

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P)

Proyecto Robbins San Antonio



Arian Silver
MINA SAN JOSÉ

Arian Silver de México, S.A. de C.V.

2024

TABLA 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	12
I.3.3. Dirección del responsable técnico del documento	12
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	13
II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	13
II.1.1. Naturaleza del Proyecto	13
II.1.2. Objetivo del Proyecto	14
II.1.3. Ubicación física.....	15
II.1.4. Urbanización del área.....	17
II.1.5. Inversión requerida.....	18
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	18
II.2.1. Dimensiones del proyecto	18
II.2.2. Representación gráfica regional.....	19
II.2.3. Representación gráfica local	20
II.2.4. Preparación y construcción	21
II.2.5. Descripción de obras y actividades provisionales del Proyecto	36
II.2.6. Descripción de las obras asociadas al Proyecto.....	36
II.2.7. Operación y mantenimiento	36
II.2.8. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.....	37
II.2.9. Programa general de trabajo.....	37
II.2.10. Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera	39
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL, Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO	41
III.1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL.....	42
III.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (última reforma publicada el 01-04-2024).....	42
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)	43
III.1.3. Ley de Minería.....	43
III.1.4. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.....	44
III.1.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)	45
III.1.6. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.....	47
III.1.7. Ley General de Vida Silvestre.....	47
III.1.8. Ley General de Cambio Climático.....	49
III.1.9. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático	49

III.1.10. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.....	50
III.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO.....	51
III.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....	57
III.3.1. Áreas Naturales Protegidas.....	57
III.3.2. Regiones Prioritarias (CONABIO).....	60
III.4. NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM).....	64
III.4.1. Normas Oficiales Mexicanas en Materia Agua.....	65
III.4.2. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Protección de Flora y Fauna.....	65
III.4.3. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Emisión de Gases.....	65
III.4.4. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Residuos.....	66
III.4.5. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Ruido.....	67
III.4.6. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Seguridad.....	67
III.5. VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS E INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN DEL DESARROLLO DE LA REGIÓN.....	68
III.5.1. Planes o Programas de desarrollo de la región.....	68
III.6. OTROS INSTRUMENTOS.....	76
III.6.1. Acuerdos Internacionales y Decretos en materia de Desarrollo Sustentable y Medio ambiente suscritos por México.....	76
III.6.2. Vinculación con tratados y convenios internacionales.....	79
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	82
IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO (ÁREA DE INFLUENCIA).....	82
IV.2. Delimitación del Sistema Ambiental (SA).....	83
IV.2.1. Ubicación del Proyecto con respecto al Sistema Ambiental.....	83
IV.3. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.....	86
IV.3.1. Medio abiótico.....	86
IV.3.2. Medio biótico.....	149
IV.3.3. Paisaje.....	240
IV.3.4. Medio socioeconómico.....	252
IV.3.5. Diagnostico ambiental.....	267
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	290
V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS ADVERSOS.....	290
V.1.1. Metodología empleada.....	290
V.1.2. Criterios para la evaluación del impacto ambiental.....	296
V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	323
V.2.1. Descripción de los impactos principales identificados.....	324
V.2.2. Impactos identificados por etapas del Proyecto.....	328
V.2.3. Impactos acumulativos.....	329
V.3. CONCLUSIONES.....	330
VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	333
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).....	334
VI.2. PROGRAMA VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA).....	347
VI.3. IMPACTOS RESIDUALES.....	347
VI.3.1. Suelo.....	348
VI.3.2. Hidrología.....	348
VI.3.3. Flora y fauna.....	348
VI.3.4. Paisaje.....	349
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	350
VII.1. PRONÓSTICO DE LOS ESCENARIOS.....	351

<i>VII.1.1. Descripción y análisis del escenario sin Proyecto – E0</i>	351
<i>VII.1.2. Descripción y análisis del escenario con Proyecto, sin medidas de mitigación - E1</i>	354
<i>VII.1.3. Descripción y análisis del escenario con Proyecto y las medidas de mitigación - E2</i>	358
<i>VII.1.4. Conclusión</i>	362
VII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES	365
VIII.1. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN	365
VIII.2. CARTOGRAFÍA	376
VIII.3. FOTOGRAFÍAS	376
VIII.4. VIDEOS	377
VIII.5. OTROS ANEXOS	377
<i>VIII.5.1. Listado de anexos</i>	377
<i>VIII.5.2. Bibliografía</i>	379

CONSULTA PÚBLICA

INTRODUCCIÓN

Las operaciones de la mina San José iniciaron en la colonia mediante métodos rudimentarios de extracción, durante el año de 1967 la compañía Zimapan S.A., inició formalmente las operaciones, mismas que se extendieron hasta el año de 1991, produciendo de 250 a 300 toneladas diarias con leyes promedio de 350gramos de plata portón, 0.03/ton de oro y un combinado de plomo – zinc del 3-4%; mineral que fue enviado hasta la planta de tratamiento de la Compañía Fresnillo, ubicada en el municipio de Fresnillo, ya que Zimapan S.A. fue filial de esta compañía.

La operación de minas fue suspendida debido principalmente a la baja en el precio de los metales en el mercado internacional, y la distancia mina-planta, que hizo incosteable el transporte del mineral. A partir de 1991-1999 Cia. Fresnillo S.A. de C.V. celebra convenio con la Compañía Desarrollo Monarca S.A. de C.V. para que continúe con la explotación de la mina.

La operación minera fue suspendida en el año 1991 debido a la baja en los metales en el mercado internacional y los valores auditados se encontraban por debajo de los 250 gramos de plata por tonelada, lo que hizo incosteable mantener la operación, razón por la cual fue abandonando el proyecto con toda la infraestructura desarrollada por las compañías, manteniéndose suspendidas las actividades en la región, específicamente en la Mina San José.

Durante 2005 Servicios Minera San Gerardo adquirió los derechos mineros de Mina San José, y se celebró el convenio con Arian Silver de México S.A. de C.V. con el propósito de continuar la exploración, evaluación y cuantificación de los recursos minerales existentes.

A partir de este año Arian Silver de México S.A. de C.V., desarrolló programas de muestreo en superficies interior mina, además de programar y barrenar 18,000 m de barrenación a diamante, en áreas que Zimapan S.A. ya habían barrenado de manera superficial.

Los volúmenes y valores encontrados y el valor de los metales actuales y la infraestructura ya desarrollada permiten que Arian Silver de México S.A. de C.V. continúen obras preparatorias para la explotación directamente. Es la continuidad de obras emprendidas por compañías que operaron en años anteriores, su operación se desarrolla en el interior de la mina a partir del nivel 120.

Con el desarrollo de estas obras fue posible iniciar la fase de explotación, además de establecer circuito de ventilación para las obras de interior mina, con un estimado de extracción de 180,000 toneladas.

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, Arian Silver de México 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 unidad minera.

Con la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular del Proyecto denominado *Robbins San Antonio*, la promovente pretende ejecutar las obras y actividades correspondientes a la etapa de preparación del sitio, construcción y operación para la instalación de un extractor de ventilación con un contrapozo 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, ser 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, adicionalmente, el Proyecto pretende la construcción de una caseta, un cuarto de control eléctrico, una pileta de rebombeo para el almacenamiento de aguas de laboreo provenientes de la mina subterránea, y ampliación del acceso principal al Proyecto.

Lo anterior motiva a mejorar la infraestructura de la mina ya que por medio de la instalación y operación del extractor 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 la Promovente Arian Silver de México, 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 Robbins San Antonio”, el cual requiere de una evaluación en Materia de Impacto Ambiental para una superficie de **0.1765 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 un contrapozo y un extractor de ventilación 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, ser 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. Adicionalmente, el Proyecto contempla la construcción y operación de obras como lo son ampliación del acceso principal, caseta de seguridad, cuarto de control eléctrico, pileta de rebombeo de mina y tubería de rebombeo.

I.1.2. Ubicación del Proyecto

El Proyecto Robbins San Antonio se encuentra dentro de los límites del municipio de Pánfilo Natera, con coordenadas en datum WGS84 Zona 13N, X: 792545.00, e Y: 2515096.00, a una altura de 2,196 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Limita al norte con el estado de San Luis Potosí, al sur con el municipio de Ojocaliente, al oriente con el municipio de Villa González Ortega y al poniente nuevamente con Ojocaliente y con el municipio de Trancoso; su distancia aproximada a la capital del estado es de 50 kilómetros, sobre la carretera federal No.49 San Luis Potosí- Zacatecas.

La vía de acceso al sitio del Proyecto partiendo de la ciudad de zacatecas por la carretera que conduce al estado de San Luis Potosí, en el Kilómetro 55 se toma un camino de terracería con rumbo general norte y se recorren aproximadamente 1.8 kilómetros para llegar al poblado La Tesorera y Mina San José, tomando en este punto una brecha con rumbo sureste y recorriendo 2.4 kilómetros se llega al sitio del Proyecto. La localización particular del Proyecto y sus rutas de acceso se presentan de manera detallada en el **Anexo 2.1**.

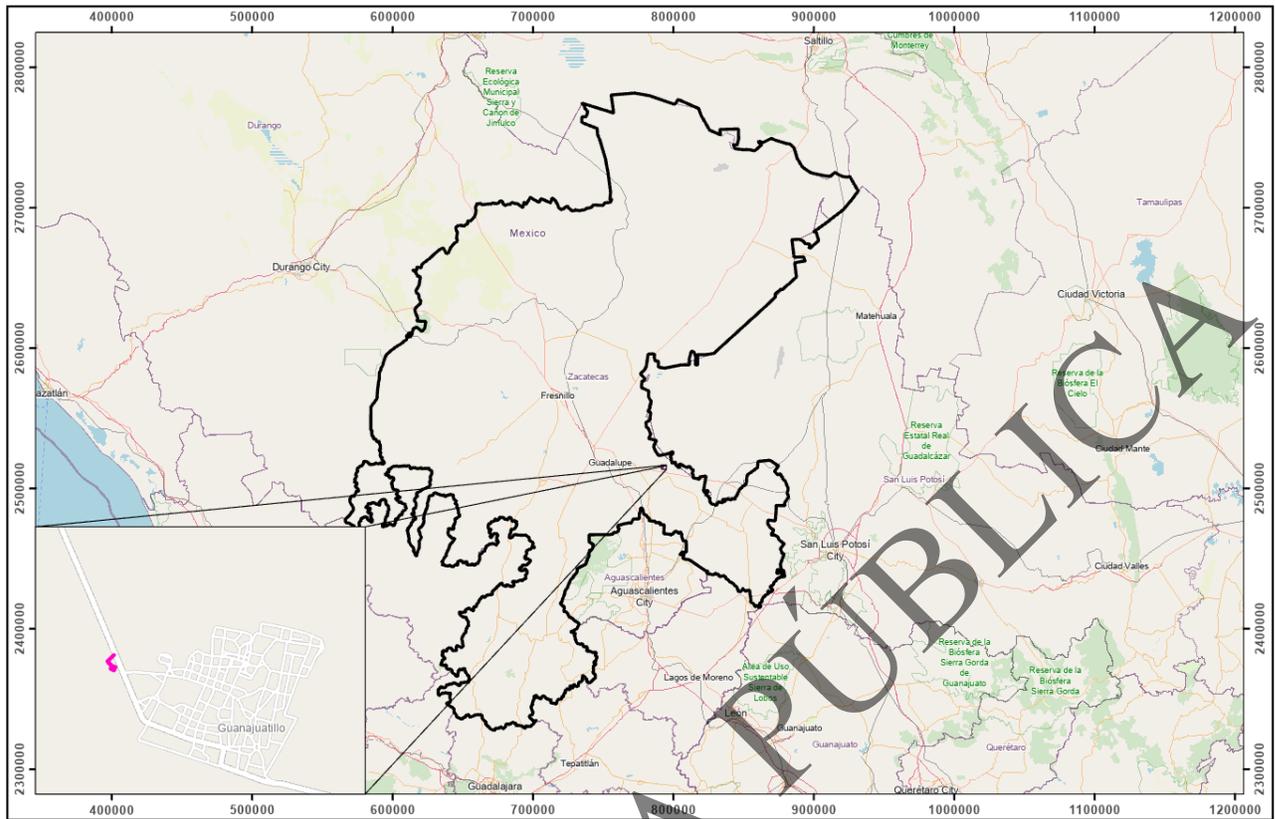


Figura 1. 1. Localización del predio respecto al estado de Zacatecas, INEGI

I.1.2.1. Ubicación georreferenciada del Proyecto en coordenadas UTM

Las actividades contempladas en el Proyecto Robbins San Antonio se llevarán a cabo en su totalidad dentro de los terrenos actualmente en posesión de Arian Silver de México, S.A. de C.V. lo cual se presenta a continuación en la Figura 1. 1, la cual presenta la ubicación del Proyecto con respecto al predio a favor de Arian Silver de México, 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

Como fue anticipado al inicio del presente Capítulo, el presente Proyecto pretende ejecutar las obras y actividades correspondientes a la etapa de preparación del sitio, construcción y operación, se estiman 15 años incluido 1 año Restauración del sitio (retiro de infraestructura, sellado del contrapozo, etc.).

I.2 Datos Generales del promovente

I.2.1. Nombre o Razón Social

Arian Silver de México, S.A. de C.V. (Anexo 1.1, Copia simple del Acta Constitutiva de Arian Silver de México, S.A. de C.V.).

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes

I.2.3. Nombre y cargo del Representante Legal

I.2.4. Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones

Tabla 1.1. Dirección para oír y/o recibir notificaciones

Tabla 1.2. Personas autorizadas para oír o recibir notificaciones

CONSULTA PÚBLICA

1.3. Responsable de la elaboración del documento técnico unificado

1.3.1 Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental

Natural Environment, S.C.



Clifton Associates Ltd.sm
ingeniería * ciencia * tecnología
Natural Environment S.C.



El responsable técnico del estudio es el Biólogo Guillermo Gómez Romero, en el Anexo 1.5 se presenta su Cédula profesional. Enseguida se presenta una tabla donde se exponen los participantes en la elaboración del presente estudio y las áreas en que contribuyeron:

Tabla 1.3. Participantes en la elaboración del estudio

CONSULTA PÚBLICA

Descargo de responsabilidad

La presente Manifestación de Impacto Ambiental fue elaborada 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 Arian Silver de México, 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 Arian Silver de México, 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

CONSULTA PÚBLICA

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información General del Proyecto

II.1.1. Naturaleza del Proyecto

Con la constante operación y crecimiento de la Unidad Minera San José, se han comprobado reservas de mineral para continuar con las operaciones mineras en el sitio conforme a la vida útil de la Unidad Minera, 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 Unidad Minera pretende ejecutar las obras y actividades correspondientes a las etapas de Preparación, construcción y operación para un contrapozo y un compresor/extractor de ventilación, este introducirá aire comprimido y a la par extraerá aire viciado de interior mina con 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, ser 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 ventilación en una mina subterránea es un proceso de suma importancia ya que hace circular por el interior esta aire necesario para asegurar una atmósfera respirable y segura para los trabajadores que realizan actividades dentro de la mina. 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.

Adicionalmente, el Proyecto incluye la preparación, construcción y operación de Ampliación de acceso principal, caseta, cuarto de control eléctrico, cableado eléctrico, tubería de rebombeo, pileta de rebombeo, y la planilla de seguridad del contrapozo

II.1.2. Objetivo del Proyecto

El objetivo principal del desarrollo del Proyecto Robbins San Antonio de la Unidad Minera San José es el poder adecuar en una superficie de **0.1765 ha** para la preparación, construcción, y operación de las obras del Proyecto Robbins San Antonio. El Proyecto consta de un total de 9 obras, las cuales se mencionan en la siguiente Tabla 2. 1, del mismo modo puede ser visualizado en la Figura 2. 1 y en el **Anexo 2.2**.

Tabla 2. 1. Superficie por obra Proyecto Robbins San Antonio

Id	Nombre	Área (ha)	Área (m²)
1	Tubería de bombeo	0.0005	5.2660
2	Contrapozo	0.0007	6.5755
3	Cableado eléctrico	0.0007	7.1109
4	Planilla de seguridad contrapozo	0.0044	44.4704
5	Controles eléctricos	0.0065	65.3402
6	Piletas de rebombeo de mina	0.0180	179.9998
7	Caseta de seguridad	0.0008	8.0108
8	Área de contrapozo y pileta	0.0675	675.4888
9	Acceso principal	0.0773	772.8934
Total		0.1765	1765.16

CONSULTA PÚBLICA



Figura 2. 1. Plan maestro del Proyecto Robbins San Antonio

Con la autorización de estas obras la promovente podrá proceder con la preparación, construcción y operación de estas, lo que favorecerá en los procesos operativos y de seguridad en la mina.

II.1.3. Ubicación física

El Proyecto Robbins San Antonio se encuentra en su totalidad dentro de los límites del municipio de Pánfilo Natera con las coordenadas UTM WGS84 Zona 13N 792545 y 2515096. Limita al norte con el estado de San Luis Potosí, al sur con el municipio de Ojocaliente, al oriente con el municipio de Villa González Ortega y al poniente nuevamente con Ojocaliente y con el municipio de Trancoso; su distancia aproximada a la capital del estado es de 35 kilómetros, sobre la carretera federal No.49 San Luis Potosí-Zacatecas. En la Figura 2. 2 se representa la delimitación del Proyecto.



Figura 2. 2. Proyecto Robbins San Antonio

La vía de acceso al sitio del Proyecto partiendo de la ciudad de Zacatecas por la carretera que conduce al estado de San Luis Potosí, en el Kilómetro 29 se toma un camino de terracería con rumbo general norte y se recorren aproximadamente 1.8 kilómetros para llegar al poblado La Tesorera y Mina San José, tomando en este punto una brecha con rumbo al noroeste en dirección a la comunidad de Guanajuatillo y recorriendo 1.3 kilómetros adicionales al Noroeste se llega al sitio del Proyecto. En la Figura 2. 3 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 2.3**.



Figura 2. 3 Localización del Proyecto y ruta de acceso

II.1.4. Urbanización del área

La selección del sitio propuesto para el desarrollo del Proyecto busca la mejor ubicación para la instalación de un contrapozo de ventilación, su principal función es la de introducir aire comprimido y a la par extraer de los distintos niveles subterráneos el aire viciado que ha sido generado 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. Además de instalación de las obras mencionadas en el punto II.1.2. 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.

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 San José.

II.1.5. Inversión requerida

La inversión estimada para el desarrollo y ejecución del Proyecto es de \$400,000 dólares; todo esto considerando a las actividades propias a realizar en los polígonos del Proyecto, adicionalmente, la empresa promotora 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

Tal como fue anticipado, el Proyecto Robbins San Antonio promovido por Arian Silver de México, S.A. de C.V. consta de un total de 9 obras que abarcan una superficie de **0.1765 ha**.

La ejecución de estas obras se localiza en un área con las características adecuadas para su instalación con el fin de brindar el adecuado funcionamiento del compresor, piletas de rebombeo, asegurando el desarrollo integral del Proyecto con la mayor eficiencia.

En la Figura 2. 4 se presenta el Polígono del Proyecto en donde se presenta el área propuesta y solicitada en Materia de Impacto Ambiental para el Proyecto Robbins San Antonio.

CONSULTA PÚBLICA



Figura 2. 4 Polígono del Proyecto Robbins San Antonio

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 San Pablo, la cual pertenece a la región Hidrológica 37 El Salado, los datos hidrológicos a detalle se muestran en el Capítulo IV de este documento. El Proyecto se localiza en el extremo oeste de la cuenca San Pablo y subcuenca P. San Pa., y dentro de los límites estatales de Zacatecas.

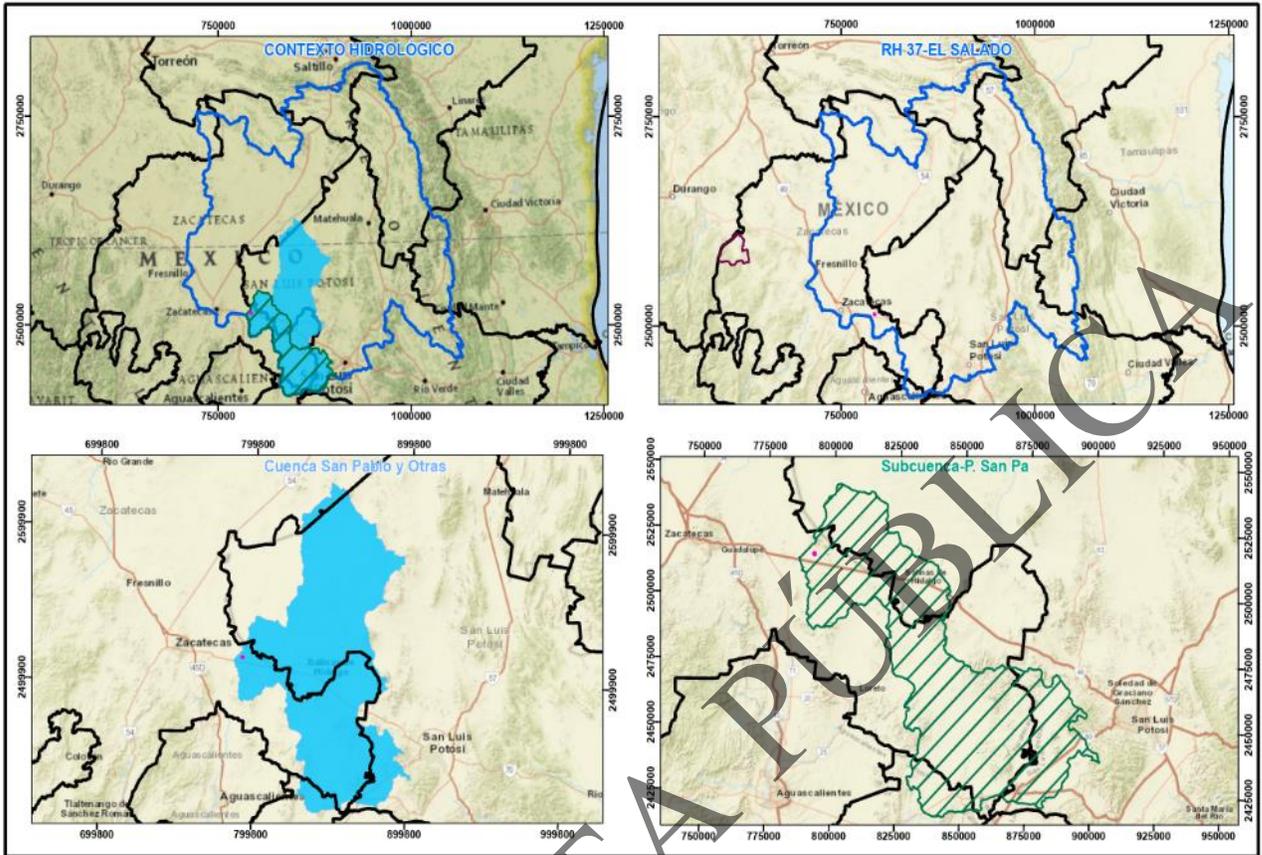


Figura 2. 5. Ubicación Regional del Proyecto en el Contexto Hidrológico

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 ejecutará en un área cercana a la comunidad de Guanajuatillo dentro del municipio de Pánfilo Natera, en la Figura 2. 6 se presenta un plano georreferenciado donde se presentan los límites del Proyecto (polígonos solicitados en materia de Impacto Ambiental) respecto a la comunidad antes mencionada. El terreno donde se desarrollará el Proyecto cuenta con un contrato de usufructo en favor de la Promovente, el cual contiene la autorización de la asamblea ejidal (Anexo 2.1).



Figura 2. 6. Proyecto respecto a la comunidad más cercana

En el **Anexo 2.4** se integra el plano de la ubicación del Proyecto Robbins San Antonio con respecto a los predios de ocupación

II.2.4. Preparación y construcción

II.2.4.1. Preparación del sitio

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 del acceso 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.

Desmorte

Esta actividad consiste en la remoción de la vegetación existente en las áreas que se destinen a cada obra del Proyecto solicitada a desmorte y que para estas actividades deberá contar con autorización en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales con el objeto de eliminar la presencia de material vegetal, y así impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad. Durante el desmorte 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, debiéndose seleccionar a los individuos de las especies que sean susceptibles de ser rescatadas y, para el caso de las plantas, trasplantadas. Además, se realizarán maniobras de ahuyentamiento de fauna y en su caso de captura y reubicación de ejemplares si así es requerido. El desmorte debe incluir las siguientes actividades:

- **Rescate:** consiste en seleccionar y rescatar a los individuos de las especies vegetales y animales que sean consideradas como susceptibles a las tareas de trasplante, debiéndose considerar de manera preponderante aquellas que estén incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 así como las de lento crecimiento y difícil regeneración.
- **Desmorte:** consiste en cortar la vegetación dentro del área del proyecto.
- **Desenraice:** consiste en la extracción de raíces, tocones o cualquier tipo de residuo producto del desmorte.
- **Limpia:** consiste en la remoción de la materia vegetal fuera de las zonas de trabajo.

Los trabajos de desmorte se realizarán asegurando que la materia vegetal quede fuera de las áreas destinadas a la construcción de cada obra evitando dañar vegetación fuera del área indicada para el Proyecto.

Las operaciones de desmorte se efectuarán de manera manual y mecánica. El desmorte se hará sobre el área destinada para cada obra siempre y cuando el área haya sido autorizada para el Proyecto mediante el trámite de Aprovechamiento en terrenos diversos a los forestales de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Es importante destacar que durante la actividad de desmorte no se utilizará fuego ni ningún agente químico como herbicidas u otros productos que puedan afectar la capa orgánica del suelo.

Despalme

El despalme consiste en la remoción del material superficial del terreno, capa fértil del suelo, que por sus características es inadecuada para la construcción de las diferentes obras que contempla el Proyecto o representen un agente toxico para el medio ambiente.

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, el polígono seleccionado para el establecimiento del Proyecto contará con las características adecuadas para proceder a una posterior etapa de construcción y operación de las distintas obras.

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

El proyecto considera un total de 9 obras, como se menciona en la siguiente Tabla 2. 2. Estas obras se distribuyen en 2 polígonos, el polígono de acceso principal y el polígono de área de Pileta y contrapozo, este último será cercado por una malla perimetral e iluminado mediante 4 luminarias de 200 watts cada una.

Tabla 2. 2. Obras del Proyecto Robbins San Antonio

Id	Nombre
1	Tubería de bombeo
2	Contrapozo
3	Cableado eléctrico
4	Planilla de seguridad contrapozo
5	Controles eléctricos
6	Piletas de rebombeo de mina
7	Caseta de seguridad
8	Área de contrapozo y pileta
9	Acceso principal

Tubería de Bombeo

La tubería de rebombeo conducirá el agua de laboreo desde interior mina hasta el exterior directo a la pileta de rebombeo (Figura 2. 7), dicha tubería tendrá un diámetro de 6 pulgadas, y recorrerá una distancia de 300 a 350 metros de profundidad, se tiene un estimado de que recuperará 38 749 m³ litros de agua al mes a través de esta obra.



Figura 2. 7. Ubicación de la tubería de Bombeo.

Pileta de rebombeo de mina

Esta obra tiene la finalidad de almacenar el agua que será bombeada desde el interior de la mina por medio de la tubería de rebombeo, la implementación de este proceso beneficiará la reutilización de aguas de laboreo en los procesos de extracción y beneficio de minerales, optimizando el rendimiento del recurso, y evitando que se utilice un volumen mayor al concesionado a la Promovente. Esta obra tendrá una superficie de 180 m², y tendrá una altura de 1.8 m, lo que hará posible que almacene una cantidad aproximada de 324,000 litros de agua de laboreo.

Caseta de seguridad

Esta obra se encontrará en la entrada al área de contrapozo y pileta, y esta podrá estar conformada a base de panel o laminado como el ejemplo que se muestra a continuación (Figura 2. 8).



Figura 2. 8. Ejemplo de caseta.

Contrapozo y planilla de seguridad de contrapozo

Este conjunto de obras está caracterizado por la construcción de un contrapozo, la planilla de seguridad y el compresor de ventilación.

1. Contrapozo

Uno de los elementos de seguridad más importante en la industria minera en general es el uso de contrapozos de ventilación o *robbins*, los cuales su principal función es la de extraer de los distintos niveles subterráneos todo 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. El contrapozo tendrá una medida de 3 metros diámetro en la superficie y una profundidad de 253 metros.

Apertura del contrapozo de ventilación de mina

Para iniciar con la construcción del contrapozo de ventilación por donde se extraerá el aire viciado, específicamente de su zona denominada Sulfuros, será necesario iniciar con un barreno piloto, el cual será hecho con una barrenación a diamante mediante una broca de 12 pulgadas montada a una maquina 73 Rh c Robbins tendrá una profundidad aproximada de 253 metros. Durante

la barrenación del pozo se generarán lodos producto de la roca barrenada, estos lodos serán reutilizados para la lubricación de la broca mientras se encuentre barrenando, el excedente se depositará en obras subterráneas antiguas a fin de que vayan siendo rellenas.

Una vez perforado los 253 metros y habiendo conectado con el túnel de la mina, se procederá a instalar una rima que es la parte mecánica que se encargará de ensanchar el pozo de 12 pulgadas hasta el diámetro propuesto. Este proceso se hará de manera inversa a las barrenaciones convencionales, es decir el barrenado se hará desde el interior de la mina y hacia la superficie, para ello la rima será jalada por la maquina 73 Rh c. Todo el material inerte producido durante el corte, aproximadamente 1800 m³ de material rocoso se quedará en el interior de la mina y se utilizará para el relleno hidráulico de rebajes y áreas de explotación de mineral.

Enseguida se presentan una serie de imágenes que ejemplifican el trabajo en superficie. En la imagen superior izquierda se presenta una fotografía de la maquinaria de perforación y el generador eléctrico, a la derecha se muestran los tubos de perforación que perforarán a 253 metros y con un diámetro de 12 pulgadas. Abajo a la izquierda se muestra el inicio de la perforación del barreno piloto de 12 pulgadas y como fluyen los aditivos con agua para el enfriamiento de la broca con incrustaciones de diamante. Abajo a la derecha se muestra un scopptram (vehículo de trabajo para interior de mina) cargando la rima que servirá para la perforación desde interior de mina y hasta superficie con la cual se logrará la construcción del túnel de ventilación que tendrá un diámetro de 10 pies.



Inicio de perforación del barreno piloto

Transporte de la rima a interior de mina

Figura 2. 9. Imágenes que ejemplifican el trabajo y maniobras en superficie para la barrenación del barreno piloto

La Figura 2. 10 se compone de 5 imágenes que muestran el trabajo de perforación del barreno piloto, así como el barrenado con la rima para finalmente construir el túnel de ventilación.

En la imagen de superior izquierda se muestra el inicio de la perforación del barreno piloto, en la imagen superior derecha se expone el avance en la perforación del barreno pilo, se distingue en color azul los fluidos de barrenación. En medio a la izquierda se observa al scoptram maniobrando con la rima a fin de que esta sea anclada a los tubos de la maquina Robbins 73 Rh c colocada en superficie. En la imagen de en medio a la derecha se observa como la rima ya ha sido anclada a la maquina en superficie y se inicia el ensanchamiento del barreno para así conformar el túnel de ventilación de 10 pies de diámetro. Por último, en la imagen inferior se muestra el avance en la construcción del contrapozo o túnel de ventilación y la acumulación del material inerte, el cual se depositará en obras subterráneas antiguas a fin de que vayan siendo rellenas.



Inicio de la perforación del barreno piloto



Barreno piloto siendo perforado y agua con fluido



Anclaje de la rima para barrenación con diámetro de 10 pies



Inicio de la barrenación desde interior de mina a superficie



Avance de la perforación del túnel de ventilación con ayuda de la rima

Figura 2. 10. Imágenes que ejemplifican la barrenación desde el fondo de mina hasta superficie

2. Planilla de Seguridad

Esta obra será una plancha de concreto de 100 cm de espesor alrededor del contrapozo, está tendrá una dimensión de 7x7 metros de largo y ancho. Esta obra tiene la finalidad de evitar que el contrapozo se encuentre expuesto, además de que sobre esta planilla se instalará el compresor de ventilación del Proyecto. En la siguiente figura se presenta un esquema general de esta obra (Figura 2. 11).

