y Sureste con el acuífero Valparaíso; al Sur con el acuífero Norte de Jalisco, perteneciente al estado de Jalisco y al Oeste con el acuífero Valle Santiago – San Blas y San Pedro Tuxpan del estado de Durango. Abarca la totalidad del municipio de Jiménez del Teúl y parcialmente los municipios de Valparaíso, Sombrerete, Fresnillo y Chalchihuites (municipio en donde se ubica el Proyecto). El usuario principal de este acuífero es el sector agropecuario.


Figura 4. 70 Ubicación del SA respecto al acuífero Corrales

La información geohidrológica disponible para el acuífero Corrales es limitada, ya que se restringe a solo un estudio realizado en 2007 por la empresa Ingeniería y Gestión Hídrica, SC, para la Comisión

Nacional del Agua el cual se titula “Reactivación de redes de monitoreo piezométrico y de calidad de agua en los acuíferos Villa García, El Salvador, Guadalupe Gargazón, Camacho y El Cardito, estado de Zacatecas y evaluación hidrogeológica de los acuíferos García de la Cadena, Pino Suárez y Corrales, Zacatecas”, lamentablemente en dicho estudio no se contempla como área de estudio al área considerada para el SA del Proyecto, sin embargo la información obtenida sirve para tener un marco de referencia sobre las características del acuífero Corrales como se describe a continuación:

IV.3.1.5.1.1. Unidades geohidrológicas

De acuerdo con dicho estudio, se reconocen siete unidades geohidrológicas (seis de permeabilidad media a baja y un acuífugo), que en conjunto definen un sistema acuífero que se comporta como libre.

Respecto a la información piezométrica solo se dispone de dos lecturas que se restringen exclusivamente a la porción Noreste del acuífero y que corresponden a los años 2004 y 2007. Para el año de 2004 la profundidad del nivel estático variaba de 10 a 90m, registrándose los mayores valores hacia las estribaciones de las montañas. Para el año 2007 solo se tiene información en el valle, en el que los valores de profundidad del agua subterránea varían en esta región de 10 a 40m. La elevación del nivel estático para el año 2007 muestra valores de 2400 a 2220 msnm, mostrando una dirección preferencial de flujo subterráneo en dirección Noroeste-Sureste. En cuanto a la calidad del agua subterránea de acuerdo con el estudio realizado en el 2007, tomando en cuenta los valores de Sólidos Totales Disueltos (STD) cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 y en cuanto a parámetros fisicoquímicos el agua tiene salinidad baja a media con bajo contenido de sodio.

En base a la actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea de la CONAGUA publicada en el Diario Oficial de la Federación en diciembre de 2020, el acuífero Corrales tiene un volumen de recarga total media anual de 28.1 Hm³, una descarga natural comprometida de 5 Hm³ anuales y un volumen de extracción de aguas subterráneas de 1.951070 Hm³; por lo que el acuífero Corrales presenta una disponibilidad media anual de 21.148930 Hm³ (Tabla 4.29).

Tabla 4.29. Disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero Corrales (3203)

Clave	Significado	Volumen (Hm ³)
R	Recarga total media anual.	28.1
DNC	Descarga natural comprometida.	5.0
VEAS	Volumen de extracción de aguas subterráneas.	1.951070
DMA	Disponibilidad media anual de agua del subsuelo.	21.148930
<i>Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales “3” (fracciones 3.10, 3.12, 3.18 y 3.25), y “4” (fracción 4.3), de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.</i>		

De acuerdo con la información antes presentada, se indica que no existe déficit en el acuífero Corrales, y por lo tanto hay volumen de aguas subterráneas disponible para otorgarse a través de nuevas concesiones.

IV.3.1.4.3. Calidad del agua subterránea

La Compañía Minera La Colorada cuenta con información de sitios de monitoreo de la calidad del agua subterránea, estos corresponden a un pozo de monitoreo aguas debajo del depósito de jales 6 (A52) y al monitoreo de agua de mina (agua de laboreo) en el sitio denominado A02. La ubicación espacial de los sitios se puede apreciar en la Figura 4. 72 y las coordenadas en la **Tabla 4.30**.

Tabla 4.30 Ubicación de sitios de monitoreo de agua subterránea

ID	Nombre	Coordenadas UTM Z13	
		X	Y
A02	Agua de mina	625722	2586209
A52	Pozo debajo depósito de jales 6	627228	2584701



Figura 4. 71 Ubicación de los sitios de monitoreo de calidad de agua subterránea

En cuanto a pozos de monitoreo, la Mina La Colorada cuenta con 4 pozos; 2 en cada uno de los depósitos de jales (depósitos 6 y 7), uno aguas arriba y otro, aguas abajo. El pozo aguas arriba del depósito 6 tiene una profundidad 216 pies (65 m) y el de aguas abajo 235 pies (71 m), mientras que el pozo aguas arriba del depósito 7 tiene 170 pies (51 m) y el de aguas abajo 270 pies (82 m). Actualmente, los 4 pozos de monitoreo no presentan agua, esto en consecuencia del abatimiento local del acuífero por las operaciones de la mina, en la que se requiere extraer el agua de laboreo para la realización de obras y trabajos de exploración y operación, sin embargo, se cuenta con los resultados de laboratorio correspondientes al muestreo realizado en noviembre de 2012 en el pozo de monitoreo debajo de depósito de jales 6 (A52),

posterior a esto el pozo se ha mantenido seco. Los resultados se resumen en la Tabla 4.31. Los valores obtenidos a partir de este muestreo indican que el agua cumple con los valores de Límite Máximo Permisible (LMP) de la norma NOM-001-SEMARNAT-1996 para agua en riego agrícola de embalses naturales y artificiales.

Tabla 4.31 Resultados de laboratorio para el piezómetro aguas debajo de Depósito de Jales 6 (A52)

Parámetro	Unidades	Resultado	LMP
pH	-	6.74	5-10
Temperatura	°C	22.6	40
Conductividad	µS/cm	2280	NA
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<15.00	75
Cianuro total	mg/L	<0.03	2
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	<5.00	75
Arsénico	mg/L	<0.03	0.2
Cadmio	mg/L	<0.03	0.2
Cromo total	mg/L	<0.03	1
Cobre	mg/L	0.048	4
Plomo	mg/L	<0.03	0.5
Mercurio	mg/L	<0.00084	0.01
Níquel	mg/L	<0.03	2
Zinc	mg/L	0.165	10
Hierro	mg/L	<0.10	NA
<i>LMP NOM001: Límite Máximo Permisible Norma NOM-001-SEMARNAT-1996, embalses naturales y artificiales, uso en riego agrícola.</i>			

En cuanto al agua de mina (agua de laboreo) correspondiente al sitio A02, los resultados mostrados en la Tabla 4.32 son un indicativo de la calidad del agua subterránea dentro de la mina, la cual es bombeada hacia el exterior a la Planta de Tratamiento San Fermín y posteriormente liberada hacia el arroyo Candelaria. El pH es alcalino en la mayoría de los muestreos. La conductividad se mantuvo entre los 335 y 495.53 µs/cm. Existe la presencia de coliformes totales en 5 de los 7 muestreos y de grasas y aceites en el mes de abril del presente año. Por otro lado, el hierro y el zinc son los metales cuya presencia se denota en los 7 meses muestreados. Ninguno de los parámetros presenta incumplimientos del LMP de la norma en ninguno de los meses presentados.

Tabla 4.32 Resultados de laboratorio para agua de mina (A02)

Parámetro	Unidad	nov-21	dic-21	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	LMP
Cianuro Total	mg/l	<0.028	<0.027	<0.026	<0.027	<0.026	<0.026	<0.024	2
Nitrato	mg/l	0.352	1.881	2.716	1.203	3.413	0.962	<0.100	NA
Nitrito	mg/l	0.023	0.0699	0.0323	0.0133	0.0655	0.0332	<0.0100	NA
Nitrógeno total	mg/l	0.38	1.95	2.75	1.22	3.48	1	<4.110	40

Parámetro	Unidad	nov-21	dic-21	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	LMP
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	<4.00	<4.00	<4.00	<4.00	<4.00	<4.00	<4.00	NA
pH	U pH	8.4	7.9	8	7.2	8.1	8.3	7.5	5 - 10
Fosforo total	mg/l	1.092	<1.000	<1.000	<1.000	<1.000	<1.000	1.09	20
Coliformes Fecales	NMP/ 100ml	<3	7	23	4	<3	<3	<3	1000
Coliformes totales	NMP/ 100ml	4	240	23	4	<3	<3	4	NA
Arsénico	mg/l	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	0.2
Cadmio	mg/l	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	0.2
Cromo	mg/l	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	1
Cobre	mg/l	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	4
Hierro	mg/l	0.2613	0.5204	0.1914	0.1519	0.0999	0.128	0.2193	NA
Mercurio	mg/l	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	0.01
Níquel	mg/l	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	2
Plomo	mg/l	0.1117	0.2056	0.077	0.1838	<0.0500	<0.0500	0.1007	0.5
Antimonio	mg/l	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	<0.0500	NA
Zinc	mg/l	0.3193	0.3222	0.1246	0.2618	0.1583	0.2261	0.1586	10
Grasas y aceites	mg/l	<3.00	<3.00	<3.00	<3.00	<3.00	3.36	<3.00	15
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	75
Conductividad	µs/cm	419.3	495.53	463.87	374.63	433.93	474	335	NA
Sólidos sedimentables	ml/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	1
Sólidos suspendidos totales	mg/l	20	35	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	75
Notas: NA: No aplica LMP: Límite Máximo Permisible Norma NOM-001-SEMARNAT-1996, ríos para uso en riego agrícola.									

Los informes de laboratorio correspondientes a cada uno de los sitios muestreados de agua subterránea se encuentran en los siguientes anexos:

- **Anexo 4.11** Informes de laboratorio Piezómetro aguas abajo depósito de jales 6 (A52) (Digital)
- **Anexo 4.12** Informes de laboratorio Agua de mina (A02) (Digital)

IV.3.2. Medio biótico

IV.3.2.1. Vegetación

IV.3.2.1.1. Introducción

La vegetación es el conjunto de elementos vegetales que ocupa una determinada área o región. Su distribución geográfica es determinada a gran escala por la temperatura, la precipitación y otras variables edáficas, topográficas y climáticas. Da estructura y funcionalidad a los ecosistemas terrestres. En un intento por ordenar, organizar y cuantificar la cubierta vegetal, diversos autores la han clasificado de acuerdo con su composición, estructura y fisonomía. A los grupos resultantes de esta sistematización se les denomina tipos de vegetación.

En México se distribuyen casi todos los biomas que se han descrito para el mundo. Es considerado un país megadiverso ocupando el cuarto lugar a nivel mundial. Su diversidad florística representa una condición única producida por un heterogéneo escenario físico y geográfico. El último inventario florístico realizado para el país señala que se registran 23,314 especies de plantas vasculares nativas (Villaseñor, 2016).

El estado de Zacatecas es una de las entidades de México que han sido poco estudiadas en el tema de biodiversidad, lo que ha creado la suposición de que su riqueza es baja. No dispone de algún trabajo que compile el análisis y la cuantificación exacta de su diversidad biológica; sin embargo, es posible conocerla a través de monografías, catálogos de flora y fauna, revisiones taxonómicas y estudios regionales de composición de especies (Ramírez *et al.*, 2016).

Zacatecas se ubica en la porción centro-norte del país. Colinda con los estados de Aguascalientes, Coahuila de Zaragoza, Durango, Jalisco, Nayarit, Nuevo León y San Luis Potosí. Con una extensión territorial de 74,479.7 km², representa el 3.8% de la superficie total del país (Ávila-Villegas, 2020) y convergen tres provincias biogeográficas: Desierto Chihuahuense, Sierra Madre Occidental y Tierras Bajas del Pacífico (Morrone, 2017). Respecto a la composición florística, ocupa el lugar número 21 en riqueza de especies del país, con el registro de 3,705 especies de plantas vasculares nativas (Villaseñor, 2016).

Derivado de lo anterior, es importante conocer, identificar y describir la vegetación con el fin de generar información que contribuya a la toma de decisiones y a la correcta aplicación de iniciativas que contribuyan al manejo y conservación del entorno ambiental. El presente apartado pretende describir la composición, estructura y diversidad de la vegetación actual dentro del polígono donde será desarrollado el Proyecto y de las áreas colindantes que se pueden ver influenciadas por tal actividad.

IV.3.2.1.2. Metodología

El flujo general de trabajo para la elaboración del presente proyecto en tema de flora y vegetación se enlista en las siguientes fases:

- 1) Presentación del análisis general de flora
- 2) Búsqueda y recopilación de información preliminar
- 3) Cálculo del tamaño de muestra

- 4) Clasificación supervisada de la vegetación
- 5) Diseño general de muestreo
- 6) Levantamiento de muestreo en campo
- 7) Sistema de clasificación de la vegetación
- 8) Análisis de riqueza, diversidad y estructura de la vegetación

IV.3.2.1.2.1. Presentación del análisis general de flora

La presentación de los datos del análisis de la vegetación del presente proyecto fue establecida con base en el formato que ha utilizado Natural Environment S.C. en los diferentes estudios ambientales durante los últimos 10 años. Así, sigue los lineamientos establecidos en la normativa ambiental aprobada, como la Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y sus reglamentos en evaluación de impacto ambiental para la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental.

IV.3.2.1.2.2. Búsqueda y recopilación de información

Se realizó una búsqueda exhaustiva de literatura referente a la flora y vegetación de la región donde se encuentran las áreas de estudio, con el objetivo de sentar las bases elementales con el que se llevaran a cabo los análisis ecológicos de la vegetación. Entre ellos se incluyen listados florísticos regionales, tratados taxonómicos, estudios ecológicos, claves dicotómicas, descripción de especies nuevas, entre otros.

IV.3.2.1.2.3. Cálculo del tamaño de muestra

Para que un muestreo sea representativo se recomienda realizar el mayor número de sitios de muestreo posible, con base en la preparación de modelos matemáticos y considerando la homogeneidad espacial de la variable o comunidad a estudiarse (Mostacedo et al., 2000). Sin embargo, algunos autores mencionan que el número de sitios de muestreo por región o predio depende de ciertos factores que tienen que ser considerados para lograr los objetivos planteados con el establecimiento de estos. La cantidad de recursos disponibles es sin duda un aspecto importante, ya que los altos costos asociados con los inventarios usualmente conllevan a una reducción en el tamaño de la muestra. El costo del establecimiento de los sitios de muestreo es variable, y refleja la naturaleza y accesibilidad del terreno (Alanís-Rodríguez et al., 2020).

Intensidad de muestreo: pre-muestreo

Romahn y Ramírez (2010) mencionan que para determinar el número de sitios a muestrear (n) es necesario realizar un pre-muestreo, donde se establezcan al azar un número determinado de sitios de muestreo, a partir de los cuales se calcula la desviación estándar y coeficiente de variación. Por lo tanto, la variable evaluada para el coeficiente de variación (CV) en el pre-muestreo será el número de especies por sitio de muestreo.

La fórmula utilizada en el cálculo del número de muestras es la siguiente:

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E\%^2}$$

donde:

n = número total de muestras

t = valor obtenido de las tablas de t de Student, considerando los grados de libertad de la población

CV = coeficiente de variación (desviación estándar / media muestral * 100)

E = error relativo admisible de muestreo

La fórmula anterior es frecuentemente utilizada en el cálculo de muestreos para la vegetación, (Yang & Pulkki, 2002; Imaña et al., 2014). El nivel de confianza utilizado para este estudio es del 95%, pues es sugerido para los esfuerzos de muestreo en vegetación de acuerdo con la SEMARNAT (2016). Asimismo, el nivel de error con el que se obtuvo el tamaño de muestra por tipo de vegetación es del 10 % (Orozco & Brumér, 2002).

El pre-muestreo realizado contempló un total de 72 sitios. Se tomó en cuenta el número de especies por sitio para el cálculo del tamaño de muestra requerido. Lo anterior se detalla a continuación para cada una de las áreas:

Cálculo de tamaño de muestra en el SA

Se presenta a continuación los datos utilizados derivados del pre-muestreo y con el resultado final de sitios requeridos:

Tabla 4. 33 Resultado de la estimación del tamaño de muestra para el SA

Anexo 1.33 Resultado de la estimación del tamaño de muestra para el censo								
No. de sitio	Número de especies por sitio	Y	S	CV	E%	f	T	Número de muestras
1	2	8.56	4.29	50.16	10	29	1.699	72
2	3							
3	4							
4	4							
5	5							
6	5							
7	6							
8	6							
9	6							
10	6							
11	6							
12	6							
13	6							
14	8							
15	8							
16	8							
17	8							
18	9							
19	10							
20	10							
21	10							
22	10							
23	10							
24	11							
25	11							
26	12							
27	13							
28	15							
29	17							
30	22							
Y = Promedio muestral, S= Desviación estándar, CV= Coeficiente de variación, E= Error de muestreo, f= Grados de libertad, T= prueba t de Student								

Cálculo de tamaño de muestra en el AI

El AI presenta una superficie de menor tamaño, por lo que se consideró no realizar un pre-muestreo en la zona. Con los puntos muestreados del SA que están dentro o aledaños del AI se define el tipo de vegetación del polígono.

Cálculo de tamaño de muestra en el Área de Proyecto

El AP no cuenta con cubierta forestal, por esta razón no se puede realizar pre-muestreo o muestreo en la zona.

IV.3.2.1.2.4. Clasificación espectral de la vegetación

Se creó la clasificación espectral de la vegetación para ilustrar la distribución de los tipos de vegetación presentes en el SA, AI y AP, con base en la clasificación de INEGI SERIE VII y mediante el tratamiento de la clasificación espectral de la imagen digital. Se llevó a cabo a través de la siguiente metodología:

1. Pre-procesamiento de la imagen digital

La imagen utilizada en el análisis de la vegetación de las áreas de estudio fue convertida a los formatos digitales adecuados para el software ArcGis v.10.5. Se validó su corrección geométrica y geoposicionamiento con puntos de control e información cartográfica digital vectorial de diferentes fuentes y a diferentes escalas y posteriormente se integraron las imágenes en un mosaico fotogramétrico. Se utilizó el proceso de “remuestreo con la imagen”.

2. Ubicación de sitios de evaluación de campo y delimitación de polígonos de estadísticas supervisadas

La primera etapa consistió en establecer áreas de vegetación representativa en la imagen mediante los puntos de verificación de la vegetación. Posteriormente, se identificó en campo el tipo de vegetación presente en cada área. El trabajo en campo permitió, además, establecer el número y tipo de clases para el proceso de clasificación supervisada de la imagen. Con base en los trabajos de levantamiento de campo, se compiló la información de los tipos de vegetación creando bases de datos con coordenadas geográficas para ubicar en el sistema de información los puntos muestreados. Con esta información se procedió a elaborar polígonos y puntos de control espectral para las comunidades vegetales presentes.

3. Determinación y evaluación de firmas espectrales

Posteriormente se llevó a cabo primero un análisis digital de la imagen que consistió en la evaluación de las firmas espectrales de cada uso de suelo y cobertura vegetal y, segundo, el proceso de clasificación mediante el algoritmo de máxima similitud para seleccionar las más confiables y representativas, las cuales se utilizaron para la clasificación.

4. Aplicación del proceso de clasificación

Una vez obtenidas las firmas espectrales validadas, se procesó mediante algoritmos matemáticos basados en covarianzas y desviaciones estándar para agrupar los píxeles de la imagen en nubes dentro de un hiperespacio de 6 dimensiones. Aquellos píxeles cuya posición se encuentra externa a las nuevas agrupadas, matemáticamente son integradas a la más próxima mediante algoritmos de mínima distancia para cubrir de manera integral la totalidad de los puntos.

5. Validación de la clasificación por el personal que trabajó en campo

Generada la clasificación espectral del área, se imprimió un mosaico de mapas de baja escala para ser revisados por los especialistas de campo, cotejando así el mapeo creado con las anotaciones de campo.

6. Integración al Sistema de Información Geográfica

Obtenidas las imágenes de Clasificación Espectral de la Vegetación y de cobertura de suelos se convirtieron en archivos de ArcInfo y se ingresaron al SIG del Proyecto. Una vez creados los polígonos de interés se procedió a sobreponer los archivos vectores a la clasificación de la imagen para ejecutar una operación algebraica de mapas en cálculo de áreas sobre las áreas de estudio.

Establecimiento de puntos de verificación de la vegetación

Derivado de la consulta de literatura y la descarga de información digital de INEGI Serie VII (2017), se definieron los tipos de vegetación distribuidos en el área de estudio. Sobre ellos, se establecieron puntos de control en el área con cubierta vegetal dentro de los polígonos contemplados, con el fin de verificar el tipo de vegetación. Por medio de un dispositivo de geoposicionamiento satelital Garmin eTrex10, se llegó a los puntos de verificación y se identificó la composición florística, estructura y fisonomía de la vegetación. Estos puntos sirvieron además como sitios de muestreo y se incorporaron a los análisis ecológicos.

IV.3.2.1.2.5. Diseño general de muestreo

Se diseñó un muestreo aleatorio estratificado para el análisis de las áreas de estudio (Mostacedo & Fredericksen, 2000). Se estratificó de acuerdo con la distribución de los tipos de vegetación presentes y, con base en el esfuerzo de muestreo, se ubicaron los sitios aleatoriamente (Figura 4. 72).

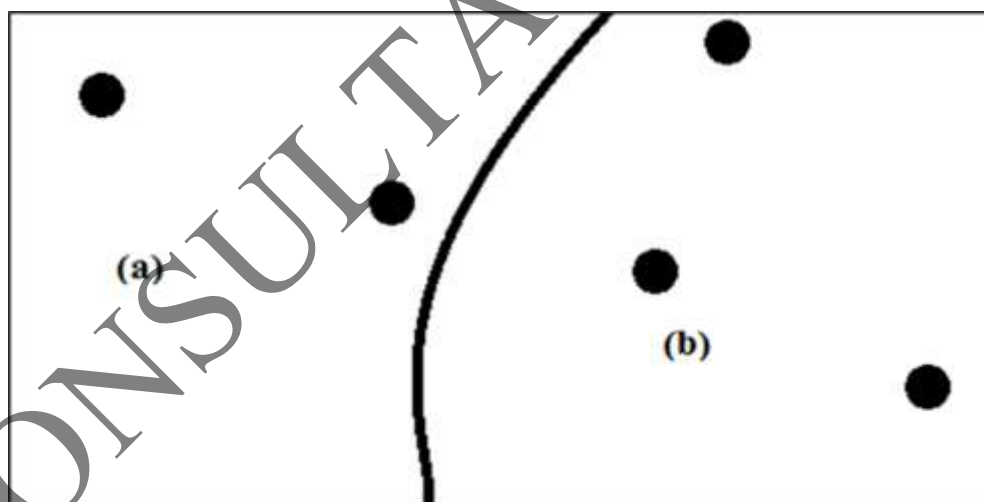


Figura 4. 72 Diseño de muestreo aleatorio estratificado: a) tipo de vegetación uno b) tipo de vegetación dos

La ubicación de los sitios de muestreo fue aleatoria y, para descartar alguna tendencia en los datos, se utilizó la herramienta “Create Random Point” de ArcToolbox, extensión del software ArcMap 10.5., la cual se muestra la Figura 4. 73.

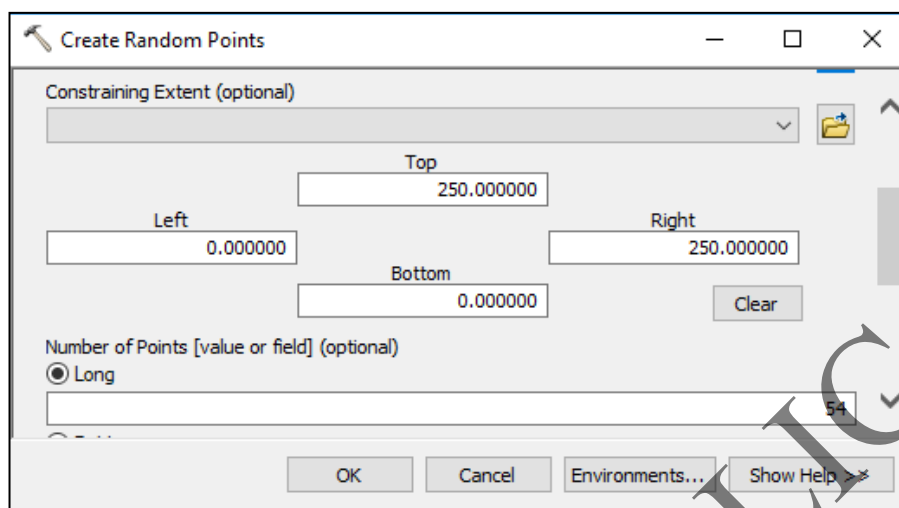


Figura 4. 73 Herramienta para generar puntos aleatorios “Create Random Point”

Diseño de los sitios de muestreo

Para establecer el diseño o forma de cada sitio de muestreo se consideraron las características de la vegetación que presentan las áreas de estudio, la experiencia de levantamientos en campo y lo propuesto por diferentes autores reconocidos en materia ecológica-forestal a nivel nacional (Caballero & Deloya, 1977; Balleza, Cadengo, 2000; Lara, Raimers, 2011).

Se determinó que el diseño del sitio de muestreo más adecuado es el que se utiliza en los inventarios forestales en México, es decir, el método de “Sitios circulares” adoptado por Rodríguez en 1953, el cual consta de un sitio fijo de 500 m² con un radio de 12.62 m, para cuantificar y describir las especies del estrato arbóreo y arbustivo. Sin embargo, para optimizar el análisis y la descripción de los datos de vegetación, se agregó un segundo círculo de 100 m² con 5.64 m de radio para cuantificar y describir las especies del estrato herbáceo.

En la Figura 4. 74 se muestra el esquema de muestreo propuesto por Rodríguez (1953).

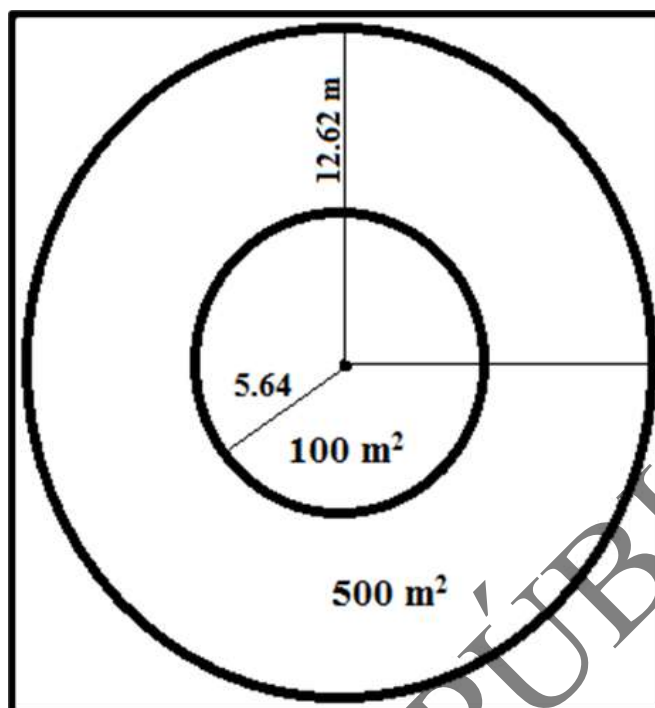


Figura 4. 74 Esquema del sitio de muestreo

IV.3.2.1.2.6. Levantamiento de muestreo en campo

Para el levantamiento en campo de cada sitio de muestreo por área y por tipo de vegetación, se utilizó un dispositivo de geoposicionamiento satelital Garmin eTrex10 y previamente se realizaron mapas para la ayuda de la ubicación de los sitios de muestreo. En cada sitio se marcó el centroide de la parcela con cinta tipo *flagging* sobre un individuo arbóreo o arbustivo. A partir de este se delimitó el radio con la ayuda de la cinta métrica. Se colocó cinta *flagging* hacia cada punto cardinal. Una vez delimitada la parcela, se contabilizaron los individuos de cada especie presente en los tres estratos y se tomaron los siguientes datos dasométricos: altura, cobertura y el diámetro a la altura del pecho (DAP) cuando los individuos lo presentaban.

Conforme a los parámetros utilizados y sugerido por CONAFOR (2015), se consideró como individuo arbóreo aquellos que tuvieran un DAP igual o mayor a 7.0 cm y una altura igual o mayor de 3.0 m, menores a este diámetro y con consistencia leñosa se registraron dentro del estrato arbustivo y las especies de tallos no leñosos, generalmente especies menores al 1.30 m de altura, se incluyeron en el estrato herbáceo.

Durante el levantamiento de la información en campo se utilizó un Clinómetro Brunton, mediante el cual se tomó la altura de las especies arbóreas de mayor tamaño y la pendiente. Para medir el radio de la parcela a muestrear se utilizó una cinta métrica de 50 m, así mismo con una cinta diamétrica se tomó el diámetro de los individuos arbóreos y con un flexómetro se tomaron los datos de cobertura y altura del estrato arbustivo y herbáceo.

Todos los datos fueron registrados en formatos de campo previamente diseñados para los requerimientos de los muestreos y se agrupan en tres clases:

Datos silvícolas: Hacen referencia a los datos propios de la vegetación como especie, altura, cobertura, diámetro, etc.

Datos ecológicos: Incluyen información de relevancia ecológica del sitio como altura sobre el nivel del mar, pendiente, exposición, tipos de erosión y notas sobre asociaciones de las especies, entre otros aspectos.

Datos de control: Contiene información de ubicación geográfica, entidad federativa, municipio, nombre de predio o área, número de unidad de registro, brigada que tomó la información, fecha en que se realizó el muestreo.

Identificación de especies vegetales

Durante el levantamiento de los muestreos en campo, se realizó la toma de fotografías y colecta de ejemplares botánicos de las especies vegetales para su identificación. Los especímenes fueron tratados bajo el método de herborización de Lot & Chiang (1986). A su vez, algunas especies se identificaron *in situ*, con la ayuda de guías ilustradas. No se colectaron especies, partes o derivados de las mismas categorizadas en la Norma Oficial Mexicana 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, 2010).

Para la identificación de las especies vegetales, se utilizaron claves de identificación de distintos trabajos taxonómicos de los grupos a los que pertenecen los especímenes observados/colectados, así como listados florísticos de las regiones cercanas a las áreas de estudio. Para la consulta del nombre científico válido para cada especie, su posición taxonómica y su autor, se consultó Tropicos (2023), que se basa en la clasificación filogenética de APG IV (2016). En el caso de los nombres comunes, se consultó Naturalista (2023). Aunado a lo anterior, se consultó a especialistas en diferentes grupos de plantas del Herbario “Luz María Villareal de Puga” IBUG de la Universidad de Guadalajara.

IV.3.2.1.2.7. Sistema de clasificación de la vegetación

Se buscó que la utilización de un sistema de clasificación en la vegetación se adecuara a los tipos de vegetación observados en campo y que, a su vez, fuera apropiado para los análisis ecológicos. Se consultó la información digital de INEGI Serie VII (2017) para identificar de manera preliminar los tipos de vegetación del área de estudio. Posterior al análisis de las características fisonómicas y de composición florística observadas en campo, se confirmó su utilización, ya que se adecuó mejor a las propiedades observadas en campo.

Es pertinente mencionar que los tipos de vegetación incluidos aquí se trataron como comunidades clímax, es decir, como grupos de especies que representan fundamentalmente alguna de las categorías de la clasificación de la vegetación utilizada. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que estos tipos de vegetación no son entidades discretas y presentan ecotonos, así como variaciones específicas para la región en particular en donde están distribuidas. Es posible que algunos de los sitios muestreados hayan caído en estos ecotonos o zonas de variación del tipo de vegetación clímax y que se haya definido bajo criterios subjetivos para clasificarlo en uno u otro tipo de vegetación.

- 1) Bosque de encino
- 2) Bosque de encino-pino
- 3) Bosque de pino-encino
- 4) Matorral crasicaule
- 5) Pastizal

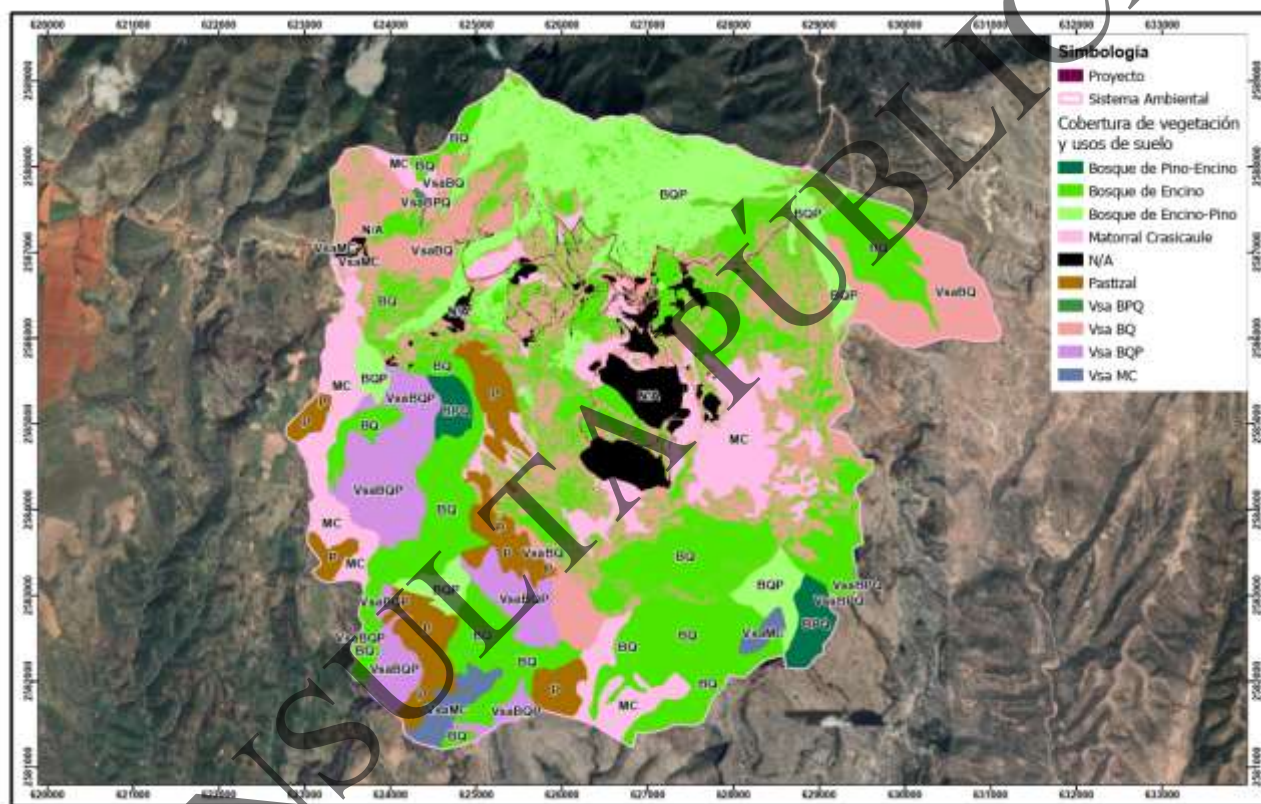


Figura 4. 75 Tipos de vegetación con base en el trabajo de campo

En la siguiente tabla se muestran las superficies en hectáreas por tipo de vegetación del SA.



Tabla 4. 34 Superficie por tipo de vegetación del SA

No.	Tipo de vegetación	Superficie (ha)
1	Bosque de encino	1442.5140
2	Vegetación secundaria de bosque de pino-encino	934.1532
3	Bosque de encino-pino	567.6652
4	Matorral crasicaule	486.3675
5	Vegetación secundaria de bosque de encino-pino	280.0586
6	Pastizal	236.1371
7	Bosque de pino-encino	66.3670
8	Vegetación secundaria de matorral crasicaule	53.6356
Total		4066.8982

A continuación, se describen las particularidades de cada tipo de vegetación encontrado en las áreas de estudio:

Bosque de encino (BQ)

Estas comunidades vegetales distribuidas en casi todo el país, desde la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Faja Volcánica Trans-mexicana, Sierra Madre del Sur, Sierra Norte de Oaxaca, Planicie Costera del Golfo Sur, con la única excepción que es la Península de Yucatán. Se desarrollan en climas cálidos, templados húmedos y subhúmedos a secos, con temperaturas que van de los 10 a 26°C y una precipitación que va desde los 350 a 2,000 mm al año. Pueden presentarse desde los 0 a los 3,000 m s.n.m., con una predilección por las exposiciones norte y oeste. Los suelos en los que se desarrollan son de origen ígneo, sedimentarios y metamórficos (Rzedowski, 1978) (IIEG 2017). En general, este tipo de comunidad se encuentra muy relacionada con los de pino, formando una serie de mosaicos complejos. Las especies más comunes de estas comunidades son encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino nopis (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides*, *Q. scytophylla* y en zona tropicales *Quercus oleoides*. Son arboles perennifolios o caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable, pero generalmente la floración se da en la época seca del año de diciembre a marzo, y los frutos maduran entre junio y agosto (INEGI, 2017).

Bosque de encino-pino (BQP)

Esta comunidad vegetal es una asociación entre el género *Quercus* y del género *Pinus*. Al igual que el bosque de *Pinus*, tiene una amplia distribución en las zonas montañosas de México. Su rango de distribución abarca desde los 1,200 a los 3,200 m s.n.m. Las especies dominantes son *P. douglasiana*, *P. oocarpa*, *Quercus resinosa*, *Q. castanea* y *Q. rugosa*. Debido a que el bosque de *Pinus* y el bosque de *Quercus* ocupan nichos ecológicos muy similares, la asociación entre ambos grupos ha tomado una estructura y composición particular que se comporta como una comunidad clímax.

Bosque de pino-encino (BPQ)

Son comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México. Se distribuyen en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Faja Volcánica Trans-mexicana y Sierra Madre del Sur. Alcanzan alturas de 8 hasta los 35 m, las comunidades están conformadas por diferentes especies de pino (*Pinus spp.*) y encino (*Quercus spp.*); pero con dominancia de las primeras. La transición del bosque de encino al de pino está determinada (en condiciones naturales) por el gradiente altitudinal.

Estas mezclas son frecuentes y ocupan muchas condiciones de distribución. Algunas de las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. duranguensis*, *P. engelmannii*, *P. lawsoni*, encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides* y *Q. scytophylla* (INEGI, 2017).

Matorral crasicaule (MC)

El MC se distribuye en las orillas de la zona minera, a las faldas de las lomas, así como en pequeñas porciones planas. Las especies que se encuentran dentro de este tipo de vegetación son *Opuntia streptacantha*, *O. robusta*, con la mayor abundancia y dominancia, así como en menor proporción *Vachellia schaffneri*.

Pastizal inducido (P)

Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal (INEGI, 2017).

Vegetación secundaria (Vs)

Se tomó como el estado de sucesión de la vegetación clímax o vegetación primaria. Surge cuando un tipo de vegetación primaria es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales. Se presenta con una composición florística heterogénea.

No se tomó en cuenta para los análisis ecológicos como una entidad independiente de la vegetación clímax.

IV.3.2.1.2.8. Análisis de riqueza y diversidad de especies y estructura de la vegetación

Riqueza de especies

La riqueza florística de las especies vegetales se presenta en listados generados por área los cuales contienen los siguientes datos taxonómicos: familia, género, especie, autor y nombre común.

Así mismo se presentan las especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM-059) la cual establece la protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestre, así como las categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de categoría, mismas que se describen a continuación.

- Probablemente extinta en el medio silvestre (**E**): Aquellas especies nativas que en vida libre dentro del territorio mexicano han desaparecido.
- En peligro de extinción (**P**): Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica.
- Amenazada (**A**): Aquellas especies que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad.
- Sujetas a protección especial (**Pr**): Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden 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.

Diversidad de especies

Índice de Shannon o índice de Shannon-Wiener

Además de la riqueza específica (*S*), que es la forma más sencilla de medir la biodiversidad (número de especies presentes), se utilizó el índice de equidad de Shannon o índice de Shannon-Wiener (Moreno Ortega, 2001) para el análisis ecológico de la vegetación de la SAR, AI y AP. Este índice mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar de cada estrato de cada tipo de vegetación, ya que expresa la uniformidad de los valores de importancia de todas las especies de la misma comunidad. Por lo tanto, a mayor valor del índice de Shannon, la uniformidad en los valores refleja una distribución equilibrada de las especies; de modo contrario, al arrojar valores en cero o cerca del cero, la diversidad es baja y existe presencia de una o solo unas cuantas especies.

La fórmula para calcular el índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = - \sum p_i \log p_i$$

donde:

H' = Índice de diversidad de Shannon

S = Número de especies

$\log$ = Logaritmo natural de p_i

p_i = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (abundancia relativa de la especie i): n_i/N

n_i = Número de individuos de la especie i

N = Número de todos los individuos de todas las especies

Estructura de la vegetación

El análisis de los datos ecológicos de la vegetación de las áreas SA, AI y AP se realizó por tipo de vegetación y por estrato, así mismo, se calcularon los siguientes datos: densidad, dominancia y frecuencia. Estos resultados, a su vez, permitieron obtener el índice de Valor de Importancia (IVI). El IVI es utilizado en diversos trabajos y define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura ecológica del ecosistema, con lo que se determina cuáles de ellas son las más importantes (Cottam & Curtis, 1956; Orozco & Brumér, 2002).

Las fórmulas y parámetros utilizados en la descripción de la estructura de la vegetación se describen a continuación:

Densidad absoluta

Representa el número promedio de individuos por área o superficie de muestreo. El cálculo de la densidad absoluta se obtiene de la siguiente manera:

$$D = N/A$$

donde:

D = Densidad Absoluta

N = Número total de individuos

A = Superficie muestreada en ha

Densidad relativa

La densidad relativa se refiere al número de individuos de una especie expresado como una proporción de la densidad total de todas las especies. Se calcula a través de la siguiente formula:

$$D_r = D_i / (\sum D_i) * 100$$

donde:

D_r = Densidad relativa

D_i = Densidad por especie

$\sum D_i$ = Sumatoria de las Densidades de todas las especies.

Dominancia

La dominancia absoluta es la suma del área basal o cobertura del total de individuos por especie. Representa la importancia de una especie en función de su desarrollo o biomasa. En el presente estudio se calcula la dominancia de acuerdo con el estrato correspondiente al cual pertenece cada individuo:

Arbóreo: Se calcula a través del área basal individual, que es la superficie de la sección transversal de un árbol a la altura de pecho (DAP) y es calculada como el área de la sección circular; utilizando el valor del diámetro a esa altura se emplea la siguiente fórmula:

$$AB = (\pi/4) D^2 = 0.7854 * D^2$$

donde:

AB = Área basal individual

D = Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Arbustivo y herbáceo: Se calcula a través de la cobertura, la cual es la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de la copa de los individuos considerados. Debido a que estos estratos generalmente no rebasan los 3 metros de altura, es posible medir la cobertura de copa directamente con una cinta métrica o, de lo contrario, se mide la sombra de la copa en dos direcciones; diámetro mayor y diámetro menor y posteriormente se calcula un diámetro de copa promedio.

$$C = Dc = D + d/2$$

donde:

C = Cobertura

Dc = Media del diámetro de copa

D = Longitud del diámetro mayor

d = Longitud del diámetro menor

Dominancia relativa

Es la proporción de la dominancia absoluta de una especie con respecto a la dominancia absoluta de todas las especies del área muestreada. Se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$Dom = Di / (\sum Di) * 100$$

donde:

Dom = Dominancia relativa

Di = Dominancia de la especie

$\sum Di$ = Sumatoria de todas las dominancias de todas las especies

Frecuencia absoluta

La frecuencia es el número de veces que una especie ocurre en las distintas unidades de muestreo. Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$F = J/N$$

donde:

F = Frecuencia de la especie

J = Número de unidades de muestreo en las que ocurre la especie

N = Número total de sitios muestreados

Frecuencia relativa

La frecuencia relativa es la frecuencia absoluta de una especie con respecto a la frecuencia de todas las especies. Se calcula utilizando la siguiente formula:

$$Fr = F/(\sum F) * 100$$

donde:

Fr = Frecuencia relativa de la especie

F = Frecuencia absoluta de la especie

$\sum F$ = Sumatoria de todas las frecuencias de todas las especies

IV. 3.2.1.3. Descripción y caracterización de la vegetación en el SA

En el presente apartado se presentan los resultados de la composición, estructura y diversidad de la vegetación en el SA.

IV. 3.2.1.3.1. Tipos de vegetación del SA

De acuerdo con la clasificación más reciente propuesta por INEGI en la información temática de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII (INEGI, 2018), se muestra que en el SA se desarrollan (

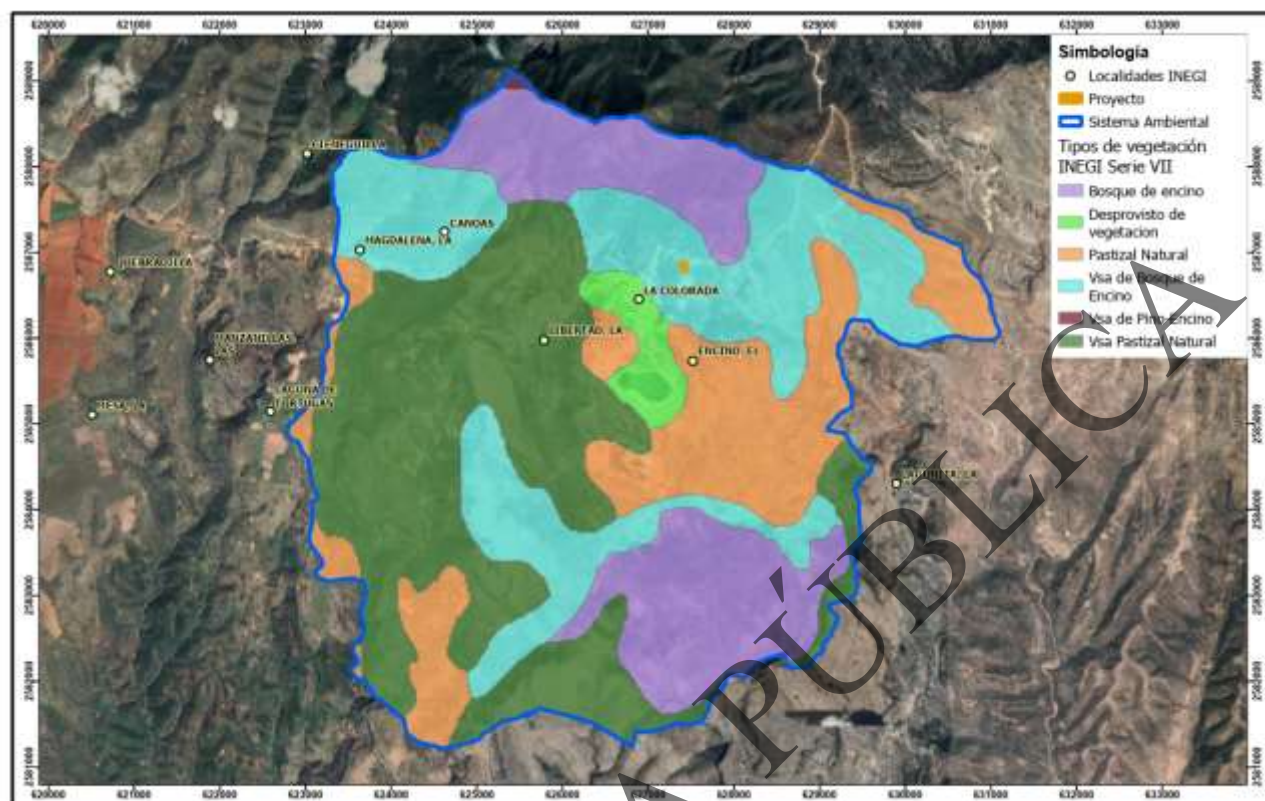


Figura 4. 76).

1. Bosque de encino
2. Desprovisto de vegetación
3. Pastizal natural
4. Vegetación secundaria de bosque de encino
5. Vegetación secundaria de bosque de pino-encino
6. Vegetación secundaria de pastizal natural

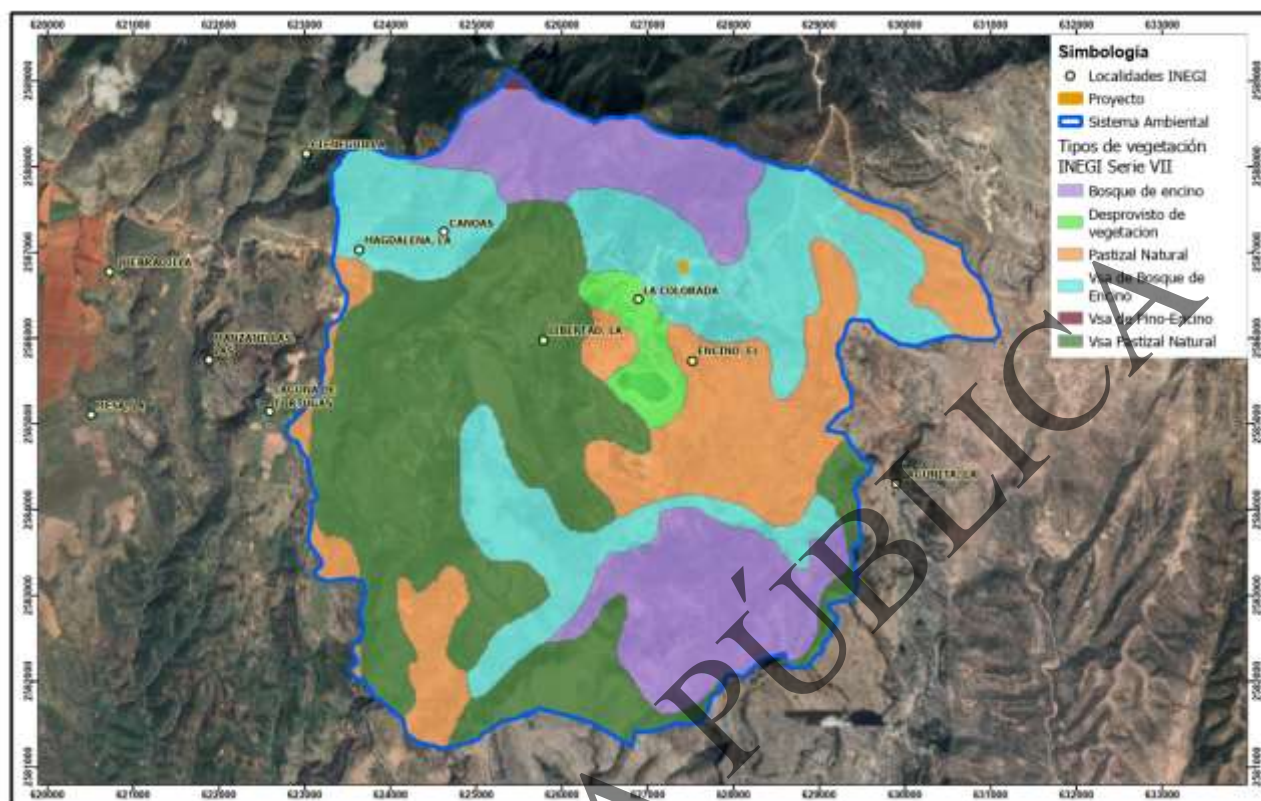


Figura 4. 76 Tipos de vegetación en el SA de acuerdo a INEGI Serie VII

Sin embargo, con base en el trabajo de campo realizado en el SA y mediante el tratamiento de la clasificación espectral de la imagen digital, se verificaron los tipos de vegetación y su distribución (Anexo 4.13).

En el SA se presentan ocho tipos de vegetación:

1. Bosque de encino
2. Bosque de pino-encino
3. Bosque encino-pino
4. Matorral crasicaule
5. Pastizal
6. Vegetación secundaria de bosque de encino-pino
7. Vegetación secundaria de Bosque de pino-encino
8. Vegetación secundaria de matorral crasicaule

En la siguiente figura se observa la distribución de cada una respecto del SA.

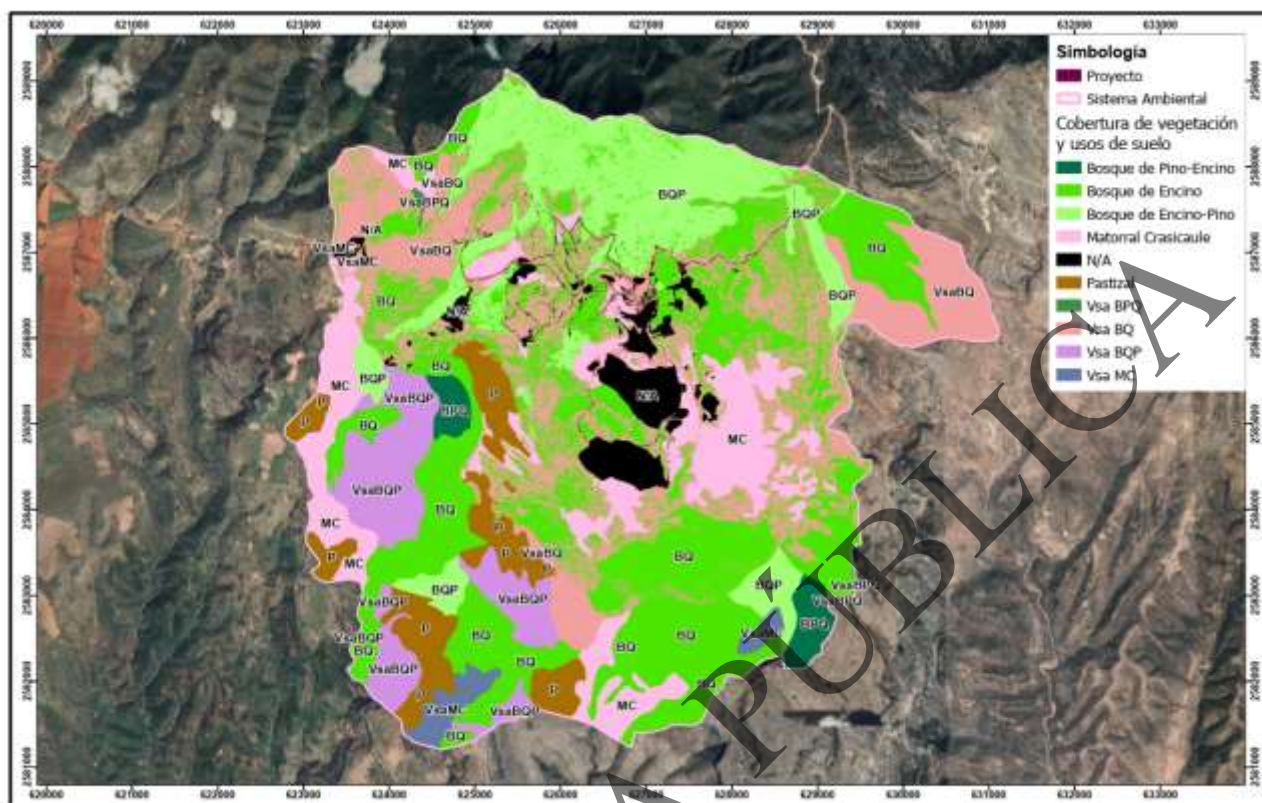


Figura 4. 77 Tipos de vegetación en el SA, mediante el trabajo en campo y clasificación espectral de la vegetación

En el **Anexo 4.14** se muestra el Plano general de sitios de muestreo para el SA.

En el **Anexo 4.15** Reporte fotográfico de vegetación, se presentan fotografías de áreas con los tipos de vegetación mencionados anteriormente, así mismo fotografías de especies más importantes de cada tipo de vegetación.

En el **Anexo 4.16** se presenta la imagen a detalle de los tipos de vegetación en el SA, mediante el trabajo de campo y clasificación espectral de la vegetación.

En la siguiente tabla se presenta un desglose de la superficie por tipo de vegetación dentro del SA con base en la clasificación espectral de la vegetación.



Tabla 4. 35 Superficie por tipo de vegetación dentro del SA

No.	Tipo de vegetación	Superficie (ha)
1	Bosque de encino	1442.5140
2	Vegetación secundaria de bosque de pino-encino	934.1532
3	Bosque de encino-pino	567.6652
4	Matorral crasicaule	486.3675
5	Vegetación secundaria de bosque de encino-pino	280.0586
6	Pastizal	236.1371
7	Bosque de pino-encino	66.3670
8	Vegetación secundaria de matorral crasicaule	43.6356
Total		4066.8982

En la siguiente figura se presenta la superficie por tipo de vegetación en porcentaje dentro del SA.

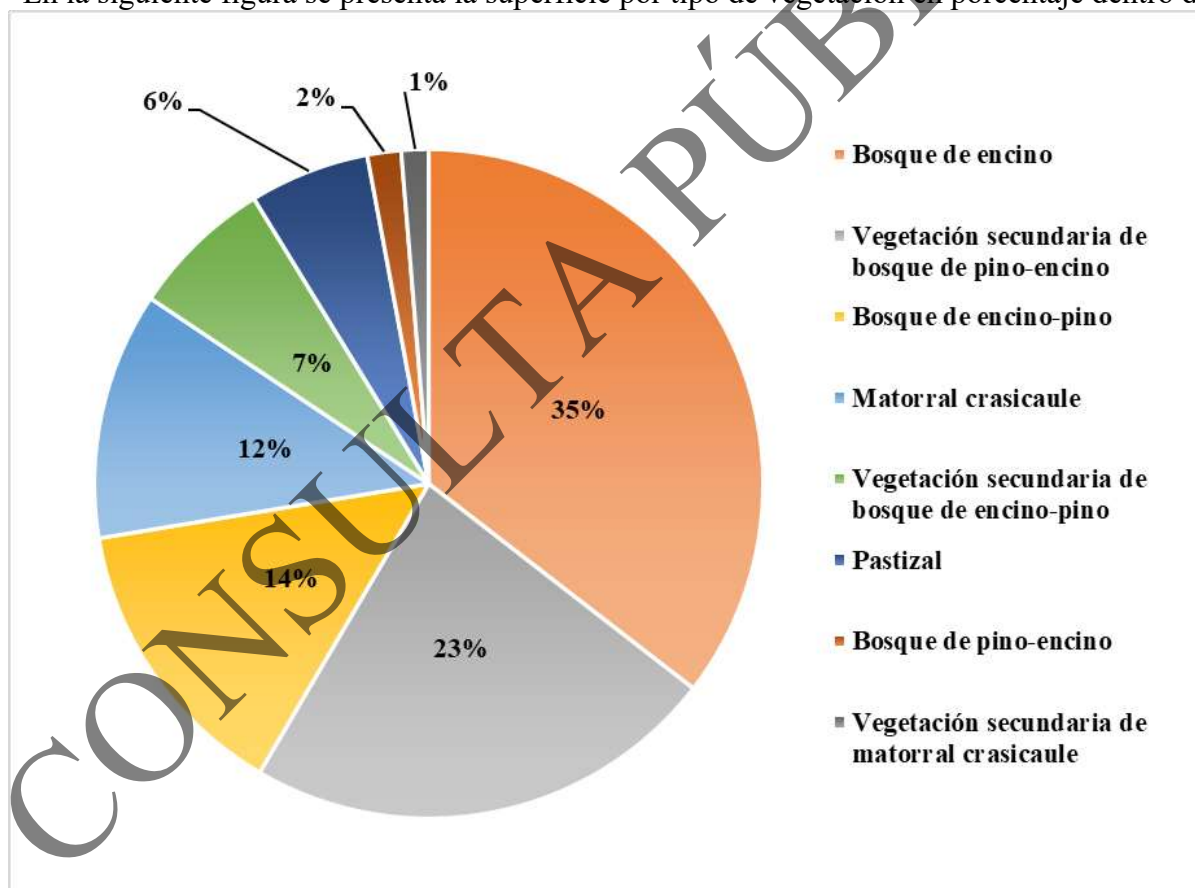


Figura 4. 78 Gráfica de superficie en porcentaje del tipo de vegetación dentro del SA

La descripción de cada tipo de vegetación presente en el SA se detalla a continuación:

Bosque de encino (BQ)

El BQ se distribuye a las orillas del Predio, en pequeñas laderas con pendientes poco pronunciadas, es la vegetación con mayor superficie. Dentro del área perteneciente a esta vegetación se encuentran especies del género *Quercus*, tales como *Q. eduardi*, *Q. grisea*, *Q. potosina*, *Q. rugosa* y *Q. sideroxyla*, así como *Arctostaphylos pungens*, especies en los estratos bajos.

Bosque de encino-pino (BQP)

En el BQP se distribuye en las zonas más altas de las montañas, así como en laderas con presencia de especies como: *P. cembroides*, *Q. grisea*, *Q. eduardi*, *Q. sideroxyla* y *Arctostaphylos pungens*, propias de este tipo de vegetación.

Bosque de pino-encino (BPQ)

El BPQ se encuentra distribuido en dos manchones, uno en las orillas del SA y otro dentro del AI y AP. Las especies que frecuentamos en este tipo de vegetación son *Pinus leiophylla*, *Quercus eduardi* y *Q. sideroxyla*.

Matorral crasicaule (MC)

El MC se distribuye en las orillas de la zona minera, a las faldas de las lomas, así como en pequeñas porciones planas. Las especies que se encuentran dentro de este tipo de vegetación son *Opuntia streptacantha*, *O. robusta*, con la mayor abundancia y dominancia, así como en menor proporción *Vachellia schaffneri*.

Pastizal (P)

En el SA, el P presenta manchones en las orillas, así como al interior del AI y en el AP, las especies dominantes dentro de este tipo de vegetación son, *Bouteloua gracilis*, *Piptochaetium fimbriatum*, *Muhlenbergia speciosa* y *Aristida adscensionis*.

IV. 3.2.1.3.2. Sitios de muestreo en el SA

Dentro de la superficie con vegetación natural dentro del SA se realizaron un total de **110** muestreos, de acuerdo con los resultados obtenidos en el cálculo de tamaño de muestra. La distribución de los muestreos fue estratificada por tipo de vegetación y los muestreos fueron aleatorios a las áreas con presencia de cobertura vegetal, con el fin de analizar de manera fehaciente los tipos de vegetación en el SA.

En la siguiente figura se presenta la distribución de los muestreos realizados en el SA.

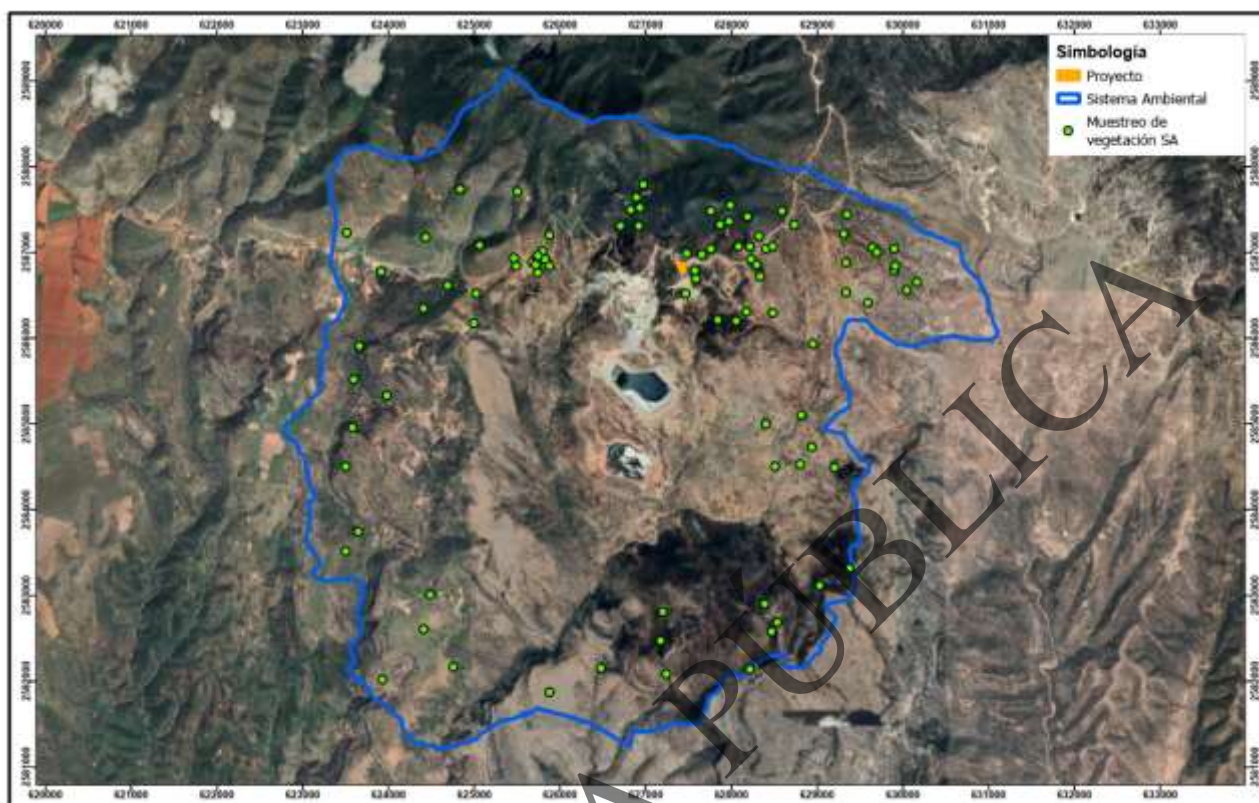


Figura 4. 79 Sitios de muestreo en el SA

A continuación, en la tabla siguiente se muestra las coordenadas WGS84 UTM de la ubicación de los sitios de muestreo en el SA.