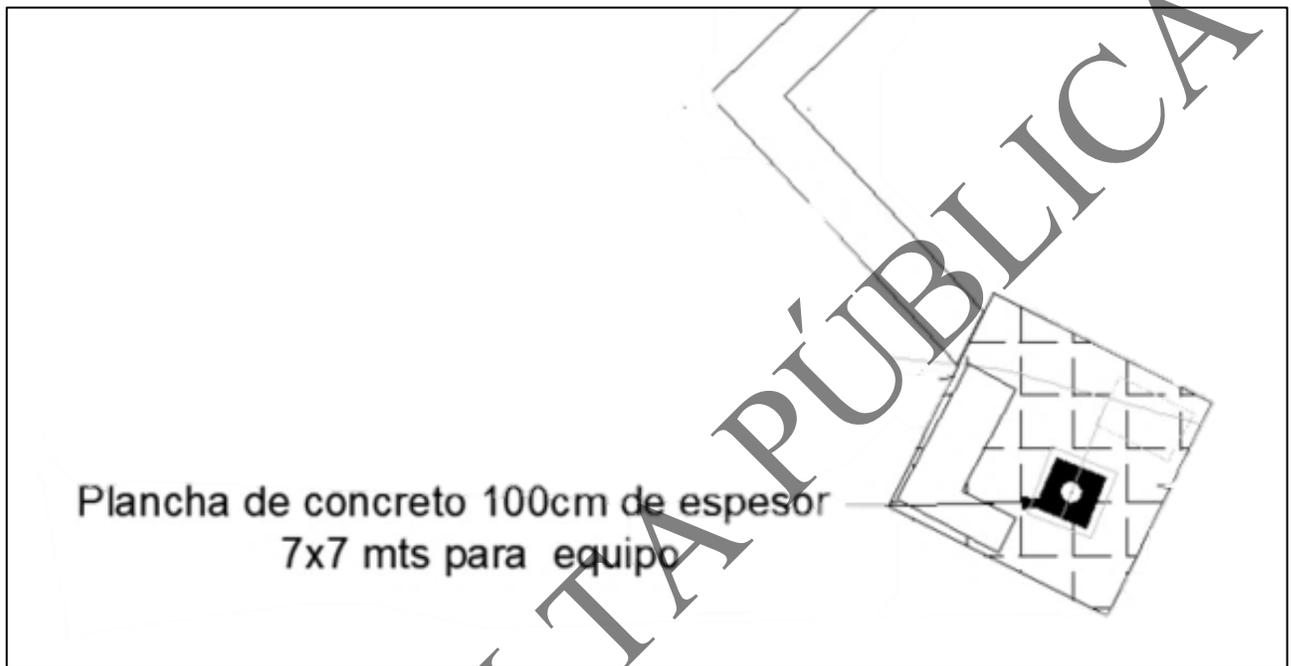


Figura 2. 11. Esquema para planilla de seguridad

3. Compresor de ventilación

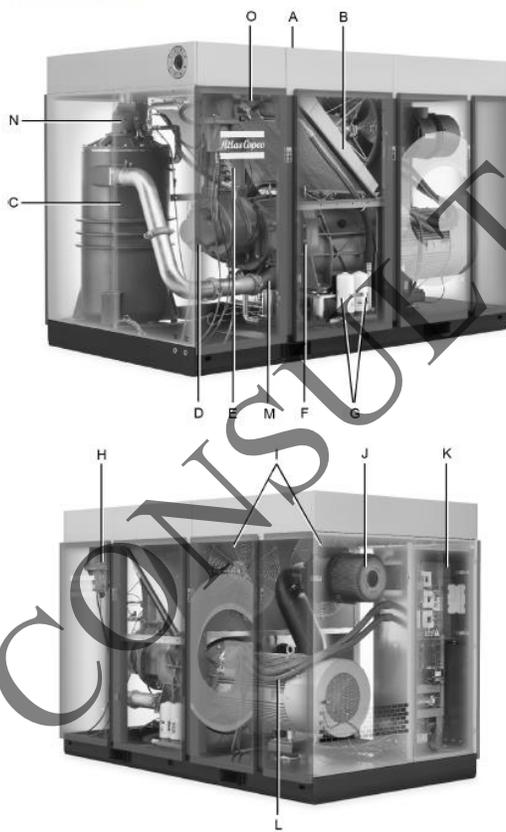
En la superficie, se instalará el compresor de ventilación modelo GA250 de la marca Atlas Copco. Este es un compresor de aire de tornillo rotativo con inyección de aceite, su principal función es la de comprimir y enfriar aire del exterior, saneándolo (reduciendo el polvo y partículas suspendidas, elevando la calidad de este) para posteriormente ingresarlo mediante el contrapozo a interior mina, favoreciendo el proceso de ventilación y regulación de la temperatura propiciando la mejora del desempeño de las actividades de extracción y maniobras mediante mejores condiciones de trabajo.

A continuación, se muestra en la Figura 2. 12 la vista tridimensional del compresor de ventilación y las partes que lo componen.



Vista general de GA refrigerado por aire

Ubicación de los componentes



Vista interior de un compresor GA refrigerado por aire

Referencia del plano	Descripción
A	Refrigerador de aire
B	Refrigerador de aceite
C	Depósito de aire / separador de aceite
D	Etapas de compresión
E	Válvula de descarga
F	Caja de engranajes
G	Filtros de aceite
H	Colector de condensado
I	Ventiladores de refrigeración
J	Filtro de aire
K	Armario eléctrico
L	Motor
M	Válvula antirretorno
N	Válvula de presión mínima
O	Válvula de derivación termostática

Figura 2. 12. Vista tridimensional del extractor de ventilación

El compresor de ventilación medirá 3.40 m de largo, 1.82 m de ancho, y 2.164 m de altura, en la Figura 2. 13 se muestra el detalle de las dimensiones del compresor.

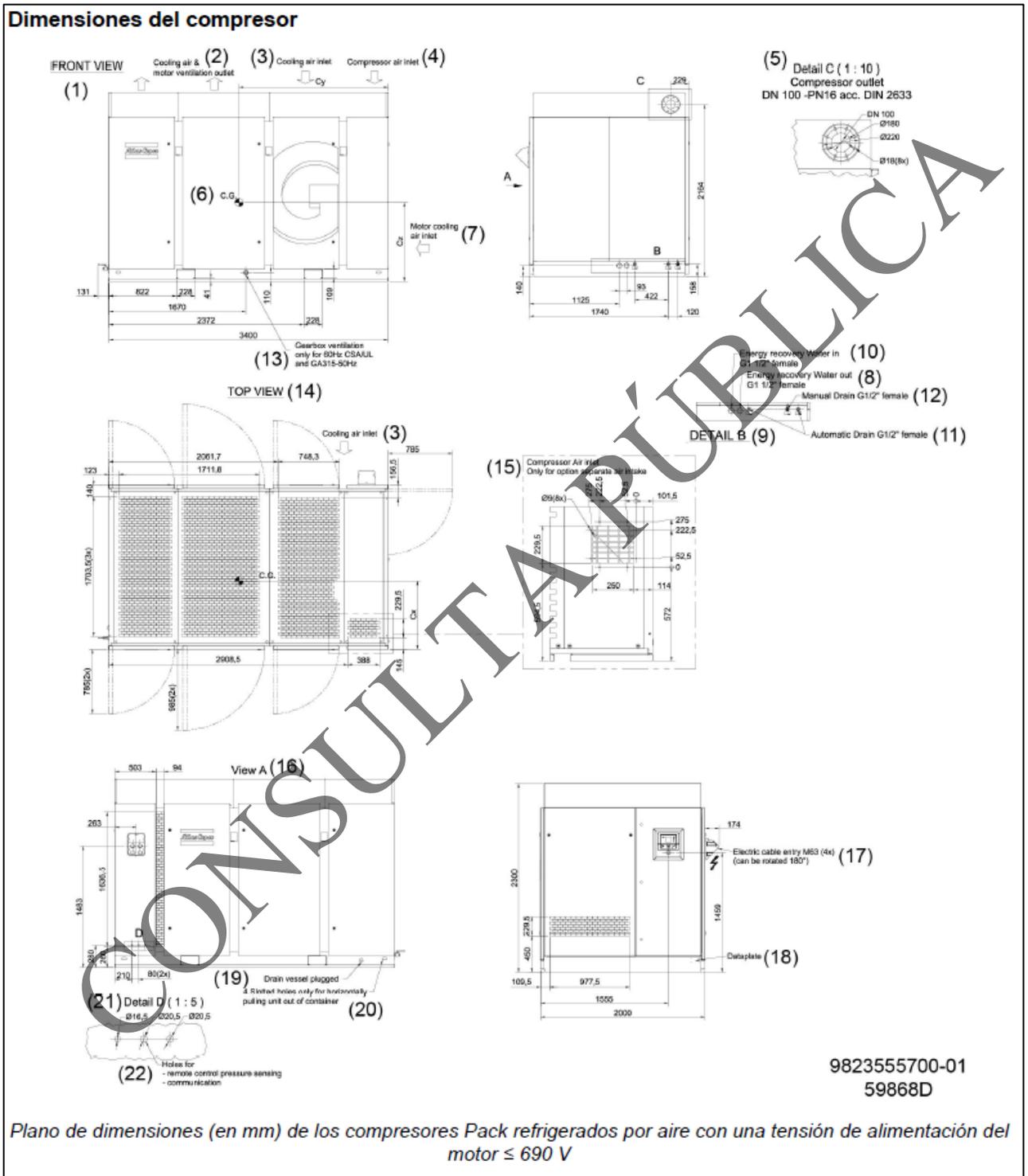


Figura 2. 13. Dimensiones compresor de ventilación

A continuación, se muestra el diagrama de flujo del funcionamiento del compresor (Figura 2.13).

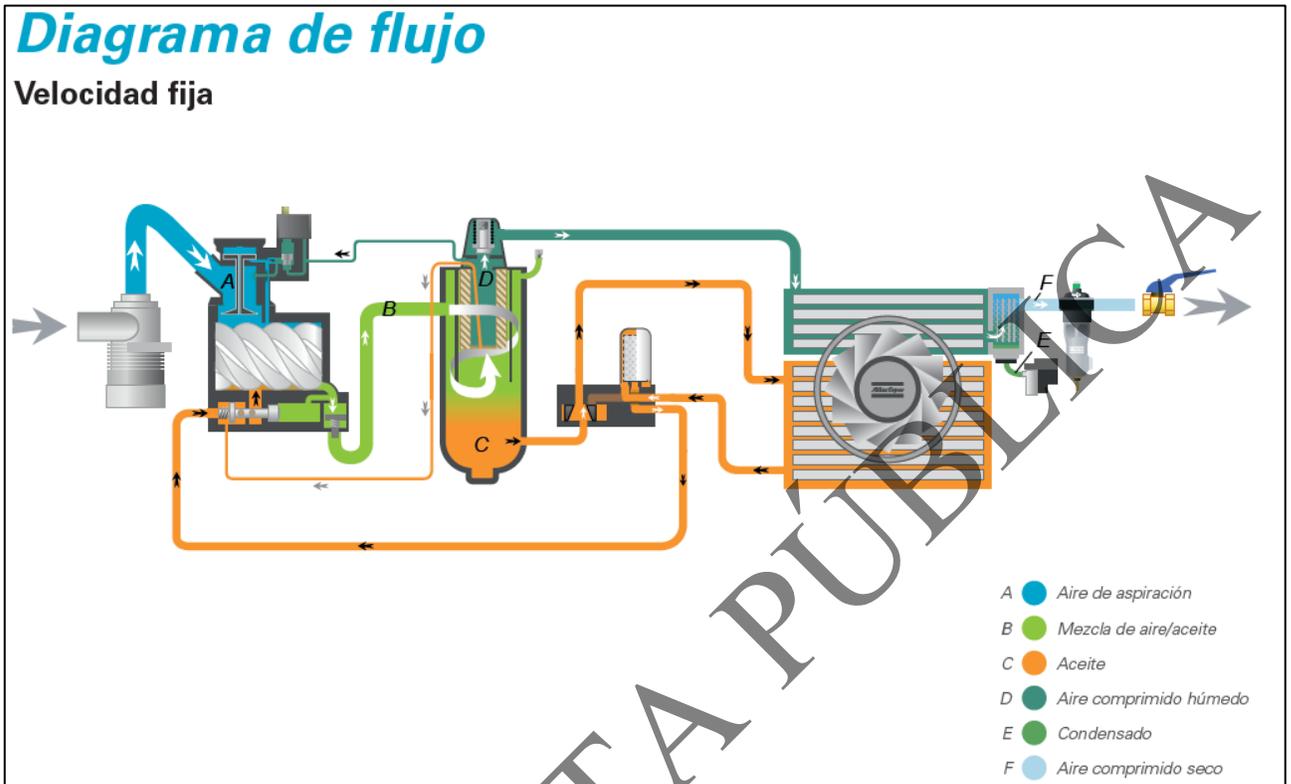


Figura 2. 14. Diagrama de flujo del funcionamiento del compresor de ventilación

El compresor de ventilación tomará aire del exterior, este pasará por un proceso de compresión y filtrado, en donde se eliminarán las partículas de polvo a la par de otras lo cual purifica el aire, este aire comprimido se mezclará con aceite, proceso que tiene doble funcionalidad, evitar el calentamiento de la maquinaria y a su vez disminuir la temperatura del aire comprimido produciendo humedad en este último, posteriormente este pasará a un proceso en el que se separará el aire del aceite dando paso a la producción de aire seco y fresco, que se ingresará mediante el contrapozo a interior mina.

El proceso se describe a continuación mediante las siguientes fases:

Flujo de aire

El aire es aspirado a través del filtro y la válvula de descarga, se comprime en etapa de compresión. El aire comprimido y el aceite se descargan a través de la válvula antirretorno al depósito de aire/separador de aceite, donde el aceite se separa del aire comprimido. El aire fluye a través de la válvula de presión mínima al refrigerador posterior.

Sistema de aceite

La presión del aire fuerza el aceite desde el depósito separador de aire/aceite a través del refrigerador de aceite, los filtros y la válvula parada de aceite a la etapa de compresión y los puntos de lubricación.

La válvula de derivación termostática evita que se produzca un enfriamiento excesivo de aceite (y favorece su calentamiento) evitando el flujo sobre el refrigerador de aceite por debajo de una determinada temperatura.

El depósito de aire/separador de aceite, la mayor parte del aceite se separa del aire por la acción centrífuga. Casi todo el aceite restante se elimina en el elemento separador.

Sistema de refrigeración y condensado

Los refrigeradores de aire y aceite se enfrían por medio de ventiladores. El aire posteriormente será ingresado a interior mina mediante el contrapozo.

Cableado Eléctrico y Controles eléctricos

De manera interna el Compresor de aire GA250 requiere del siguiente arreglo de conexiones eléctricas (Figura 2. 15). Estas requieren de abastecer un voltaje mayor o igual a 690V para el motor del compresor.

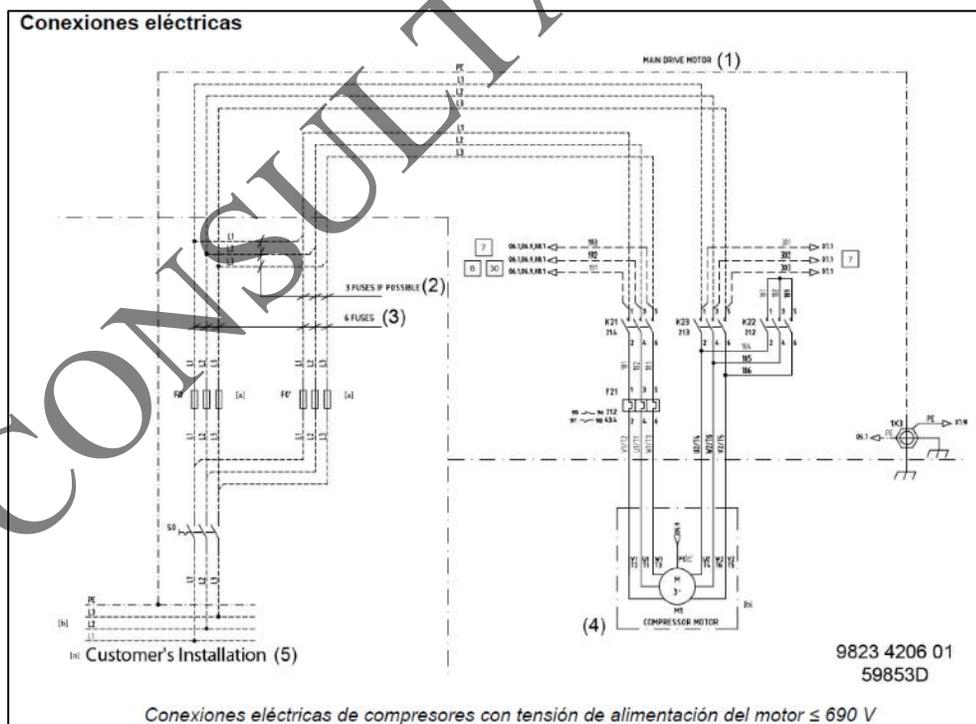


Figura 2. 15. Arreglo conexiones eléctricas compresor GA250 de Atlas Copco.

Adicionalmente, el compresor GA250 Requiere de las siguientes especificaciones de cableado y fusibles.

Tamaño de cables y fusibles principales	
Descripción de los tipos de fusibles	
Homologación eléctrica	Tipo de fusible
CSA/UL	Clase RK5 ¹
¹ Clase RK5 de acuerdo con UL248-9	
Homologación eléctrica	SSCCR ¹
CSA	HRC forma II
UL	Clase RK5 ³
¹ SSCCR = Capacidad de corriente de cortocircuito estándar	
² gG/gL tipo 2 de acuerdo con IEC609471-4-1, IEC60269, DIN43620, VDE0636	
³ Clase RK5 de acuerdo con UL248-9	

Figura 2. 16. Tamaño de cables y fusibles principales del compresor GA250

El Proyecto engloba dentro de sus obras la construcción de una subestación compacta que tendrá como función principal suministrar de energía eléctrica al compresor de aire y a las distintas obras que lo requieran dentro del Proyecto, esta tendrá una dimensión de 1.2m x 1.25 m en su base y una altura de 2.06m de altura como se muestra en Figura 2. 17, será fabricada con lámina de acero al carbón ASTM A36 calibre 14, recubierta de Pintura electroestática color gris ANSI 61. La subestación eléctrica tendrá una capacidad de corriente de 600 AMP y un voltaje de operación de 15KV.

Esta obra estará conectada a la red de energía eléctrica que pasa por la zona de Proyecto y distribuirá energía a las comunidades de Guanajuatillo en el municipio de Pánfilo Natera. Los permisos correspondientes para la conexión de la subestación eléctrica con las líneas de transmisión eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) se tendrán debidamente autorizados.

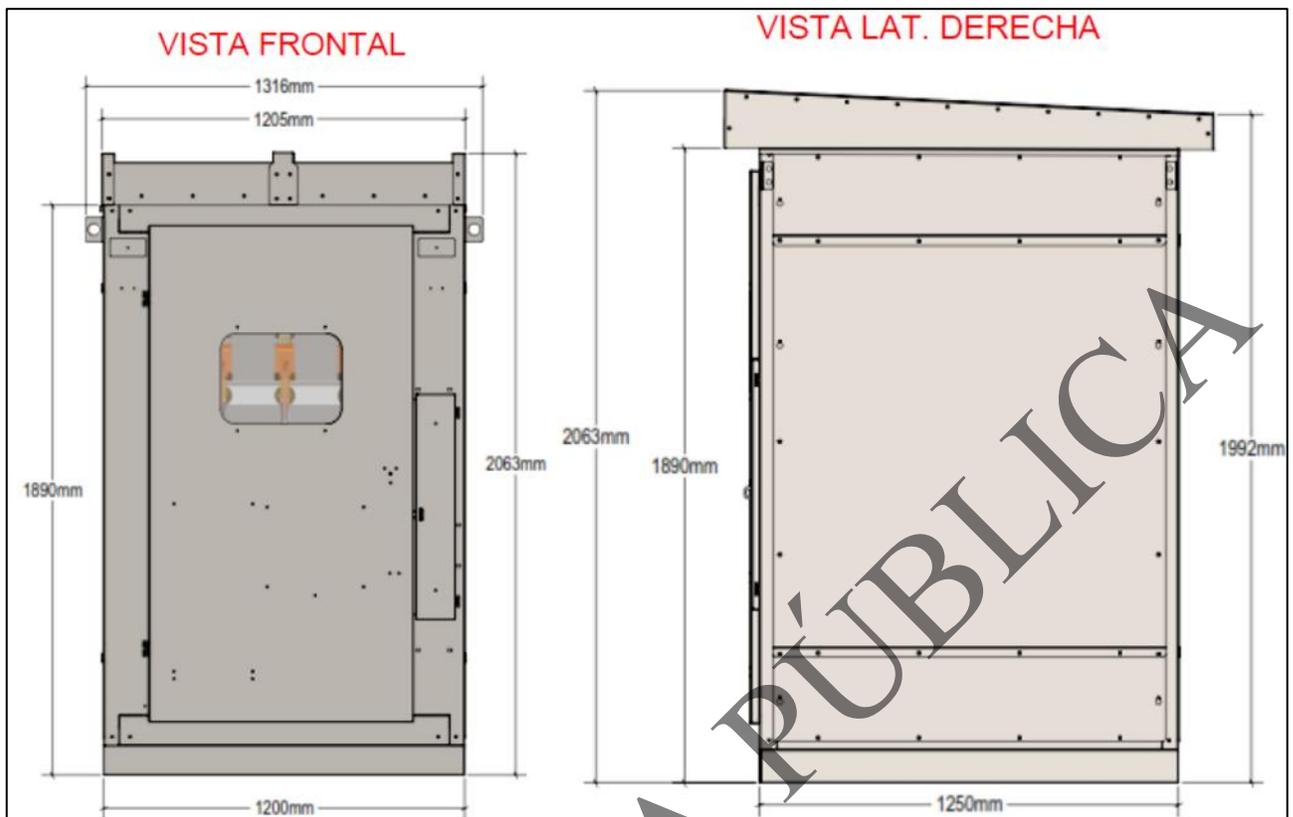


Figura 2. 17. Dimensiones de la subestación eléctrica del Proyecto Robbins San Antonio

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 Unidad Minera 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.

Acceso principal

Esta obra consiste en la ampliación del acceso principal al área a un ancho de 6.81 m de ancho en la parte inicial del camino, un ancho de 9.8 m en el codo del camino y 7.79 m en la entrada al área de pileta y contrapozo como se muestra en la Figura 2. 18.

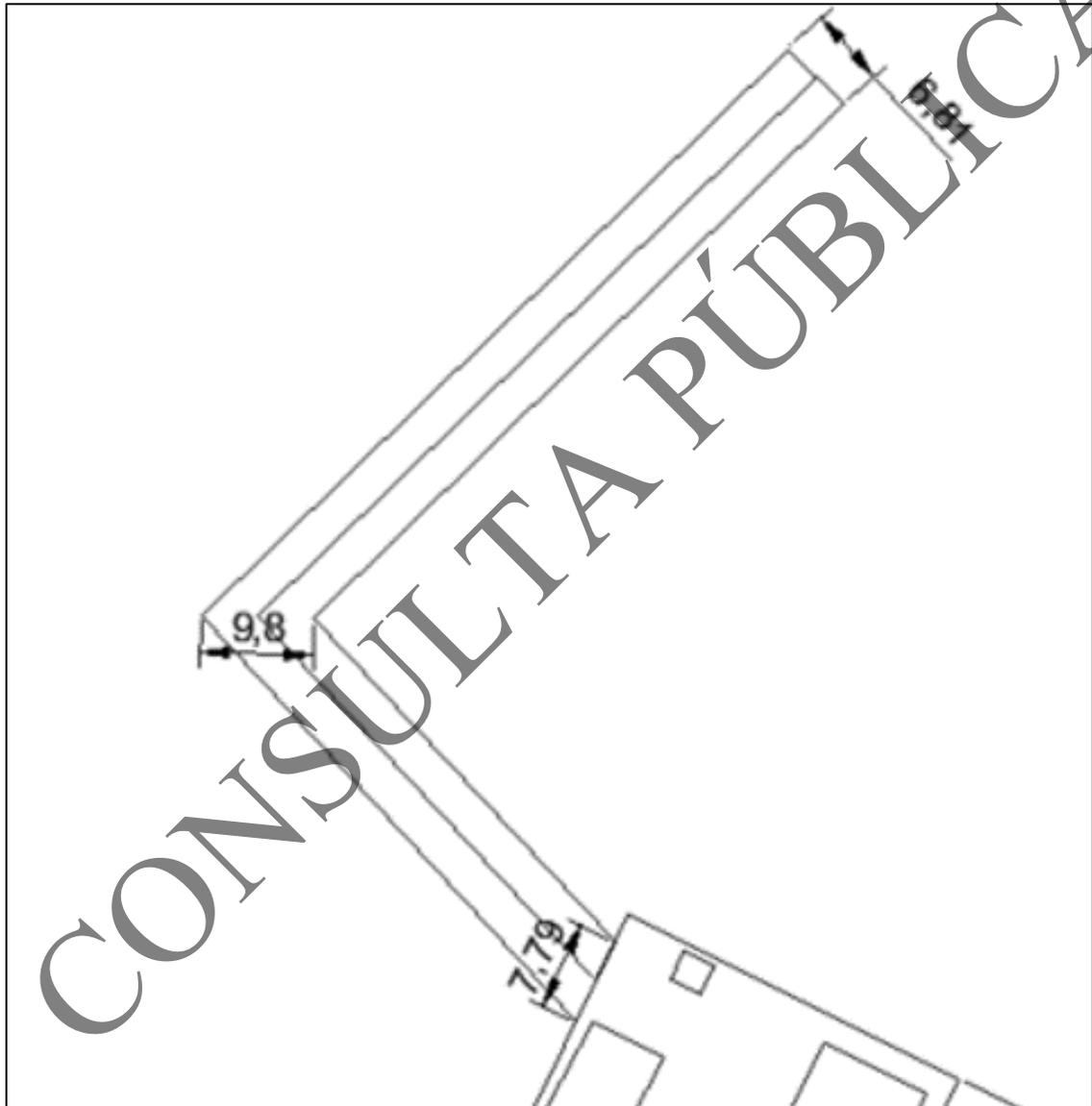


Figura 2. 18. Medidas para ampliación de acceso principal

Área de Pileta y contrapozo

Esta área se encuentra entre las obras del Proyecto, contará con una superficie de 675.49 m² (0.0675 ha), esta área tendrá actividades de nivelación y compactación de la superficie para el desarrollo de las distintas obras del Proyecto, así como maniobras y acceso a estas dentro del polígono.

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 Robbins San Antonio.

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 San José (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 compresor de ventilación, principal objetivo del Proyecto en propuesta. El Proyecto tendrá una vida útil de aproximadamente 15 años operando las 24 horas del día los 365 días del año con emisiones de ruido continuas de 78 dBA. Su funcionamiento es automático conectado a una subestación eléctrica de 15KV y una capacidad de corriente de 600 AMP que se conectará a la línea de CFE, esta será solicitada mediante los trámites correspondientes en tiempo y forma.

Como se mencionó anteriormente, el Proyecto funcionará de manera continua las 24 horas del día los 365 días del año, durante los 15 años de vida útil con los que contará. En el sitio se contará con personal operando durante ese tiempo.

El mantenimiento del compresor estará a cargo de la Mina San José, en conjunto con el proveedor del servicio, el mantenimiento consistirá principalmente en el chequeo de los componentes, cambio de filtros, limpieza de piezas y abastecimiento de insumos, el correcto mantenimiento del compresor de ventilación beneficiará a la calidad del aire que se introducirá en la mina y permitirá la reducción del ruido, así como emisiones o fugas al ambiente.

Respecto a la operación de la Pileta de rebombeo recibirá constantes visitas de una pipa para el transporte de agua de laboreo desde el Área del Proyecto hasta las instalaciones de la Mina San José, favoreciendo la reutilización del agua concesionada a la Promovente, sin exceder su límite y optimizando el aprovechamiento del recurso.

Es importante que el acceso que conduce hacia el Proyecto, así como el área entre la pileta se mantenga en buen estado, libre de vegetación que obstruya el libre tránsito al área, este tipo de actividades de igual manera serán ejecutadas por la Promovente.

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 Robbins San Antonio 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 **15 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, que serán desarrolladas durante toda la vida útil del Proyecto de manera gradual conforme los requerimientos operativos del contrapozo.

Tabla 2. 3. Programa de Trabajo del Proyecto

 Arian Silver MINA SAN JOSÉ	Cronograma de Actividades "Robbins San Antonio"																							
	Primer Año							Segundo Año										Año 3-17	Año 18					
	1	2	3	4	5	6	7-12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			11	12			
Preparación del sitio: requiere trabajo topográfico, delimitación y trazos del proyecto, remoción de la vegetación y despalde, acarreo de material, y compactación.	█	█	█	█	█	█																		
Habilitación y mantenimiento de caminos										█														
Preparación de plaza de barrenación para el contrapozo										█	█													
Barrenación y escareado del contrapozo											█	█	█	█	█									
Preparación de la línea eléctrica												█	█	█	█	█								
Construcción de infraestructura/superficie													█	█	█	█	█	█	█					
Operación, mantenimiento y monitoreo del sitio																					█			
Abandono del sitio: cercado y señalización de seguridad, obras de seguridad y restauración, limpieza y restauración de suelos, clausura del sitio, obras de drenaje y control de erosión																								█

CONSULTA PÚBLICA

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 recolectarán de forma separada de los desechos industriales y serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados, los cuales serán colectados, almacenados y dispuestos conforme a los parámetros y determinaciones en los planes de manejo de residuos de la Mina San José.

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 San José, 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 San José.

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 despalme, así como el tránsito vehicular. Estas emisiones podrán ser más notorias durante la preparación y construcción 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.

Emissiones 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.

CONSULTA PÚBLICA

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 Robbins San Antonio. 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 BEFECICIO 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 al Ambiente (última reforma publicada el 01-04-2024)

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 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 Robbins San Antonio. Entran en los supuestos del artículo 28, debido a que las obras comprendidas por el Proyecto fungen como infraestructura de apoyo en la explotación de minerales en la Mina San José, resaltando además que 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	II.- Como parte de las medidas de mitigación del Proyecto, se realizarán actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna existente con base en los procedimientos que se han llevado a cabo dentro de la Mina San José

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-MEIA)	
<p>Art. 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</p> <p>L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BEFECICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN</p>	<p>El Proyecto se vincula directamente con actividades de explotación de mineral, siendo que mediante la instalación del extractor se mantendrá un flujo de aire limpio en la zona subterránea de la mina, procurando el cuidado del ambiente en congruencia con la legislación ambiental vigente.</p>
<p>Art. 9.- La Información que contenga la MIA deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del Proyecto.</p> <p>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.</p>	<p>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.</p>
<p>Art. 51.- La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. Los artículos 52 y 53 también hacen referencia a los seguros y garantías</p>	<p>En caso de que SEMARNAT solicite una fianza o contratación de un seguro ambiental, Arian Silver de México S. A. de C.V. realizará los trámites de las garantías que procedan.</p>

III.1.3. Ley de Minería

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;

V. Aprovechar las aguas provenientes del laboreo de las minas para la explotación y beneficio de los minerales o sustancias que se obtengan y el uso doméstico del personal empleado en las mismas, siempre que se dé aviso a la Comisión Nacional del Agua y se paguen los derechos por la misma;

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 explotación de minerales, siendo 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 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.

ARTÍCULO 81 BIS 1. Los concesionarios de aguas nacionales para uso industrial en la minería, además de las establecidas en el artículo 29 de la presente Ley, tienen la obligación de medir el volumen de agua explotada, usada o aprovechada que se extraiga de las cuencas y acuíferos, así como las aguas provenientes de laboreo de las minas para uso industrial o de servicios, conforme a lo dispuesto en la presente Ley.

Una de las obras del Proyecto es la construcción de una tubería y pileta de rebombeo, la cual extraerá agua de laboreo utilizada en las actividades de interior mina. La Promovente cumplirá con lo establecido en los artículos anteriormente mencionados realizando los trámites correspondientes.

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 Arian Silver de México, S.A. de C.V. Unidad San José de forma rigurosa para prevenir y minimizar los impactos que pudiera ocasionar el Proyecto, involucrando para el diseñado 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 operación de maquinaria 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.

Arian Silver de México, 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 San José.

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 la el SA. Según el POEGT, el SA se encuentra dentro de la Región Ecológica con clave 15.24 y específicamente dentro de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) identificada con el número 42, denominada Llanuras y Sierras Potosino Zacatecano, la cual indica que tiene por política ambiental Aprovechamiento Sustentable y Restauración 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 42 se presenta en la Figura 3.1.

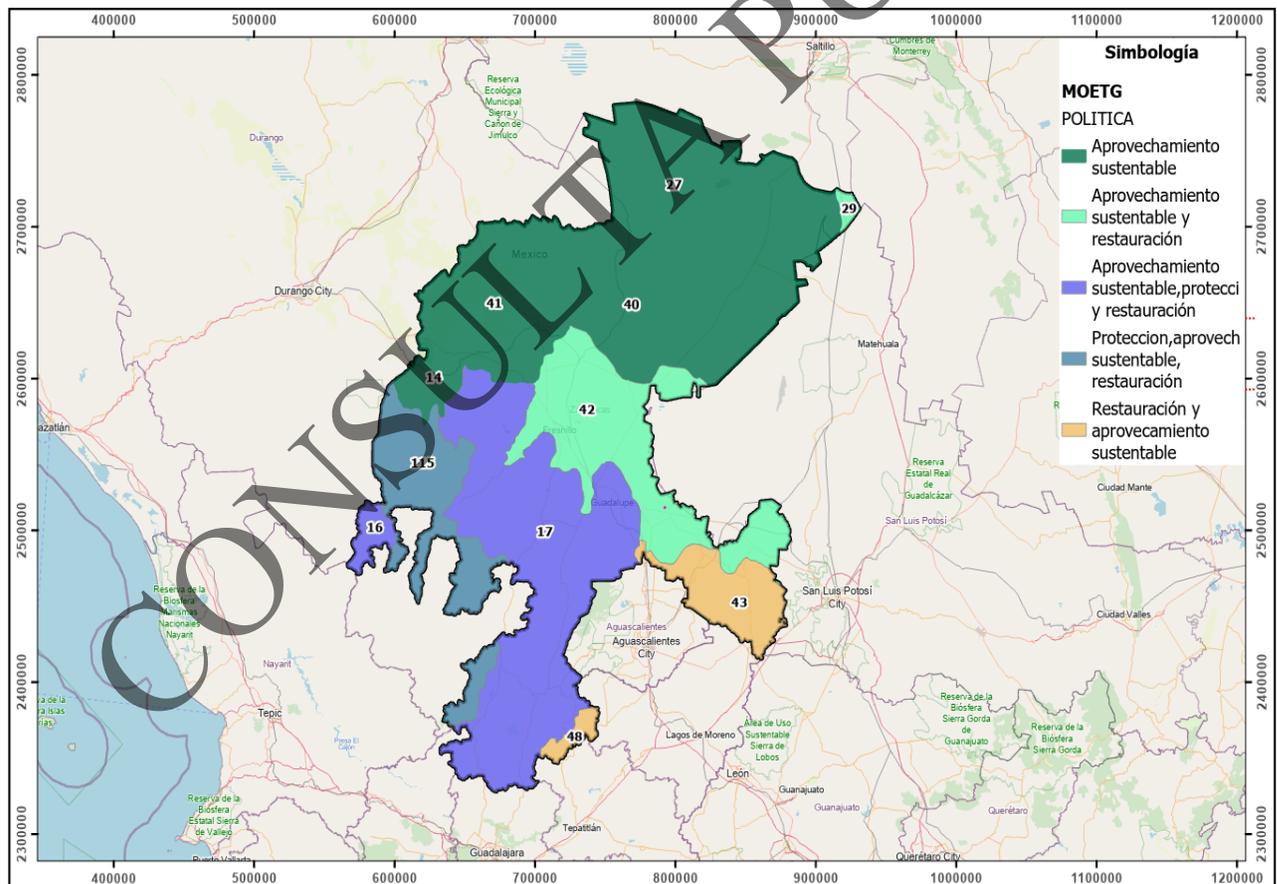


Figura 3.1. Proyecto dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

Tabla 3.3. Localización del Proyecto dentro del POEGT

Unidad Ambiental Biofísica	42. Llanuras y Sierras Potosino Zacatecano	
Localización	42. Centro este de Zacatecas	
Política Ambiental	<p>Aprovechamiento Sustentable y Restauración: 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.</p>	
Estado del Medio Ambiente (2008)	<p>Medianamente estable a inestable. Conflicto Sectorial Nulo. Muy baja superficie de ANP's. Baja degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras(km): Media. 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: 39.6. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo 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.</p>	
Escenario al 2033	Inestable	
Prioridad de atención	Baja	
Rectores del desarrollo	Ganadería – Minería	
Coadyuvantes de desarrollo	Agricultura – Preservación de flora y fauna	
Asociados del desarrollo	Desarrollo Social	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
Estrategias de la UAB 42		Vinculación con el Proyecto
A) Preservación	1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	El Proyecto contempla la conservación de los ecosistemas, el desarrollo de este no contribuirá a la pérdida o reducción de la diversidad biológica existente en la región donde se desarrollará, para ello serán aplicadas medidas para prevenir, mitigar y compensar los impactos a los componentes biológicos

Unidad Ambiental Biofísica	42. Llanuras y Sierras Potosino Zacatecano	
	2. Recuperación de especies en riesgo.	La Proyecto contempla la ejecución de medidas que permitirán la protección de la flora y fauna silvestre que habita en la zona. Dichas medidas tienen la finalidad de salvaguardar las especies de flora y fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	N/A
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	N/A
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	N/A
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	N/A
	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.	N/A
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
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.	El Proyecto contempla el uso de insumos de esta área.

Unidad Ambiental Biofísica	42. Llanuras y Sierras Potosino Zacatecano	
	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 aplicable.
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.	N/A
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	N/A
	26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.	N/A
C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	N/A
	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	N/A
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	El aprovechamiento del agua de laboreo proveniente del interior mina será llevado a cabo de manera adecuada conforme a los lineamientos establecidos por las autoridades, asegurando la estabilidad y buen uso de este recurso.
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.	El Proyecto contempla el establecimiento de programas de capacitación en su primer etapa, lo que propiciará la participación social y el incremento de recursos públicos en las comunidades cercanas al Proyecto.
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	El Proyecto generará empleos directos e indirectos, fomentando el acceso de fuentes de ingreso.
	Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso.	

Unidad Ambiental Biofísica	42. Llanuras y Sierras Potosino Zacatecano	
	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	N/A
	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.	N/A
	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 mayores índices de marginación.	N/A
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	N/A
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 sociabilización y en respeto de las leyes ejidales correspondientes.

Unidad Ambiental Biofísica	42. Llanuras y Sierras Potosino Zacatecano	
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	N/A
	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.	N/A

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 Pánfilo Natera 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 El Cedral, que se localiza a 37 km en dirección Suroeste.

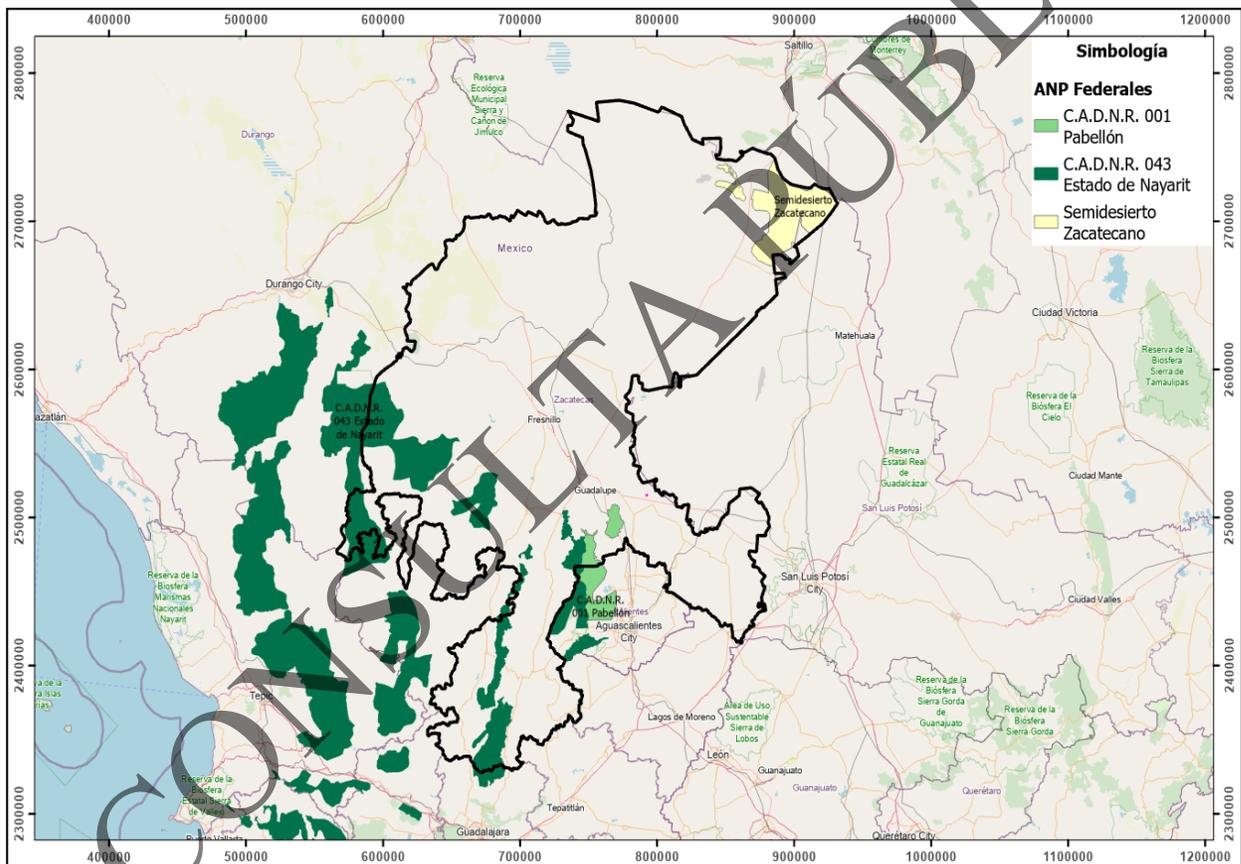


Figura 3. 2. Localización del Proyecto respecto a las ANP Federales, CONANP

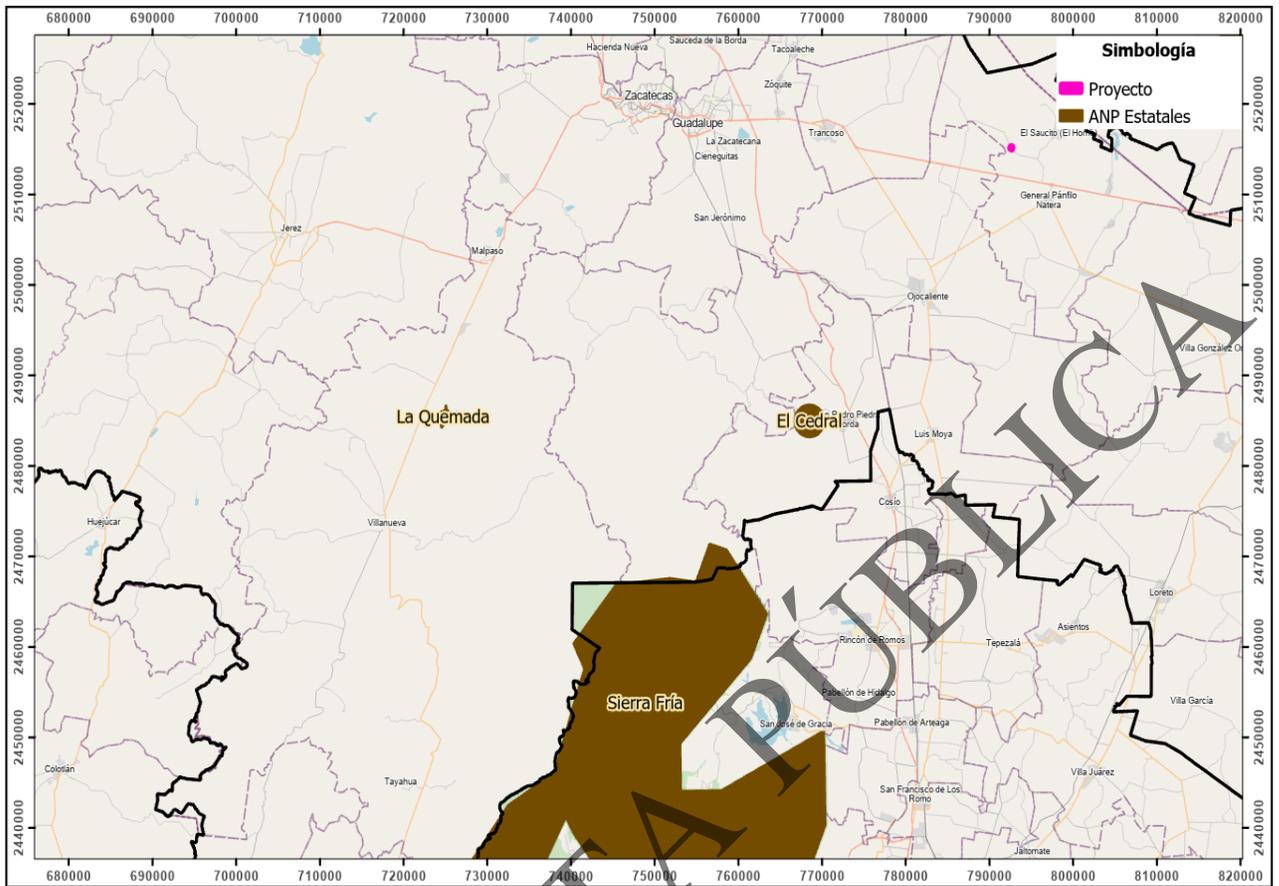


Figura 3.3 Localización del Proyecto respecto a las ANP Estatales, CONANP

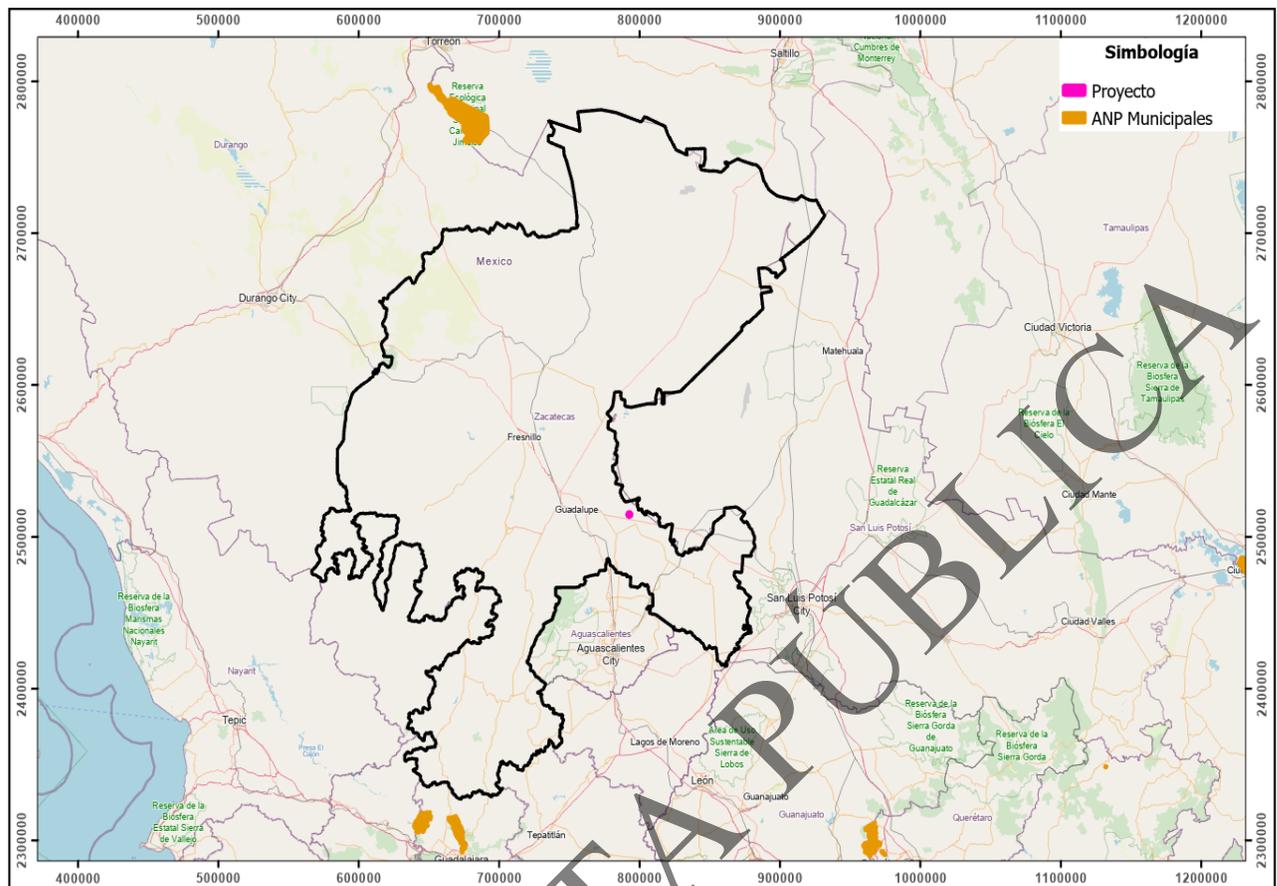


Figura 3. 4. Localización del Proyecto respecto a las ANP Municipales, CONANP

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 aquéllas 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 Robbins San Antonio.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Dentro del área del Proyecto, no se localiza ninguna Región Terrestre Prioritaria (RTP), la más cercana es la RTP Sierra Fría, ubicada a poco más de 43 km en línea recta y en dirección al Suroeste con respecto al Proyecto.

Debido a la distancia que existe entre el Proyecto y la RTP 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 siguiente Figura, 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.

CONSULTA PÚBLICA

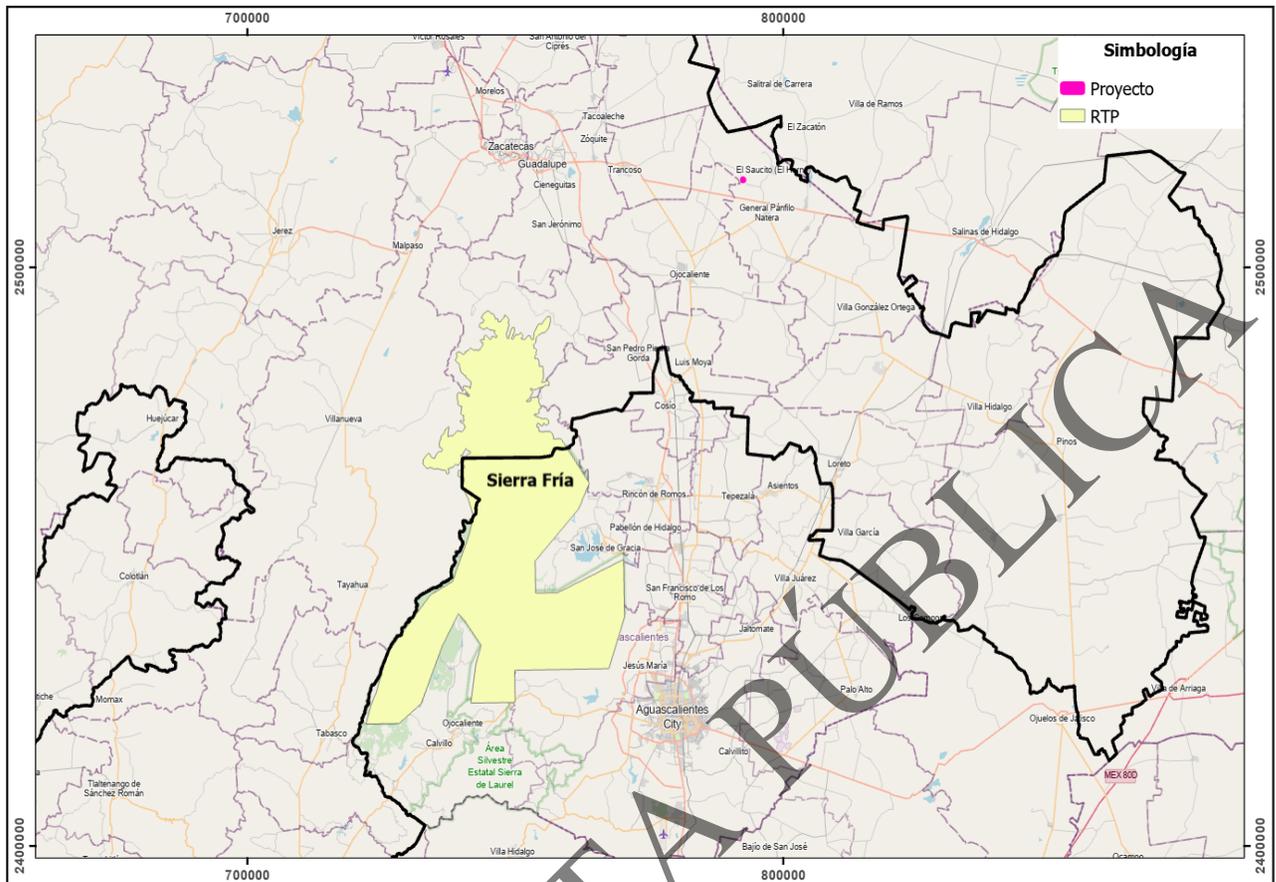


Figura 3. 5. Localización del Proyecto respecto a las RTP, CONABIO

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 Valle de Aguascalientes-Río Calvillo la cual se ubica a 8 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.

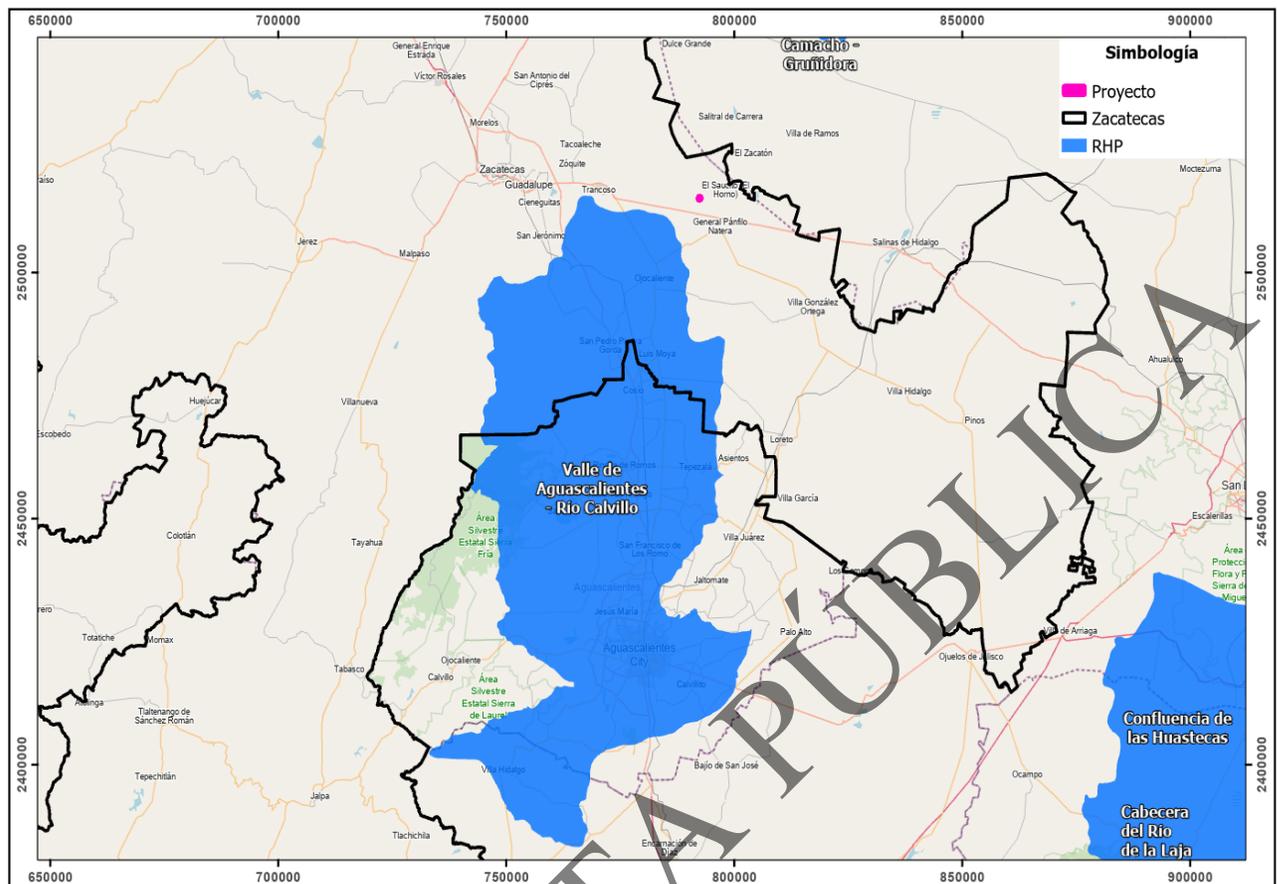


Figura 3. 6. Localización del Proyecto respecto a las RHP, CONABIO

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 con ninguna AICA, la más cercana se localiza a aproximadamente 47 km en línea recta en dirección Suroeste denominada como Sierra Fría.

No se estima que ninguna AICA pueda verse afectada por el desarrollo de actividades y obras enmarcadas en el Proyecto, 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.

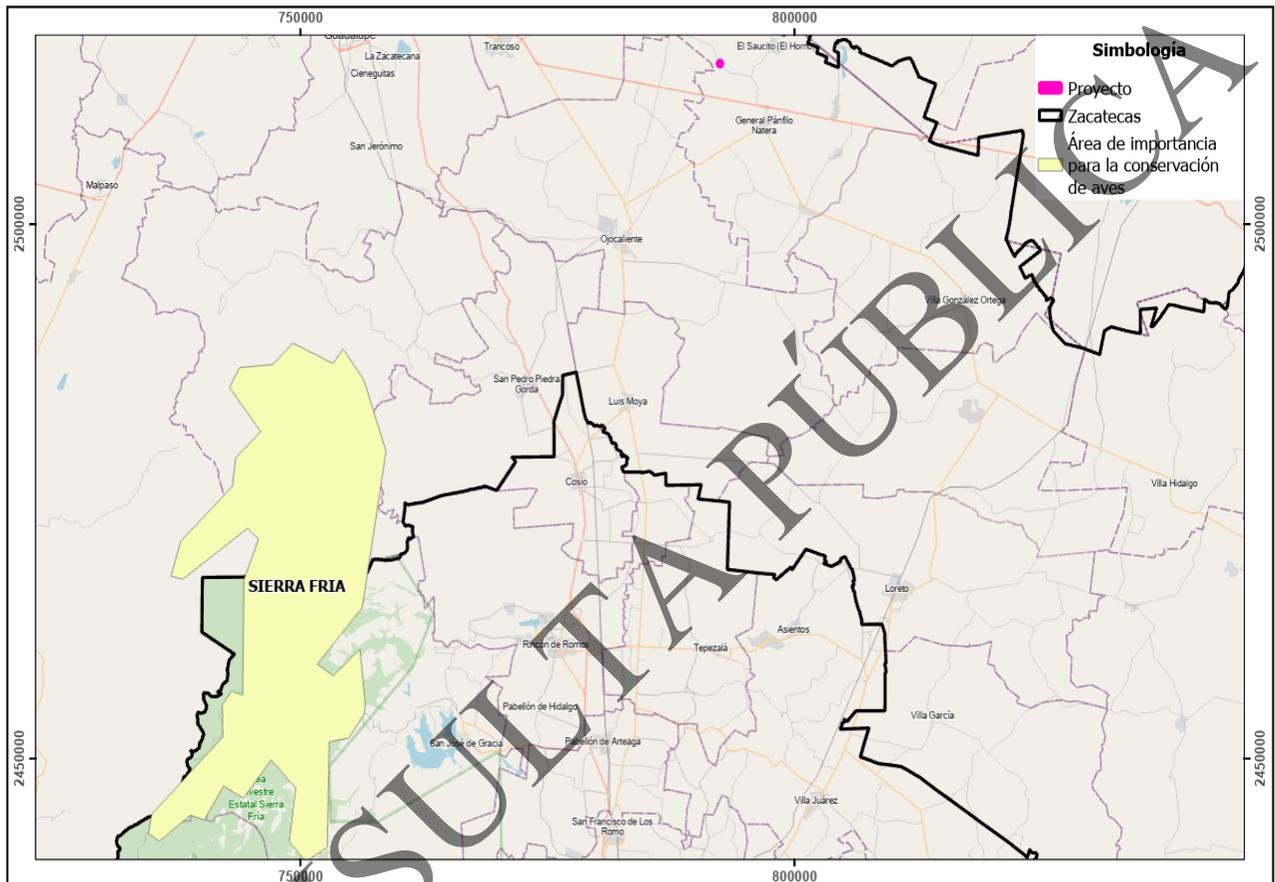


Figura 3. 7. Localización del Proyecto respecto a las AICA

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-2021

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, con la finalidad de siempre apearse 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 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 ejercer un bajo impacto 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	Tasa	2020	N.P.	1.5	Ascendente	INEGI, PIB por entidad federativa https://www.inegi.org .

Nombre	Unidad de Medida	Línea Base		Meta 2027	Tendencia deseable	Fuente
		Año	Valor			
del PIB estatal						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 6

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

Estrategias

- Fortalecer la construcción de parques industriales, infraestructura logística y parques agropecuarios regionales, para potenciar el desarrollo económico.
- Construir caminos rurales para la integración de las zonas deprimidas a las actividades productivas.
- 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 San Antonio.

III.5.1.4. Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de General Pánfilo Natera 2007-2027

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... ”.

Con base en el Artículo 5 del Código Urbano del Estado de Zacatecas, se acordó la elaboración del Programa de desarrollo Urbano del Centro de Población de Gral. Pánfilo Nátera, que determina los objetivos a los que estará orientado el desarrollo de las acciones de planeación, ordenación y regulación de los asentamientos humanos, así como las metas y las políticas consecuentes que regularán las tareas de programación, los programas operativos a cargo de las autoridades y las bases a que se sujetarán las acciones concurrentes entre los sectores público y privado para el desarrollo de los asentamientos ubicados en el centro de población Gral. Pánfilo Nátera.

Bajo este precepto jurídico, el Programa de desarrollo Urbano del Centro de Población de Gral. Pánfilo Nátera (2007-2027), busca determinar los procesos para el mejoramiento de la población del municipio bajo distintos planes, programas y estrategias acordes al desarrollo urbano, económico y social con la protección al medio ambiente y los recursos naturales de la región. El cuidado al patrimonio tangible e intangible, así como el natural, requiere de acciones concretas para su protección, con la creación de mecanismos de financiamiento para la protección, aplicación de sanciones administrativas y financieras a quien afecte al patrimonio y la participación ciudadana, 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 “ *Mitigar el daño ecológico al entorno, mediante un saneamiento del agua cuidando en su uso y aprovechamiento* ” en este sentido, en el presente estudio, dentro del Capítulo VI se plantean medidas de mitigación compensación y restauración dirigidas a 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.

Otros de los puntos que se vinculan directamente al Proyecto refieren a los objetivos específicos del Programa:

- a) Eliminar la ocupación con asentamientos humanos a zonas con aptitud agrícola.
- b) Proteger y conservar la flora y fauna del sitio.

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

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

- No se generen ni por operaciones realizadas en su superficie, ni por las efectuadas en excavaciones subterráneas realizadas a partir de ella encuéntrase o no tales excavaciones dentro de sus límites afectaciones activas o potenciales a los predios situados en sus inmediaciones.

Al respecto de estos lineamientos, el desarrollo del Proyecto y su Área de Influencia se encuentran en un área con actividades mineras y antrópicas, por lo que 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 mesura 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 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 esta 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 “Robbins San Antonio” 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.

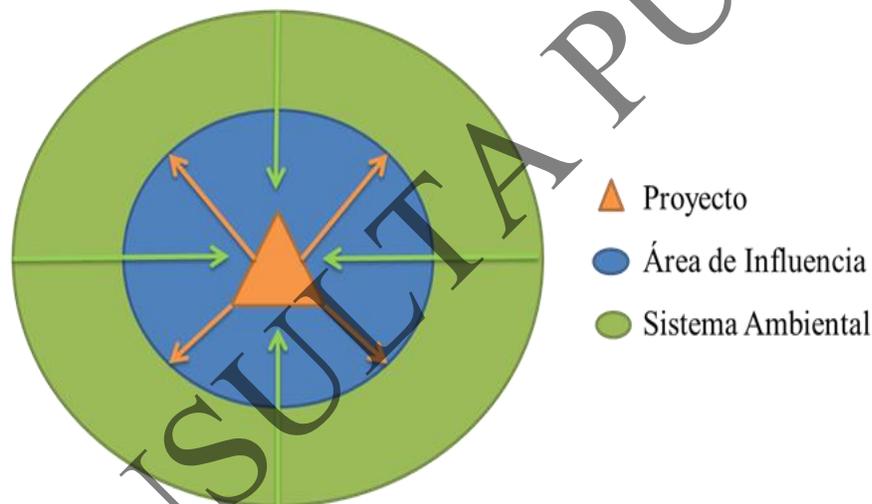


Figura 4. 1 Relación entre SA, Área de Influencia y Proyecto

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).