Tabla 4. 36 Coordenadas de sitios de muestreo en el SA

Datum WGS 84 UTM			Datum WGS 84 UTM		
No.	X	Y	No.	X	Y
1	627335	2586499	56	629331	2586528
2	627346	2586458	57	629590	2586409
3	627341	2586322	58	630039	2586551
4	627325	2586180	59	629894	2586777
5	627335	2586251	60	629688	2586997
6	625750	2586920	61	626975	2587788
7	625751	2586895	62	626924	2587517
8	625718	2586917	63	626910	2587298
9	625701	2586877	64	629340	2587435
10	625670	2586876	65	629308	2587214
11	625715	2586849	66	627752	2587469
12	627458	2586509	67	627980	2587546
13	627356	2586553	68	629641	2587049



Datum WGS 84 UTM		
No.	X	Y
14	627399	2586542
15	627393	2586229
16	627464	2586357
17	627263	2586339
18	625817	2586917
19	625793	2587002
20	625740	2586956
21	625873	2586829
22	625480	2586834
23	625741	2586760
24	628588	2587480
25	628473	2586291
26	628312	2587187
27	628212	2587060
28	628295	2586849
29	628053	2586196
30	627838	2586211
31	627561	2586293
32	627585	2586684
33	627124	2586740
34	626875	2586888
35	626644	2586877
36	626336	2586706
37	626404	2586254
38	626370	2586407
39	627761	2587035
40	628073	2587058
41	627483	2586402
42	626875	2586820
43	626483	2586485
44	626413	2586462
45	626244	2585479
46	626429	2585483
47	626297	2586644
48	628223	2586917
49	626704	2587298
50	626818	2587483
51	626889	2587636
52	627869	2587315

Datum WGS 84 UTM		
No.	X	Y
69	628188	2587408
70	629910	2586833
71	630159	2586648
72	629891	2587041
73	626598	2583401
74	626777	2583429
75	626798	2583605
76	626994	2583601
77	624337	2585599
78	624837	2585571
79	625356	2585645
80	624313	2585098
81	625354	2585090
82	624818	2583519
83	625498	2587705
84	625869	2587199
85	624402	2586345
86	624681	2586607
87	624999	2586168
88	624486	2583006
89	624400	2582598
90	623928	2582010
91	624752	2582162
92	628205	2582134
93	628389	2582897
94	629030	2583104
95	629375	2583306
96	628499	2584498
97	629197	2584483
98	628464	2582576
99	628941	2585932
100	623974	2585331
101	628527	2582683
102	628809	2585103
103	628927	2584723
104	628792	2584527
105	628397	2584997
106	623508	2587228
107	623910	2586770

Datum WGS 84 UTM			Datum WGS 84 UTM		
No.	X	Y	No.	X	Y
53	627974	2587353	108	624432	2587174
54	629326	2586872	109	625454	2586933
55	628180	2587390	110	627387	2586723

En el

Anexo 4.14 se presenta el plano general de sitios de muestreo del SA.

IV. 3.2.1.3.3. Riqueza florística en el SA

Para la identificación del nombre científico de las especies y de su posición taxonómica, se consultó Tropicos (2023), que es una base de datos taxonómicos mundial basado en el sistema de clasificación vegetal APG IV. En el caso de los nombres comunes, se consultó Naturalista (2023).

La riqueza florística del SA incluye 213 especies de plantas, distribuidas en 53 familias. En la siguiente tabla se presenta el listado florístico:

Tabla 4. 37 Listado florístico del Sistema Ambiental

No.	Familia	Especie	Autor	Nombre común
1	Acanthaceae	<i>Dyschoriste decumbens</i>	(A. Gray) Kuntze	Trompetilla
2		<i>Mirandea grisea</i>	L.	s/n
3		<i>Ruellia lactea</i>	Cav.	Moradita
4	Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i>	(Moc. ex-DC.) R.M. King & H. Rob.	Quintonil verde
5		<i>Ambrosia confertiflora</i>	(Moc. ex-DC.) R.M. King & H. Rob.	Estafiate
6		<i>Salsola kali</i>	L.	Rodadora
7		<i>Gomphrena decumbens</i>	Jacq.	s/n
8	Amaryllidaceae	<i>Allium glandulosum</i>	Link & Otto	Cebolleja
9	Anacardiaceae	<i>Rhus trilobata</i>	Nutt.	Agrito
10	Apiaceae	<i>Eryngium heterophyllum</i>	Engelm.	Hierba del sapo
11	Apocynaceae	<i>Asclepias linaria</i>	Cav.	Pinillo
12	Asparagaceae	<i>Agave durangensis</i>	Gentry	Maguey cenizo
13		<i>Agave filifera</i>	Salm-Dyck	Maguey
14		<i>Agave parryi</i>	Engelm.	Maguey mezcal
15		<i>Agave salmiana</i>	Otto ex Salm-Dyck	Maguey pulquero
16		<i>Agave schidigera</i>	Lem.	Lechuguilla mansa
17		<i>Dasylirion longissimum</i>	Lem.	Sotol liso
18		<i>Dasylirion wheeleri</i>	S. Watson ex Rothr.	Sotol
19		<i>Manfreda scabra</i>	(Ortega) McVaugh	Maguey shishi



No.	Familia	Especie	Autor	Nombre común
20		<i>Nolina juncea</i>	(Zucc.) J.F. Macbr.	Cortadillo
21		<i>Yucca carnerosana</i>	McKelvey	Palma
22		<i>Yucca decipiens</i>	Trel.	Palma
23	Asphodelaceae	<i>Asphodelus fistulosus</i>	L.	Cebollín
24	Asteraceae	<i>Acourtia platyphylla</i>	(A. Gray) Reveal & R.M. King	Árnica
25		<i>Ageratina petiolaris</i>	(Moc. ex-DC.) R.M. King & H. Rob.	Amargocilla
26		<i>Ageratina wrightii</i>	(A. Gray) R.M. King & H. Rob.	s/n
27		<i>Ageratina petiolaris</i>	(Moc. ex-DC.) R.M. King & H. Rob.	Amargoncilla
28		<i>Artemisia ludoviciana</i>	Nutt.	Estafiate
29		<i>Aster subulatus</i> var. <i>subulatus</i>	Michx.	s/n
30		<i>Astranthium orthopodum</i>	(B.L. Rob. & Fernald) Larsen	Flor de estrella
31		<i>Baccharis salicifolia</i>	(Ruiz & Pav.) Pers.	Jarilla de arroyo
32		<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	(Kunth) H. Rob. & Brettell	s/n
33		<i>Bidens angustissima</i>	Kunth	s/n
34		<i>Bidens pilosa</i>	L.	Amor seco
35		<i>Brickellia laciniata</i>	A. Gray	Jara
36		<i>Brickellia secundiflora</i>	(Lag.) A. Gray	Jara blanca
37		<i>Brickellia spinulosa</i>	(A. Gray) A. Gray	s/n
38		<i>Brickellia veronicifolia</i>	(Kunth) A. Gray	Estrellita
39		<i>Cirsium mexicanum</i>	DC.	Cardon santo
40		<i>Cosmos parviflorus</i>	(Jacq.) Pers.	Aceitilla blanca
41		<i>Dyssodia papposa</i>	(Vent.) Hitchc.	s/n
42		<i>Galinsoga parviflora</i>	Cav.	Estrellita
43		<i>Gymnosperma glutinosum</i>	(Spreng.) Less.	Tatalencho
44		<i>Hieracium pringlei</i>	A. Gray	s/n
45		<i>Hymenothrix glandulopubescens</i>	L.	s/n
46		<i>Montanoa leucantha</i>	(Lag.) S.F. Blake	Talacao
47		<i>Perymenium mendezii</i>	DC.	Hierba arlomo
48		<i>Picradeniopsis absinthifolia</i>	L.	Aceitilla Amarilla
49		<i>Piqueria trinervia</i>	Cav.	Hierba de San Nicolás
50		<i>Psacalium ampulum</i>	(Rydb.) H. Rob. & Brettell	Vaquero



No.	Familia	Especie	Autor	Nombre común
51		<i>Psacalium globosum</i>	(B.L. Rob. & Fernald) H. Rob. & Brettell	Matarique
52		<i>Psacalium peltatum</i>	(Kunth) Cass.	Matarique
53		<i>Pseudognaphalium canescens</i>	(DC.) Anderb.	Gordolobo
54		<i>Pseudognaphalium stramineum</i>	(Kunth) Anderb.	Gordolobo cenizo
55		<i>Pseudognaphalium viscosum</i>	(Kunth) Anderb.	Gordolobo
56		<i>Roldana heracleifolia</i>	(Hemsl.) H. Rob. & Brettell	Roldana
57		<i>Salvia prunelloides</i>	Kunth.	Salvia consuela
58		<i>Sanvitalia procumbens</i>	Lam.	Ojo de Gallo
59		<i>Schkuhria pinnata</i>	(Lam.) Kuntze ex Thell.	Escobilla
60		<i>Senecio salignus</i>	DC.	Asomiate
61		<i>Stevia lucida</i>	Lag.	Hierba de la araña
62		<i>Stevia porphyrea</i>	McVaugh	s/n
63		<i>Stevia salicifolia</i>	Cav.	Chacal
64		<i>Stevia serrata</i>	Cav.	Burrillo
65		<i>Tagetes filifolia</i>	L.	Anís
66		<i>Tagetes foetidissima</i>	DC.	s/n
67		<i>Tagetes lucida</i>	Cav.	Pericón
68		<i>Tagetes lunulata</i>	Ortega	Cinco llagas
69		<i>Taraxacum officinale</i>	F.H. Wigg.	Diente de león
70		<i>Trixis angustifolia</i>	DC.	Arnica
71		<i>Verbesina crocata</i>	(Cav.) Less.	Árnica
72		<i>Verbesina serrata</i>	Cav.	Vara blanca
73		<i>Viguiera dentata</i>	(Cav.) Less.	Chamiso
74		<i>Viguiera linearis</i>	(Cav.) Less.	s/n
75		<i>Xanthisma spinulosum</i>	(Cav.) Less.	Árnica
76		<i>Zinnia peruviana</i>	(L.) L.	Mal de ojo
77	Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i>	L.	Lentejilla
78	Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i>	(L.) L.	Gallito
79		<i>Coryphantha macromeris</i> subsp. <i>macromeris</i>	(Engelm.) Lem.	Biznaga partida
80	Cactaceae	<i>Echinocereus acifer</i>	(Otto ex Salm-Dyck)	Alicoche del centro
81		<i>Mammillaria jaliscana</i> subsp. <i>zacatecasensis</i>	(Shurly) D.R.Hunt	Biznaga de Zacatecas



No.	Familia	Especie	Autor	Nombre común
82		<i>Mammillaria petterssonii</i>	Hildm.	Biznaga
83		<i>Mammillaria senilis</i>	Lodd. ex Salm-Dyck	Biznaga cabeza de viejo
84		<i>Opuntia leocotricha</i>	DC.	Nopal duraznillo
85		<i>Opuntia rastrera</i>	Weber	Nopal Rastrero
86		<i>Opuntia robusta</i>	H.L. Wendl. ex Pfeiff.	Nopal Camueso
87		<i>Opuntia streptacantha</i>	Lem.	Nopal cardón
88		<i>Stenocactus heteracanthus</i>	(Muehlenpf.) A. Berger ex A.W. Hill	Biznaga ondulada
89		<i>Stenocactus ochoteranianus</i>	Tiegel	Biznaga ondulada
90		<i>Stenocactus coptonogonus</i>	L.	Biznaga cerebro
91	Chenopodiaceae	<i>Dysphania graveolens</i>	(W.A. Weber) Mosyakin & Clemants	Epazote de monte
92	Cistaceae	<i>Crocanthemum glomeratum</i>	(Lag.) Janch.	Cenicillo Amarillo
93		<i>Helianthemum glomeratum</i>	(Lag.) Lag.	Hierba de la gallina
94	Commelinaceae	<i>Commelina coelestis</i>	L.	Hierba del pollo
95		<i>Commelina dianthifolia</i>	Delile	Casalá
96		<i>Tradescantia crassifolia</i>	Cav.	Matlaxóchitl
97		<i>Tripogandra purpurascens</i>	(Schauer) Handlos	Gallito
98	Convolvulaceae	<i>Dichondra argentea</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Oreja de ratón
99		<i>Dichondra brachypoda</i>	L.	s/n
100		<i>Evolvulus alsinoides</i>	(L.) L.	Ojitos azules
101		<i>Evolvulus prostratus</i>	L.	s/n
102		<i>Ipomoea purpurea</i>	(L.) Roth	Manto morado
103	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	Mill.	Ciprés blanco
104		<i>Juniperus deppeana</i>	Steud.	Táscate
105	Cyperaceae	<i>Cyperus aggregatus</i>	L.	s/n
106		<i>Cyperus hermaphroditus</i>	(Jacq.) Standl.	Pionia
107	Ericaceae	<i>Arbutus arizonica</i>	(A. Gray) Sarg.	Madroño
108		<i>Arctostaphylos pungens</i>	Kunth	Pingüica



No.	Familia	Especie	Autor	Nombre común
109	Euphorbiaceae	<i>Croton dioicus</i>	Cav.	Suapatle
110		<i>Euphorbia hypericifolia</i>	L.	Golondrina
111		<i>Euphorbia radians</i>	Benth.	Colecitas
112	Fabaceae	<i>Acacia schaffneri</i>	(S. Watson) F.J. Herm.	Huizache
113		<i>Astragalus mollissimus</i>	L.	Hierba loca morada
114		<i>Calliandra eriophylla</i>	Benth.	Charrasquillo
115		<i>Calliandra humilis</i>	L.	s/n
116		<i>Cologania angustifolia</i>	L.	s/n
117		<i>Cologania angustifolia</i>	Kunth	Cologania
118		<i>Dalea bicolor</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Engordacabra
119		<i>Dalea leucostachya</i>	A. Gray	Hierba dalea
120		<i>Dalea lutea</i>	(Cav.) Willd.	s/n
121		<i>Dalea versicolor</i>	Zucc.	s/n
122		<i>Desmodium neomexicanum</i>	A. Gray	s/n
123		<i>Erythrina montana</i>	Rose & Standl.	Colorín
124		<i>Eysenhardtia polystachya</i>	(Ortega) Sarg.	Palo dulce
125		<i>Indigofera montana</i>	Rose	Añil
126		<i>Lupinus mexicanus</i>	Cerv. ex Lag.	Corazón Tranquilo
127		<i>Macroptilium gibbosifolium</i>	(Ortega) A. Delgado	Jicama de monte
128		<i>Medicago polymorpha</i>	L.	Carretilla
129		<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Ortega	Gatuño
130		<i>Mimosa zygophylla</i>	Benth.	Uña de gato
131		<i>Phaseolus acutifolius</i>	A. Gray	Frijol
132		<i>Phaseolus ritensis</i>	M.E. Jones	s/n
133		<i>Quercus potosina</i>	Trel.	Encino
134		<i>Senna crotalarioides</i>	(Kunth) H.S. Irwin & Barneby	s/n
135		<i>Vachellia schaffneri</i>	(S. Watson) Seigler & Ebinger	Huizache Chino
136		<i>Quercus eduardi</i>	Trel.	Encino
137		<i>Quercus grisea</i>	Liebm.	Encino gris
138		<i>Quercus rugosa</i>	Née	Encino
139		<i>Quercus sideroxyla</i>	Bonpl.	Encino
140	Garryaceae	<i>Garrya ovata</i>	Benth.	Zumaque
141	Lamiaceae	<i>Salvia nana</i>	Kunth	Salvia
142		<i>Salvia tiliifolia</i>	Vahl	Chia cimarrona



No.	Familia	Especie	Autor	Nombre común
143		<i>Salvia greggii</i>	A. Gray	s/n
144	Liliaceae	<i>Calochortus barbatus</i>	(Kunth) J.H. Painter	Ayatito
145	Malpighiaceae	<i>Galphimia gracilis</i>	Bartl.	Calderona
146	Malvaceae	<i>Sida abutifolia</i>	Mill.	Malva
147		<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	(Cav.) G. Don	Hierba del Golpe
148	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Labill.	Eucalipto azul
149	Nyctaginaceae	<i>Mirabilis jalapa</i>	L.	Maravilla
150	Oleaceae	<i>Forestiera durangensis</i>	Standl.	Palo blanco
151		<i>Fraxinus velutina</i>	Torr.	Fresno
152	Orobanchaceae	<i>Castilleja tenuiflora</i>	Benth.	Calzón de indio
153	Oxalidaceae	<i>Oxalis dillenii</i>	L.	s/n
154	Pinaceae	<i>Pinus arizonica</i>	Engelm.	Pino barbón
155		<i>Pinus cembroides</i>	Zucc.	Pino Piñonero
156		<i>Pinus leiophylla</i>	Schiede ex Schltld. & Cham.	Pino Chimonque
157		<i>Pinus leiophylla</i> var. <i>chihuahuana</i>	(Engelm.) Shaw	Pino prieto
158		<i>Pinus lumholtzii</i>	B.L. Rob. & Fernald	Pino triste
159		<i>Pseudotsuga menziesii</i>	(Mirb.) Franco	Ayarín
160	Plantaginaceae	<i>Bacopa procumbens</i>	(Mill.) Greenm.	Trencilla
161		<i>Plantago linearis</i>	Kunth	Hierba del Pastor
162	Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	L.	Pasto
163		<i>Aristida divaricata</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Tres barbas abierto
164		<i>Aristida schiedeana</i>	Trin. & Rupr.	Tres barbas
165		<i>Bothriochloa barbinodis</i>	(Lag.) Herter	Popotillo plateado
166		<i>Bothriochloa barbinoidis</i>	(Lag.) Herter	Tallo azul de caña
167		<i>Bothriochloa laguroides</i>	(DC.) Herter	s/n
168		<i>Bouteloua curtipendula</i>	(Michx.) Torr.	Banderilla
169		<i>Bouteloua gracilis</i>	(Kunth) Lag. ex Griffiths	Navajita azul
170		<i>Bouteloua hirsuta</i>	Lag.	Pasto navajita
171		<i>Bromus carinatus</i>	Hook. & Arn.	s/n
172		<i>Chloris virgata</i>	L.	Barba del Indio
173		<i>Dasyochloa pulchella</i>	(Kunth) Willd. ex Rydb.	Zacate borreguero
174		<i>Elionurus barbiculmis</i>	Hackel, E.	s/n
175		<i>Eragrostis intermedia</i>	Hitchc.	Zacate llanero



No.	Familia	Especie	Autor	Nombre común
176		<i>Lycurus phleoides</i>	Kunth	Zacate lobero
177		<i>Melinis repens</i>	(Willd.) Zizka	Pasto Africano Rosado
178		<i>Muhlenbergia minutissima</i>	(Steud.) Swallen	s/n
179		<i>Muhlenbergia speciosa</i>	Vasey	s/n
180		<i>Muhlenbergia emersleyi</i>	Vasey	Cola de Zorra
181		<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	(Kunth) Hitchc.	Arrocillo
182		<i>Setaria geniculata</i>	P. Beauv.	Cola de zorro
183		<i>Setaria parviflora</i>	(Poir.) Kerguélén	Zacate sedoso
184		<i>Trachypogon spicatus</i>	(L. f.) Kuntze	Barba larga
185	Polemoniaceae	<i>Loeselia caerulea</i>	(Cav.) G. Don	s/n
186		<i>Loeselia mexicana</i>	(Lam.) Brand	Espinosilla
187	Poligonaceae	<i>Polygonum hydropiperoides</i>	Michx.	s/n
188	Polygalaceae	<i>Polygala alba</i>	Nutt.	s/n
189	Polypodiaceae	<i>Polypodium thyssanolepis</i>	A. Braun ex Klotzsch	Helecho
190	Pteridaceae	<i>Astrolepis sinuata</i>	(Lag. ex Sw.) D.M. Benham & Windham	Doradilla Ondulada
191		<i>Cheilanthes kaulfussii</i>	Kunze	Helecho
192		<i>Cheilanthes myriophylla</i>	Desvaux, N.	Chujcho
193		<i>Pellaea cordifolia</i>	(Sessé & Moc.) A.R. Sm.	Helecho
194		<i>Pellaea ternifolia</i>	L.	Helecho tres hojas
195		<i>Adiantum fragrans</i>	L. f.	Helecho
196	Ranunculaceae	<i>Thalictrum fendleri</i>	Engelm. ex A. Gray	Helecho adiantos
197	Rosaceae	<i>Alchemilla procumbens</i>	Rose	Hierba de Carranza
198		<i>Cowania mexicana</i>	D. Don	Romerillo
199		<i>Fallugia paradoxa</i>	(D. Don) Endl. ex Torr.	s/n
200		<i>Purshia mexicana</i>	(D. Don) S.L. Welsh	Romerillo Cimarrón
201	Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i>	(Cav.) Schltld.	Trompetilla
202		<i>Bouvardia tenuifolia</i>	Standl.	s/n
203		<i>Houstonia rubra</i>	Cav.	s/n
204	Salicaceae	<i>Salix bonplandiana</i>	Kunth	Sauce
205	Santalaceae	<i>Phoradendron bolleanum</i>	(Seem.) Eichler	Muerdago
206	Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i>	(L.) Jacq.	Chapulixtle

No.	Familia	Especie	Autor	Nombre común
207	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	Kunth	Tepozán
208		<i>Buddleja scordioides</i>	Kunth	Escobilla
209	Selaginellaceae	<i>Selaginella lepidophylla</i>	(Hook. & Grev.) Spring	Doradilla
210	Solanaceae	<i>Physalis leptophylla</i>	Rydb.	Tomate de monte
211		<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Cav.	Pera
212		<i>Solanum nigrum</i>	L.	Tomatillo del diablo
213	Verbenaceae	<i>Verbena bipinnatifida</i>	Nutt.	Alfombrilla

Se registra en el SA la presencia de 53 familias de plantas. La mejor representada es Asteraceae con 52 especies, seguido de Poaceae y Fabaceae con 24 especies, respectivamente. Además, están ampliamente representadas algunas familias como Cactaceae, con 12 especies y Asparagaceae con 11. Veintisiete de las familias sólo fueron representadas por una sola especie. Los grupos de planta mejor representados son característicos de los diversos tipos de vegetación presentes en esta región.

IV. 3.2.1.3.4. Especies catalogadas bajo protección en la NOM-059 y de importancia para su conservación en el SA

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM-059) establece la protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestre, así como las categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de categoría.

Dentro de los sitios de muestreo realizados en el SA, se logró identificar la presencia de dos especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A continuación, en la siguiente tabla se enlistan las especies:

Tabla 4. 38 Listado florístico de especies catalogadas bajo protección en la NOM-059 del SA

No.	Familia	Especie	Autor	Nombre común	Nom-059 Categoría	Nom-059 Distribución
1	Asparagaceae	<i>Dasyllirion longissimum</i>	Lem.	Sotol	A	No endémica
2	Cactaceae	<i>Mammillaria senilis</i>	Lodd. ex Salm-Dyck	Biznaga cabeza de viejo	A	Endémica

IV. 3.2.1.3.5. Estructura de la vegetación dentro del SA

El análisis de los datos ecológicos de la vegetación del SA se realizó por tipo de vegetación y por estrato. Así mismo, se calcularon los siguientes datos de relevancia ecológica: dominancia absoluta y relativa, densidad absoluta y relativa, frecuencia absoluta y relativa. Estos resultados a su vez permitieron obtener el Índice de Valor de Importancia (IVI). El IVI propuesto por Cottam y Curtis (1956), el cual define

cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura ecológica del ecosistema, con lo que se define cuales especies son las más importantes.

Las fórmulas y parámetros utilizados en la descripción de la estructura de la vegetación del SA se presentan en la sección **IV.3.2.1.2. Metodología**.

A continuación, se presentan los resultados de los cálculos de los datos ecológicos en el SA para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo para cada tipo de vegetación, con base en los trabajos de campo realizados:

Bosque de Encino (BQ)

Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I. en el estrato arbóreo del tipo de vegetación BQ del SA.

Tabla 4. 39 Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el BQ del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Quercus sideroxyla</i>	Chaparro	204	156.61	42.15	15.64	42.44	16	26.67	111.26
2	<i>Quercus eduardi</i>	Encino manzano	128	98.27	26.45	9.01	24.44	17	28.33	79.22
3	<i>Quercus grisea</i>	Encino gris	54	41.46	11.16	7.44	20.17	8	13.33	44.66
4	<i>Quercus rugosa</i>	Encino quiebra hacha	64	49.13	13.22	4.34	11.79	4	6.67	31.68
5	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Pingüica	14	10.75	2.89	0.15	0.4	5	8.33	11.62
6	<i>Juniperus deppeana</i>	Táscate	7	5.37	1.45	0.08	0.22	2	3.33	5
7	<i>Arbutus arizonica</i>	Madroño	4	3.07	0.83	0.05	0.14	2	3.33	4.3
8	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	2	1.54	0.41	0.07	0.18	1	1.67	2.26
9	<i>Juniperus durangensis</i>	Junípero de la Sierra Madre Occidental	2	1.54	0.41	0.02	0.04	1	1.67	2.12
10	<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	2	1.54	0.41	0.01	0.02	1	1.67	2.1
11	<i>Quercus potosina</i>	Encino potosino	1	0.77	0.21	0.04	0.1	1	1.67	1.98
12	<i>Yucca decipiens</i>	Palma china	1	0.77	0.21	0.02	0.04	1	1.67	1.92
13	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache chino	1	0.77	0.21	0	0.01	1	1.67	1.88
Total			484	371.56	100.00	36.86	100.00	60.00	100.00	300.00

N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa, IVI = Índice de valor de importancia

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I. en el estrato arbustivo del tipo de vegetación BQ del SA.

Tabla 4. 40 Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbustivo presente en el BQ del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Pingüica	1648	1265.16	53.25	3056	69.3	19	13.38	135.93
2	<i>Quercus sideroxyla</i>	Chaparro	203	155.84	6.56	247.1	5.6	15	10.56	22.73
3	<i>Quercus eduardi</i>	Encino manzano	128	98.27	4.14	189.1	4.29	13	9.15	17.58
4	<i>Verbesina serrata</i>	Vara blanca	158	121.3	5.11	189.8	4.3	1	0.7	10.11
5	<i>Montanoa leucantha</i>	Talacao	167	128.21	5.4	112.3	2.55	2	1.41	9.35
6	<i>Quercus rugosa</i>	Encino quiebra hacha	105	80.61	3.39	113.5	2.57	4	2.82	8.78
7	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Gatuño	108	82.91	3.49	76.8	1.74	5	3.52	8.75
8	<i>Dasylirion longissimum</i>	Sotol liso	43	33.01	1.39	56.1	1.27	6	4.23	6.89
9	<i>Juniperus deppeana</i>	Tascate	54	41.46	1.74	60.4	1.37	5	3.52	6.64
10	<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	17	13.05	0.55	17.4	0.39	8	5.63	6.58
11	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	32	24.57	1.03	34.24	0.78	5	3.52	5.33
12	<i>Quercus grisea</i>	Encino gris	14	10.75	0.45	23.45	0.53	5	3.52	4.51
13	<i>Agave durangensis</i>	Maguey cenizo	72	55.27	2.33	16.9	0.38	2	1.41	4.12
14	<i>Mammillaria heyderi</i>	Biznaga china	38	29.17	1.23	2.53	0.06	4	2.82	4.1
15	<i>Juniperus durangensis</i>	Juniperus de la Sierra Madre Occidental	28	21.5	0.9	32.2	0.73	3	2.11	3.75
16	<i>Yucca decipiens</i>	Palma	19	14.59	0.61	13.4	0.3	4	2.82	3.73
17	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache	7	5.37	0.23	15.6	0.35	4	2.82	3.4
18	<i>Arbutus arizonica</i>	Madroño	8	6.14	0.26	13.5	0.31	3	2.11	2.68
19	<i>Agave schottigera</i>	Lechuguilla mansa	29	22.26	0.94	11.1	0.25	2	1.41	2.6
20	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Estrellita	15	11.52	0.48	6.7	0.15	2	1.41	2.05
21	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	7	5.37	0.23	16.2	0.37	2	1.41	2
22	<i>Cheilanthes kaulfussii</i>	Helecho	32	24.57	1.03	9.6	0.22	1	0.7	1.96
23	<i>Pellaea cordifolia</i>	Helecho	27	20.73	0.87	16.2	0.37	1	0.7	1.94
24	<i>Phoradendron leucarpum</i>	Muérdago	9	6.91	0.29	9.1	0.21	2	1.41	1.91
25	<i>Psacalium globosum</i>	Matarique	24	18.42	0.78	9.6	0.22	1	0.7	1.7



No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
26	<i>Agave parryi</i>	Maguey mezcal	3	2.3	0.1	1.9	0.04	2	1.41	1.55
27	<i>Opuntia leocotricha</i>	Nopal duraznillo	3	2.3	0.1	1.5	0.03	2	1.41	1.54
28	<i>Thalictrum fendleri</i>	Helecho adiantos	18	13.82	0.58	7.2	0.16	1	0.7	1.45
29	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	s/n	16	12.28	0.52	9.4	0.21	1	0.7	1.43
30	<i>Brickellia laciniata</i>	Jara	11	8.44	0.36	6.9	0.16	1	0.7	1.22
31	<i>Echinocereus acifer</i>	Alicoche del centro	12	9.21	0.39	3.6	0.08	1	0.7	1.17
32	<i>Ageratina petiolaris</i>	Amargoncilla	9	6.91	0.29	5.2	0.12	1	0.7	1.11
33	<i>Rhus trilobata</i>	Agrito	8	6.14	0.26	4	0.09	1	0.7	1.05
34	<i>Agave durangensis</i>	Maguey cenizo	6	4.61	0.19	4.2	0.1	1	0.7	0.99
35	<i>Forestiera durangensis</i>	Palo blanco	3	2.3	0.1	3.3	0.07	1	0.7	0.88
36	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal Rastrero	2	1.54	0.06	4.2	0.1	1	0.7	0.86
37	<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán	2	1.54	0.06	3.1	0.07	1	0.7	0.84
38	<i>Barkleyanthus aff. salicifolius</i>	Azomite	2	1.54	0.06	2	0.05	1	0.7	0.81
39	<i>Salix bonplandiana</i>	Sauce	1	0.77	0.03	0.9	0.02	1	0.7	0.76
40	<i>Garrya ovata</i>	Zumaque	1	0.77	0.03	0.8	0.02	1	0.7	0.75
41	<i>Phoradendron bolleanum</i>	Muerdago	1	0.77	0.03	0.8	0.02	1	0.7	0.75
42	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal tapón	1	0.77	0.03	0.5	0.01	1	0.7	0.75
43	<i>Pinus leiophylla</i>	Pino Chimonque	1	0.77	0.03	0.4	0.01	1	0.7	0.75
44	<i>Psacaliun peltatum</i>	Matabique	1	0.77	0.03	0.4	0.01	1	0.7	0.75
45	<i>Stevia lucida</i>	Hierba de la araña	1	0.77	0.03	0.4	0.01	1	0.7	0.75
46	<i>Rhynchelytrum repens</i>	Pasto rosado	1	0.77	0.03	0.2	0	1	0.7	0.74
Total			3,095.00	2,376.02	100	4409.72	100	142	100	300
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa, IVI = Índice de valor de importancia										

Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos e I.V.I. en el estrato herbáceo del tipo de vegetación BQ en el SA.

Tabla 4. 41 Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbustivo presente en el BQ del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	Arrocillo	4040	15538.46	24.57	937	25.54	6	6.59	56.7
2	<i>Eragrostis intermedia</i>	Zacate llanero	3380	13000	20.56	695	18.94	2	2.2	41.7
3	<i>Ageratina petiolaris</i>	Amargocilla	515	1980.77	3.13	175.8	4.79	10	10.99	18.91
4	<i>Rhynchelytrum repens</i>	Pasto rosado	872	3353.85	5.3	403.2	10.99	2	2.2	18.49
5	<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallito	1358	5223.08	8.26	135.8	3.7	5	5.49	17.46
6	<i>Muhlenbergia speciosa</i>	s/n	604	2323.08	3.67	241.6	6.58	2	2.2	12.46
7	<i>Melinis repens</i>	Pasto africano rosado	900	3461.54	5.47	90	2.45	1	1.1	9.03
8	<i>Setaria geniculata</i>	Cola de zorro	468	1800	2.85	100.4	2.74	3	3.3	8.88
9	<i>Hemionitis kauffussii</i>	Gaga kauffussii	152	584.62	0.92	24	0.65	6	6.59	8.17
10	<i>Bothriochloa barbinoidis</i>	s/n	600	2307.69	3.65	120	3.27	1	1.1	8.02
11	<i>Aristida schiedeana</i>	Tres barbas	500	1923.08	3.04	50	1.36	3	3.3	7.7
12	<i>Tagetes lunulata</i>	Cempualillo	437	1680.77	2.66	55.7	1.52	3	3.3	7.47
13	<i>Bouteloua hirsuta</i>	Pasto navajita	364	1400	2.21	72.7	1.98	2	2.2	6.39
14	<i>Stevia serrata</i>	Burrillo	215	826.92	1.31	22.4	0.61	4	4.4	6.31
15	<i>Muhlenbergia emersleyi</i>	Cola de Zorra	213	819.23	1.3	103.2	2.81	2	2.2	6.31
16	<i>Bouteloua gracilis</i>	Navajita azul	372	1430.77	2.26	74.4	2.03	1	1.1	5.39
17	<i>Salvia tiliifolia</i>	Chia cimarrona	223	857.69	1.36	38.3	1.04	2	2.2	4.6
18	<i>Pseudognaphalium canescens</i>	Gordolobo	200	769.23	1.22	80	2.18	1	1.1	4.5
19	<i>Psacalium globosum</i>	Matarique	58	223.08	0.35	23.2	0.63	3	3.3	4.28
20	<i>Cheilanthes kauffussii</i>	Helecho	158	607.69	0.96	38	1.04	2	2.2	4.19
21	<i>Phaseolus ritensis</i>	s/n	159	611.54	0.97	36.5	0.99	2	2.2	4.16
22	<i>Stevia lucida</i>	Hierba de la araña	110	423.08	0.67	26	0.71	2	2.2	3.58
23	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Estrellita	39	150	0.24	15.2	0.41	2	2.2	2.85
24	<i>Asclepias linaria</i>	Pinillo	30	115.38	0.18	9.3	0.25	2	2.2	2.63
25	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Helecho	26	100	0.16	8.2	0.22	2	2.2	2.58
26	<i>Dalea lutea</i>	s/n	13	50	0.08	2.3	0.06	2	2.2	2.34
27	<i>Setaria parviflora</i>	Zacate sedoso	60	230.77	0.36	18	0.49	1	1.1	1.95
28	<i>Acourtia platyphylla</i>	Árnica	68	261.54	0.41	13.6	0.37	1	1.1	1.88
29	<i>Elionurus barbiculmis</i>	s/n	42	161.54	0.26	16.8	0.46	1	1.1	1.81
30	<i>Cosmos parviflorus</i>	Aceitilla blanca	70	269.23	0.43	7	0.19	1	1.1	1.72
31	<i>Commelina coelestis</i>	Hierba del pollo	62	238.46	0.38	6.2	0.17	1	1.1	1.65
32	<i>Pellaea cordifolia</i>	Helecho	16	61.54	0.1	6.2	0.17	1	1.1	1.37
33	<i>Phaseolus acutifolius</i>	Frijol	19	73.08	0.12	4.75	0.13	1	1.1	1.34
34	<i>Eryngium heterophyllum</i>	Hierba del sapo	27	103.85	0.16	2.7	0.07	1	1.1	1.34
35	<i>Asphodelus fistulosus</i>	Cebollín	15	57.69	0.09	4.5	0.12	1	1.1	1.31
36	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	12	46.15	0.07	3.6	0.1	1	1.1	1.27

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
37	<i>Galphimia gracilis</i>	Calderona	8	30.77	0.05	2.4	0.07	1	1.1	1.21
38	<i>Tagetes filifolia</i>	Anís	10	38.46	0.06	1.5	0.04	1	1.1	1.2
39	<i>Verbesina crocata</i>	Árnica	8	30.77	0.05	1.2	0.03	1	1.1	1.18
40	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	Hierba del golpe	5	19.23	0.03	1	0.03	1	1.1	1.16
41	<i>Gomphrena decumbens</i>	s/n	5	19.23	0.03	0.5	0.01	1	1.1	1.14
42	<i>Tripogandra purpurascens</i>	Gallito	4	15.38	0.02	0.4	0.01	1	1.1	1.13
43	<i>Bidens pilosa</i>	Amor Seco	2	7.69	0.01	0.5	0.01	1	1.1	1.12
44	<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán	1	3.85	0.01	0.2	0.01	1	1.1	1.11
Total			16,440	63,230.77	100.00	3669.25	100.00	91.00	100.00	300.00
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa, IVI = Índice de valor de importancia										

La mayor dominancia en el estrato arbustivo la presenta *Arctostaphylos pungens*, seguido por *Quercus sideroxyla*, y *Quercus eduardi*. Las especies de frecuencia destacada son *Arctostaphylos pungens* la cual está presente en el total de 19 sitios muestreados y *Quercus sideroxyla* en 15 sitios. El peso ecológico principal conforme al IVI se calculó en el estrato arbustivo y arbóreo para la especie *Arctostaphylos pungens* y diversas especies del género *Quercus*, las cuales son taxon característico de la vegetación (INEGI, 2017), lo que sugiere el buen comportamiento ecológico en la comunidad presentando una estructura y composición de la vegetación estable conforme a resultados de Encina *et al.*, (2009).

Bosque de pino-encino (BPQ)

En los análisis ecológicos para este tipo de vegetación se tomaron en cuenta las vegetaciones de bosque encino-pino y bosque de pino-encino, derivado de la similitud de su estructura, composición y fisionomía.

Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbóreo del tipo de vegetación BPQ del SA.

Tabla 4. 42 Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el BPQ del SA



No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Quercus rugosa</i>	Encino	33	94.29	31.73	3.14	35.74	4	25	92.47
2	<i>Quercus grisea</i>	Encino gris	21	60	20.19	2.92	33.3	1	6.25	59.75
3	<i>Arbutus arizonica</i>	Madroño	16	45.71	15.38	0.82	9.39	4	25	49.78
4	<i>Pinus arizonica</i>	Pino barbón	15	42.86	14.42	1.04	11.83	2	12.5	38.76
5	<i>Quercus sideroxyla</i>	Encino	10	28.57	9.62	0.45	5.12	3	18.75	33.48
6	<i>Pinus teocote</i>	Pino teocote	8	22.86	7.69	0.36	4.05	1	6.25	17.99
7	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Ayarín	1	2.86	0.96	0.05	0.56	1	6.25	7.77
Total			104	297.14	100.00	8.78	100.00	16.00	100.00	300.00
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa, IVI = Índice de valor de importancia										

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbustivo del tipo de vegetación BPQ del SA.

Tabla 4. 43 Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbustivo presente en el BPQ del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Manzanita	139	397.14	29.51	196.6	38.95	7	15.56	84.02
2	<i>Quercus rugosa</i>	Encino	91	260	19.32	129.2	25.6	5	11.11	56.03
3	<i>Dasyllirion longissimum</i>	Sotol liso	50	142.86	10.62	50.6	10.03	5	11.11	31.75
4	<i>Agave parryi</i>	Maguey mezcal	45	128.57	9.55	19.32	3.83	1	2.22	15.6
5	<i>Quercus sideroxyla</i>	Encino	15	42.86	3.18	34	6.74	2	4.44	14.37
6	<i>Echinocereus acifer</i>	Alicoche del centro	24	68.57	5.1	3.3	0.65	3	6.67	12.42
7	<i>Pinus teocote</i>	Pino teocote	18	51.43	3.82	19.1	3.78	2	4.44	12.05
8	<i>Arbutus arizonica</i>	Madroño	11	31.43	2.34	15	2.97	3	6.67	11.97
9	<i>Pinus arizonica</i>	Pino barbón	21	60	4.46	13.7	2.71	2	4.44	11.62
10	<i>Mammillaria senilis</i>	Biznaga cabeza de viejo	9	25.71	1.91	0.64	0.13	3	6.67	8.7
11	<i>Mammillaria petterssonii</i>	Biznaga	15	42.86	3.18	1.02	0.2	2	4.44	7.83
12	<i>Agave filifera</i>	Maguey	14	40	2.97	4.6	0.91	1	2.22	6.11
13	<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán	2	5.71	0.42	2	0.4	2	4.44	5.27
14	<i>Rhus trilobata</i>	Agrito	7	20	1.49	7	1.39	1	2.22	5.1
15	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal tapón	3	8.57	0.64	2.7	0.53	1	2.22	3.39
16	<i>Forestiera durangensis</i>	Palo blanco	2	5.71	0.42	2.3	0.46	1	2.22	3.1
17	<i>Opuntia durangensis</i>	Nopal de cerro	2	5.71	0.42	1.8	0.36	1	2.22	3
18	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache	1	2.86	0.21	0.9	0.18	1	2.22	2.61
19	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	1	2.86	0.21	0.55	0.11	1	2.22	2.54
20	<i>Yucca decipiens</i>	Palma	1	2.86	0.21	0.4	0.08	1	2.22	2.51
Total			471	1,345.71	100.000	504.730	100.000	45.000	100.000	300.000
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa, IVI = Índice de valor de importancia										

Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos e I.V.I en el estrato herbáceo del tipo de vegetación BPQ en el SA.

Tabla 4. 44 Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato herbáceo presente en el BPQ del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	Arrocillo	220	11000	64.52	66	78.43	1	20	162.95
2	<i>Asphodelus fistulosus</i>	Cebollín	101	5050	29.62	12.55	14.91	1	20	64.53
3	<i>Tripogandra purpurascens</i>	Gallito	13	650	3.81	3.9	4.63	1	20	28.45
4	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Helecho	6	300	1.76	1.2	1.43	1	20	23.19
5	<i>Bouteloua hirsuta</i>	Pasto navajita	1	50	0.29	0.5	0.59	1	20	20.89
Total			341	17,050.00	100.000	84.150	100.000	5.000	100.000	300.000

N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa, IVI = Índice de valor de importancia

Las especies que presentan la mayor abundancia son *Quercus rugosa*, *Arctostaphylos pungens* y *Piptochaetium fimbriatum* para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, respectivamente. Todos ellos son taxones característicos de la vegetación. Además, los taxones con mayor dominancia fueron los ya mencionados para la mayor abundancia. El peso ecológico principal conforme al IVI se calculó en el estrato herbáceo con *Piptochaetium fimbriatum*, *Arctostaphylos pungens* en el estrato arbustivo y *Quercus rugosa* en el arbóreo. Conforme a los resultados obtenidos la comunidad presentando una estructura y composición de la vegetación estable, al presentan en los tres estratos taxones característicos con altos valores de importancia ecológico.

Matorral crasicaule (MC)

Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos e I.V.I. en el estrato arbóreo del tipo de vegetación MC en el SA.

Tabla 4. 45 Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el MC del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache	11	31.43	57.89	0.38	29.19	7	58.33	145.42
2	<i>Quercus grisea</i>	Encino gris	3	8.57	15.79	0.77	58.66	1	8.33	82.78
3	<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	3	8.57	15.79	0.03	2.42	2	16.67	34.87
4	<i>Quercus eduardii</i>	Encino	1	2.86	5.26	0.1	7.33	1	8.33	20.93
5	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	1	2.86	5.26	0.03	2.39	1	8.33	15.99
Total			19	54.29	100.000	1.310	100.000	12.000	100.000	300.000

N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa, IVI = Índice de valor de importancia

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I. en el estrato arbustivo del tipo de vegetación MC del SA.

Tabla 4. 46 Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbustivo presente en el MC del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	218	484.44	31.64	343.75	39.07	9	14.52	85.23
2	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache	134	297.78	19.45	220.9	25.11	9	14.52	59.07
3	<i>Montanoa leucantha</i>	Jaral	86	191.11	12.48	111.6	12.69	6	9.68	34.84
4	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Estrellita	74	164.44	10.74	60.8	6.91	4	6.45	24.1
5	<i>Brickellia laciniata</i>	Jara	49	108.89	7.11	29.1	3.31	5	8.06	18.48
6	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Gatuño	33	73.33	4.79	31.05	3.53	3	4.84	13.16
7	<i>Opuntia leocotricha</i>	Nopal duraznillo	8	17.78	1.16	18.15	2.06	3	4.84	8.06
8	<i>Ageratina petiolaris</i>	Amargocilla	17	37.78	2.47	17.6	2	1	1.61	6.08
9	<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	4	8.89	0.58	3.7	0.42	3	4.84	5.84
10	<i>Mammillaria petterssonii</i>	Biznaga	3	6.67	0.44	0.36	0.04	3	4.84	5.32
11	<i>Baccharis salicifolia</i>	Jarilla de arroyo	14	31.11	2.03	11.15	1.27	1	1.61	4.91
12	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	6	13.33	0.87	3.8	0.43	2	3.23	4.53
13	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Helecho	14	31.11	2.03	4.2	0.48	1	1.61	4.12
14	<i>Mimosa zygophylla</i>	Uña de gato	7	15.56	1.02	5.1	0.58	1	1.61	3.21
15	<i>Calliandra eriophylla</i>	Charrasquillo	5	11.11	0.73	2	0.23	1	1.61	2.57
16	<i>Stevia salicifolia</i>	Chacal	3	6.67	0.44	3	0.34	1	1.61	2.39
17	<i>Asclepias linaria</i>	Pinillo	3	6.67	0.44	1.5	0.17	1	1.61	2.22
18	<i>Dalea bicolor</i>	Engordacabra	3	6.67	0.44	1.5	0.17	1	1.61	2.22
19	<i>Senecio salignus</i>	Asomiate	2	4.44	0.29	1.4	0.16	1	1.61	2.06
20	<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán	1	2.22	0.15	2	0.23	1	1.61	1.99
21	<i>Forestiera durangensis</i>	Palo blanco	1	2.22	0.15	2	0.23	1	1.61	1.99
22	<i>Juniperus deppeana</i>	Tascate	1	2.22	0.15	1.9	0.22	1	1.61	1.97
23	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Manzanita	1	2.22	0.15	1.2	0.14	1	1.61	1.89
24	<i>Quercus eduardii</i>	Encino	1	2.22	0.15	1.2	0.14	1	1.61	1.89
25	<i>Yucca decipiens</i>	Palma	1	2.22	0.15	0.8	0.09	1	1.61	1.85
Total			689	1531.11	100	879.76	100	62	100	300
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa, IVI = Índice de valor de importancia										

Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos e I.V.I en el estrato herbáceo del tipo de vegetación MC en el SA.

Tabla 4. 47 Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato herbáceo presente en el MC del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Tagetes lunulata</i>	Cempualillo	3375	37500	7.9	1773	26.15	5	7.35	41.41
2	<i>Bouteloua gracilis</i>	Navajita azul	8628	95866.67	20.21	901.2	13.29	3	4.41	37.91
3	<i>Rhynchelytrum repens</i>	Pasto rosado	7436	82622.22	17.41	881.6	13	4	5.88	36.3
4	<i>Aristida adscensionis</i>	Pasto	6746	74955.56	15.8	702.2	10.36	4	5.88	32.04
5	<i>Muhlenbergia minutissima</i>	s/n	6100	67777.78	14.29	790	11.65	2	2.94	28.88
6	<i>Muhlenbergia speciosa</i>	Pasto	2856	31733.33	6.69	619.2	9.13	3	4.41	20.23
7	<i>Bouteloua hirsuta</i>	Pasto navajita	2305	25611.11	5.4	294.5	4.34	5	7.35	17.1
8	<i>Stevia serrata</i>	Burrillo	1047	11633.33	2.45	112.8	1.66	4	5.88	10
9	<i>Bothriochloa laguroides</i>	s/n	1800	20000	4.22	180	2.66	1	1.47	8.34
10	<i>Muhlenbergia emersleyi</i>	Cola de Zorra	880	9777.78	2.06	185	2.73	2	2.94	7.73
11	<i>Eragrostis intermedia</i>	Zacate llanero	127	1411.11	0.3	64.95	0.96	3	4.41	5.67
12	<i>Bothriochloa barbinodis</i>	Cola de caballo	81	900	0.19	36	0.53	3	4.41	5.13
13	<i>Asphodelus fistulosus</i>	Cebollín	31	344.44	0.07	12.98	0.19	3	4.41	4.68
14	<i>Pseudognaphalium canescens</i>	Gordolobo	375	4166.67	0.88	42.5	0.63	2	2.94	4.45
15	<i>Commelina coelestis</i>	Hierba del pollo	91	1011.11	0.21	27.3	0.4	2	2.94	3.56
16	<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallito	500	5555.56	1.17	50	0.74	1	1.47	3.38
17	<i>Piqueria trinervia</i>	Hierba de San Nicolás	26	288.89	0.06	15	0.22	2	2.94	3.22
18	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Helecho	18	200	0.04	6.2	0.09	2	2.94	3.07
19	<i>Setaria geniculata</i>	Cola de zorro	44	488.89	0.1	22	0.32	1	1.47	1.9
20	<i>Dyschoriste decumbens</i>	Trompetilla	100	1111.11	0.23	10	0.15	1	1.47	1.85
21	<i>Stevia salicifolia</i>	Chacal	38	422.22	0.09	15.2	0.22	1	1.47	1.78
22	<i>Brickellia laciniata</i>	Jara	27	300	0.06	13.3	0.2	1	1.47	1.73
23	<i>Tagetes filifolia</i>	Anís	15	166.67	0.04	6	0.09	1	1.47	1.59
24	<i>Helianthemum glomeratum</i>	Hierba de la gallina	20	222.22	0.05	4	0.06	1	1.47	1.58
25	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Estrellita	5	55.56	0.01	2.6	0.04	1	1.47	1.52
26	<i>Acourtia platyphylla</i>	Árnica	5	55.56	0.01	1.75	0.03	1	1.47	1.51
27	<i>Senecio salignus</i>	Asomiate	3	33.33	0.01	2	0.03	1	1.47	1.51
28	<i>Dalea lutea</i>	s/n	3	33.33	0.01	1.8	0.03	1	1.47	1.5



No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
29	<i>Verbena bipinnatifida</i>	Alfombrilla	4	44.44	0.01	1.6	0.02	1	1.47	1.5
30	<i>Asclepias linaria</i>	Pinillo	3	33.33	0.01	1.6	0.02	1	1.47	1.5
31	<i>Loeselia mexicana</i>	Guachichile	3	33.33	0.01	1.1	0.02	1	1.47	1.49
32	<i>Baccharis salicifolia</i>	Jarilla de arroyo	3	33.33	0.01	0.6	0.01	1	1.47	1.49
33	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Gatuño	1	11.11	0	0.7	0.01	1	1.47	1.48
34	<i>Salvia nana</i>	Salvia	2	22.22	0	0.3	0	1	1.47	1.48
35	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	Hierba del Golpe	1	11.11	0	0.25	0	1	1.47	1.48
Total			42699	474433	100	6779.23	100	68	100	300
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa, IVI = Índice de valor de importancia										

La especie *Vachellia schaffneri* presenta el valor de importancia más alto en el estrato arbóreo. *Opuntia streptacantha* y *V. schaffneri* presentan los más altos valores de importancia en el estrato arbustivo. Dichas especies son propias de estos estratos en el MC. El taxón que presenta el más alto valor de importancia para el estrato herbáceo es *Tagetes lunulata*, especie con distribución en matorrales (Rzedowski & Rzedowski, 2004), otros autores hacen referencia al taxón como maleza (Villaseñor, 1998) con una mayor abundancia y dominancia en áreas de disturbio (Rzedowski, 2010). Se puede inferir que la estructura y composición de este tipo de vegetación se encuentra en un estado regular.

Pastizal (P)

Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbóreo del P del SA.

Tabla 4. 48 Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el P del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache chino	4	40	80	0.02	68.85	2	66.67	215.51
2	<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	1	10	20	0.01	31.15	1	33.33	84.49
Total			5	50.000	100.000	0.030	100.000	3.000	100.000	300.000
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbustivo del tipo del P del SA.

Tabla 4. 49 Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbustivo presente en el P del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache	25	83.33	17.12	34.5	32.42	4	10.26	59.8
2	<i>Agave durangensis</i>	Maguey cenizo	1	3.33	0.68	0.1	0.09	1	2.56	3.34
3	<i>Agave parryi</i>	Maguey mezcal	4	13.33	2.74	1.8	1.69	1	2.56	7
4	<i>Asclepias linaria</i>	Pinillo	6	20	4.11	3.35	3.15	1	2.56	9.82
5	<i>Asphodelus fistulosus</i>	Cebollín	1	3.33	0.68	0.3	0.28	1	2.56	3.53
6	<i>Brickellia laciniata</i>	Jara	19	63.33	13.01	9.6	9.02	3	7.69	29.73
7	<i>Brickellia secundiflora</i>	Jara blanca	7	23.33	4.79	4.2	3.95	2	5.13	13.87
8	<i>Brickellia spinulosa</i>	s/n	8	26.67	5.48	2.4	2.26	1	2.56	10.3
9	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Estrellita	3	10	2.05	1.2	1.13	1	2.56	5.75
10	<i>Echinocereus acifer</i>	Alicoche del centro	2	6.67	1.37	0.45	0.42	2	5.13	6.92
11	<i>Mammillaria petterssonii</i>	Biznaga	2	6.67	1.37	0.16	0.15	2	5.13	6.65
12	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Gatuño	12	40	8.22	10.75	10.1	4	10.26	28.58
13	<i>Opuntia durangensis</i>	Nopal de cerro	3	10	2.05	0.8	0.75	1	2.56	5.37
14	<i>Opuntia leocotricha</i>	Nopal duraznillo	3	10	2.05	6.3	5.92	1	2.56	10.54
15	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal tapón	5	16.67	3.42	1.55	1.46	2	5.13	10.01
16	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	8	26.67	5.48	8.95	8.41	3	7.69	21.58
17	<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	18	60	12.33	12.8	12.03	2	5.13	29.48
18	<i>Piqueria trinervia</i>	Hierba de San Nicolás	1	3.33	0.68	0.9	0.85	1	2.56	4.09
19	<i>Psacalium globosum</i>	Matarique	1	3.33	0.68	0.4	0.38	1	2.56	3.62
20	<i>Pseudognaphalium canescens</i>	Gordolobo	4	13.33	2.74	1.2	1.13	1	2.56	6.43
21	<i>Stenocactus ochrotereanus</i>	Biznaga undulada	5	16.67	3.42	0.36	0.34	2	5.13	8.89
22	<i>Stevia serrata</i>	Burrillo	2	6.67	1.37	1.2	1.13	1	2.56	5.06
23	<i>Yucca decipiens</i>	Palma	6	20	4.11	3.15	2.96	1	2.56	9.63
Total			146	486.67	100.00	106.42	100.00	39.00	100.00	300.00
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos e I.V.I en el estrato herbáceo del tipo del P en el SA.

Tabla 4. 50 Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato herbáceo presente en el P del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Acourtia platyphylla</i>	Árnica	17	283.33	0.06	3.4	0.06	1	1.39	1.5
2	<i>Alchemilla procumbens</i>	Hierba de Carranza	150	2500	0.5	10.8	0.18	2	2.78	3.46
3	<i>Aristida adscensionis</i>	Pasto	6780	113000	22.41	1012	17.33	3	4.17	43.91
4	<i>Asphodelus fistulosus</i>	Cebollín	26	433.33	0.09	7	0.12	1	1.39	1.59
5	<i>Bidens pilosa</i>	Amor seco	339	5650	1.12	219.7	3.76	3	4.17	9.05
6	<i>Bothriochloa barbinodis</i>	Cola de caballo	155	2583.33	0.51	72.5	1.24	2	2.78	4.53
7	<i>Bothriochloa laguroides</i>	s/n	2800	46666.67	9.26	280	4.79	2	2.78	16.83
8	<i>Bouteloua curtipendula</i>	s/n	520	8666.67	1.72	52	0.89	1	1.39	4
9	<i>Bouteloua gracilis</i>	Navajita	4300	71666.67	14.21	430	7.36	2	2.78	24.36
10	<i>Bouteloua hirsuta</i>	Pasto navajita	2810	46833.33	9.29	598	10.24	3	4.17	23.7
11	<i>Brickellia laciniata</i>	Jara	91	1516.67	0.3	11	0.19	2	2.78	3.27
12	<i>Bromus carinatus</i>	s/n	120	2000	0.4	36	0.62	1	1.39	2.4
13	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Helecho	12	200	0.04	0.6	0.01	1	1.39	1.44
14	<i>Cheilanthes kaulfussii</i>	Helecho	20	333.33	0.07	5	0.09	1	1.39	1.54
15	<i>Commelina coelestis</i>	Hierba del pollo	160	2666.67	0.53	63	1.08	4	5.56	7.16
16	<i>Dalea leucostachya</i>	Hierba dalea	82	1366.67	0.27	12.3	0.21	1	1.39	1.87
17	<i>Dalea lutea</i>	s/n	4	66.67	0.01	1.6	0.03	1	1.39	1.43
18	<i>Dichondra argentea</i>	Oreja de ratón	40	666.67	0.13	1.6	0.03	1	1.39	1.55
19	<i>Eragrostis intermedia</i>	s/n	2726	45433.33	9.01	696.4	11.93	4	5.56	26.49
20	<i>Eryngium heterophyllum</i>	Zacate llanero	296	4933.33	0.98	134.6	2.3	4	5.56	8.84
21	<i>Gomphrena decumbens</i>	Hierba del sapo	8	133.33	0.03	2.4	0.04	1	1.39	1.46
22	<i>Houstonia rubra</i>	s/n	120	2000	0.4	8.4	0.14	1	1.39	1.93
23	<i>Lycurus phleoides</i>	Zacate lobero	850	14166.67	2.81	85	1.46	1	1.39	5.65
24	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Gatuño	65	1083.33	0.21	20.5	0.35	1	1.39	1.95
25	<i>Pellaea cordifolia</i>	Helecho	5	83.33	0.02	0.4	0.01	1	1.39	1.41
26	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	Arrocillo	4475	74583.33	14.79	1250	21.4	4	5.56	41.75
27	<i>Piqueria trinervia</i>	Hierba de San Nicolás	10	166.67	0.03	3	0.05	1	1.39	1.47
28	<i>Psacaliun globosum</i>	Matarique	2	33.33	0.01	0.4	0.01	1	1.39	1.4
29	<i>Pseudognaphalium canescens</i>	Gordolobo	22	366.67	0.07	4	0.07	2	2.78	2.92
30	<i>Rhynchelytrum repens</i>	Pasto rosado	60	1000	0.2	30	0.51	1	1.39	2.1
31	<i>Setaria geniculata</i>	Cola de zorro	1466	24433.33	4.85	353.7	6.06	4	5.56	16.46
32	<i>Solanum nigrum</i>	Tomatillo del diablo	1	16.67	0	0.2	0	1	1.39	1.4
33	<i>Stevia salicifolia</i>	Chacal	63	1050	0.21	12.6	0.22	2	2.78	3.2
34	<i>Stevia serrata</i>	Burrillo	28	466.67	0.09	2.8	0.05	1	1.39	1.53



No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
35	<i>Tagetes foetidissima</i>	s/n	286	4766.67	0.95	69.7	1.19	2	2.78	4.92
36	<i>Tagetes lucida</i>	Pericón	145	2416.67	0.48	28.15	0.48	2	2.78	3.74
37	<i>Tagetes lunulata</i>	Cempualillo	844	14066.67	2.79	302.7	5.18	3	4.17	12.14
38	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	353	5883.33	1.17	18.31	0.31	3	4.17	5.65
Total			30251	504183.3	100	5839.76	100	72	100	300
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

En el estrato arbóreo de la vegetación de Pastizal, las especies que presentan el mayor valor de importancia son *Vachellia schaffneri* y *Pinus cembroides*. Para este tipo de vegetación, se llegan a presentar escasos individuos arbóreos de otros tipos de vegetación aledaños, debido a los ecotonos o zonas de transición entre ellos (INEGI, 2017).

Dentro del estrato arbustivo, la especie que presenta los más altos valores de importancia es *V. schaffneri*, seguido por *Agave durangensis*. Aunado a lo anterior, INEGI (2017) menciona que en el caso de este tipo de vegetación se llegan a presentar individuos de vegetaciones aledañas, debido a la distribución que presenta en zonas de transición entre vegetaciones, tanto de matorrales xerófilos y los diversos tipos de bosques.

En el estrato herbáceo del Pastizal, la especie que presenta el mayor valor para el IVI es *Acourtia platyphylla* seguido por *Alchemilla procumbens*, especies características de las vegetaciones aledañas, las cuales presentan una mayor área de distribución en estas áreas las cuales se han visto afectadas por actividades antrópicas. Por lo tanto, se registran individuos con baja frecuencia, dentro del estrato de la vegetación. Se puede llegar a inferir que este tipo de vegetación se encuentra en una condición estable.

IV. 3.2.1.3.6. Diversidad de la vegetación en el SA

A continuación, se presenta el resultado del cálculo de diversidad en el SA; para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de cada tipo de vegetación.

Índice de diversidad en el tipo de vegetación BQ en el SA

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado para el BQ en el SA por estrato, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. 51 Índice de diversidad de las especies por estrato del BQ presente en el SA

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	13	Riqueza (S)	46	Riqueza (S)	44
H Calculada	1.54	H Calculada	2.09	H Calculada	2.63
H max = Ln S	2.56	H max = Ln S	3.83	H max = Ln S	3.78
Equidad = H/Hmax	0.6	Equidad = H/Hmax	0.55	Equidad = H/Hmax	0.69

De acuerdo con el índice de diversidad de Shannon obtenido de la vegetación de BQ, el valor alto lo presenta el estrato herbáceo debido a la alta abundancia de la especie *Piptochaetium fimbriatum* la cual es un taxón característico en Bosques de Encinos. La equidad mayor la presenta el estrato herbáceo (0.70) el cual presenta especies características de la vegetación con un alto valor de importancia, seguido del estrato arbóreo (0.68). Por tanto, la estructura y composición de la comunidad vegetal, se encuentra con altas abundancia y dominancia de especies herbáceas, sin embargo, los altos valores de importancia ecológicos lo obtuvieron especies del género *Quercus* con una alta densidad, dominancia y frecuencia. Por lo anterior, la diversidad de la vegetación se observa estable.

Índice de diversidad en el BPQ en el SA

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado para el BPQ en el SA por estrato, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. 52 Índice de diversidad de las especies por estrato del BPQ presente en el SA

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	7	Riqueza (S)	20	Riqueza (S)	5
H Calculada	1.72	H Calculada	2.25	H Calculada	0.86
H max = Ln S	1.95	H max = Ln S	3.00	H max = Ln S	1.61
Equidad = H/Hmax	0.88	Equidad = H/Hmax	0.75	Equidad = H/Hmax	0.53

De acuerdo con el índice de diversidad de Shannon obtenido de la vegetación de BQP, el valor alto lo presenta el estrato arbustivo debido a la alta abundancia de la especie *Arctostaphylos pungens* el cual es un taxón característico de la vegetación. La equidad mayor la presenta el estrato arbóreo el cual presenta una alta diversidad de especies características de la vegetación siendo las más representativas especies del género *Quercus* y *Pinus* con un alto valor de importancia. Por lo anterior, la diversidad de la vegetación se observa estable.

Índice de diversidad en el tipo de vegetación Matorral Crassicaule en el SA

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado para el MC en el SA por estrato, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. 53 Índice de diversidad de las especies por estrato del MC presente en el SA

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	5	Riqueza (S)	25	Riqueza (S)	35
H Calculada	1.20	H Calculada	2.13	H Calculada	2.23
H max = Ln S	1.61	H max = Ln S	3.22	H max = Ln S	3.56
Equidad = H/Hmax	0.75	Equidad = H/Hmax	0.66	Equidad = H/Hmax	0.63

El estrato que presenta el mayor valor de diversidad calculada es el estrato herbáceo, debido a su alta abundancia de individuos, presentando el mayor valor de abundancia *Tagetes lunulata*, taxón

característico de los matorrales. Sin embargo, el estrato que presenta en valor de equidad alto es el estrato arbóreo, seguido del arbustivo, con la presencia de especies características de la vegetación, así pues, se puede concluir una estable condición de la vegetación, al presentar taxones distintivos con una alta dominancia en el MC mayores.

Índice de diversidad en el tipo de vegetación Pastizal en el SA

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado para el P en el SA por estrato, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. 54 Índice de diversidad de las especies por estrato del P presente en el SA

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	2	Riqueza (S)	23	Riqueza (S)	38
H Calculada	0.50	H Calculada	2.73	H Calculada	2.43
H max = Ln S	0.69	H max = Ln S	3.14	H max = Ln S	3.64
Equidad = H/Hmax	0.72	Equidad = H/Hmax	0.87	Equidad = H/Hmax	0.67

En la vegetación de P, el estrato de mayor valor de diversidad es el arbustivo, seguido del herbáceo y por último el arbóreo. El valor de equidad más alto lo presenta el estrato arbustivo, seguido por el arbóreo y por último el herbáceo, lo que indica una alta riqueza de especies lo cual es característico de la vegetación. La estructura y composición de la vegetación se encuentra con una equidad estable al presentar la mayor riqueza de taxones herbáceos.