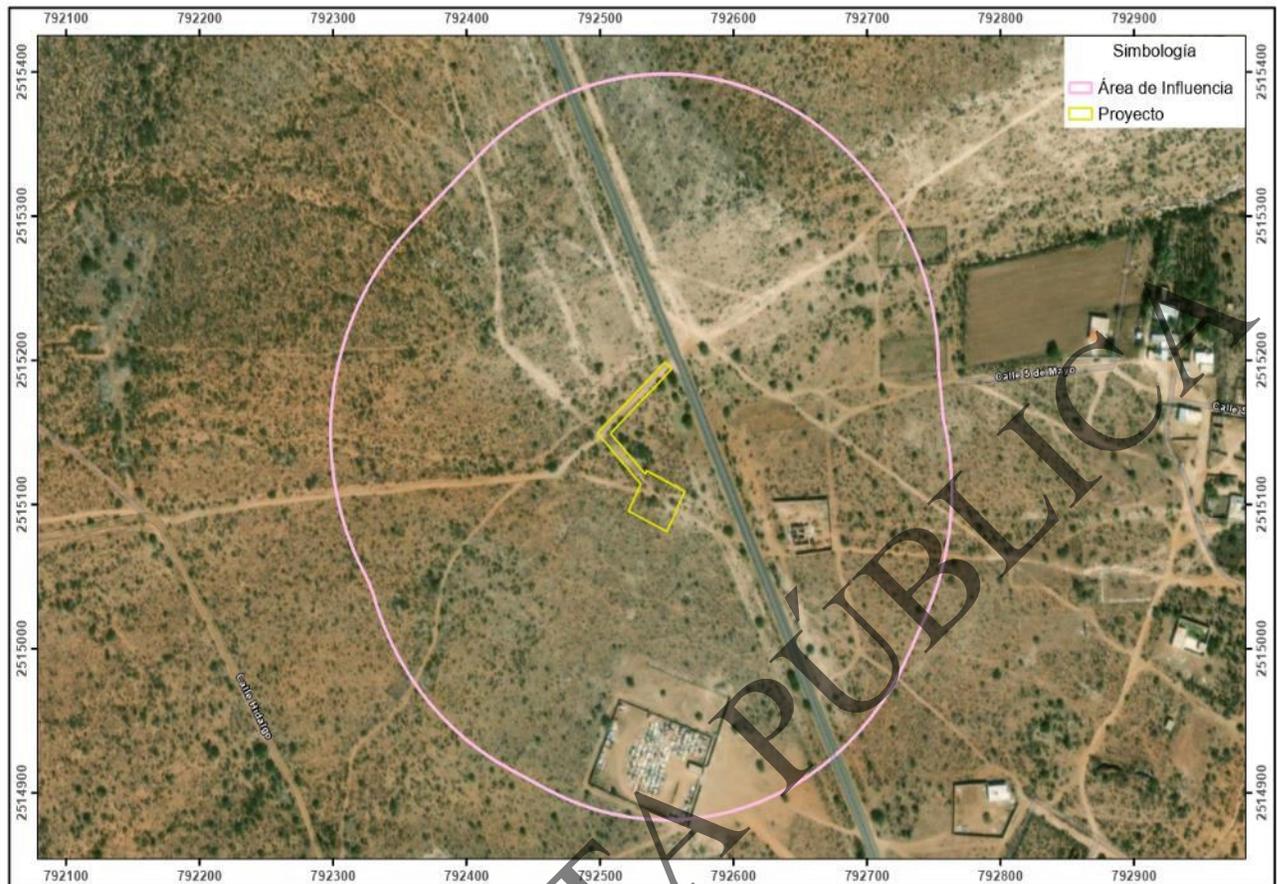


Figura 4. 2 Área de Influencia del Proyecto

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 nanocuenas 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 nanocuenca 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 clímax que representa las áreas con mayor calidad para la fauna, esto se ve en las secciones Norte y Sur del SA (Anexo 4.2).

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

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 6 estaciones climatológicas más cercanas que fueron empleadas para el análisis de este apartado, así como sus nombres y su ubicación. Estas estaciones están representadas en la Figura 4.4

Tabla 4.1 Estaciones climatológicas del SMN empleadas para el Proyecto

ID	Nombre	Zona 13		Zona 14		Elevación (msnm)
		X	Y	X	Y	
24059	Villa de Ramos II			201063	2527868	2,210
24152	Sauz de Calera	788307	2531364			2,080
32058	Trancoso	770145	2517757			2,200
32126	Palmillas	771822	2507564			2,169
32041	Ojocaliente	780776	2499356			2,062
32114	Villa González Ortega			199900	2493388	2,154



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 El Saladillo, la cual se encuentra en la zona este. Con base en la información proporcionada por esta estación, se observa que el mes menos lluvioso es abril, con una media mensual de 3.9 mm, y que el más lluvioso es septiembre, con una precipitación mensual de 92.3 mm. La temporada de lluvias está comprendida por los meses de junio a septiembre, los cuales presentan los mayores acumulados. La temperatura máxima normal anual (30.3°C) se presenta en el mes de mayo, la mínima normal anual en enero (-0.9°C), mientras que la temperatura media normal tiene valores a lo largo del año entre 10.2 y 19.9°C.

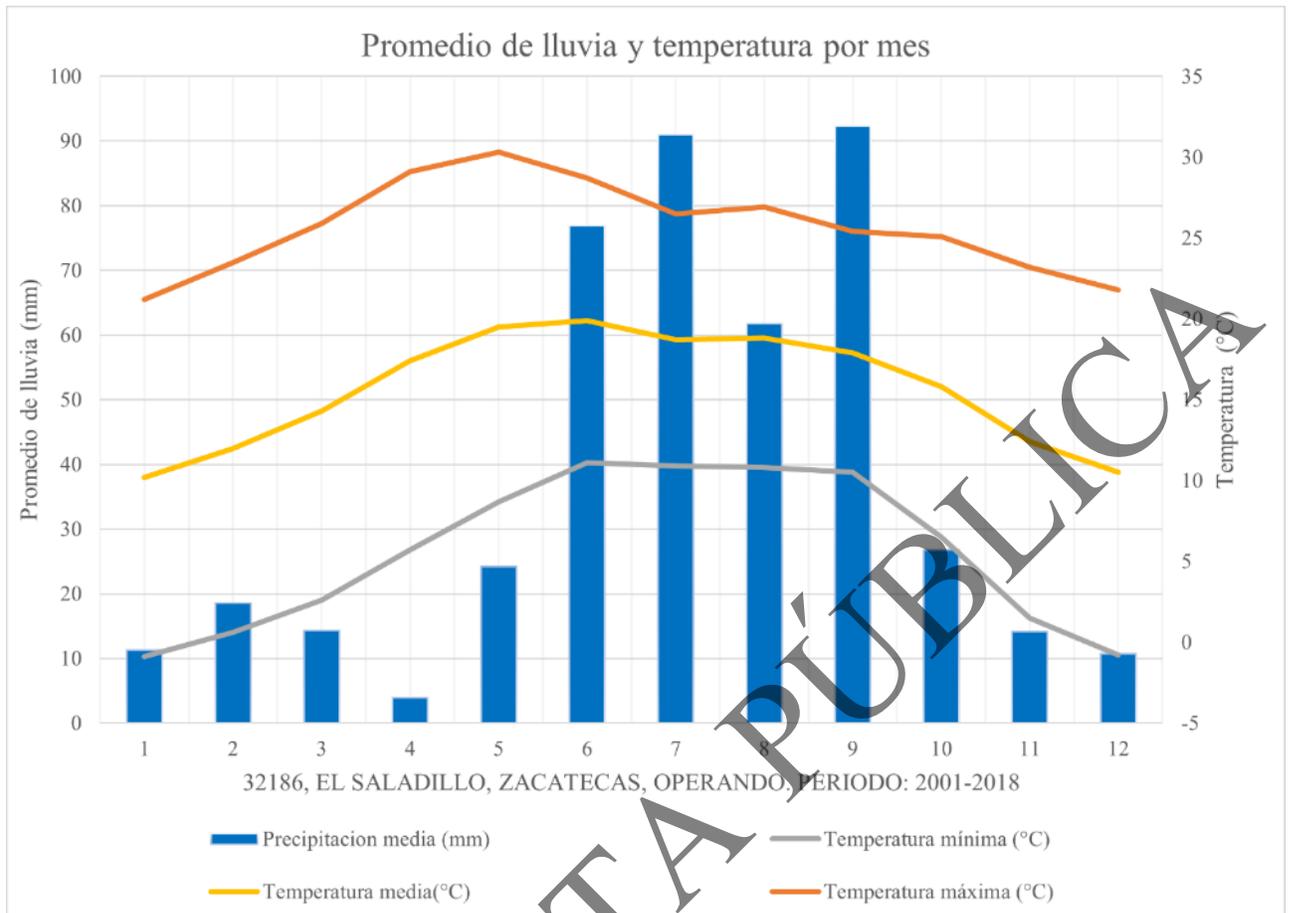


Figura 4. 5 Climograma de la estación climatológica El Saladillo (32186)

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 dos tipos de clima, los cuales se identifican con las claves BSokw y BS1kw, descripción de estos tipos de clima se presentan en la Tabla 4.2 y su distribución se presenta en la Figura 4. 6.

Tabla 4.2 Tipos de clima dentro del SA

Tipo de clima	Descripción temperatura	Descripción precipitación
BSokw	Árido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C.	Árido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C.
BS1kw	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.

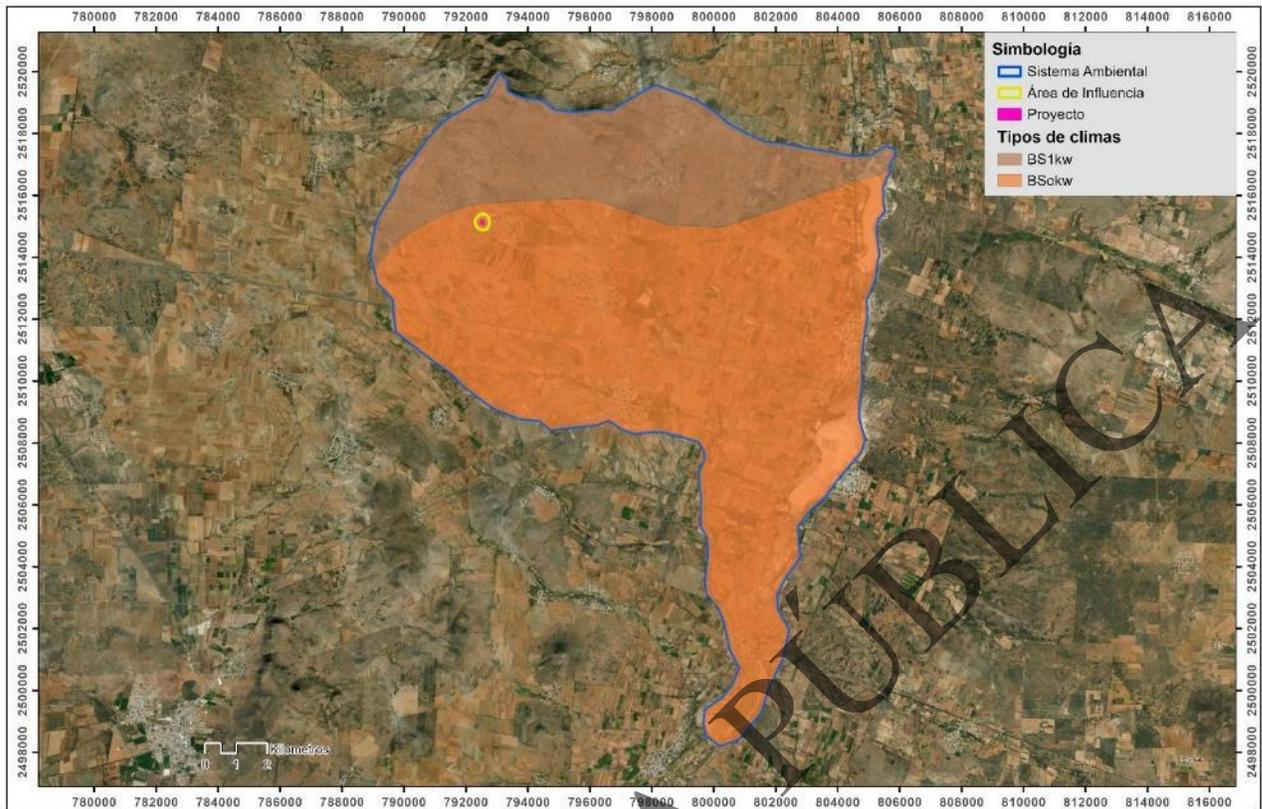


Figura 4. 6 Tipos de climas dentro del Sistema Ambiental del Proyecto, INEGI

IV.3.1.1.1.2. Temperatura

Para la caracterización de los aspectos atmosféricos generales, se utilizó información de fuentes como INEGI y CONABIO, complementándola con los registros históricos guardados en las bases de datos de diferentes estaciones climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) cercanas al SA, mediante las cuales se generaron modelos de temperatura con información más detallada.

De acuerdo con los modelos elaborados, se determinó que la temperatura mínima en el SA va de los 7° C a los 9°C, mientras que el modelo de temperatura promedio registra temperaturas de 16° a 17.5°, por último, la temperatura máxima registrada presenta un rango que va de los 24.5°C a 25.5°C.

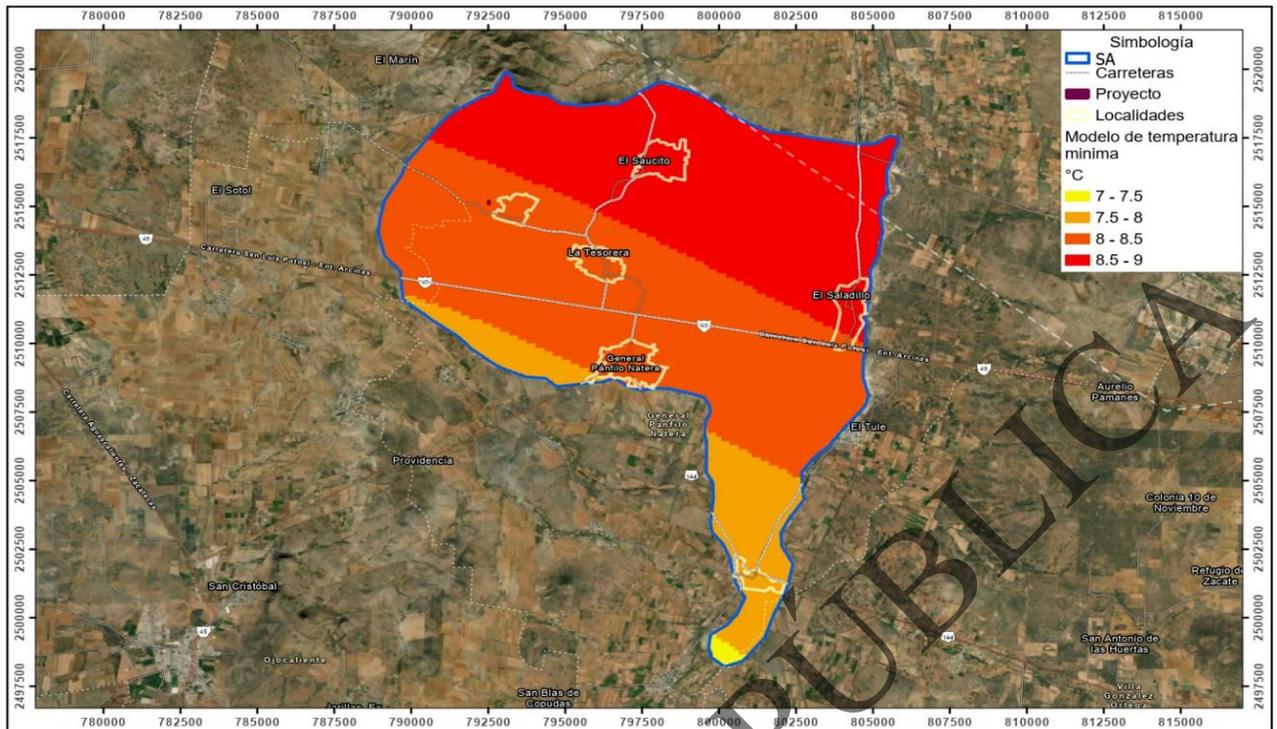


Figura 4. 7 Modelo de temperatura mínima del SA

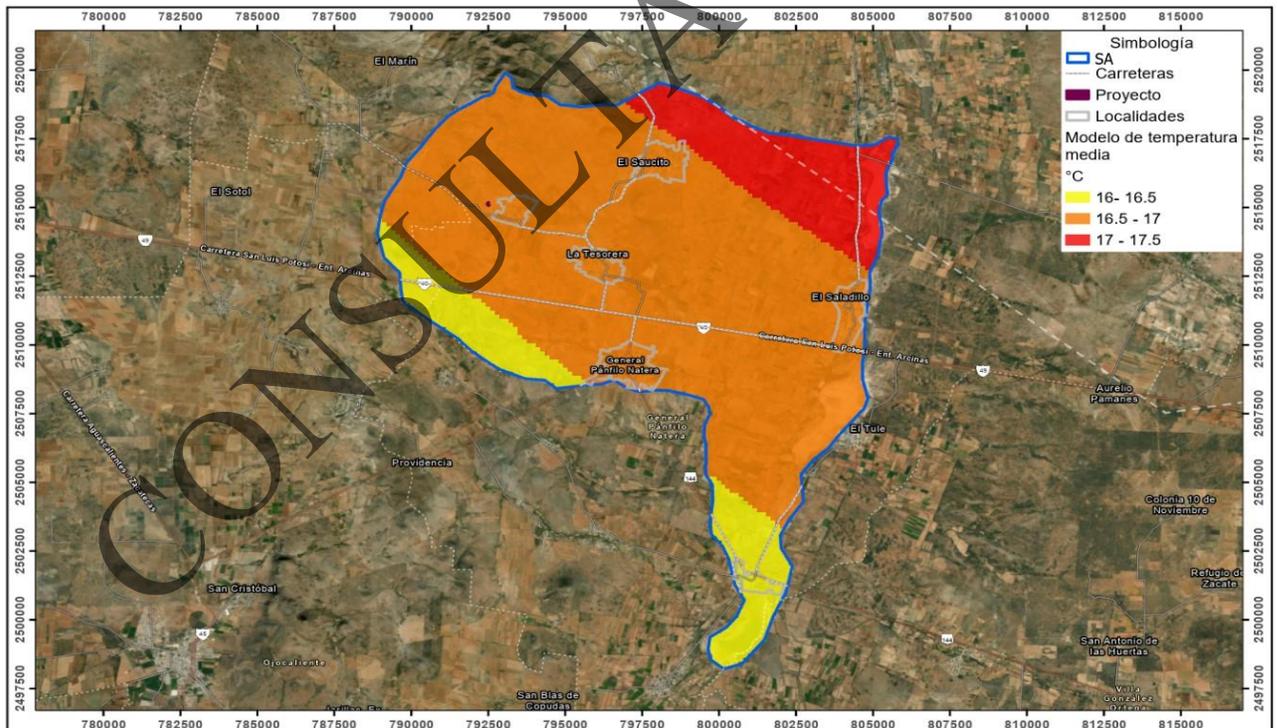


Figura 4. 8 Modelo de temperatura media dentro del SA

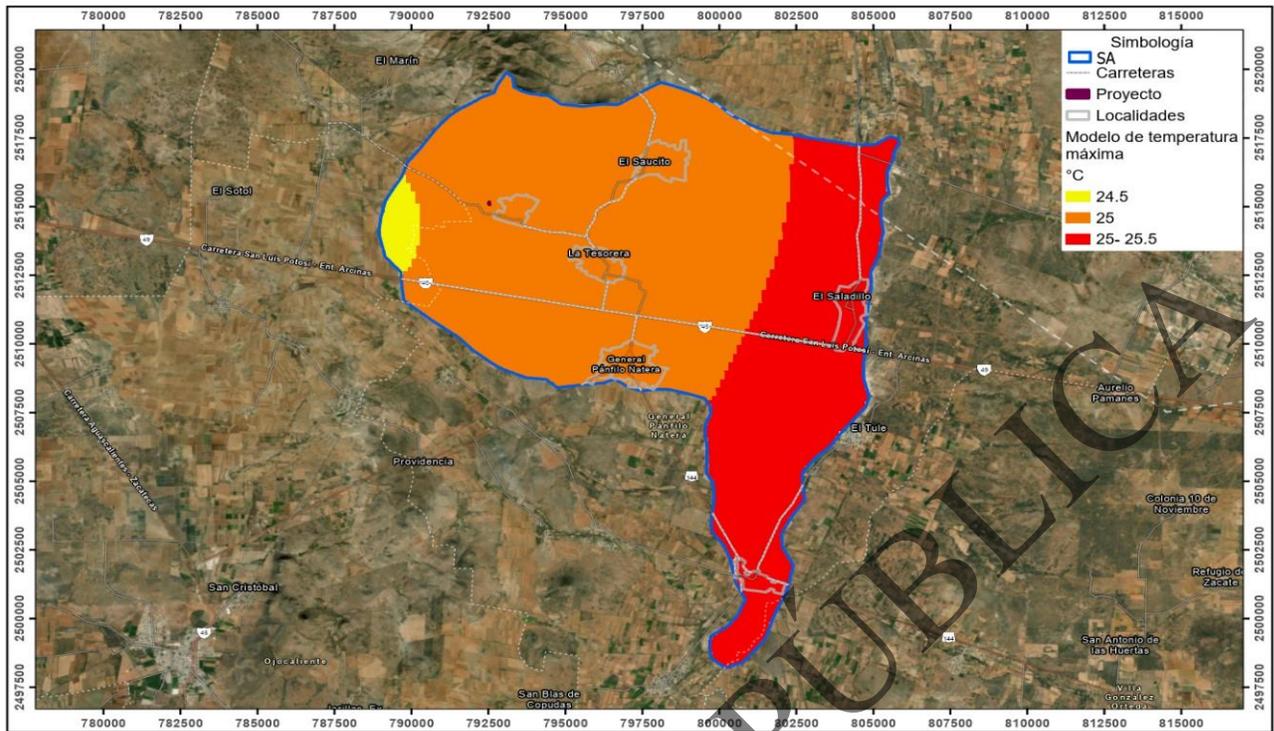


Figura 4. 9 Modelo de temperatura máxima dentro del SA

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 6 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 305 a 360 mm anuales.

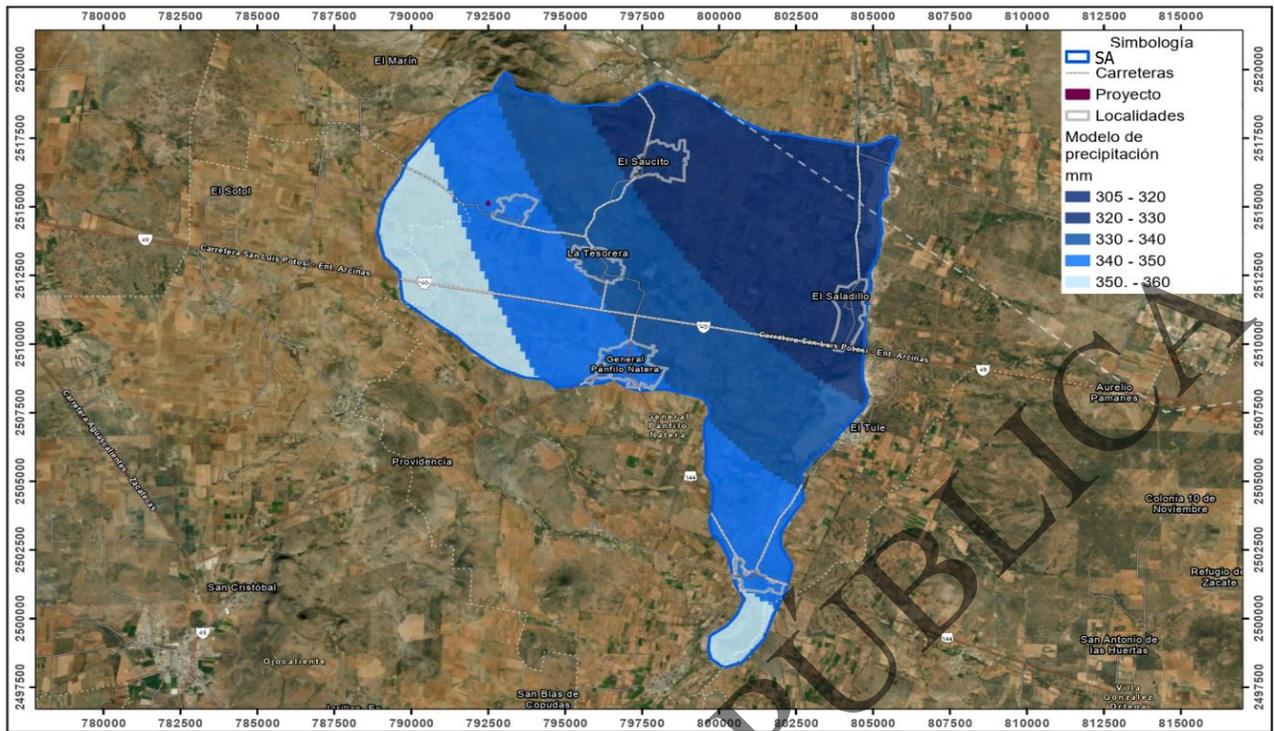


Figura 4. 10 Modelo de precipitación media anual dentro del Sistema Ambiental del Proyecto

IV.3.1.1.4. Velocidad y dirección del viento

El viento es aire en movimiento, cuando alcanza grandes velocidades puede generar empujes o succiones intensas que pueden dañar las estructuras (SETAU y CONAVI, 2022). 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 (SEDESOL, 2012).

La dirección del viento depende de la distribución y evolución de los centros isobáricos, es decir, se desplaza de los centros de alta presión hacia los de baja presión, y su fuerza es mayor cuanto mayor es el gradiente de presiones. En su movimiento, el viento se ve alterado por diversos factores tales como el relieve y cobertura vegetal (Jiménez-Ramírez et.al, 2016). 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 las siguientes cinco zonas 100-130 km/h (Zona A), 130-160 km/h (Zona B), 160-190 km/h (Zona C) y 190-220 km/h (Zona D). El polígono del SA se encuentra dentro de la zona B, donde los vientos máximos van de los 130 a 160 km/h, como se ilustra en la Figura 4. 11.

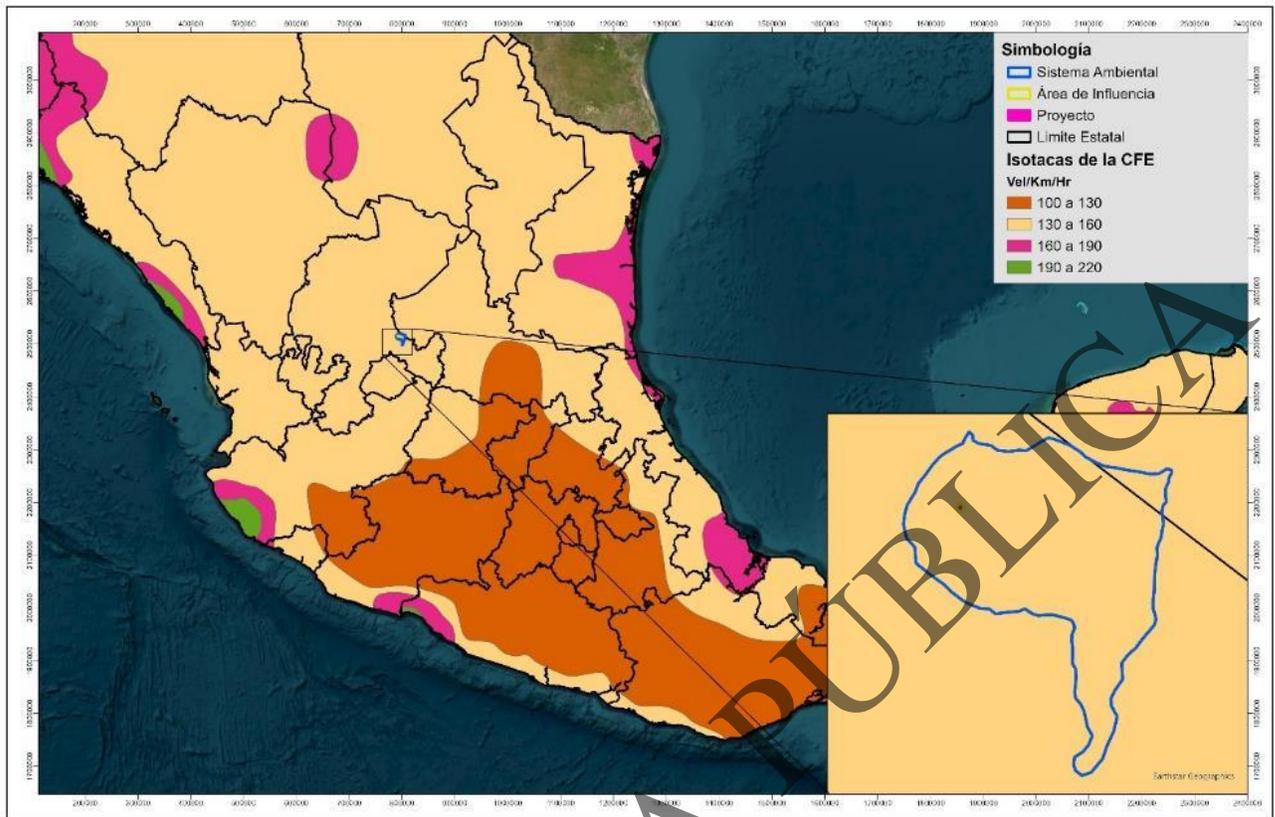


Figura 4. 11 Mapa de isotacas de la CFE

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 describe la velocidad y dirección del viento promedio del municipio de interés.

A continuación, en la Figura 4. 12 se muestra que en el municipio de General Pánfilo Natera la temporada más ventosa del año ocurre entre diciembre y abril, siendo marzo el mes donde se presentan más días con velocidades mayores a 40 km/h.

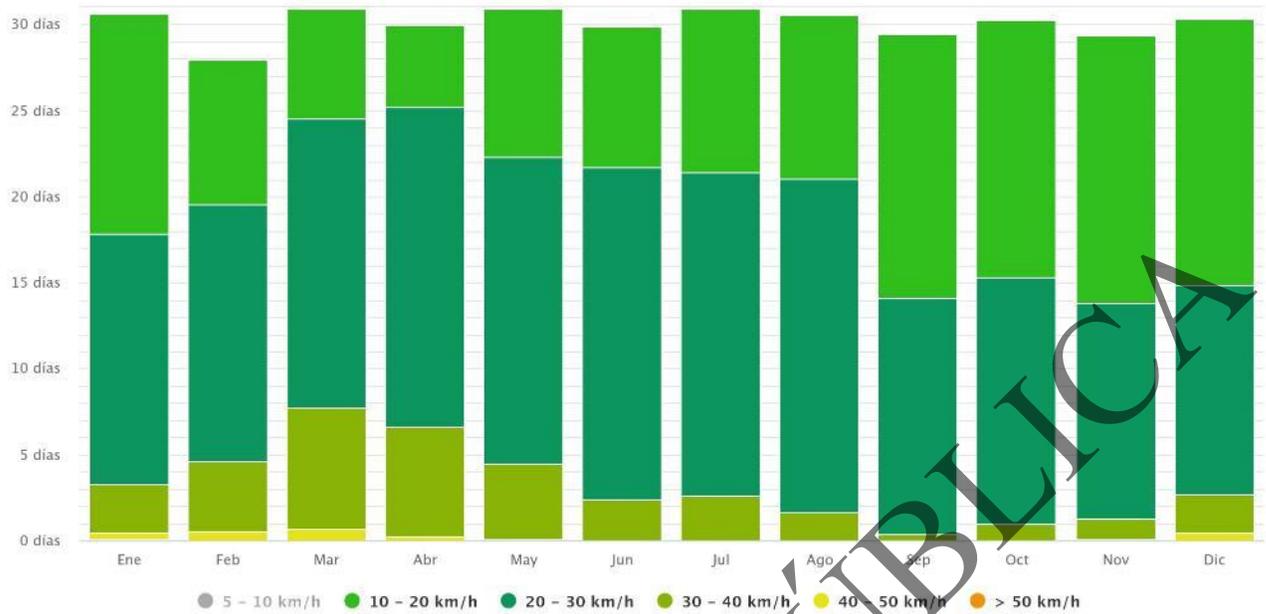


Figura 4. 12 Velocidad del viento en el municipio de General Pánfilo Natera

Se presenta la rosa de los vientos para el municipio de General Pánfilo Natera en la Figura 4. 13, la cual indica que los vientos dominantes soplan desde el sureste (SE), hacia el noroeste (NW).

CONSULTA PÚBLICA

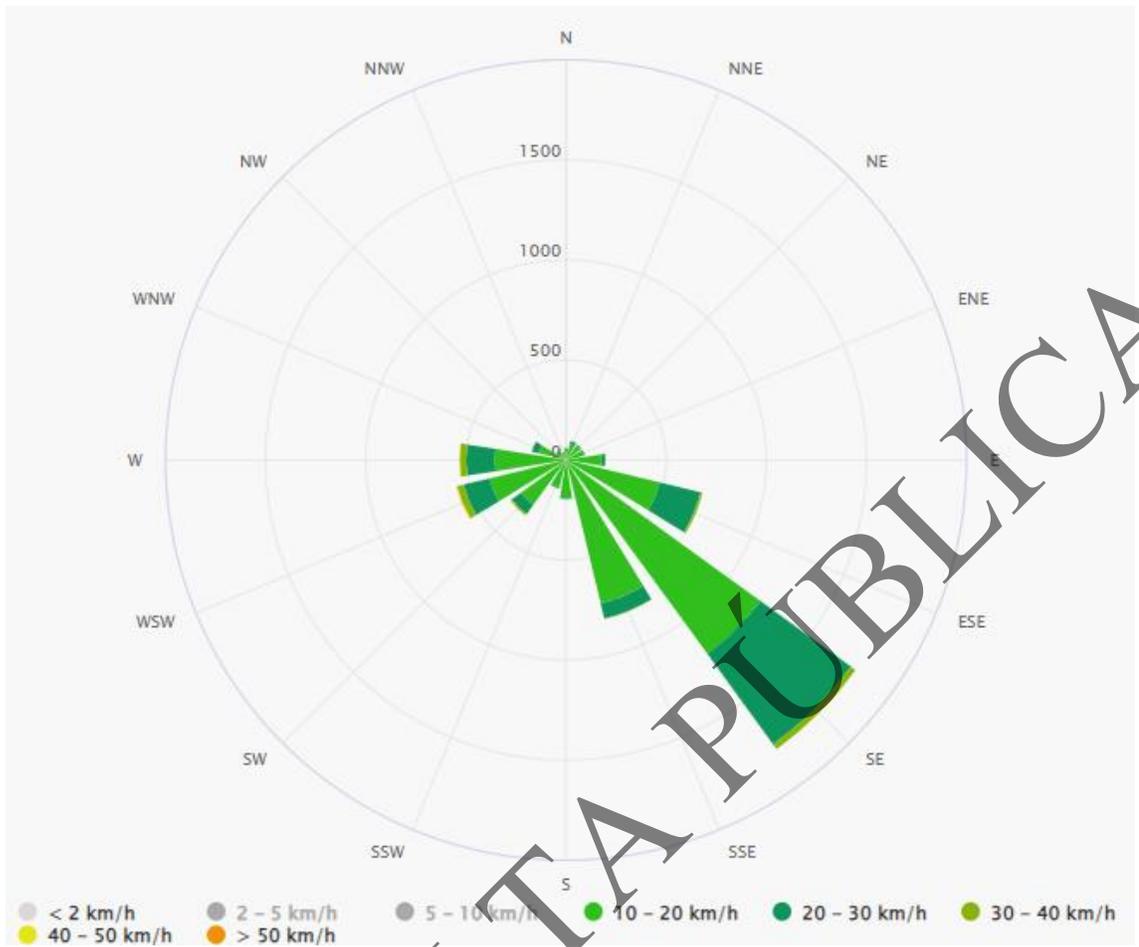


Figura 4. 13 Rosa de los vientos municipio de General Pánfilo Natera

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 el municipio de interés (Tabla 4.3).

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

Riesgos hidrometeorológicos	Grado de peligro
	General Pánfilo Natera
Sequía	Muy alto
Tormentas eléctricas	Bajo
Tormentas con granizo	Bajo
Heladas	Bajo
Bajas temperaturas	Medio
Ondas cálidas	Medio

IV.3.1.1.2. Calidad del aire

La principal fuente de contaminación atmosférica en la zona son las partículas suspendidas en el aire, las cuales se generan debido al tránsito de vehículos y ganado, la emisión de polvo en suelos con vegetación dispersa y suelos desnudos, y la actividad minera. Estas partículas afectan significativamente la calidad del aire. A continuación, se detallan las causas relacionadas con la dispersión:

- Suspensión de polvos por tránsito vehicular
- Suspensión de polvos por tránsito de ganado
- Suspensión de polvos por emisión en suelos desnudos
- Suspensión de polvos por la velocidad y dirección del viento
- 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 y emisión de gases por el uso de Robbins

IV.3.1.1.2.1. Polvos

IV.3.1.1.2.1.1. Captura de polvos fugitivos

Se define como 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. 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. (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 la clasificación espectral de la vegetación que determina la cobertura de cada tipo de vegetación presente dentro del SA es un insumo aceptable para una categorización debido a que como bien se menciona anteriormente la vegetación cerrada tiene mayor captación por su condición estructural y fisionomía al contrario de la vegetación dispersa (Figura 4. 14).

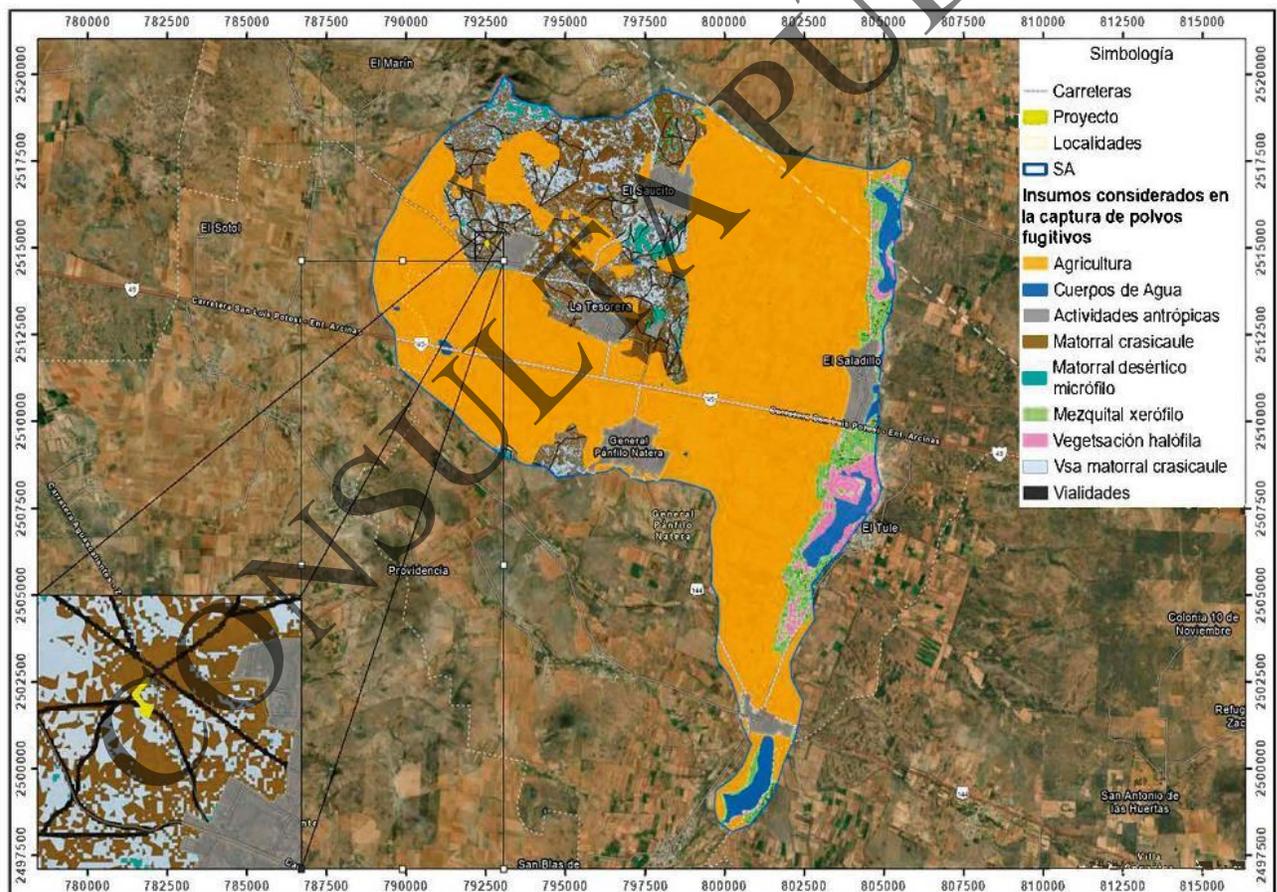


Figura 4. 14 Insumos considerados en la captura de polvos fugitivos

En la Figura 4. 15 se puede observar el resultado del análisis realizado respecto a la captura de polvos fugitivos con base en la clasificación de la vegetación dentro del Sistema Ambiental,

donde las áreas con vegetación cerrada tienen un nivel alto de retención de partículas, mientras que las áreas sin vegetación tienden a una retención de partículas menor.

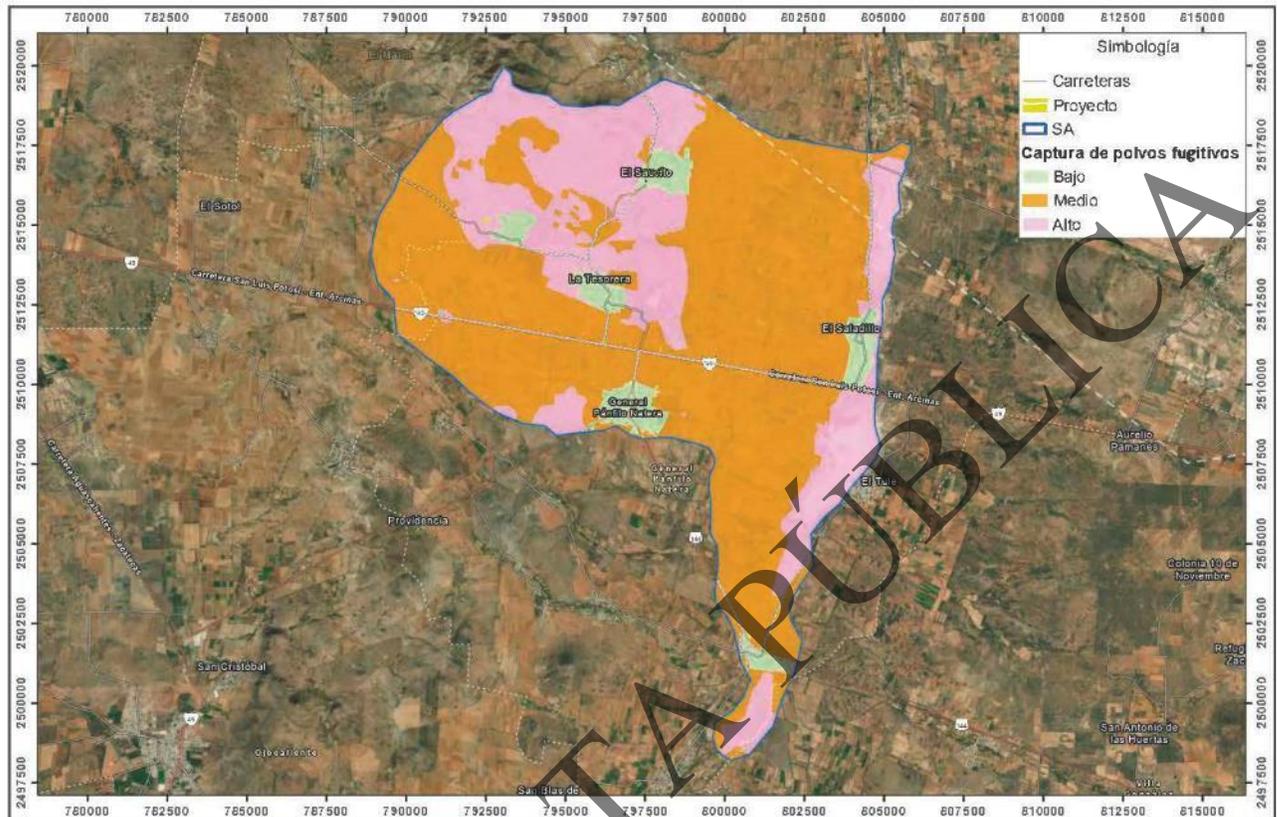


Figura 4.15 Captura de polvos fugitivos

IV.3.1.1.2. 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 de la caracterización del SA fue necesario contemplar diferentes factores: uso de suelo (zonas agrícolas, urbanas, industriales, etc.) y cobertura por tipos de vegetación.

Las zonas de mayor emisión de polvos son aquellas donde existe presencia antropogénica, 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 la Vegetación Halófila y el Mezquiteal Xerófilo, mientras que la Vegetación Secundaria y los suelos con poca cobertura tendrán mayor número de emisiones.

En la Figura 4. 16 se puede observar el resultado del análisis realizado respecto a la emisión de partículas con base en la clasificación de la vegetación dentro del Sistema Ambiental, donde las áreas con vegetación cerrada tienen un nivel bajo de emisiones, mientras que las áreas sin vegetación o vegetación dispersa tienden a una emisión de partículas mayor.

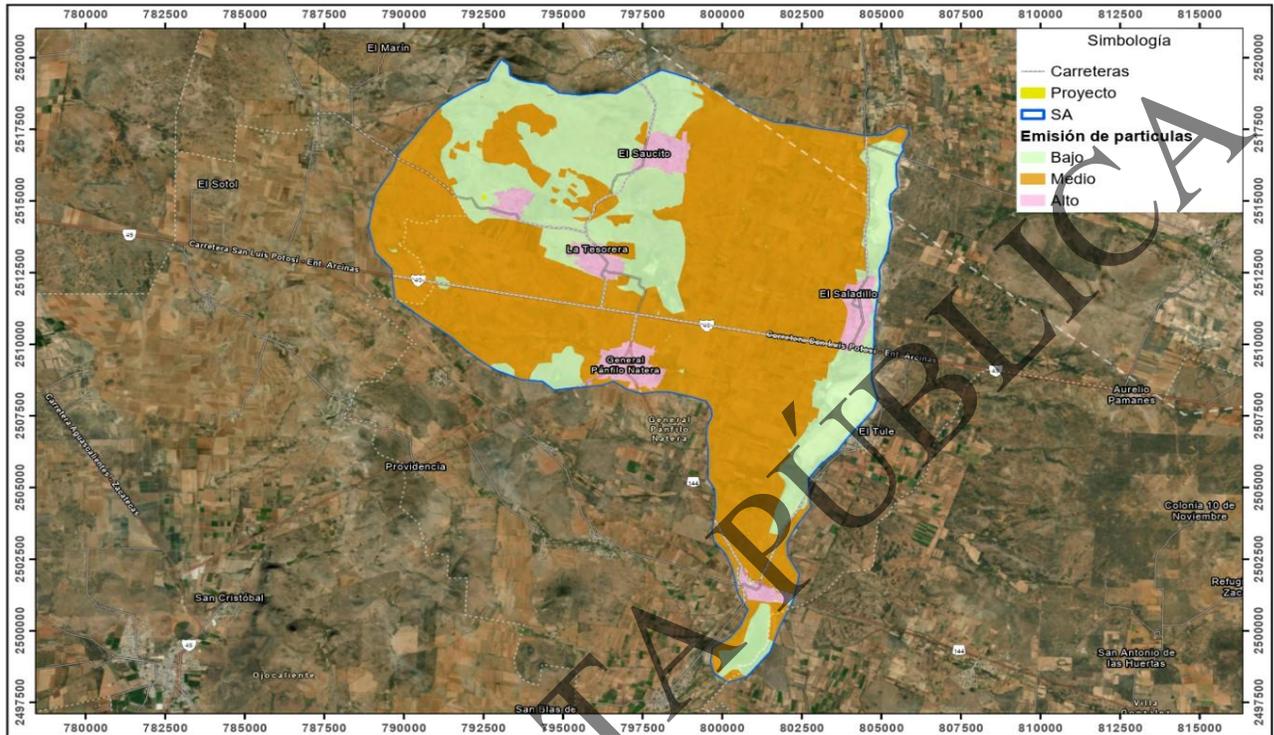


Figura 4. 16 Emisión de partículas

IV.3.1.1.2. Emisión de gases contaminantes

Para la contemplar la emisión de gases contaminantes dentro de la caracterización del Sistema Ambiental, se consideraron las áreas con presencia antropogénica como localidades, actividades agrícolas e industriales, así como caminos, para después clasificarse, el resultado se muestra en la Figura 4. 17.

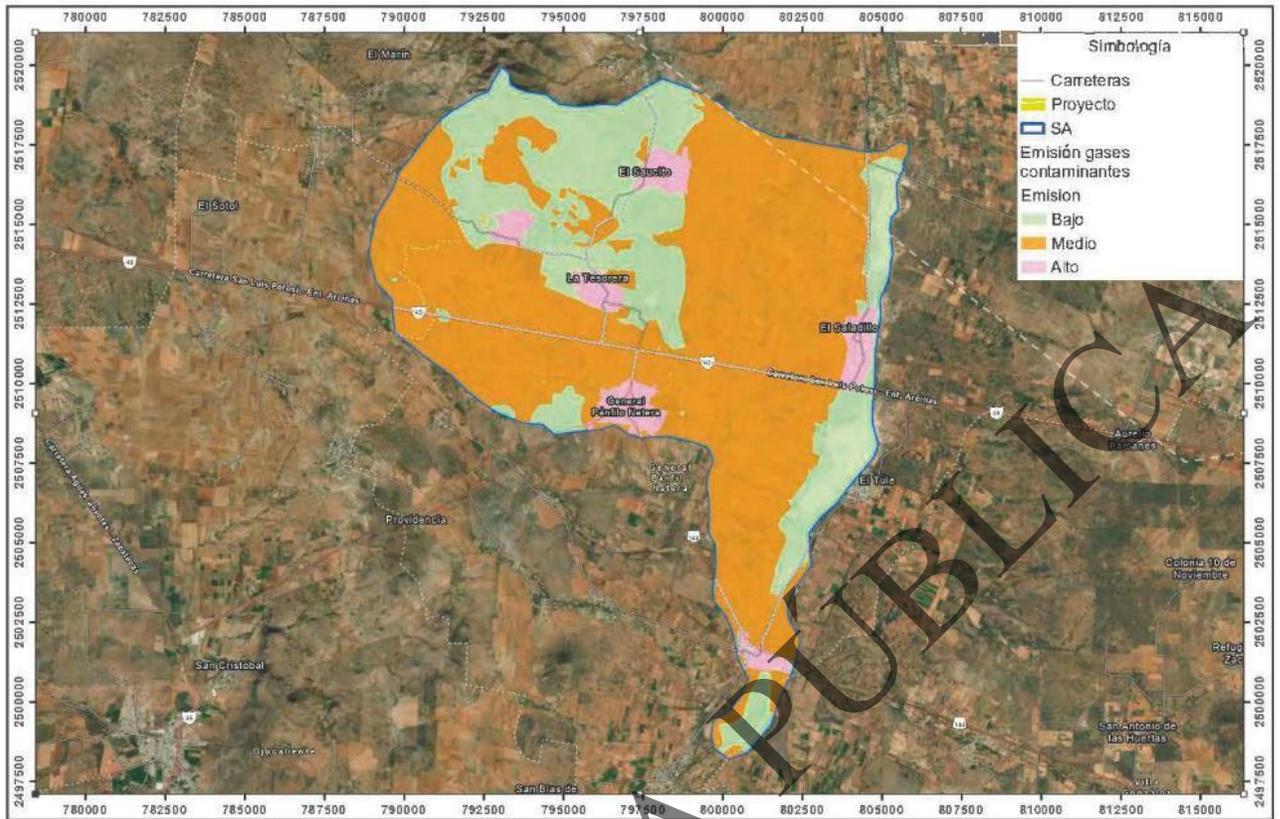


Figura 4. 17 Emisión de gases contaminantes

IV.3.1.1.3. Ruido artificial

IV.3.1.1.3.1. Generación de ruido

El ruido se define como cualquier sonido inarticulado de origen natural o artificial (RAE, 2023). Por lo general, la contaminación sonora es originada por actividades antrópicas, generado principalmente dentro de zonas urbanas e industriales.

IV.3.1.1.3.2. Muestreo de intensidad sonora

Las mediciones para nivel sonoro presente en el Sistema Ambiental se realizaron en los trabajos de campo (Anexo 4.3). Dichas mediciones permiten un análisis espacial del ruido perimetral dentro del SA. Las mediciones se realizaron durante 15 minutos con un sonómetro marca Extech modelo 407760, este equipo cuenta con su propio sistema de almacenamiento de datos el cual puede guardar 130,000 mediciones y descargarlos directamente al software propio del aparato, así mismo, el equipo es programable para el tiempo de captura de los datos, en este caso, los datos se grabaron cada medio segundo para una mejor interpretación correspondientes a un modelo de análisis perimetral al proyecto.

En total se realizaron 30 mediciones, de las cuales 5 pertenecen a mediciones perimetrales del ruido generado alrededor del proyecto, lo anterior se muestra a continuación en la Figura 4. 18

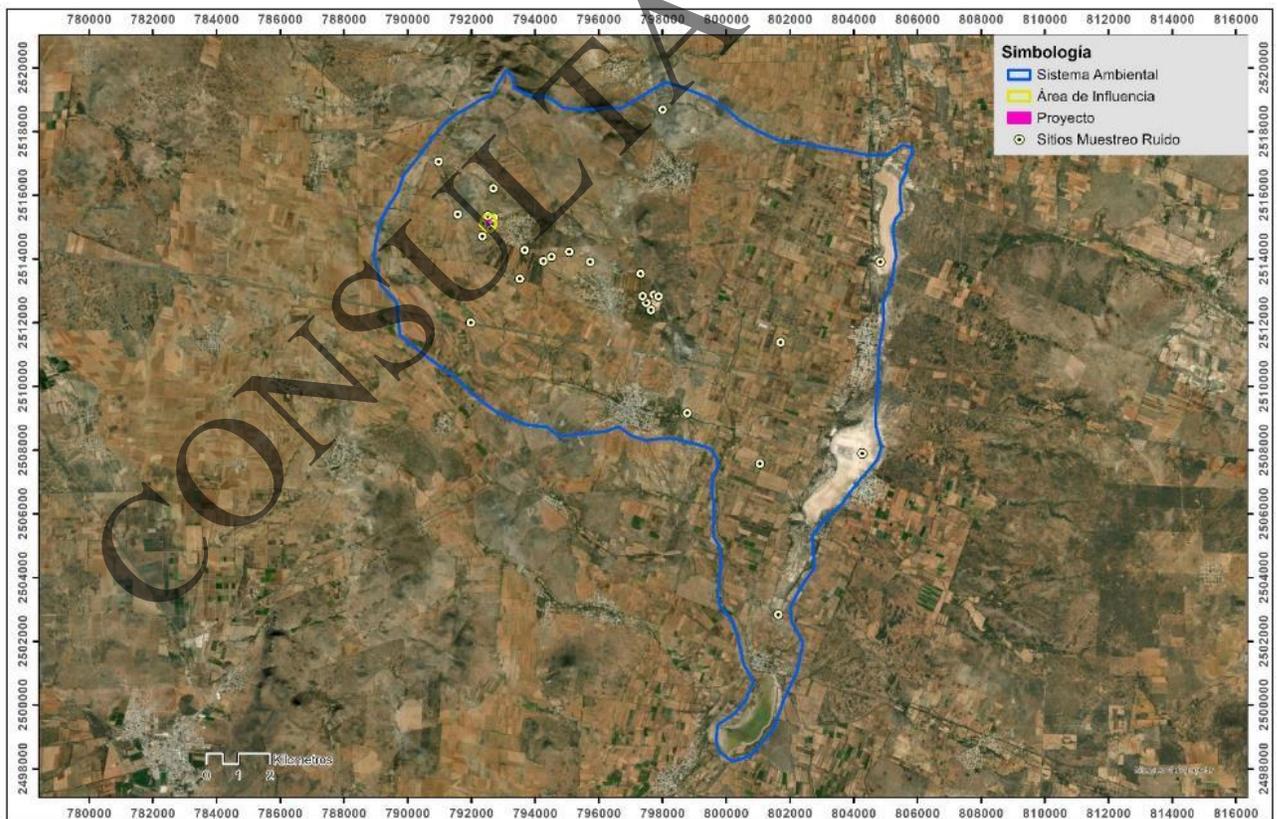


Figura 4. 18 Ubicación de los sitios de muestreo de intensidad sonora

A continuación, se presentan los promedios de las mediciones realizadas en el SA.

Tabla 4.4. Intensidad de sonido en los sitios de muestreo

Punto	Promedio (dB)	Coordenadas UTM Z13		Punto	Promedio (dB)	Coordenadas UTM Z13	
		X	Y			X	Y
1	36.9	792510	2515162	16	36.11	790971	2517061
2	39.59	795069	2514226	17	55.07	791978	2512000
3	35.68	797313	2513537	18	53.69	794514	2514069
4	59.75	797640	2512401	19	54.75	794257	2513938
5	41.7	797487	2512628	20	55.43	793519	2513378
6	35.84	804836	2513907	21	55.46	793677	2514286
7	53.6	797725	2512881	22	65.57	795729	2513909
8	63.58	797873	2512830	23	31.13	792500	2515152
9	39.34	797375	2512835	24	36.46	792598	2514940
10	32.68	804266	2507897	25	40.66	792701	2515297
11	36.06	801635	2502840	26	33.85	792510	2515349
12	36.57	798004	2518690	27	32.27	792357	2515095
13	31.35	798775	2509169	28	34.31	792687	2516217
14	31.97	801706	2511383	29	32.31	791569	2515407
15	31.71	801053.62	2507577	30	38.71	792341	2514717

El valor promedio más alto registrado fue de 65.57 dB en el sitio 22, el cual corresponde a la medición realizada en el entronque al norte de La Tesorera que desvía hacia Guanajuatillo y Saucito, así como hacia una zona industrial minera por lo que este valor promedio se debe principalmente al tránsito de vehículos pesados de acarreo y distribución de servicios. Los sitios 4, 7, 8, 17, 18, 19, 20 y 21 corresponden a mediciones cuyo valor promedio de ruido excede los 50 dB.

Los valores promedio registrados no se consideran significativos para estimar que la zona sea catalogada de riesgo auditivo; de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud en su documento titulado “*Escuchar sin riesgos*” (Departamento de enfermedades no transmisibles, discapacidad y prevención de la violencia y los traumatismos, sf), una intensidad de 85 dB durante 8 horas es el nivel máximo de exposición sin riesgos. por lo que se considera como sistema natural estable en materia de ruido ambiental.

Para el análisis completo de niveles sonoros, se realizó la construcción de mapas de ruido mediante la herramienta de interpolación de IDW de los valores medios medidos, con su distribución geográfica y la cantidad de mediciones, obteniendo así un mapa para los 30 muestreos.

En la Figura 4. 19 se muestra el resultado de dicha interpolación, las zonas con mayor intensidad sonora en el SA se presentan en la zona suroeste y al este, esto puede deberse al tránsito

vehicular por la autopista federal además del ruido generado por el acarreo de mineral y maquinaria pesada trabajando dentro de la unidad minera, el rango de sus niveles sonoros es de 50.62 a 65.57 decibeles; se aprecia que los niveles sonoros van disminuyendo hasta encontrar sus valores más bajos en los extremos del SA, siendo la parte que se extiende desde el noreste, este y sur la que mayor superficie con el rango promedio más bajo con 31.2 a 36.85 decibeles.

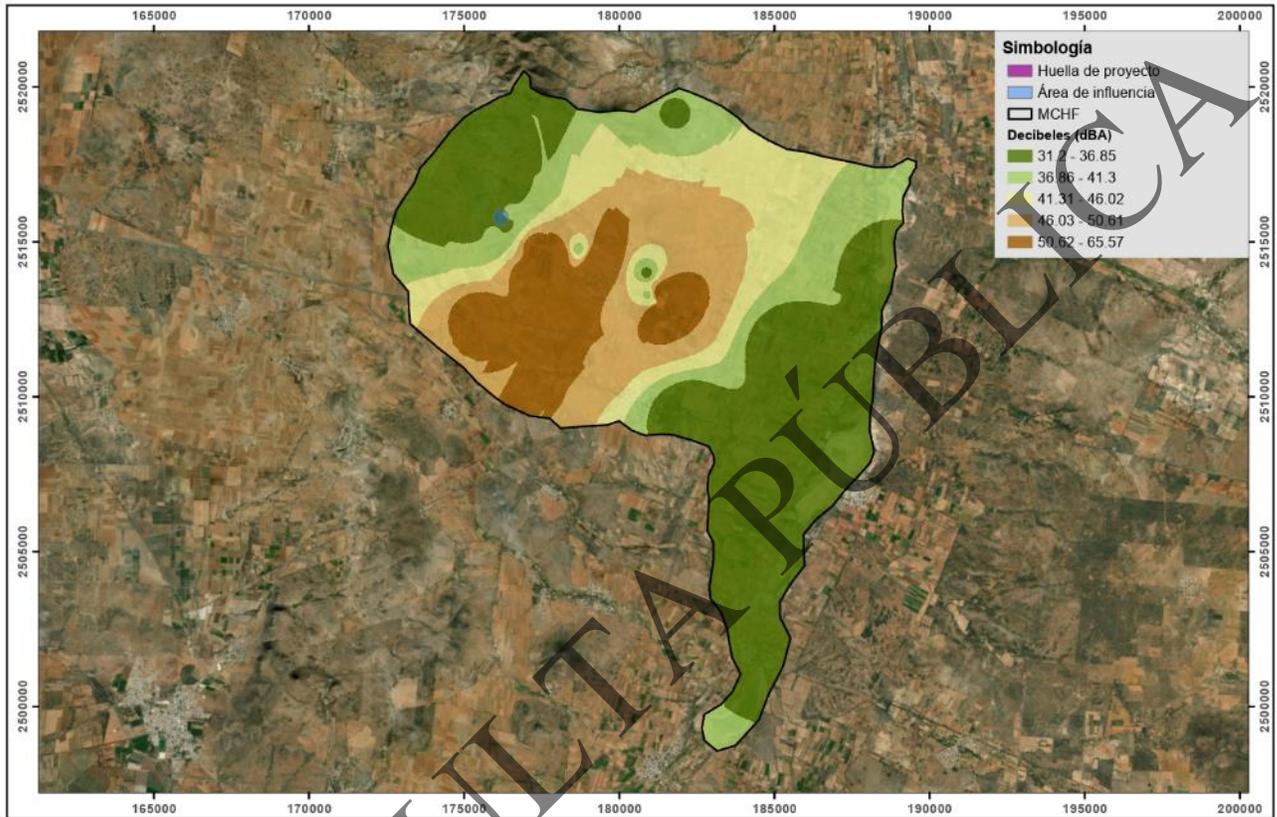


Figura 4. 19 Intensidad sonora dentro del SA

IV.3.1.2. Geomorfología

IV.3.1.2.1. Provincias y Subprovincias Fisiográficas

El Sistema Ambiental está ubicado dentro de la provincia fisiográfica Mesa del Centro y de las subprovincias Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes y Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas Sierras, la mayor parte del SA se encuentra en esta última subprovincia, lo anterior se representa Figura 4. 20.