La interpretación correspondiente de los índices de diversidad utilizados en este estudio para el SA, Área de Influencia y AP para la flora y fauna, se realizó tomando en consideración el criterio tomado por Magurran (1988): los valores resultantes inferiores a 1.5 se consideran como “Diversidad baja”, los valores entre 1.6 y 2.5 se consideran como “Diversidad media”, y los valores iguales o superiores a 2.6 se consideran como “Diversidad alta”. A continuación, se muestra un resumen de cada tipo de vegetación por estrato:

Tabla 4. 55 Resumen del índice de diversidad en los distintos tipos de vegetación dentro del SA.

Área	Tipo de vegetación	Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo		Total		Diversidad Interpretada por tipo de vegetación
		S	H'	S	H'	S	H'	S	H'	
SA	BQ	13	1.54	46	2.09	44	2.63	103	2.08	Media
	BPQ	7	1.72	20	2.25	5	0.86	32	1.61	Media
	MC	5	1.2	25	2.13	35	2.23	65	1.85	Media
	P	2	0.5	23	2.73	38	2.43	63	1.88	Media

De acuerdo con el criterio de Marrugan (1988), la diversidad promedio de los estratos del BQ, BPQ, MC y P en el SA es media. Cabe recordar que el número de especies no es sinónimo de diversidad, ya que en está

intervienen también la abundancia y equidad entre las especies, por lo que estos resultados no coinciden completamente con los de riqueza. En diferentes tipos de vegetación puede encontrarse la misma cantidad de especies, pero ser muy distintas en términos de dominancia.

IV.3.2.1.4. Descripción y caracterización de la vegetación en el Área de Influencia

IV. 3.2.1.4.1. Tipos de vegetación presentes en el AI

De acuerdo con la clasificación más reciente propuesta por INEGI en la información temática de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII (INEGI, 2022), muestra que en el Área de Influencia se distribuye:

- Vegetación secundaria de bosque de encino

A continuación, se muestra la distribución de la vegetación antes mencionada en la siguiente figura:

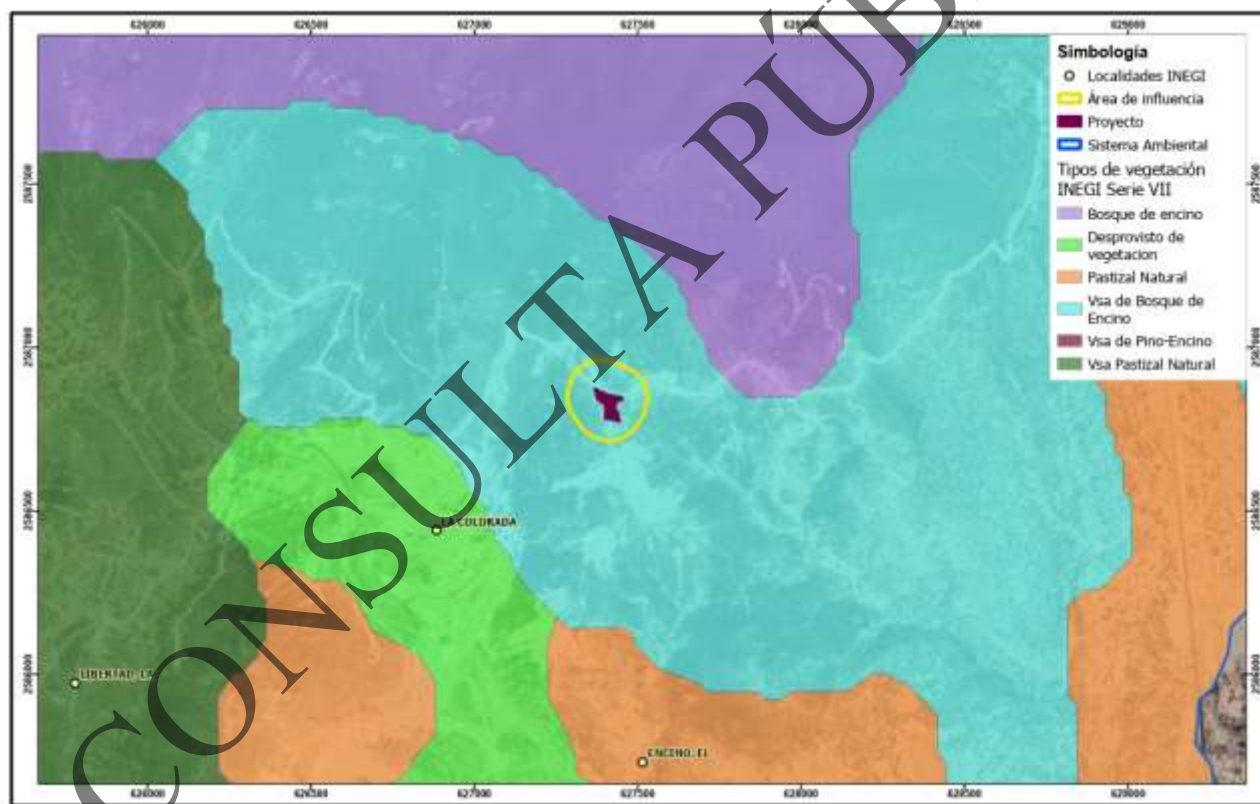


Figura 4. 80 Tipo de vegetación en el AI INEGI Serie VII (Anexo 4.17)

Con base en el trabajo de campo realizado en el Área de Influencia y mediante el tratamiento de la clasificación espectral de la imagen digital, se determinaron los tipos de vegetación presentes y su distribución, siguiendo la clasificación propuesta por INEGI. En la siguiente figura se observa la distribución de cada una respecto al Área de Influencia (Figura 4. 81).

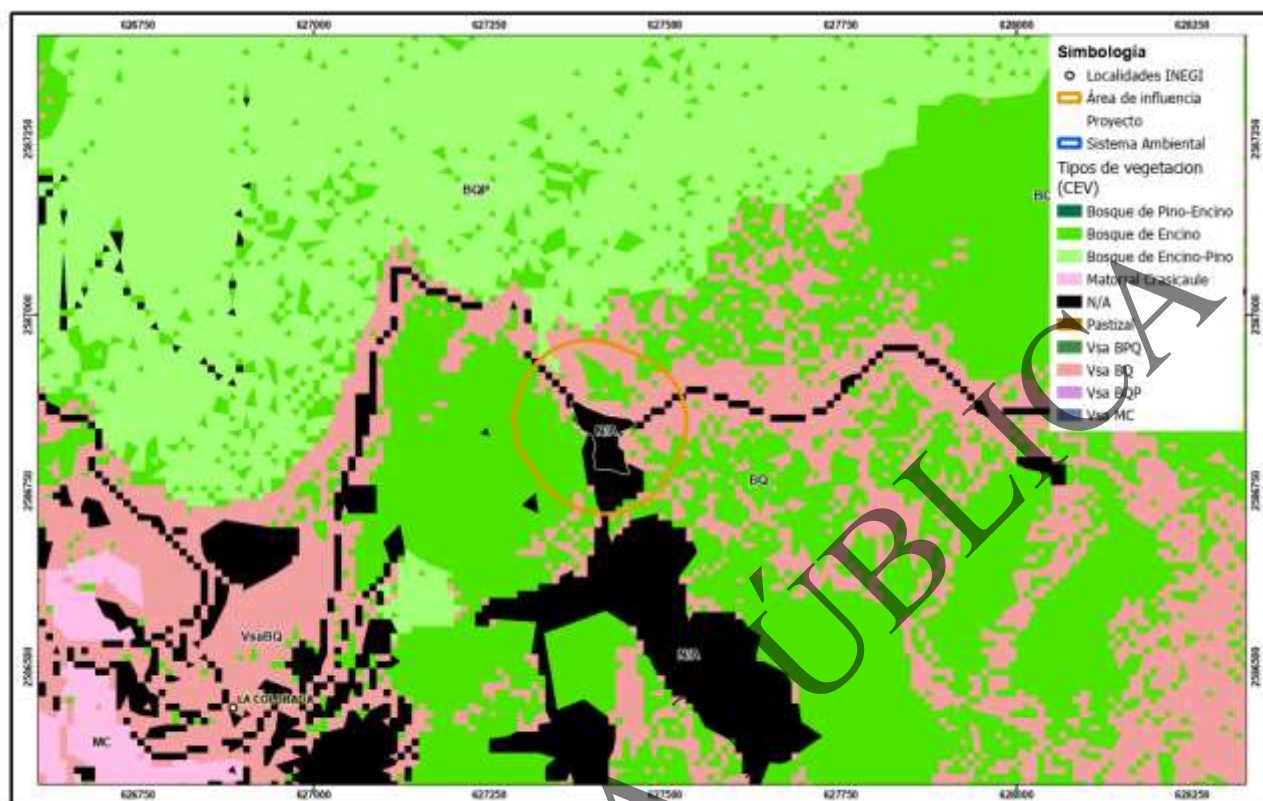


Figura 4. 81 Tipos de vegetación en el AI con base en trabajo de campo y clasificación espectral de la vegetación

En el **Anexo 4.18** se muestra el Plano general de sitios de muestreo del AI.

En el **Anexo 4.19** Reporte fotográfico de vegetación, se presentan fotografías de áreas con los tipos de vegetación mencionados anteriormente, así mismo fotografías de especies más importantes de cada tipo de vegetación.

En el **Anexo 4.20** se presenta la imagen a detalle de los tipos de vegetación en el Área de Influencia, mediante el trabajo de campo y clasificación espectral de la vegetación.

Con base en el trabajo de campo, dentro del Área de Influencia se presenta dos tipos de vegetación:

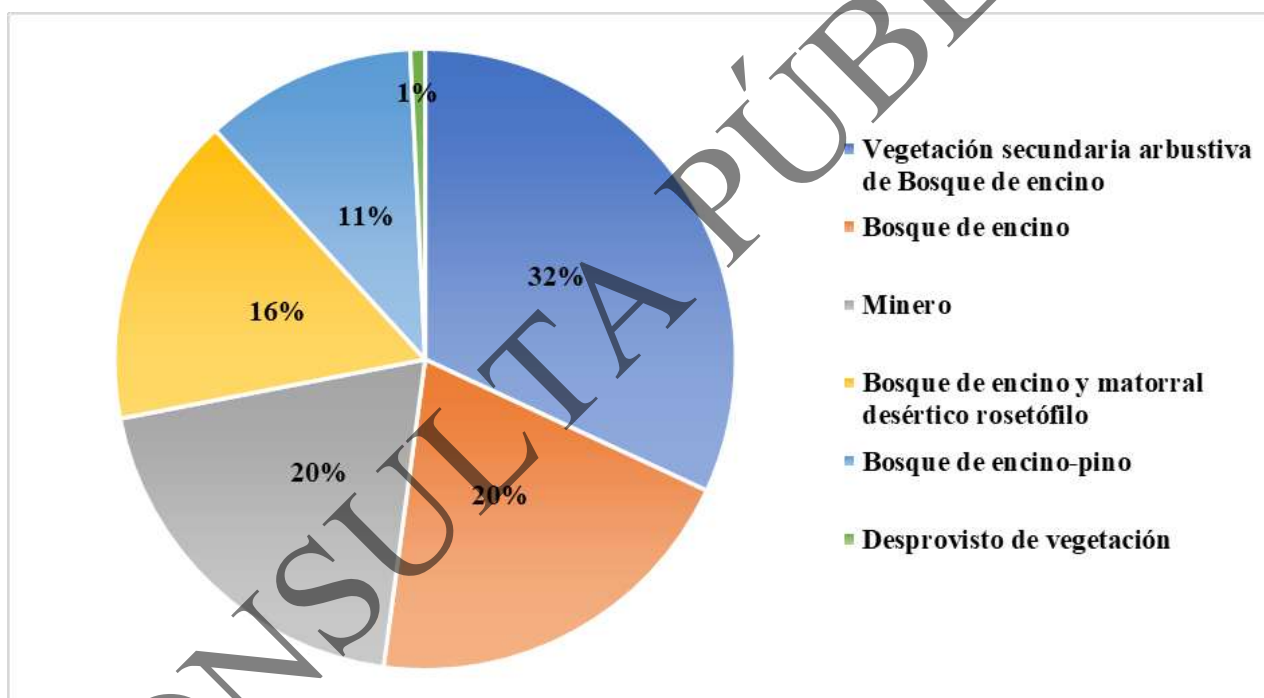
1. Bosque de Encino (BQ)
2. Bosque de Pino-Encino (BPQ)

En la siguiente tabla se presenta un desglose de la superficie por tipo de vegetación dentro del Área de Influencia, con base en la clasificación espectral de la vegetación:

Tabla 4. 56 Superficie por tipo de vegetación dentro del AI

No.	Vegetación	Superficie (ha)
1	Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de encino	1.655138
2	Bosque de encino	1.046921
3	Minero	1.025884
4	Bosque de encino y matorral desértico rosetófilo	0.842662
5	Bosque de encino-pino	0.571159
6	Desprovisto de vegetación	0.039868
Total		4.610473

En la siguiente figura se presenta la superficie por tipo de vegetación en porcentaje dentro del Área de Influencia:


Figura 4. 82 Gráfica de superficie en porcentaje del tipo de vegetación dentro del Área de Influencia

El tipo de vegetación presente en el AI se describe a continuación:

Bosque de encino (BQ)

EL BQ se encuentra distribuido en el AI, en pequeñas laderas con pendientes pronunciadas. Dentro del área perteneciente a esta vegetación se encuentran especies del género *Quercus*, tales como *Q. eduardi*, *Q. potisna* y *Q. sideroxylla*, así como *Arctostaphylos pungens* y especies de la familia Cactaceae como lo son *Mammillaria petterssonii* y *Stenocactus ochoteranianus* en los estratos bajos.

Bosque de encino-pino (BPQ)

EL BPQ se encuentra distribuido a las orillas del AI, en laderas con pendientes pronunciadas. Dentro del área se encuentran especies del género *Quercus*, tales como *Q. sideroxyla* y *Q. eduardi*, así como *Arctostaphylos pungens* en los estratos bajos.

IV. 3.2.1.4.2. Sitios de muestreo en el AI

Dentro de la superficie con vegetación natural dentro del AI se realizaron un total de 10 muestreos, de acuerdo con el tamaño de la superficie del área a muestrear. La distribución de los muestreos fue estratificada por tipo de vegetación y los muestreos fueron aleatorios a las áreas con presencia de cobertura vegetal, con el fin de analizar de manera fehaciente los tipos de vegetación en el AI.

En la siguiente figura se presenta la distribución de los muestreos realizados en el AI:



Figura 4. 83 Sitios de muestreo en el AI

A continuación, en la tabla siguiente se muestra las coordenadas WGS84 UTM de la ubicación de los sitios de muestreo en el AI:

Tabla 4. 57 Coordenadas de sitios de muestreo en el AI

Datum WGS 84 UTM			Datum WGS 84 UTM		
No.	X	Y	No.	X	Y
1	627341	2586678	6	627157	2586976
2	627207	2586873	7	362634	2771870
3	627472	2586976	8	627378	2586650
4	627571	2586778	9	627436	2586764
5	627645	2586968	10	627387	2586723

En el **Anexo 4.18** se presenta el plano general de sitios de muestreo del AI.

IV. 3.2.1.4.3. Riqueza florística en el AI

Para la identificación de las especies y de su posición taxonómica, se consultó Tropicos (2023), que es una base de datos taxonómicos mundial basado en el sistema de clasificación vegetal APG IV. En el caso de los nombres comunes, se consultó Naturalista (2023).

La riqueza florística del AI incluye 18 familias y 42 especies de plantas. A continuación, se presenta el listado de especies registradas e identificadas para el Área de Influencia mediante el trabajo de campo:

Tabla 4. 58 Listado florístico del Área de Influencia

No.	Familia	Especie	Autor	Nombre común
1	Amaryllidacea	<i>Allium aff. glandulosum</i>	Link & Otto	Cebolleja
2	Asparagaceae	<i>Yucca decipiens</i>	Trel.	Palma china
3	Asteraceae	<i>Ageratina petiolaris</i>	(Moc. & Sessé ex DC.) R.M. King & H. Rob.	Amargocilla
4		<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	(Kunth) H.Rob. & Brettell	Azomiate
5		<i>Brickellia veronicifolia</i>	(Kunth) A. Gray	Peisto
6		<i>Montanoa luecantha</i>	(Lag.) S.F. Blake	Talacao
7		<i>Psacalium sp.</i>	Cass.	Matarique
8		<i>Salvia prunelloides</i>	Kunth	Salvia consuela
9		<i>Stevia lucida</i>	Lag.	Hierba de la araña
10	Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i>	(L.) L.	Gallito
11	Cactaceae	<i>Echinocereus acifer</i>	Engelm.	Alicoche del centro
12		<i>Mammillaria petterssonii</i>	Hildm.	Biznaga
13		<i>Opuntia leucotricha</i>	DC.	Nopal duraznillo
14		<i>Stenocactus ochoteranianua</i>	Tiegel.	Bizanaga undulada



No.	Familia	Especie	Autor	Nombre común
15	Chenopodiaceae	<i>Dysphania graveolens</i>	(W.A. Weber) Mosyakin & Clemants	Epazote de monte
16	Commelinaceae	<i>Tradescantia crasifolia</i>	Cav.	Mataxóchitl
17	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitánica</i>	Mill.	Ciprés blanco
18	Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Kunth	Madroño
19		<i>Arctostaphylos pungens</i>	Kunth	Pingüica
20	Fabaceae	<i>Dalea lutea</i>	(Cav.) Willd.	Escobilla amarilla
21		<i>Dalea versicolor</i>	Zucc.	s/n
22		<i>Desmodium neomexicanum</i>	A. Gray	s/n
23		<i>Indigofera montana</i>	Rose	Añil
24	Fagaceae	<i>Quercus eduardi</i>	Trel.	Encino rojo
25		<i>Quercus grisea</i>	Liebm.	Encino gris
26		<i>Quercus potosina</i>	Trel.	Encino potosina
27		<i>Quercus sideroxyla</i>	Bonpl.	Chaparro
28	Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i>	Zucc.	Pini piñonero
29		<i>Pinus leiophylla</i>	Schiede ex Schltdl. & Cham.	Pino chimonque
30	Poaceae	<i>Aristida divaricata</i>	L.RileyHumb. & Bonpl. ex Willd.	Tres barbas abierto
31		<i>Boteloua curtipendula</i>	(Michx.) Torr.	Banderilla
32		<i>Muhlenbergia speciosa</i>	Vasey	Arrocillo
33	Rubiaceae	<i>Bouvardia tenuifolia</i>	Standl.	s/n
34	Pteridiaceae	<i>Astrolepis sinuata</i>	(Lag. ex Sw.) D.M. Benham & Windham	Doradilla ondulada
35		<i>Astrolepis sp.</i>	D.M. Benham & Windham	Helecho
36		<i>Cheilanthes bonariensis</i>	(Willd.) Proctor	Helecho
37		<i>Myriopteris aurea</i>	(Poir.) Grusz & Windham	Helecho
38		<i>Pellea terniflora</i>	(Cav.) Link	Helecho tres hojas
39		<i>Bouvardia ternifolia</i>	(Cav.) Schltdl.	Trompetilla
40	Santalaceae	<i>Phoradendron bolleanum</i>	(Seem.) Eichler	Muerdago
41	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	Knuth	Tepozán blanco
42	Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>	L.	Tomate

De las familias de plantas presentes en el Área de Influencia, la mejor representada es Asteraceae con 7 especies, seguida por la familia Pteridiaceae con 5 especies y en tercer lugar se encuentran las familias Cactaceae, Fagaceae y Fabaceae con 4 especies, respectivamente. Las especies documentadas corresponden a las características del tipo de vegetación.

IV. 3.2.1.4.4. Especies catalogadas bajo protección en la NOM-059 y de importancia para su conservación en el AI

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM-059) establece la protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestre, así como las categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de categoría.

Dentro de los sitios de muestreo realizados en el Área de Influencia, se logró identificar la presencia de solo una especie enlistada en la NOM-059, a continuación, en la siguiente tabla, se enlistan la especie:

Tabla 4. 59 Listado florístico de especies catalogadas bajo protección en la Nom-059 del AI

No.	Familia	Especie	Autor	Nombre común	Nom-059 Categoría	Nom-059 Distribución
1	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitánica</i>	Mill.	Ciprés blanco	Pr	No endémica

IV. 3.2.1.4.5. Estructura de la vegetación dentro del AI

El análisis de los datos ecológicos de la vegetación del Área de Influencia se realizó por tipo de vegetación y por estrato, así mismo se calcularon los siguientes datos de relevancia ecológica: Dominancia Absoluta y Relativa, Densidad Absoluta y Relativa, Frecuencia Absoluta y Relativa. Estos resultados a su vez permitieron obtener el Índice de Valor de Importancia (IVI). El IVI propuesto por Cottam y Curtis (1956), el cual define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura ecológica del ecosistema, con lo que se define cuales especies son las más importantes.

Las fórmulas y parámetros utilizados en la descripción de la estructura de la vegetación del Área de Influencia se presentan en la sección **IV.3.2.1.2. Metodología.**

A continuación, se presentan los resultados de los cálculos de los datos ecológicos en el Área de Influencia para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo para cada tipo de vegetación, con base en los trabajos de campo realizados para el Área de Influencia.

Bosque de encino (BQ)

Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbóreo del tipo de vegetación BQ de la AI.



Tabla 4. 60 Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el BQ del AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Quercus sideroxyla</i>	Chaparro	92.00	204.44	52.87	311.90	52.28	6.00	25.00	130.2
2	<i>Quercus eduardii</i>	Encino rojo	49.00	108.89	28.16	180.70	30.29	8.00	33.33	91.78
3	<i>Quercus potosina</i>	Encino potosina	23.00	51.11	13.22	69.50	11.65	3.00	12.50	37.37
4	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Pingüica	6.00	13.33	3.45	23.80	3.99	3.00	12.50	19.94
5	<i>Pinus leiophylla</i>	Pino chimonque	2.00	4.44	1.15	6.00	1.01	2.00	8.33	10.49
6	<i>Quercus grisea</i>	Encino gris	1.00	2.22	0.57	3.50	0.59	1.00	4.17	5.328
7	<i>Yucca decipiens</i>	Palma china	1.00	2.22	0.57	1.20	0.20	1.00	4.17	4.943
Total			174	386.67	100.00	596.60	100.00	24.00	100.00	300.00
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbustivo del tipo de vegetación BQ de la Área de Influencia.

Tabla 4. 61 Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbustivo presente en el BQ del AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Pingüica	406.00	902.22	56.86	709.90	67.53	9.00	67.53	191.92
2	<i>Quercus sideroxyla</i>	Chaparro	78.00	173.33	10.92	127.25	12.10	6.00	12.10	35.13
3	<i>Quercus eduardii</i>	Encino rojo	75.00	166.67	10.50	106.60	10.14	7.00	10.14	30.79
4	<i>Quercus potosina</i>	Encino potosina	49.00	108.89	6.86	23.08	2.20	3.00	2.20	11.25
5	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	Azomite	30.00	66.67	4.20	18.00	1.71	1.00	1.71	7.63
6	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	24.00	53.33	3.36	9.30	0.88	1.00	0.88	5.13
7	<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo	11.00	24.44	1.54	11.75	1.12	2.00	1.12	3.78
9	<i>Montanoa leucantha</i>	Talacao	12.00	26.67	1.68	8.90	0.85	1.00	0.85	3.37
10	<i>Quercus grisea</i>	Encino gris	4.00	8.89	0.56	11.00	1.05	3.00	1.05	2.65
11	<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán blanco	8.00	17.78	1.12	6.60	0.63	1.00	0.63	2.38
12	<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés blanco	6.00	13.33	0.84	4.29	0.41	1.00	0.41	1.66
13	<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	2.00	4.44	0.28	3.56	0.34	2.00	0.34	0.96
14	<i>Opuntia durangensis</i>	Nopal de Durango	2.00	4.44	0.28	3.30	0.31	1.00	0.31	0.91
15	<i>Quercus glaucoides</i>	Encino prieto	1.00	2.22	0.14	3.60	0.34	1.00	0.34	0.82
16	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	2.00	4.44	0.28	1.00	0.10	1.00	0.10	0.47
17	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	1.00	2.22	0.14	1.00	0.10	1.00	0.10	0.33
18	<i>Pinus leiophylla</i>	Pino chimonque	1.00	2.22	0.14	1.00	0.10	1.00	0.10	0.33
19	<i>Indigofera montana</i>	Añil	1.00	2.22	0.14	0.80	0.08	1.00	0.08	0.29
20	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal tapón	1.00	2.22	0.14	0.30	0.03	1.00	0.03	0.20
Total			714	1586.67	100.00	1051.23	100.00	44.00	100.00	300.00
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos e I.V.I en el estrato herbáceo del tipo de vegetación BQ en la Área de Influencia.

Tabla 4. 62 Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato herbáceo presente en el BQ de la AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Ageratina petiolaris</i>	Amargocilla	255	2833.33	14.96	76.5	15.9	2	5.13	36
2	<i>Bouteloua curtipendula</i>	Banderilla	175	1944.44	10.26	74.48	15.48	2	5.13	30.9
3	<i>Aristida divaricata</i>	Tres barbas abierto	180	2000	10.56	72	14.97	1	2.56	28.1
4	<i>Muhlenbergia speciosa</i>	Pasto	200	2222.22	11.73	60	12.47	1	2.56	26.8
5	<i>Stevia lucida</i>	Hierba de la araña	115	1277.78	6.74	65.5	13.61	2	5.13	25.5
6	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	Arrocillo	150	1666.67	8.8	15	3.12	1	2.56	14.5
7	<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallito	105	1166.67	6.16	9.3	1.93	2	5.13	13.2
8	<i>Dalea versicolor</i>	s/n	80	888.89	4.69	14.25	2.96	2	5.13	12.8
9	<i>Solanum sp.</i>	Tomate	95	1055.56	5.57	19	3.95	1	2.56	12.1
10	<i>Tradescantia crasifolia</i>	Mataxóchitl	70	777.78	4.11	12.75	2.65	1	2.56	9.32
11	<i>Pellaea ternifolia</i>	Helecho tres hojas	37	411.11	2.17	7.4	1.54	2	5.13	8.84
12	<i>Bouvardia tenuifolia</i>	s/n	26	288.89	1.52	1.97	0.41	2	5.13	7.06
13	<i>Salvia prunelloides</i>	Salvia consuela	9	100	0.53	0.75	0.16	2	5.13	5.81
14	<i>Stevia aff. lucida</i>	Hierba de la araña	16	177.78	0.94	9.6	2	1	2.56	5.5
15	<i>Cyperus sp.</i>	Pasto gallito	30	333.33	1.76	4.5	0.94	1	2.56	5.26
16	<i>Stenocactus ochoterianus</i>	Biznaga undulada	34	377.78	1.99	2.86	0.59	1	2.56	5.15
17	<i>Macroptilium gibbosifolium</i>	Jícama de monte	21	233.33	1.23	6.3	1.31	1	2.56	5.11
18	<i>Desmodium neomexicanum</i>	s/n	15	166.67	0.88	4.5	0.94	1	2.56	4.38
19	<i>Psacalium sp.</i>	s/n	18	200	1.06	3.6	0.75	1	2.56	4.37
20	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Helecho	15	166.67	0.88	3	0.62	1	2.56	4.07
21	<i>Phoradendron bolleanum</i>	Muerdago	5	55.56	0.29	4	0.83	1	2.56	3.69
22	<i>Allium aff. glandulosum</i>	Cebolleja	10	111.11	0.59	2	0.42	1	2.56	3.57
23	<i>Dysphania graveolens</i>	Epazote de monte	13	144.44	0.76	0.71	0.15	1	2.56	3.47
24	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Pingüica	4	44.44	0.23	3	0.62	1	2.56	3.42
25	<i>Astrolepis sinuata</i>	Doradilla Ondulada	8	88.89	0.47	1.6	0.33	1	2.56	3.37
26	<i>Cyperus hermaphroditus</i>	Pionia	5	55.56	0.29	1.5	0.31	1	2.56	3.17
27	<i>Dalea lutea</i>	Escobilla amarilla	4	44.44	0.23	1.6	0.33	1	2.56	3.13
28	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Peisto	3	33.33	0.18	1.5	0.31	1	2.56	3.05

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
29	<i>Myriopteris aurea</i>	Helecho	3	33.33	0.18	0.9	0.19	1	2.56	2.93
30	<i>Astrolepis sp.</i>	Helecho	2	22.22	0.12	0.8	0.17	1	2.56	2.85
31	<i>Mammillaria peterssonii</i>	Biznaga	2	22.22	0.12	0.25	0.05	1	2.56	2.73
Total			1705	18944.4	100	481.12	100	39	100	300
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

En cuanto al estrato arbóreo, el Chaparro (*Quercus sideroxyla*) fue el que presentó la mayor IVI, una especie típica de la región de la zona. En el estrato herbáceo se encontró que la Amargocilla (*Ageratina petiolaris*) presenta el mayor IVI, es una planta de importancia estructural para la vegetación, ya que le da estabilidad al suelo y facilita el crecimiento de otras especies herbáceas y arbóreas.

Bosque de encino-pino (BQP)

Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbóreo del tipo de vegetación BQP de la AI.

Tabla 4. 63 Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el BQP del AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Quercus sideroxyla</i>	Chaparro	25.00	55.56	46.30	92.90	49.13	1.00	33.33	128.76
2	<i>Pinus leiophylla</i>	Pino chimonque	20.00	44.44	37.04	57.50	30.41	1.00	33.33	100.78
3	<i>Quercus eduardii</i>	Encino rojo	9.00	20.00	16.67	38.70	20.47	1.00	33.33	70.47
Total			54	120.00	100.00	189.10	100.00	3.00	100.00	300.00
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbustivo del tipo de vegetación BQP de la Área de Influencia.

Tabla 4. 64 Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbustivo presente en el BQP del AI

Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos e I.V.I en el estrato herbáceo del tipo de vegetación BQP en la Área de Influencia.

Tabla 4. 65 Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato herbáceo presente en el BQP de la AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Quercus sideroxyla</i>	Chaparro	20.00	44.44	48.78	30.00	48.08	1.00	25.00	121.86
2	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Pingüica	9.00	20.00	21.95	17.30	27.72	1.00	25.00	74.68
3	<i>Pinus leiophylla</i>	Pino chimonque	9.00	20.00	21.95	6.90	11.06	1.00	25.00	58.01
4	<i>Quercus eduardii</i>	Encino rojo	3.00	6.67	7.32	8.20	13.14	1.00	25.00	45.46
Total			41	91.11	100.00	62.40	100.00	4.00	100.00	300.00

N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa

En cuanto al estrato arbóreo, el Chaparro (*Quercus sideroxyla*) es la especie con el IVI más alto, es una especie típica de la región. Para el estrato herbáceo, la especie con el IVI más alto es el Alichоче del centro (*Echinocereus acifer*), una especie que frecuenta este tipo de vegetación, y es típica de la región.

IV. 3.2.1.4.6. Diversidad de la vegetación en el AI

Para medir la diversidad de la vegetación se utilizó el índice de Shannon o índice de Shannon-Wiener, el cual mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar dentro de cada estrato de cada tipo de vegetación. Por lo tanto, a mayor valor del índice de Shannon, la diversidad es más grande.

La fórmula para calcular el índice de Shannon se presenta en la sección **IV.3.2.1.2.8. Análisis de riqueza y diversidad de especies y estructura de la vegetación.**

Diversidad de la vegetación

A continuación, se presenta el resultado del cálculo de diversidad de la vegetación del Área de Influencia; para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de las diversas vegetaciones.

Índice de diversidad en el tipo de vegetación Bosque de Encino en el Área de Influencia

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado para el BQ, en el Área de Influencia por estrato, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. 66 Índice de diversidad de las especies por estrato del BQ en el AI

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	7	Riqueza (S)	19	Riqueza (S)	31
H Calculada	1.19	H Calculada	1.58	H Calculada	2.76
H max = Ln S	1.95	H max = Ln S	2.94	H max = Ln S	3.43
Equidad = H/Hmax	0.61	Equidad = H/Hmax	0.54	Equidad = H/Hmax	0.80

El estrato herbáceo presentó la mayor riqueza, así como la mayor diversidad. Mientras que el estrato arbóreo fue el estrato menos diverso y rico. En cuanto a la equidad, el estrato herbáceo presentó el valor más alto y el estrato arbóreo y arbustivo presentaron valores similares.

Índice de diversidad en el tipo de vegetación Bosque de Encino-Pino en el Área de Influencia

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado para el BQP, en el Área de Influencia por estrato, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. 67 Índice de diversidad de las especies por estrato del BQP en el AI

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	3	Riqueza (S)	4	Riqueza (S)	2
H Calculada	1.02	H Calculada	1.21	H Calculada	0.64
H max = Ln S	1.10	H max = Ln S	1.39	H max = Ln S	0.69
Equidad = H/Hmax	0.93	Equidad = H/Hmax	0.87	Equidad = H/Hmax	0.92

El estrato que presentó la mayor riqueza es el arbustivo, así como la mayor diversidad. Mientras que, el estrato que presentó la menor riqueza y diversidad es el herbáceo. En cuanto a la equidad los tres estratos presentaron valores similares.

Índice de diversidad general en el Área de Influencia

La interpretación correspondiente de los índices de diversidad utilizados en este estudio para el SA, Área de Influencia y AP para la flora y fauna, se realizó tomando en consideración el criterio tomado por Magurran (1988) y por Titira & Boada (2009): los valores resultantes inferiores a 1.5 se consideran como “Diversidad baja”, los valores entre 1.6 y 2.5 se consideran como “Diversidad media”, y los valores iguales o superiores a 2.6 se consideran como “Diversidad alta”. A continuación, se muestra un resumen de cada tipo de vegetación por estrato en la tabla:

Tabla 4. 68 Resumen del índice de diversidad en los distintos tipos de vegetación dentro del AI.

Area	Tipo de vegetación	Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo		Total		Diversidad Interpretada por tipo de vegetación
		S	H	S	H	S	H	S	H	
Área de Influencia	BQ	7	1.19	19	1.58	31	2.76	57	1.85	Media
	BQP	3	1.02	4	1.21	2	0.64	9	0.96	Baja

De acuerdo con el criterio de Marrugan (1988), la diversidad promedio de los estratos del BQ en el AI es media, mientras que BQP presenta una diversidad baja. La riqueza de especies se refleja en los sitios muestreados en el AI, entre mayor riqueza de especies se distribuyan en tu zona de muestreo, mayor será la diversidad para el tipo de vegetación.

IV.3.2.1.5. Descripción y caracterización de la vegetación en el Área del Proyecto (AP)

IV. 3.2.1.5.1. Tipos de vegetación presentes en el AP

Debido a que en el AP está desprovista de cubierta vegetal, no se realizaron muestreos en la zona, por lo cual no se describe el tipo de vegetación en el área (Figura 4. 85).



Figura 4. 84 Tipo de vegetación en el AP según INEGI SERIE VII

Con base en el trabajo de campo realizado en el AP y mediante el tratamiento de la clasificación espectral de la imagen digital, se verificaron las condiciones de la superficie.

En la siguiente figura se observa el AP sin cubierta vegetal:



Figura 4. 85 Evidencia del AP sin cubierta vegetal

En el **Anexo 4.19** Reporte fotográfico de vegetación en área a AP, se presentan fotografías del área con las condiciones anteriormente mencionadas.

En el **Anexo 4.22** se presenta la imagen a detalle de los tipos de vegetación en el área a AP, mediante el trabajo de campo y clasificación espectral de la vegetación.

Tabla 4. 69 Superficie por tipo de vegetación dentro del AP

No.	Vegetación	Superficie (ha)
1	Desprovisto de vegetación	0.701806
Total		0.701806

IV.3.2.1.6. Conclusión

Basándonos en los resultados obtenidos del estudio de composición, estructura y diversidad de la vegetación en los distintos polígonos del Proyecto "Banco de Materiales" se pueden extraer varias conclusiones importantes.

En primer lugar, el área del proyecto (AP) no presenta cubierta vegetal, y el área de influencia (AI) presentan una vegetación predominantemente compuesta por Bosque de Encino, lo que indica un patrón de vegetación homogéneo en esta área. Por otro lado, el sistema ambiental (SA) muestra una mayor diversidad vegetal. Además del Bosque de encino, se identificaron otros tipos de vegetación como Bosque de pino-encino, Matorral crasicaule, Matorral rosetófilo y Pastizal inducido. La diversidad de la vegetación es producto de la heterogeneidad topográfica, edáfica y climática en la región. En conjunto, estos factores generan diversidad en el hábitat, lo que a su vez propicia la diversidad vegetal. En algunas áreas la vegetación se observa más fragmentada y menos conservada y con presencia de especies indicadoras de disturbio. Esto podría ser provocado, en parte, por las actividades antrópicas que se llevan a cabo en los alrededores, así como por su cercanía a algunas comunidades.

El análisis de la riqueza de especies reveló que el SA es el polígono con mayor diversidad, con la presencia de 53 familias y 214 especies identificadas. La familia Asteraceae con 52 especies, seguido de Poaceae y Fabaceae con 24 especies, respectivamente. Además, están ampliamente representadas algunas familias como Cactaceae, con 12 especies y Asparagaceae con 11. En el AI se registraron 18 familias y 44 especies, mientras que en el AP no se encontraron especies vegetales. Es importante destacar que se encontraron tres especies listadas en la NOM-059 en el SA, lo que indica la presencia de especies de importancia para la conservación en México. En el AP, no se registraron especies de la NOM-059.

En términos de la estructura ecológica, se determinó que los polígonos del SA y AI se encontraron en condiciones de estabilidad a nivel general. Esto implica que la vegetación dentro de los polígonos del proyecto cumple con los componentes característicos definidos para los tipos de vegetación identificados. La diversidad y equidad de especies encontradas dentro de la vegetación fue media a baja, lo cual indica un equilibrio ecológico favorable en las áreas estudiadas.

Desde el año 2017 se ha llevado a cabo el levantamiento de inventarios forestales que han indicado el estado de la vegetación, en el que en unas partes está bien conservado y, en otras, ha sido altamente impactado por las actividades antrópicas llevadas a cabo. Sin embargo, los ecosistemas son dinámicos y es importante actualizar con frecuencia la información para generar medidas de manejo y mitigación de los impactos a la vegetación que son significativos. Los muestreos incluidos en esta LBA serán los que se tomarán en cuenta en futuros proyectos para su análisis y caracterización, pues son éstos los que reflejan el estado de la vegetación más cercano a la actual realidad. Sin embargo, cada año se eliminarán los del año más viejo, ya que dejan de ser representativos.

En resumen, los resultados del estudio muestran que el proyecto minero Extractor de Ventilación Guadalupe no afectará a la vegetación, tanto en el área del proyecto como en su área de influencia, debido a que la superficie del proyecto está impactada y no cuenta con cubierta vegetal. Se recomienda enfatizar en la importancia de implementar medidas adecuadas de mitigación y conservación para proteger la biodiversidad y los ecosistemas presentes en el área de estudio durante la ejecución del proyecto.

IV.3.2.2. Fauna

México se caracteriza por ser un país megadiverso, gracias a su gran variedad de climas, su accidentada topografía y su historia geológica, dando como resultado a una enorme riqueza ecológica y biológica; por ejemplo en el país existen más especies de pinos, cactáceas y encinos que en ninguna otra parte del mundo (Gómez-Pompa, 1996); y se sitúa en el segundo lugar a nivel mundial en diversidad de reptiles con 804 especies, y cuarto en anfibios, con 361 especies representando cerca del 10% del total mundial (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004).

Zacatecas se ubica en la porción centro-norte del país. Con una extensión territorial de 74 479.7 km², representa 3.8% de la superficie total del país y ocupa el décimo lugar a nivel nacional (Ávila-Villegas, 2020). Es uno de los estados menos estudiados en el tema de biodiversidad, lo que ha creado la falsa percepción de que biológicamente es poco diverso. Si bien aún no existen listados de especies para la mayor parte de los municipios, es todavía más marcada la carencia de estudios sobre sus tendencias poblacionales. Sus interacciones bióticas favorecen cinco tipos de ecosistemas: matorral xerófilo, pastizal, bosque templado, selva seca y en menor proporción, aunque no menos importante, la vegetación de galería (Hernández-Ramírez, 2020; Sigala-Rodríguez *et al.* 2020).

En cuanto a la diversidad de vertebrados en el estado, para el grupo de los anfibios se tienen contabilizadas 25 especies, 108 especies de reptiles, 353 especies de aves y 123 especies de mamíferos, cabe mencionar que sombrero es uno de los municipios que registra mayor número de especies de mamíferos (Hernández-Ramírez, 2020).

Como objetivo principal para el presente estudio, se planteó realizar un listado para conocer la riqueza de especies presentes dentro del Sistema Ambiental, descritas a continuación. También la identificación de las especies que pudiesen estar enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y las especies que, por sus hábitos y biología pueden ser consideradas como de baja movilidad y que eventualmente serían el objetivo de posibles trabajos (rescate y reubicación de fauna). Todo ello conduciría a determinar las posibles afectaciones a la fauna por el desarrollo de las actividades del proyecto.

IV.3.2.2.1. Metodología de muestreo

Se realizó trabajo de campo durante noviembre de 2017, marzo de 2020, octubre 2020, febrero 2022, del mayo 23 al 07 de junio del 2022, y más recientemente del 17 al 31 de enero del 2023, el muestreo faunístico se intensificó en aquellas zonas en las que se incrementaba la posibilidad de obtener registros, en base en las características bióticas y abióticas dentro del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área de Proyecto, tomando en cuenta factores como: estado de conservación, cobertura vegetal, disponibilidad de alimento, agua y refugio.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de cada una de las parcelas de muestreo.

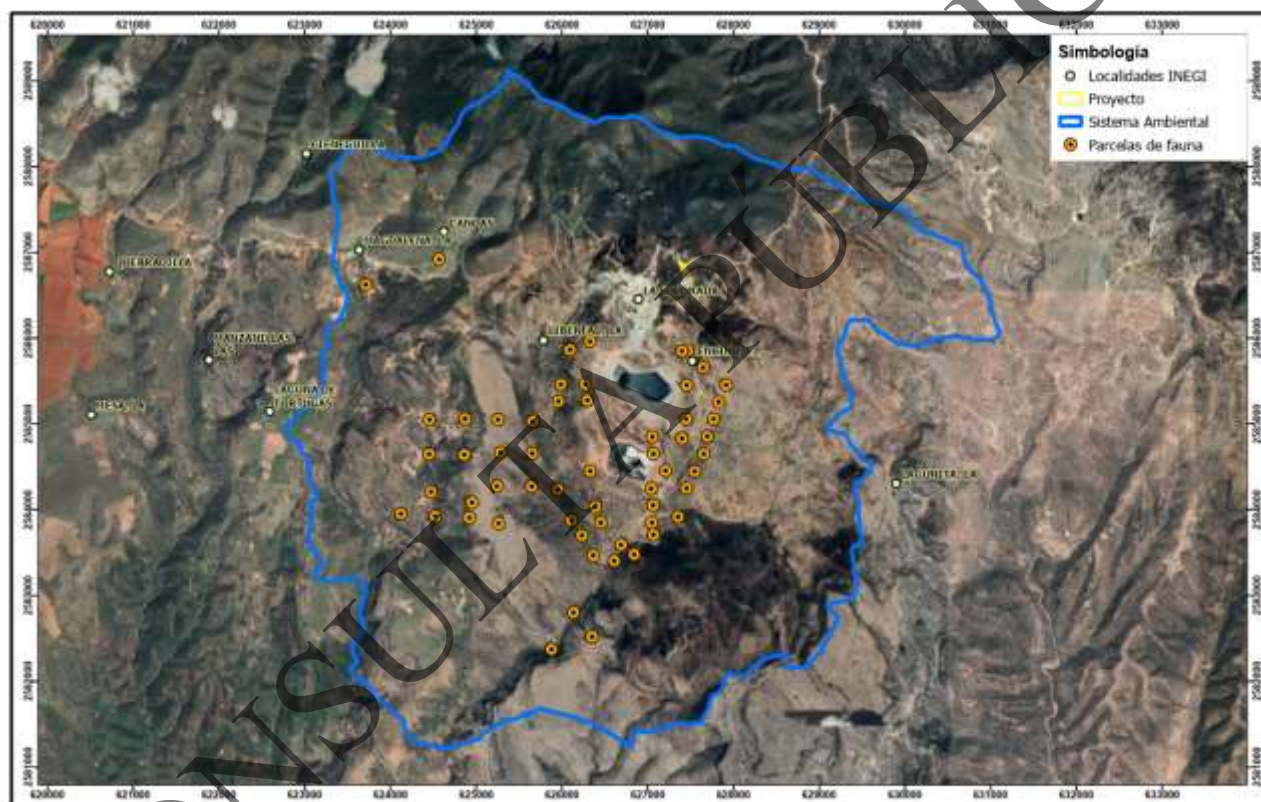


Figura 4. 86 Localización de las parcelas de muestreo

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 cada uno de los grupos zoológicos durante el trabajo de campo.

IV.3.2.2.1.1. Anfibios

El muestreo de la anfibio-fauna se realizó con una red de tipo cuchara con un ojo o luz de malla de 1mm. Los anfibios capturados fueron colocados en contenedores de plástico, esto para hacer más fácil su manipulación mientras son identificados, fotografiados y posteriormente ser liberados. La identificación de los organismos fue realizada con el trabajo de Duellman (1961, 2001) y Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz (2005).

IV.3.2.2.1.2. Reptiles

Para el registro del grupo de los reptiles se removieron rocas y restos vegetales como troncos, hojarasca y ramas, siguiendo las técnicas propuestas en el trabajo de Casas-Andreu *et al.* (1991). Cada elemento removido, como troncos y rocas, se regresó a su lugar original. Los reptiles fueron muestreados con material herpetológico (red de pesca, ganchos y pinzas). Para la determinación de las especies se utilizaron los trabajos de Smith y Taylor (1945, 1948, 1950), Köhler y Heimes (2002), Campbell y Lamar (2004), Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz (2005), Heimes (2016) y Lemos-Espinal *et al.* (2018).

IV.3.2.2.1.3. Mamíferos

Para el registro de los mamíferos terrestres se consideraron las señales que las especies dejan ya sea por su presencia o sus actividades (plumas, huellas, excretas, marcas, cadáveres, etc.). Debido a que el terreno determina la permanencia y la claridad de los rastros (principalmente las huellas), la búsqueda de éstos se realizó en lugares cercanos al agua, o bien donde el lodo permitiera una clara y detallada impresión de éstas, así como en aquellos sitios con tierra poco profunda y de grano fino, libre en gran parte de rocas. Para la identificación de los rastros (especies) se utilizó el trabajo de Aranda-Sánchez (2012) y Ceballos y Oliva (2005).

Otro método usado fue el de las cámaras trampa, estas tienen por objetivo capturar en imágenes las especies de carácter críptico o raras, debido a que permiten ampliar las observaciones de las especies en el tiempo y el espacio sin interferir con su conducta. De esta forma se obtiene información valiosa sobre la biología y ecología de estas mismas que a través de los métodos tradicionales sería difícil de obtener. A lo largo de los años (2017-2023) se han instalado un total de 79 estaciones de fototrampeo repartidas entre las distintas campañas, en el **Anexo 4.23** se muestran las coordenadas de todas las cámaras colocadas hasta 2023 (Figura 4.87). En la última campaña (enero 2023) se colocaron 10 cámaras de trampa para el muestreo de mamíferos.

Para el análisis se consideraron sólo registros independientes, es decir, una sola fotografía de la especie cada 24h. En caso de que en la fotografía se distinguiera más de un individuo, o de que en subsecuentes fotografías se pudiera distinguir a diferentes individuos, entonces cada uno de estos se consideró como un registro independiente.

Captura de murciélagos. En dicha metodología se utilizaron 6 redes de niebla de 2.5 m x 12 m, las cuales se ubicaron en sitios propicios para la captura de dichos animales como son sitios de forrajeo, sitios de paso, cerca de refugios, etc. Las redes permanecieron abiertas desde el crepúsculo hasta cumplir las horas estipuladas para los muestreos nocturnos. Cada vez que se capturó un murciélago se le tomaron los datos necesarios para su correcta identificación por medio de guías especializadas (Ceballos & Oliva,

[illegible]

Figura 4.87 Localización de estaciones de monitoreo de cámaras trampa



Los registros se realizaron dentro de cada una de las parcelas, se permaneció fijo durante un intervalo de tiempo establecido (15 minutos) para contar a todas las aves detectadas (vistas y escuchadas) en un punto. Este método es efectivo pues permite obtener listados de especies representativas y es altamente eficiente ya que maximiza la información obtenida por unidad de tiempo y esfuerzo (Villareal et al., 2004). Para esta actividad se utilizarán binoculares de la marca Vortex 8X42, y las guías de campo de Howell y Webb (1995) y Dunn y Alderfer (2017), para determinación de las especies.

Durante los muestreos que se realizaron para el Proyecto se logró documentar un total de 110 especies de vertebrados (Figura 4.89). El grupo de las aves fue el mejor representado, con un total de 62 especies repartidas en 27 familias, seguido por el grupo de los mamíferos con 28 especies repartidas en 13 familias. El grupo de los reptiles registró un total de 19 especies en 8 familias, mientras que el grupo menos diverso fue el de los anfibios con 2 especies en 2 familias. En el **Anexo 4.24** se presenta un reporte fotográfico de algunas de las especies registradas durante los muestreos.

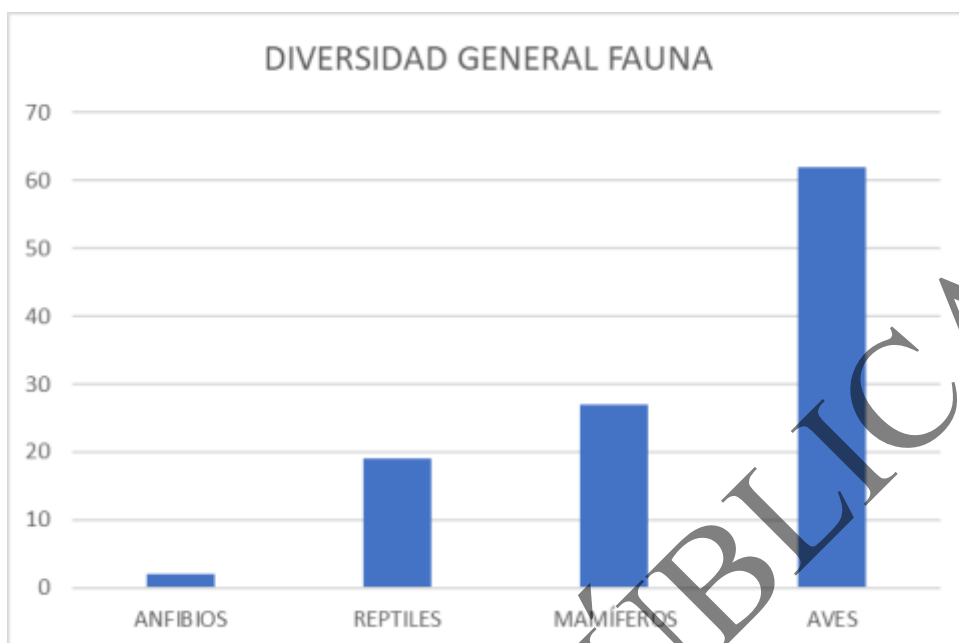


Figura 4.89 Diversidad por grupo faunístico

IV.3.2.2.2.1. Anfibios

El grupo de los anfibios fue el menos diverso, presentando dos especies pertenecientes a un orden repartido en dos familias (Figura 4. 90). El Sistema ambiental registró ambas especies. Se registró una sola especie bajo alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Se registraron dos especies endémicas al país (Tabla 4.70). En el Área de Influencia y el Área de Proyecto no se registraron anfibios.

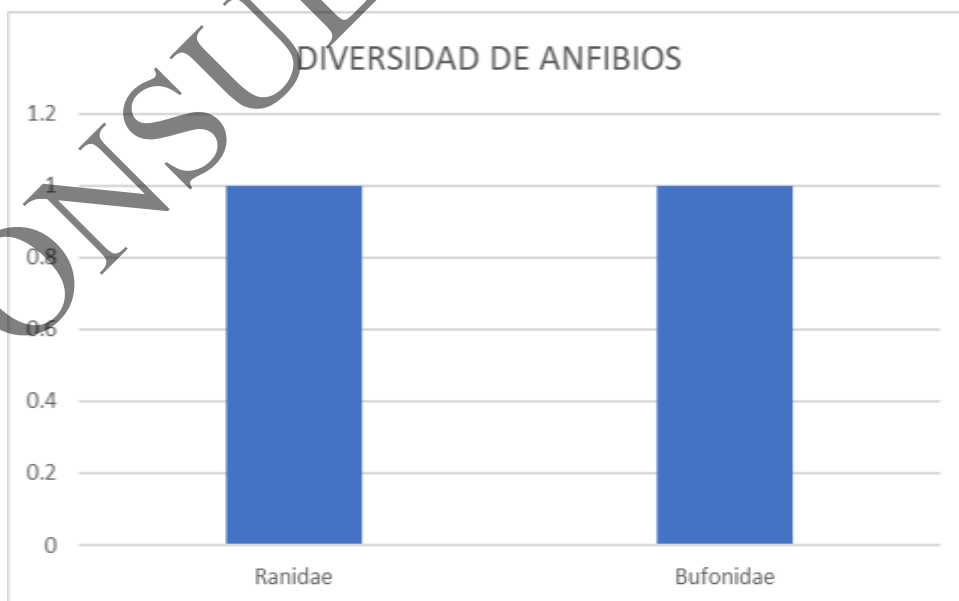


Figura 4. 90 Diversidad general de anfibios por familia

Tabla 4.70 Especies de anfibios registrados durante los muestreos

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM 059	SA	AI	AP
Anura	Ranidae	<i>Lithobates montezumae</i>	Rana leopardo de Moctezuma	Endémica	Pr	X	-	-
	Bufo	<i>Incilius occidentalis</i>	Sapo de los Pinos	Endémica	-	X	-	-
NOM-059: Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Pr: Sujeta a protección especial, SA: Sistema Ambiental, AI: Área de Influencia, AP: Área de Proyecto								

IV.3.2.2.2. Reptiles

De acuerdo con los datos obtenidos en campo, los reptiles fueron el tercer grupo más diverso, presentando 19 especies, pertenecientes a dos órdenes, el cual uno se divide a su vez en dos Subordenes de los cuales Serpentes presentó el mayor número de especies (diez spp.). Los reptiles se encuentran repartidos en ocho familias siendo Colubridae la que cuenta con mayor riqueza de especies con siete, seguido de la familia Phrynosomatidae con 5 (spp), mientras que la familia Viperidae presentó dos especies. Las familias Scincidae, Dactyloidae, Teiidae, Dipsadidae y Kinosternidae presentaron una especie cada una (Figura 4. 91). Se registraron 11 especies bajo alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, seis bajo la categoría Sujeta a protección especial (Pr) y 5 en la categoría de Amenazada (A). Se registraron 12 especies endémicas al país. El Sistema Ambiental registró una riqueza específica de 19 especies. No se registraron reptiles en el Área de Influencia y el Área de Proyecto (Tabla 4.71).

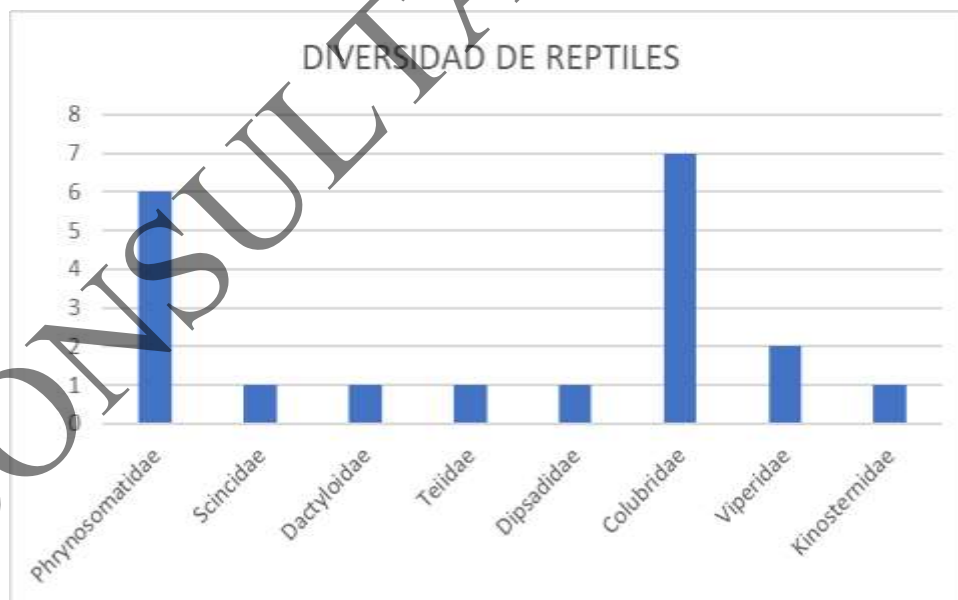

Figura 4. 91 Diversidad general de reptiles por familia

Tabla 4.71 Especies de reptiles registrados durante los muestreos

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM 059	SA	AI	AP
Squamata (Lacertilia)	Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Camaleón de Montaña	Endémica	A	X	-	-
		<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija de Árbol	-	Pr	X	-	-
		<i>Sceloporus jarrovi</i>	Lagartija de Yarrow	-	-	X	-	-
		<i>Sceloporus torquatus</i>	Espinosa de Collar	Endémica	-	X	-	-
		<i>Sceloporus albiventris</i>	Lagartija espinosa vientre blanco	Endémica	-	X	-	-
	Scincidae	<i>Plestiodon lynxe</i>	Lincer de los Encinos	Endémica	Pr	X	-	-
	Dactyloidae	<i>Anolis nebulosus</i>	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	Endémica	-	X	-	-
	Teiidae	<i>Aspidozelis sp.</i>	Huico	Endémica	-	X	-	-
Squamata (Serpentes)	Dipsadidae	<i>Diadophis punctatus</i>	Culebra de Collar	-	-	X	-	-
	Colubridae	<i>Conopsis nasus</i>	Culebra de Nariz Grande	Endémica	-	X	-	-
		<i>Lampropeltis greeri</i>	Culebra Real de Greer	Endémica	A	X	-	-
		<i>Pituophis deppei</i>	Cincuate mexicano	Endémica	A	X	-	-
		<i>Salvadora bairdi</i>	Culebra Chata de Baird	Endémica	Pr	X	-	-
		<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	Jarretera Cuello Negro	-	A	X	-	-
		<i>Thamnophis eques</i>	Jarretera Mexicana	-	A	X	-	-
		<i>Trimorphodon tau</i>	Falsa Nauyaca Mexicana	Endémica	-	X	-	-
	Viperidae	<i>Crotalus lepidus</i>	Cascabel Verde	-	Pr	X	-	-
		<i>Crotalus molossus</i>	Cascabel Serrana	-	Pr	X	-	-
Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon sp.</i>	Tortuga Casquito	Endémica	Pr	X	-	-

NOM-059: Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Pr: Sujeta a protección especial, A: Amenazada, SA: Sistema Ambiental, AI: Área de Influencia, AP: Área de Proyecto

IV.3.2.2.2.3. Mamíferos

El grupo de los mamíferos fue el segundo más diverso presentando una riqueza de 27 especies, pertenecientes a seis órdenes, de los cuales el orden Carnivora fue el más diverso con diez especies, seguido por Chiroptera con nueve especies. Los mamíferos se encuentran representados en trece familias, de las cuales la familia Vespertilionidae fue la más diversa con seis (spp), seguido de las familias Leporidae, Procyonidae y Mephitidae con tres (spp) cada una. Las familias Canidae, Felidae, y Molossidae registraron dos (spp) cada una. Por otra parte, las familias Didelphidae, Cervidae, Tayassuidae, Cricetidae, Sciuridae y Phyllostomidae se encontraron representadas equitativamente con una especie cada una en la Figura 4.92. El Área de Influencia presentó cinco especies, repartidas en tres órdenes y cuatro familias, mientras que el Área del Proyecto no registró ninguna especie. Se registró una sola especie bajo alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, por su parte, se cuenta con una especie endémica al país (Tabla 4.72).

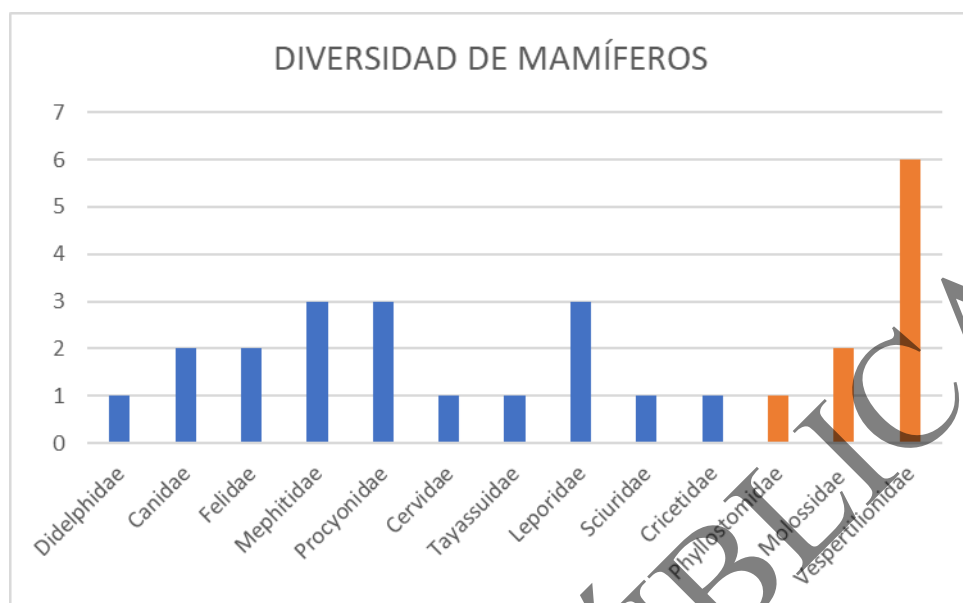


Figura 4.92 Diversidad general de mamíferos por familia

Tabla 4.72 Especies de mamíferos registrados durante los muestreos

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM 059	SA	AI	AP
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	-	-	X	-	-
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	-	-	X	X	-
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	-	-	X	X	-
	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	-	-	X	-	-
		<i>Lynx rufus</i>	Lince	-	-	X	-	-
	Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca	-	-	X	-	-
		<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo Listado	-	-	X	-	-
		<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo Manchado	-	-	X	-	-
	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí	-	-	X	-	-
		<i>Procyon lotor</i>	Mapache	-	-	X	-	-
		<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle norteño	-	-	X	-	-
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado Cola Blanca	-	-	X	X	-
	Tayassuidae	<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de Collar	-	-	X	X	-
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	-	-	X	X	-
		<i>Sylvilagus holzneri</i>	Conejo de las montañas manzano	-	-	X	-	-
		<i>Lepus californicus</i>	Liebre Cola Negra	-	-	X	-	-
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus nayaritensis</i>	Ardilla de Nayarit	Endémica	-	X	-	-
	Cricetidae	<i>Neotoma leucodon</i>	Rata magueyera	-	-	X	-	-
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago trompudo	-	A	X	-	-

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemis mo	NOM 059	SA	AI	AP
	Molossidae	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago guanero	-	-	X	-	-
		<i>Nyctinomops macrotis</i>	Murciélago cola suelta mayor	-	-	X	-	-
	Vespertilionid ae	<i>Myotis californicus</i>	Murciélago ratón de California	-	-	X	-	-
		<i>Myotis occultus</i>	Miotis de Arizona	-	-	X	-	-
		<i>Myotis yumanensis</i>	Miotis de Yuma	-	-	X	-	-
		<i>Myotis velifer</i>	Miotis mexicano	-	-	X	-	-
		<i>Corynorhinus townsendii</i>	Murciélago orejón de Townsend	-	-	X	-	-
		<i>Idionycteris phyllotis</i>	Murciélago mula de Allen	-	-	X	-	-
NOM-059: Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, A: Amenazada, SA: Sistema Ambiental, AI: Área de Influencia, AP: Área de Proyector								

IV.3.2.2.2.4. Aves

Este grupo fue el mejor representado durante los muestreos, se registraron un total de 62 especies, pertenecientes a doce órdenes, de los cuales los Passeriformes son los más diversos con 40 especies, seguido de Columbiformes y Piciformes con 4 (spp) cada uno. Se encuentran presentes 27 familias, siendo la familia Passerellidae la que presentó la mayor riqueza de especies con nueve (spp), seguido de la familia Troglodytidae con cinco especies (Figura 4.93). El Sistema ambiental presentó el total de las especies registradas (62 spp) mientras que el Área de Influencia presentó una riqueza de 8 (spp). En el Área de Proyecto no se registraron especies. Se presentan tres especies con alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, dos con categoría de Amenazada (A) y una en la categoría Sujeta a protección especial (Pr). Se obtuvo el registro de siete especies con endemismo (Tabla 4.73).

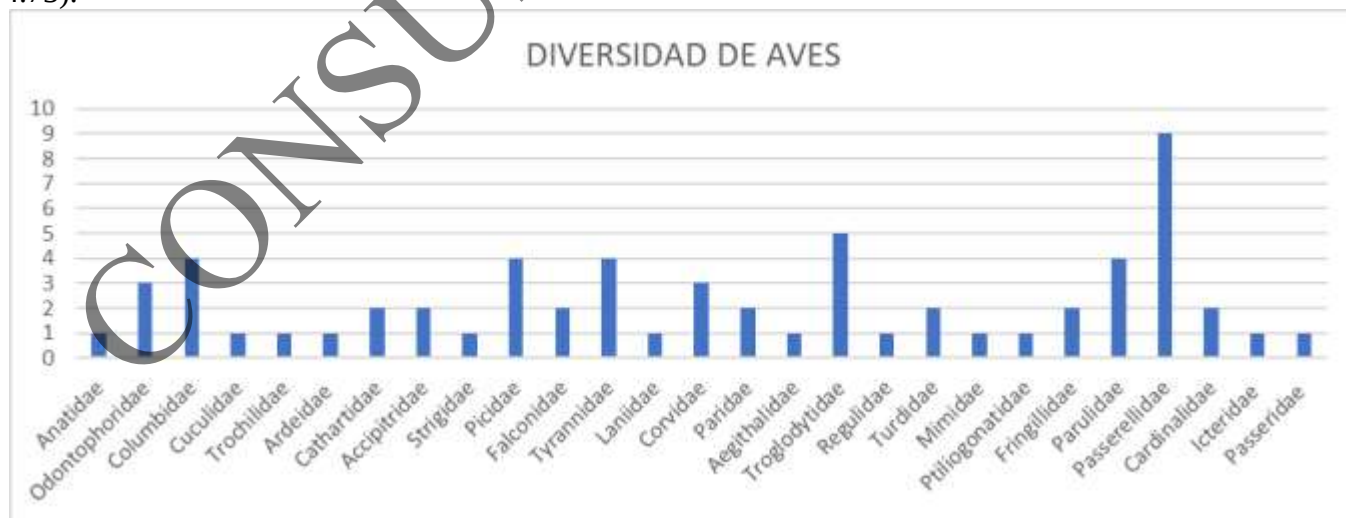


Figura 4.93 Diversidad general de aves por familia



Tabla 4.73 Especies de aves registrados durante los muestreos

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM 059	SA	AI	AP
Anseriformes	Anatidae	<i>Bucephala albeola</i>	Pato monja	-	-	X	-	-
Galliformes	Odontophoridae	<i>Meleagris gallopavo</i>	Cocono Guajolote	-	-	X	-	-
		<i>Callipepla squamata</i>	Codomiz escamosa	-	-	X	-	-
		<i>Cyrtonyx montezumae</i>	Codomiz de Moctezuma	-	Pr	X	-	-
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tórtola Cola Larga	-	-	X	-	-
		<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de Alas Blancas	-	-	X	X	-
		<i>Zenaida Macroura</i>	Paloma Huilota	-	-	X	-	-
		<i>Patagioenas fasciata</i>	Paloma de Collar	-	-	X	-	-
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	-	-	X	-	-
Apodiformes	Trochilidae	<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibri pico ancho	SE	-	X	-	-
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	-	-	X	-	-
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	-	-	X	-	-
		<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	-	-	X	-	-
Accipitridae	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Cola Roja	-	-	X	-	-
		<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila real	-	A	X	-	-
Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops trichopsis</i>	Tecolote rítmico	-	-	X	-	-
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero	-	-	X	X	-
		<i>Colaptes auratus</i>	Carpintero de pechera	-	-	X	-	-
		<i>Sphyrapicus varius</i>	Carpintero Moteado	-	-	X	-	-
		<i>Dryobates scalaris</i>	Carpintero mexicano	-	-	X	-	-
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	-	Pr	X	-	-
		<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	-	-	X	-	-
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax difficilis</i>	Papamoscas Amarillo Barranqueño	SE	-	X	-	-
		<i>Empidonax fulvifrons</i>	Papamoscas pecho canela	-	-	X	-	-
		<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas Llanero	-	-	X	-	-
		<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano gritón	SE	-	X	X	-
	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudon verdugo	-	-	X	-	-
	Corvidae	<i>Aphelocoma wollweberi</i>	Chara Pecho Gris	-	-	X	X	-
		<i>Corvus cryptoleucus</i>	Cuervo Llanero	-	-	X	-	-
		<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	-	-	X	-	-
	Paridae	<i>Baeolophus wollweberi</i>	Carbonero Embridado	-	-	X	-	-



Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM 059	SA	AI	AP
		<i>Poecile sclateri</i>	Carbonero mexicano	CE	-	X	-	-
	Aegithalidae	<i>Psaltiriparus minimus</i>	Sastrecillo	-	-	X	-	-
	Troglodytidae	<i>Salpinctes obsoletus</i>	Saltapared de Rocas	-	-	X	-	-
		<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared común	-	-	X	-	-
		<i>Thryomanes bewickii</i>	Saltapared cola larga	-	-	X	-	-
		<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del Desierto	-	-	X	-	-
		<i>Catherpes mexicanus</i>	Saltapared barranqueño	-	-	X	-	-
	Regulidae	<i>Corthylio calendula</i>	Reyezuelo Matraquita	-	-	X	-	-
	Turdidae	<i>Sialia sialis</i>	Azulejo garganta canela	-	-	X	-	-
		<i>Turdus migratorius</i>	Mirla primavera	-	-	X	-	-
	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuicacoche Pico Curvo	-	-	X	-	-
	Ptiliogonitidae	<i>Phainopepla nitens</i>	Capulinerio Negro	-	-	X	-	-
	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito Dominicó	-	-	X	-	-
		<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón Mexicano	-	-	X	X	-
	Parulidae	<i>Leiothlypis ruficapilla</i>	Chipe cabeza gris	-	-	X	-	-
		<i>Leiothlypis celata</i>	Chipe oliváceo	-	-	X	-	-
		<i>Setophaga coronata auduboni</i>	Chipe de Audubon	-	-	X	-	-
		<i>Myioborus pictus</i>	Pavito Alas Blancas	-	-	X	-	-
	Passerellidae	<i>Melospiza fusca</i>	Rascador viejita	-	-	X	-	-
		<i>Pipilo maculatus</i>	Pipilo maculado	-	-	X	-	-
		<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln	-	-	X	X	-
		<i>Spizella passerina</i>	Gorrión Cejas Blancas	-	-	X	X	-
		<i>Spizella atrogularis</i>	Gorrión Barba Negra	-	-	X	-	-
		<i>Spizella pallida</i>	Gorrión pálido	SE	-	X	-	-
		<i>Passerculus sandwichensis</i>	Gorrión sabanero	-	-	X	-	-
		<i>Poocetes gramineus</i>	Gorrión cola blanca	-	-	X	-	-
		<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión Arlequín	-	-	X	-	-
	Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Pico gordo tigrillo	SE	-	X	-	-
		<i>Piranga flava</i>	Piranga Encinera	-	-	X	X	-
	Icteridae	<i>Icterus parisorum</i>	Bolsero Calandria	SE	-	X	-	-
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión domestico	Exótica	-	X	-	-
NOM-059: Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Pr: Sujeta a protección especial A: Amenazada, SE: Semiendémica, CE: Cuasiendémica, SA: Sistema Ambiental, AI: Área de Influencia, AP: Área de Proyecto								

IV.3.2.2.5. Especies endémicas

Las especies catalogadas como “Endémicas” corresponden a las especies cuyo ámbito de distribución natural se encuentra circunscrito únicamente al territorio nacional y a las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Durante los muestreos realizados se registraron 22 especies endémicas, de las cuales doce son reptiles, siete aves, dos anfibios y un mamífero (Figura 4.94).

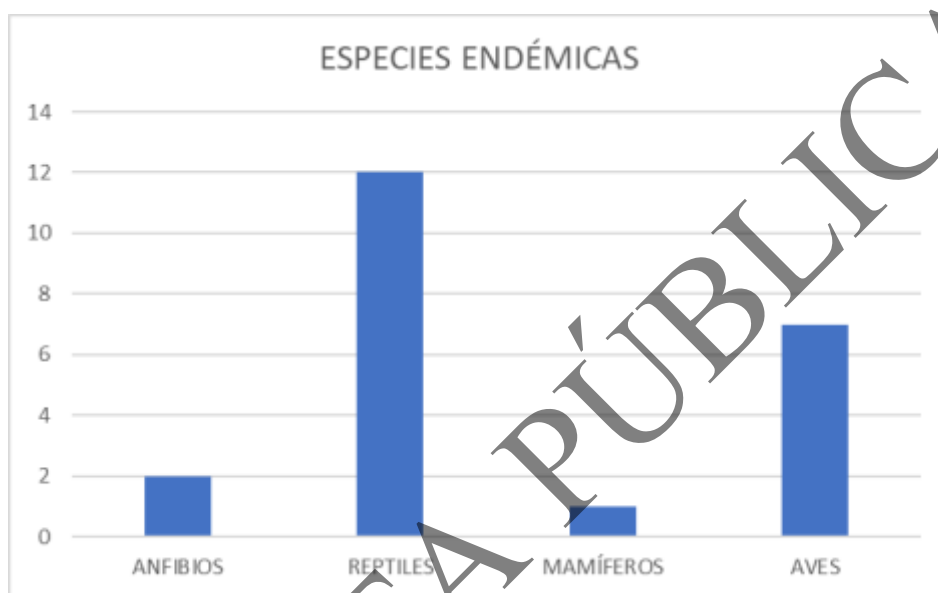


Figura 4.94 Especies Endémicas estrictas de fauna silvestre

Por su parte las aves presentan otras definiciones adicionales sobre los endemismos, subcategorías que son muy propias de su grupo por las características de éstos, como lo es *Semiendémica* que son endémicas a México durante una época del año; *Cuasiendémica* que son aquellas especies que su distribución se encuentra principalmente en el país. Es así, que se presentan seis especies como semiendémicas y una especie como cuasiendémica (Figura 4.95).

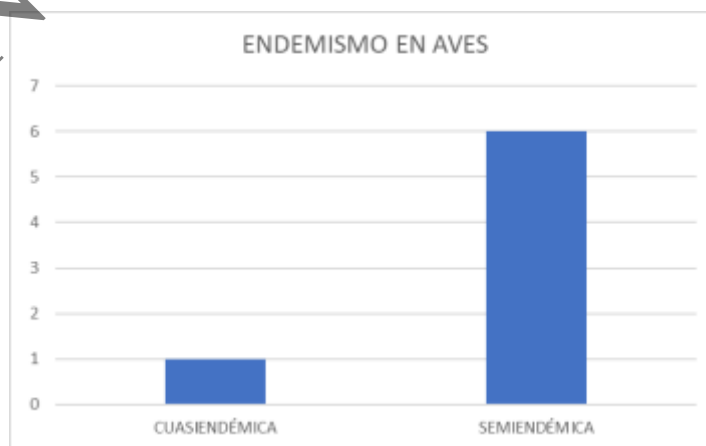


Figura 4.95 Endemismos en aves

IV.3.2.2.6. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Se registraron 16 especies con alguna categoría de riesgo incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales once son reptiles, tres aves, un anfibio y un mamífero (Figura 4.96). En la categoría de Amenazada se encuentran cinco reptiles, un mamífero y un ave mientras que en la categoría Sujeta a protección especial se incluyen seis reptiles, dos aves y un anfibio (Figura 4.97).

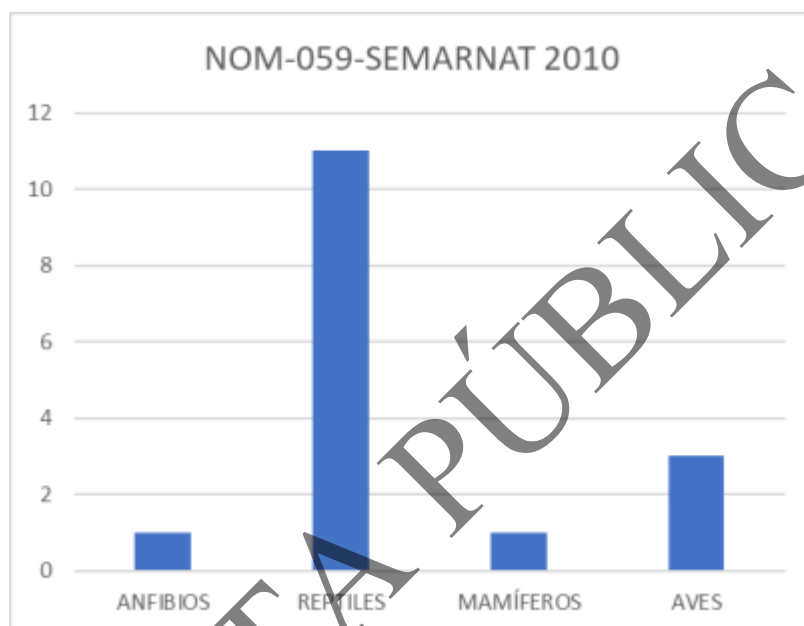


Figura 4.96 Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

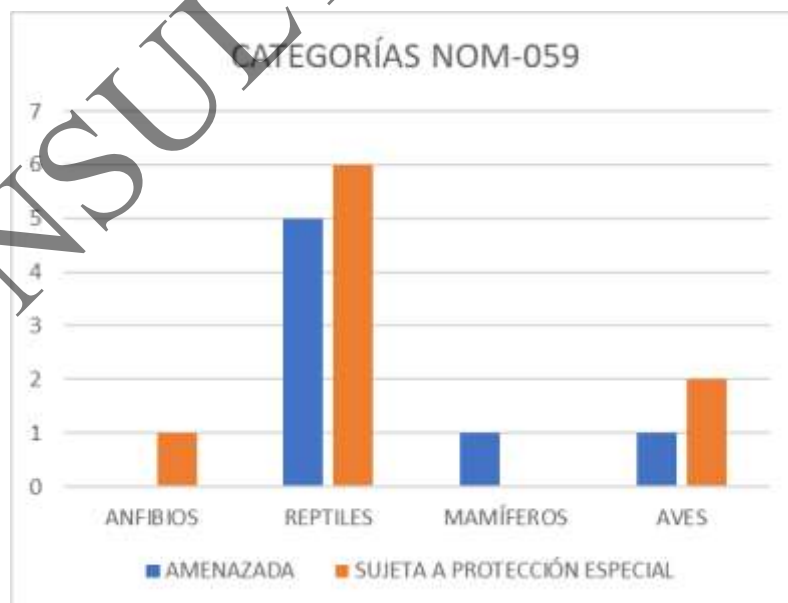


Figura 4.97 Especies por categoría de protección NOM-059-SEMARNAT-2010

IV.3.2.2.7. Valor de importancia de la especie en el Sistema Ambiental Regional.

Para este análisis se calificó a cada una de las especies para realizar este ejercicio de la manera más eficiente posible. Los parámetros que se evaluaron corresponden a categorías de protección para aquellas incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010: Sujeta a protección especial (Pr), Amenazada (A) y En peligro de extinción (P).

Otro parámetro utilizado fue su distribución, aquellas de distribución amplia (D AMPLIA) en el país (especies generalistas), de distribución pequeña (D PEQUEÑA) (aquellas especies que aun cuando se presentan poblaciones en varias provincias biogeográficas tienen parámetros muy específicos que restringen su distribución), y finalmente de distribución restringida (D RESTRINGIDA) (aquellas que necesitan condiciones muy específicas para su establecimiento, es decir que el ecosistema donde se encuentran es muy reducido por sus características propias).

Se integraron los tipos de vegetación como un parámetro, y se dividió de la siguiente manera: si se presenta en un tipo de vegetación (TVGE1); si se presenta en dos tipos de vegetación (TVGE2); o si se presentan en tres o más tipos de vegetación (TVGE+3). Cabe aclarar, que el uso de suelo correspondiente a caminos fue considerado un área desprovista de vegetación, ya que, si bien no es un hábitat urbano o destinado a la minería, no presenta condiciones favorables para la fauna silvestre.

Adicionalmente, se incluyeron tres parámetros: aquellas especies endémicas (E) con un valor de +4, si son especies endémicas a México; Acuático con un valor de +2 si sólo vive en cuerpos de agua, o bien subacuático, si presenta parte de su vida en el medio acuático a la cual se le asigno un valor de +1 (Tabla 4.74). La sumatoria de todos los valores adquiridos para cada una de las especies representa la importancia de las especies dentro del Sistema Ambiental.

Tabla 4.74 Parámetros evaluados y valor correspondiente

Pr	A	P	E	D RESTRINGIDA	D PEQUEÑA	D AMPLIA	TVEG 1	TVEG 2	TVEG +3	ACUATICO	SUBACUATICO
1	2	3	4	3	2	1	3	2	1	2	1

El valor más alto obtenido (VIES) se dividió en tres rangos, especies Muy Importantes (8-11); especies Medianamente Importantes (4-7) y especies de Importancia Baja (0-3). De acuerdo con lo anterior, se obtuvieron ocho especies en el rango Muy importantes, diez especies como Medianamente Importantes (Figura 4.98) y 93 especies con una Importancia Baja.

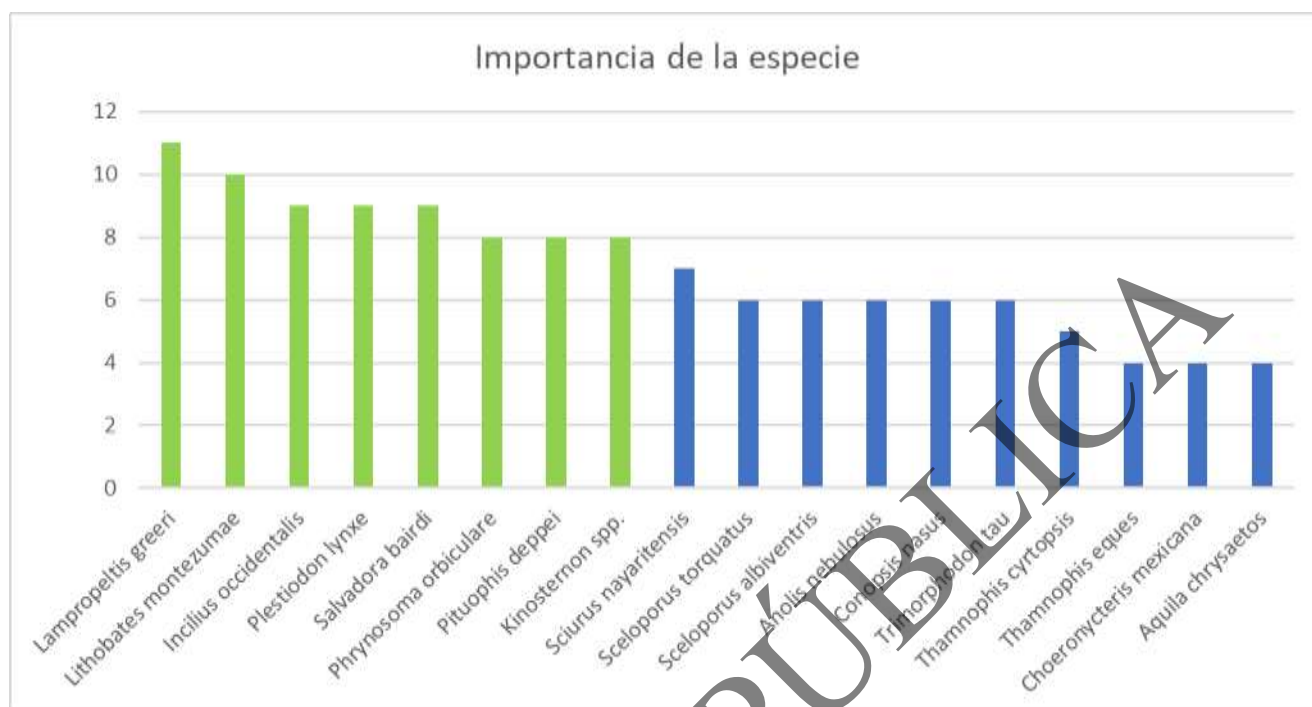


Figura 4.98. Especies Muy Importantes (color verde) y Medianamente Importantes (color azul) de acuerdo con el VIES

IV.3.2.2.2.8. Análisis de los resultados del muestreo de fauna mediante el Índice de diversidad de Shannon-Wiener

Para en Análisis de diversidad no se incluyó el grupo de los peces, ya que no se presentaron cuerpos de agua tanto en el Área de Influencia como en el Sistema Ambiental Regional. Los datos obtenidos (grabaciones) en el monitoreo acústico de murciélagos sólo se utilizaron para la riqueza de especies pues las grabaciones no representan individuos y debido a que un sólo murciélago puede efectuar varios archivos de ecolocalización y puede sobreestimar o sobrevalorar el valor de este índice.

Una vez estandarizada la base de datos de las parcelas se procedió al análisis de los resultados del muestreo de fauna para cada una de las áreas de análisis (SA, AI y AP), mediante el Índice de diversidad de Shannon-Wiener, realizando los cálculos correspondientes para cada grupo taxonómico con la finalidad de evitar sesgos en el análisis de datos. A continuación, se presenta la fórmula que expresa el Índice de diversidad de Shannon-Wiener:

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

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)

n_i = número de individuos de la especie i

N = número de todos los individuos de todas las especies

El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de “S” especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. Es decir, al tomar al azar un individuo, en el primer caso se tendrá un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie.

Para la interpretación del índice de diversidad de Shannon-Wiener, los valores resultantes del índice de Shannon-Wiener inferior a 1.5 se consideran como “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 la siguiente tabla se presenta el desglose de los resultados de diversidad obtenidos a partir de los datos levantados durante el muestreo faunístico en el SA. En esta tabla se presentan las especies registradas por cada grupo zoológico el número de individuos por especie, su abundancia relativa y el índice de diversidad obtenido por grupo zoológico.

Tabla 4.75 Estimación de parámetros de Shannon-Wiener para los distintos grupos zoológicos en el Sistema Ambiental

Sistema Ambiental				
Anfibios				
Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
<i>Lithobates montezumae</i>	5	0.8333	0.1823	0.1519
<i>Incilius occidentalis</i>	1	0.1667	1.7918	0.2986
Total	6	H=		0.4506
Reptiles				
Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	3	0.0294	3.5264	0.1037
<i>Sceloporus grammicus</i>	14	0.1373	1.9859	0.2726
<i>Sceloporus jarrovi</i>	6	0.0588	2.8332	0.1667
<i>Sceloporus torquatus</i>	2	0.0196	3.9318	0.0771
<i>Sceloporus albiventris</i>	7	0.0686	2.6791	0.1839
<i>Plestiodon lynxe</i>	1	0.0098	4.6250	0.0453
<i>Anolis nebulosus</i>	2	0.0196	3.9318	0.0771
<i>Aspidoscelis sp.</i>	1	0.0098	4.6250	0.0453
<i>Diadophis punctatus</i>	1	0.0098	4.6250	0.0453
<i>Conopsis nasus</i>	27	0.2647	1.3291	0.3518
<i>Lampropeltis greeri</i>	1	0.0098	4.6250	0.0453
<i>Pituophis deppei</i>	3	0.0294	3.5264	0.1037

Sistema Ambiental				
Salvadora bairdi	2	0.0196	3.9318	0.0771
Thamnophis cyrtopsis	1	0.0098	4.6250	0.0453
Thamnophis eques	1	0.0098	4.6250	0.0453
Trimorphodon tau	6	0.0588	2.8332	0.1667
Crotalus lepidus	18	0.1765	1.7346	0.3061
Crotalus molossus	4	0.0392	3.2387	0.1270
Kinosternon sp.	2	0.0196	3.9318	0.0771
Total	102	H=		2.3626
Mamíferos				
Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
Didelphis virginiana	4	0.0144	4.2377	0.0612
Canis latrans	20	0.0722	2.6283	0.1898
Urocyon cinereoargenteus	64	0.2310	1.4651	0.3385
Puma concolor	6	0.0217	3.8323	0.0830
Lynx rufus	13	0.0469	3.0591	0.1436
Conepatus leuconotus	2	0.0072	4.9309	0.0356
Mephitis macroura	1	0.0036	5.6240	0.0203
Procyon lotor	5	0.0181	4.0146	0.0725
Bassariscus astutus	3	0.0108	4.5254	0.0490
Odocoileus virginianus	40	0.1444	1.9351	0.2794
Dicotyles tajacu	19	0.0686	2.6796	0.1838
Sylvilagus audubonii	32	0.1155	2.1583	0.2493
Sylvilagus holzneri	20	0.0722	2.6283	0.1898
Lepus californicus	3	0.0108	4.5254	0.0490
Sciurus nayaritensis	3	0.0108	4.5254	0.0490
Neotoma leucodon	6	0.0217	3.8323	0.0830
Choeronycteris mexicana	2	0.0072	4.9309	0.0356
Tadarida brasiliensis	16	0.0578	2.8514	0.1647
Nyctinomops macrotis	4	0.0144	4.2377	0.0612
Myotis californicus	1	0.0036	5.6240	0.0203
Myotis occultus	8	0.0289	3.5446	0.1024
Myotis yumanensis	2	0.0072	4.9309	0.0356
Myotis velifer	1	0.0036	5.6240	0.0203
Corynorhinus townsendii	1	0.0036	5.6240	0.0203
Idionycteris phyllotis	1	0.0036	5.6240	0.0203
Total	277	H=		2.5575
Cámaras trampa				
Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
Didelphis virginiana	20	0.0506	2.9832	0.15105
Canis latrans	65	0.1646	1.8045	0.29694
Urocyon cinereoargenteus	51	0.1291	2.0471	0.26430

Sistema Ambiental				
<i>Puma concolor</i>	2	0.0051	5.2857	0.02676
<i>Lynx rufus</i>	4	0.0101	4.5926	0.04651
<i>Conepatus leuconotus</i>	6	0.0152	4.1871	0.06360
<i>Mephitis macroura</i>	12	0.0304	3.4940	0.10615
<i>Spilogale gracilis</i>	16	0.0405	3.2063	0.12988
<i>Nasua narica</i>	40	0.1013	2.2900	0.23190
<i>Bassariscus astutus</i>	19	0.0481	3.0344	0.14596
<i>Odocoileus virginianus</i>	50	0.1266	2.0669	0.26163
<i>Dicotyles tajacu</i>	75	0.1899	1.6614	0.31546
<i>Sylvilagus audubonii</i>	7	0.0177	4.0330	0.07147
<i>Sylvilagus holzneri</i>	12	0.0304	3.4940	0.10615
<i>Lepus californicus</i>	1	0.0025	5.9789	0.01514
<i>Sciurus nayaritensis</i>	15	0.0380	3.2708	0.12421
Total	395	H=		2.3571
Aves				
Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
<i>Bucephala albeola</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Meleagris gallopavo</i>	11	0.0226	3.7904	0.0856
<i>Callipepla squamata</i>	16	0.0329	3.4157	0.1122
<i>Cyrtonyx montezumae</i>	2	0.0041	5.4951	0.0226
<i>Columbina inca</i>	3	0.0062	5.0897	0.0314
<i>Zenaida asiatica</i>	7	0.0144	4.2424	0.0610
<i>Zenaida macroura</i>	12	0.0246	3.7034	0.0913
<i>Patagioenas fasciata</i>	2	0.0041	5.4951	0.0226
<i>Geococcyx californianus</i>	2	0.0041	5.4951	0.0226
<i>Cynanthus latirostris</i>	3	0.0062	5.0897	0.0314
<i>Ardea herodias</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Coragyps atratus</i>	5	0.0103	4.5788	0.0470
<i>Cathartes aura</i>	14	0.0287	3.5492	0.1020
<i>Buteo jamaicensis</i>	4	0.0082	4.8020	0.0394
<i>Aquila chrysaetos</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Megascops trichopsis</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Melanerpes formicivorus</i>	10	0.0205	3.8857	0.0798
<i>Colaptes auratus</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Sphyrapicus varius</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Dryobates scalaris</i>	4	0.0082	4.8020	0.0394
<i>Falco peregrinus</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Falco sparverius</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Empidonax occidentalis</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Empidonax fulvifrons</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Sayornis saya</i>	5	0.0103	4.5788	0.0470

Sistema Ambiental				
<i>Tyrannus vociferans</i>	4	0.0082	4.8020	0.0394
<i>Lanius ludovicianus</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Aphelocoma wollweberi</i>	73	0.1499	1.8978	0.2845
<i>Corvus cryptoleucus</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Corvus corax</i>	58	0.1191	2.1278	0.2534
<i>Baeolophus wollweberi</i>	6	0.0123	4.3965	0.0542
<i>Poecile sclateri</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Psaltiriparus minimus</i>	39	0.0801	2.5247	0.2022
<i>Salpinctes obsoletus</i>	3	0.0062	5.0897	0.0314
<i>Troglodytes aedon</i>	2	0.0041	5.4951	0.0226
<i>Thryomanes bewickii</i>	3	0.0062	5.0897	0.0314
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	3	0.0062	5.0897	0.0314
<i>Catherpes mexicanus</i>	2	0.0041	5.4951	0.0226
<i>Corthylio calendula</i>	5	0.0103	4.5788	0.0470
<i>Sialia sialis</i>	12	0.0246	3.7034	0.0913
<i>Turdus migratorius</i>	6	0.0123	4.3965	0.0542
<i>Toxostoma curvirostre</i>	3	0.0062	5.0897	0.0314
<i>Phainopepla nitens</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Spinus psaltria</i>	2	0.0041	5.4951	0.0226
<i>Haemorhous mexicanus</i>	17	0.0349	3.3551	0.1171
<i>Leiothlypis ruficapilla</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Leiothlypis celata</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Setophaga coronata auduboni</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Myioborus pictus</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Melospiza fusca</i>	5	0.0103	4.5788	0.0470
<i>Pipilo maculatus</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Melospiza lincolni</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Spizella passerina</i>	21	0.0431	3.1437	0.1356
<i>Spizella atrogularis</i>	3	0.0062	5.0897	0.0314
<i>Spizella pallida</i>	41	0.0842	2.4747	0.2083
<i>Passerculus sandwichensis</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Poecetes gramineus</i>	1	0.0021	6.1883	0.0127
<i>Chondestes grammacus</i>	47	0.0965	2.3381	0.2256
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	2	0.0041	5.4951	0.0226
<i>Piranga flava</i>	2	0.0041	5.4951	0.0226
<i>Icterus parisorum</i>	4	0.0082	4.8020	0.0394
<i>Passer domesticus</i>	2	0.0041	5.4951	0.0226
Total	487	H=		3.2062

En la siguiente Tabla se presenta el desglose de los resultados de diversidad obtenidos a partir de los datos levantados durante el muestreo faunístico para el Área de Influencia. En esta tabla se exponen las especies registradas por cada grupo zoológico, el número de individuos registrados, su abundancia relativa, y finalmente el índice de diversidad obtenido por grupo zoológico. Para esta área se registraron únicamente los grupos de mamíferos y aves.

Tabla 4.76 Estimación de parámetros de Shannon-Wiener para los distintos grupos zoológicos en el Área de Influencia

Área de Influencia				
Mamíferos				
Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	5	0.4167	0.8755	0.3648
<i>Dicotyles tajacu</i>	3	0.2500	1.3863	0.3466
<i>Odocoileus virginianus</i>	1	0.0833	2.4849	0.2071
<i>Canis latrans</i>	1	0.0833	2.4849	0.2071
<i>Sylvilagus audubonii</i>	2	0.1667	1.7918	0.2986
Total	12	H=		1.4241
Aves				
Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
<i>Melospiza lincolni</i>	1	0.0385	3.2581	0.1253
<i>Haemorhous mexicanus</i>	2	0.0769	2.5649	0.1973
<i>Zenaida asiatica</i>	4	0.1538	1.8718	0.2880
<i>Aphelocoma wollweberi</i>	3	0.1154	2.1595	0.2492
<i>Tyrannus vociferans</i>	1	0.0385	3.2581	0.1253
<i>Melanerpes formicivorus</i>	3	0.1154	2.1595	0.2492
<i>Spizella passerina</i>	11	0.4231	0.8602	0.3639
<i>Piranga flava</i>	1	0.0385	3.2581	0.1253
Total	26	H=		1.7235

Para el Área de proyecto, no se obtuvieron registros de ningún grupo zoológico durante los muestreos en campo, por lo tanto, no fue posible realizar los índices de diversidad adecuados, es decir que la diversidad para el Área de Proyecto de acuerdo con el Índice de Shannon-Wiener se interpreta como una "Diversidad Baja". Esto se puede deber a varios factores, principalmente a la actividad antrópica en la huella del proyecto, afectando directamente a la fauna silvestre. Otro factor corresponde a la superficie de cada una de las áreas, siendo el Sistema Ambiental el área con mayor diversidad biológica, misma que a su vez cuenta con una mayor diversidad de hábitats disponibles, cuerpos de agua y rangos altitudinales.

IV.3.2.2.3. Importancia de los hábitats para la fauna silvestre

El entorno natural del Sistema Ambiental ha sido modificado por la actividad del hombre a través de la historia, principalmente por actividades de subsistencia, como lo son la agricultura y la ganadería. Actualmente, donde se encuentra el polígono del proyecto y sus alrededores, se ha generado un cambio de

la vegetación clímax por múltiples actividades mineras previas, en mayor medida asociadas a la construcción de caminos.

La fragmentación del hábitat constituye una de las formas más comunes de degradación del hábitat forestal y aunada a la disminución de la superficie forestal, la fragmentación provoca un aislamiento progresivo entre las especies silvestres. A menudo los fragmentos de vegetación quedan aislados entre sí por un paisaje muy modificado o degradado. La fragmentación implica generalmente una reducción severa del hábitat, pero esto también puede generarse destruyendo una pequeña fracción del hábitat original si éste se divide por caminos, líneas ferroviarias, canales, líneas de energía, cercas, líneas de petróleo, líneas cortafuegos u otras barreras al movimiento libre de especies.

Los fragmentos difieren del hábitat original en dos importantes aspectos: (1) los fragmentos tienen una mayor cantidad de borde que área de hábitat y (2) el centro de cada fragmento está cercano a un borde. Además de una reducción del área de hábitat original, una mayor proporción de borde y menor distancia al borde más cercano, la fragmentación del hábitat amenaza la persistencia de las especies en otras formas menos evidentes.

Primero, la fragmentación del hábitat crea barreras para los procesos de dispersión y colonización de las poblaciones. Cuando un hábitat se fragmenta, muchas especies de anfibios, reptiles, mamíferos, aves e insectos del interior del bosque no cruzarán distancias, aunque cortas, en áreas abiertas (debido al peligro que correrían de depredación, de atropellamiento, o a la mera incapacidad física de cruzar estas áreas). Cuando la movilidad de los mamíferos y aves se reduce por la fragmentación del hábitat, también se afecta la dispersión de las especies de plantas con frutos carnosos consumidos por vertebrados o semillas que se adhieren a ellos.

Segundo, la fragmentación del hábitat reduce la capacidad de los animales para buscar alimento. Muchas especies animales requieren moverse a través del paisaje para alimentarse; un recurso dado puede necesitarse sólo durante unas pocas semanas al año, incluso solo una vez en varios años y cuando el hábitat se fragmenta, las especies confinadas en un único fragmento son incapaces de migrar en búsqueda de esos recursos escasos en su ámbito normal de hábitat.

Tercero, la fragmentación del hábitat puede acelerar la destrucción de la población y provocar su extinción al dividir una población extensa en dos o más subpoblaciones dentro de un área restringida. Estas poblaciones más pequeñas quedan más vulnerables a la depresión endogámica, deriva genética y otros problemas ecológicos.

Es así, que el deterioro del ecosistema en el Sistema Ambiental se presenta de manera heterogénea, por lo que se decidió crear un análisis que permitiera visualizar cuáles son aquellas áreas que aún son prioritarias o con mayor calidad para la fauna silvestre. Posteriormente, se utilizará esta información para la elaboración del Diagnostico Ambiental, la valoración de impactos ambientales y finalmente, para la generación de propuestas de medidas de mitigación y compensación que tengan alcances reales.

Para este análisis se utilizó el VIES previamente realizado en el **Capítulo IV.3.2.2.2.7**. La sumatoria de todos los valores adquiridos para cada una de las especies representa la importancia de las especies dentro del Sistema Ambiental. El VIES se utiliza a su vez para evaluar finalmente la importancia de cada uno de los hábitats identificados, sumando los valores del VIES de cada una de las especies por cada

categoría. Para las áreas que se encuentran desprovistas de vegetación, así como las áreas ocupadas por infraestructura, caminos, asentamientos humanos, etc., se les asignó el valor “0”, ya que no representan hábitat alguno para la fauna silvestre. La asignación de un valor “0” es necesaria para la representación gráfica y su utilidad en el Diagnóstico Ambiental.

Para el caso de fauna silvestre, los hábitats utilizados corresponden en gran medida a la clasificación de la vegetación que se menciona anteriormente en este capítulo. Por otro lado, se incluye aquí un hábitat adicional llamado Arroyo que, si bien en la clasificación de la vegetación no se integra, por sus condiciones de la presencia de agua permanente, composición florística y fisonomía representa un hábitat específico para la fauna silvestre, los bosques de pino-encino y encino pino se juntaron en un solo tipo de vegetación dejándolo como bosque bajo, el bosque de encino-pino en la parte Norte del SA fue catalogado como bosque montano, a su vez, la vegetación dominante de táscate se considera como vegetación propia siendo denominada como bosque de táscate, mientras que las vegetaciones secundarias arbustivas se agruparon en un solo de tipo de vegetación (Figura 4.99).

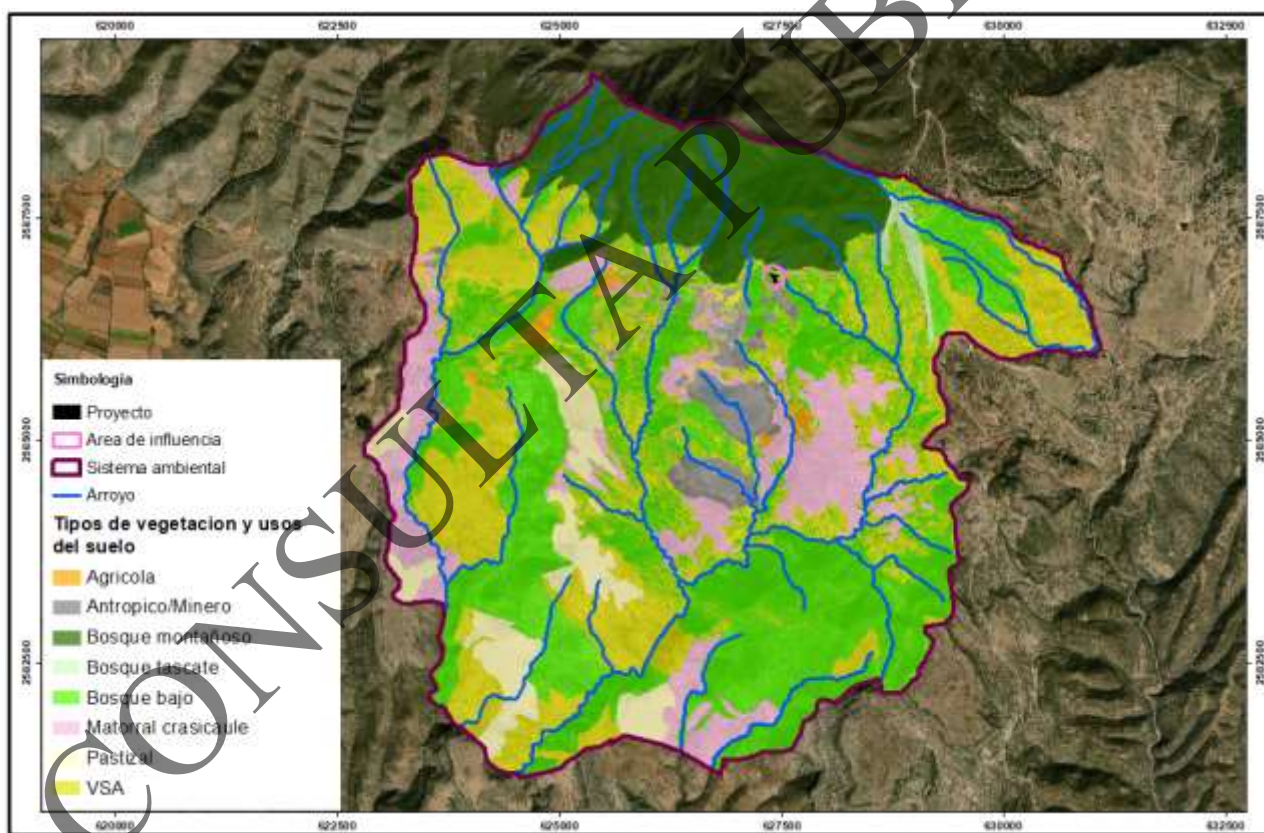


Figura 4.99 Hábitats identificados para la fauna silvestre

Los valores resultantes de cada unidad evaluada de acuerdo con el tipo de vegetación o uso de suelo se clasificaron de manera percentil como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4. 77 Valores de Importancia del hábitat para la fauna silvestre

Rangos de valoración del hábitat
Nulo (0)
Muy bajo (1-80)
Bajo (81-150)
Medio (151-200)
Alto (201-254)

En orden de importancia el Bosque Bajo, Bosque de Táscate y Bosque Montano fueron los hábitats con una calificación “Alta”, con valores numéricos de 253, 235, y 233 respectivamente. El hábitat que presentó una importancia “Media” fue el Arroyo con valor de 167. Los hábitats Matorral Crasicaule y Vegetación secundaria presentaron una importancia “Baja” con valores de 136 y 90 respectivamente El Pastizal fue el único tipo de vegetación que presentó una importancia “Muy bajo” con valor numérico de 74. (Figura 4.100, Figura 4.101). En el **Anexo 4.25** se presenta la metodología y resultados para el VIES.



Figura 4.100 Importancia de los hábitats evaluados para la fauna silvestre. El verde indica los hábitats de importancia “Alta”, el naranja de importancia “Media”

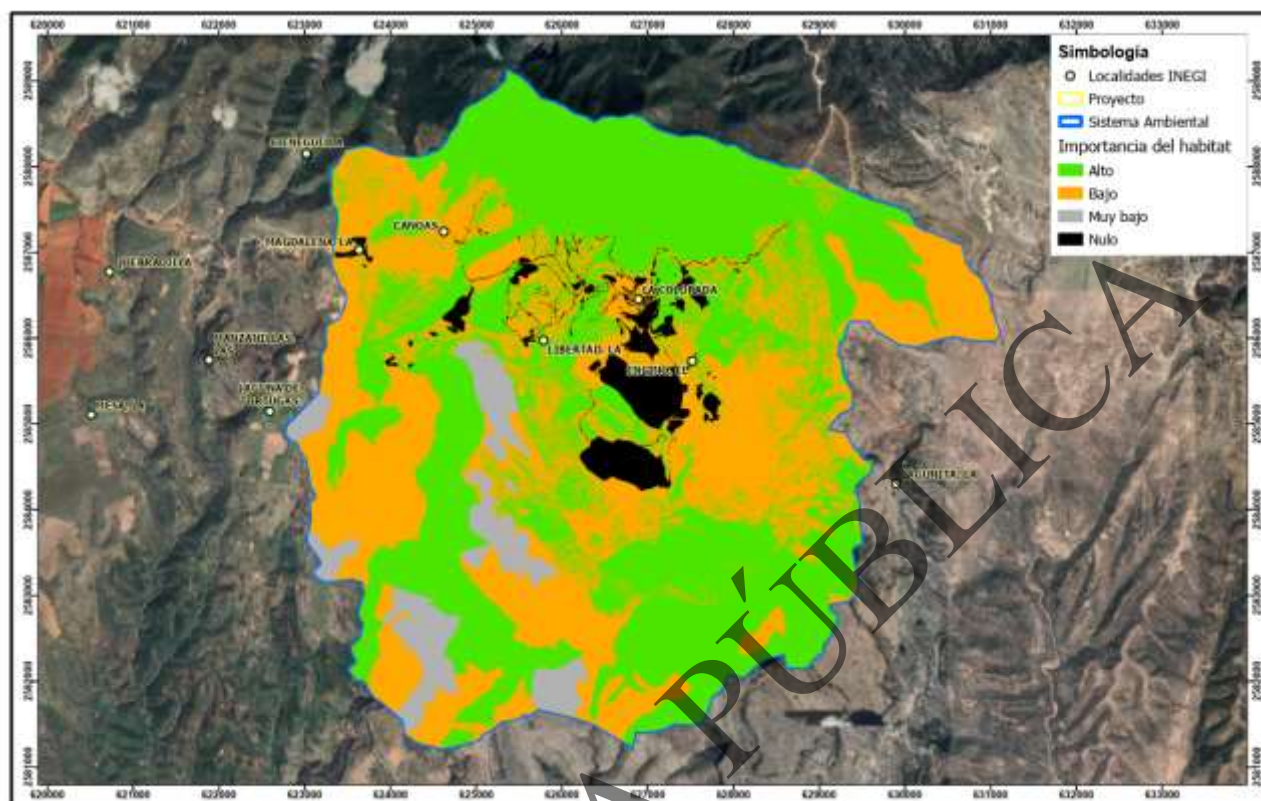


Figura 4.101 Importancia de los hábitats evaluados para la fauna silvestre

IV.3.2.2.4. Discusión

Se registró una gran diversidad de vertebrados terrestres (111 spp), alrededor del 18.22% de la fauna registrada para el estado de Zacatecas, mostrando una composición de similar en cuanto a la proporción de especies por grupo.

Respecto a la diversidad por área de análisis, se muestra una mayor riqueza de especies en el Sistema Ambiental (SA) para el grupo de las aves y de los mamíferos, mientras que en el Área de Influencia los únicos grupos representados fueron estos mismos, con una riqueza menor de especies. (Figura 4.102). Esto se debe en gran medida a la superficie de cada una de las áreas, misma que a su vez cuenta con una mayor diversidad de hábitats disponibles, cuerpos de agua y rangos altitudinales. Para los mamíferos la mayor riqueza de especies se encuentra en el Sistema Ambiental (SA) y esto puede ser explicado por la mayor cantidad de cámaras trampa utilizadas en esta área. Por su parte, los reptiles y anfibios se encuentran representados únicamente en el Sistema Ambiental.

Para el caso específico del área de proyecto, aunado a la pequeña superficie que representa con respecto al Sistema Ambiental (SA) y el área de Influencia (AI), el movimiento actual de personas y actividades que se realizan en los alrededores del Área del Proyecto (AP) ha condicionado a que la fauna se aleje y permanezca dispersa durante el día, siendo este cuando se realizaron los muestreos.

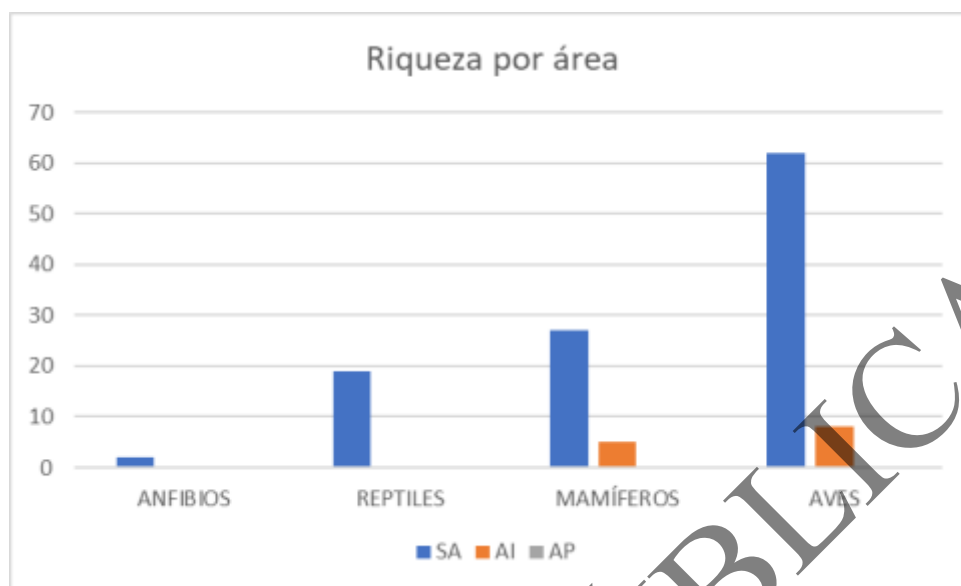


Figura 4.102. Riqueza de especies por área de análisis

Se registró un número importante de especies (16 spp) que se encuentran con alguna categoría de riesgo enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, éstas representan un 15% de la riqueza total de especies, con representantes de todos los grupos (Figura 4.103). Esto se debe en gran parte a que en el Sistema Ambiental viven especies de hábitat muy restringido en el país, o bien que muchas de ellas son aprovechadas para distintos usos en todo el territorio mexicano y necesitan ser protegidas de alguna manera por la normatividad ambiental.

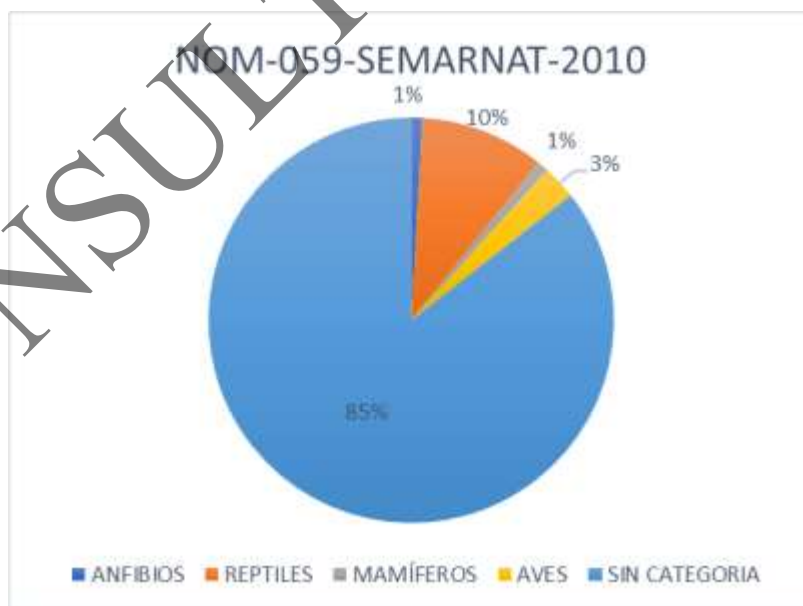


Figura 4.103 Porcentaje de la fauna silvestre incluidas en la NOM-050-SEMARNAT-2010

El 14% de las especies son endémicas estrictas de México mientras que un 6% corresponde a los endemismos de aves (Figura 4.104). Esto representa un número importante de especies en relación con el total de especies registradas, tomando mayor relevancia cuando se analiza la composición de especies,

siendo *Lampropeltis greeri* una especie que cuenta una distribución restringida en el país, esta se encuentra muy limitada en pocos estados siendo Zacatecas uno de ellos.

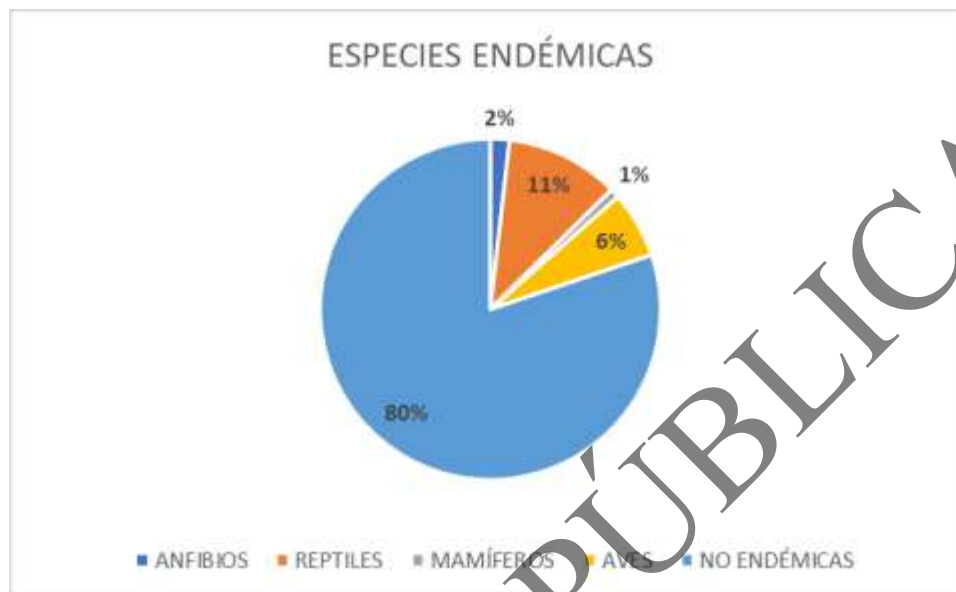


Figura 4.104 Porcentaje de especies endémicas por grupo zoológico

El 7% (8 especies) del total de las especies reportadas en este estudio son consideradas como muy importantes para su conservación (Figura 4. 105), y se encuentran su relación con varios factores, como su rareza, sus estatus de protección dentro y fuera del país, sus hábitos tan específicos; y a que son endémicas a México, algunas de ellas como se mencionó anteriormente de distribución y hábitats muy restringidos como *Lampropeltis greeri*, que es la especie más importante. El 9% (10 especies) corresponde a las medianamente importantes mientras que el 84% (93 especies) son consideradas como de importancia baja.

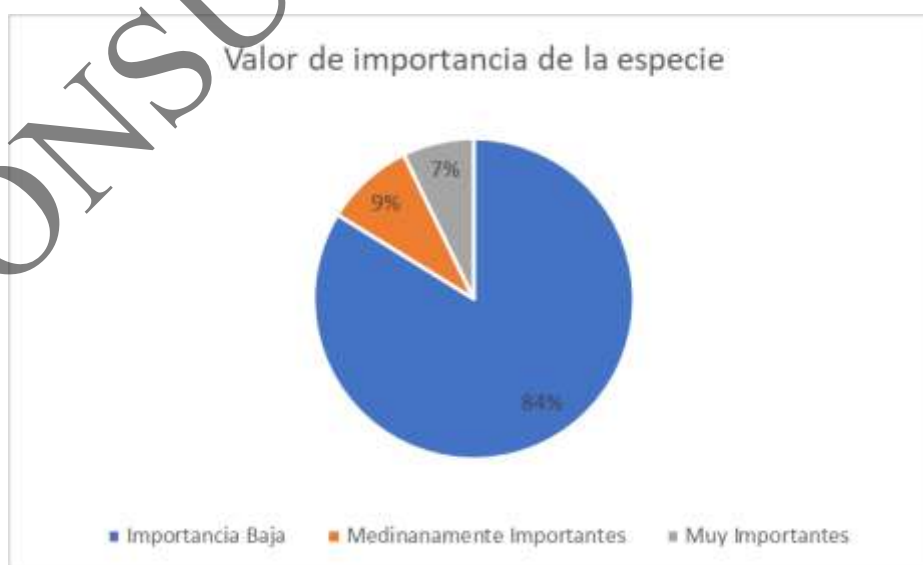


Figura 4. 105 Porcentaje de especies con respecto al Valor de Importancia de la Especie

En lo que respecta a los índices de diversidad obtenidos, únicamente el grupo de las aves presentó una Diversidad alta en el Sistema Ambiental, los mamíferos y reptiles presentaron una Diversidad media mientras que los anfibios presentaron una Diversidad baja. Respecto al Área de influencia, las aves presentaron el valor más alto con una Diversidad media, mientras que los mamíferos presentaron una diversidad baja, no se registraron reptiles y anfibios en el Área de Influencia. Para el Área de Proyecto, no hubo ningún registro de algún grupo zoológico (Tabla 4.78).

Tabla 4.78 Resumen Índice de diversidad de Shannon-Wiener

Grupo zoológico	No. especies			No. Individuos			Índice de Shannon-Wiener			Interpretación del Índice		
	SA	AI	AP	SA	AI	AP	SA	AI	AP	SA	AI	AP
Anfibios	2			6			0.4506			Diversidad baja		
Reptiles	19			102			2.3626			Diversidad media		
Mamíferos	25	5		277	12		2.5575	1.4241		Diversidad media	Diversidad baja	
Cámaras trampa	16			395			2.3571			Diversidad media		
Aves	62	8		487	26		3.2062	1.7235		Diversidad alta	Diversidad media	

La obtención de valores más altos para el Sistema Ambiental y Área de Influencia, al igual que la riqueza puede deberse a varios factores o la combinación de todos ellos, principalmente es la mayor superficie en estas áreas de análisis con respecto al Área de Proyecto, es así como presentara la mayor diversidad de hábitats disponibles para la fauna silvestre, así como un mayor rango altitudinal presente. Otro factor que puede influir son los esfuerzos de muestreo (cantidad de parcelas) que son necesarios para cubrir estas Áreas.

Aun cuando existe una fuerte alteración de la vegetación por las actividades antropogénicas en el SA, la importancia del hábitat para la fauna silvestre es alta en su mayoría. Esta importancia se encuentra relacionada a múltiples factores, de entre los más importantes es la riqueza de especies que estos albergan, así como el número de especies de importancia alta (Figura 4.106).

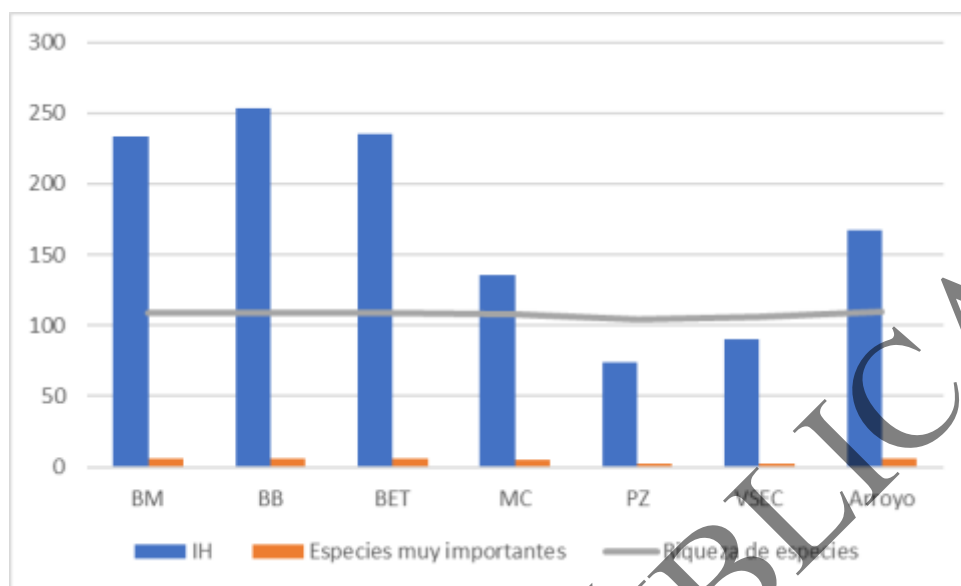


Figura 4.106 Importancia del hábitat para la fauna silvestre y su relación con la riqueza de especies y las especies Muy importantes (VIES)

IV.3.2.2.5. Conclusiones

Se registró un total de 111 especies de vertebrados; 62 aves, 28 mamíferos, 19 reptiles, y 2 anfibios.

16 especies se encuentran en listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010; 7 (spp) en la categoría de Amenazada y 9 (spp) en la categoría Sujeta a protección especial.

El Sistema Ambiental y Área de Influencia presentaron los mayores valores del índice de diversidad de Shannon para los grupos analizados.

En orden de importancia el Bosque Bajo, Bosque de Táscate y Bosque Montano, fueron los hábitats con una calificación “Alta”. El Arroyo presentó una calificación “Media”. El Matorral Crasicaule y la Vegetación Secundaria obtuvieron una calificación “Baja”, mientras que el Pastizal presentó una calificación “Muy baja”.

IV.3.3. Paisaje

La descripción del paisaje contempla la interpretación del entorno, mediante el proceso de percepción, el cual funciona por medio de la selección de información y reconocimiento visual de las zonas de interés. La percepción del ambiente no solo interesa por ser el origen de los fenómenos culturales o en la interpretación del entorno, sino que, además es necesaria para comprender y gestionar mejor los recursos naturales y el patrimonio que éstos representan.

El proceso de percepción funciona mediante la selección de información, reconocimiento e interpretación visual de un área en específico. A pesar de las diferencias de percepción individuales, hay patrones comunes a identificar y valorar en los paisajes, esto ayuda a clasificar y ubicar cartográficamente las unidades de paisaje. Esto se hace por medio de la evaluación cualitativa y cuantitativa de los componentes naturales, antrópicos y las interrelaciones entre ellos.

La percepción que se puede tener en gran escala sobre el entorno inmediato es la absorción de los paisajes naturales por paisajes humanizados. Al estar estas áreas dominadas por actividades y modificaciones antrópicas como: agricultura, ganadería, industria y/o poblaciones; genera en gran medida la disminución de la continuidad y calidad de los paisajes naturales.

IV.3.3.1. Metodología de evaluación

Unidades de paisaje

Para la delimitación de las unidades de paisaje (UP) se utilizó la información recopilada durante los recorridos realizados en el Área de Estudio, esto permitió generar una amplia percepción del medio ambiente del sitio. Posteriormente, en gabinete se procedió a segregar el paisaje general con base en Escribano, R y Martínez, J. E. (1989). De este modo, se definieron y delimitaron las UP como una serie de “espacios” cerrados con características propias. En su interior se podrán separar subespacios con base en topografía, vegetación y medio construido. Estos espacios pueden cubrir o no la totalidad del territorio bajo estudio, pero serán representativos y, por lo tanto, extrapolables. Las UP pueden ser regulares, irregulares o mixtas (Muñoz, Pedreros, 2004).

Las unidades de paisaje se establecen con base en los aspectos visuales o de carácter de los factores considerados como definitorios del paisaje. Para determinar una UP se puede seguir el siguiente procedimiento (Muñoz, Pedreros, 2004): (a) determinar el componente central, que es el más representativo en el área de estudio, por ejemplo, puede tomarse la vegetación o el relieve; (b) cartografiar el área de estudio y generar unidades homogéneas con base al elemento central escogido; (c) agregar los componentes restantes del paisaje a las unidades homogéneas ya generadas. Es así como se obtuvo un plano cartográfico con las unidades de paisaje, las cuales mantienen las mismas características de relieve, formaciones rocosas, presencia de agua, patrones de vegetación, asentamientos humanos, actividades agropecuarias, etc.

Al haber realizado la delimitación espacial de las unidades del paisaje en el Sistema Ambiental se procedió a la valoración de las características de los factores físicos y biológicos asignándoles un valor intrínseco, lo cual fue valorado mediante los métodos propuestos por USDA Forest Service (1974), Bureau of Land Management de Estados Unidos (1980) y Escribano et al. 1987. Esto permitió la valoración de los componentes que integran a las unidades del paisaje, para así conocer su estado de calidad y fragilidad visual.

Calidad visual del paisaje

Se entiende por calidad visual del paisaje al grado de excelencia que posee el sitio, el valor que adquieren sus características para no ser alterado o destruido, es decir, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve.

Se determinó la calidad visual de las unidades de paisaje según la adaptación de lo propuesto por Bureau of Land Management (1980, citado por Díaz, 2010:59) de Estados Unidos. La calidad paisajista se determina al considerar tres elementos de percepción, los cuales son: las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua y calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m; otros valores como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.; y la calidad del fondo escénico; es decir, el fondo visual de las Áreas de Estudio.

Incluye parámetros como geomorfología, intervisibilidad, altitud y formaciones vegetales. Esta metodología considera el análisis de las unidades de paisaje de acuerdo con una valoración de las características de sus componentes biofísicos, estéticos y antrópicos, en la Tabla 4.79 se presentan los elementos a ser valorados:

Tabla 4.79 Elementos para determinar la calidad visual del 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



Elemento valorado	Calidad visual paisajística		
	Alta	Media	Baja
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 dominancia visual.	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50%. Presencia de áreas con erosión con vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.
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 Raridad	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 presentan las tres clasificaciones de la calidad del paisaje según el puntaje obtenido con respecto al resultado de la valoración generalista de los componentes del paisaje (Tabla 4.3).

Tabla 4.80 Criterios de evaluación de la 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)

Fragilidad visual del paisaje

La fragilidad visual puede definirse como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él, es la expresión del grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas acciones. Un concepto similar es la vulnerabilidad visual que es la aptitud que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad visual. Según lo señalado a mayor fragilidad o vulnerabilidad visual corresponde una menor capacidad de absorción visual (Solari & Gazorla, 2009).