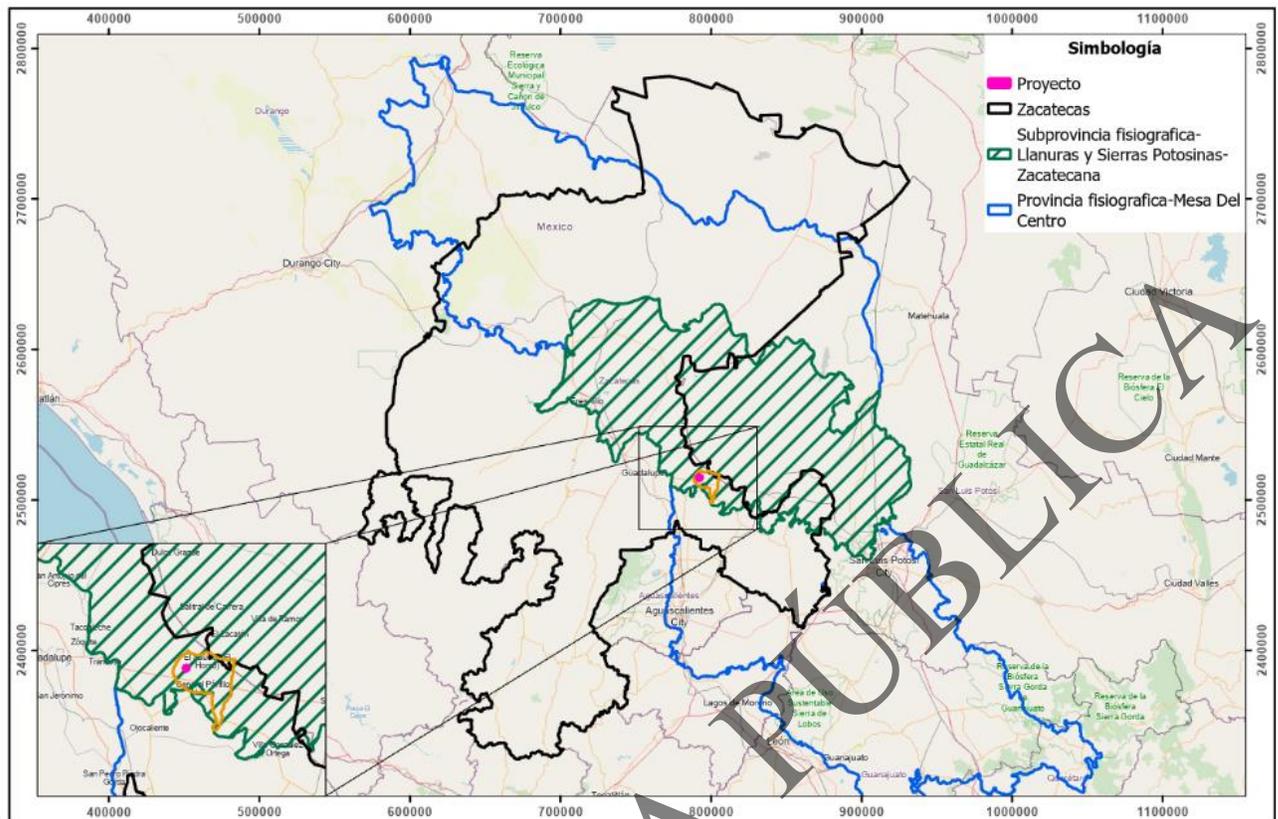


Figura 4. 20 Ubicación del SA dentro de la Provincia y Subprovincia fisiográficas (INEGI)

IV.3.1.2.2. Geología

De acuerdo con la carta de geología de INEGI y como se muestra en la Figura 4. 21, dentro de la superficie definida para el Sistema Ambiental del Proyecto, se presenta una conformación de cinco distintos tipos de litología, siendo la roca ígnea intrusiva ácida la que se representa mayor superficie dentro del SA. También existen rocas ígneas extrusivas y calizas.

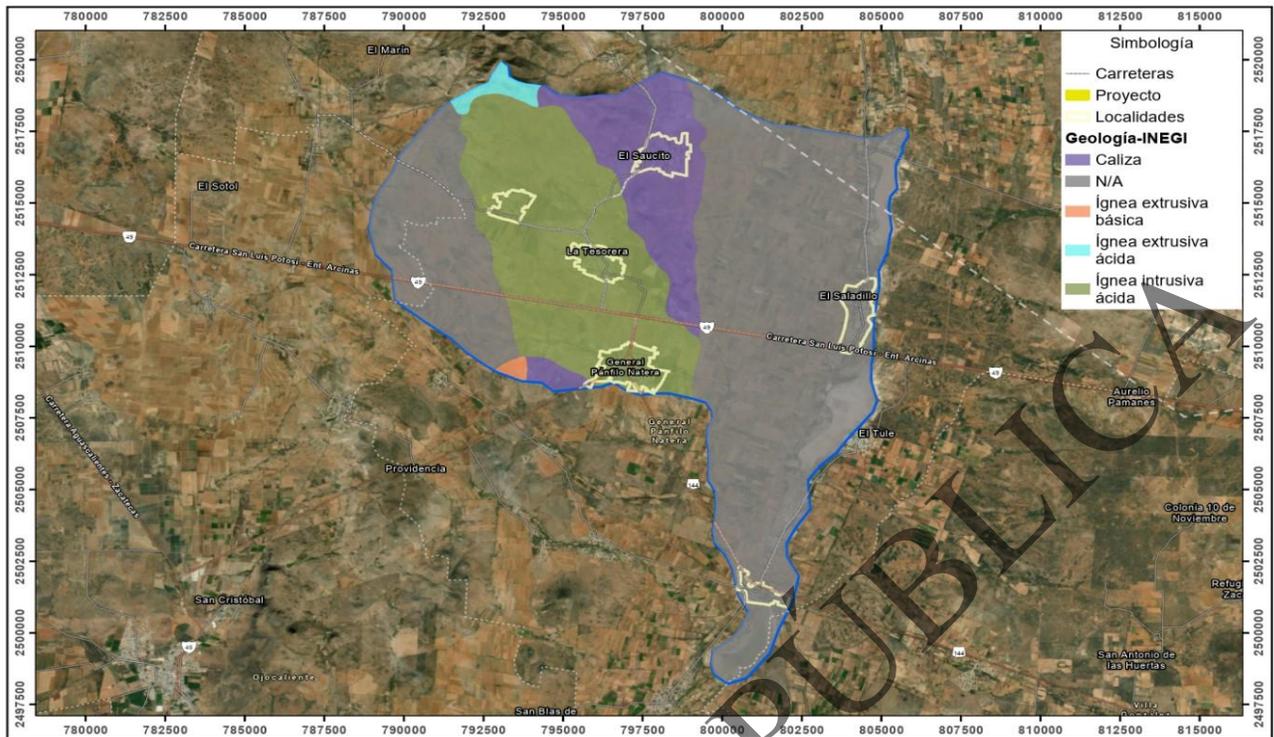


Figura 4. 21 Geología, INEGI

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

Caliza (Kicz)

La piedra caliza es una roca sedimentaria de la clase conocida como roca sedimentaria química. Se compone principalmente de calcita, CaCO_3 , y constituye aproximadamente el 10 por ciento de todas las rocas sedimentarias. La piedra caliza se puede formar por procesos inorgánico o bioquímico. Hay muchos tipos de piedra caliza debido a la variedad de condiciones en las que se produce.

Roca ígnea extrusiva básica (Qigeb)

Rocas constituidas por minerales oscuros máficos (olivino, piroxenos, anfíboles) y plagioclasas cálcicas. Estos minerales suelen encontrarse como fenocristales. La matriz suele ser de color oscuro debido a la presencia de abundantes microcristales de óxidos. Los tipos más abundantes son basaltos y andesitas.

Ígnea extrusiva ácida (Tsigea)

Este tipo de roca se origina cuando el magma llega a la superficie terrestre es derramado a través de fisuras o conductos, al enfriarse y solidificarse forma este tipo de rocas. Se distinguen de las intrusivas, por presentar cristales que solo pueden ser observados por medio de una lupa. El

termino químico ácido es usado comúnmente para definir las rocas que contienen más del 65% de SiO₂.

Ígnea intrusiva ácida (Tsigia)

Este tipo de roca se origina cuando la corteza terrestre se debilita en algunas áreas, el magma asciende y penetra en las capas cercanas a la superficie, pero sin salir de ésta, lentamente se enfría y se solidifica dando lugar a la formación de este tipo de rocas. La característica principal es la formación de cristales, observables a simple vista. El termino químico ácidas es usado comúnmente para aquellas rocas que contienen más del 65% de SiO₂.

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. 22). En general las elevaciones en el Sistema Ambiental van de los 2,435.91 msnm hasta 2,029.42 msnm. Los sitios con mayor altitud se presentan en la zona norte y noroeste, mientras que las partes bajas se presentan en la zona sur y este del SA.

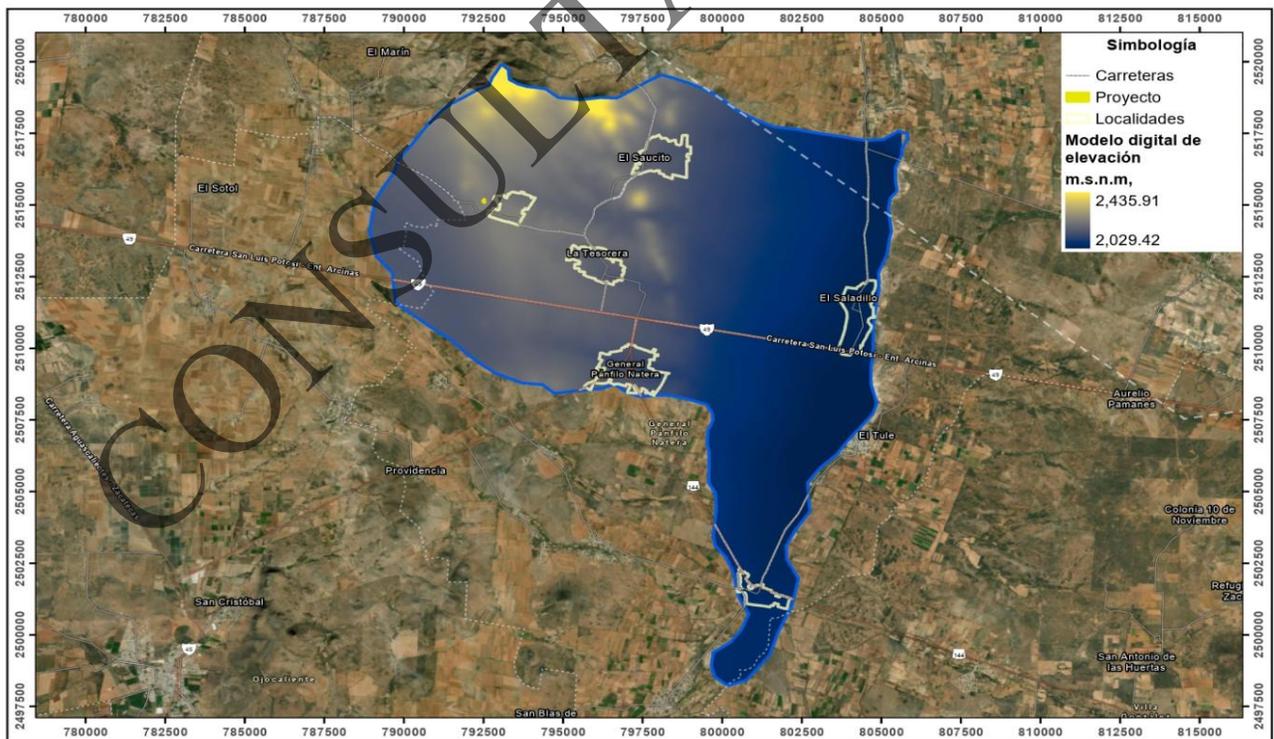


Figura 4. 22 Modelo digital de elevación del SA, INEGI

En el SA se presentan extensiones de terreno plano al este y sur donde las pendientes van de los 0 a los 5°, en las zonas norte y noroeste se observan zonas más inclinadas, sus pendientes pueden llegar a superar los 55° de inclinación (Figura 4. 23).

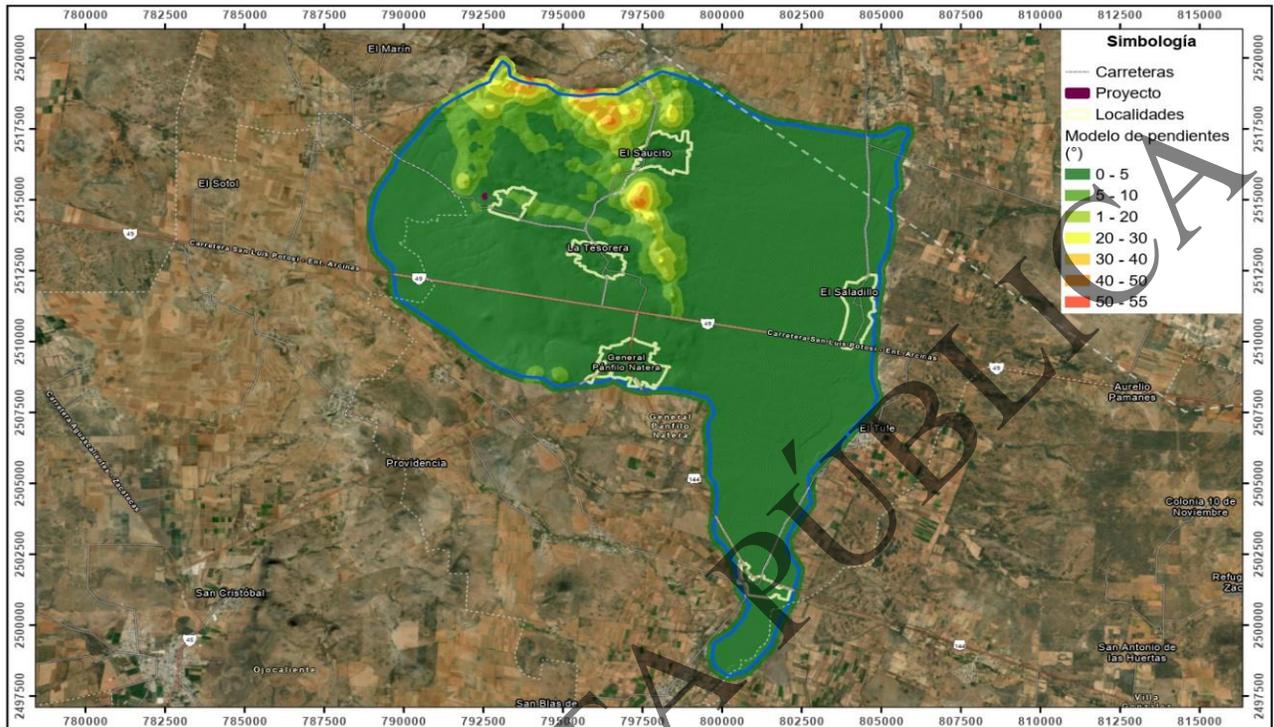


Figura 4. 23 Modelo de pendientes del SA, INEGI

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.

En la Figura 4. 24 se muestra 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, al este del SA se observa una dominancia el rumbo con dirección este y suroeste, y se identifican pocas zonas planas.

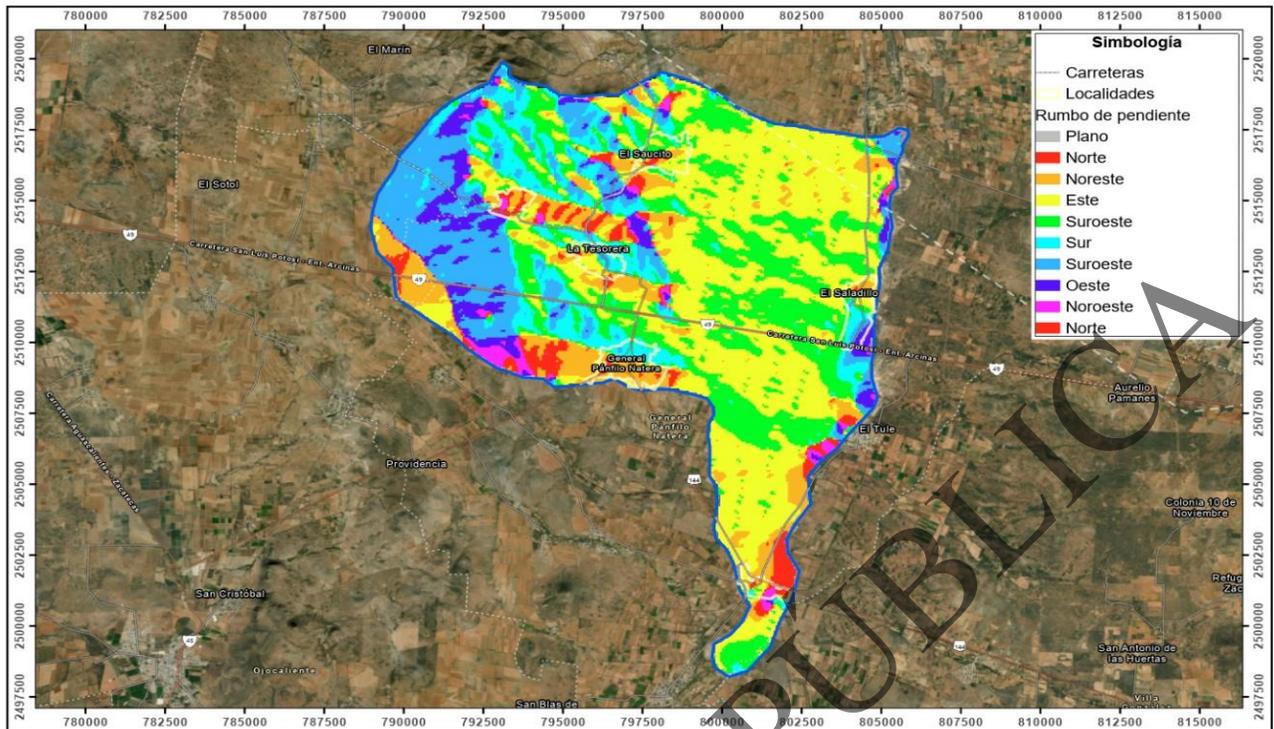


Figura 4. 24 Modelo de rumbo de pendientes del SA

Estos modelos de rumbo de pendientes son de gran utilidad al momento de evaluar distintos tipos de Proyectos, esto se debe a que la pendiente determina el rumbo de las corrientes de agua superficial y son estas en muchas ocasiones la base para determinar rangos de afectación por obras o actividades. También funciona para la selección de los sitios donde se podrán desarrollar obras de conservación de suelos, entre otras.

IV.3.1.2.4. Topoformas

El sistema de topoformas se refiere al conjunto de formas de terreno asociadas según algún patrón o patrones estructurales y/o degradativos, en la Figura 4. 25 se presenta el modelo generado para el Sistema Ambiental del Proyecto en donde se observa que predominan en la mayoría de la superficie las bajadas, seguido por los lomeríos en el centro y norte, sierra en la zona norte, además se observa la presencia de llanura al sur del SA.

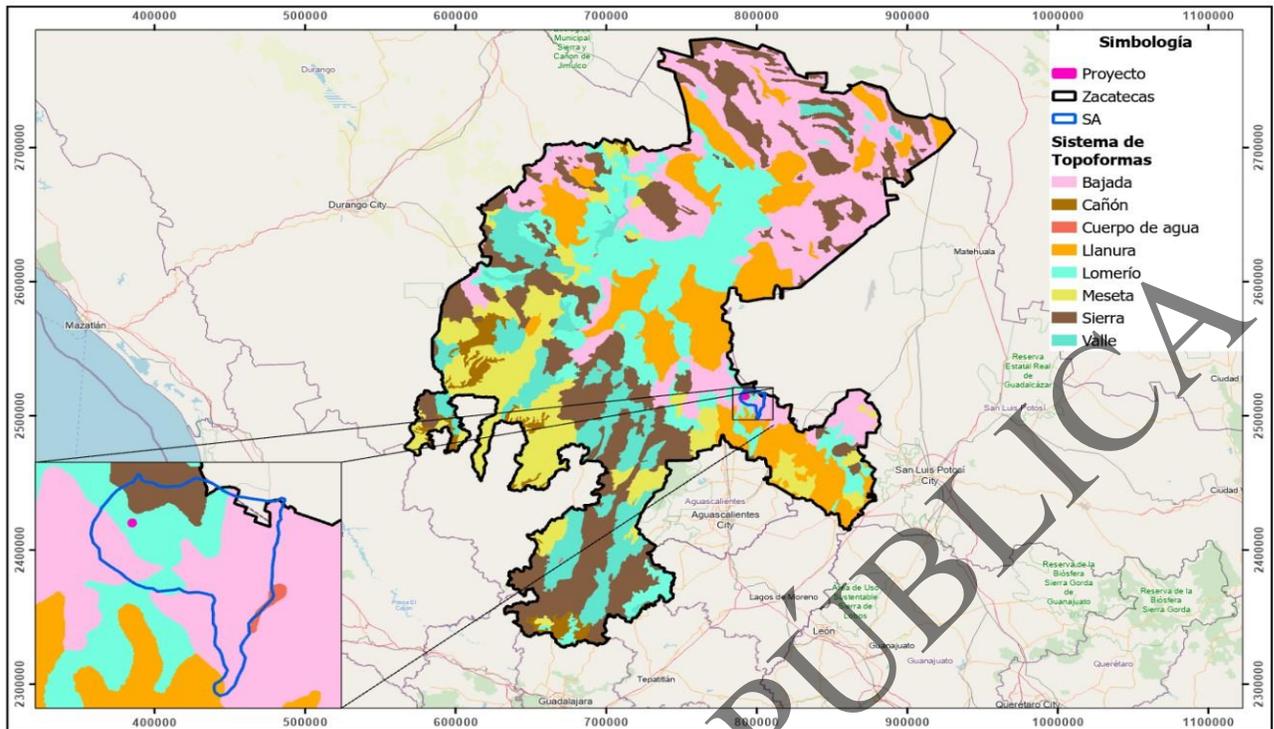


Figura 4. 25 Modelo de topografías del SA, INEGI

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 A (CFE, 2015), donde no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores, 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. 26, en donde se localiza el SA dentro de la zona de bajo peligro.

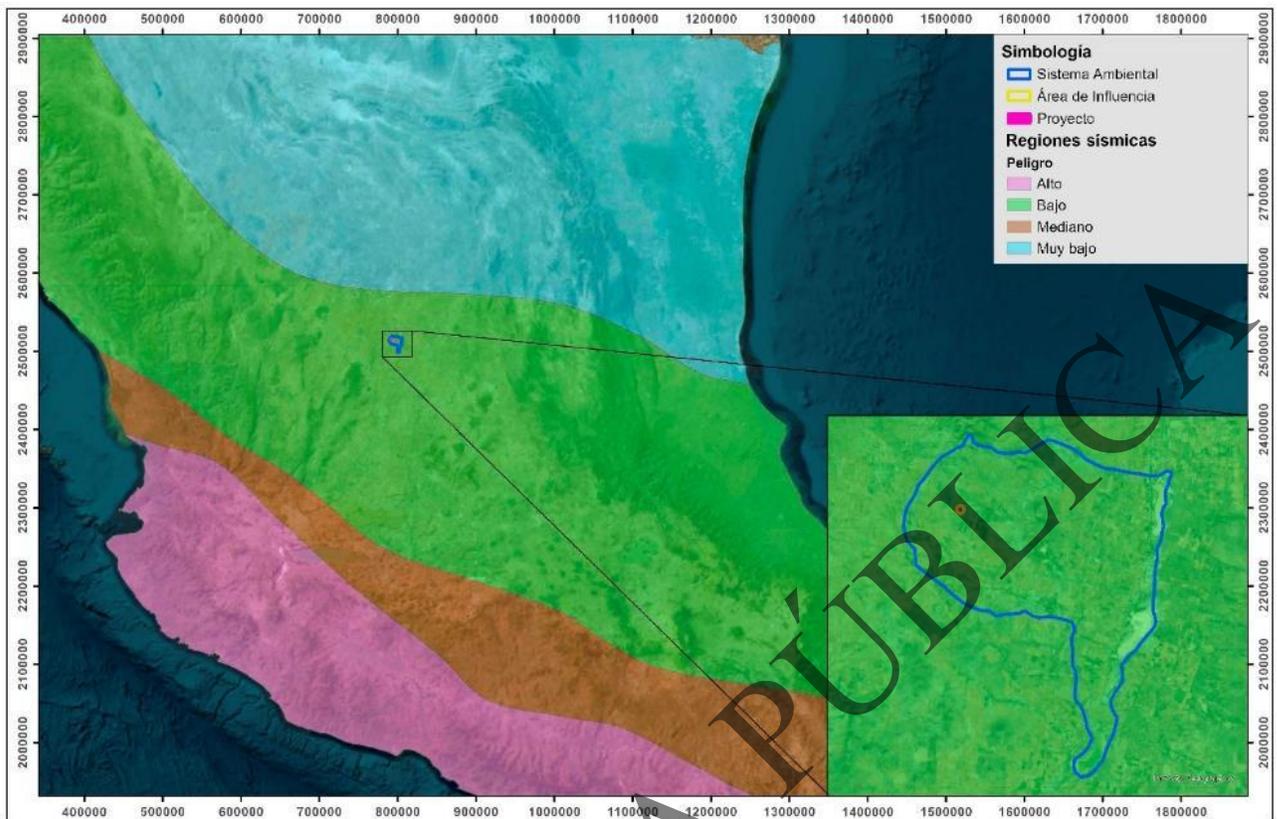


Figura 4. 26 Ubicación del SA dentro de la regionalización sísmica de la República Mexicana

IV.3.1.2.5.2. Fallas y fracturas

De acuerdo con los metadatos del INEGI, se reporta la presencia de una falla al centro y una fractura al noroeste de la superficie que comprende el Sistema Ambiental del Proyecto; esto se muestra en la siguiente Figura 27.

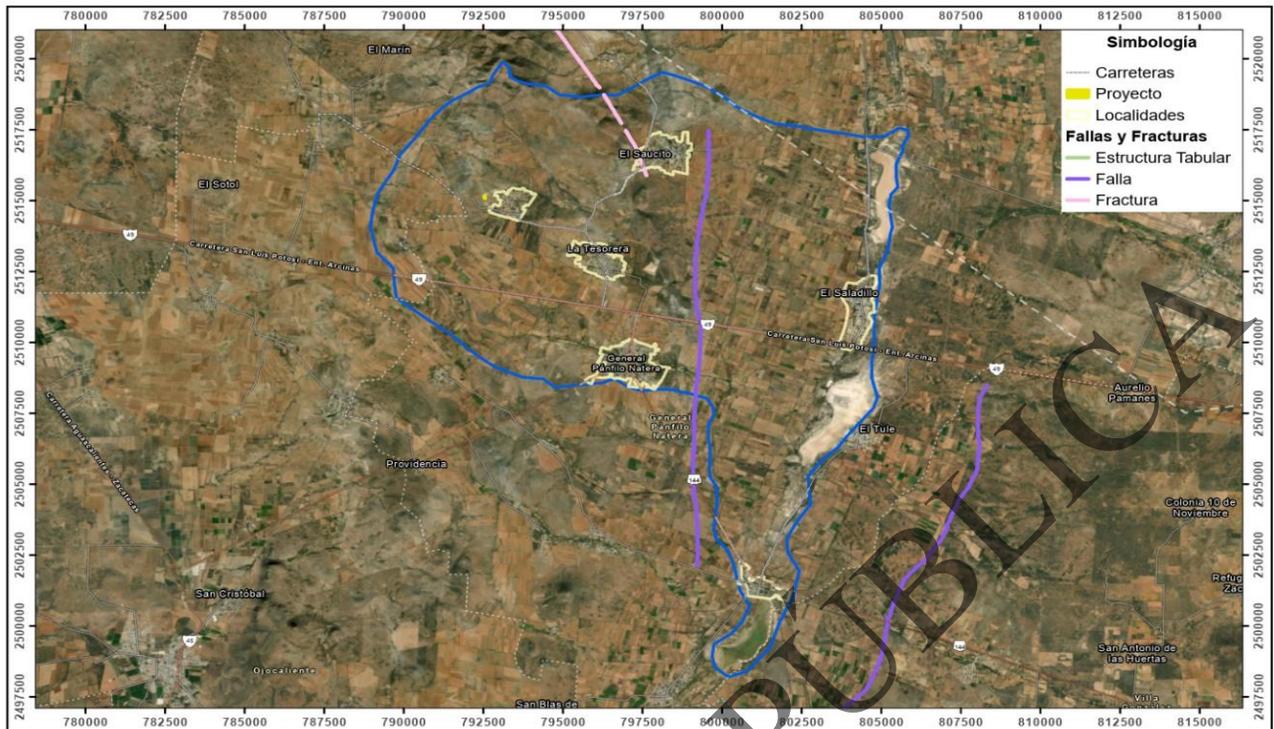


Figura 4. 27 Fallas y fracturas, INEGI

IV.3.1.2.5.3. Susceptibilidad a hundimientos y deslizamientos

Ante el alto nivel de peligro que representa para la población la problemática de inestabilidad de laderas naturales en México, el CENAPRED preparó un mapa de zonificación correspondiente, el cual fue utilizado para evaluar la susceptibilidad del área donde se pretende establecer el Proyecto.

Con apoyo de este mapa se realizó la siguiente Figura 4. 28, donde se observa que el Proyecto se localiza fuera de las zonas reportadas con dicho potencial susceptible a hundimientos y deslizamientos, por lo tanto, esto no represente un riesgo al Proyecto.

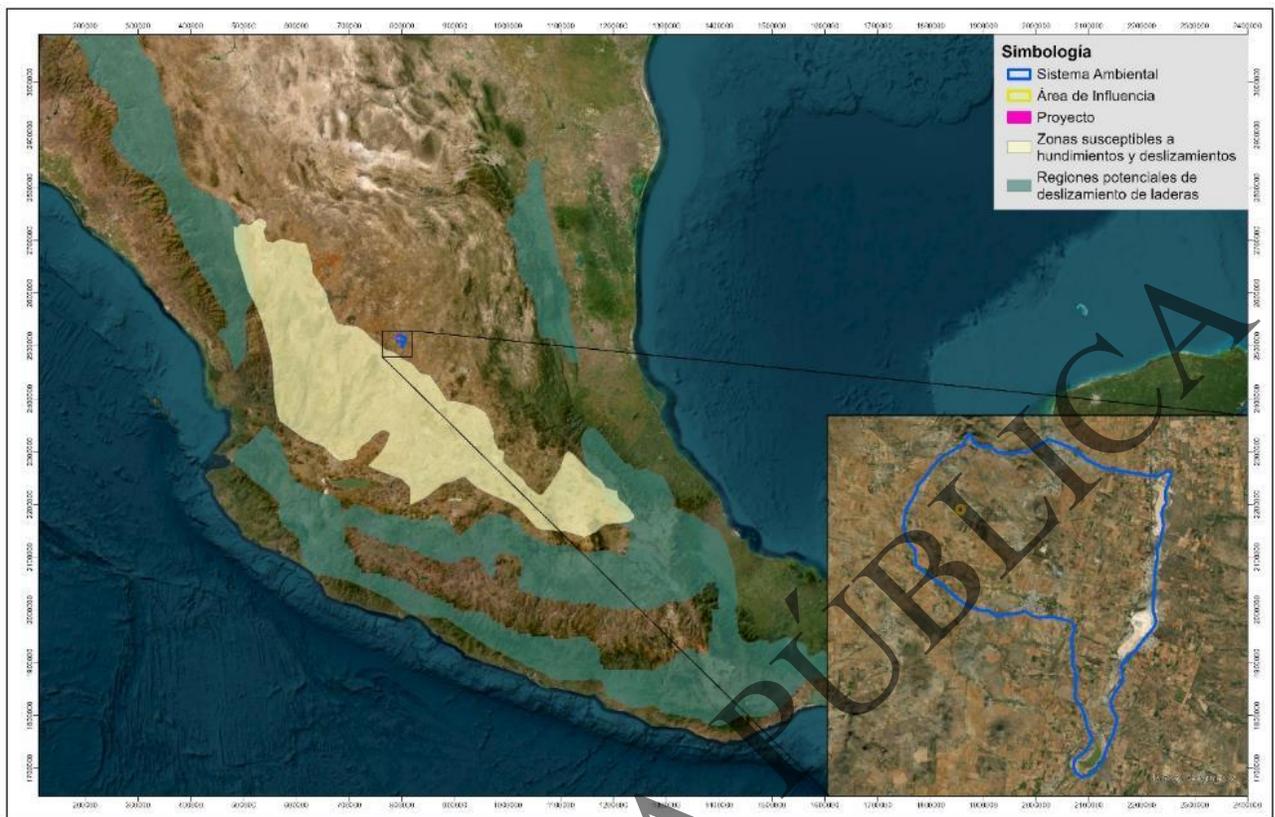


Figura 4. 28. Susceptibilidad a hundimientos y deslizamientos, CENAPRED

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 en el SA

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 (Figura 4. 29 y Figura 4. 30). En consideración a dicha clasificación los tipos de suelos que se presentan en el SA son, Phaeozem, Durisol, Solonchak, Luvisol, Calcisol y Leptosol, estos dos últimos siendo los que se encuentran con mayor dominancia.