Para evaluar la fragilidad se propone un método inspirado en Escribano et al. (1991) y MOPT (1993), que considera tres variables: (a) factores biofísicos que ponderan la fragilidad visual del punto, se considera el suelo, cubierta vegetal, pendiente y orientación; (b) carácter histórico-cultural, que pondera la existencia, al interior de un paisaje, de valores singulares según escasez, valor tradicional e interés histórico; (c) accesibilidad dado por la distancia y acceso visual y desde carreteras y poblados. Los factores biofísicos determinan la fragilidad visual del punto, que, sumados a los factores histórico- culturales, constituyen la fragilidad visual intrínseca. Por último, al integrarse la accesibilidad tenemos la fragilidad visual adquirida. De este modo la valoración se hará según la fórmula:

$$VFVP = \sum f/n$$

Donde *VFVP* es el valor de la fragilidad visual del punto, *f* es el valor obtenido para cada factor biofísico y *n* es el número de factores considerados, es decir, se calcula el promedio para cada unidad de paisaje. Los valores de fragilidad fluctúan entre 1 y 3. A algunos paisajes, como cuerpos de agua, no se les podrá aplicar cada factor, para estos casos se adaptará la fórmula conforme el número de factores que se utilicen. En la Tabla 4.34 se presentan los factores analizados y valorados:

Tabla 4.81 Factores para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje

Factor	Característica	Valores de fragilidad	
		Nominal	Númérico
(D) Densidad de la vegetación	67-100% suelo cubierto de especies leñosas	Bajo	1
	34-67% suelo cubierto de especies leñosas	Medio	2
	0-34% suelo cubierto de especies leñosas	Alto	3



Factor	Característica	Valores de fragilidad	
		Nominal	Número
(E) Diversidad de estratos de la vegetación	>3 estratos vegetacionales	Bajo	1
	<3 estratos vegetacionales	Medio	2
	1 estrato vegetacional dominante	Alto	3
(A) Altura de la vegetación	>3 m de altura promedio	Bajo	1
	>1 m <3 m de altura promedio	Medio	2
	<1 m de altura promedio	Alto	3
(ES) Estacionalidad de la vegetación	Vegetación dominante perennifolia	Bajo	1
	Vegetación mixta	Medio	2
	Vegetación dominante caducifolia	Alto	3
(CV) Contraste cromático vegetación/vegetación	Manchas policromáticas sin pauta nítida	Bajo	1
	Manchas policromáticas con pauta nítida	Medio	2
	Manchas monocromáticas	Alto	3
(CS) Contraste cromático vegetación/suelo	Contraste visual bajo	Bajo	1
	Contraste visual medio	Medio	2
	Contraste visual alta	Alto	3
(P) Pendiente	0-25 %	Bajo	1
	25-55 %	Medio	2
	>55%	Alto	3
(O) Orientación del paisaje	Exposición sur/este	Bajo	1
	Exposición sureste/noroeste	Medio	2
	Exposición norte/oeste	Alto	3
(H) Valor histórico y cultural	Baja unicidad, singularidad y/o valor	Bajo	1
	Media unicidad, singularidad y/o valor	Medio	2
	Alta unicidad, singularidad y/o valor	Alto	3

Cuenca visual

La cuenca visual es el elemento clave para el estudio de las condiciones visuales de un territorio tanto a efectos de su clasificación por calidad o fragilidad, como para estudios de impactos en la cuenca visual. La cuenca visual es el área perceptible desde una porción determinada o un conjunto de puntos que construyen un área de interés concordante con los objetos de estudio.

La cuenca visual que tendrá el Proyecto con relación en la superficie del Sistema Ambiental se modeló con la herramienta *Viewshed (Cuenca visual)* del Software ArcGis de Esri. Esta herramienta crea un ráster (Modelo de visibilidad) y registra la cantidad de veces que un área puede verse desde las ubicaciones de las entidades del observador de puntos o polilíneas de entrada.

Para la determinación de la cuenca visual se consideran las siguientes entradas:

- Un ráster de elevación de superficie (Modelo Digital de Elevación).
- Una clase de entidad de línea o punto que represente la ubicación del individuo (Obra o Proyecto).

IV.3.3.2. Unidades del Paisaje

Las Unidades de Paisaje (UP) son divisiones espaciales que cubren el territorio a estudiar. Una UP debería de ser lo más homogénea posible en relación con su valor de paisaje (calidad visual) y valor de fragilidad. La unidad es una agregación ordenada y coherente de las partes elementales (Escribano et al. 1991).

Con base en los criterios anteriores, se determinaron las siguientes unidades de paisaje localizadas dentro de la delimitación del SA (Figura 4. 107):

- Unidad de paisaje 1: Zonas con alta actividad antrópica, baja o nula cobertura vegetal y pendientes bajas y moderadas
- Unidad de paisaje 2: Zonas con alta cobertura vegetal y altas pendientes
- Unidad de paisaje 3: Zonas con baja cobertura vegetal y bajas pendientes
- Unidad de paisaje 4: Zonas con media cobertura vegetal y altas pendientes
- Unidad de paisaje 5: Zonas con media cobertura vegetal y pendientes bajas y medias

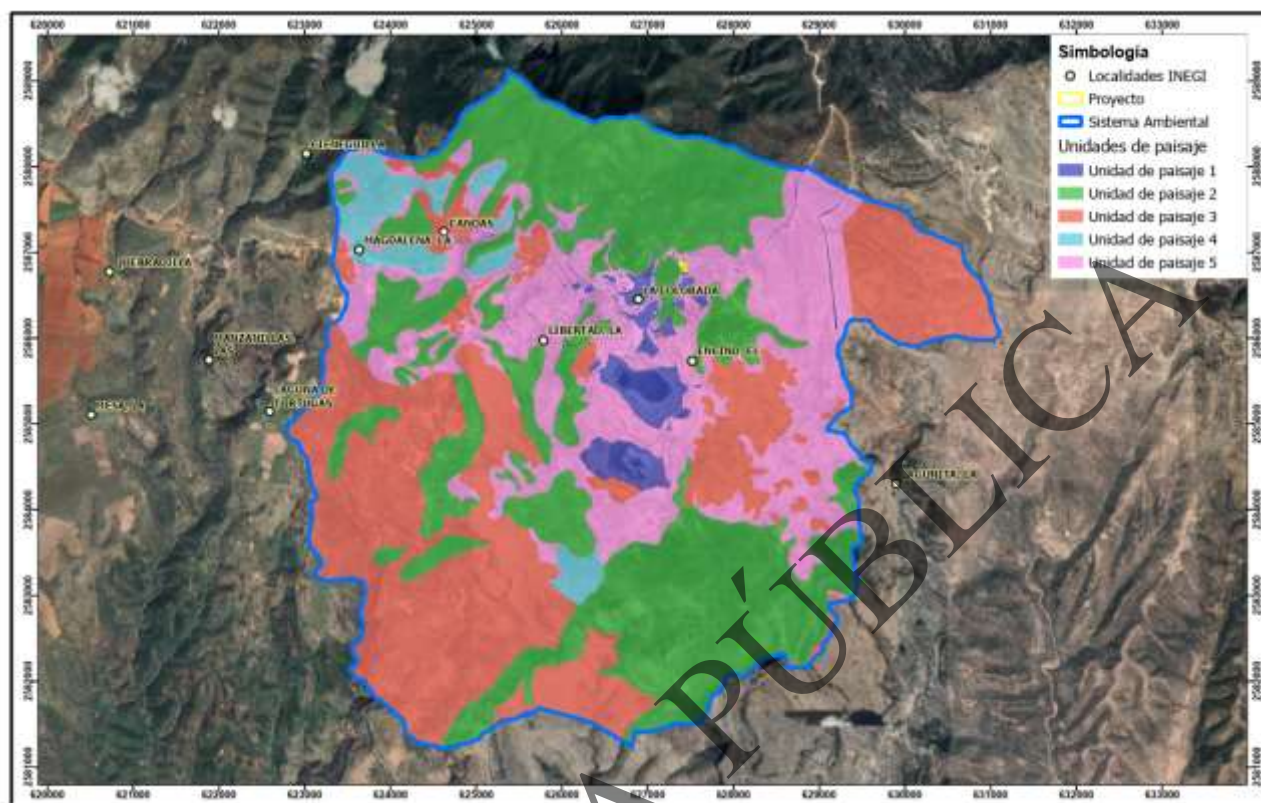


Figura 4. 107 Unidades de paisaje en el SA

IV.3.3.3. Calidad Visual

De acuerdo con la valoración de calidad visual hecha para cada Unidad de paisaje delimitada para el Sistema Ambiental, la Unidad de paisaje 1 y la Unidad de paisaje 3 se clasificaron con una calidad visual baja, debido a que la superficie presenta muy poca variedad en forma, color, línea y textura. El principal elemento analizado que reduce o anula la calidad visual del paisaje es la alta modificación antrópica del medio (camino y actividad minera), seguido por las pendientes $<15\%$ y la baja cobertura vegetal. El paisaje valorado en estas unidades se considera común, sin elementos únicos, singulares o de valor estético, creando sitios homogéneos y continuos con poca variación cromática y contrastante. Las unidades con calidad visual baja comprenden el 18% de la superficie total del SA.

Las Unidades de paisaje 4 y 5 fueron clasificadas con calidad visual media, ya que poseen calidad moderada en la variedad de forma, color y línea. Se encuentran zonas con cobertura vegetal media con baja estratificación, pendientes $>15\%$ y $<30\%$ y baja modificación del paisaje por influencia de actividades antrópicas. Las Unidades de paisaje 4 y 5 son consideradas como áreas poco singulares y con características similares a las de otros sitios presentes en la región. El área representada por estas unidades con respecto al área del SA es del 47%.

Por último, la Unidad de paisaje 2 fue clasificada con calidad visual alta ya que los elementos evaluados cuentan con una alta calidad en cuanto a la variedad de forma, color, línea y textura. Los principales elementos evaluados en esta unidad son la alta cobertura vegetal y pendientes $>30\%$, esto da lugar a una gran combinación e interacción entre el relieve, presencia de fauna nativa, masas vegetales con alta dominancia visual, ausencia de actividades antrópicas y combinaciones de color en intensidad y variación. Esta Unidad de paisaje se considera singular pero similar a otras presentes en la región y representa el 35% del área total del SA, prácticamente la misma área que representa calidad visual media.

En la Figura 4. 108 y Figura 4. 109 se muestra el resultado del análisis de la calidad visual del paisaje del SA. En el **Anexo 4.26** se puede consultar la valoración de la calidad visual de las unidades de paisaje.

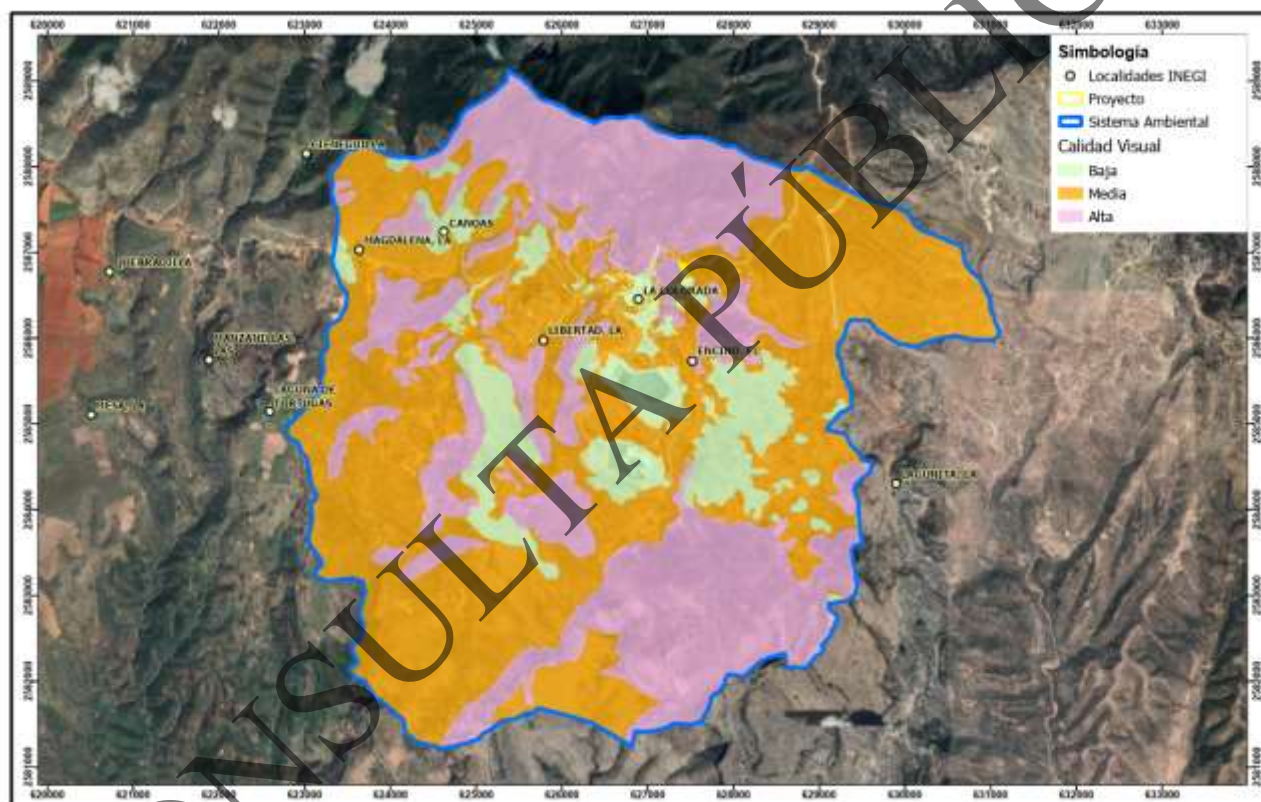


Figura 4. 108 Calidad visual del paisaje

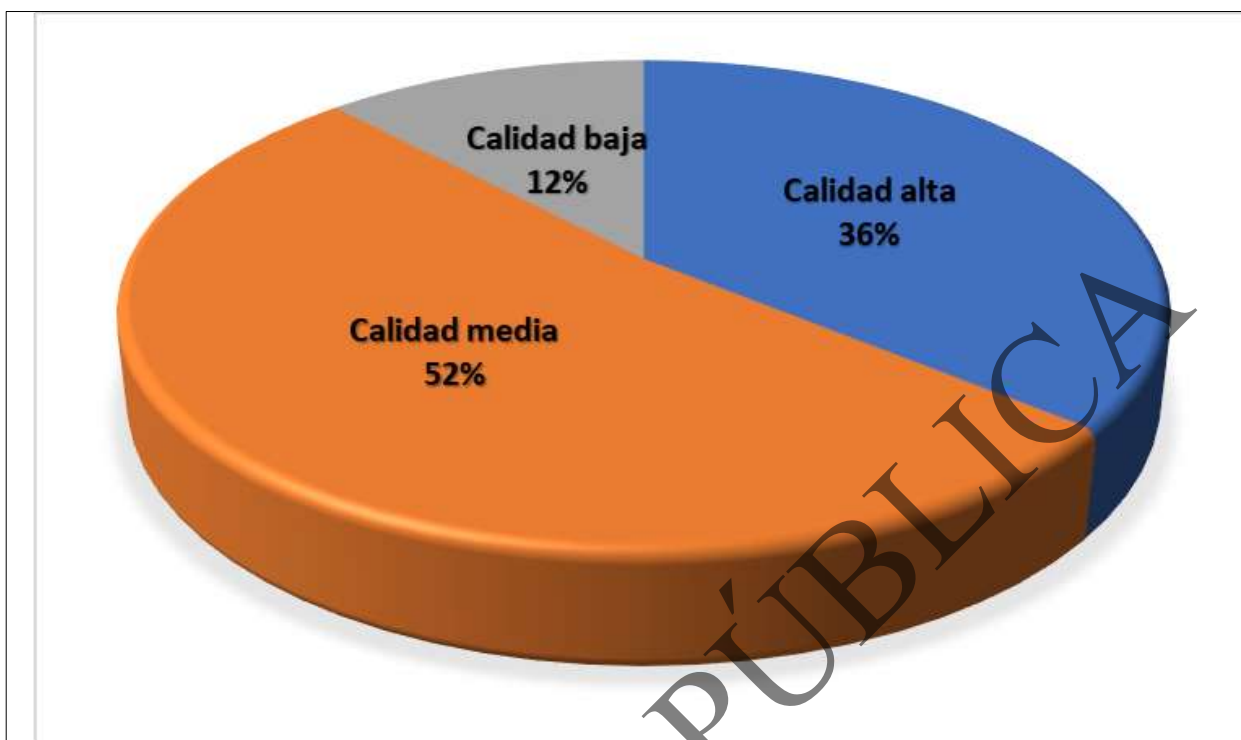


Figura 4. 109 Calidad visual del paisaje en la superficie del SA

IV.3.3.4. Fragilidad Visual

De acuerdo con la valoración de fragilidad visual hecha para cada Unidad de paisaje delimitada para el Sistema Ambiental la Unidad de paisaje 1 cuenta con una fragilidad visual baja, ya que, esta unidad ha sido totalmente sometida al cambio con la intervención de actividades antrópicas. Esta unidad representa únicamente el 7% del área total.

La superficie representada con fragilidad visual media está formada por las Unidades de paisaje 3, 4 y 5. En dichas áreas la densidad de la cobertura vegetal es baja o media con pendientes predominantes $>0\%$ y $<30\%$, además de presentar media singularidad y unicidad con respecto a otras zonas en la región. Por ello, la susceptibilidad del paisaje al cambio en estas unidades se considera como media y comprende el 58% del área total del SA.

Por último, la Unidad de paisaje 2 fue catalogada con fragilidad visual alta, ya que se encuentran pendientes $>30\%$ y zonas escarpadas las cuales son consideradas altamente frágiles al ser expuestas a cambios por acciones antrópicas, es decir, poseen una baja capacidad de asimilación sobre actividades ejecutadas dentro de esta delimitación. Esta unidad conforma el 35% del área total del SA.

En la Figura 4. 110 y Figura 4. 111 se muestra el resultado del análisis de la fragilidad visual del paisaje dentro del Sistema Ambiental. En el **Anexo 4.27** se puede consultar la tabla de valoración de la fragilidad visual de las unidades de paisaje.



IV.3.3.5. Cuenca visual (modelo de visibilidad)

El modelo generado muestra que en el 90.5% de la superficie del Sistema Ambiental no se podrá percibir visualmente el área donde se contempla desarrollar el Proyecto, a diferencia del 9.5% restante, dónde si será visible el área mencionada. En la Figura 4. 112 y Figura 4. 113 se muestra el resultado del modelo de visibilidad del Proyecto con la delimitación del SA.

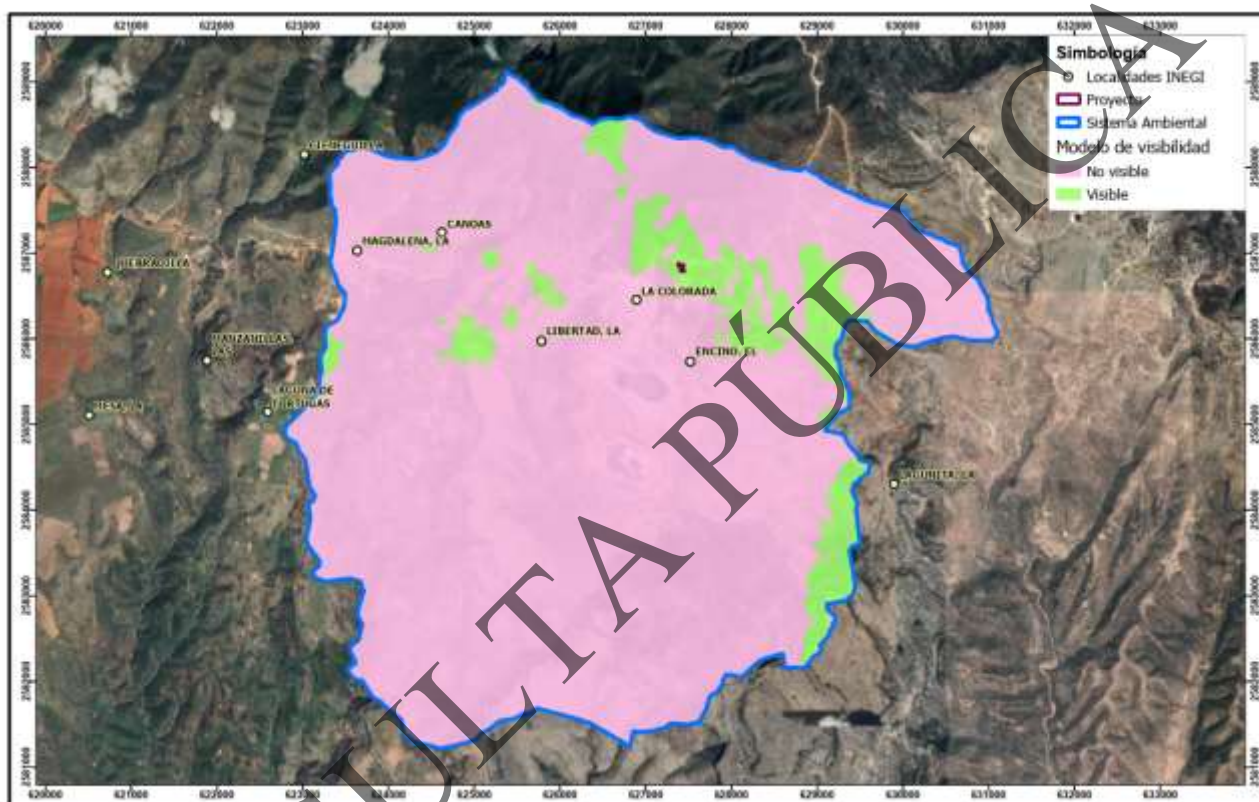


Figura 4. 112 Modelo de visibilidad del Proyecto en el SA

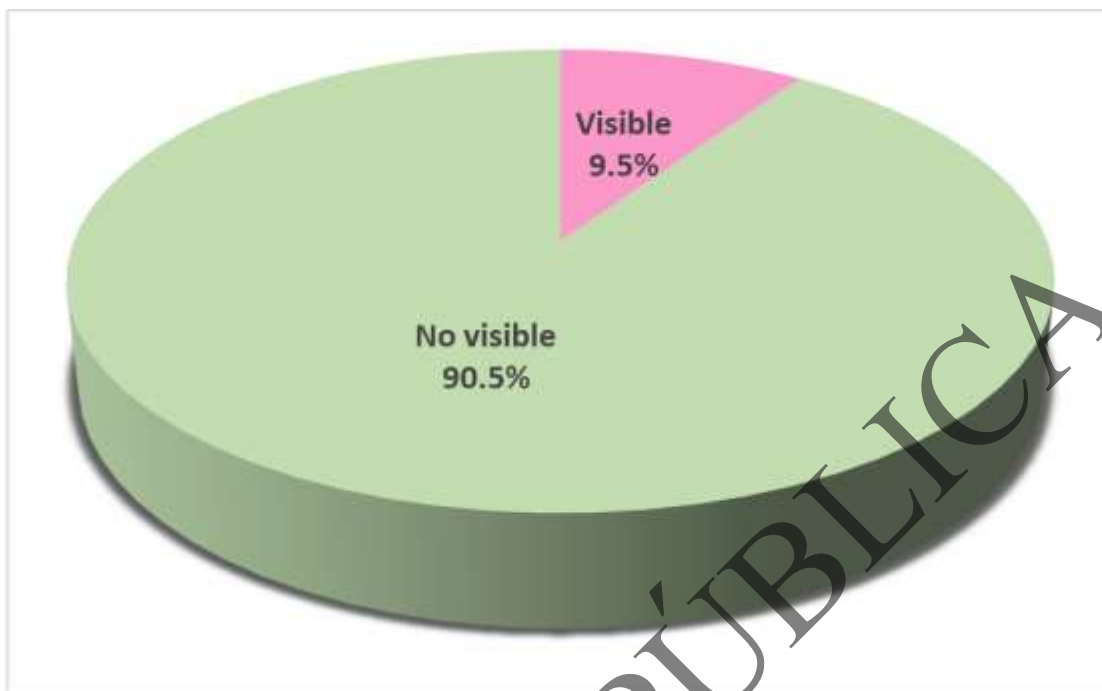


Figura 4. 113 Visibilidad del Proyecto en la superficie del SA

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.4. Medio socioeconómico

El Sistema Ambiental se encuentra dentro de dos municipios del estado de Zacatecas: Chalchihuites y Sombrerete. El municipio de Chalchihuites se ubica a 2,322 metros sobre el nivel del mar. Aproximadamente a 229 km de la Capital del Estado. La superficie calculada es de 899.5 km², y limita al norte con el municipio de Sombrerete, al sur con el municipio de Jiménez del Teúl y al oeste con el Estado de Durango.

Si bien el proyecto se localiza dentro del municipio de Chalchihuites, será este y el municipio de Sombrerete, los que se verán impactados positivamente en el desarrollo económico y laboral por el desarrollo del Proyecto.

El municipio de Sombrerete se localiza en la parte noroeste del estado. Su altura es de 2,300 metros sobre el nivel mar. Limita al norte con el estado de Durango y el municipio de Miguel Auza, Zac.; al este con los municipios de Río Grande, Sain Alto y Fresnillo; al sur con Valparaíso y Jiménez del Teúl y al oeste con Chalchihuites y el estado de Durango. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 168 kilómetros.

En la siguiente figura se muestra la ubicación del proyecto con respecto a los límites estatales.

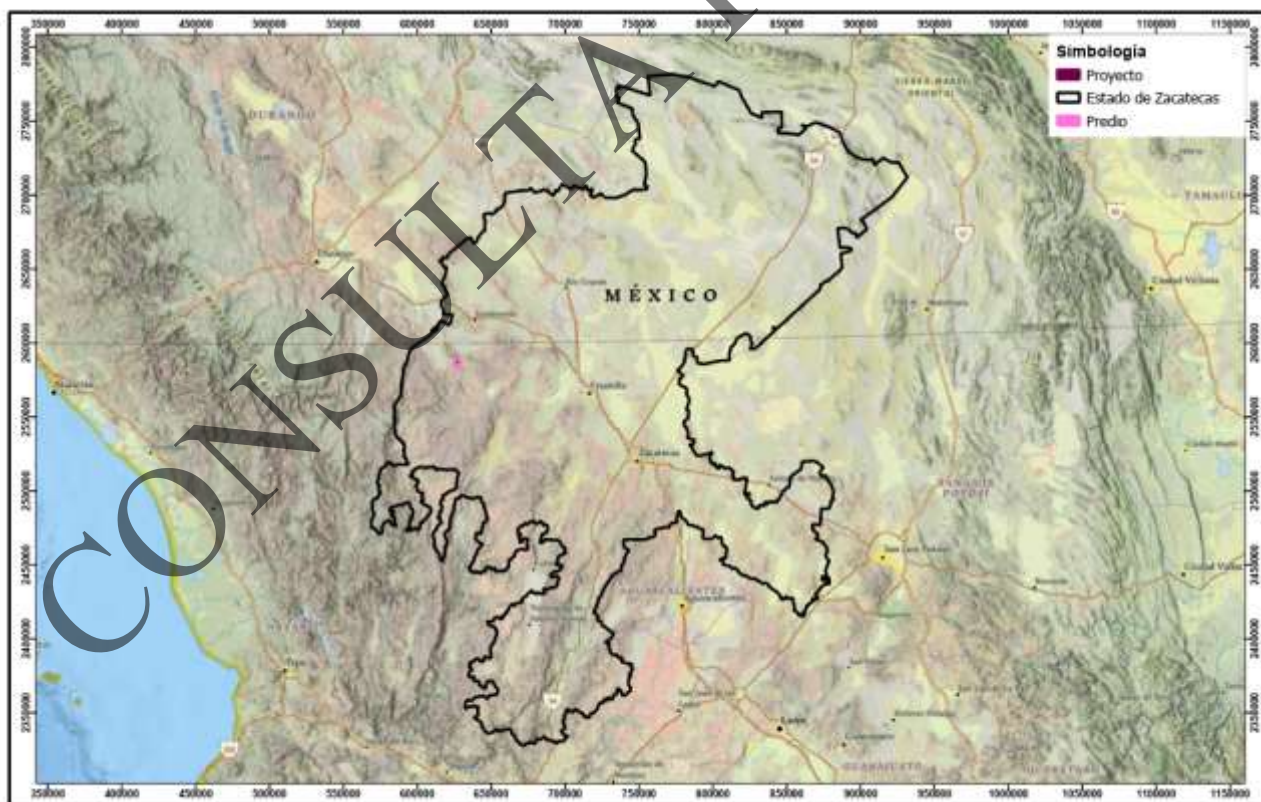


Figura 4. 114 Ubicación del proyecto con respecto a los límites estatales

Con la finalidad de complementar la caracterización del medio socioeconómico, a continuación, se presentan algunos indicadores demográficos de los municipios de Chalchihuites y Sombrerete, principalmente con base en la información oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) y el Consejo Nacional de población (CONAPO).

IV.3.4.1. Demografía

Con base en estimaciones del Consejo Nacional de población (CONAPO), enseguida se presenta la Tabla 4.82, en la que se muestran las proyecciones de población al 2025. Se observa un decremento poblacional del 16% con respecto al año 1990. La población de este municipio representa el 0.6% del total estatal.

Tabla 4.82 Población del municipio de Chalchihuites 1990 - 2025

Población	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025
Hombres	7,230	6,353	5,633	4,969	5,103	5,554	5,762	6,031
Mujeres	7,435	6,666	6,294	5,550	5,462	5,862	6,080	6,346
Total	14,665	13,019	11,927	10,519	10,565	11,416	11,842	12,377

Para el municipio de Sombrerete se detecta un incremento poblacional del 1 % con relación al año 1990. Este municipio representa el 3.9% de la población con respecto al estado, en la Tabla 4.83 se presentan las cifras de crecimiento poblacional del año 1990 al 2025.

Tabla 4.83 Población del municipio de Sombrerete 1990 - 2025

Población	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025
Hombres	31,401	32,528	30,018	28,233	30,159	30,449	32,232	31,799
Mujeres	32,145	32,724	31,634	29,968	31,029	31,984	33,098	32,517
Total	63,546	65,252	61,652	58,201	61,188	62,433	65,330	64,316

El INEGI reportó para el municipio de Chalchihuites los siguientes indicadores de población: densidad de población (Hab/km²) y porcentaje de población con respecto al estado (Tabla 4.84) y su distribución respecto a grupos de edad al año 2020 (Tabla 4.85). En la Figura 4. 115 se muestra la representación gráfica de la distribución de la población por grupos de edad según los datos reportados en el Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI.

Tabla 4.84 Indicadores de población del municipio de Chalchihuites 1990 - 2020

Indicador	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Densidad de población del municipio (Hab/Km ²)	S/D	14.47	13.24	11.70	11.73	S/D	13.29
% de población con respecto al estado	1.15	0.97	0.88	0.77	0.71	0.72	0.60

Tabla 4.85 Población por grupos de edad en el municipio de Chalchihuites 2020

Grupo de edad	Hombres	Mujeres	Total	% Hombres	% Mujeres
0 a 4 años	472	458	930	51%	49%
5 a 9 años	463	527	990	47%	53%
10 a 14 años	413	447	860	48%	52%
15 a 19 años	396	367	763	52%	48%
20 a 24 años	341	393	734	46%	54%
25 a 29 años	299	358	657	46%	54%
30 a 34 años	325	394	719	45%	55%
35 a 39 años	281	275	556	51%	49%
40 a 44 años	266	296	562	47%	53%
45 a 49 años	253	270	523	48%	52%
50 a 54 años	278	282	560	50%	50%
55 a 59 años	226	251	477	47%	53%
60 a 64 años	197	187	384	51%	49%
65 a 69 años	185	209	394	47%	53%
70 a 74 años	160	162	322	50%	50%
75 a 79 años	142	149	291	49%	51%
80 a 84 años	97	89	186	52%	48%
85 años o más	98	80	178	55%	45%



Figura 4. 115 Distribución de la población por grupos de edad Chalchihuites, 2020

La información reportada para el municipio de Sombrerete muestra los siguientes indicadores de población: densidad de población (Hab/km²) y porcentaje de población con respecto al estado (Tabla 4.86) y su distribución respecto a grupos de edad al año 2020 (Tabla 4.87). En la Figura 4. 116 se muestra la representación gráfica de la distribución de la población por grupos de edad según los datos reportados en el Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI.

Tabla 4.86 Indicadores de población del municipio de Sombrerete 1990 - 2020

Indicador	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Densidad de población del municipio (Hab/km ²)	S/D	18.09	17.07	16.14	16.99	S/D	17.82
Porcentaje de población con respecto al estado (%)	4.98	4.88	4.55	4.26	4.10	3.95	3.90

Tabla 4.87 Población por grupos de edad en el municipio de Sombrerete 2020

Grupo de edad	Hombres	Mujeres	Total	% Hombres	% Mujeres
0 a 4 años	3124	2995	6119	51%	49%
5 a 9 años	3213	3063	6276	51%	49%
10 a 14 años	3041	2954	5995	51%	49%
15 a 19 años	2615	2733	5348	49%	51%
20 a 24 años	2282	2342	4624	49%	51%
25 a 29 años	2111	2367	4478	47%	53%
30 a 34 años	2144	2280	4424	48%	52%
35 a 39 años	1905	2077	3982	48%	52%
40 a 44 años	2061	2072	4133	50%	50%
45 a 49 años	1856	1916	3772	49%	51%
50 a 54 años	1718	1795	3513	49%	51%
55 a 59 años	1424	1483	2907	49%	51%
60 a 64 años	1108	1183	2291	48%	52%
65 a 69 años	879	922	1801	49%	51%
70 a 74 años	704	693	1397	50%	50%
75 a 79 años	524	514	1038	50%	50%
80 a 84 años	401	417	818	49%	51%
85 años o mas	336	370	706	48%	52%



Figura 4. 116 Distribución de la población por grupos de edad Sombrerete, 2020

A fin de complementar la caracterización del medio socioeconómico, a continuación, se presentan algunos indicadores socioeconómicos de los municipios Chalchihuites y Sombrerete con base en la información oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2020.

IV.3.4.2. Natalidad

De acuerdo con los registros más recientes de INEGI, se reportaron 26,391 nacimientos para el estado de Zacatecas; mientras que para el municipio de Chalchihuites se reportaron 161 nacimientos de los cuales 84 son mujeres y 77 hombres, lo que representa el 0.61% del estado. Para el municipio de Sombrerete las cifras son las siguientes, un total de nacimientos de 969 donde 476 son mujeres y 493 hombres, representando el 3.67% con respecto al estado.

IV.3.4.3. Mortalidad

En el caso de la mortalidad, se registraron 14,486 defunciones en el estado de Zacatecas mientras que para el municipio de Chalchihuites se registraron 125 defunciones de las cuales 55 son mujeres y 70 hombres, lo que representa el 0.86% del estado. Mientras que para el municipio de Sombrerete el número de defunciones generales es de 526, siendo 234 mujeres y 292 hombres, lo que representa el 3.63% con respecto al estado.

IV.3.4.4. Migración

Con base en datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2020), 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 Chalchihuites ocupa el lugar 26 de 58 en el contexto estatal. El Grado de intensidad migratoria se registra como Alto. Por otra parte, el municipio de Sombrerete ocupa el lugar 26 en el contexto estatal y un grado de intensidad migratoria Alto, lo anterior se muestra en la Figura 4. 117.

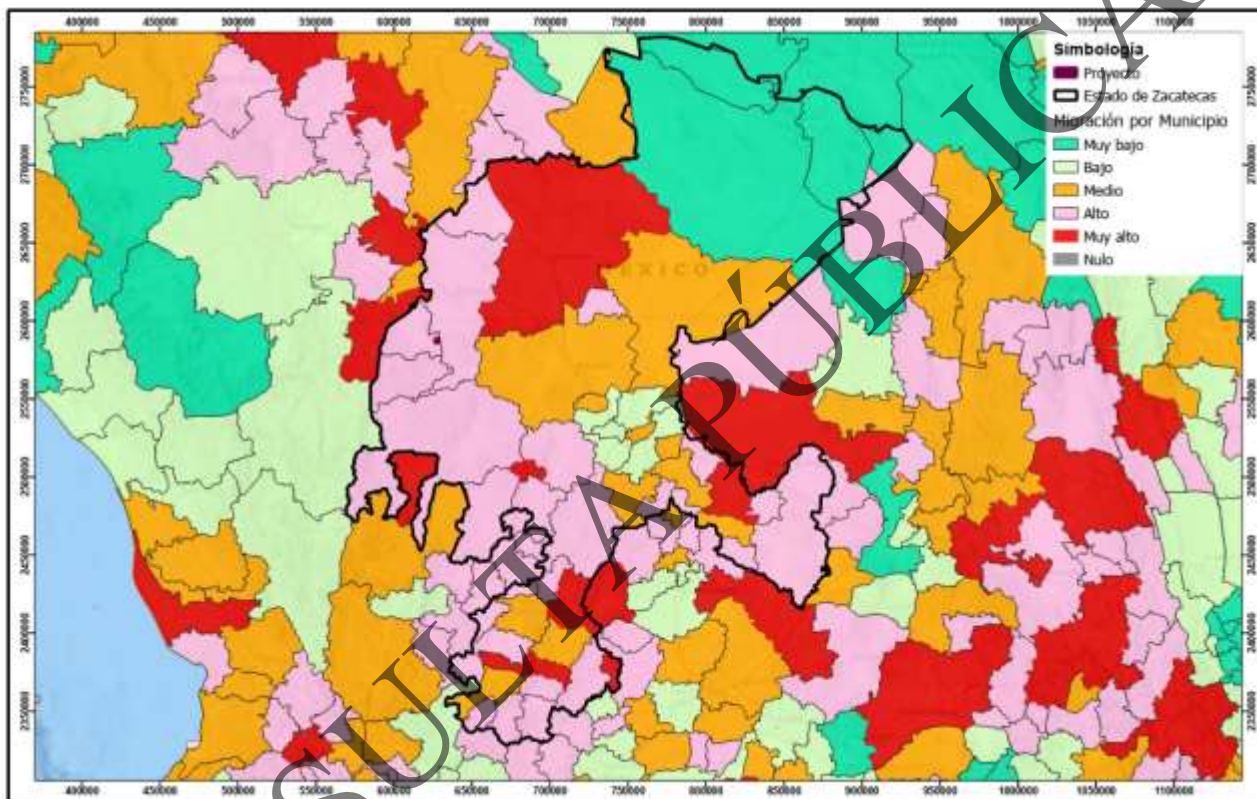


Figura 4. 117 Grado de intensidad migratoria por municipio, CONAPO 2020

Con el fin de complementar la información presentada en la figura anterior, a continuación, se muestran en la Tabla 4.88 los datos migratorios del total de viviendas (2,544) con las que cuenta el municipio de Chalchihuites (CONAPO, 2020).

Tabla 4.88 Estadísticas migratorias para el municipio de Chalchihuites

Municipio de Chalchihuites	
Total, de viviendas	2 544
% viviendas que reciben remesas	25.35
% viviendas con emigrantes a Estados Unidos en el quinquenio anterior	4.44
% viviendas con migrantes circulares en del quinquenio anterior	0.28
% viviendas con migrantes de retorno del quinquenio anterior	2.28
Índice de intensidad migratoria DP2	60.5330
Grado de intensidad migratoria	Alto

Municipio de Chalchihuites	
Lugar que ocupa en el contexto estatal	26
Lugar que ocupa en el contexto nacional	332

El municipio de Sombrerete registra los siguientes datos migratorios (Tabla 4.89) con las que cuenta el municipio (CONAPO, 2020).

Tabla 4.89 Estadísticas migratorias para el municipio de Sombrerete

Municipio de Sombrerete	
Total, de viviendas	17.960
% viviendas que reciben remesas	18.09
% viviendas con emigrantes a Estados Unidos en el quinquenio anterior	3.55
% viviendas con migrantes circulares en del quinquenio anterior	0.65
% viviendas con migrantes de retorno del quinquenio anterior	2.81
Índice de intensidad migratoria DP2	60.8817
Grado de intensidad migratoria	Alto
Lugar que ocupa en el contexto estatal	26
Lugar que ocupa en el contexto nacional	402

IV.3.4.5. Economía

De acuerdo con el INEGI, la Población en Edad de Trabajar (PET), es la que se encuentra delimitada entre los 12 y los 60 años. A esta población se deben sustraer los que se dedican a actividades no remuneradas, como por ejemplo actividades domésticas y estudiantiles, para obtener lo que se conoce como Población Económicamente Activa (PEA), que es la población mayor de 12 años que puede y quiere trabajar, es decir, que tiene la edad y condiciones de salud necesarias para realizar una actividad y que se encuentran en disposición de hacerlo.

El concepto de Población Ocupada (PO) comprende a los individuos que ejercen una actividad profesional remunerada, o sin remuneración directa cuando se trata de auxiliares de personas de la familia, se refiere, en consecuencia, a la población efectivamente absorbida por alguna actividad.

Enseguida se presenta una tabla con los datos de la PEA en el estado, así como en los municipios de Chalchihuites y Sombrerete de acuerdo con Tabulados del Censo de Población y Vivienda 2020

Tabla 4.90 Población económicamente activa 2020

	Estado	Chalchihuites	Sombrerete
Población económicamente activa (PEA)	908397	4337	35652
Hombres	581374	3166	24244
Mujeres	327023	1171	11409

La población económicamente activa del municipio de Chalchihuites representa el 42.6% respecto al total de la población de 12 años y más. Del total de la PEA en el municipio (4,337) el 95.6% se encuentra ocupada y el 4.4% desocupada. A continuación, se muestra una gráfica con los datos antes mencionados.

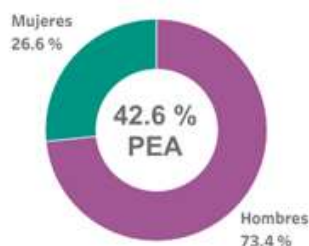
Entidad:
Zacatecas

Municipio:
Chalchihuites



Características económicas

Población económicamente activa (PEA)*



*De 12 años y más.

Porcentaje de PEA ocupada

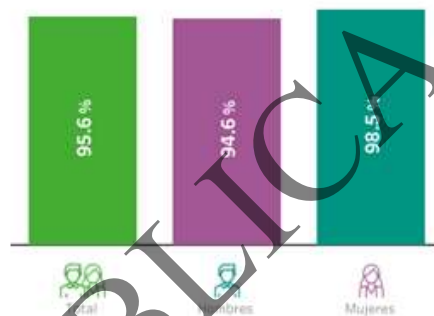


Figura 4. 118 Porcentaje de la PEA ocupada y desocupada 2020, municipio de Chalchihuites

En el municipio de Sombrerete la Población Económicamente Activa representa el 56.2% respecto al total de la población de 12 años y más. Del total de la PEA en el municipio (35,652) el 98% se encuentra ocupada y el 2% desocupada. A continuación, se muestra una gráfica con los datos antes mencionados.

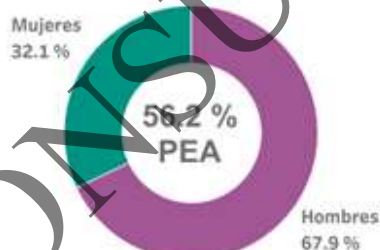
Entidad:
Zacatecas

Municipio:
Sombrerete



Características económicas

Población económicamente activa (PEA)*



*De 12 años y más.

Porcentaje de PEA ocupada

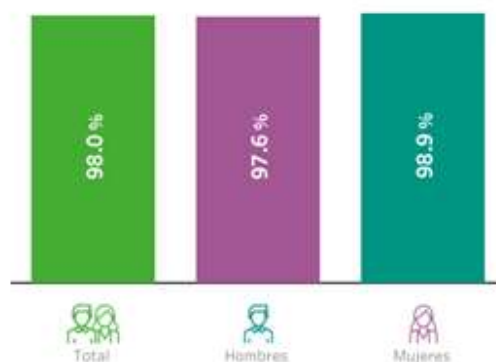


Figura 4. 119 Porcentaje de la PEA ocupada y desocupada 2020, municipio de Sombrerete

La tasa de participación económica mide el grado de la población de 15 años y más en el mercado de trabajo, lo que significa que en el municipio de Chalchihuites el 61% de la población adulta está inserta en la actividad económica al igual que en el municipio de Sombrerete, ya sea trabajando o buscando trabajo.

En lo que respecta a los ingresos percibidos, los resultados de la Encuesta Intercensal 2015 muestran que en Chalchihuites el 47.69% de la población ocupada percibe más de 2 salarios mínimos, en tanto el municipio de Sombrerete registra el 44.91% de la población que percibe más de 2 salarios mínimos (Tabla 4.91).

Tabla 4.91 Población ocupada y distribución porcentual según ingreso por trabajo

Municipio	Población Ocupada (PO)	Ingreso por trabajo			
		Hasta 1 s.m.	Mas de 1 a 2 s.m.	Mas de 2 s.m.	No especificado
Chalchihuites	2,961	17.49	26.44	47.69	8.38
Sombrerete	16,563	18.31	27.87	44.91	8.91
Estado	480,281	13.60	31.80	45.25	9.35

**Se expresa en salario mínimo mensual (s.m.).*

En la Tabla 4.92 se detalla la distribución de la PEA y su porcentaje según el Sector de Actividad Económica, de acuerdo los datos más recientes disponibles para los municipios (Encuesta Intercensal 2015).

Tabla 4.92 Distribución de la población ocupada por sector de actividad económica

Municipio	Sector de actividad económica				
	Primario	Secundario	Comercio	Servicios	No especificado
Chalchihuites	28.98	31.68	11.58	26.85	0.91
Sombrerete	22.70	29.51	17.51	28.56	1.73

IV.3.4.6. Educación

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda (INEGI 2020), del total de la población de 15 a 24 años en el municipio de Chalchihuites, el 1% son analfabetas y de 25 años y más el 6.3% son analfabetas. Mientras que en el municipio de Sombrerete se registra el 0.7% de la población de 15 a 24 años y el 4.5% de los 25 años y más, lo anterior se detalla a continuación (Tabla 4.93).

Tabla 4.93 Población de 15 años y más según nivel de escolaridad, 2020

Municipio	Población de 15 años y más	Sin escolaridad	%	Educación básica	%	Educación Media Superior	%	Educación Superior	%
Chalchihuites	7,306	380	5.2	4,749	65	1,534	21	636	8.7
Sombrerete	45,232	1,583	3.5	29,717	65.7	8,685	19.2	5,247	11.6

Enseguida se muestra en la Tabla 4.94 la población de 15 años y más que habita en los municipios de Chalchihuites y Sombrerete en condición de analfabetismo (INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020).

Tabla 4.94 Condición de analfabetismo en los municipios de Chalchihuites y Sombrerete, 2020

Municipio	Alfabeta			Analfabeto			No especificado		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Chalchihuites	6,927	3,354	3,573	373	187	186	6	3	3
Sombrerete	43,587	21,228	22,359	1,606	821	785	39	19	20

En la Tabla 4.95 se expone la condición de asistencia a la escuela en los municipios de Chalchihuites y Sombrerete, de acuerdo con la última información contenida en el Censo Población y Vivienda 2020.

Tabla 4.95 Población de 3 y más según condición de asistencia escolar, 2020

Municipio	Asiste			No asiste			No especificado		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Chalchihuites	2,646	1,253	1,393	6,898	3,357	3,541	2	1	1
Sombrerete	17,238	8,551	8,687	42,787	21,061	21,726	21	6	15

IV.3.4.7. Salud

Del total de la población que habita en el municipio de Chalchihuites al año 2020, el 56% cuenta con Seguridad Social, y el 44% no cuentan con Seguridad Social, mientras que en el municipio de Sombrerete el 76% cuenta con Seguridad Social y el 24% no cuenta con Seguridad Social. Enseguida se presenta en la Tabla 4.96 un desglose de la cobertura de salud.

Tabla 4.96 Población afiliada a servicios de salud, 2020

Municipio	Población Total	Población Afiliada	% Población Afiliada	Población No Afiliada	% Población No Afiliada	No Especificado
Chalchihuites	10,086	5,676	56	4,405	44	5
Sombrerete	63,665	48,076	76	15,521	24	68

IV.3.4.8. Marginación y Rezago social

El Índice de Rezago Social es una medida ponderada que resume cuatro indicadores de carencias sociales (educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda) en un solo índice que tiene como finalidad ordenar a las unidades de observación según sus carencias sociales.

Los resultados de la estimación del índice de rezago social se presentan en cinco estratos los cuales son muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto rezago social. El grado que se presenta en el SA del Proyecto corresponde a Muy Bajo.

Con base en estimaciones del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2020) el cual a su vez se basa en los censos y conteos del INEGI, se analizaron los indicadores de marginación y rezago social, mismos que se presentan en la Figura 4. 120 y Figura 4. 121.

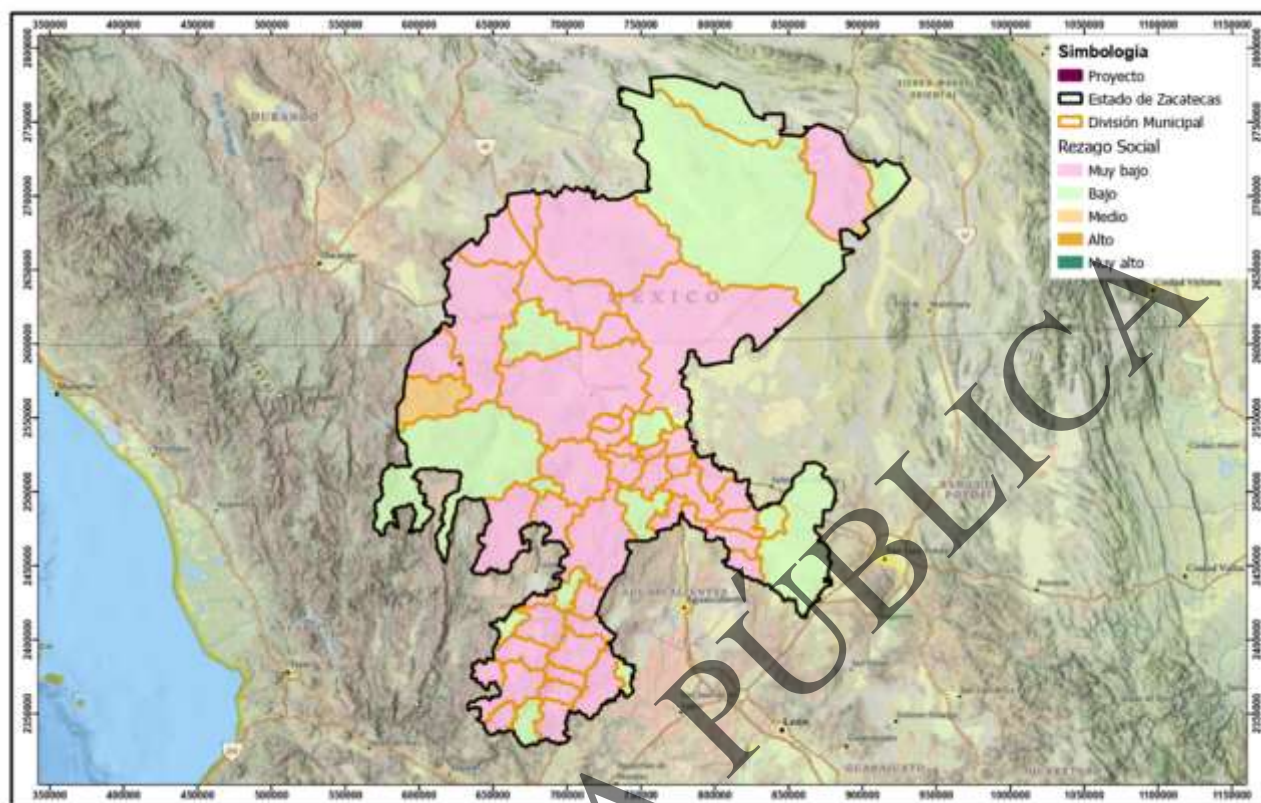


Figura 4. 120 Rezago social dentro del SA

Por su parte la marginación se concibe como un problema estructural de la sociedad, en donde no están presentes ciertas oportunidades para el desarrollo, ni las capacidades para adquirirlas. Si tales oportunidades no se manifiestan directamente, las familias y comunidades que viven en esta situación se encuentran expuestas a ciertos riesgos y vulnerabilidades que les impiden alcanzar determinadas condiciones de vida.

El índice de marginación busca establecer un parámetro analítico que permita entender cuándo un sector de la sociedad se encuentra en una situación donde no están presentes las oportunidades para el desarrollo, ni la capacidad para encontrarlas. Este análisis otorga herramientas que permiten cuantificar la situación de las entidades, los municipios y las localidades, y las Áreas Geoestadísticas Básicas, como se muestra en la Tabla 4.97 y en la Tabla 4.98.

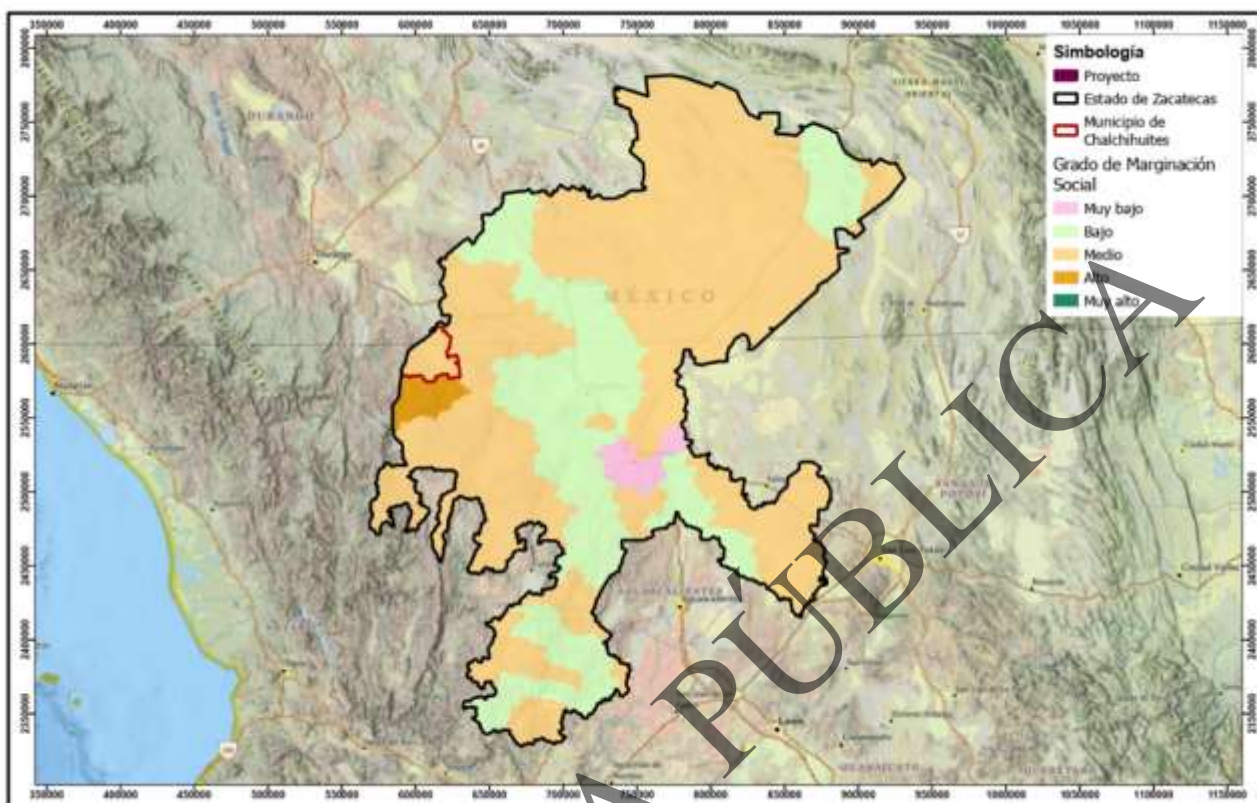


Figura 4. 121 Marginación social dentro del SA

Tabla 4.97 Marginación y Rezago social del municipio de Chalchihuites, 2020

Grado de marginación										
Muy bajo										
Grado de rezago social										
Muy Bajo										
Indicadores de marginación y rezago social										
% de población analfabeta de 15 años o más	% de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	% de población de 15 años y más sin primaria completa	% de población sin derecho-habienencia a servicios de salud	% de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	% de Ocupantes en viviendas con piso de tierra	% de Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	% de Ocupantes en viviendas que no disponen de agua entubada	% de Ocupantes en viviendas que no disponen de energía eléctrica	% de viviendas particulares con hacinamiento	% de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador
5.11	3.7	37.9	43.7	1.2	1.00	2.76	0.77	0.70	17.96	5.4

Tabla 4.98 Marginación y Rezago social del municipio de Sombrerete, 2020

Grado de marginación										
Muy bajo										
Grado de rezago social										
Muy bajo										
Indicadores de marginación y rezago social										
% de población analfabeta de 15 años o más	% de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	% de población de 15 años y más sin primaria completa	% de población sin derecho-habienencia a servicios de salud	% de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	% de Ocupantes en viviendas con piso de tierra	% de Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	% de Ocupantes en viviendas que no disponen de agua entubada	% de Ocupantes en viviendas que no disponen de energía eléctrica	% de viviendas particulares con hacinamiento	% de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador
3.6	6.2	35.2	24.4	1.7	1.55	2.80	2.29	0.39	16.75	5.5

IV.3.4.9 Derrama económica

A continuación, en la Figura 4. 122, se observan los factores considerados para el componente Socioeconómico y cultural del criterio “Derrama económica” dentro del DA. Las áreas consideradas para la evaluación de este criterio son todas aquellas que presentan actividades antropogénicas.

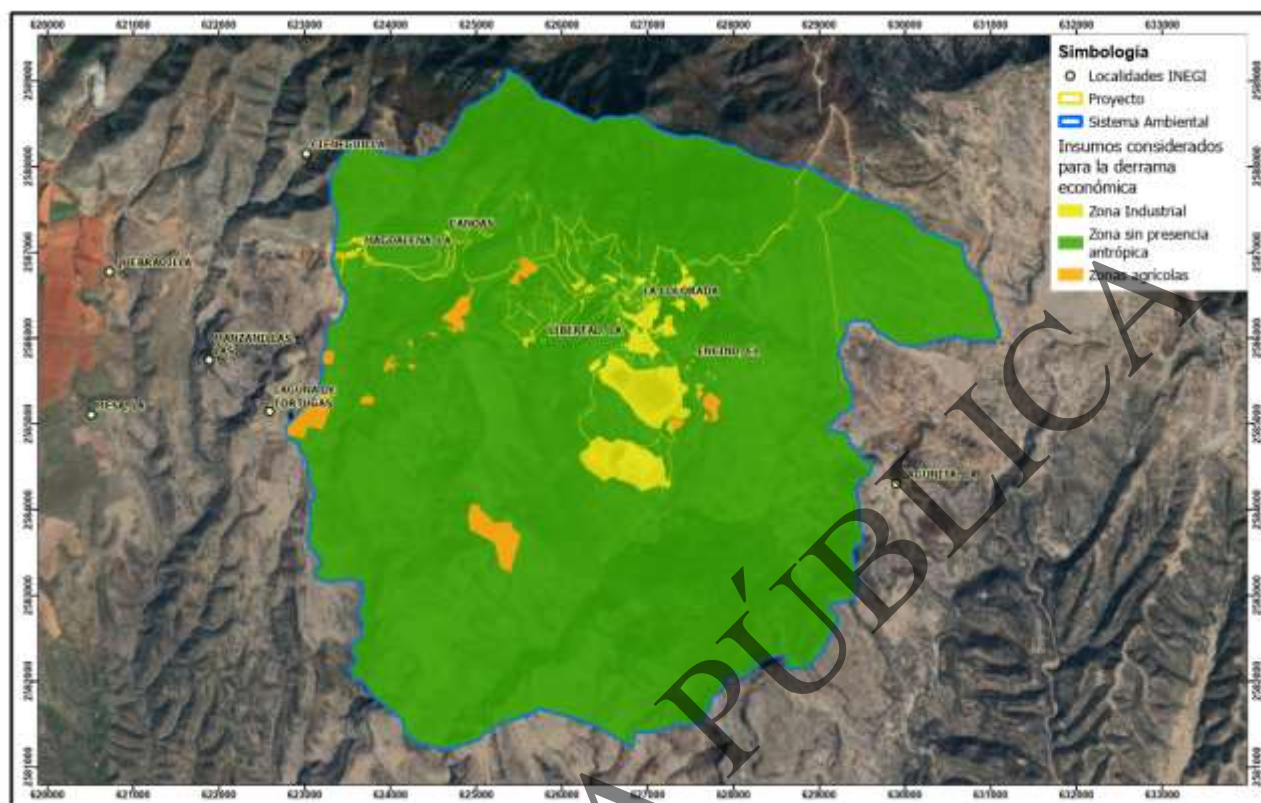


Figura 4. 122 Insumos considerados en el criterio, Derrama económica

IV.3.5. Diagnostico ambiental

Para complementar la caracterización del medio biótico y abiótico dentro del SA (Sistema Ambiental), se elaboró un Diagnóstico Ambiental (DA), a través del cual se ha de identificar con mayor precisión la problemática ambiental detectada en el SA y en el Área de Influencia del Proyecto.

La descripción de los componentes ambientales en el sitio del Proyecto, son una recopilación de la información obtenida y la generada en el sitio, con la que se ofrece una caracterización pre-operacional del área donde se establecerá el Proyecto, y que además funge como base para la identificación de los impactos potenciales, para el establecimiento de medidas de control, prevención, mitigación y compensación; y para los pronósticos ambientales.

El Diagnóstico Ambiental, es un complemento de esa caracterización del medio biótico y abiótico dentro del SA y evaluación de impactos derivados de la ejecución del Proyecto; a través del cual, se ha de identificar con mayor precisión la problemática ambiental detectada en su Área de Influencia.

El objetivo que pretende el DA es plasmar tanto de forma descriptiva como en imágenes y planos georreferenciados un modelo de estimación del estado actual y de la calidad de los componentes ambientales con los que interactuará el Proyecto, de acuerdo con la metodología empleada y los criterios profesionales del equipo de especialistas involucrados en el desarrollo de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

IV.3.5.1. Metodología para la elaboración del 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 valorara la importancia de los recursos bióticos y abióticos.

La valoración de los componentes ambientales Atmósfera, Suelos, Hidrología, Vegetación, Fauna, Paisaje, Socioeconómico 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.

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 SA y

el AI, 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 siguiente tabla.

Tabla 4.99 Ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en el SA

No.	Componente	Peso Ponderado (%)
1	Vegetación	20.7
2	Fauna	19.1
3	Suelo	18.8
4	Hidrología	12.4
5	Atmósfera	11.0
6	Paisaje	10.5
7	Socioeconómico y cultura	7.5

Una vez asignado el peso ponderado para cada componente ambiental, se elaboró un listado con aquellos criterios que influyen directamente sobre la calidad de cada uno de éstos. Estos criterios fueron seleccionados por un equipo interdisciplinario y tienen la característica de que son cartografiables y pueden ser representados en un Sistema de Información Geográfica a través de un archivo vectorial.

Una vez definida la lista de criterios a considerar, se repartió el valor del peso ponderado de cada componente entre los criterios que lo integran, de acuerdo con nivel de influencia que tiene este sobre la calidad del componente. Cada criterio está a su vez conformado por una serie de factores.

Posteriormente, el equipo de trabajo evaluó y asignó un valor a 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; mientras que 0 equivale a un nulo aporte.

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 el Sistema de Información Geográfica, se asignaron los valores ponderados de cada factor a las capas georreferenciadas (shapefiles). Esto se llevó a cabo por componente ambiental.

Para la obtención del diagnóstico individual de cada componente, todos los *shapefiles* que lo conforman fueron sobrepuestos y sumados entre sí con la ayuda del SIG. Los resultados de esta operación fueron clasificados en 5 rangos que describen el estado de calidad estimado de dicho componente: baja, media baja, media, media alta y alta.

Tabla 4.100 Criterios y factores indicativos para el análisis de cada componente ambiental

Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de importancia	Valor Ponderado
Atmósfera	Emisión de partículas	Bosque de encino, cobertura >75%	1	5
		Bosque de encino-pino, cobertura 50-75%	0.9	4.5
	5	Bosque de encino-pino, cobertura >75%	1	5
		Bosque de pino-encino, cobertura >75%	1	5
		Matorral crasicaule, cobertura >75%	0.7	3.5
		Pastizal, cobertura 25-50%	0.4	2
		Pastizal, cobertura 50-75%	0.5	2.5
		Pastizal, cobertura >75%	0.6	3
		Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de encino, cobertura 50-75%	0.5	2.5
		Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de encino, cobertura >75%	0.6	3
		Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule, cobertura >75%	0.5	2.5
		Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule, cobertura 0-25%	0.4	2
		Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino, cobertura >75%	0.6	3
		Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino, cobertura >75%	0.6	3
		Zonas agrícolas	0.3	1.5
		Zona rural	0.2	1
		Actividades de minería	0.1	0.5
		Caminos	0.1	0.5
	Ruido	Áreas con ruido natural	1	2
	2	Áreas con generación de ruido artificial esporádico alto	0.3	0.6
	Emisión de gases contaminantes	Zona industrial (huella de la mina)	0.4	0.8
	2	Zonas sin presencia antrópica	1	2
	Niveles lumínicos	Zona industrial (huella de la mina)	0.4	0.8
	2	Zona Urbana y/o rural	0.8	1.6
		Áreas sin presencia antrópica	1	2
Suelo	Erosión Actual	Muy baja	1	18.8
18.8	18.8	Baja	0.8	15.04
		Media	0.6	11.28
		Fuerte	0.4	7.52
		Muy fuerte	0.2	3.76
Hidrología	Cuerpos de agua	Corrientes perenes	0.9	4.5
12.4	5	Corrientes intermitentes	0.6	3
		Cuerpos lénticos intermitentes	0.6	3



Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de importancia	Valor Ponderado
	Unidades hidrogeológicas	Material No consolidado con posibilidades medias	0.7	0.98
	1.4	Material consolidado con posibilidades bajas	0.3	0.42
	Infiltración (balance hidrológico)	Alta	1	6
	6	Media	0.8	4.8
		Baja	0.6	3.6
Vegetación	Tipo de vegetación y cobertura	Bosque de encino, cobertura >75%	1	20.7
20.7	20.7	Bosque de encino-pino, cobertura 50-75%	0.9	18.63
		Bosque de encino-pino, cobertura >75%	1	20.7
		Bosque de pino-encino, cobertura >75%	1	20.7
		Matorral crasicaule, cobertura >75%	0.7	14.49
		Pastizal, cobertura 25-50%	0.5	10.35
		Pastizal, cobertura 50-75%	0.5	10.35
		Pastizal, cobertura >75%	0.7	14.49
		Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de encino, cobertura 50-75%	0.6	12.42
		Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de encino, cobertura >75%	0.7	14.49
		Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule, cobertura >75%	0.5	10.35
		Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule, cobertura 0-25%	0.3	6.21
		Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino, cobertura >75%	0.7	14.49
		Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino, cobertura >75%	0.7	14.49
		Zonas agrícolas	0.1	2.07
		Zona rural	0.1	2.07
		Actividades de minería	0.1	2.07
		Caminos	0.1	2.07
Fauna	Calidad del hábitat	Alto	1	19.1
19.1		Medio	0.7	13.37
	19.1	Bajo	0.5	9.55
		Nulo	0.1	1.91
Paisaje	Calidad visual del paisaje	Alta	1	19.1
10.5	4.5	Media	0.7	13.37
		Baja	0.3	5.73
	Fragilidad visual del paisaje	Alta	1	6
	6	Media	0.7	4.2

Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de importancia	Valor Ponderado
		Baja	0.3	1.8
Socioeconómico y Cultura	Derrama económica	Zona industrial (huella de la mina)	0.7	1.75
7.5	2.5	Zonas agrícolas	0.3	0.75
		Zona urbana y/o rural	0.2	0.5
		Zona sin presencia antrópica	0.3	0.75
		Caminos	0.6	1.5
	Grado de marginación social por localidad	Muy bajo	1	2.5
	2.5	Bajo	0.8	2
		Medio	0.6	1.5
		Alto	0.4	1
		Muy Alto	0.3	0.75
	Grado de rezago social por municipio	Muy bajo	1	2.5
		Bajo	0.8	2
	2.5	Medio	0.6	1.5
		Alto	0.4	1
		Muy Alto	0.3	0.75

Al emplear la información geográfica disponible y generada para el área de estudio, y procesada en el Sistema de Información Geográfica mediante el software especializado (ArcGIS), se obtuvo un diagnóstico del estado (estimado o modelado) que guarda el SA y AI, que servirá de referencia para la modelación de los escenarios futuros, a partir de la estimación de los impactos ambientales generados por el Proyecto una vez que esté en desarrollo, y con la aplicación de las medidas de prevención, control, mitigación y compensación.

Una vez generados los Diagnósticos Individuales de todos los componentes, fueron validados por el equipo antes de pasar al siguiente punto. Luego, se le asignó a cada uno en el SIG su correspondiente peso ponderado conforme a su relevancia dentro del SA; y enseguida 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 empleando el método de rupturas naturales², generando así el Diagnóstico Ambiental Integrado (DA-I) del SA y AI del Proyecto.

Con la finalidad de resumir y esquematizar la metodología empleada para la elaboración del DA-I, en la siguiente Figura se presenta el procedimiento seguido que dio origen a los Diagnósticos Individuales de los 6 componentes ambientales, finalmente al Diagnóstico Ambiental Integrado en el SA y la problemática ambiental detectada en el AI del Proyecto.

² Rupturas naturales (Jenks), es un método de clasificación estándar en ArcGis donde las clases de cortes naturales se basan en las agrupaciones naturales inherentes a los datos. Los cortes de clase se caracterizan porque agrupan mejor los valores similares y maximizan las diferencias entre clases. Las entidades se dividen en clases cuyos límites quedan establecidos donde hay diferencias considerables entre los valores de los datos. (Fuente: <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/mapping/symbols-and-styles/data-classification-methods.htm#>, recuperada el 10/03/2017)

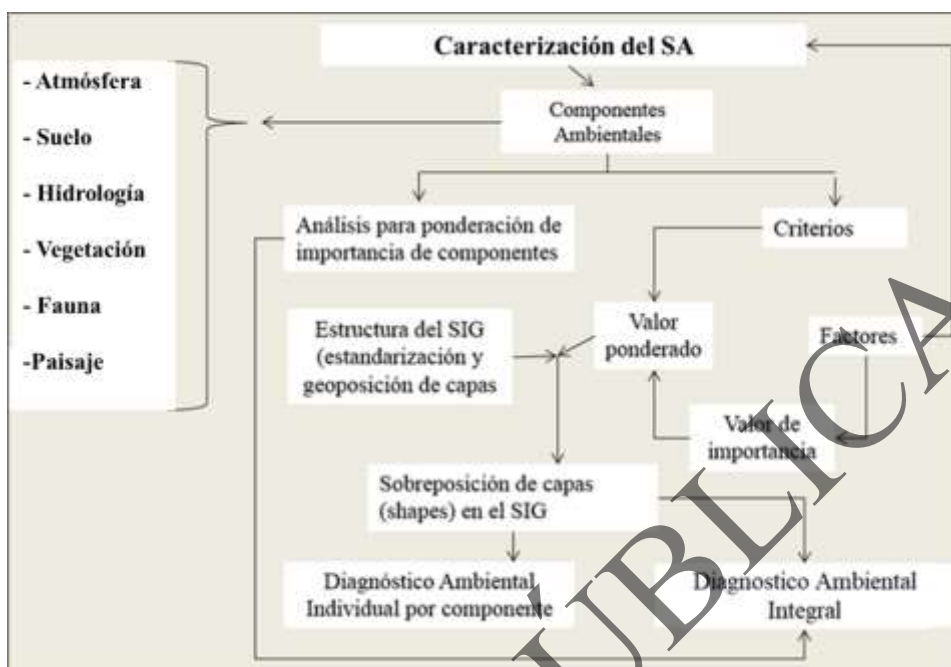


Figura 4.123 Procedimiento para la generación del Diagnóstico Ambiental Integrado

A continuación, se describen los diagnósticos individuales de los componentes ambientales dentro del SA; pero antes se presenta un mosaico con los modelos generados en el SIG para los diagnósticos individuales de cada componente. La información contenida en estos modelos condujo a la generación de los Diagnósticos Individuales de cada componente, presentados en sus respectivas secciones, que muestran los rangos de calidad resultantes a partir de una partición de rupturas naturales (Jenks) de los valores entre los cinco rangos propuestos, como anteriormente fue descrito, es decir, la escala de valores que resultó para cada componente se dividió en cinco categorías, y se asoció una etiqueta lingüística y un color específico a cada categoría, las cuales van de la Calidad Baja a la Calidad Alta, pasando por valor intermedios (Media Baja, Media y Media Alta).

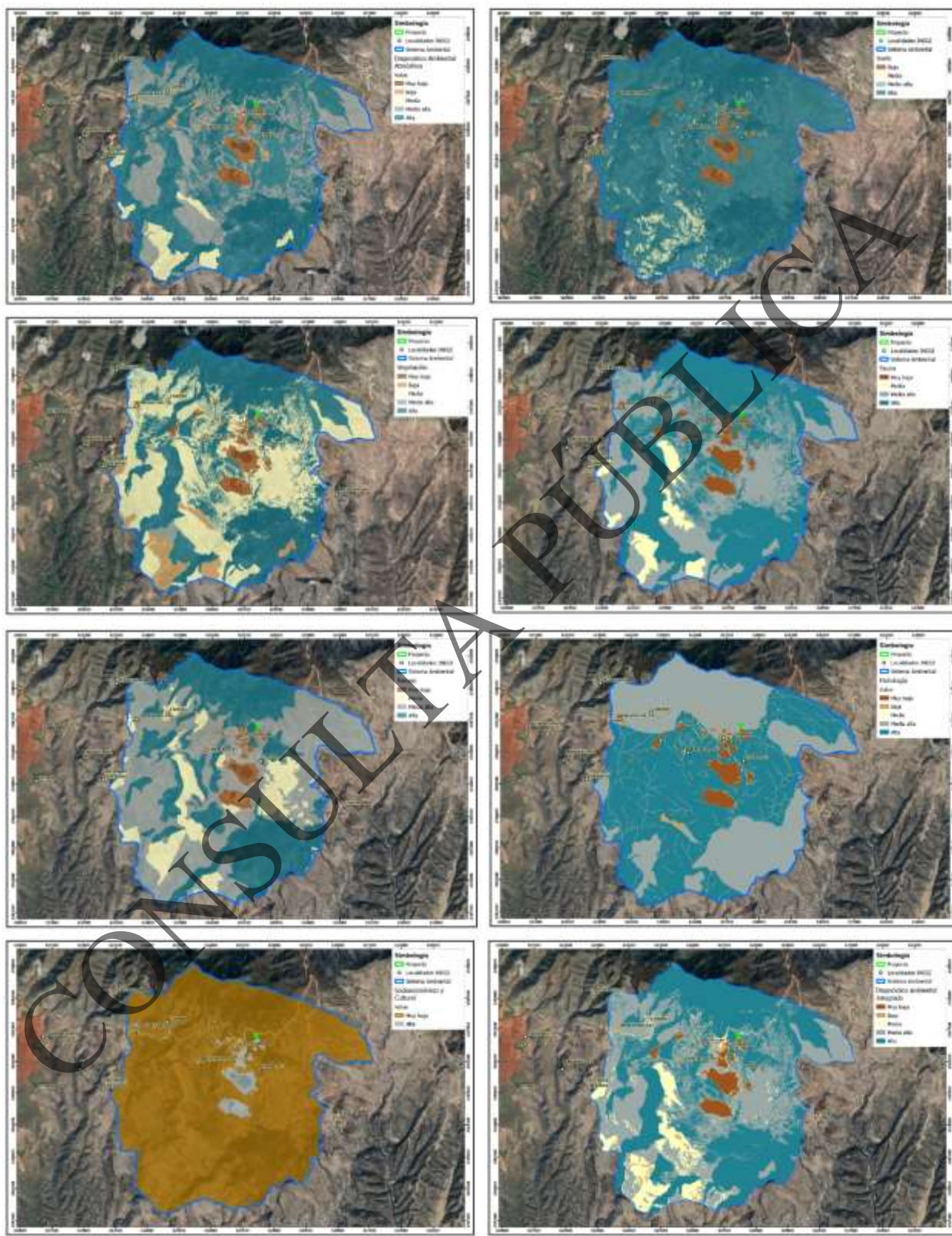


Figura 4. 124 Modelos de diagnósticos individuales de los componentes

IV.3.5.2. Diagnóstico Ambiental por componentes

IV.3.5.2.1. Atmósfera

En consideración a los criterios catalogados en la Tabla 4.100 , la calidad atmosférica en el Sistema Ambiental es el resultado de los elementos antrópicos y físicos que interactúan en torno a éste, tales como, emisiones de gases contaminantes, niveles lumínicos, generación de ruido natural o artificial, generación de polvos fugitivos, además de la capacidad del medio natural para absorber efectos negativos a la atmósfera. Para este componente, las actividades humanas son los factores principales que degradan la calidad.

De esta manera, se consideró que las áreas donde se desarrollan actividades antrópicas, las de uso de suelo rural, los caminos, las parcelas y las carreteras, son sitios donde los contaminantes atmosféricos se dispersan de forma muy variable dependiendo de las condiciones climáticas. El tipo de cobertura vegetal (abierta, cerrada o dispersa) funge como barrera física contra la dispersión de algunos contaminantes, como los polvos.

Se incluyó al ruido artificial como un elemento importante para la valoración de la calidad ambiental. Las áreas con vegetación mejor conservada, donde no se desarrollan actividades humanas, fueron clasificadas como áreas con ruido natural, que no interfieren con la buena calidad en este componente.

Se presenta en la Figura 4.125 el DA del componente atmósfera, donde las zonas con calidad alta y media alta corresponden a aquellas con el potencial suficiente para contener la dispersión de ciertos contaminantes atmosféricos, principalmente el material particulado. Por el contrario, los sitios donde se desarrollan actividades antrópicas, hay emisión de gases, ruido artificial, altos niveles lumínicos y generación de polvos, aunado a donde la cobertura del suelo no ofrece barreras contra la dispersión de éstos en el entorno inmediato, la calidad atmosférica resultó media baja y baja. La huella de las operaciones de la mina posee la calidad más baja al ser la principal fuente emisora sobre todo de polvos.

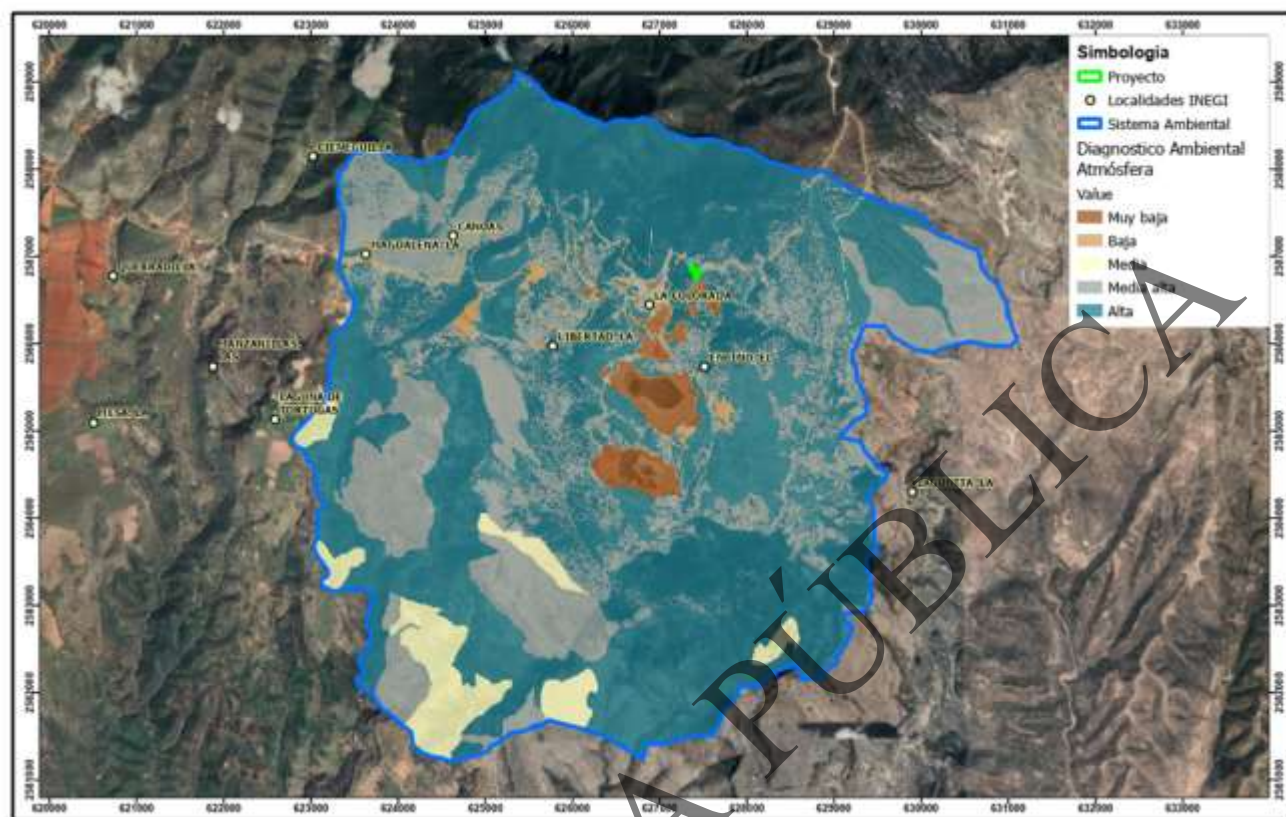


Figura 4.125 Diagnóstico Individual para el componente Atmósfera

IV.3.5.2.2. Suelo

Para evaluar la calidad del componente suelo, se consideraron dos factores: la degradación, que se obtuvo de información generada por el INEGI, y la erosión, que es un modelo generado a partir de la susceptibilidad del suelo a la lluvia (factor R), erodabilidad del suelo (factor K), longitud de la pendiente (factor LS) y tipo de cobertura vegetal (factor C).

En el SA predominan valores de calidad media-alta y alta, como se observa en la Figura 4.126. Estos sitios han sido catalogados con un grado de erosión hídrica baja, es decir, con una erosión menor a 10 toneladas por hectárea por año. Estos suelos son considerados como suelos no degradados, mientras que aquellos catalogados con calidad media a baja son suelos que presentan erosión moderada, alta o muy alta. Esto puede ser deberse a la falta de cobertura del suelo que lo pone en contacto directo con los agentes erosivos, como ocurre en los caminos sin pavimentar, en terrenos destinados a la agricultura y en la huella minera.



Para el diagnóstico hidrológico, se consideraron los cuerpos de agua, las unidades hidrogeológicas y la infiltración. La primera está relacionada a la presencia de cuerpos de agua y corrientes intermitentes y/o perenes; la segunda, al potencial del material geológico a contener agua y permitir su extracción y, por ende, a su susceptibilidad a ser contaminada. La infiltración considera el tipo de suelo y su uso, así como la precipitación.

En la Figura 4.127 se puede consultar el resultado de la sobreposición de estos factores. Se observa que la calidad alta y media alta se tienen donde la infiltración de los escurrimientos es mayor. Los rangos de calidad media baja a baja se encuentran en aquellos sitios desprovistos de vegetación, donde la infiltración es menor. Esto da como resultado que los cuerpos de agua superficial que se presenten sean de forma intermitente.

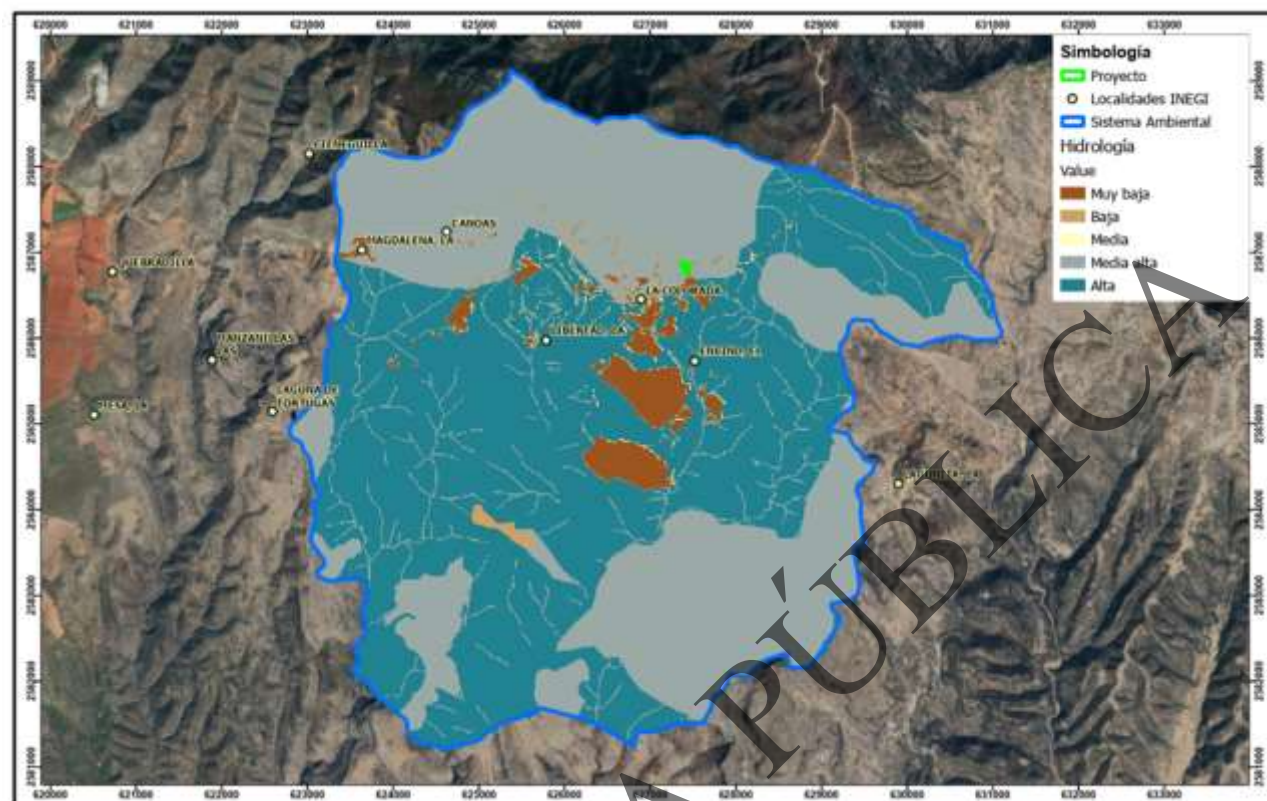


Figura 4.127 Diagnóstico Individual para el componente Hidrología

IV.3.5.2.4. Vegetación

Con una evaluación del tipo y porcentaje de cobertura de la vegetación, se obtuvo lo presentado en la Figura 4.128. De cada rango se puede interpretar lo siguiente: con calidad alta y media alta se tienen aquellas áreas con una buena condición ecológica, es decir, con diversidad y abundancia, como los bosques de encino, encino-pino y pino-encino. En el rango de calidad media se ubican las zonas no muy diversas de matorral crasicaule, con una cubierta vegetal mayor a 75%.

Con calidad media baja se tienen las áreas pobres en diversidad y con estructuras perturbadas principalmente por la interacción con las actividades antrópicas, como las vegetaciones secundarias arbustivas de los bosques de encino, pino-encino y encino-pino. Finalmente, en el rango bajo se sitúan aquellas zonas de uso no forestal, es decir, localidades, área de mina, caminos y áreas agrícolas.

En términos generales, la vegetación al norte y sur del SA se encuentra conservada, contrario al centro del polígono y los caminos que están fuertemente impactados por la actividad humana.

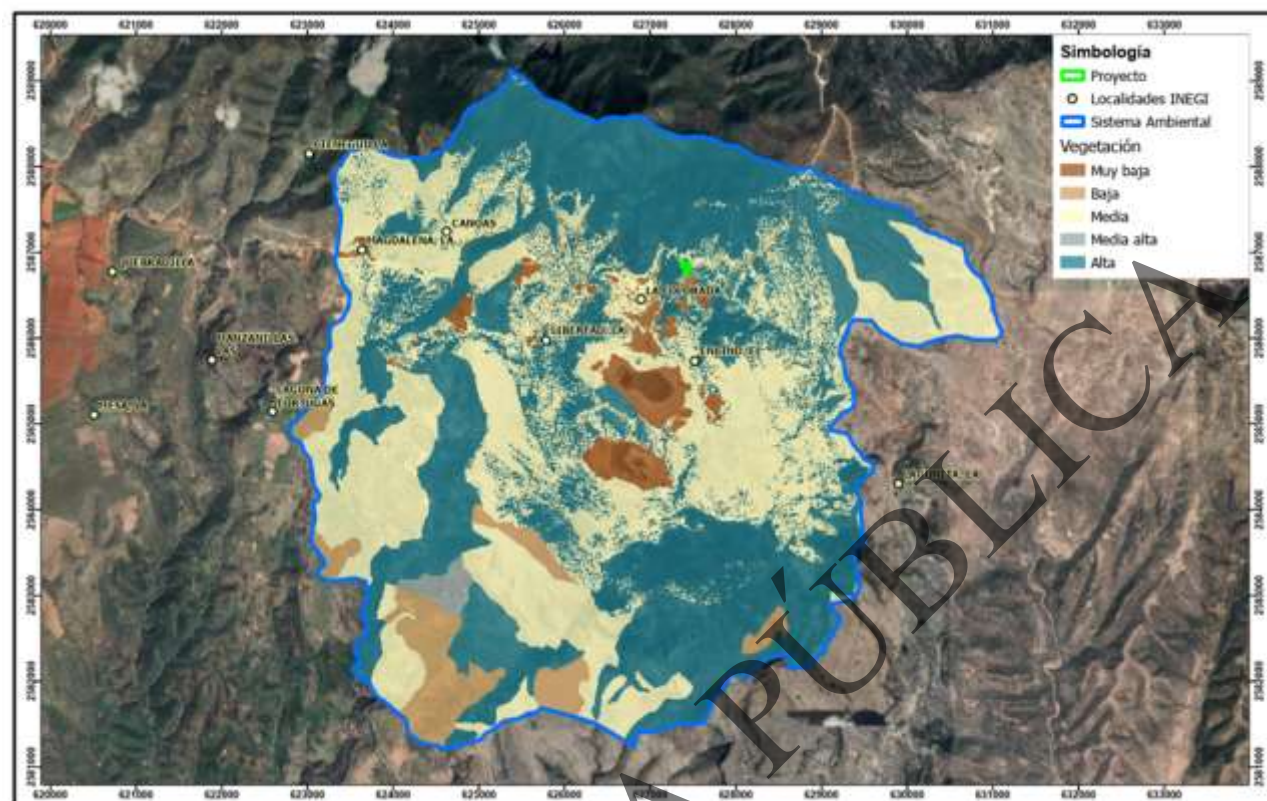


Figura 4.128. Diagnóstico Individual para el componente Vegetación

IV.3.5.2.5. Fauna

La calidad del componente fauna se basa en la evaluación de: (1) la categoría de protección en las que se encuentra cada especie, es decir, Protección especial (Pr), Amenazada (A) y Peligro (P); (2) su distribución, sea amplia en el país (especies generalistas), de distribución pequeña (aquellas especies que aun cuando se presentan poblaciones en varias provincias biogeográficas tienen parámetros muy específicos que restringen su distribución), y finalmente de distribución restringida (aquellas que necesitan condiciones muy específicas para su establecimiento, es decir que el ecosistema donde se encuentran es muy reducido por sus características propias).

Así mismo, se integraron los tipos de vegetación como una categoría y se dividió según si se presenta en uno, dos o tres o más tipos de vegetación.

En la Figura 4.129 se presenta el diagnóstico de este componente. Los bosques de encino y encino pino se consideran como las áreas con mayor calidad para la fauna. La vegetación secundaria del bosque de encino y de encino-pino, representan las áreas con calidad media-alta, mientras que el pastizal y el matorral crasicaule tienen una calidad media. Las zonas agrícolas y la huella de mina son las áreas con calidad muy baja, no se considera que puedan albergar fauna silvestre.

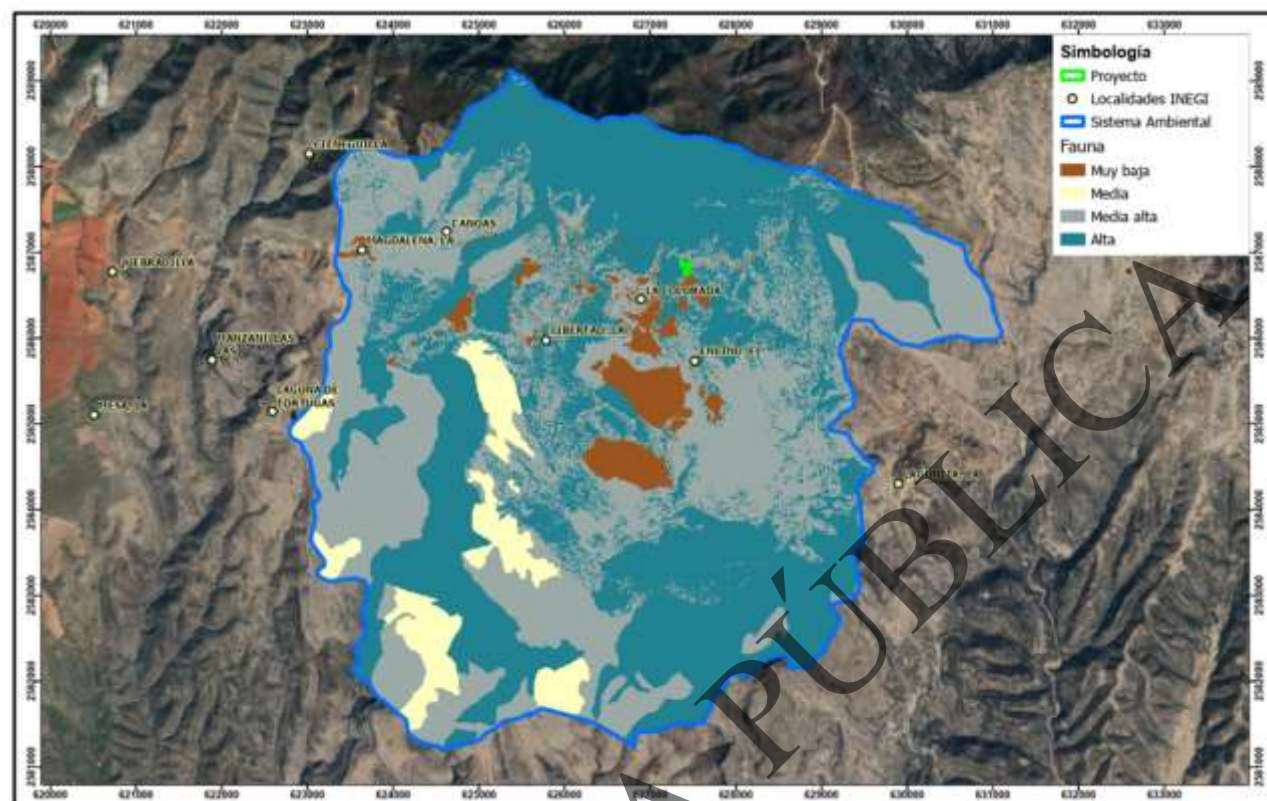


Figura 4.129 Diagnóstico Individual para el componente Fauna

IV.3.5.2.6. Paisaje

Para el diagnóstico individual del componente paisaje, que se muestra en la Figura 4.130, se consideraron dos criterios: la calidad y la fragilidad visual de éste. Estos modelos ya habían sido previamente generados en la caracterización del paisaje.

De acuerdo con la valoración realizada, una buena porción del área de interés al norte y al sur se categorizó con calidad alta, que son aquellos sitios con estructura morfológica con pendientes mayores a 30%, combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre el suelo, vegetación y rocas, presencia de fauna nativa y áreas de reproducción y nidificación, libre o casi libre de acciones antrópicas estéticamente no deseables.

La parte del SA que presenta calidad media se les atribuye a los elementos con moderada variedad e intensidad de color y contraste en suelo, roca y vegetación. Los sitios catalogados con calidad baja se presentan en las estructuras morfológicas con zonas planas, poca combinación de color, baja cobertura vegetal y una alta modificación antrópica del medio.

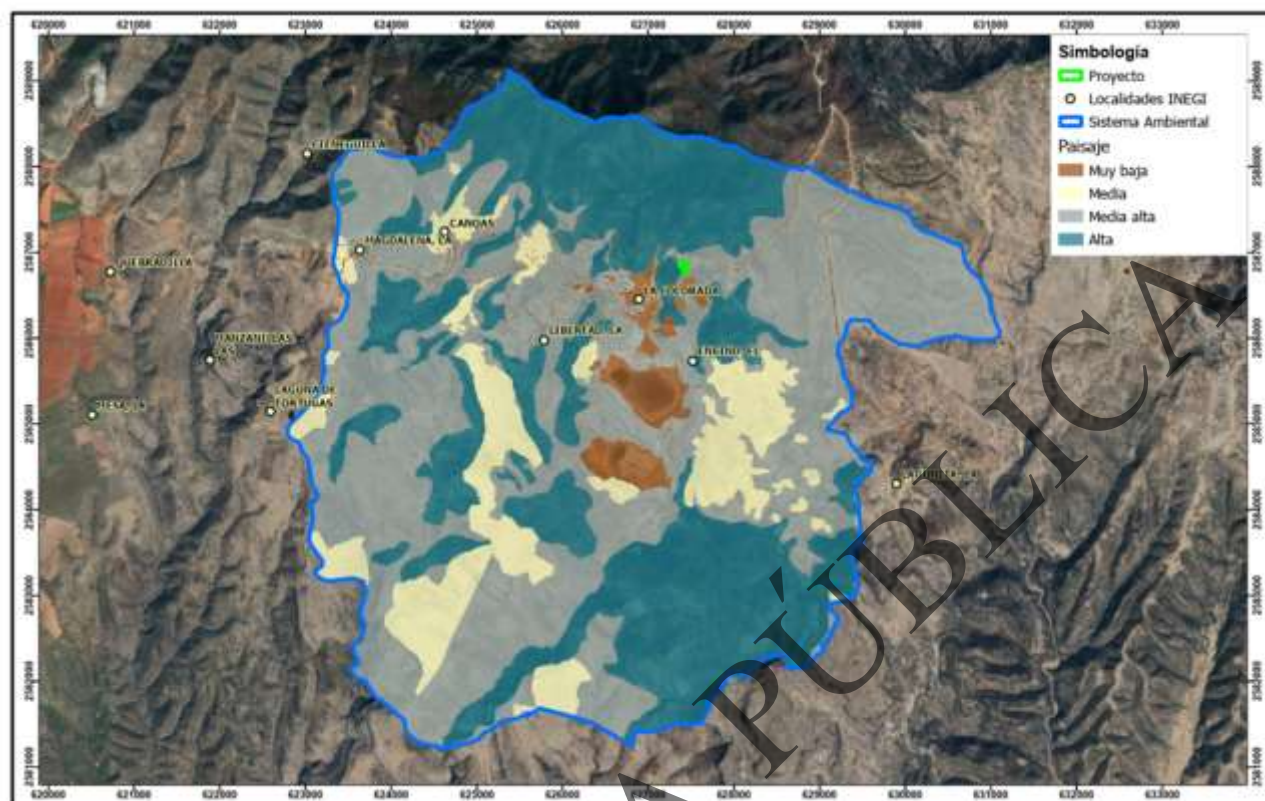


Figura 4.130 Diagnóstico Individual para el componente Paisaje

IV.3.5.2.7. Socioeconomía y cultura

Para este componente se consideraron principalmente las actividades productivas que traen derrama económica a los habitantes de la zona. Así mismo, se integraron al diagnóstico el grado de rezago social y de marginación por localidad, de acuerdo con información recopilada en el Geoportal de la CONABIO.

Los factores evaluados para el diagnóstico socioeconómico y cultural que contribuyen a la buena calidad del componente son las localidades rurales, las actividades de minería, los caminos y las parcelas. Este diagnóstico se muestra en la Figura 4.131.

Debido a que para este componente sólo se evaluaron aquellas áreas donde se dan las actividades productivas para el ser humano, el resto del territorio no intervenido muestra una calidad ambiental muy baja.



Para la integración de los diagnósticos individuales que dan origen al diagnóstico ambiental general en el SA y del Área de Influencia del Proyecto, se han tomado los valores de los Grids de los modelos de cada componente y se han multiplicado por su respectivo peso ponderado, determinado mediante el análisis para la ponderación de la importancia de los componentes (Figura 4.123).

Es importante resaltar que la multiplicación se hace con el fin de comparar en la escala adecuada a los valores resultantes en los modelos de cada componente ambiental. En otras palabras, se compatibilizan las escalas de valores mostradas en la Tabla 4.123, y posteriormente se suman para generar el Diagnóstico Ambiental Integrado. Una vez realizadas las operaciones matemáticas sobre los Grids de cada modelo, la escala de valores resultantes se vuelve a dividir en cinco categorías empleando el método de clasificación estándar de rupturas naturales (Jenks), y se asigna un rango de calidad a cada categoría. De esta manera, son los valores de cada modelo y no los grados de calidad mostrados en las figuras de los diagnósticos ambientales individuales de los apartados previos, los que influyen directamente sobre el Diagnóstico Ambiental Integrado, puesto que para el DA-I se ha generado su propia clasificación.

Al emplear la información geográfica disponible y generada para el área de estudio, y procesada en el Sistema de Información Geográfica mediante el software especializado (ArcGIS), se obtuvo un diagnóstico del estado (estimado o modelado) que guarda el Área de Estudio, que servirá de referencia para

la estimación de los impactos ambientales generados por el Proyecto una vez que esté en desarrollo, y con la aplicación de las medidas de prevención, control, mitigación y compensación.

El Diagnóstico Ambiental Integrado se muestra en la Figura 4. 132, que permite apreciar con más detalle las zonas mejor conservadas contra las zonas con mayor grado de deterioro en el SA y el AI del Proyecto.

En consideración al análisis de integración de los componentes valorados se obtiene como resultado final la calidad ambiental que se presenta en el SA. Como se puede observar en la Figura 4. 133, la mayor parte de la superficie presenta Alta, Media -Alta, Media, Media Baja y Baja calidad ambiental.

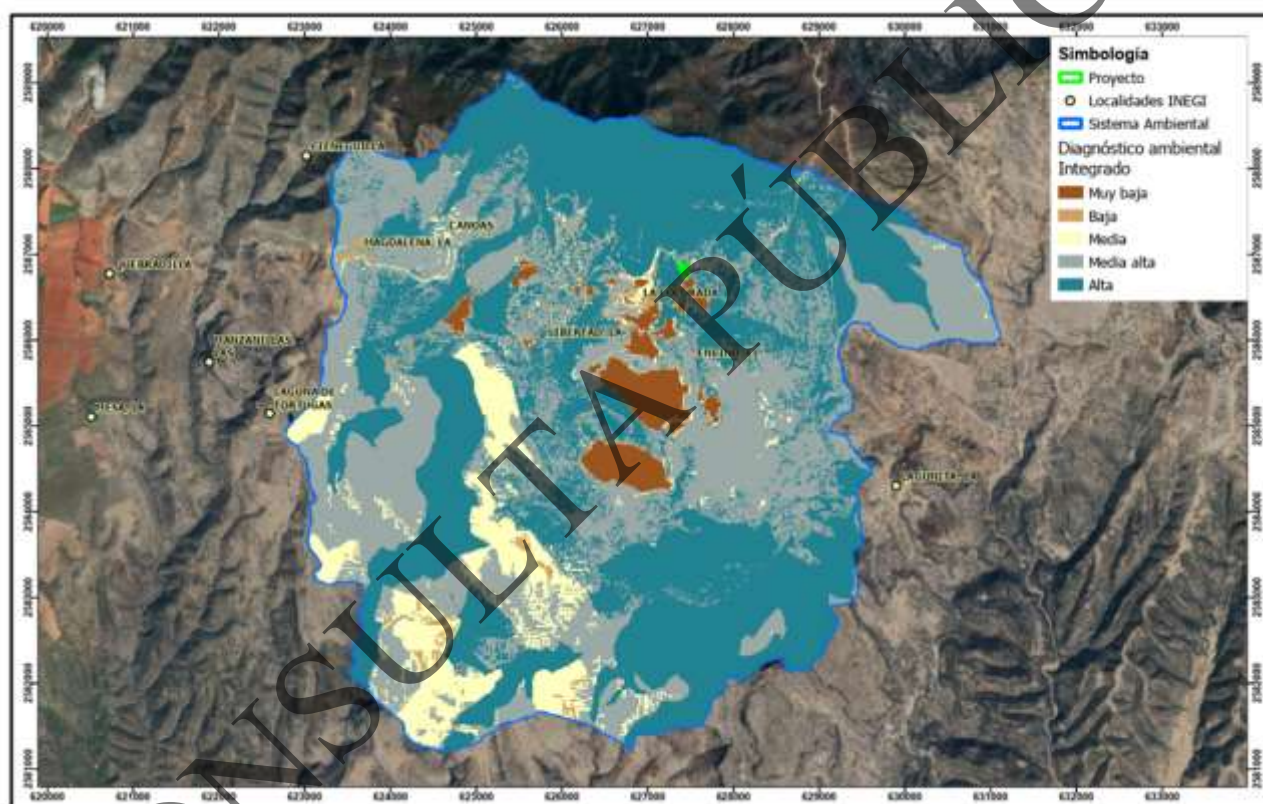


Figura 4. 132 Diagnóstico Ambiental Integrado

A continuación, se presenta el análisis de las zonas categorizadas con media alta y alta calidad ambiental. Dichas áreas presentan:

- Sitios con menor escurrimiento y por ende mayor infiltración de agua al subsuelo.
- Alta calidad atmosférica donde el ruido que se genera es de forma natural, la generación de polvos no es resultado de actividades humanas, sino natural.
- Alta calidad en suelo, se encuentran sitios catalogados sin degradación aparente y baja erosión hídrica.
- Alta calidad de la vegetación donde la cobertura vegetal se presenta de forma cerrada y conservada con nula o casi nula degradación e influencia antrópica.

- Alta calidad en el componente fauna, sitios conservados ideales para el establecimiento de hábitats de especies animales, donde la influencia de actividades antrópicas es baja o nula
- Medio-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 mitigar intervenciones antrópicas es baja.

La superficie catalogada con calidad ambiental media fue determinada en consideración al siguiente análisis:

- Sitios con cobertura vegetal catalogada como abierta, es decir, zonas moderadamente conservadas.
- Sitios moderadamente conservados para el establecimiento de hábitats de fauna.
- Moderado grado de erosión del suelo, equivalente a no mayor de 50 toneladas por año.
- Con presencia de degradación evidente del suelo.

La superficie catalogada con media-baja y baja calidad ambiental fue determinada en consideración al siguiente análisis:

- Sitios con mayor escurrimiento causado por suelo desprovisto de vegetación.
- Presencia de baja calidad atmosférica dada a la alta actividades antrópicas donde se genera ruido artificial esporádico o constante, además de generación de polvo, gases, entre otros.
- Baja calidad del suelo causado por la alta degradación física del suelo que deriva de las actividades humanas (degradación por compactación y eliminación del suelo).
- Baja calidad de la vegetación puesto a las intensas y extensas actividades antrópicas que se desarrollan, como los caminos, agostaderos e infraestructura. La cobertura vegetal es inexistente.
- Media-baja y baja calidad en el componente fauna en consideración a la fuerte influencia de las actividades antrópicas, que inevitablemente ahuyentan a la fauna. Dichas zonas se consideran como no aptas para el establecimiento de hábitats para las especies animales.
- Baja calidad paisajista en consecuencia de las acciones antrópicas que modifican y no añaden calidad visual al escenario que se presenta.

IV.3.5.4. Problemática ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto

Al integrar los componentes ambientales que se encuentran en la superficie del AI, se determinó la problemática ambiental que se presenta en dicha área.

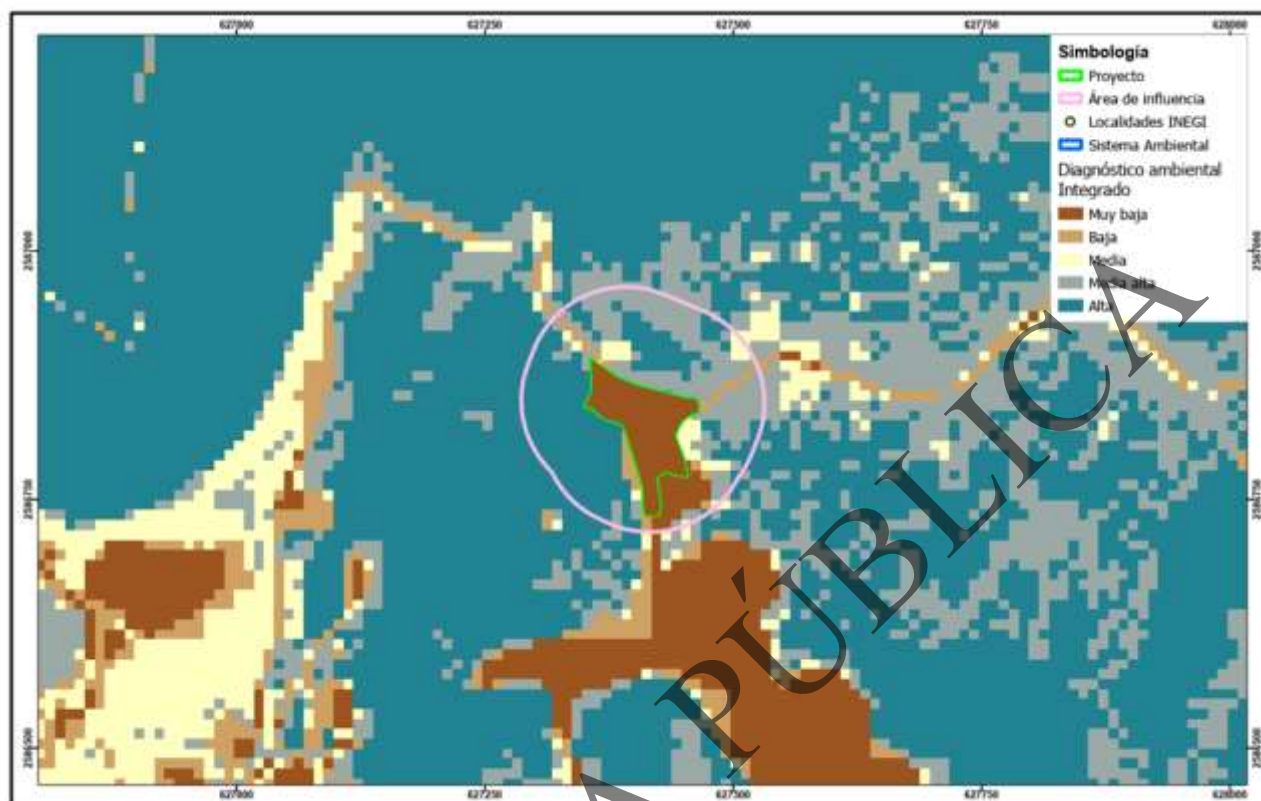


Figura 4. 133 Diagnóstico Ambiental Integrado para el Área de Influencia

La problemática ambiental detectada en el AI es generada por acciones antrópicas que al mismo tiempo potencian la degradación del entorno (AI), a continuación, se describe la problemática detectada:

- Las actividades e infraestructura antrópica que se encuentran en el Área de Influencia generan cambios a las características del suelo dando como resultado la degradación física por compactación de este recurso.
- La circulación constante de vehículos y maquinaria aumenta la generación de polvos y ruido que es perceptible al entorno inmediato.
- La presencia de caminos dentro del Área de Influencia tiene implicaciones hacia la fauna silvestre, a pesar de que los caminos representan un beneficio social y económico hacia las localidades, son también un factor de mortalidad de especies silvestres, además limitan la dispersión de fauna silvestre alejándolas a zonas conservadas, fungiendo como una especie de barrera.
- La calidad visual que se presenta en la superficie del Área de Influencia se ve disminuida por las acciones antrópicas principalmente industrial-minera que modifican y no añaden calidad visual al escenario paisajista que se presenta.

La mayor parte de la superficie del Área de Influencia presenta calidad ambiental Baja, Media Baja y Media, donde se presentan moderadas combinaciones de color y poco variadas, moderados contrastes entre el suelo, vegetación y rocas, baja a moderada presencia de fauna nativa, con presencia de actividades antrópicas estéticamente no deseables. En las superficies con Media Alta, distribuidos en la superficie del Área de Influencia, son sitios donde se encuentra cobertura cerrada de vegetación, mayor presencia de

fauna, mayor conservación del suelo, mayor calidad visual del paisaje, mayor infiltración, menor escurrimiento, etc.

CONSULTA PÚBLICA

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el Capítulo anterior se realizó una descripción de la situación actual de los recursos ambientales y socioeconómicos existentes dentro del Área de Influencia donde se pretende desarrollar el Proyecto. En el presente Capítulo se identificarán los factores ambientales que podrían verse afectados y sus respectivos indicadores de calidad; posteriormente se evaluará el impacto de las actividades del Proyecto Extractor de ventilación Guadalupe.

V.1. Identificación de impactos adversos

V.1.1. Metodología empleada

En la predicción de los impactos se analizaron las actividades que se ejecutarán en el Proyecto y su relación con cada factor ambiental dentro del Área de Influencia del proyecto, estableciendo su comportamiento en forma cualitativa según la opinión conjugada de los expertos de diversas disciplinas, es decir, la identificación y evaluación de impactos ambientales se hizo a través de un enfoque multidisciplinario, a través de un grupo de especialistas de entre los que se puede mencionar, un ingeniero forestal, biólogos especialistas en flora y fauna, un edafólogo y un ingeniero ambiental, quienes proporcionaron su juicio profesional para el análisis de cada impacto identificado.

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, y los factores representativos de cada uno de los componentes ambientales.

En concreto, el Área de Influencia considera las interacciones del Proyecto y su alcance sobre los componentes ambientales (Figura 5. 1).



Figura 5. 1 Área de Influencia y Huella del Proyecto

Para el análisis del medio, el ambiente fue dividido en dos Sistemas: Físico y Socioeconómico y cinco Subsistemas: Inerte, Biótico, Perceptual 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 ambiental
Medio Físico	Medio Inerte	Atmósfera
		Geomorfología
		Hidrología
		Suelo
	Medio Biótico	Flora
		Fauna
	Medio Perceptual	Paisaje
Medio Socio-Económico	Medio Sociocultural	Infraestructura
		Cultura
	Medio Económico	Medio Económico

Posteriormente, de cada Componente Ambiental se identificaron y seleccionaron los principales factores ambientales que serán potencialmente afectados por las obras o actividades del Proyecto durante la etapas del Proyecto.

Los factores ambientales fueron identificados de acuerdo con los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado, y, por tanto, del impacto total producido por la ejecución del Proyecto sobre el medio ambiente
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias
- De fácil identificación, tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o de trabajos de campo
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles y habrá que recurrir a modelos de cuantificación específicos

De los factores ambientales identificados se seleccionaron aquellos que serán potencialmente afectados por las actividades del Proyecto, de acuerdo con los siguientes criterios.

- Extensión: Área de Influencia en relación con el entorno
- Complejidad: compuesto de elementos diversos
- Raridad: 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 que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración
- Fragilidad: endebles, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor
- Continuidad: necesidad de conservación
- Insustituible: 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. 2

Tabla 5. 2 Factores ambientales considerados para el análisis ambiental

Componente Ambiental	Factor ambiental
Atmósfera	Calidad del aire - Material particulado (PST, PM-10) y Emisiones (NO _x , SO _x , CO _x)
	Niveles sonoros
	Niveles lumínicos
	Microclima
Geomorfología	Topografía
Hidrología	Escurrimientos
	Calidad del agua
	Infiltración
Suelo	Profundidad efectiva del suelo
	Potencial de erosión
	Estructura del suelo
Flora	Distribución espacial y temporal
	Cobertura vegetal
	Especies protegidas, o de interés especial
Fauna	Distribución espacial y temporal
	Hábitat
	Especies protegidas o de interés especial
Paisaje	Cualidades estéticas
	Continuidad paisajística y visibilidad
Infraestructura	Servicios e infraestructura
Cultura	Capacitación, educación y programas
Medio Económico	Desarrollo económico
	Uso del territorio para actividades productivas
	Vocación del suelo

Una vez identificados los factores del medio susceptibles de ser impactados por las obras y actividades del Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe, se procedió al reconocimiento de sus indicadores ambientales.

Identificación de indicadores de impacto ambiental

En el presente estudio, se entiende por Indicador de Impacto Ambiental 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 Extractor de Ventilación Guadalupe se llevó a cabo 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 fueron utilizados en la medida en la que fue posible cuantificarlos, para la valoración de cada uno de los impactos ambientales.

Lista indicativa de indicadores de impacto

Los indicadores ambientales empleados para la identificación y cuantificación se presentan a manera de listado, conforme el Factor al cual se les atribuyen:

Tabla 5. 3 Indicadores ambientales

Factor	Indicador Ambiental
Calidad del aire	Número de unidades móviles
	Tamaño de unidades móviles
	Número de fuentes fijas
	Turnos laborados
	Cantidad y/o intensidad de movimientos de tierras
Niveles sonoros	Cantidad y tipo de equipos utilizados
	Presencia de trabajadores y gente a los alrededores
Niveles lumínicos	Turnos nocturnos
	Instalaciones y edificaciones
	Tráfico nocturno
Microclima	Estimación de zonas con microclima (cañadas, bosque)
Topografía	Pendientes
	Curvas de nivel (corte, excavación, relleno, apilamiento)
Escurrimientos	Geomorfología de la zona
	Escorrentía (relleno, desviación, cortes)
	Intermitentes o perennes
Calidad del agua	Cantidad de materia orgánica (MO) de desmonte
	Cantidad de Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Sólidos Disueltos Totales (SDT)
	Calidad química del agua
Infiltración	Área de captación por nanocuenca
	Pendiente
	Permeabilidad
	Textura de suelo
Profundidad efectiva del suelo	Superficie despalmada
	Volumen de suelo removido
Potencial de Erosión	Cobertura vegetal
	Pendiente



Factor	Indicador Ambiental
	Tipo de suelo
Estructura del suelo	Superficie compactada
Distribución espacial y temporal de la vegetación	Distribución espacial de la vegetación
Cobertura vegetal	Tipo de cobertura (abierta, cerrada o dispersa)
Especies protegidas o de interés especial (flora)	Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Especies de interés comercial, Cultural, u otro
Distribución espacial y temporal de la fauna	Localización potencial de fauna silvestre
Hábitat de fauna	Integridad estimada de hábitat
Especies protegidas o de interés especial	Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Especies de interés internacional (CITES)
	Especies de baja movilidad
	Especies Migratorias
Cualidades estéticas	Estimación de las cualidades escénicas de las nanocuenas
Continuidad paisajística	Estimación cualitativa
	Cuenca visual
Servicios e infraestructura	Infraestructura de utilidad únicamente para la Mina
Capacitación, educación y programas	Programas
	Capacitación/Educación
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

Los indicadores ambientales identificados fueron utilizados de forma variable, y consideraron valores, números o intensidades estimadas para cuantificarlos y lograr una valoración de cada uno de los impactos ambientales del Proyecto.

El procedimiento seleccionado para la identificación y evaluación de los impactos ambientales consiste en el acotamiento del universo de análisis, es decir, la delimitación espacial del entorno, en el cual se definieron los factores ambientales para el análisis de cada Componente, así como los Indicadores de impacto para cada Factor. A partir de ello, y tomando como referencia las obras y actividades propias del Proyecto clasificadas por etapa en que se desarrollarán (Preparación, construcción y operación), se

identificaron de manera cualitativa los impactos ambientales y se determinaron cuáles de los factores serían los más afectados, sumado a las obras y actividades con respecto a su impacto ambiental.

Posteriormente, se procedió a determinar la importancia y magnitud de cada uno de los impactos identificados, mediante utilización de matrices de causa – efecto para cada etapa del Proyecto, mediante las cuales se efectúa una evaluación cuantitativa y más refinada de los impactos. Finalmente, se realizó una valoración de los impactos ponderando su valor de importancia y el peso relativo de los componentes afectados en el SA, para ello fue generada una sola matriz para la etapa evaluada para el Proyecto (matriz de ponderados (**Anexo 5.4**), para proceder a la interpretación y descripción de los principales impactos que generará el Proyecto.

En la Figura 5. 2 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.

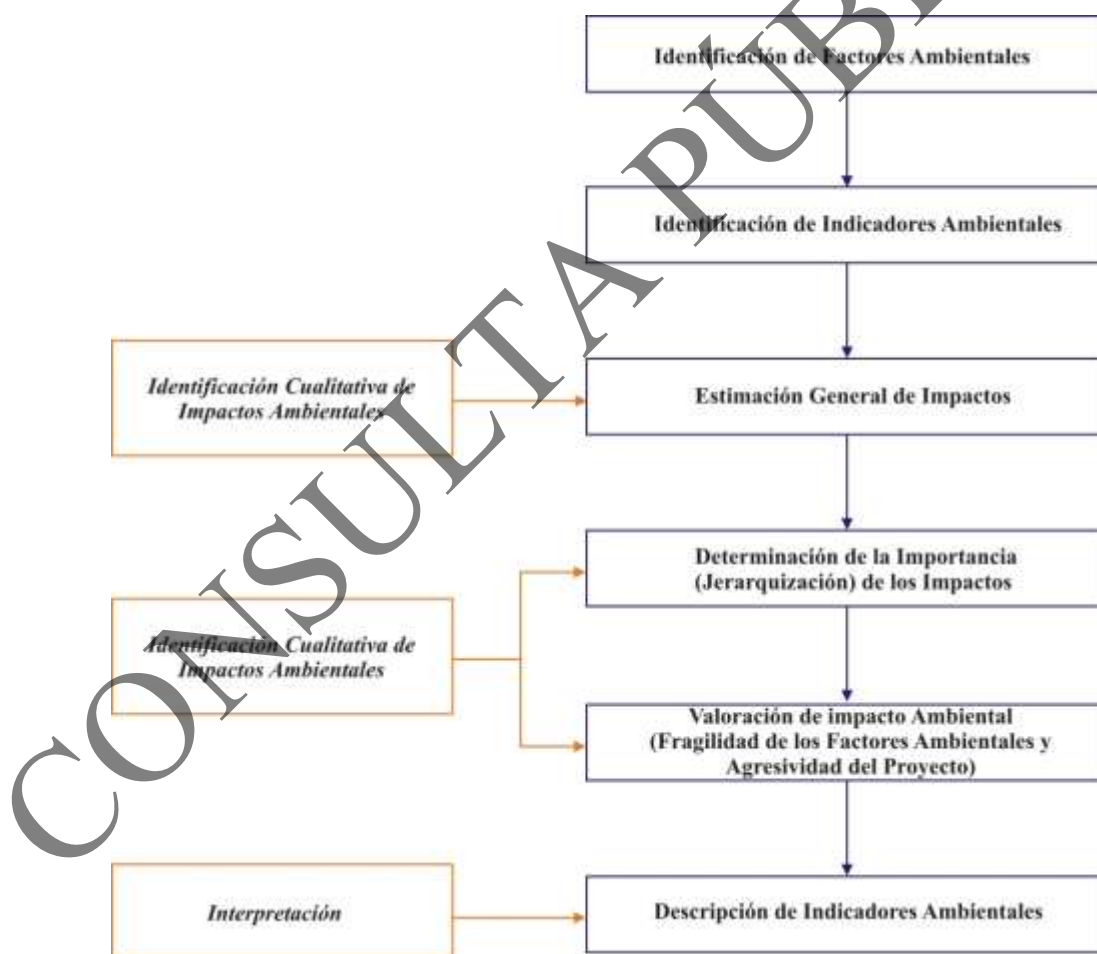


Figura 5. 2 Procedimiento utilizado para la identificación y evaluación de impactos

V.1.2. Criterios para la evaluación del impacto ambiental

Para la colecta de información y la caracterización del entorno, se utilizaron diversos criterios y metodologías, entre las que resaltan:

- Superposición cartográfica de los diferentes componentes ambientales en el área del Proyecto.
- Análisis de actividades históricas en el sitio.
- Estudios cercanos llevados a cabo por diversas firmas de ingeniería y consultoría, observaciones y estudios de campo de referencia base del sistema ambiental.
- Validación y confirmación de datos en cada una de las zonas propuestas de trabajo, zonas aledañas y áreas vecinas relevantes como referencia.
- Criterios de selección del sitio.
- Fotografías satelitales de la zona de distintas fechas (la más reciente del 2023).
- Fotografías de vuelos por dron.
- Información estatal y municipal sobre datos socioeconómicos.

V.1.2.1. Actividades impactantes

Como fue mencionado anteriormente el Proyecto se localiza sobre obras preexistentes por lo tanto, la superficie del Proyecto corresponde a superficies impactadas, por tal motivo no requiere de las actividades correspondientes a desmonte, despalde en la totalidad de su superficie.

Las actividades contempladas en la etapa de preparación (para la delimitación de las áreas del Proyecto) son las siguientes:

Levantamiento topográfico

Durante el levantamiento topográfico, se ubicará físicamente en el terreno la trayectoria del acceso, así como la ubicación exacta de cada obra (una vez establecida la ubicación definitiva).

Trazo y delimitación de obras

Esta actividad tendrá como finalidad delimitar el área que haya sido autorizada, así mismo de hacer distinción de la superficie que ocupará cada obra.

Para la delimitación de las áreas autorizada, y de cada zona según la obra a desarrollarse se podrá utilizar estacas, banderines, aerosol o *flagging* según convenga al Proyecto.

El marcaje preciso de las áreas que hayan sido autorizadas para cambio de uso del suelo y para cada obra en general incluye, el trazo de ejes, estacado sobre los ejes, estacado de los accesos a cada 10 metros y el levantamiento del eje principal en coordenadas UTM.

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

Es de importancia mencionar que se deberá hacer observancia general de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, respetando las especies presentes de la flora y fauna silvestre enlistadas en esta norma, si es que las hubiese, debiéndose seleccionar a los individuos de las especies que sean susceptibles de ser rescatadas y trasplantadas para el caso de plantas. Además, se realizarán maniobras de ahuyentamiento de fauna y en su caso la captura y reubicación de ejemplares si así es requerido.

En este sentido, la evaluación de la etapa de Construcción del Proyecto integra la obra civil (cimentaciones y albañilería), estructural (armado de estructuras y montaje de equipos), mecánica, eléctrica y la instalación equipo de control. De igual manera que en la preparación del sitio, para la etapa de Construcción se evaluarán las actividades constructivas únicamente para la zonas y obras que si le aplican.

Finalmente, la etapa de Operación hace referencia a la integración de todas las actividades del Extractor de Ventilación y uso de las obras asociadas para el Proyecto, evaluando en esta etapa las siguientes actividades potencialmente impactantes y que han sido previamente presentadas, evaluadas y autorizadas en materia de Impacto Ambiental: tránsito de vehículos, caminos de acceso, generación de residuos; así como el manejo de soluciones (almacenamiento, bombeo, conducción y/o recirculación de los insumos para la perforación del contrapozo).

Para el caso específico del desmantelamiento de obras y cierre del sitio, se llevarán a cabo las distintas obras y actividades propuestas en el Plan de Restitución y Cierre de la Mina La Colorada, ya que en él se incluyen todas y cada una de las obras mineras dentro de la mina y contempla las obras necesarias para hacer un cierre y abandono gradual del área, así como sus tiempos de ejecución y los costos de las mismas, por lo que como tal no se evalúa una etapa de abandono, además de que el sitio no requerirá un desmantelamiento de obras, sólo el cese de actividades para proceder al cierre y restitución del área.

V.1.2.2. Clasificación de las etapas del proyecto para evaluación de los impactos

Partiendo de lo anterior, en la Tabla 5. 4 se presentan las actividades y componentes como serán considerados para la evaluación de impactos en las etapas Proyecto.

Tabla 5. 4 Clasificación por etapas del Proyecto para evaluación de impactos

Etapas	Obras/ Actividades
Preparación del sitio	Levantamiento topográfico
	Trazo y delimitación de obras
	Ejecución de las actividades derivadas del Programa de Vigilancia Ambiental para la etapa de preparación del sitio (recorridos para ahuyentamiento de la fauna de alta movilidad; ejecución de actividades de captura y liberación de fauna de baja movilidad)

Etapa	Obras/ Actividades
Construcción	Utilización de maquinaria pesada
	Incremento de personal trabajando
	Incremento tráfico vehicular
	Incremento de polvos y emisiones a la atmósfera.
	Mantenimiento de maquinaria y vehículos
	Instalación de generadoras
	Mantenimiento de subestación eléctrica
	Instalación de extractor y ductos
Operación	Operación del extractor
	Restauración del sitio (retiro de infraestructura sellado del contrapozo, reforestación)

V.1.2.3. Tipos e intensidad de las alteraciones ambientales

Primeramente, se realizó un análisis cualitativo de la posible alteración a los componentes ambientales por la ocupación del Proyecto, según 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 esta.
 - Amplitud local: el impacto alcanzará a una parte limitada de la población.
 - Amplitud puntual: el impacto alcanzará a un pequeño grupo de gente.
- Importancia del impacto:
 - Importancia 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.
 - Importancia media: 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.

- Importancia 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:
 - Signo positivo (+): Cuando los impactos son favorables
 - Signo negativo (-): Cuando los impactos son desfavorables
 - Signo cero (0): Cuando los impactos sean nulos

La Tabla 5. 5 que se presenta a continuación, muestra de forma generalizada los impactos esperados para el Proyecto sobre cada componente ambiental.

Tabla 5. 5 Matriz de estimación general de impactos

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

De la tabla anterior se desprenden las siguientes observaciones:

- Los impactos de importancia mayor que fueron identificados y que serán de tipo positivo, recaerán sobre los Componentes Medio económico e infraestructura, pues se estima que con el desarrollo del Proyecto se dará pie a que se continúe con la operación de obras de sumo interés en la Mina La Colorada.
- Para los componentes del medio abiótico y por la intensidad de la alteración resultando en impactos de importancia menor, para el caso del componente Atmósfera la intensidad será media y de importancia Media.
- Respecto al componente Paisaje, durante el desarrollo del Proyecto y su etapa de preparación, se estima que el impacto sea de intensidad Baja y amplitud Local, puesto que el presente Proyecto se ubica en un punto de la Mina La Colorada perturbado por las distintas actividades mineras a las que se le suma el presente Proyecto.