Tabla 4.5 Tipos de suelos dominantes en la superficie del SA

Tipo de suelo	Calificadores Grupo I	Calificadores Grupo II	Textura	Superficie (ha)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Solonchak	Hipersódico	Endoglético	Media	426.03	656.01	3.71
	Cálcico	Endoglético	Media	229.98		
Leptosol	Eútrico	Lítico	Media	608.13	1475.6	8.45

Tipo de suelo	Calificadores Grupo I	Calificadores Grupo II	Textura	Superficie (ha)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
	Esquelético	Réndzico	Gruesa	867.47		
Durisol	Cálcico	Epipétrico	Media	444.42	442.42	2.52
Phaeozem	N	Lúvico	Fina	372.89	383.84	2.17
	Calcárico	Epipetrocálico	Media	10.95		
Calcisol	N	Epipétrico	Media	519.78	12857.88	73.01
	N	Epiesquelético	Media	1,445.46		
	Lúvico	Endopétrico	Media	5,339.15		
	Endoesquelético	Endopétrico	Media	5,553.49		
Luvisol	N	Crómico	Media	249.28	249.28	1.41
Cuerpos de Agua				749.34		4.25
Asentamientos Humanos				792.39		4.49
Total				17609.55		100

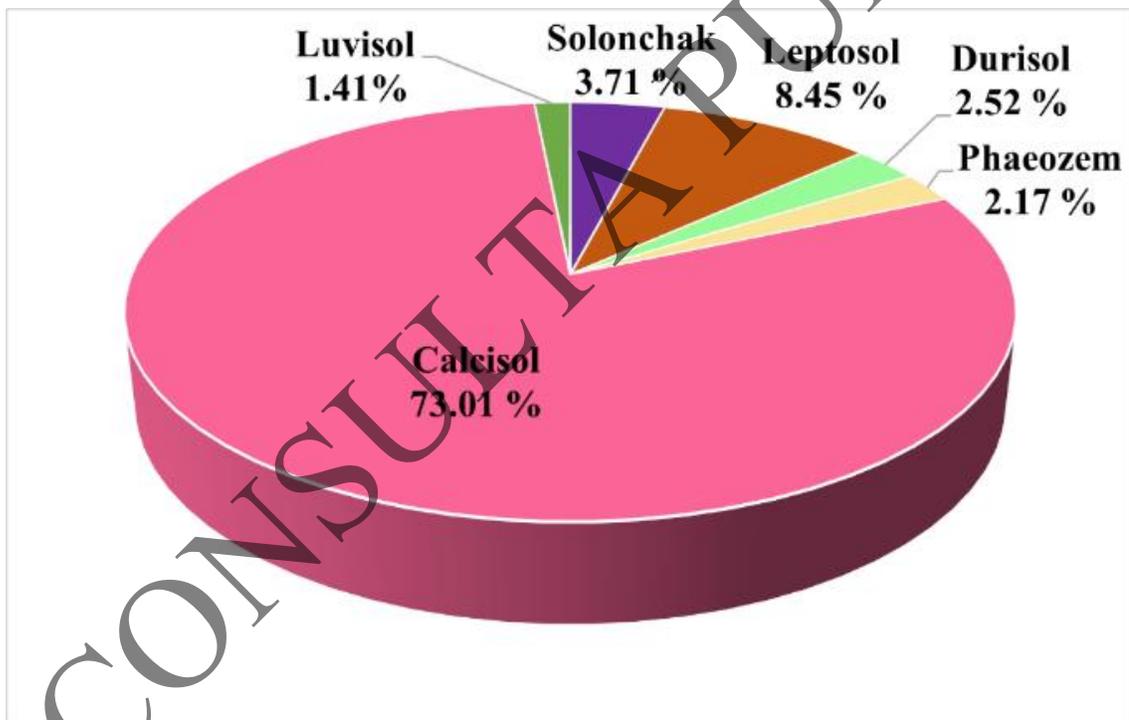


Figura 4. 29 Tipos de suelos en la superficie del SA

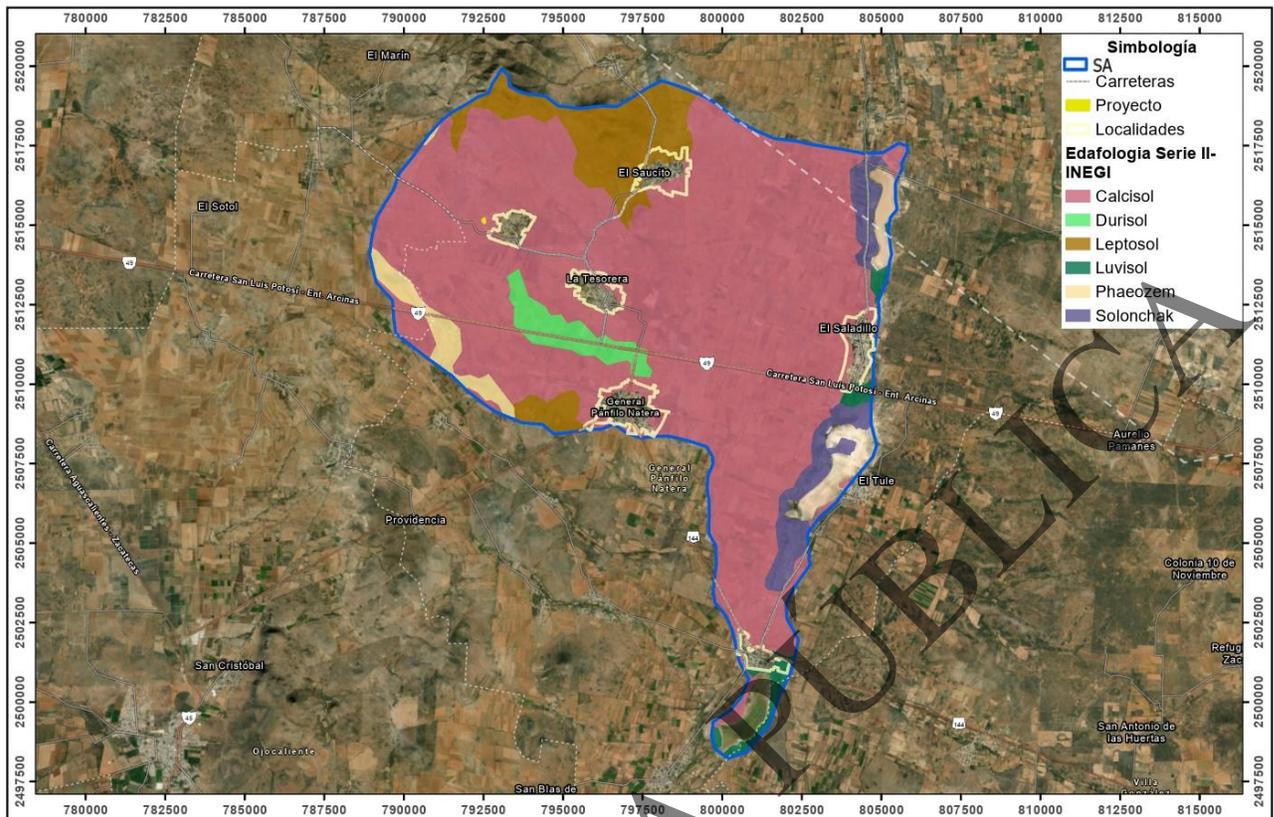


Figura 4. 30 Edafología serie II, INEGI

A continuación, se presenta la descripción de los suelos encontrados en el sistema ambiental de acuerdo con la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB 2006).

Solonchak (SC)

El término solonchak deriva de los vocablos rusos "sol" que significa sal y "chak" que significa área salina, haciendo alusión a su carácter salino. El material original lo constituye, prácticamente, cualquier material no consolidado. Se encuentran en regiones áridas o semiáridas, principalmente en zonas permanente o estacionalmente inundadas. La vegetación es herbácea con frecuente predominio de plantas halófilas; en ocasiones aparecen en zonas de regadío con un manejo inadecuado. En áreas costeras pueden aparecer bajo cualquier clima. El perfil es de tipo AC o ABC y, a menudo, con propiedades gleicas en alguna zona. En áreas deprimidas con un manto freático somero, la acumulación de sales es más fuerte en la superficie del suelo, solonchaks externos. Cuando el manto freático es más profundo, la acumulación salina se produce en zonas subsuperficiales del perfil, solonchaks internos. Los Solonchaks presentan una capacidad de utilización muy reducida, solo para plantas tolerantes a la sal. Muchas áreas son utilizadas para pastizales extensivos sin ningún tipo de uso agrícola.

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. Aparecen fundamentalmente en zonas altas o medias con una topografía escarpada y elevadas pendientes. Se encuentran en todas las zonas climáticas y, particularmente, en áreas fuertemente erosionadas. El desarrollo del perfil es de tipo AR o AC, muy rara vez aparece un incipiente horizonte B. En materiales fuertemente calcáreos y muy alterados puede presentar un horizonte Móllico con signos de gran actividad biológica. Son suelos poco o nada atractivos para cultivos; presentan una potencialidad muy limitada para cultivos arbóreos o para pastos. Lo mejor es mantenerlos bajo bosque.

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. Los Luvisoles se desarrollan principalmente sobre una gran variedad de materiales no consolidados como depósitos glaciares, eólicos, aluviales y coluviales. Predominan en zonas llanas o con suaves pendientes de climas templados fríos o cálidos, pero con una estación seca y otra húmeda, como el clima mediterráneo. El perfil es de tipo ABtC. Sobre el horizonte árgico puede aparecer un albico, en este caso son integrados hacia los albeluvisoles. El amplio rango de materiales originales y condiciones ambientales, otorgan una gran diversidad a este Grupo. Cuando el drenaje interno es adecuado, presentan una gran potencialidad para un gran número de cultivos a causa de su moderado estado de alteración y su, generalmente, alto grado de saturación.

Durisol (DU)

El término Durisol deriva del vocablo latino "durus" que significa duro, haciendo alusión al endurecimiento provocado por la acumulación secundaria de sílice. El material original lo constituyen depósitos aluviales o coluviales con cualquier textura. Se asocian con un clima árido, semiárido y mediterráneo. El relieve es llano o suavemente ondulado, principalmente llanuras aluviales, terrazas y suaves pendientes de pie de monte. El perfil es de tipo AC o ABC. Los suelos erosionados que dejan al descubierto el horizonte petrodúrico son frecuentes en pendientes suaves. La mayoría de los Durisoles solo pueden ser usados para pastizales extensivos. En zonas donde el regadío es posible, pueden utilizarse para cultivos; en ese caso el horizonte petrodúrico, si está cerca de la superficie, debe romperse.

Calcisol (CL)

El término Calcisol deriva del vocablo latino "calcarium" que significa calcáreo, haciendo alusión a la sustancial acumulación de caliza secundaria. El material original lo constituyen depósitos aluviales, coluviales o eólicos de materiales alterados ricos en bases. Se asocian con un clima árido o semiárido. El relieve es llano a colinado. La vegetación natural es de matorral o arbustiva de carácter xerofítico junto a árboles y hierbas anuales. El perfil es de tipo ABC. El horizonte superficial es de color pálido y de tipo ócrico; el B es cámbico o árgico impregnado de carbonatos, e incluso vértico. En el horizonte C siempre hay una acumulación de carbonatos.

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.

IV.3.1.3.3.1. Muestreo edafológico realizado en el SA

En la Tabla 4.6 **Clasificación de suelos de acuerdo con WRB** se presenta los sitios 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. 31 se muestra su ubicación geográfica.

Tabla 4.6 Clasificación de suelos de acuerdo con WRB 2006

ID punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS84-13N		Clasificación de suelos WRB 2006		Textura del suelo
	X	Y	Clave	Nombre de suelo	
1	792535	2515148	CLlxar/2	Calcisol lítico arénico	Franco arcillo arenoso
2	795028	2514213	CLwesk/2	Calcisol hipocálcico esquelético	Franco arcillo arenoso
3	793127	2515348	CLar/2	Calcisol arénico	Franco arenoso
4	797859	2512360	CLhaar/2	Calcisol háplico arénico	Franco arenoso
5	797487	2512628	CLwesk/2	Calcisol hipocálcico esquelético	Franco
6	804933	2513573	SCecar/2	Solonchak cálcico arénico	Franco arenoso
7	804614	2514001	CLcen/2	Calcisol endoarcílico	Franco arcilloso
8	796027	2511306	DUptnce/2	Durisol endopétrico arcílico	Franco arcillo arenoso
9	796737	2516123	LPhkca/2	Leptosol hiperesquelético calcárico	Franco
10	797735	2512928	CLhask/2	Calcisol háplico esquelético	Franco
11	798004	2518690	LPhkca/2	Leptosol hiperesquelético calcárico	Franco arenoso
12	794200	2513953	CLhaar/2	Calcisol háplico epiarénico	Franco arenoso



Figura 4. 31 Ubicación geográfica de los puntos de muestreo edafológico en el SA

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. Epiarcílico (cep): que tiene un

Arénico (ar): que tiene una textura arenoso franco fino o más gruesa en una capa de 30 cm o más de espesor, dentro de 100 cm de la superficie del suelo.

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

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

Endoarcílico (cen): que tiene una textura arcillosa en una capa de 30 cm o más de espesor, entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo

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

Epiarénico (arp): que tiene una textura arenoso franco fino o más gruesa en una capa de 30 cm o más de espesor, dentro de loa 50 cm de la superficie del suelo.

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

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 esté a menor profundidad.

Hipocálcico (wc): que tiene un horizonte cálcico con un contenido de carbonato de calcio equivalente en la fracción tierra fina menor de 25 por ciento y que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo (sólo en Calcisoles).

Líxico (lx): que tiene un horizonte árgico con una CIC (por NH_4OAc 1 M) menor de 24 cmolc kg^{-1} arcilla en alguna parte hasta una profundidad máxima de 50 cm debajo de su límite superior, ya sea que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo o dentro de 200 cm de la superficie del suelo si el horizonte árgico tiene por encima textura de arenoso franca o más gruesa en todo su espesor, y que tiene una saturación con bases (por NH_4OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 50 and 100 cm de la superficie del suelo.

Para conocer las características físicas y químicas de los puntos de muestreo, se presenta en el Anexo 4.4. la descripción de los perfiles edafológicos, 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 superficie del SA se presenta solo un tipo de erosión denominada erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento, presenta grado moderado y las causas son actividades agrícolas y deforestación y remoción de la vegetación. En la parte noroeste y al este, extendiéndose de norte a sur, no se encuentra ningún tipo de degradación (Figura 4. 32).

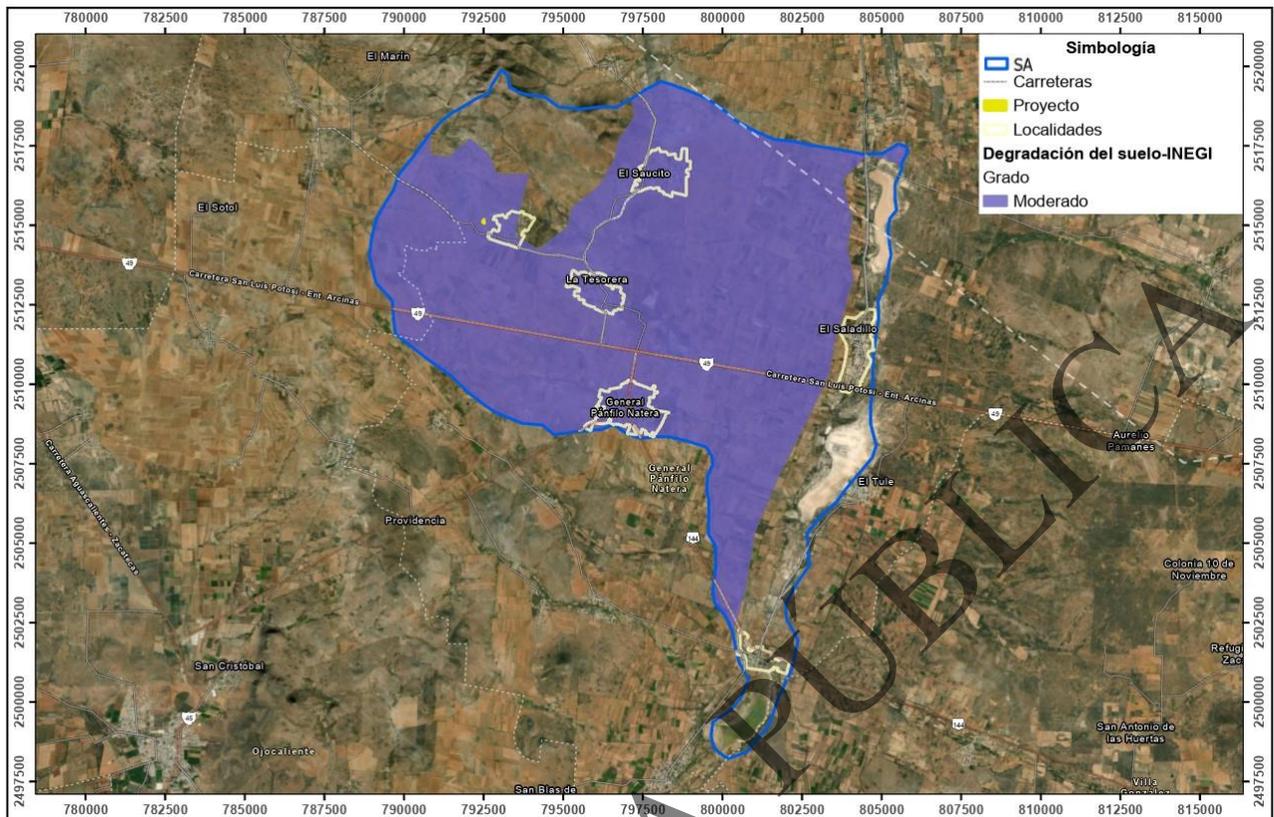


Figura 4. 32 Degradación del suelo en el SA

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 la Región Hidrológica El Salado (RH37). La Región Hidrológica El Salado (RH37) comprende un área de 87,788 kilómetros cuadrados. Dentro de esta Región Hidrológica se encuentra la cuenca San Pablo y Otras que es donde se encuentra ubicada el SA del proyecto. Esta cuenca cuenta con 12,191.05 kilómetros cuadrados. Asimismo, el SA del Proyecto se encuentra ubicado dentro de la subcuenca con el mismo nombre. Estas cuencas son del tipo endorreicas, lo que significa que no tienen salida hacia el mar, lo cual origina la existencia de lagunas intermitentes en la región.

Enseguida se presenta la Figura 4. 33, donde se representa la ubicación del SA dentro del contexto hidrológico nacional.

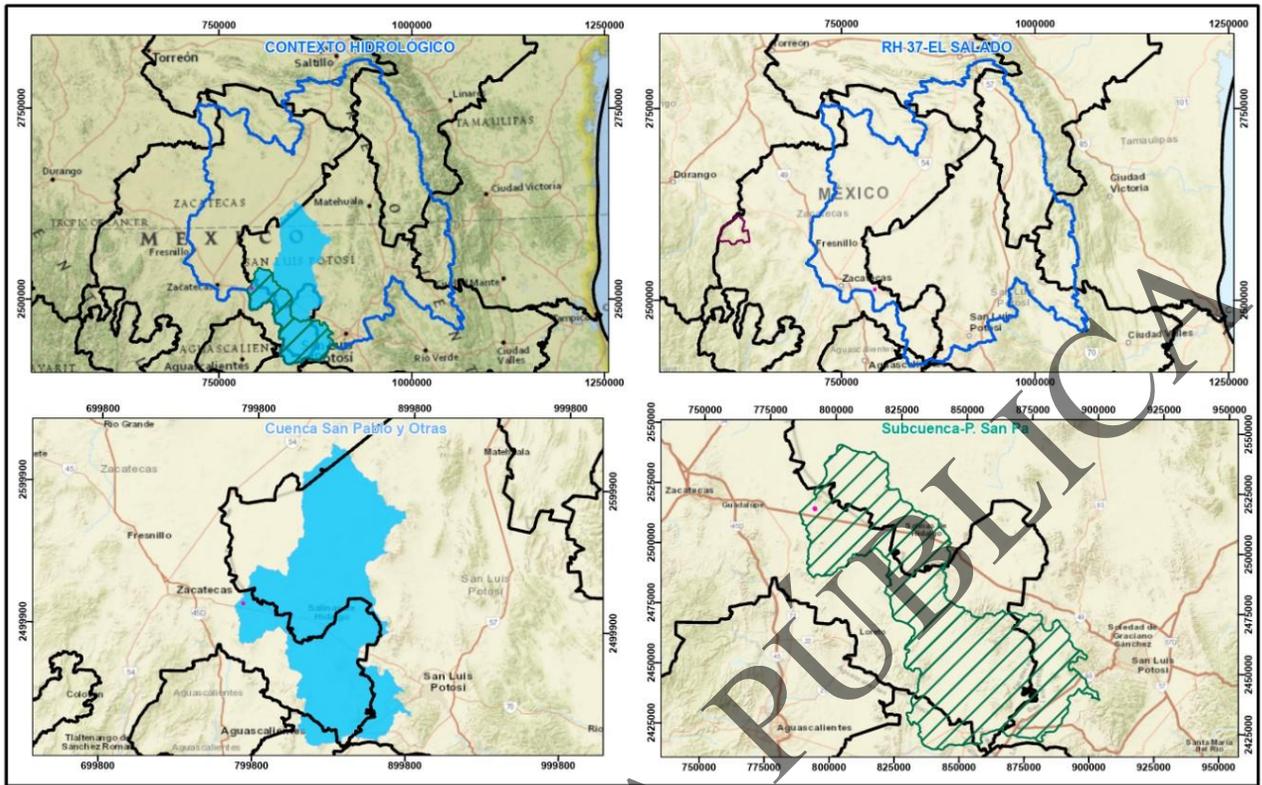


Figura 4. 33 Ubicación del SA dentro del contexto hidrológico nacional

A una escala hidrológica menor, el Sistema Ambiental se puede dividir en microcuencas, de acuerdo con las microcuencas FIRCO dentro de la SA se encuentran 6 microcuencas: San Pablo, El Zacatón, La Unión de San Antonio, El Saucito, General Pánfilo Natera y Rancho Nuevo. La mayor parte de la superficie del SA está dentro de la microcuenca de General Pánfilo Natera como se puede observar en la Figura 4. 34.

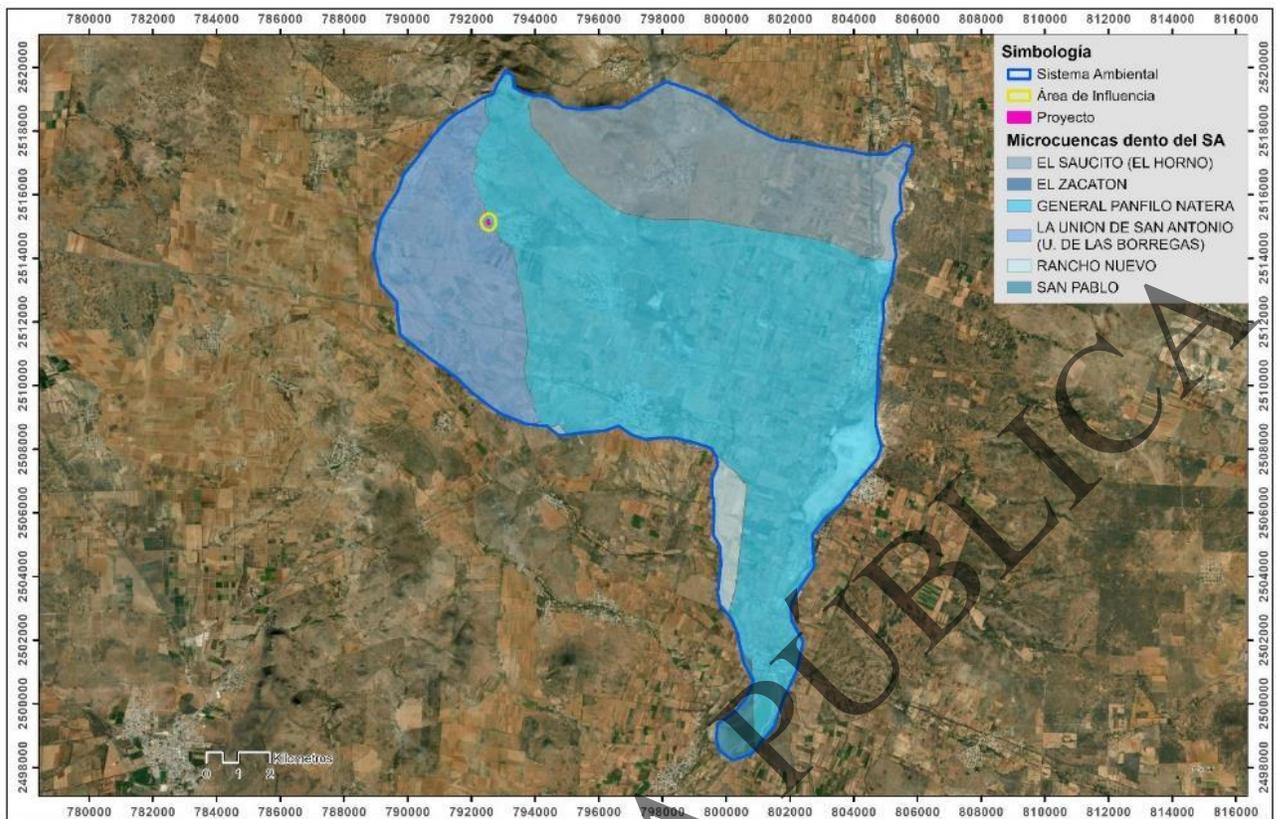


Figura 4. 34. Microcuencas dentro del SA

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 las partes montañosas al norte de esta, los cuales fluyen en dirección sureste. De acuerdo con el SIATL, los arroyos principales que se encuentran dentro del SA son el arroyo La Tesorera el cual fluye en dirección oeste – este y desemboca en la zona inundable de la laguna de El Tule en la localidad del mismo nombre. El arroyo Las Mangas, el cual cruza la localidad de Guanajuatillo al Oeste del SA y que confluye con el arroyo Realillo el cual proviene de las zonas montañosas al norte de El Saucito para desembocar ambos en la presa El Colorado al norte de La Tesorera, posteriormente, el escurrimiento de dicha presa fluirá en dirección oeste para desembocar en la laguna de El Tule.



Figura 4. 35 Hidrología superficial dentro del SA, INEGI

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 6to orden. Se aprecia la red de escorrentías intermitentes que se forman para drenar el agua de lluvia desde las partes altas al norte del SA hacia los cuerpos de agua al este y sur para seguir su flujo en esa dirección. El tipo de drenaje en el SA es de tipo dendrítico (Figura 4. 36)

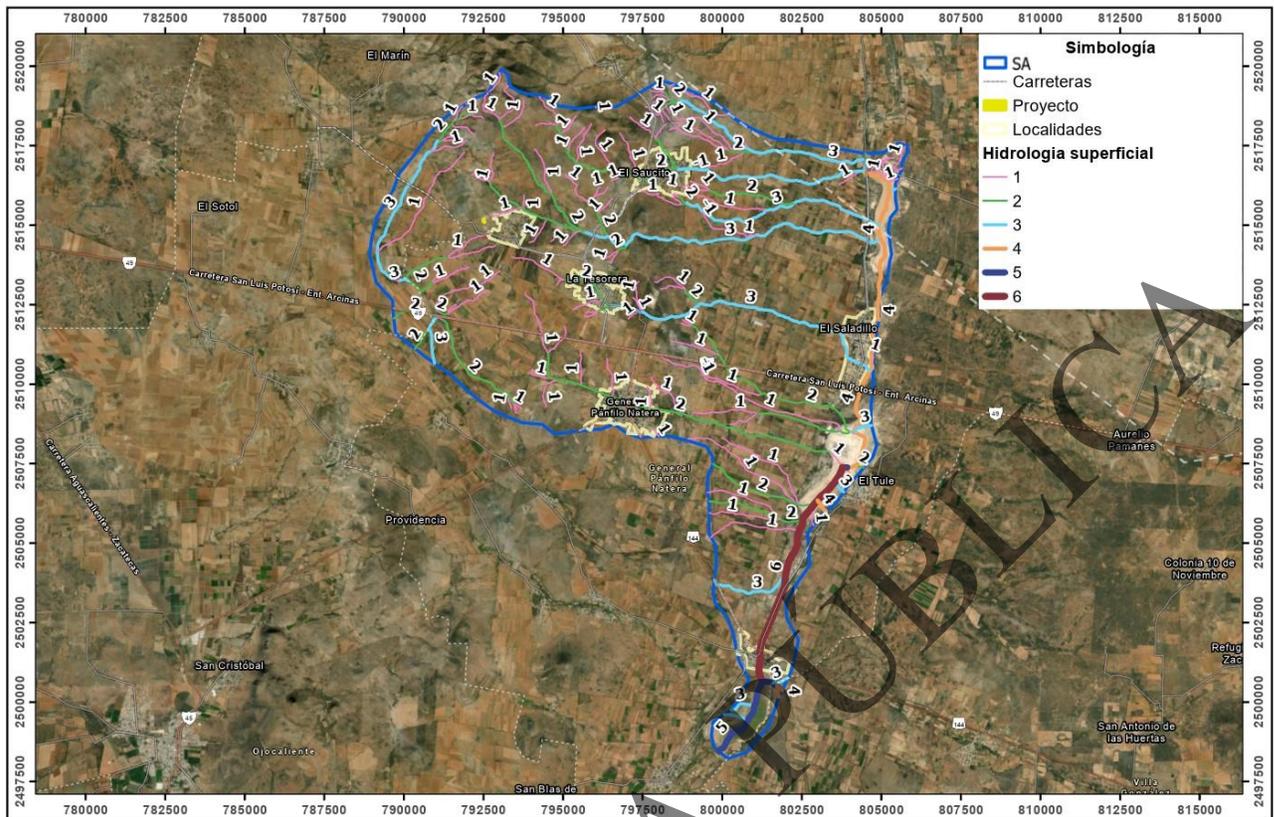


Figura 4. 36 Modelo de órdenes de corrientes, INEGI

En cuanto a los cuerpos de agua presentes en el SA, la mayor parte de estos corresponden a pequeños bordos de agua utilizados como abrevaderos. Los cuerpos de agua de mayor importancia hidrológica son las lagunas de El Saladillo, El Tule y de El Sapo, ambas se encuentran hacia el este del SA, el Saladillo al extremo noreste, El Tule al este y El Sapo en el extremo sureste. También se puede encontrar con algunas presas pequeñas como es la presa de Pánfilo Natera, lo anterior se puede observar en la Figura 4. 37.

Las lagunas son el punto más bajo de las cuencas endorreicas que ocurren en la región, estas lagunas se caracterizan por ser intermitentes y poco profundas, encontrándose secas la mayor parte del año. Este régimen de intermitencia, los bajos niveles de precipitación y ser la zona de captación de los escurrimientos en la región han provocado un alto nivel de salinidad. De ahí, que en la laguna de El Tule tengan aprovechamientos de sal.



Figura 4. 37 Cuerpos de agua cercanos o dentro del SA, SIATL

IV.3.1.4.3. Calidad del agua superficial

Se realizaron mediciones de parámetros fisicoquímicos en dos cuerpos de agua superficial (Anexo 4.3), las mediciones se realizaron en los trabajos de campo en julio de 2024, los resultados capturados, así como la localización de los puntos se muestra en la Tabla 4.7 y su ubicación geográfica se aprecia en la Figura 4. 38.

Tabla 4.7. Coordenadas de sitios y su medición de parámetros fisicoquímicos en campo

ID	Coordenadas UTM Zona 13 N		Nombre	pH	Temperatura (°C)	Sólidos Disueltos Totales (ppm)	Conductividad (µS/cm)
	X	Y					
1	793174	2515384	Bordo Guanajuatillo	8.85	21.7	126	253
2	792196	2514618	Bordo SO proyecto	6.89	19.4	89	178



Figura 4. 38 Ubicación de los sitios de medición de parámetros fisicoquímicos

A partir de las mediciones se puede observar que el pH del Bordo Guanajuatillo es alcalino, mientras que del Bordo SO proyecto es circumneutral. La medición de sólidos disueltos totales en el Bordo Guanajuatillo es mayor que a la del Bordo SO proyecto, esto puede deberse a la cercanía de dicho sitio a la comunidad de Guanajuatillo.