- El Componente Ambiental denominado Cultura recibirá impactos positivos de intensidad alta pues habrá capacitación, educación y programas de desarrollo para los involucrados en el Proyecto y para las localidades cercanas, se espera que los impactos sean a una escala local y de importancia mayor.

Identificación de impactos ambientales

A continuación, se llevó a cabo una identificación más detallada de los diferentes impactos, para lo cual se construyó una matriz cualitativa que permite identificar las interacciones relevantes al ambiente causadas durante las etapas del proyecto, considerando todas las obras y actividades requeridas por el mismo.

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 en cada una de las tres etapas y que serán causa de los posibles impactos.

A continuación, se presenta en la Tabla 5. 6 la Matriz de identificación de impactos del Proyecto y el balance numérico de los impactos por etapa.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 5. 6 Matriz de Identificación de Impactos del Proyecto

				Etapa		
				P r e p a r a c i ó n	C o n s t r u c c i ó n	O p e r a c i ó n
 Clifton Associates Ltd.- ingeniería • ciencias • tecnología Natural Environment S.C.						
 NE Natural Environments S.C.						
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	ND	ND	ND
		GEOMORFOLOGÍA	MICROCLIMA	ND	ND	ND
			TOPOGRAFÍA	ND	ND	ND
			CAUCES	ND	ND	ND
			ESCURRIMIENTOS	ND	ND	ND
		HIDROLOGÍA	CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL - Sedimentos	ND	ND	ND
			CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL - Química (DAM, DAR, Met.)	ND	ND	ND
			INFILTRACIÓN	ND	a	ND
	MEDIO BIÓTICO	FLORA	PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO	ND	ND	ND
			POTENCIAL DE EROSIÓN	ND	ND	ND
			COBERTURA	ND	ND	ND
			DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL	ND	ND	ND
		FAUNA	COBERTURA VEGETAL	ND	ND	ND
			ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL	ND	ND	ND
			DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL	A	A	a
			HABITAT	ND	ND	ND
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJE	ESPECIES PROTEGIDAS	ND	ND	ND
			CUALIDADES ESTÉTICAS	A	A	A
			CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA	A	A	A
	MEDIO SOCIO-CULTURAL	INFRAESTRUCTURA	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	b	b	b
			GENERACIÓN DE RESIDUOS	A	A	A
		CULTURAL	CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS	B	B	B
	MEDIO ECONÓMICO	MEDIO ECONÓMICO	DESARROLLO ECONÓMICO	B	B	B
			USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	b	b	b
			VOCACIÓN DEL SUELO	ND	ND	ND
A = Impacto adverso principal a = Impacto adverso secundario ND = Sin impacto				B = Impacto benéfico principal b = Impacto benéfico secundario		

Tabla 5. 7 Balance de impactos por etapas

Impacto Etapa	Adverso Principal	Adverso Secundario	Benéfico Principal	Benéfico Secundario	No determinado
Preparación del sitio	6	1	4	0	0
Construcción	7	1	4	0	0
Operación	6	1	4	0	6

De la matriz de identificación de impactos, se obtiene estas conclusiones:

- Durante el desarrollo del Proyecto NO se identifica que puedan acontecer impactos adversos críticos que comprometan a la biodiversidad u ocasionen desequilibrios ecológicos.

- Con la Matriz de identificación de impactos fue posible determinar que durante el desarrollo del Proyecto pudieran acontecer 28 factores impactados para los distintos componentes ambientales, de los cuales se determinan 22 como impactos adversos, 12 impactos benéficos y 6 sin impacto.

Una vez identificados de forma general los impactos sobre cada uno de los factores ambientales del entorno del Proyecto, se procedió a determinar su importancia.

V.1.2.4. Determinación de la importancia y jerarquización de los impactos ambientales

Se desarrolló una matriz causa – efecto para cuantificar la importancia de los impactos por tipo actividad en la fase de preparación.

Para determinar la importancia de cada impacto, se valoraron diez atributos o parámetros de referencia. En las matrices utilizadas las casillas de cruce están ocupadas por los valores correspondientes a los atributos. A continuación, se describen cada uno de los atributos empleados y sus escalas de valoración.

- Intensidad (IN) – Grado de afectación

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 8, en el que el 8 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.

En el caso de que el efecto se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería en función de la extensión en que se manifiesta (+4).

- Extensión (EX)

Se refiere al área de influencia teórica del impacto. 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).

- 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 aun cuando la actividad impactante haya cesado. 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, consideramos 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. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabrían de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actúa 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.

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 irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias el valor adoptado será (4).

En la Tabla 5. 8 se resumen las escalas de valoración de los diez atributos mencionados.

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



Atributo	Características	Valor
	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
	Compensable	4
	Irrecuperable	8

Una vez valorados los atributos, la importancia de cada impacto se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Importancia} = +/- (3\text{IN} + 2\text{EX} + \text{MO} + \text{PE} + \text{RV} + \text{SI} + \text{AC} + \text{EF} + \text{PR} + \text{MC})$$

El signo del impacto hace alusión al carácter benéfico (+) o adverso (-) de la naturaleza de las acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

La evaluación llevada a cabo crea un índice que refleja las características cuantitativas y cualitativas del impacto, tanto por la obra/actividad como la condición actual del sitio, con lo cual se describe la interacción en términos de magnitud e importancia.

La importancia de los impactos puede tomar valores en un rango de 13 a 100, lo que permite hacer comparaciones numéricas y jerarquizar los impactos. Los impactos con valores de importancia inferiores a 28 son clasificados como “Compatibles”, es decir irrelevantes; los impactos con importancia en el rango

entre 28 y 53 son clasificados como “Moderados”, en el rango 54 y 78 son “Severos” y cuando la importancia tiene un valor superior a 78 se consideran como “Críticos”. Según su clasificación, los impactos son marcados en la matriz de importancia con un color que los distingue: blanco para los compatibles, amarillo para los moderados, naranja para los severos y rojo para los impactos críticos.

En la siguiente descripción se presenta el análisis derivado de la evaluación de impacto ambiental para las distintas etapas del Proyecto detallando el posible impacto para los distintos factores ambientales.

Etapas de Preparación

De la matriz de caracterización de la importancia de impactos de la etapa de preparación del sitio del Proyecto (**Anexo 5.1**) se concluye lo siguiente:

- Debido a que durante la etapa de preparación será necesaria la utilización de maquinaria, se estimó que el impacto por la emisión de gases contaminantes producto de la maquinaria de trabajo y vehículos de contratistas será de intensidad baja y extensión parcial, considerándose, así como impacto compatible y que puede ser reversible inmediatamente una vez que la maquinaria finalice su operación.
- Respecto a los niveles sonoros se tendrá una alteración en los mismos por el uso constante de maquinaria y de personal en el sitio, alterarán los niveles normales de ruido ambiental. Este impacto es de importancia compatible por su intensidad media y que es reversible y recuperable de manera inmediata cuando no se realicen actividades en esta etapa.
- Se estima que, durante el desarrollo de la etapa de preparación del sitio, no se presenten alteraciones de los niveles lumínicos en el área del Proyecto, ya que todas las actividades podrán llevarse a cabo durante horarios de trabajo diurnos.
- La distribución espacial y temporal de la fauna se verá impactada de manera directa al iniciar las actividades y obras de Preparación del sitio, acontecerá un ahuyentamiento involuntario por el ruido de la maquinaria y el paso de personal, ocasionando que los individuos de las diferentes especies se desplacen a zonas aledañas al área de trabajo, el impacto tendrá una intensidad baja por la superficie del Proyecto y las cualidades ambientales aledañas que presentan cierto grado de perturbación por actividades antrópicas, además de ser considerado como parcial con una persistencia temporal, también de que sus características de impacto pueden ser mitigables con las medidas adecuadas.
- Los factores de especies protegidas y de interés especial para la fauna se verán impactados durante el desarrollo de la preparación del sitio, ello debido a que las especies que se encuentren en el sitio y que ocurran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 sufrirán la misma presión que el resto de las especies al momento de iniciar el desplazamiento forzado, cambio de áreas de anidación, alimentación, reproducción, entre otras. El impacto a este Factor será de intensidad baja y de extensión parcial por la superficie del Proyecto y sus limitantes, siendo también un impacto mitigable durante su desarrollo.

- Debido a las condiciones actuales en las que se encuentra el sitio del proyecto y a su entorno, las modificaciones a la calidad visual y la continuidad paisajística y visibilidades producidas por el desarrollo de las actividades de preparación del sitio, causarán impactos con una intensidad baja, esto generado principalmente por la alta perturbación que ya existe en el sitio del Proyecto por la operación de las obras mineras de los alrededores. Estos impactos serán de extensión parcial por sus dimensiones, pero irreversibles, permanentes y acumulativos incluso después del término de su vida útil.
- Durante el desarrollo de esta etapa de preparación del sitio el factor de infraestructura para la mina analizado no sufrirá algún impacto, puesto que en esta etapa se busca adecuar y propiciar el sitio o polígonos solicitados para que posteriormente puedan ser empleados como infraestructura o genere algún servicio. El factor de generación de residuos tendrá una intensidad baja esto debido a que en esta etapa se tiene considerado que en los sitios donde se desarrolle el proyecto se generen residuos orgánicos por consumo de alimentos por parte del personal que ahí laborará, siendo este impacto de efecto directo, acumulativo y mitigable con las adecuadas medidas implementadas en la Mina La Colorada.
- El Componente cultural se verá beneficiado en esta etapa del proyecto pues se llevarán a cabo capacitaciones en materia ambiental y operativa, lo que dará como resultado una concientización ambiental directa a los trabajadores e involucrados en el proyecto, así como una actualización de las mejores técnicas y procedimientos de operación durante las jornadas laborales en áreas industriales.
- El Componente medio económico, se encuentra dividido en tres factores: desarrollo económico que será un impacto positivo en esta etapa, ya que con el inicio de actividades del proyecto se lograrán mantener empleos dentro de la Mina, y con ello las operaciones generales dentro de la mina La Colorada, lo que se refleja en el sustento de los empleos directos e indirectos que conlleva.
- El uso del territorio para actividades productivas en esta etapa no será evaluado hasta las siguientes (construcción y operación) esto porque aquí solo son actividades de Preparación del sitio.

En la Figura 5. 3 se muestra una gráfica con la relación de los impactos ambientales por componente en la etapa de Preparación del sitio, así como la valorización dada a cada uno de los componentes ambientales y sus distintos factores a impactar.

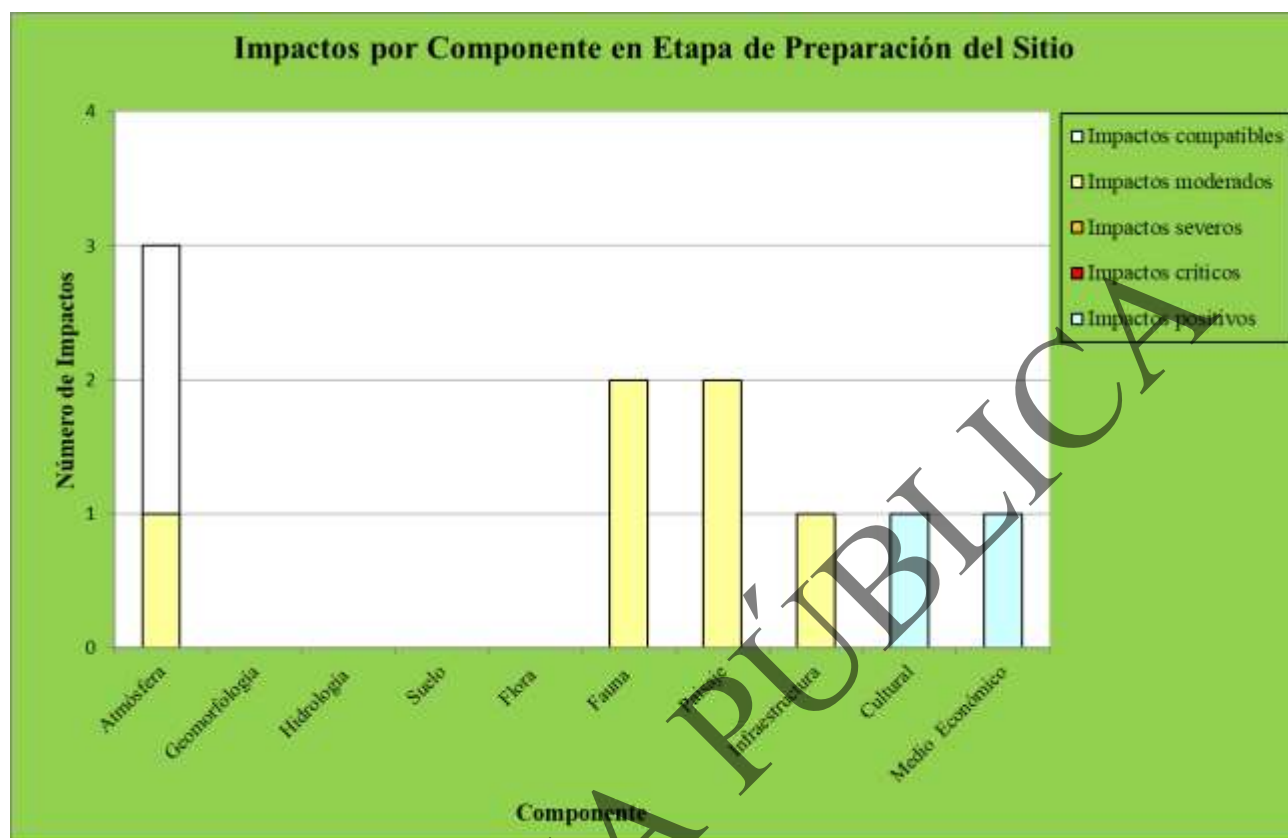


Figura 5. 3 Impactos por componente en la Preparación del terreno

En el **Anexo 5.1**, se presenta la matriz de importancia de los impactos identificados para la etapa de preparación del sitio del Proyecto, en la que se presenta y evalúa las distintas actividades que se pretenden realizar.



Tabla 5. 9 Matriz de Importancia de Impactos en la Etapa de Preparación

Matriz de importancia de impactos
Etapa de Preparación del sitio

Matriz de importancia de impactos				ETAPA DE PREPARACION DEL SITIO												
SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTORES IMPACTADOS	ATRIBUTOS DE IMP. DEL IMPACTO											IMPORTANCIA (P*) POR FACTOR	
				IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	EE	MC			
MEDIO FISICO	MEDIO INERTE	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE - Material particulado (PST, PM-10)	1	1	1	1		2	4	1	4	1	23		
			CALIDAD DEL AIRE - Emisiones (NOx, SOx, COx)	1	2	1	1	2	2	4	1	4	1	25		
			NIVELES SONOROS	2	1	4	1	1	2	4	1	4	1	26		
			NIVELES LUMÍNICOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			MICROCLIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			Total Atmósfera												74	
		GEOMORFOLOGÍA	TOPOGRAFÍA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			Total Geomorfología												0	
			ESCURRIMIENTOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL - Sedimentos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL -Química (DAM,DAR,Net)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			INFILTRACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		SUELO	PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			POTENCIAL DE EROSIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			COBERTURA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			Total Suelo												0	
			Total Medio Inerte												74	
			COBERTURA VEGETAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Total Flora												0			
	FAUNA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL	1	1	4	1	4	2	4	4	1	4	29			
		HABITAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		ESPECIES PROTEGIDAS	1	2	4	1	4	2	4	4	1	4	31			
		Total Fauna												60		
	Total Medio Biótico												60			
	CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA	1	2	4	4	4	2	4	4	4	4	37				
	Total Paisaje												74			
	Total Medio Perceptual												74			
	Total Medio Físico												208			
	GENERACIÓN DE RESIDUOS	1	1	4	1	1	2	4	4	2	4	27				
	Total Infraestructura												27			
CULTURAL	CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS	2	2	4	4	4	2	4	4	4	4	40				
	Total Cultural												40			
	Total Medio Sociocultural												67			
USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
VOCACIÓN DEL SUELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Total Medio Económico												32				
Total Medio Socioeconómico												32				

Lo anteriormente analizado y descrito por las matrices de impacto para la etapa de preparación del sitio, la cual se presenta de manera general en el **Anexo 5.1**, donde se observa la presencia de los impactos estimados para esta etapa de manera gráfica, para posteriormente poder identificarlos por su importancia como impactos principales del Proyecto

Etapa de 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:

De acuerdo con la evaluación de impactos, en la etapa de construcción se presentarán impactos adversos compatibles y moderados, sin identificarse impactos severos ni críticos. Los impactos benéficos se presentan con una importancia en el rango de los moderados. Se presenta a manera de resumen gráfico la categorización de la importancia de los impactos identificados para la etapa de construcción.

Los impactos de mayor importancia que se generarán a partir de la ejecución de las actividades propias de la etapa constructiva del Proyecto, la cual se estima como la de menor intensidad de maniobras y la que requiere menor afluencia de personal, se han previsto sobre los factores de Paisaje sonoro, distribución espacial y temporal de fauna y Calidad visual; seguido de Infraestructura para la mina, desarrollo económico, uso del territorio y vocación del suelo, así como Servicios e infraestructura (impactos benéficos).

- Respecto al componente atmósfera, las maniobras que implicarán movimiento de tierras (el uso de vehículos y maquinaria con motores de combustión interna que generan ruido y emisiones de gases contaminantes atmosféricos) serán de importancia media, disminuyendo. En este sentido, la intensidad de los impactos sobre la calidad del aire y niveles sonoros es media, aunque la naturaleza de sus efectos da como resultado impactos de importancia compatible.
- En esta etapa no se proyecta la instalación de algunas luminarias para las obras a construir, puesto que todas las labores se harán durante horario diurno, por lo que no se espera una afectación por iluminación artificial que incremente los niveles lumínicos.
- En hidrología, la principal afectación estará ocasionada por la compactación del suelo donde se construirán las cimentaciones requeridas para el extractor y para algunos componentes, lo que reducirá la capacidad de retención y absorción de humedad del suelo, así como la infiltración, efecto adverso en categoría de moderado. Respecto a la calidad del agua, la importancia de los impactos de la etapa constructiva será ligeramente menor que en la etapa previa, resultando de importancia compatible.
- En esta etapa no serán afectados los siguientes factores: potencial de erosión, propiedades físicas del suelo, cobertura de suelos, distribución espacial y temporal de la flora, cobertura vegetal, especies protegidas y/o de interés especial de flora, especies protegidas y/o de interés especial de flora ni hábitat para fauna.
- La fauna podría seguir siendo afectada indirectamente por los mismos supuestos planteados para la etapa de preparación del sitio (presencia humana, maquinaria y equipos operando, movimiento de materiales, vehículos y maquinaria circulando, emisión de ruido, etc.), condiciones que se

presentarán a su vez durante el desarrollo de la etapa de construcción. El impacto para los factores de distribución espacial y/o temporal se considera de importancia compatible.

- Respecto al componente paisaje, se considera que la construcción que se tiene del contrapozo “la Sonrisa” y la instalación del nuevo extractor de ventilación, así como las etapas restantes del proyecto, representará una alteración moderada sobre el factor de calidad visual, dado que se encuentra inmerso por otras actividades mineras que previamente modificaron la calidad de la zona, siendo este un impacto de baja intensidad, parcial, de efecto inmediato, permanente, irreversible, acumulativo y discontinuo, aunque sinérgico e irrecuperable.
- En el componente Medio Socioeconómico, se presentará un impacto negativo de importancia compatible durante el desarrollo de la etapa de Construcción, el cual será sobre la generación de residuos generados, mismo que se considera un impacto de media a baja intensidad por el volumen de residuos peligrosos que se generarán por el mantenimiento a maquinaria y equipos; de manejo especial, así como residuos de la obra civil como escombros; y residuos domésticos (orgánicos inorgánicos), generados por el personal que laborará en el Proyecto para esta etapa.
- Respecto a los impactos benéficos se esperan impactos de importancia, los cuales se encuentran dentro de la categoría de moderados. Vocación del suelo adecua nuevamente una vocación para actividades industriales; el factor infraestructura para la mina con mayor importancia por el incremento de los servicios que ofrecerán las obras a construir.

En la Figura 5. 4 se muestra una gráfica con la relación de los impactos ambientales por componente en la etapa de construcción, así como la valorización dada a cada uno de los componentes ambientales y sus distintos factores a impactar.

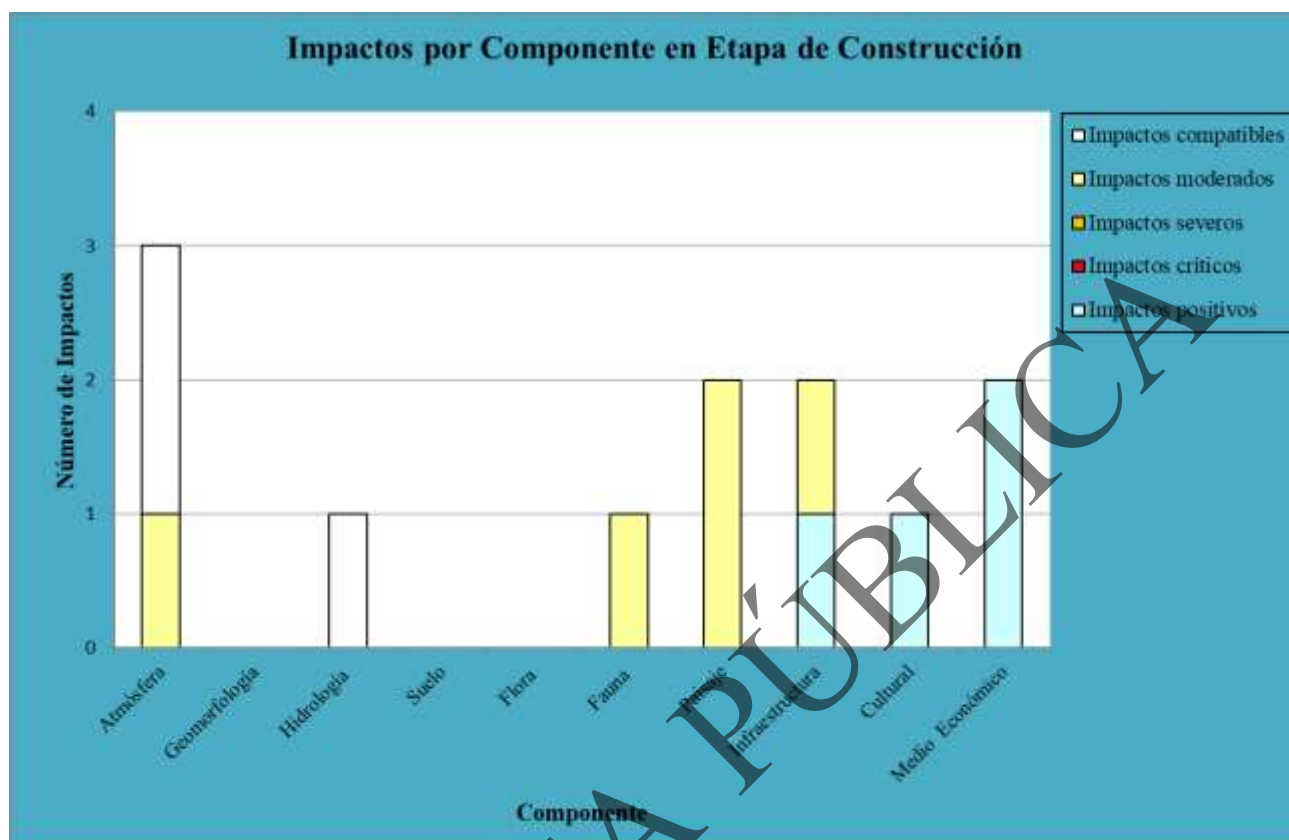


Figura 5. 4 Impactos por componente en la Construcción del terreno

En la Tabla 5. 10 se presenta la matriz de importancia de impactos de la etapa de Construcción, en la cual se muestra la valorización realizada para cada uno de los factores impactados por actividad impactante. Esta matriz puede consultarse a detalle en el **Anexo 5.2**.

Tabla 5. 10 Matriz de importancia de impactos de la etapa de Construcción

Anexo 5.2

Matriz de importancia de impactos

Etapa de Construcción

Matriz de importancia de impactos Etapa de Construcción				ETAPA DE CONSTRUCCIÓN											
				ATRIBUTOS DE IMP. DEL IMPACTO										IMPORTANCIA (I*)	
				IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	POR FACTOR	
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE - Material particulado (PST, PM-10)	1	1	4	1	1	2	4	4	2	1	24	
			CALIDAD DEL AIRE - Emisiones (NOx, SOx, COX)	1	1	4	1	1	2	4	4	2	1	24	
			NIVELES SONOROS	2	1	4	1	1	2	4	4	2	1	27	
			NIVELES LUMÍNICOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			MICROCLIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Total Atmósfera													75
		GEOMORFOLOGÍA	TOPOGRAFÍA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Geomorfología												0
			ESCURRIMIENTOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL - Sedimentos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL -Química (DAM,DAR,Neg.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			INFILTRACIÓN	1	1	4	1	1	2	4	4	2	1	24	
			Total Hidrología												24
		SUELO	PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			POTENCIAL DE EROSIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			COBERTURA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Suelo												0
		Total Medio Inerte													99
	MEDIO BIÓTICO	FLORA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			COBERTURA VEGETAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Flora												0
		FAUNA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL	1	1	4	1	4	2	4	4	4	4	32	
			HABITAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			ESPECIES PROTEGIDAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Fauna												32
		Total Medio Biótico													32
	MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJE	CUALIDADES ESTÉTICAS	1	2	4	4	4	2	4	4	4	4	37	
			CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA	1	2	4	4	4	2	4	4	4	4	37	
		Total Paisaje												74	
		Total Medio Perceptual												74	
	Total Medio Físico													205	
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	MEDIO SOCIO-CULTURAL	INFRAESTRUCTURA	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	1	1	4	4	4	2	4	4	4	4	35	
			GENERACIÓN DE RESIDUOS	1	1	4	1	1	2	4	4	4	4	29	
			Total Infraestructura											64	
		CULTURAL	CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS	1	1	4	4	4	2	4	4	4	4	35	
			Total Cultural											35	
	Total Medio Sociocultural												99		
	MEDIO ECONÓMICO	MEDIO ECONÓMICO	DESARROLLO ECONÓMICO	1	1	4	1	4	2	4	4	4	4	32	
			USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	1	1	4	4	4	2	4	4	4	4	35	
			VOCACIÓN DEL SUELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Medio Económico											67	
		Total Medio Económico												67	
	Total Medio Socioeconómico													166	

Etapas de 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:

- De acuerdo con la evaluación de impactos, en la etapa de Operación se presentarán impactos adversos compatibles y moderados, sin identificarse impactos severos ni críticos.

En materia de atmósfera se esperan las mayores afectaciones perceptibles sobre la calidad del aire y sobre las emisiones de ruido, ya que estos factores incrementarán principalmente por las actividades de extracción de aire viciado desde el interior de la mina constantes durante la operación; siendo el factor de la calidad del aire de una intensidad media, con extensión parcial, de efecto inmediato, directo permanente pero reversible a mediano plazo, acumulativo y continuo.; el factor paisaje sonoro tendrá una intensidad alta, parcial, permanente durante toda vida útil del extractor de ventilación, directo y acumulativo. Por ende, el factor paisaje sonoro tendrá importancia en categoría de moderado y mitigable ya que los niveles sonoros pueden ser reducidos con los mantenimientos, así como monitoreados por muestreos de ruido perimetrales, el factor calidad de aire es recuperable de manera inmediata ya que se pueden suprimir los polvos de la fuente que los genera.

- Tampoco se espera que la operación del Proyecto ocasione efectos adversos sobre los componentes geomorfología, suelo y flora, aun cuando en esta etapa aún puedan apreciarse los efectos adversos sobre estos componentes generados en las etapas previas.
- En esta etapa de operación donde el personal en el sitio aumenta considerablemente, dando paso a una nueva forma de alteración sobre la distribución espacial y temporal de la fauna, aunque de manera ligera, ya que este impacto se considera de intensidad media a baja, de efecto parcial, inmediato, permanente e irreversible, sin sinergismo y acumulativo, discontinuo, pero mitigable. Principalmente por las actividades diarias como el tránsito de personal y vehículos, además del ruido ocasionado por el contrapozo. Cabe señalar además que, en lo particular para el Proyecto, se contemplan distintas actividades a base de medidas de prevención y mitigación para reducir los impactos ambientales para el componente en esta etapa del Proyecto.
- En materia de paisaje, el factor de calidad visual presenta un impacto moderado, teniendo una intensidad baja, es indirecto e irreparable. Sin embargo, se implementarán medidas para atenuar los efectos de este factor.
- En el componente Medio socioeconómico, se presenta un impacto adverso en la categoría de compatible. Esto se debe a la continua generación de residuos durante toda la etapa operativa. Cabe mencionar que, si bien será un impacto de importancia compatible, también es un impacto altamente recuperable a mediano plazo, puesto que la Mina La Colorada cuenta ya con la mano de

obra e infraestructura necesaria para llevar a cabo un adecuado manejo y disposición de todos los residuos en general.

- Los impactos benéficos del Proyecto, de mayor importancia relativa y absoluta, se presentarán durante la Operación de este, ya que se trata de infraestructura minera con gran inversión que contribuirá a la continuidad del crecimiento económico de la región. Este incremento en la producción minera supone un progreso de índole regional, puesto que se potencializa el desarrollo económico en cualquiera de los sectores que sea beneficiado.

En la Figura 5. 5 se muestra una gráfica con la relación de los impactos ambientales por componente en la etapa de Operación, así como la valorización dada a cada uno de los componentes ambientales y sus distintos factores a impactar.

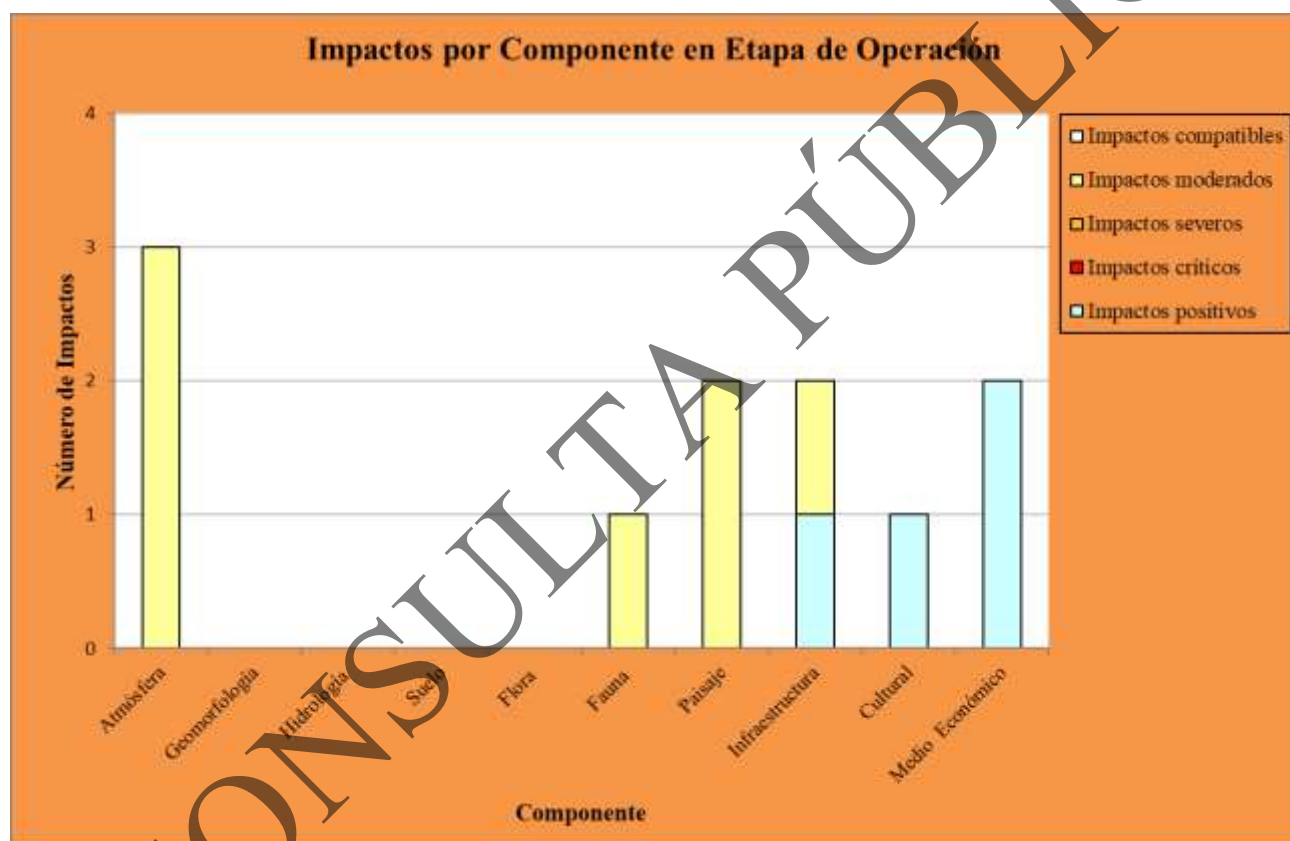


Figura 5. 5 Impactos por componente en la Operación del terreno

En la Tabla 5. 11 se presenta la matriz de importancia de impactos de la etapa de Operación, en la cual se muestra la valorización realizada para cada uno de los factores impactados por actividad impactante. Esta matriz puede consultarse a detalle en el **Anexo 5.3**.

V.1.2.5. Valoración de impactos ambientales con ponderación de importancia de los factores ambientales

Una vez determinado su grado de importancia, se realizó una nueva valoración de los impactos, esta vez ponderando la importancia de los factores ambientales.

Para lo anterior, se extrajeron los valores máximos de importancia de los impactos identificados para cada etapa del Proyecto. En esta matriz se pondera el efecto de acuerdo con lo significativo que es con respecto a cada factor ambiental.

A cada factor ambiental identificado se le asignó un factor de 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 factor de peso se basó en el juicio de un grupo multidisciplinario de especialistas ambientales, para lo cual se predeterminaron un total de 1,000 UIP a ser repartidos entre los distintos factores ambientales de acuerdo con su grado de contribución al sistema ambiental.

En la matriz de valoración de impactos, se presentan en la columna del factor, 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 nos indica las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental, traducido como “Fragilidad” ante el Proyecto. La suma por columnas nos da una valoración relativa del efecto que cada acción producirá en el medio y, por tanto, su “grado de alteración”. Es importante señalar que, aunque se tabulen los distintos impactos determinados por su valor absoluto o su valor relativo, el orden en cada tabla no es sinónimo de su representatividad u orden jerárquico por importancia, ya que dichas tablas dan pauta para el establecimiento final de los impactos ambientales relevantes del Proyecto.

De la matriz de valoración de impactos con ponderación de los factores ambientales del Proyecto, se concluye lo siguiente:

- Por la magnitud del impacto adverso absoluto que reciben los factores ambientales, estos pueden ser ordenados, de mayor a menor alteración, como aparecen en la Tabla 5. 14.
- Por la magnitud del impacto adverso relativo que reciben los factores ambientales, estos pueden ser ordenados, de mayor a menor alteración, como aparecen en la Tabla 5. 15.

Tabla 5. 12 factores impactados por valor absoluto ordenados de mayor a menor vulnerabilidad

ID	Factor
1	Cualidades estéticas
2	Continuidad paisajística
3	Capacitación, educación y programas
4	Desarrollo económico
5	Distribución espacial y temporal
6	Niveles sonoros
7	Generación de residuos
8	Calidad del aire - emisiones (nox, sox, cox)
9	Calidad del aire - material particulado (pst, pm-10)
10	Servicios e infraestructura
11	Uso del territorio para actividades productivas
12	Especies protegidas
13	Infiltración

Tabla 5. 13 factores impactados por valor relativo ordenados de mayor a menor vulnerabilidad

ID	Factor
1	Cualidades estéticas
2	Distribución espacial y temporal
3	Desarrollo económico
4	Capacitación, educación y programas
5	Calidad del aire - material particulado (pst, pm-10)
6	Servicios e infraestructura
7	Continuidad paisajística
8	Niveles sonoros
9	Generación de residuos
10	Calidad del aire - emisiones (nox, sox, cox)
11	Uso del territorio para actividades productivas
12	Especies protegidas
13	Infiltración

- Por la magnitud del impacto Benéfico Absoluto que reciben, los Componentes Ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor importancia, como sigue: Capacitación, Educación y Programas, Desarrollo económico; Servicios e infraestructura y por último el Uso del territorio para actividades productivas.
- Por la magnitud del impacto Adverso Absoluto que reciben los Subsistemas Ambientales, estos pueden ser ordenados de mayor a menor vulnerabilidad como sigue, Medio Inerte, Medio Perceptual y Medio Biótico.
- El Medio inerte recibirá impactos Adversos compatibles y Moderados. No se estimaron impactos Severos o Críticos.
- El Medio biótico recibirá impactos Adversos Moderados. No se estimaron impactos Severos o Críticos.

Lo anterior se encuentra representado en la Figura 5. 6, donde se ejemplifica a manera de gráfica la cuantificación de impactos en cada una de las etapas del Proyecto.

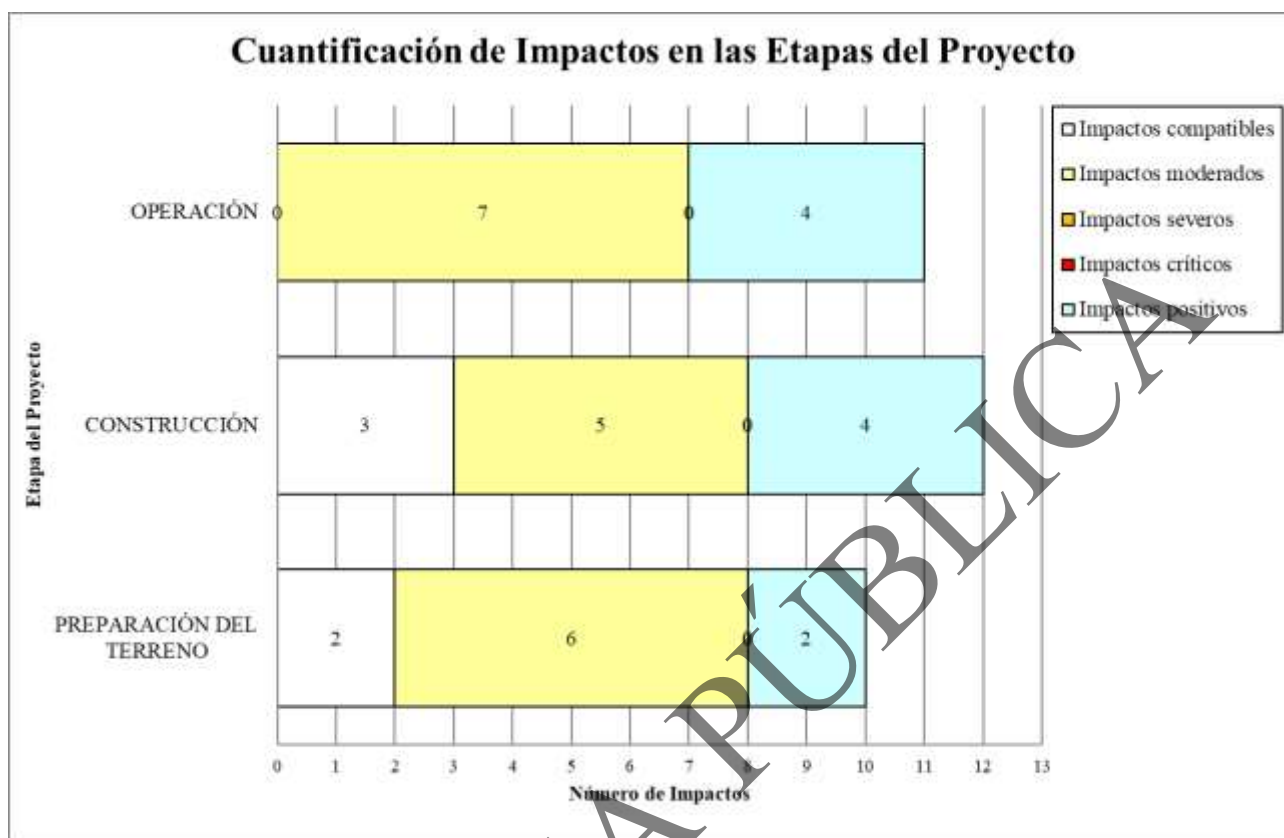


Figura 5. 6 Tipos de impacto identificados y anticipados para las etapas del Proyecto

V.2. Caracterización de los impactos

De acuerdo las definiciones integradas en el Glosario de esta MIA-P 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 (REIA), 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, 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 que ocasionen desequilibrios ecológicos en la región.

No obstante, las metodologías empleadas permitieron identificar los impactos potenciales, de importancia variable, que se presentarán sobre los componentes ambientales, a partir de la realización de las obras y actividades en cada etapa del Proyecto.

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, cuyo valor de importancia relativa y/o absoluta 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 del sitio, construcción y operación);
- Que la ponderación del Factor ambiental alterado (UIP), sea alta en el contexto del AI.

De acuerdo con estos criterios de jerarquización, en la presente sección se interpretan y se describen los impactos identificados como principales a partir de las matrices de importancia y de la matriz de ponderados (**Anexo 5.4**).

V.2.1. Descripción de los impactos principales identificados

A continuación, se describen los impactos interpretados y definidos como principales, tanto adversos como positivos, que se estima generará el desarrollo del Proyecto, a los cuales se les ha designado un código respecto al componente ambiental sobre el cual se presentarán.

Dichos impactos se enlistan según el orden en el que aparecen dentro de la matriz de evaluación de impactos, misma que evalúa en primera instancia los componentes ambientales, abióticos y posteriormente los componentes bióticos y socioeconómicos.

Impactos Adversos

Atmósfera

Atm-01 Alteración a la Calidad del aire

Las actividades que comprenden las etapas del Proyecto causarán la emisión de contaminantes atmosféricos que en cierta medida alterarán los parámetros de calidad del aire en el sitio. Dichos contaminantes tendrán principalmente dos orígenes: emisión de gases de combustión por la operación de la maquinaria y el uso de vehículos, y la suspensión de polvo; aunque también debido al paso de vehículos en los caminos de terracería, así mismo, los niveles de ruido aumentarán.

Es en la etapa de Operación cuando se intensificará el impacto por el hecho de que las emisiones estarán asociadas a la extracción de aire viciado constante, al igual que se intensificarán otras actividades diarias, tales como el tránsito de personal y vehículos en todas las áreas de la mina La Colorada.

Atm-2 Aumento de los Niveles Sonoros

El uso de maquinaria durante la preparación del sitio y construcción, pero principalmente en las operaciones del Extractor de Ventilación, significará un incremento del nivel de ruido en el sitio. La construcción y conformación del terreno, puede causar una variedad alta de sonidos constantes: principalmente ruido originado de máquinas, del contacto de las llantas de los vehículos con el suelo, frenos, alarma reversa, etc.

No existen grandes centros de población en los alrededores del área del proyecto en los que sus efectos sean percibidos directamente, sin embargo, el nivel de ruido también perturba a la fauna silvestre.

Se considera que este impacto será moderado, aunque mitigable y permanente durante la fase de operación, pero recuperable de manera inmediata ya que una vez que los trabajos concluyan, el efecto terminará de inmediato. El incremento en los niveles sonoros se considera fugaz durante la etapa de preparación y construcción, y continuo durante la operación (operación del extractor). Es directo y en cuanto a su concentración es puntual porque afecta sólo al área en que se produce.

Fauna

Fa-1 Modificación sobre la distribución espacial y temporal de fauna

Las actividades del Proyecto Extractor de Ventilación La Estrella Central 2 que se ejecutarán en cada una de sus etapas ocasionarán efectos adversos e indirectos sobre la distribución espacial y temporal de la fauna. Es por ello este impacto se considera principal, tanto por la influencia del Proyecto sobre el factor (se presenta como moderado en las tres etapas del proyecto), como por la fragilidad del componente, siendo uno de los impactos de mayor valor relativo y absoluto que resultó del proceso de evaluación de los impactos.

Aunque estas actividades tienen la finalidad de prevenir la muerte de ejemplares de fauna silvestre, provocarán una alteración en su distribución. La presencia humana y de maquinaria operando en el sitio también provocará que la fauna menos tolerante al disturbio se aleje del sitio. Sin embargo, este impacto en la primera etapa del Proyecto se considera de baja intensidad, de extensión parcial, de efecto inmediato, acumulativo; siendo además un impacto directo, continuo, pero altamente mitigable.

Es durante la etapa de Operación que aumentará el personal en el sitio, dando paso a una nueva forma de alteración sobre la distribución espacial y temporal de la fauna. Este impacto se está considerando de intensidad media, de extensión parcial, inmediato, temporal, reversible a mediano plazo, acumulativo, directo y mitigable, por lo que resultó como un impacto moderado. Además de que el sitio se encuentra ya perturbado por las actividades mineras que se realizan alrededor del sitio, por lo que las especies de fauna fueron desplazándose tiempo atrás, y en otros, algunas especies menos vulnerables se han adaptado a la dinámica de las actividades dentro del proyecto.

Paisaje

Pa-01 Pérdida de la continuidad paisajística y visibilidad

El impacto al paisaje se considera será un impacto principal, se perderá la continuidad paisajística, es decir, existirá un impacto al paisaje por el hecho de mostrar de manera discontinua la distribución de las masas forestales dentro del AI y AP, donde se hará evidente un disturbio de tipo antropogénico.

El impacto se considera principal pues perdurará hasta que se llegue a la etapa de restitución y cierre, que es donde se planea la restauración del sitio ocupado por el Proyecto.

Pa-02 Reducción en la calidad visual

De manera directa, este impacto se relaciona con el impacto Continuidad paisajística y visibilidad puesto que al presentar una pérdida de las cualidades naturales del paisaje se degrada de manera simultánea la calidad de este, afectando desde un punto de vista visual el sitio del Proyecto y su Área de Influencia, sumando a las actuales degradaciones por las actividades antrópicas anteriores al desarrollo del presente Proyecto. Este impacto es considerado como principal dado que estarán presente durante toda la vida útil del Proyecto, incluso posteriormente al mismo.

Impactos benéficos

Además de los impactos adversos descritos anteriormente, el desarrollo del Proyecto causará impactos positivos con importancia que va desde la categoría de los compatibles a los severos, durante todo el desarrollo del Proyecto. En la Tabla 5. 14 se describen los impactos positivos.

Tabla 5. 14 Impactos benéficos identificados

Componente	Código	Descripción del Impacto potencial
Infraestructura y servicios	In-01	Este es el impacto de menor importancia relativa, ya que se presentará a partir de la etapa de construcción y operación. Corresponde al desarrollo de servicios e infraestructura minero industrial en beneficio de la región. El proyecto contribuirá al desarrollo industrial minero de la zona. Este desarrollo industrial

Componente	Código	Descripción del Impacto potencial
		implica beneficios económicos y sociales directos e indirectos a los trabajadores y habitantes de la zona. Este impacto será moderado (positivamente) en ambas etapas.
Medio económico	Me-01	Generación de empleos fijos, generación de empleos temporales y generación de empleos indirectos. El efecto de generación de empleos se considera de alta importancia.
Medio económico	Me-02	Todo personal, que labore en alguna de las obras, actividades y/o etapas del Proyecto, deberá recibir capacitación, ya sea por parte del promovente, o por parte de la empresa contratista responsable de su contratación. Además, durante todas las etapas se impartirán programas sociales en beneficio de la comunidad local y de la región.

V.2.2. Impactos identificados por etapas del Proyecto

Considerando que los impactos ambientales identificados serán potencialmente causados en diferentes momentos del desarrollo del Proyecto, se elaboró la Tabla 5. 15 en donde se muestran los impactos principales para cada componente ambiental, para el caso de los impactos principales, se emplea en el su código de impacto.

Tabla 5. 15 Impactos potenciales en cada componente ambiental

Componente	Factores impactados	Preparación	Construcción	Operación
Atmósfera	Calidad del aire - material particulado (pst, pm-10)	Compatible	Compatible	Atm-1
	Calidad del aire - emisiones (nox, sox, cox)	Compatible	Compatible	Atm-1
	Niveles sonoros	Atm-2	Atm-2	Atm-2
	Niveles lumínicos	N.A.	N.A.	N.A.
	Microclima	N.A.	N.A.	N.A.
Geomorfología	Topografía	N.A.	N.A.	N.A.
Hidrología	Escurremientos	N.A.	N.A.	N.A.
	Calidad del agua superficial - sedimentos	N.A.	N.A.	N.A.
	Calidad del agua superficial - química (dam,dar,net.)	N.A.	N.A.	N.A.
	Infiltración	N.A.	N.A.	N.A.
Suelo	Profundidad efectiva del suelo	N.A.	N.A.	N.A.
	Potencial de erosión	N.A.	N.A.	N.A.
	Cobertura	N.A.	N.A.	N.A.
Flora	Distribución espacial y temporal	N.A.	N.A.	N.A.
	Cobertura vegetal	N.A.	N.A.	N.A.
	Especies protegidas y/o de interés especial	N.A.	N.A.	N.A.
Fauna	Distribución espacial y temporal	Fa-1	Fa-1	Fa-1
	Habitat	N.A.	N.A.	N.A.
	Especies protegidas	Fa-1	Fa-1	Fa-1
Paisaje	Cualidades estéticas	Pa-1	Pa-1	Pa-1
	Continuidad paisajística	Pa-2	Pa-2	Pa-2
Infraestructura	Servicios e infraestructura	n.a.	Positivo	Positivo
	Generación de residuos	in-1	in-1	in-1
Cultura	Capacitación, educación y programas	Positivo	Positivo	Positivo
	Desarrollo económico	Positivo	Positivo	Positivo
Medio económico	Uso del territorio para actividades productivas	N.A.	Positivo	Positivo
	Vocación del suelo	N.A.	N.A.	N.A.
simbología:				
N.A.		No aplica el impacto en esa etapa		
		Impacto de importancia compatible		
		Impacto de importancia moderada		

Componente	Factores impactados	Preparación	Construcción	Operación
	Impacto de importancia severa			
	Impacto de importancia crítica			
	Impacto positivo			

V.2.3. Impactos acumulativos

El Proyecto conlleva por su naturaleza impactos acumulativos; los primeros son aquellos que pueden ser acentuados o sumados a los impactos a determinado Factor ambiental, ya sean entre las mismas obras pretendidas, obras y actividades existentes en el sitio o dentro del AI e incluso, por la dinámica natural y de uso de suelo de la zona.

Además de los efectos específicos del Proyecto, se tomaron en cuenta los impactos que pueden ser acumulativos por la interacción con las actuales operaciones dentro de la Mina La Colorada. Un elemento de evaluación considerado durante el análisis de la importancia de cada impacto es la acumulación de dicho impacto considerado sobre cada factor ambiental.

El Proyecto incrementará el efecto acumulativo de la zona, lo cual se verá reflejado en:

- Acumulación de los niveles sonoros y de polvos generados por el acarreo, las constantes actividades de operación, así como por las actividades diarias propias de la mina (oficinas, talleres, tránsito de personal, vehículos y maquinaria, exploración, etc.)
- Acumulación del efecto de ahuyentamiento de la fauna inmediata a las operaciones existentes en la zona

Los principales impactos acumulativos del Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe corresponden a los descritos a continuación:

El Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe, para fines descriptivos de impactos acumulativos, descarta como relevantes a las afectaciones que pueden llegar a ser acumulativas pero cuyos efectos presentan características de persistencia fugaz o temporal, reversibles a corto plazo, y recuperables a corto o mediano plazo. Para efectos de relevancia en la acumulación de impactos, se consideran como relevantes a aquellos impactos identificados como de importancia moderada y que presentan efectos permanentes, irreversibles, que implican necesidad de medidas de mitigación o que puedan llegar a ser irrecuperables y donde se tendrían que llevar a cabo medidas compensatorias.

Atendiendo lo mencionado en los párrafos anteriores, los impactos acumulativos de los factores físicos del Proyecto corresponden a:

- Alteraciones en la distribución espacial y temporal de la fauna, pérdida del hábitat e impacto a especies sensibles, de interés o enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Se considera que la fauna recibirá impactos acumulables en los factores (Distribución espacial y temporal y especies sensibles o de interés) ello porque dentro del AI del Proyecto ya existen alteraciones al Componente faunístico por el desarrollo de diversas actividades antropogénicas (industriales, agrícolas y desarrollo urbano).

Acumulativos: Factores Socio Económicos

El Proyecto implica tanto la expansión de la plantilla de trabajadores, empleados y contratistas, generando empleos directos e indirectos adicionales a los existentes en la región, así como también implica la continuidad de su plantilla laboral durante el periodo de vida útil del Proyecto, conservando los empleos que hasta el momento produce, tanto directos como indirectos.

El efecto de generación de empleos se considera de alta importancia, aunque el pico de empleados se dará en la etapa de operación. Corresponde al desarrollo de infraestructura a la mina industrial en beneficio de la región. El Proyecto contribuirá al desarrollo industrial minero de la zona. Este desarrollo industrial implica beneficios económicos y sociales directos e indirectos a los trabajadores y habitantes de la zona.

V.3. Conclusiones

En términos generales, en las áreas donde se pretende el desarrollo del Proyecto (y su Área de Influencia), los componentes ambientales reflejan en cierto grado la presión que reciben por las actividades antrópicas que ahí se desarrollan; esto sin causar desequilibrios ecológicos.

La metodología de evaluación de impactos empleada para el desarrollo del presente estudio, la cual analiza la incorporación de las obras y actividades que se pretenden realizar en cada etapa del Proyecto dentro del contexto ambiental presente en el sitio; se vuelve progresivamente más detallada a través de la partición de las interacciones que se presentarán entre los elementos del Proyecto y los factores ambientales, y sustenta la valoración de la importancia de cada interacción, a través del análisis puntual de su intensidad, su extensión, su acumulación, su sinergia, su persistencia, su periodicidad, su reversibilidad, su recuperabilidad, el momento en que se manifiesta el efecto, así como su cualidad de ser un impacto directo o indirecto. De acuerdo con esta metodología, se obtuvo que los principales impactos ambientales adversos o de mayor trascendencia que podría generar el Proyecto los que se presentan de forma sintetizada en la Tabla 5. 16.

Tabla 5. 16 Impactos adversos potenciales

Componente Ambiental	Código	Impacto potencial	Importancia del impacto
Atmósfera	Atm-01	Alteración en la calidad del aire	Moderado
	Atm-02	Aumento de los niveles sonoros	Moderado
Fauna	Fa-01	Modificación sobre la distribución espacial y temporal de fauna	Moderado
Paisaje	Pa-01	Pérdida de la continuidad paisajística y visibilidad	Moderado
	Pa-02	Reducción en la calidad visual	Moderado

Con base en el análisis realizado relativo a los posibles impactos directos e indirectos sobre el entorno, la naturaleza del Proyecto e historial de actividades, se identifica una clara similitud entre los efectos negativos identificados en obras ya existentes y el nuevo Proyecto.

Analizados los impactos identificados, la principal medida de control y mitigación, corresponderá a dar continuidad a las labores en materia ambiental dentro de los terrenos de la Mina La Colorada, a través de su Departamento Ecología y estricta supervisión a los departamentos de construcción, operativos y contratistas involucrados para el aseguramiento de cumplimiento y desarrollo responsable de obras y actividades.

A partir del análisis realizado, la identificación y evaluación de los impactos ambientales directos e indirectos por la ejecución del Proyecto durante su Etapa de Preparación, es posible concluir que:

- Las medidas de prevención, mitigación y compensación podrán ser evaluadas pues serán ubicables, medibles y cuantificables.
- Los efectos ambientales negativos derivados del Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe son congruentes con las actividades y obras planteadas. Es importante mencionar que la opción presentada para el Proyecto corresponde a la mejor alternativa posible en términos de distancia a la zona industrial, integración de servicios, menor superficie de desmonte, así como menor grado de fragmentación de la zona.
- Las evaluaciones de otros Proyectos similares y medidas de control, prevención y mitigación que han sido implementadas, así como aquellas establecidas por la Autoridad en forma de condicionantes, han sido apropiadas para las características y condiciones de sitios similares a donde se localiza el Proyecto, y los escenarios considerados en el pasado han sido acordes con la forma en la cual se han presentado y controlado los impactos al entorno.
- El desarrollo del Proyecto no resultará en impactos de naturaleza diferente a los identificados para el resto de la Mina La Colorada, solo la ampliación de la huella de influencia ambiental en un sitio predominantemente minero.
- El desarrollo del Proyecto implica la generación de impactos benéficos de mayor importancia, relacionados principalmente con el incremento de aspectos socioeconómicos derivados de acciones como la generación de empleos; por la derrama económica, por la recaudación fiscal, etc.; además de que se considera como un impacto benéfico de mayor relevancia y alcance el establecimiento de infraestructura que coadyuve al crecimiento y mejora de la industria minera de la región, lo cual fortalece a su vez el crecimiento del país.
- Se hará una oportuna y estricta aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para los impactos adversos que potencialmente generará el Proyecto (principales y secundarios), a través de un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) con su puntual seguimiento y evaluación mediante indicadores; además de incluir el seguimiento y cumplimiento de las obligaciones respecto a las medidas propuestas en anteriores autorizaciones en materia de impacto ambiental

- Ninguno de los impactos detectados, ni en conjunto ni en su etapa residual, causarán el desequilibrio del ecosistema, esto mediante la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación se encuentran integradas en el Programa de Vigilancia Ambiental (**Anexo 6.1**).
- Que las obras y actividades del Proyecto no comprometerán la biodiversidad, no provocarán irremediablemente la erosión de los suelos ni el deterioro de la calidad del agua ni de su captación, así como efectos sociales negativos que pudieran poner en riesgo el equilibrio del ecosistema o de la convivencia social.

Por lo tanto, es posible determinar que la correcta ejecución del Proyecto, basado en los principios y características aquí descritas, así como en el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) que se pretende aplicar, responde a las exigencias establecidas en la legislación ambiental vigente y que representa una oportunidad de fortalecer la infraestructura local, lo cual traerá como consecuencia la correcta operación integral de la Mina La Colorada y, por lo tanto, el crecimiento económico en la región; por lo que se garantiza un desarrollo en equilibrio con el entorno, sin restar oportunidades ni comprometer recursos naturales, logrando con esto un desarrollo integral y en apego al respeto de los recursos naturales.

CONSULTA PÚBLICA

VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El presente apartado se caracteriza por ser un instrumento de gestión ambiental que será llevado a cabo por la promovente, durante el desarrollo del Proyecto, con la finalidad de planificar, definir y facilitar la aplicación de medidas ambientales destinadas a prevenir, mitigar, o compensar, los efectos previsibles producto de la ejecución del cambio de uso de suelo que requiere el Proyecto, o en su caso, reparar los daños ambientales ocasionados.

Por esta razón, surge la necesidad de definir las medidas que se agruparán en función de su naturaleza con respecto a las etapas mencionadas anteriormente de acuerdo con la siguiente tipología:

- Medidas preventivas: Serán el conjunto de acciones anticipadas al impacto, que tendrán la función de evitar el deterioro del ambiente o afectación a los recursos biológicos, antes de que se lleguen a producirse.
- Medidas de mitigación: Tienen por finalidad disminuir los efectos adversos del Proyecto o actividad, en cualquier fase de su ejecución, y abarcan:
 - Las que minimizan o disminuyen el efecto adverso significativo, mediante una adecuada limitación o reducción de la extensión, magnitud o duración de la obra o acción, o de alguna de sus partes
 - Las que minimizan o disminuyen el efecto adverso significativo mediante medidas tecnológicas o de gestión consideradas en el diseño.
- Las medidas de compensación tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado, que no sea posible mitigar o reparar.
- Las medidas de reparación tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al impacto sobre dicho componente o elemento o, en caso de no ser posible, restablecer sus propiedades básicas.

Para el correcto desarrollo ambiental es necesario establecer un seguimiento puntual y detallado de los compromisos planteados en la MIA-P como medidas y de aquellas que imponga la autoridad al Proyecto, por lo cual es necesario instrumentar un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) que garantice su cumplimiento. Para dar seguimiento y control a los impactos previstos por el Proyecto que se solicita en este documento, se anexan el PVA (**Anexo 6.1**).

La información del PVA se encuentra organizada de modo que garantiza la atención de todas las actividades y obras a desarrollar en el Proyecto considerando todos los factores y conceptos ambientales.

VI.1. Descripción de las medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos principales identificados conforme al Proceso de Evaluación de los Impactos Ambientales (PEIA)

A continuación, se describen aquellas medidas aplicables para el apropiado manejo ambiental de los impactos principales derivados de la ejecución del Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe, y que aplican directamente a los impactos detectados durante la evaluación del Proyecto, en cada descripción se menciona componente ambiental, impacto y la clave del impacto, clave de medida y medida, finalmente tipo de medida y la etapa en la que tendrá mayor relevancia su aplicación, esto porque algunas medidas se seguirán aplicando de manera continua durante todo el Proyecto.

Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos principales

Componente ambiental	Impacto	Clave de medida	Medida	Tipo de medida	Etapa en la que se aplicará
Atmósfera	Atm-01: Afectación a la calidad del aire	Md-01	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Preparación
		Md-02	Riego de las áreas de rodamiento y vialidades internas	Mitigación	Preparación
		Md-03	Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria y vehículos dentro de áreas designadas y acondicionadas	Prevención y Mitigación	Preparación
		Md-04	Control de velocidad de los vehículos	Prevención	Preparación
		Md-05	Prohibición de uso de fuegos o quemas dentro del proyecto	Prevención	Preparación
	Atm-02: Aumento de los Niveles Sonoros	Md-01	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Preparación
		Md-03	Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria y vehículos dentro de áreas designadas y acondicionadas	Prevención y Mitigación	Preparación
		Md-04	Control de velocidad de los vehículos	Prevención	Preparación
Fauna	Fa- 01: Modificación sobre la distribución espacial y temporal de fauna	Md-05	Prohibición de uso de fuegos o quemas dentro del Proyecto	Prevención	Preparación
		Md-06	Prohibición del uso de equipos de sonido que no sean requeridos para las actividades del proyecto	Prevención	Preparación



Componente ambiental	Impacto	Clave de medida	Medida	Tipo de medida	Etapas en la que se aplicará
		Md-07	Recorridos para el ahuyentamiento de la fauna de alta movilidad	Prevención	Preparación
		Md-08	Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad o aquella enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Prevención	Preparación
		Md-09	Capacitación	Prevención	Preparación
Paisaje	Pa-01: Pérdida en la continuidad paisajística y visibilidad	Md-01	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Preparación
		Md-10	Restitución del sitio con características similares a las presentes antes del Proyecto	Compensación	Operación, cierre y abandono
	Pa-02: Reducción en la calidad visual	Md-01	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Preparación
		Md-11	Manejo integral de los residuos	Prevención	Preparación

Descripción ampliada de las medidas para los impactos principales

○ Md-01 Delimitación de áreas autorizadas

La delimitación de las áreas autorizadas para la realización de las actividades del Proyecto, será una medida preventiva para que el personal que labore en el Proyecto reconozca los límites de las áreas permitidas para el desarrollo de obras y actividades, con lo que se evitará generar impactos no previstos 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 más puntuales, es decir, muy localizados sobre el área de afectación directa. Por ello, previo al inicio de las actividades de preparación del sitio, en particular del desmonte, un equipo de topografía delimitará con ayuda de los planos autorizados y de estacas, o cualquier otro elemento visual identificable, el área que cubren los polígonos del Proyecto, con el objetivo de no invadir áreas sin autorización.

○ Md-02 Riego periódico de las áreas de rodamiento y accesos internos

A fin de minimizar la generación y dispersión de polvo, producto de las actividades de preparación del sitio incluyendo el acarreo de suelo rescatado y el material vegetal desmontado, así como del tránsito vehicular constante, se humedecerá periódicamente el acceso al Proyecto, así como las áreas de maniobras y rodamiento. El humedecimiento se deberá hacer través del riego con agua de un camión pipa con capacidad igual o mayor a 10,000 lts, equipado con motobomba y aspersores. Durante la temporada de estiaje, el riego de estas zonas deberá realizarse por lo menos 2 veces por día el primer riego antes de iniciar actividades, mientras que en la temporada lluviosa se podrá evitar el humedecimiento siempre y cuando las áreas se encuentren húmedas. El humedecimiento del acceso se deberá de realizar con aguas superficiales o tratadas y nunca con aguas negras o algún otro fluido que pudiera presentar características peligrosas, pudiendo poner en riesgo la integridad del suelo y por consiguiente del medio ambiente. El registro de humedecimiento de caminos se realizará de acuerdo con lo descrito en el Programa de Vigilancia Ambiental del Proyecto.

Así mismo, en los cursos de capacitación que se le dará al personal que se integre a las labores del Proyecto en cualquiera de sus etapas, especialmente a los conductores de vehículos y operarios de maquinaria, se les inducirá sobre las reglas de conducción, haciendo hincapié sobre los efectos que produce no acatar las medidas establecidas, en este caso, por no respetar los límites de velocidad.

○ Md-03 Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria y vehículos dentro de áreas designadas y acondicionadas

La maquinaria utilizada para las distintas actividades y obras del Proyecto deberá recibir de manera periódica mantenimiento preventivo y correctivo para verificar aspectos generales de su funcionalidad, especialmente en referencia a sus emisiones y posibles fugas de hidrocarburos.

Toda actividad que implique el manejo de alguna sustancia de mantenimiento (aceite, grasas, etc.) se realizará dentro del taller de mantenimiento de la Mina La Colorada o fuera del Proyecto o en su defecto en el área temporal para faenas de construcción y empleando las medidas adecuadas según el caso, para evitar la contaminación del suelo y del agua en el sitio.

- *Md-04 Control de velocidad de vehículos*

Una de las principales causas de la generación de PST en caminos de terracería es la velocidad, a mayor velocidad es mayor la cantidad de polvos que se genera durante el tránsito de un vehículo, de manera que una forma de reducir la presencia de este impacto es controlando la velocidad. Se deberá mantener un control de la velocidad de los vehículos que transitan dentro del Proyecto, y de esta forma reducir la generación de polvos. Para la aplicación de esta medida se deberán colocar letreros de señalización a la entrada del Proyecto y en la superficie de ocupación (60cm x 60cm en el cual se limitará la velocidad a 20 km/hr).

Se instalarán todas las señales de tránsito que sean necesarias en vialidades y en las áreas que presenten un constante movimiento vehicular. Además de la señalética restrictiva de velocidad, se instalarán otras señales de tránsito preventivas e informativas cuando sea necesario, por seguridad de todos los usuarios de los caminos.

- *Md-05 Prohibición de uso de fuegos o quemas dentro del Proyecto y AI*

Se prohíbe el uso de fuego para cualquier actividad dentro del Proyecto, incluyendo fogatas y quemas. Para esto se colocará un señalamiento de 1.5m x 1.5m en cada acceso al Proyecto, en el cual se señalará que se prohíbe el uso de fuego. De igual manera se abordará este y otros temas en las capacitaciones que se impartirán al personal.

La meta es concientizar a todo el personal involucrado en las actividades propias de las etapas de preparación y construcción sobre las restricciones existentes respecto al uso de fuego.

- *Md-06 Prohibición del uso de equipos de sonido que no sean requeridos para las actividades del proyecto*

Para evitar el aumento de los niveles sonoros de manera innecesaria en el sitio que propicie contaminación sonora y el aumento en el ahuyentamiento de especies de fauna que tengan incidencia con la huella del Proyecto. Esta medida contempla el prohibir el uso de distintos equipos que emitan sonidos fuertes tales como bocinas portátiles, elementos que alteren el sonido de manera gradual. Autoestéreos y demás equipos de sonido en el sitio. Esta medida aplica para todas las etapas de desarrollo en horarios diurnos y nocturnos.

- *Md-07 Recorridos para el ahuyentamiento de la fauna de alta movilidad*

Esta actividad corresponde a una medida de prevención, ya que se realizarán recorridos en las obras de la huella del Proyecto. La misma cuadrilla de personal técnico calificado que realizará el rescate y liberación de fauna de baja movilidad, será la que realice de manera previa los recorridos de ahuyentamiento para permitir que la fauna de alta movilidad se desplace fuera del sitio, el encargado del Proyecto será el responsable de la realización de esta medida. La cuadrilla estará equipada con instrumentos sonoros que permitan generar un ligero disturbio y por tanto el ahuyentamiento de los animales de alta movilidad, que son aquellos que por sus características físicas, motrices, conductuales o metabólicas cuentan con una respuesta rápida o efectiva de desplazamiento ante cualquier disturbio o afectación.

- *Md-08 Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad o aquella enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010*

Durante las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto se realizará el rescate de las especies de baja movilidad que puedan verse afectadas con dichas actividades, tomando las medidas necesarias para evitar daños tanto a la fauna como al personal encargado del rescate. Todas las especies, tanto de baja movilidad como aquellas de interés especial, serán reubicadas de manera adecuada en sitios con características ambientales similares a donde se encontraron o priorizando la zona destinada para las actividades de reubicación de flora y suelos.

- *Md-09 Capacitación*

Todo el personal involucrado en actividades dentro del área del Proyecto deberá asistir a un curso de seguridad, educación y concientización ambiental que se impartirá en el aula designada por la promotente.

- *Md-10 Restitución del sitio con características similares a las presentes antes del Proyecto*

En la última etapa de desarrollo del Proyecto, así como al finalizar la vida útil del mismo, la huella del Proyecto podrá ser sometida a distintas obras y/o actividades de restitución con la finalidad de recuperar en medida de lo posible las características naturales del sitio anterior al desarrollo del Proyecto. Para esta medida podrá ser implementado un programa de abandono y cierre en el que se detallen las actividades a realizar para regresar al sitio a condiciones menos impactadas. Entre estas acciones se presenta la reubicación del suelo rescatado a las áreas donde se presentó corte y nivelaciones, así como el sellado de las rampas de acceso y las bocaminas con el material inerte extraído en la construcción de estas, aumentando la calidad visual y compensando el impacto al suelo, flora y fauna, además del desmantelamiento de obras en las distintas Zonas del Proyecto y recuperación de áreas con el menor impacto residual posible.

- *Md-11 Manejo integral de los residuos*

Como medida preventiva contra una eventual contaminación del suelo y/o agua, así como una medida de compensación contra el impacto sobre la calidad visual que generará el Proyecto, se realizará un manejo integral y adecuado de todos los residuos que se generen durante el desarrollo de la etapa de preparación del sitio.

La presente medida está enfocada al manejo de los residuos generados durante la etapa de Preparación del Terreno, durante el Proyecto aplicará el Plan de Manejo Integral de Residuos que actualmente se encuentra en operación en la Mina La Colorada, el cual se compromete concluir con la disposición final conforme a la normatividad y buenas prácticas aplicables a cada uno de los tipos de residuos generados.

Impactos secundarios

Con respecto a los impactos secundarios, que son aquellos que pueden presentarse durante las actividades del Proyecto en sus distintas etapas pero que por sus características como intensidad, extensión

o efecto no se catalogan como principales, sin embargo, son considerados en la evaluación de impactos y se describen para la posible aplicación de distintas medidas preventivas, de mitigación o compensación.

La descripción detallada de las medidas se presenta en el Programa de Vigilancia Ambiental (**Anexo 6.1**). En la siguiente tabla se presentan las medidas propuestas para los impactos secundarios.

Tabla 7. 1 Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos secundarios identificados, aplicables durante el desarrollo del proyecto y con énfasis en las actividades de cambio de uso del suelo

Componente beneficiado	Clave de medida	Medida	Tipo de medida	Etapas	Indicador / Grado de cumplimiento
Hidrología y Suelo	MSc-01	Uso de baños portátiles	Prevención	Preparación y Construcción	No. de baños portátiles instalados, comprobantes de limpieza e inspección
Hidrología y Suelo	MSc-02	La recarga de combustible para la maquinaria y vehículos deberá realizarse en las estaciones de servicio o en sitios debidamente acondicionados	Prevención	Preparación,	Bitácoras, inspección y evidencia fotográfica
Medio económico	MSc-03	Contratación de personal local	Prevención	Preparación,	Lista de personal contratado
Medio económico	MSc-04	Ejecución de programas, capacitación, apoyos y campañas para comunidades	Prevención	Operación	Cantidad de personas beneficiadas y evidencia fotográfica

Descripción ampliada de las medidas para los impactos secundarios

Msc-01 Uso de baños portátiles

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se deben instalar baños portátiles en las áreas de trabajo, estableciéndose su uso como una obligación, quedando estrictamente prohibido orinar y defecar al aire libre. Para ello, se contratará a una empresa especializada para la instalación de los baños portátiles, misma que deberá de darles mantenimiento y limpieza. 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 natural o a escorrentías.

Msc-02 La recarga de combustible para la maquinaria y vehículos deberá realizarse en las estaciones de servicio o en sitios debidamente acondicionados

Los vehículos ligeros involucrados en el Proyecto deberán recargar gasolina o diésel en la estación de servicio para el abastecimiento de combustibles más cercana. En el caso de la maquinaria pesada, la recarga de combustible deberá realizarse en un lugar especialmente destinado para esta finalidad y con dispositivos de seguridad para evitar derrames que contaminen el suelo.

Msc-03 Contratación de personal local

Como parte de los impactos benéficos de alta importancia identificados para el Proyecto, está la oferta laboral que se abrirá con la construcción de éste, generando empleos directos e indirectos, temporales. Como parte de los procesos de contratación de personal no calificado, se privilegiará el reclutamiento de los pobladores de las comunidades rurales y rancherías vecinas.

Msc-04 Ejecución de programas, capacitación apoyos y campañas para comunidades

Esta medida está centrada en la ejecución de programas, capacitación y apoyo para las comunidades cercanas al Proyecto, incluyendo a los trabajadores y sus familias, esto con la finalidad de mejorar el desarrollo social de las zonas aledañas al proyecto y las familias de los trabajadores del proyecto. Las actividades anteriormente mencionadas serán llevadas a cabo mediante los programas internos establecidos y autorizados en la Mina La Colorada.

VI.2. Programa Vigilancia Ambiental (PVA)

El PVA se establece como un instrumento de planeación y gestión ambiental, así como de supervisión del desempeño ambiental para el Proyecto. En él, se identifican las estrategias que se aplicarán, concebidas como las técnicas y conjunto de actividades destinadas a conseguir los objetivos establecidos para las medidas específicas que permitan orientar y conducir la correcta implantación de las obras y actividades previstas en el Proyecto hacia esquemas conceptuales y metodológicos de desarrollo sustentable o, en su caso, establecer los esquemas estratégicos de trabajo para cumplir con la legislación ambiental y acciones y medidas establecidas para minimizar al máximo el daño ambiental previsto para el Proyecto.

En el **Anexo 6.1** de esta MIA-P se encuentra un documento preliminar del PVA, que la promovente ha de ejecutar una vez que se emita el resolutivo correspondiente, con los Términos y Condicionantes impuestos al Proyecto. En dicho documento se establece que el objetivo general del PVA es el de ser un instrumento de gestión ambiental a través de la atención integral y ordenada de las distintas medidas y actividades de prevención, control y mitigación. También se incluye en su contenido los objetivos, las metas y alcances de cada medida en particular, así como los responsables de su ejecución, la calendarización para su aplicación, el análisis de los resultados obtenidos, y conclusiones.

VI.3. Impactos residuales

Posterior a la determinación y descripción de las medidas propuestas para cada uno de los impactos detectados para las etapas del Proyecto, se realizó un análisis de la efectividad de cada medida, tomando como base los impactos ambientales máximos determinados en el Capítulo V del presente documento y la aplicación de las medidas en la Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos principales en el Capítulo VI presentado.

Una vez implementadas las medidas de prevención, mitigación y compensación, se anticipan los siguientes impactos residuales³ para cada Componente Ambiental, como resultado de la ejecución del Proyecto.

Derivado de dicho análisis, los impactos ambientales estimados presentarán disminución en su intensidad e importancia respecto a su realización sin la aplicación de dichas medidas, resultando en la erradicación de impactos ambientales o en la modificación en su importancia general.

VI.3.1. Fauna

El impacto residual se considera poco significativo ya que se realizarán actividades de reforestación y ahuyentamiento de fauna y actividades de reforestación adicionales, que propiciará que, las especies de menor tolerancia a los disturbios puedan de forma gradual, repoblar el sitio.

Los efectos ambientales residuales para la vida silvestre son poco significativos ya que no existen situaciones con alta probabilidad de efectos permanentes o largo plazo de gran magnitud sin solución desde el punto de vista técnico.

VI.3.2. Paisaje

El principal impacto residual para presentarse con la ejecución del Proyecto y su posterior ejecución de medidas corresponde a la alteración del paisaje y la reducción de las cualidades estéticas del AI, ya que, al ser obras irreversibles, la continuidad y calidad estética del paisaje podrá considerarse como irrecuperable aun con la correcta ejecución de las distintas medidas de prevención, mitigación y/o compensación propuestas en el Proyecto.

VI.4. Actualizaciones

En cumplimiento a la distinta normatividad ambiental para el sector minero, conservación de flora y fauna, de los recursos forestales, agua y protección ambiental y derivado de la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular la promovente deberá realizar las actualizaciones correspondientes a los distintos programas y acciones en la mina La Colorada, tales como el Programa de Restitución y Cierre de la mina (al cual se le integrará el presente proyecto), el Programa de Vigilancia Ambiental general de la mina y los Estudios Técnicos Económicos correspondientes para la correcta vinculación y cumplimiento del Proyecto.

³ 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).

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En el presente 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 Extractor de Ventilación Guadalupe, la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación, así como los impactos residuales del Proyecto.

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 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 el Área de Influencia, 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, 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 VI, 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.

Retomando este objetivo, y teniendo como base el Diagnóstico Ambiental, el equipo multidisciplinario que ha sido partícipe del desarrollo de este Proyecto, 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; 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. Con esto es posible hacer una proyección del escenario actual modificado por la ejecución de las obras y actividades, sin la minimización de los efectos negativos con la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas.

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. Cabe mencionar que en este escenario se contempla la aplicación de una medida de compensación importante, siendo una superficie a reforestación y aplicación de obras de conservación de suelos y agua. Por lo anterior, el segundo escenario se ha denominado Escenario de Medidas o E2.

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, 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 superficie de ocupación del Proyecto (superficie solicitada).

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.

VII.1. Pronóstico de los Escenarios

VII.1.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto – E0

El escenario sin Proyecto (E0), mantendría como base una condición similar a la situación actual del SA, con las alteraciones e impactos previamente identificados y definidos como parte del Diagnóstico Ambiental Integrado, y de la descripción de la Problemática Ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto, pero con un decremento general de la calidad ambiental asociado a la continuidad de los procesos de degradación que se presentan en la zona, principalmente en relación a las actividades agrícolas, las actividades de industriales-mineras existentes, y en cierta medida a la presión que ejerce la urbanización del SA o cercanas a éste.

En la siguiente Tabla se muestran los valores de calidad modificados para el escenario E0 en el AI (escenario sin proyecto); los cuales se presenta en la siguiente tabla. Es de suma importancia mencionar que el resultado de los valores que se encuentran en la siguiente tabla, representan una disminución de 3.9% que tendría el medio ambiente de forma natural (E0, escenario sin proyecto).

Tabla 7. 2 Pronóstico de la calidad ambiental en el SA considerando que no se ejecute el Proyecto (escenario E0)

Componente	Valor de disminución %	Peso Ponderado	Valor en la escala del DA-I (%)
	Área de Influencia		Área de Influencia
Atmósfera	5%	11	0.
Suelo	6%	18.8	1.
Hidrología	6%	12.4	0.
Vegetación	8%	20.7	1.
Fauna	8%	19.1	1.
Paisaje y geoformas	5%	10.5	0.
Socioeconomía y Cultura	-30%	7.5	-2.
		Total	3.9%

* 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 potencialmente se generarán.

Comparando el Diagnóstico Ambiental en el SA contra el pronóstico del E0, las modificaciones adversas esperadas serían Bajas de forma generalizada, bajando ligeramente en su categoría de calidad, es decir, que las áreas de categoría Media Alta podrían bajar a Media, mientras que las áreas de categoría Media podrían bajar a calidad Media Baja; aunque no sería la misma condición para toda la superficie del AI, en el DA-I se aprecian áreas con calidad Media Alta, que disminuyen en extensión, pero se conservan con la misma calidad en el Escenario E0.

El resultado obtenido para este Escenario (E0) demuestra un decremento a futuro de la calidad ambiental de 3.9% a la calidad catalogada en la actualidad, presentada en el DA-I, siendo casi imperceptible a escala global. El resultado considerado se basa en el constante e inminente crecimiento de la población y el aumento de actividades productivas dando como resultado mayor demanda de recursos naturales, tales como; suelos, vegetación, agua, entre otros.

Dado al origen de ciertas actividades antrópicas como la minería, la cual se considera seguirá desarrollándose, permitiendo el desarrollo económico de la región, y por consiguiente el requerimiento y demanda de superficie forestal, que genera la disminución de la calidad ambiental.

Las modificaciones potenciales corresponden al crecimiento de actividades industriales permitirán la reducción de la calidad visual, existiendo actividades estéticamente no deseada, la reducción del hábitat disponible para la fauna se vería mermada en menor escala por actividades antrópicas existentes. Por otro lado, como ya se ha mencionado, se contempla el mejoramiento del factor Población-Socioeconómica, considerando un resultado positivo al crecimiento de éste.

En conclusión, si bien el valor resultante es una estimación generalizada, y no representa en teoría un gran cambio sobre el estado que conserva actualmente en el SA, de acuerdo con los modelos desarrollados, esta disminución es poco perceptible durante los años de vida útil solicitados para el Proyecto, sin representarse geográficamente en el Escenario E0. Lo anterior se observa en la Figura 7. 1 y el **Anexo 7.1.**

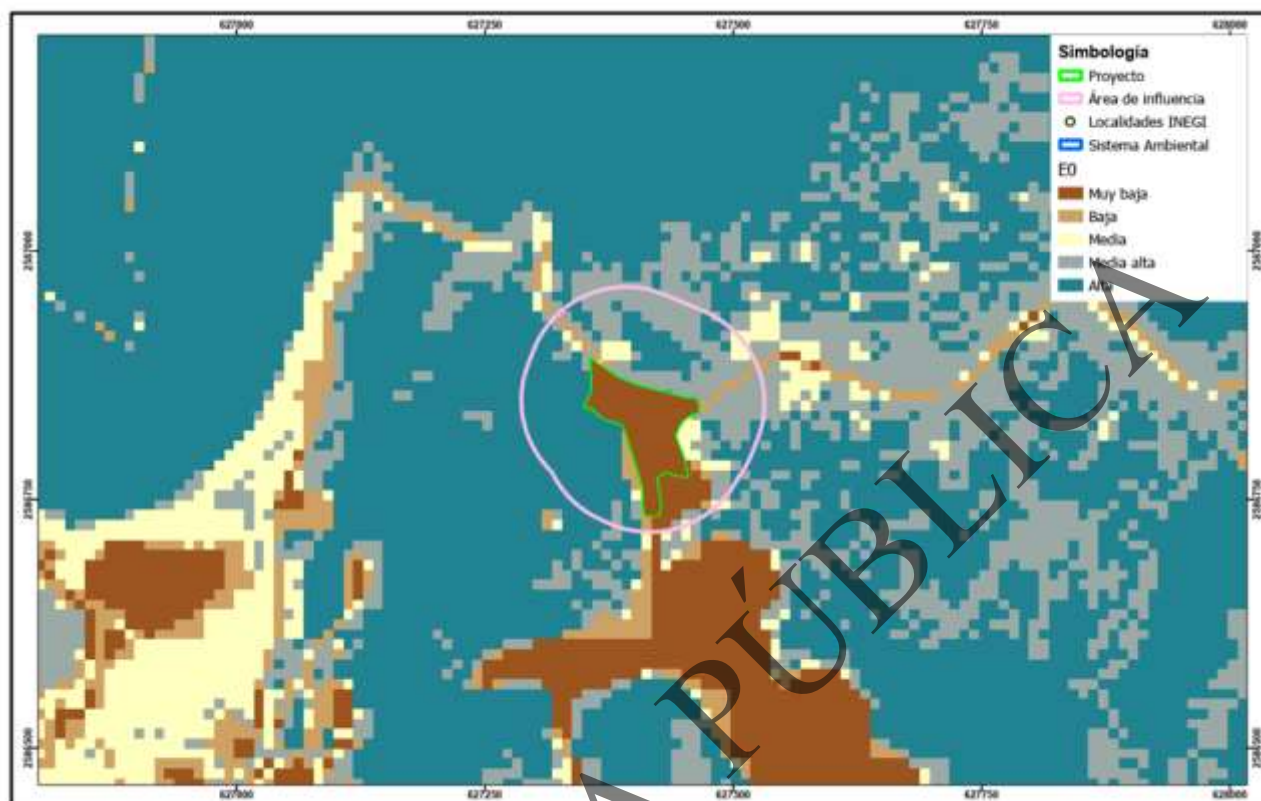


Figura 7. 1 Pronóstico del escenario sin Proyecto (E0) -AI

VII.1.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto, sin medidas de mitigación - E1

La base para la construcción del modelo que describe el escenario con Proyecto y sin medidas (E1) pronosticado, fue el escenario sin proyecto E0, considerando que los procesos de degradación y presión sobre los componentes ambientales señalados en la sección previa, se presentarán a nivel del SA independientemente del desarrollo del Proyecto; de manera que la reducción de la calidad en todo el SA ocurrirá de forma similar a lo que se presenta en la siguiente tabla, produciéndose cambios visibles sólo dentro del Proyecto y su Área de Influencia.

En otras palabras, el desarrollo del Proyecto sin la ejecución de medidas afectará de forma puntual la calidad del ecosistema, sin distribirse más allá de la superficie de Área de Influencia, cabe destacar que a nivel del SA no tendría relevancia, conforme a las consideraciones tomadas para el modelo del E0.

La calidad ambiental en la superficie del Proyecto se reduciría un 76%, y en el Área de Influencia se reduciría en un 26%, sin efectos negativos más allá de esta superficie, es decir, el resto de la superficie del SA seguirá manteniendo la misma calidad catalogada en el escenario E0.

Tabla 7. 3 Disminución porcentual de los valores de calidad del escenario actual a consecuencia del desarrollo del proyecto (escenario E1)

Componente	Valor de disminución %		Peso Ponderado	Valor en la escala del DA-I (%)	
	Área de Proyecto	Área de Influencia		Área de Proyecto	Área de Influencia
Atmósfera	90%	50%	11	9.9	5.5
Suelo	100%	20%	18.8	18.8	3.8
Hidrología	50%	30%	12.4	6.2	3.7
Vegetación	100%	20%	20.7	20.7	4.1
Fauna	90%	50%	19.1	17.2	9.6
Paisaje y geoformas	90%	50%	10.5	9.5	5.3
Socioeconomía y Cultura	-80%	-80%	7.5	-6.0	-6.0
Total				76	26

* 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 el Escenario de Impactos sin medidas o E1, se aprecia que la realización del Proyecto, en el supuesto de no considerar ninguna de las medidas propuestas, modificaría sensiblemente la calidad ambiental en el Área de Influencia, sobre todo de manera puntual, a nivel de la superficie de ocupación del Proyecto, en donde el polígono solicitado para el establecimiento del Proyecto, la calidad ambiental se reduciría a la categoría de Baja.

La afectación del Proyecto tendrá mayor relevancia en esta superficie, disminuyendo gradualmente en el Área de Influencia y se verán afectados los componentes; Fauna, Atmósfera y Paisaje, esto por el ahuyentamiento que pueda existir, el ruido generado por la operación del Proyecto, la pérdida fuera de los límites establecidos y al Paisaje puesto que el proyecto podrá ser perceptible desde el Área de Influencia delimitada.

Se estima que el componente Población-Socioeconomía tendrá de cualquier manera, un mejoramiento en su calidad a nivel de la superficie del Proyecto tanto por la generación de empleos como por el uso del territorio para actividades más productivas que las que actualmente hay en el sitio.

Todos los componentes ambientales presentan diferente fragilidad ante cualquier actividad antrópica que se desarrolle en su mismo espacio, esto depende de las características de las actividades que se desarrollen y el impacto que genere a dichos componentes. A continuación, se describe un escenario a futuro (E1) con implementación del Proyecto y sin aplicación de medidas:

- La eliminación de la protección al recurso suelo ante los factores físicos que se presenten, tales como el agua, provocará la erosión, degradación y sedimentación de éste; como efecto secundario en los sitios contiguos, se contempla exista ligera erosión del suelo, sin distribuirse más allá de esta superficie.
- Las actividades antrópicas provocarán el ahuyentamiento de la fauna, teniendo mayor relevancia en la superficie del Proyecto, reduciéndose gradualmente en el Área de Influencia. De igual forma se

contempla la reducción del hábitat disponible para los animales, tanto de refugio, alimentación y reproducción.

- El paisaje se encuentra actualmente degradado por las actividades minero-industriales que se presentan en el sitio del Proyecto, reduciendo así la calidad ambiental para la calidad y continuidad paisajística, sin embargo, con el desarrollo del presente Proyecto y la alteración del paisaje de manera indiscriminada puede afectar de manera considerable la huella del Proyecto en las nuevas áreas a implementar y en el Área de Influencia.

En términos generales, la implementación del Proyecto y sin la aplicación de medidas conllevará a la afectación de los componentes ambientales que se encuentra puntualmente en dicha superficie, reduciendo su calidad ambiental a la categoría Baja puntualmente en el Área del Proyecto. En la Figura 7.2 se presenta el E1 de manera gráfica en un plano georreferenciado y puede ser consultada a mayor detalle en el **Anexo 7.2**.

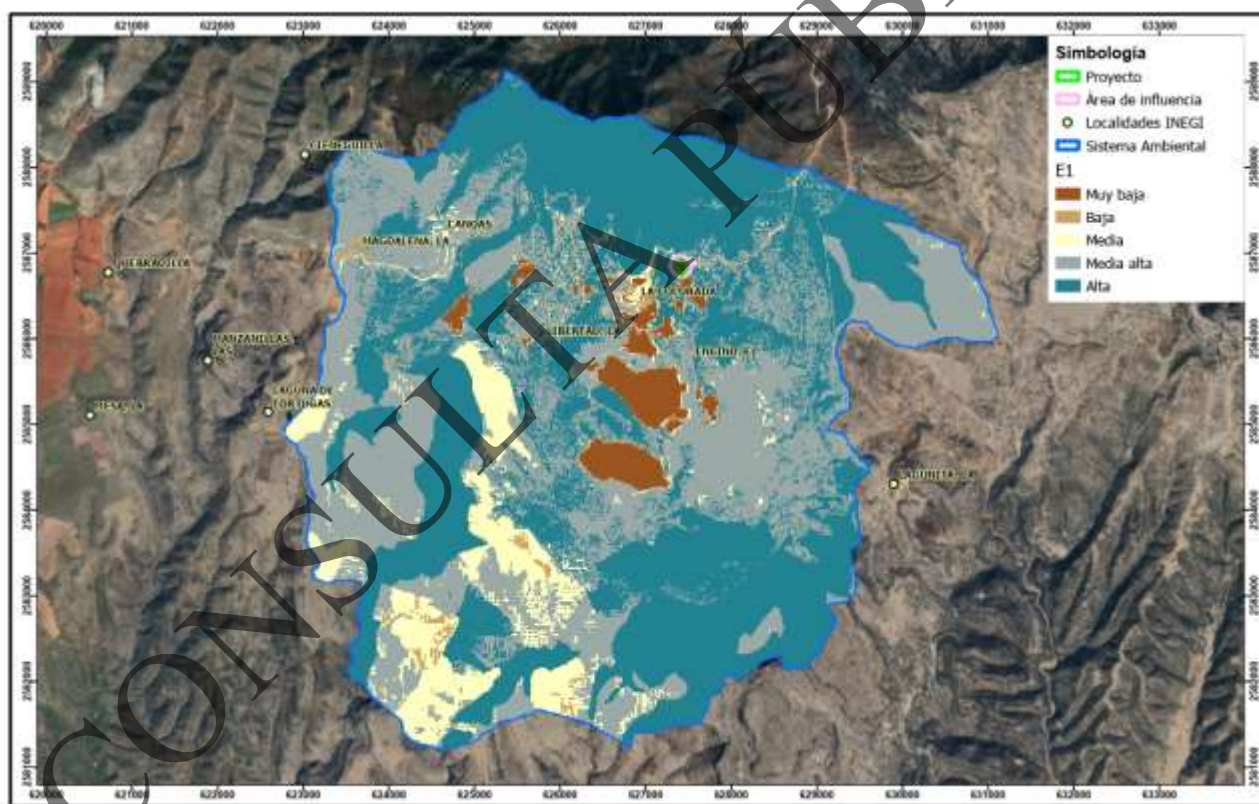


Figura 7. 2 Escenario de impactos (E1 –AI con Proyecto, sin medidas)

VII.1.3. Descripción y análisis del escenario con Proyecto y las medidas de mitigación - E2

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 siguiente tabla se muestran los valores estimados de disminución de la calidad de cada componente.

Es importante señalar que durante el desarrollo del presente Proyecto y de sus actividades posteriores en el cierre y abandono de las instalaciones se contemplan distintas actividades y medidas compensatorias como la reforestación de áreas, la conservación de suelo y agua mediante barreras a curvas, trincheras y demás obras que puedan propiciar un mejoramiento ambiental en el sitio. Sumado a las demás medidas tanto de prevención, mitigación y compensación determinadas en el Capítulo VI del presente documento se estima una reducción considerable en la importancia de los impactos evaluados para cada uno de los componentes ambientales del Proyecto.

En la siguiente Tabla se presentan los valores de reducción en la calidad ambiental para cada uno de los componentes analizados con respecto a la realización del Proyecto y la debida aplicación de las medidas propuestas.

Tabla 7. 4 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 %		Peso Ponderado	Valor en la escala del DA-I (%)	
	Área de Proyecto	Área de Influencia		Área de Proyecto	Área de Influencia
Atmósfera	30%	5%	11	3.3	0.6
Suelo	50%	0%	18.8	9.4	0.0
Hidrología	10%	0%	12.4	1.2	0.0
Vegetación	90%	0%	20.7	18.6	0.0
Fauna	30%	10%	19.1	5.7	1.9
Paisaje y geoformas	50%	20%	10.5	5.3	2.1
Socioeconomía y Cultura	-100%	-100%	7.5	-7.5	-7.5
Total				36	-3

* 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.

De acuerdo con la tabla anterior, en el E2 se está estimando que sobre la superficie del Proyecto con la aplicación de medidas habrá una disminución equivalente al 36% de su calidad ambiental global (incluye todos los componentes) respecto al Escenario de impactos E1; es decir, que en vez de disminuir un 76% la calidad actual con la realización del proyecto sin medidas, se estima una disminución aproximada al 36% de la calidad actual estimada a partir de la aplicación de las medidas propuestas. Esto es principalmente con la estimación de efectividad de las medidas propuestas a lo largo del desarrollo del Proyecto, ya que el análisis se hace directamente sobre la superficie del Proyecto que invariablemente será ocupada por las obras y actividades, por lo que se refleja en este modelo principalmente la residualidad de los impactos identificados.

Así mismo, en el Área de Influencia, la mejoría sería del -3%, lo que resulta de considerar los impactos residuales sobre la topografía y el paisaje, que es más susceptible a residualidad en relación con otros impactos, y está dado por el tipo de actividades que podrán ser perceptibles auditiva y visualmente.

Bajo este esquema, en el escenario futuro previsto con el desarrollo del Proyecto y con la ejecución de las medidas, las áreas del Proyecto seguirían categorizadas en el rango de calidad Media Baja y Media, pero a nivel del AI habrá algunas áreas que muestran relativa mejoría respecto al E1, alcanzando un nivel

de calidad Media y Media Alta, conforme a las consideraciones y evaluaciones realizadas. El modelo del escenario de medidas o impactos residuales E2, mantendrá una condición muy aproximada al escenario sin Proyecto o E0 con la modificación de la calidad ambiental en el sitio en el total de la vida útil del Proyecto analizada; lo que se interpreta como un balance positivo para el Proyecto.

Considerando las medidas ejecutadas adecuadamente en consideración a la ejecución del Proyecto se pronostica en dicho escenario (E2) que las condiciones al medio ambiente permanezcan en las condiciones óptimas o lo mejor posible de acuerdo con las catalogadas en el escenario sin proyecto (E0). Sin duda alguna los cambios existentes serán perceptibles, pero no tendrán gran efecto que modifique el entorno inmediato del Proyecto o AI. Lo anterior puede observarse en la Figura 7.3 y el **Anexo 7.3**.

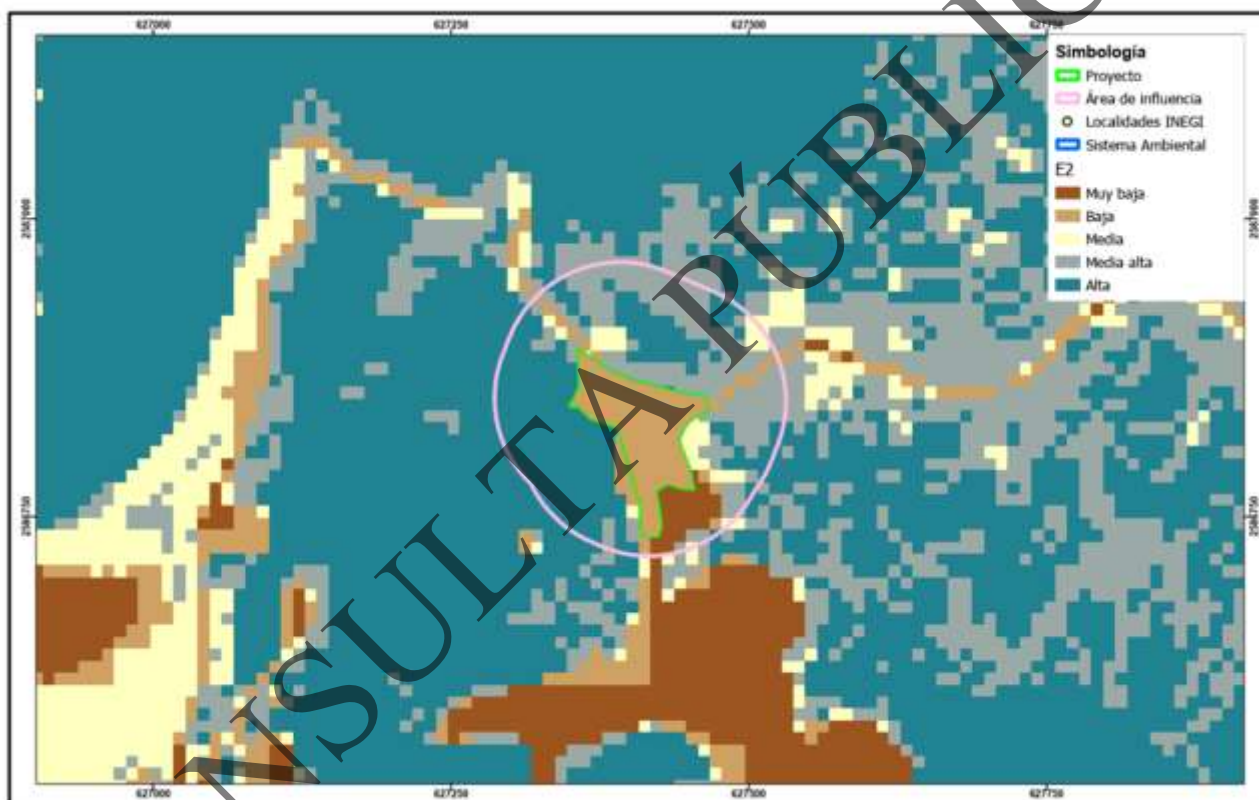


Figura 7.3 Escenario de medidas (E2 –y AI con Proyecto y con medidas)

VII.1.4. Pronóstico ambiental

Con la finalidad de facilitar un análisis comparativo de los escenarios pronosticados, en la Figura 7.4 se muestra un mosaico de los tres escenarios modelados, enmarcados en el SA del Proyecto y el Área de Influencia delimitada para el Proyecto.

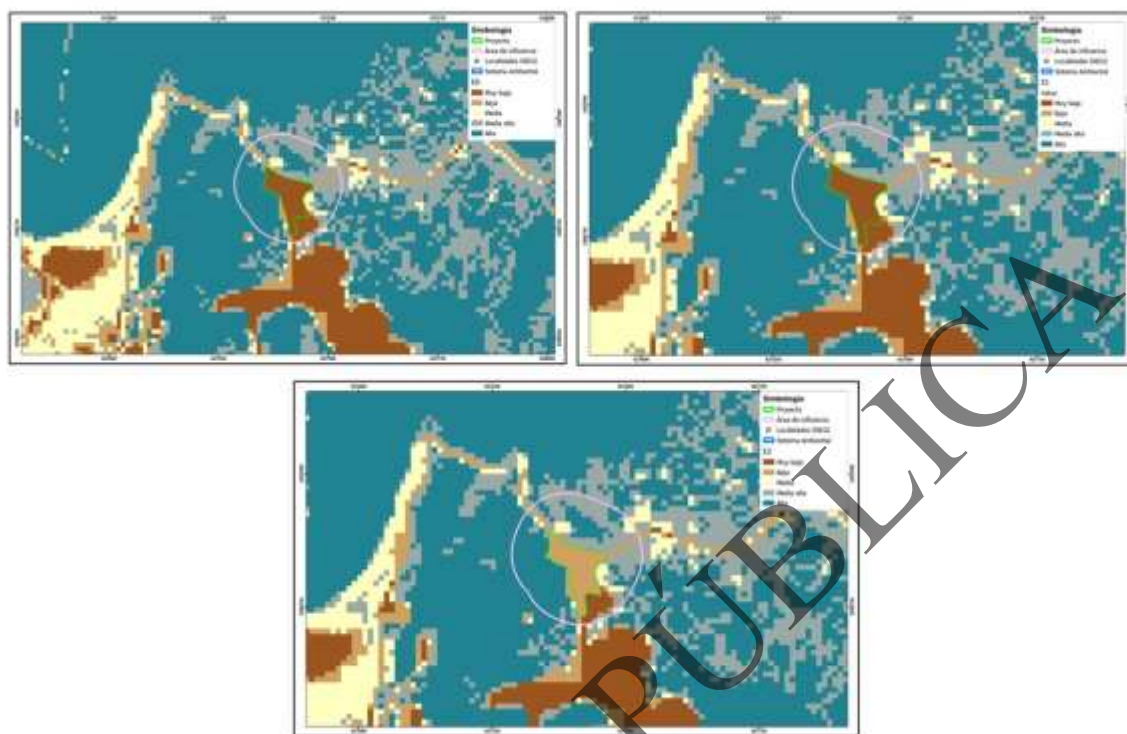


Figura 7. 4. Pronóstico de los escenarios

En consideración a la interpretación resultado del consenso del grupo de especialistas que trabajaron en el análisis del presente Proyecto, se presenta el pronóstico:

- De acuerdo con el Diagnóstico Ambiental Integrado la mayor parte del SA, AI y área del Proyecto posee de forma generalizada una calidad Alta, Medio Alta, Media Baja y Baja, con áreas marcadas con calidad Baja para las áreas actualmente operativas de la Mina La Colorada; así como sitios donde se alcanzan los menores niveles de calidad ambiental del AI. Considerando la evaluación realizada para el Diagnóstico Ambiental Integrado, el modelo resultante evidencia claramente el deterioro de la calidad ambiental puntualmente en zonas donde se realizan actividades antrópicas, que a lo largo de los años han transformado las condiciones naturales del ecosistema.
- La calidad ambiental pronosticada en el escenario sin Proyecto (E0), demuestra decremento a futuro de la calidad ambiental de 3.9% a la calidad catalogada en la actualidad, presentada en el DA-I, siendo casi imperceptible a escala global. El resultado considerado se debe al constante e inminente crecimiento de la población dando como resultado mayor demanda de recursos naturales, tales como; suelos, vegetación, agua, entre otros. Entre las principales actividades que se desarrollan se encuentra la agricultura, la cual se distribuye en todas la zonas de fácil accesibilidad humana; con tendencia al desarrollo, crecimiento y necesidad de mayor superficie para el desarrollo de dichas actividades lo que genera la degradación física por compactación del recurso suelo y al mismo tiempo la degradación química por declinación de la fertilidad y deducción del contenido de materia orgánica, como se presenta en la actualidad en algunas zonas de agricultura de acuerdo a información de INEGI.

- La calidad ambiental pronosticada en el escenario con Proyecto y sin medidas (E1), considera que la afectación del Proyecto tendrá mayor relevancia en esta superficie, La afectación del Proyecto tendrá mayor relevancia en esta superficie, disminuyendo gradualmente en el Área de Influencia y se verán afectados los componentes; Fauna, Atmósfera y Paisaje, esto por el ahuyentamiento que pueda existir, el ruido generado por la operación del Proyecto, la pérdida fuera de los límites establecidos y al Paisaje puesto que el proyecto podrá ser perceptible desde el Área de Influencia delimitada. Entre los componentes catalogados de mayor importancia y al mismo tiempo valorado con mayor afectación se encuentra: la vegetación; la implementación del Proyecto contempla la eliminación de la cobertura vegetal en áreas que lo requieran, lo cual generará disminución de los servicios que presta este componente, tales como, captura de carbono, generación de oxígeno y protección al recurso suelo.
- La calidad ambiental pronosticada en el escenario con Proyecto e implementación de medidas de mitigación (E2) contempla una mejoría en dicha superficie, equivalente al 36% de su calidad ambiental global (incluye todos los componentes) respecto al Escenario de impactos E1; es decir, que en vez de disminuir un 76% la calidad actual con la realización del proyecto sin medidas, se estima una disminución aproximada al 36% de la calidad actual estimada a partir de la aplicación de las medidas propuestas. El análisis se hace directamente sobre la superficie del Proyecto que invariablemente será ocupada por las obras y actividades, por lo que se refleja en este modelo principalmente la residualidad de los impactos identificados. En este Escenario E2 se puede observar de manera general condiciones similares al Escenario E0, en el que el desarrollo del Proyecto puede considerarse como viable y que no tendría impactos que causen desequilibrios ecológicos.
- En el escenario futuro, en caso de ejecutarse el Proyecto tal como está contemplado, incluyendo las medidas de prevención, control, mitigación y compensación, el Proyecto se presentará como un desarrollo productivo sustentable, responsable de las actividades que realiza, de su compromiso con las comunidades aledañas a sus Proyectos y el medio ambiente que los rodea, generando mayor crecimiento y estabilización económica en la región donde se establece y con una derrama económica a través de la creación de empleos y las necesidades de servicios.

VII.1.5. Evaluación de alternativas

Con el análisis realizado para los distintos escenarios y pronósticos con el desarrollo del Proyecto se busca encontrar las mejores alternativas para que la calidad ambiental en el sitio no se vea altamente perturbada con las actividades del Proyecto, contemplando como la mejor alternativa para la correcta operación del Proyecto.

Para un correcto funcionamiento de las actividades y medidas propuestas para el Proyecto se dispone de un Programa de Manejo Ambiental (descrito y propuesto en el Capítulo VI de la presente MIA-P), en el cual se describen a detalle todas y cada una de las medidas de prevención, mitigación, compensación y sus respectivas actividades, así como distintas metodologías que promuevan una alternativa adecuada para que el presente Proyecto pueda desarrollarse de manera adecuada con el menor impacto a los componentes ambientales existentes. Además, se utilizarán distintas áreas que serán destinadas específicamente para el mejoramiento ambiental y la aplicación de las medidas propuestas.

En consideración de lo anterior, el Proyecto busca implementar distintas actividades y metodologías para obtener mejores resultados en su operación con el menor impacto ambiental, por lo que las actividades descritas para cada una de las etapas de este, las superficies solicitadas y sus distintas actividades de prevención, mitigación y/o compensación representar las mejores opciones de desarrollo para las actividades de naturaleza minera como el presente Proyecto.

VII.1.6. Conclusiones

Con el desarrollo y evaluación de los pronósticos ambientales para el Proyecto, se estima que las obras y actividades contempladas a lo largo de la vida útil del mismo presenten interacciones adversas y benéficas, pues con la debida aplicación de metodologías, medidas y acciones, el desarrollo del Proyecto no conlleva la modificación de manera considerable las cualidades ambientales del SA y su Área de Influencia. Se estima que el Proyecto no genere desequilibrios ecológicos ni interferirá con los procesos ambientales en el SA y su Área de Influencia de manera considerable, conforme al análisis realizado.

Para que estas descripciones y estimaciones sean congruentes durante el desarrollo del Proyecto, se deberá cumplir cabalmente con todas y cada una de las medidas propuestas en el Capítulo VI conforme al Programa de Manejo Ambiental, además de los distintos lineamientos y condicionantes establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para que el Escenario 2 pueda ser generado de manera correcta durante la vida útil del Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1. Presentación de la información

Para realizar la caracterización del medio físico, biótico, social y económico del Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe, 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 la promovente 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 (scooping), 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, 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, fototrampas, 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 estudios disponibles realizados en la región, 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, se elaboró un Sistema de Información Geográfica (SIG) el cual consistió en 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, zonas geográficas 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 siguiente, 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	Capítulos Vinculatorios
Polígonos de obras y componentes (plan maestro)	Vector	Proyecto	Información proporcionada por el promovente	Cap I - II - III - IV - VII
Polígonos de lotes y predios	Vector	Proyecto	Información proporcionada por el promovente	Cap I - II - III - IV - VII
Plano de instalaciones de abastecimiento y vías de acceso	Vector	Proyecto	Información proporcionada por el promovente	Cap I - II - III - IV - VII
ESRI base Imagen servidor ARCVIEW	Archivo ráster	Proyecto SA	Referencia ESRI, imagen servidor	Cap I - II - III - IV - VII
Imagen de dron	Archivo ráster	Local	Dron de Plata Panamericana	Cap I - II - III - IV - VII
SENTINEL	Archivo ráster	Proyecto SA	Satélite Copernicus imagen 2019	Cap I - II - III - IV - VII
Imagen Satelital Base ESRI	Archivo ráster	Mundial Local	Información gratuita ESRI MAPS, imágenes locales y regionales	Cap I - II - III - IV - VII
Topografía Base ESRI	Archivo ráster	Mundial Local	Información gratuita ESRI MAPS, imágenes locales y regionales	Cap I - II - III - IV - VII
Vías de Acceso y Carreteras Base ESRI	Archivo ráster	Mundial Local	Información gratuita ESRI MAPS, imágenes locales y regionales	Cap I - II - III - IV - VII
Modelo digital de elevación regionales	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.	Local	Generados mediante Spatial Analysis por proceso de TIR interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla)	Cap III - IV
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	Cap III - IV
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	Cap III - IV
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	Cap III - IV
Modelo digital de elevación locales	Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente	Proyecto	Generados mediante Spatial Analysis por proceso de TIR interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla)	Cap IV



Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
Modelo de relieve locales	Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente	Proyecto	Generados mediante Spatial Analysis a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable	Cap IV
Modelo de pendientes locales	Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente	Proyecto	Generados mediante Spatial Analysis a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable	Cap IV
Modelo hidrológico local	Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente	Proyecto	Generados mediante Arc-Hidro a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable	Cap IV
Modelo de clasificación espectral de la vegetación	Vector	Local	Generado a partir de fotografías detalla del proyecto (Pixel)	Cap IV
Carta Hidrología Superficial INEGI	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta INEGI	Cap. IV
Carta Hidrología Subterránea INEGI	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta INEGI	Cap. IV
Carta Geológica INEGI	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta INEGI	Cap. IV
Carta Edafológica INEGI	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta INEGI	Cap. IV
Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie 5 INEGI	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta INEGI	Cap. IV
Carta de Uso Potencial INEGI	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta INEGI	Cap. IV
Carta de Efectos Climáticos INEGI (mayo - octubre)	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta INEGI	Cap. IV
Carta de Efectos Climáticos INEGI (noviembre - abril)	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta INEGI	Cap. IV
Carta de Geológica Minera SGM	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta Servicio Geológica Mexicano	Cap. IV



Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
Carta Propiedad Mineras SGM	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta Servicio Geológica Mexicano	Cap. IV
Carta Magnética SGM	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta Servicio Geológica Mexicano	Cap. IV
Áreas de Conservación de Aves AICAS	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Cabeceras Municipales	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Modelo de Climas Nacional	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Curvas de Nivel 100 metros	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
División Política Estatal	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap I - II - III - IV - VII
Divisiones Florísticas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Edafología	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Escurrimiento Media Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Escurrimiento Total Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Estaciones Climatológicas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Estaciones Hidrométricas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
Evapotranspiración Real	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional – Orto foto Geodésica Red	Cap. IV
Fisionómica Estructural	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional – Orto foto Geodésica Red	Cap. IV
Hidrogeología	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional – Orto foto Geodésica Red	Cap. IV
Hidrografía	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional – Orto foto Geodésica Red	Cap. IV
Hipsometría	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional – Orto foto Geodésica Red	Cap. IV
Insolación Media Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional – Orto foto Geodésica Red	Cap. IV
Insolación Total Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional – Orto foto Geodésica Red	Cap. IV
Inventario Forestal Nacional Puntos de Verificación	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional – Orto foto Geodésica Red	Cap. IV
Lenguas Indígenas a Nivel Municipal	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional – Orto foto Geodésica Red	Cap. IV
Marginación a Nivel Municipal	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional – Orto foto Geodésica Red	Cap. IV
Precipitación Media Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional – Orto foto Geodésica Red	Cap. IV
Precipitación Total Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional – Orto foto Geodésica Red	Cap. IV
Provincias Bio-Geográficas de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional – Orto foto Geodésica Red	Cap. IV



Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
Permeabilidad de Rocas y Suelos	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional Orto foto Geodésica	Cap. IV
Provincias Bióticas de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional Orto foto Geodésica	Cap. IV
Provincias Fisiográficas de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional Orto foto Geodésica	Cap. IV
Provincias Cap. de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional Orto foto Geodésica	Cap. IV
Rasgos de Humedad Según Climas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional Orto foto Geodésica	Cap. IV
Redes Carreteras	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional Orto foto Geodésica	Cap I - II - III - IV - VII
Regímenes de humedad en el suelo	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional Orto foto Geodésica	Cap. IV
Región Terrestre Prioritaria RTP	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional Orto foto Geodésica	Cap. III
Región Hidrológica Prioritaria RHP	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional Orto foto Geodésica	Cap. III
Regiones Hidrológicas Administrativas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional Orto foto Geodésica	Cap. III
Regiones Naturales de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional Orto foto Geodésica	Cap. III
Suelos Dominantes de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional Orto foto Geodésica	Cap. IV
Temperatura Media Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información CONABIO corregidas Nacional Orto foto Geodésica	Cap. IV

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
Usos de Suelo y Vegetación Serie 7	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Vegetación Según Cap.	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto	Cap. IV
Cuencas CONAGUA	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Cuencas Instituto de Geografía	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Sub-Cuencas CONAGUA	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Plano de Políticas de Conservación CONAFOR	Vectorial temática nacional	Nacional	Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Plano de Políticas de Producción CONAFOR	Vectorial temática nacional	Nacional	Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Plano de Políticas de Restauración CONAFOR	Vectorial temática nacional	Nacional	Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Plano de Políticas No Aplicables CONAFOR	Vectorial temática nacional	Nacional	Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Áreas Naturales Protegidas Federales CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Áreas Naturales Protegidas Estatales CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Áreas Naturales Protegidas Municipales CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Sitios RAMSAR CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Grado de Peligro por Sequia	Vectorial temática nacional	Nacional	CENAPRED Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Grado de Riesgo por Ciclones Tropicales	Vectorial temática nacional	Nacional	CENAPRED Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Grado de Riesgo por Nevadas	Vectorial temática nacional	Nacional	CENAPRED Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV



Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
Regionalización Sísmica CFE	Vectorial temática nacional	Nacional	CENAPRED - CFE Actualización 2013- Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Zonificación Eólica CFE	Vectorial temática nacional	Nacional	CENAPRED - CFE Actualización 2013- Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
División Ejidal ASERCA RAN	Vectorial temática nacional	Nacional	SAGARPA - Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Entidades Urbanas, Rurales y Divisiones Municipales Actualizadas 2013	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI 2013 - Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Maco Geodésico Nacional	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI 2013 - Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Uso de Suelo y Vegetación Serie 6 INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI 2013 - Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Modelo de Climas Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI - Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Modelo de Climas Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI - Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Modelo de Climas Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI - Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Modelo Edafológico Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI - Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Fisiografía - Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI - Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Geología Fallas - Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI - Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Geología Fracturas - Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI - Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Sitios de Muestro de hidrogeología - Nacional Temática	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI - Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Geo-Hidrología- Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI - Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Hidrología Superficial Cuencas y Subcuencas - Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI - Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Divisiones Municipales y Estatales - Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI - Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV



Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
Uso Potencial – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Imagen Landas	Imagen Ráster	Regional	Imagen link Landsat.com	Cap. III y IV
Modelo de Paisaje Goleando	Imagen Ráster	Local	Generado a partir de Modelo Jaeneses	Cap. IV
Muestreos de Vegetación	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo	Cap. IV
Muestreos de Suelo	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo	Cap. IV
Muestreos de Fauna	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo	Cap. IV
Puntos de Control para Modelo de Paisaje	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo	Cap. IV
Toponimia INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F14B34	Cap I - II - III - IV - VII
Poblados INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F14B34	Cap I - II - III - IV - VII
Referencia topográfica puntual INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F14B34	Cap I - II - III - IV - VII
Instalaciones de Comunicación INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F14B34	Cap I - II - III - IV - VII
Cementerios INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F14B34	Cap I - II - III - IV - VII
Cuerpos de agua cercanos al área de estudio INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F14B34	Cap I - II - III - IV - VII
Modelo de escorrentías INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F14B34	Cap I - II - III - IV - VII
Conducción de agua INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F14B34	Cap I - II - III - IV - VII
Topografía INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F14B34	Cap I - II - III - IV - VII
Edificaciones Diversas puntuales INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F14B34	Cap I - II - III - IV - VII
Hidrográficos Puntuales INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F14B34	Cap I - II - III - IV - VII
Límites linderos INEGI Oficiales	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F14B34	Cap I - II - III - IV - VII
Referencia Topográfica de área INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F14B34	Cap I - II - III - IV - VII
Áreas urbanas INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F14B34	Cap I - II - III - IV - VII
Líneas de Conducción y Transmisión	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F14B34	Cap I - II - III - IV - VII
Acuíferos	Vector Temática Nacional	Nacional	CONAGUA - REPDA - Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Vías de Comunicación INEGI 250,000	Vector Temática Local	Regional	Carta 250,000 INEGI Clave F1303	Cap. III
Áreas de Importancia Topográfica INEGI 250,000	Vector Temática Local	Regional	Carta 250,000 INEGI Clave F1303	Cap. III

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
Vías de conducción hidrológica INEGI 250,000	Vector Temática Local	Regional	Carta 250,000 INEGI Clave F1303	Cap. III
Sitio de anidación, refugio y alimentación	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo	Cap. III
Recomendaciones forestales	Vector Temático	Local	Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C.	Cap. IV
Clases texturales	Vector Temático	Local	Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C.	Cap. IV
Profundidad Efectiva de Suelo	Vector Temático	Local	Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C.	Cap. IV
Limitantes Físicas	Vector Temático	Local	Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C.	Cap. IV
Unidades Edafológicas FAO 70, WRB 2000 y WRB 2006	Vector Temático	Local	Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C.	Cap. IV
Modelo de Climas Máximo	Ráster Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW – Spline – Kriding	Cap IV
Modelo de Climas Mínimos	Raster Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW – Spline – Kriding	Cap IV
Modelo de Climas Promedio	Raster Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW – Spline – Kriding	Cap IV
Modelo de Precipitación	Raster Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW – Spline – Kriding	Cap IV
Modelo de Heladas	Raster Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW – Spline – Kriding	Cap IV
Zonas de Recarga Natural	Raster Temático	Local	Generados mediante Arc-Hidro a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable	Cap IV

- 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, entre otros.

- 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.

g) 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 de creo su simbología específica.

VIII.2. Cartografía

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.

Más adelante se presenta la lista de Anexos (planos y documentos) de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P) del Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe.

VIII.3. Fotografías

A lo largo del presente documento se han presentado distintos elementos fotográficos para evidenciar los distintos componentes ambientales o estados actuales del sitio propuesto para el desarrollo del Proyecto, así como distintos anexos que conjuntan dichas evidencias.

VIII.4. Videos

No fue necesaria la inclusión de videos en el presente documento

VIII.5. Otros anexos

A continuación, se presenta la lista de anexos por capítulo que incluye esta MIA.

VIII.5.1. Listado de anexos

Capítulo I

Anexo 1.1. Copia simple del Acta Constitutiva de Plata Panamericana, S.A. de C.V.

Anexo 1.2. Copia simple del Registro Federal de Contribuyentes de Plata Panamericana, S.A. de C.V.

Anexo 1.3. Copia certificada del Poder del Representante Legal

Anexo 1.4. Copia simple de la Identificación Oficial del Representante Legal

Anexo 1.5. Copia simple de la Cédula Profesional del Responsable Técnico del Estudio

Capítulo II

Anexo 2.1. Localización del predio respecto al estado de Zacatecas, INEGI

Anexo 2.2. Localización particular del Proyecto y sus rutas de acceso

Anexo 2.3. Plan Maestro del Proyecto Extractor de Ventilación Guadalupe

Capítulo IV

Anexo 4.1. Área de influencia del Proyecto

Anexo 4.2. Sistema Ambiental del Proyecto

Anexo 4.3. Anexo 4.3. Informes de laboratorio Partículas Suspensas (Digital)

Anexo 4.4. Anexo 4.4. Reporte fotográfico general de actividades en campo

Anexo 4.5. Anexo 4.5. Modelo de dispersión de polvos (Digital)

Anexo 4.6. Evaluación de ruido emitido por fuentes fijas (Digital)

Anexo 4.7. Descripción de los perfiles de suelo

Anexo 4.8. Informes de laboratorio Arroyo Veta 2 (A06) (Digital)

Anexo 4.9. Informes de laboratorio Arroyo aguas abajo Presa 7 (A07) (Digital)

Anexo 4.10. Informes de laboratorio de Sedimentos 2023 (digital)

Anexo 4.11. Informes de laboratorio Piezómetro Aguas abajo depósito de jales 6 (A52) (Digital)

Anexo 4.12. Informes de laboratorio Agua de mina (A02) (Digital)

Anexo 4.13. Tipos de vegetación INEGI Serie VII del SA

Anexo 4.14. Plano general de sitios de muestreo del SA

Anexo 4.15. Reporte fotográfico de vegetación del SA y AI

Anexo 4.16. Clasificación supervisada de la vegetación del SA

Anexo 4.17. Tipos de vegetación INEGI Serie VII AI

Anexo 4.18. Plano general de sitios de muestreo del AI

Anexo 4.19. Reporte fotográfico de Vegetación del AI y AP

Anexo 4.20. Clasificación supervisada de la vegetación del AI

Anexo 4.21. Tipos de vegetación INEGI Serie VII en AP

Anexo 4.22. Clasificación supervisada de la vegetación del AP

Anexo 4.23. Áreas de muestreo para la fauna silvestre

Anexo 4.24. Reporte fotográfico Fauna

Anexo 4.25. Importancia del Hábitat Plata Panamericana Silver

Anexo 4.26. Valoración de la calidad visual de las unidades de paisaje

Anexo 4.27. Valoración de la fragilidad visual de las unidades de paisaje

Capítulo V

Anexo 5.1. Matriz de importancia de impactos, etapa preparación del sitio

Anexo 5.2. Matriz de importancia de impactos, etapa construcción

Anexo 5.3. Matriz de importancia de impactos, etapa operación

Anexo 5.4. Matriz de valoración de impactos con factores ponderados

Capítulo VI

Anexo 6.1. Programa de Vigilancia Ambiental

Capítulo VII

Anexo 7.1. Escenario E0

Anexo 7.2. Escenario E1

Anexo 7.3. Escenario E2

Anexo Digital

Coordenadas y Superficies del Proyecto (Proyecto, AI, SA) formatos *shp*, *kmz* y Excel

CONSULTA PÚBLICA

VIII.5.2. 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.

Calderón de Rzedowski, G. (1985). Familias. *Flora fanerogámica del valle de México*, 2, 77-85.

CAMIMEX. (2020). Informe Anual. Cámara Minera de México. Ciudad de México.

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.

Chapa, Bezanilla, D., Sosa, Ramírez, J., & Alba, Ávila, A. (2008). Estudio multitemporal de fragmentación de los bosques en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Madera y Bosques*, 37-51.

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.

Caballero, Deloya, M. (1977). Técnicas de muestreo usadas en México en Inventarios forestales, *Desarrollo histórico. Ciencia Forestal*, 3-30.

Castillo-Sánchez, C., Türk-Boyer, P. J., Venegas-Cardoso, R. F., Paz-Moreno, F., Villalpando-Canchola, E., & Valentine, C. F. (1994). Programa de Manejo Reserva de La Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar Municipios de Plutarco Elías Calles, Puerto Peñasco y San Luis Río Colorado, Sonora, México. Sonora: Sistema de Áreas Naturales Protegidas.

Chao, A., Chazdon, R. L., Colwell, R. K., & Shen, T. J. (2005). A new statistical approach for assessing compositional similarity based on incidence and abundance data. *Ecology Letters*, 148-159.

Comisión Nacional Forestal. (2015). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Procedimientos de muestreo. Guadalajara, Jal, México.: CONAFOR.

Gómez, López, A. M., & Williams, Linera, G. (2006). Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 7-15.

Imaña, Encinas, J., Jiménez, Pérez, J., & Valeria, Rezende, A. (2014). Conceptos dasométricos en los inventarios fitosociológicos. Brasília, Brasil / Linares, México: Universidad de Brasilia / Universidad Autónoma de Nuevo León.

INEGI. (2012). Guía para la interpretación de cartografía; Uso de Suelo y Vegetación: Escala 1:250, 000 Serie V. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI, (. (2017). Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250, 000: serie VI. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Jiménez, Sierra, C. L., & Sosa, Ramírez, J. (2014). México país megadiverso y la relevancia de las áreas naturales protegidas. *Investigación y ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.*, 16-22.

Lot, A., & Chiang, F. (1986). Manual de herbario. México: UNAM.

Molina, F. E. (2010). Diversidad Biológica de Sonora. México, D.F: Mora- Caantúa.

Moreno Ortega, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Pachuca, Hidalgo: UAEH.

Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia: El País.

Orozco, L., & Brumér, C. (2002). Inventarios forestales para bosques de latifoliados en américa central.

Turrialba, Costa Rica: CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Refaeilzadeh-P, T. L. (2009). Cross-validation. Boston: Springer.

Sánchez, Mejía, Z. M., Serrano-Grijalva, L., Peñuelas-Rubio, O., & Pérez, E. R. (2007). Composición florística y estructura de la comunidad vegetal del límite del desierto de Sonora y la selva baja caducifolia (Noroeste de México). *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 74-83.

SEMARNAT. (2010). Norma Oficial Mexicana 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. Diario Oficial de la Federación 30 diciembre.

Shoji-Sánchez, D. (2005). Adecuación del Índice de Integridad Ecológica para la evaluación del Matorral Desértico Micrófilo en dos localidades del Valle de Cuatro ciénegas. Monterrey, N.L: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

Sivinski, R. C. (1998). The genus *Cryptantha* (Boraginaceae) in New Mexico. *Botanist*, 8.

Villareal, H., Álvarez, M., Cordoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . . . Umaña, A. M. (2004).

Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Bogotá, Colombia.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 559-902.

Yang, K.-C., & Pulkki, R. E. (2002). Sample Size Determination and Probability Level Estimation. *Taiwan J For Sci*, 135-41.

Espinosa, Organista, D., & Ocegueda, Cruz, S. (2008). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. *Capital natural de México*, I, 33-65.

Eugene, A.T. y H.E. Burkhat. (1983). *Forest Measurements*. McGraw-Hill. N.Y., USA. 331 p. Font-Quer P. 1953. *Diccionario de botánica*. Editorial Labor. Barcelona.

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 Worldwide 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>

González, Villarreal, L. M. (1986). Contribución al conocimiento del género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de Jalisco. . Guadalajara, Jal.: Instituto de Botánica. Universidad de Guadalajara.

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.

INEGI. (2012). Guía para la interpretación de cartografía : uso del suelo y vegetación : escala 1:250, 000 : serie V. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

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.

Magaña, P. (2002). La flora de México ¿Se podrá conocer completamente? Ciencias, 24-26.

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.

Martínez-Gordillo, M., Jiménez, J., Ramírez, R. C., Durán, E. J., Arriaga, R. G., Cervantes, A., & Mejía, R. Hernández. 2002. Los géneros de la familia Euphorbiaceae en México. In Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot (Vol. 73, pp. 155-281).

McVaugh, R. (1974). Flora novo-galiciana (Vol. 12). University Herbarium, University of Michigan.

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.

Pérez-García, E. A., Meave, J. A., & Cevallos-Ferriz, S. R. (2012). Flora y vegetación de los trópicos estacionalmente secos en México: origen e implicaciones biogeográficas. Acta botánica mexicana, (100), 149-193.

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

Rzedowski, J. (1994). Vegetación de México (Sexta reimpresión ed.). D.F. México: Limusa.

Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México. 1a. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504pp.

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/#.

SMN (2010). Servicio Meteorológico Nacional. CONAGUA, en: <http://smn.conagua.gob.mx>

Standley, P. C. (1920). Trees and Shrubs of México (Vol. 23). US Government Printing Office.

Vibrans, H. (2009). Malezas de México. Recuperado el 10 de 05 de 2016, de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico>

Villaseñor , J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico . Revista Mexicana de Biodiversidad , 559-902.

CONSULTA PÚBLICA