En relación con la conductividad eléctrica que presentan los sitios, esta es comparada con la clasificación de calidad de agua para riego agrícola de Jenkins (1983) la cual se presenta en la Tabla 4. 8, donde se puede a partir de dicha clasificación se puede catalogar el agua del sitio 1 con una calidad buena y el sitio 2 como excelente de ambos sitios como permisible.

Tabla 4. 8. Clasificación de la calidad de agua para riego agrícola de Jenkins (1983)

Clasificación de Jenkins
Excelente <250 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Buena 250-750 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Permisible 750-2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Uso dudoso 2000-3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Inapropiada >3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$

IV.3.1.4.4. 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 hídrico es la siguiente:

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

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:

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

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 hídrico de sistema aislado para calcularla, de manera que:

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

Para realizar este análisis hidrológico en la superficie del SA, 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 hídrico. 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.

Para el presente análisis de balance hídrico se excluyó el área correspondiente a los cuerpos de agua (laguna El Saladillo, El Tule y El Sapo), debido a que las metodologías utilizadas no permiten estimar el proceso de balance hídrico dentro de estos cuerpos de agua.

Para homologar las unidades y poder utilizar el balance hídrico 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. Escorrentía superficial

Para determinar el escurrimiento 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:

$$\text{Escorrentía anual} = \text{Precipitación anual} \times \text{Área} \times \text{Coeficiente de escurrimiento}$$

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:

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*]

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. 9 para calcularlo a partir de un Valor K.

Tabla 4. 9. Cálculo de Ce , a partir de Valor K

K: Parámetro que depende del tipo y uso de suelo	Coficiente de Escurrimiento (Ce)
Si K resulta menor o igual que 0.15	$Ce = K(P-250) / 2000$
Si K es mayor que 0.15	$Ce = K(P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$
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. 10. Valores de K, en función del tipo y uso de suelo (DOF, 2015)

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
Granos Pequeños	0.24	0.27	0.30
Pastizal (% de suelo cubierto o pastoreo):			
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
Bosque			
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
Otros			
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 SA, se estableció que las áreas con el tipo de suelo *Leptosol* serían consideradas como suelo tipo C, mientras que los demás suelos serían tipo B.

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 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, para esto, se debe obtener una imagen de buena resolución, sin nubosidad y que sea representativa estacionalmente de la vegetación del lugar, es decir, que la imagen no presente nubes que obstaculicen visualmente a la vegetación y que sea de un momento en que se denote la variación temporal. En este caso para el análisis de cobertura dentro del SA se utilizó una imagen satelital Sentinel-2 con resolución de 10 metros obtenida del HUB de acceso abierto de la Agencia Espacial Europea, la imagen utilizada tiene fecha del 06 de julio de 2022 representando el temporal de lluvias donde la diferencia de vegetación es apreciable.

Con la imagen satelital, y específicamente para lo observable dentro del SA, se utilizó la herramienta de análisis espacial *Iso Cluster Unsupervised Classification* del componente ArcMap® del SIG, la cual clasifica en un determinado número de valores a la imagen tomando en cuenta las variaciones de color y forma que se presentan. Para este caso, se solicitó a la herramienta una clasificación de 10 componentes las cuales fueron reagrupadas visualmente con apoyo de información recolectada y observada en campo por personal competente en la materia. Así, con ayuda de correcciones manuales para delimitar el medio antrópico, finalmente se obtiene un ráster de clasificación de cobertura por uso de suelo y vegetación, el cual se muestra en la Figura 4. 39.

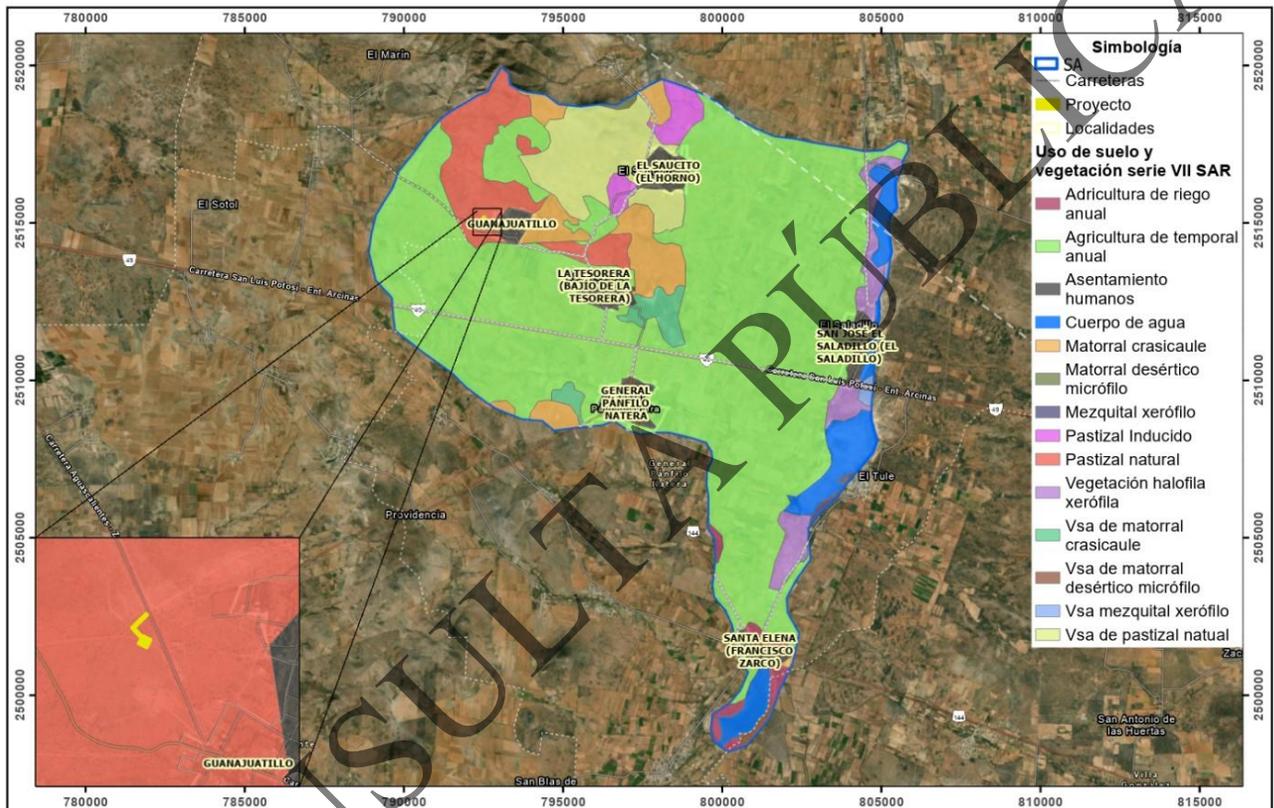


Figura 4. 39. Clasificación por Uso de Suelo y Vegetación

En la Figura 4. 40 se muestran los tipos de suelo presentes del SA según la información vectorial de INEGI.

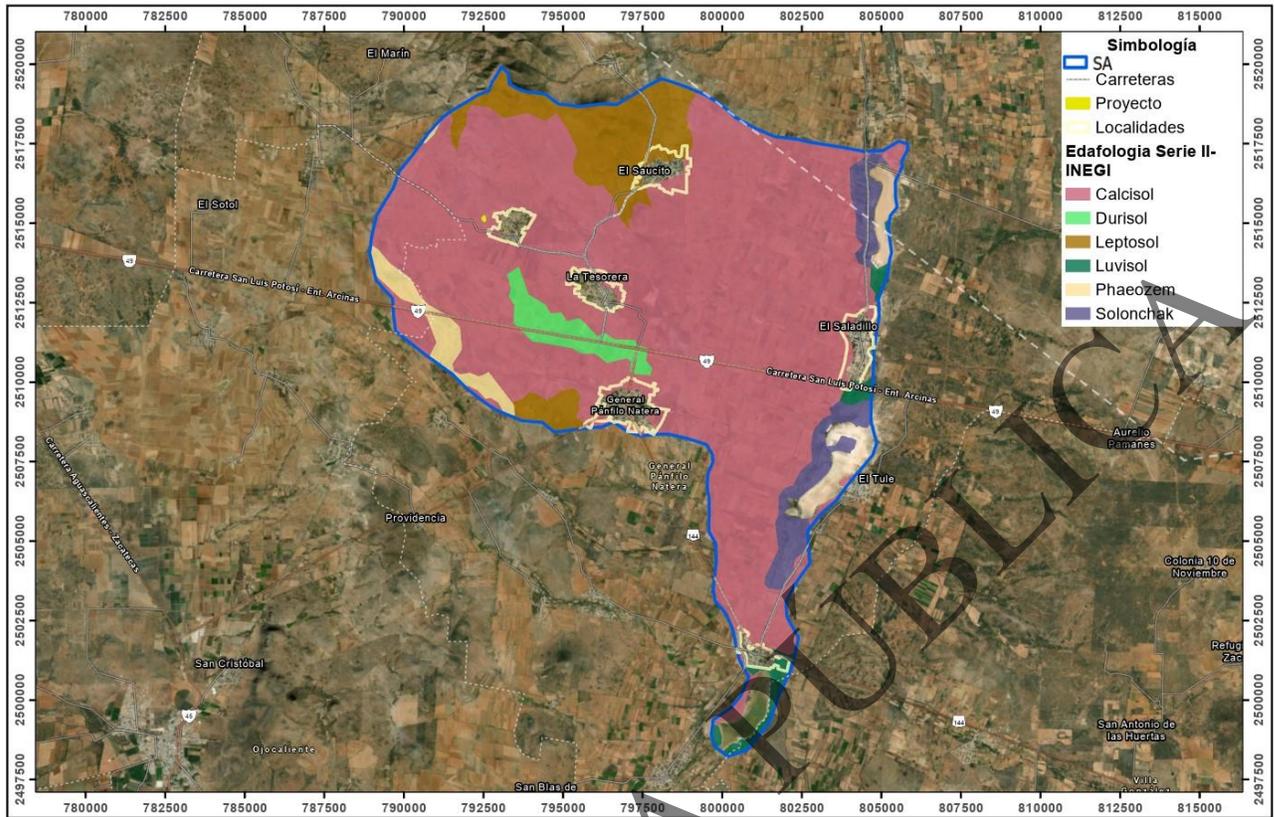


Figura 4. 40. Tipos de suelo en el SA

En la Figura 4. 41 se presenta la capa ráster de los valores K asignados a la superficie del SA.

CONSULTA PÚBLICA

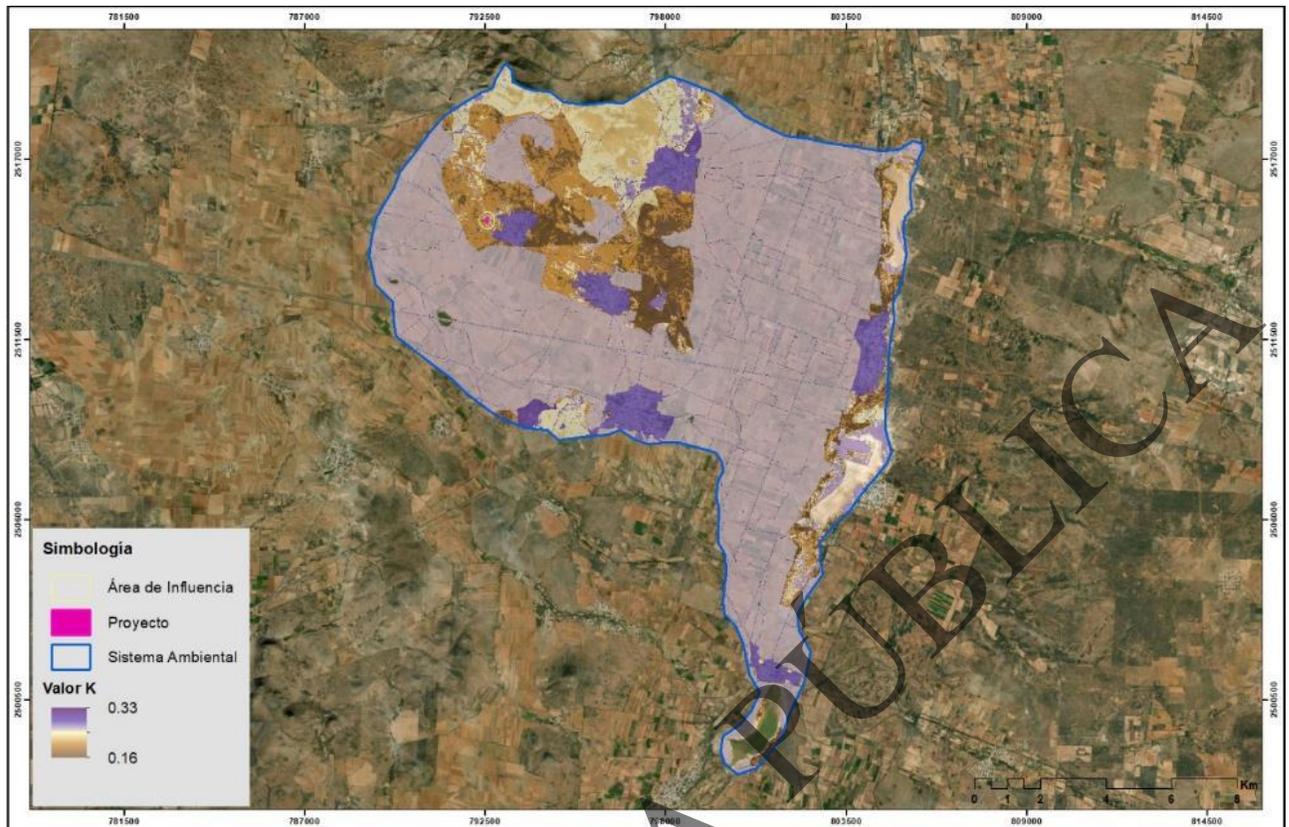


Figura 4. 41. Valores K en el SA

Debido a que todos los valores de K resultaron mayores a 0.15, según la Tabla 4. 9 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. 42 se presenta la capa ráster resultante del Coeficiente de escurrimiento para la superficie del SA.

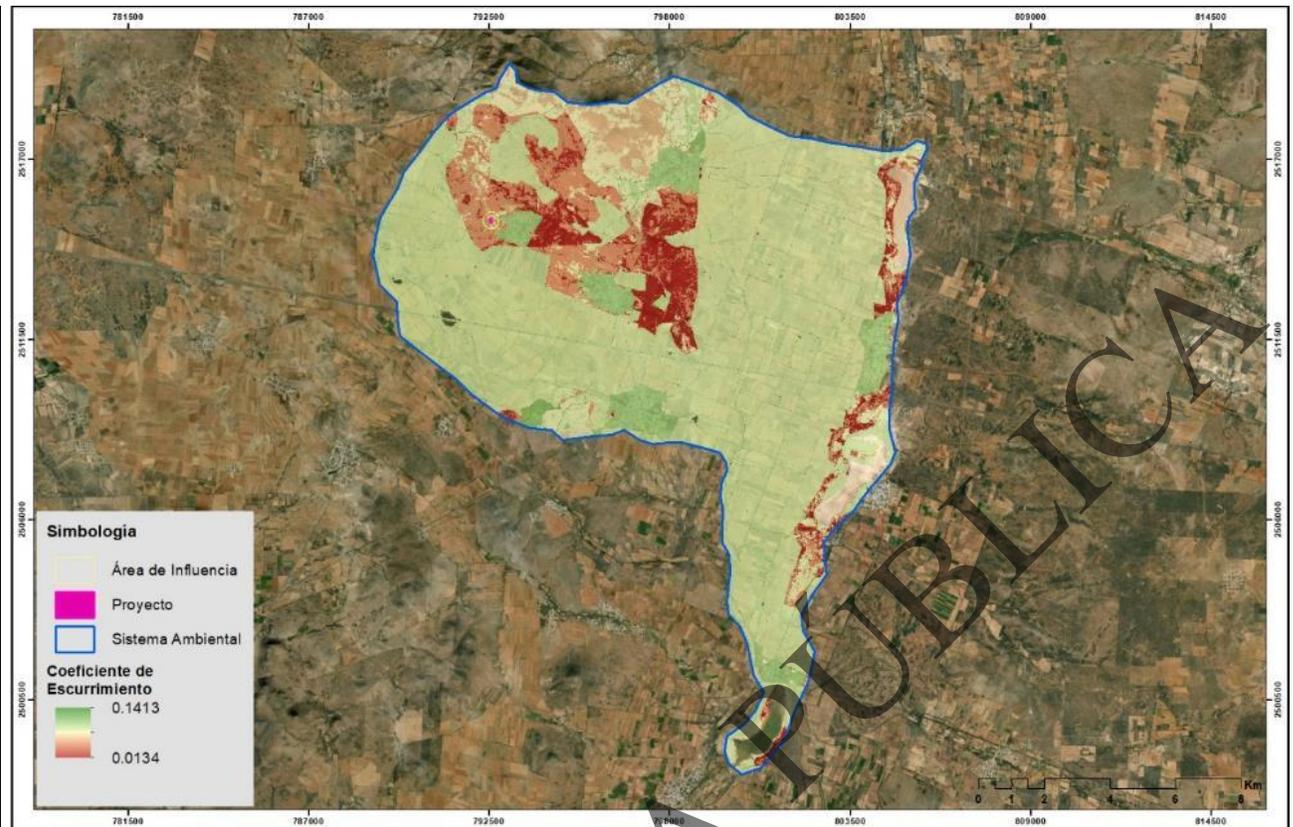


Figura 4. 42. Coeficiente de escurrimiento en el SA

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. 43 se muestra el resultado del escurrimiento superficial dentro del SA, los resultados se muestran por unidad de área de la celda ráster.



Figura 4. 43. Ecurrimiento superficial ($m^3/100m^2$) en el SA

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 ecurrimiento total anual dentro del SA:

$$Vm = 5,468,451.5362 \text{ m}^3/\text{año}$$

IV.3.1.4.4.2. 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 *et al*, 2012).

Para conocer la evapotranspiración (ETR) anual de una superficie determinada, Coutagne propuso la siguiente fórmula:

$$ETR = P - XP^2$$

Donde:

ETR corresponde a la evapotranspiración anual [m]

P es la precipitación media anual en [m]

X corresponde a un factor propuesto por Coutagne [*adimensional*]:

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

Donde:

t corresponde a la temperatura media anual [$^{\circ}C$]

Para calcular la temperatura media anual se utilizó la información de las estaciones meteorológicas del SMN descritas en la Tabla 4.1 realizando una interpolación en SIG, se obtuvo una capa ráster de la distribución de la temperatura media anual dentro del SA. 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 hídrico ($m^3/100m^2$) 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. 44 se presenta la capa ráster final de evapotranspiración dentro del SA.



Figura 4. 44. Evapotranspiración anual (m³/100m²) en el SA

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 SA:

$$ETR = 55,062,231.6359 \text{ m}^3/\text{año}$$

IV.3.1.4.4.3. Precipitación

Para estimar la precipitación media anual dentro del SA se consultó el Servicio Meteorológico Nacional (MSN) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para obtener las estaciones meteorológicas más cercanas al área de estudio, en la Figura 4. 45 se presenta la ubicación y la identificación de las estaciones utilizadas.

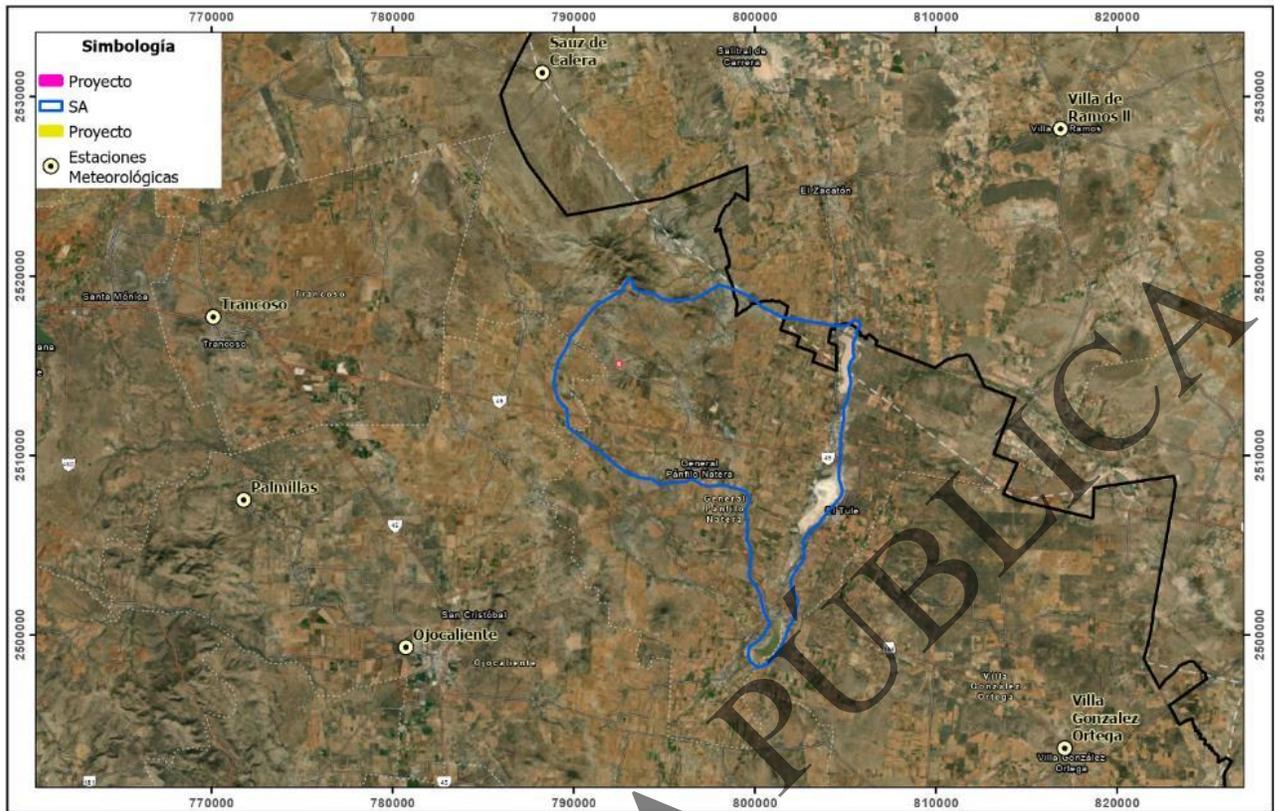


Figura 4. 45. Estaciones climatológicas cercanas al SA

En la Tabla 4. 11 se detalla la información obtenida de las estaciones con las normales climatológicas históricas de 60 años (1951 a 2010).

Tabla 4. 11. Datos meteorológicos

ID	Nombre	Precipitación anual (mm)	Temperatura media anual (°C)
24059	Villa de Ramos II	271.9	17.9
24152	Sauz de Calera	345.3	17.1
32058	Trancoso	437.3	15.7
32126	Palmillas	415.6	16.1
32041	Ojocaliente	388.1	15.8
32114	Villa González Ortega	357	16.6

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 SA. 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 hídrico ($\text{m}^3/100\text{m}^2$), se multiplicó el ráster por 100. La capa resultante del ráster de precipitación se presenta en la Figura 4. 46.

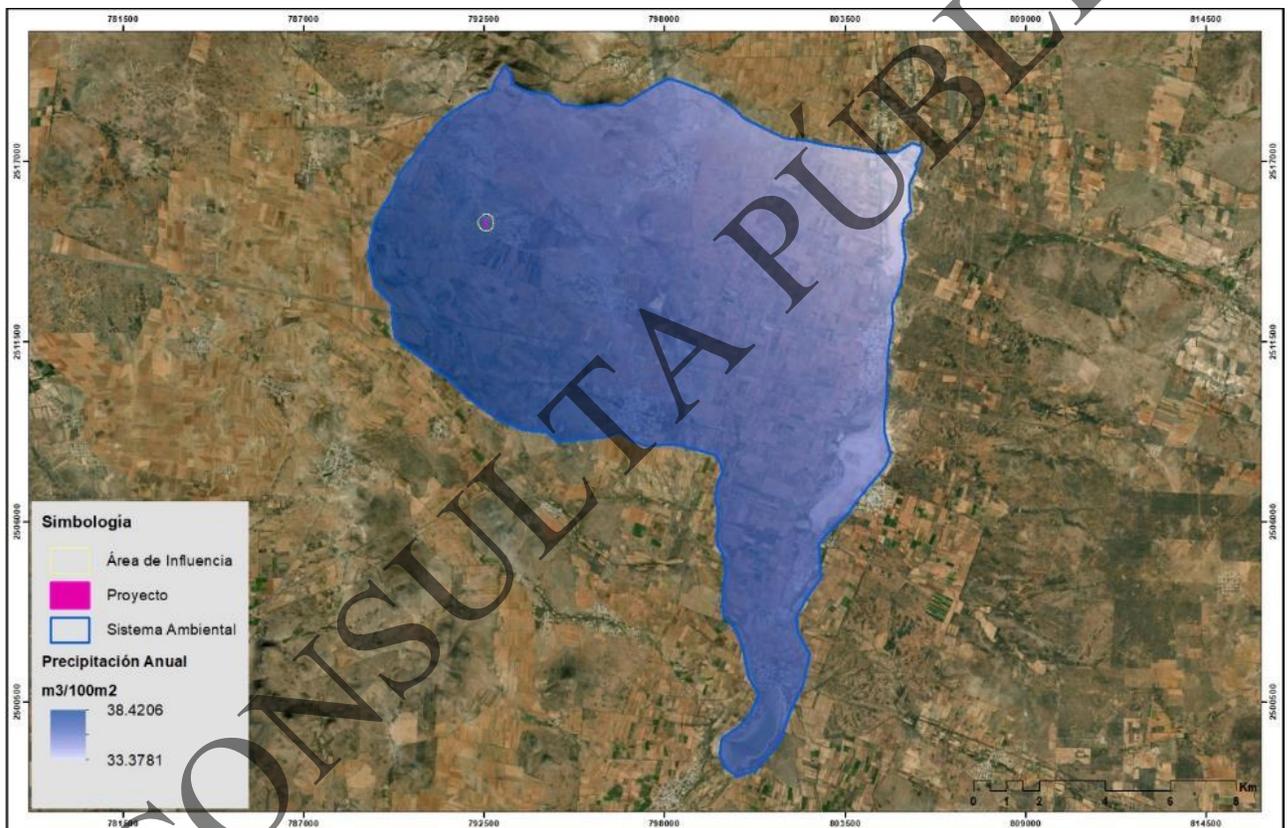


Figura 4. 46. Precipitación ($\text{m}^3/100\text{m}^2$) en el SA

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 SA:

$$P = 62,346,045.6948 \text{ m}^3/\text{año}$$

IV.3.1.4.4.4. 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 González *et al*, 2012).

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

$$Inf = P - Vm - ETR$$

Donde:

Inf corresponde a la infiltración anual en el suelo [$m^3/100m^2$].

P corresponde a la precipitación media anual dentro del SA [$m^3/100m^2$].

Vm corresponde al escurrimiento superficial anual dentro del SA [$m^3/100m^2$].

ETR corresponde a la evapotranspiración anual dentro del SA [$m^3/100m^2$].

Se realizó el cálculo de balance hídrico mediante álgebra de mapas en el SIG para obtener la distribución de la infiltración del SA. La capa resultante de este proceso presentó valores negativos, lo que indica que hay áreas dentro del SA en las que la evapotranspiración y escurrimiento exceden el volumen de agua disponible por precipitación.

Este fenómeno implica que, al no haber agua disponible, la infiltración en esas zonas sea igual a cero, por lo que la capa ráster de infiltración resultante fue corregida, donde se sustituyeron los valores negativos por cero, como se muestra en la Figura 4. 47.



Figura 4. 47. Infiltración anual ($m^3/100m^2$) dentro del SA

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 SA:

$$Inf = 1,816,785.3690 \text{ m}^3/\text{año}$$

Si se realizara el balance hídrico del SA con los valores de precipitación, escurrimiento y evapotranspiración totales reportados en secciones anteriores, debido al fenómeno de disponibilidad de agua descrito en el apartado anterior, resultarían valores erróneos:

$$P - Vm - ETR - Inf \neq 0$$

ya que: $ETR > P + Vm + Inf$

Por lo tanto, se procedió a ajustar el valor de la evapotranspiración anual para obtener los valores reales de los componentes del SA. Así, los valores finales de los componentes se muestran en la Tabla 4. 12.

Tabla 4. 12. Balance Hídrico en el SA

Precipitación (m ³ /año)	Escurrecimiento (m ³ /año)	Evapotranspiración (m ³ /año)	Infiltración (m ³ /año)
62,346,045.6948	5,468,451.5362	55,060,808.7896	1,816,785.3690

IV.3.1.5. Geohidrología

IV.3.1.5.1. Contexto geohidrológico

El Sistema Ambiental del Proyecto, se encuentra ubicada dentro de los acuíferos La Blanca (3228), El Barril (2402), Chupaderos (3226) y una pequeña parte en Ojo Caliente (3212) de acuerdo con la delimitación de acuíferos realizada por CONAGUA, como se muestra en la Figura 4. 48, mismos que se describen a continuación:

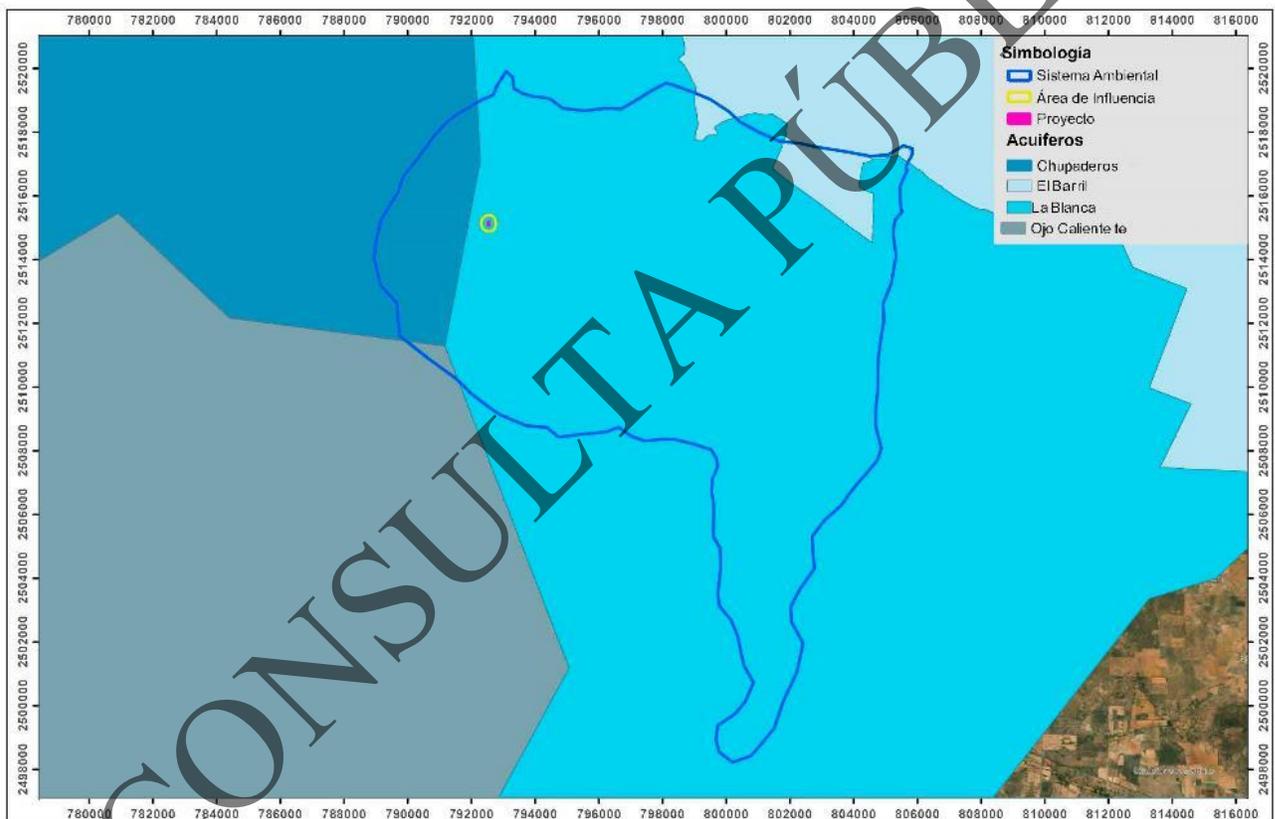


Figura 4. 48 Ubicación del SA respecto a los acuíferos La Blanca, El Barril, Chupaderos, Ojo Caliente

Acuífero La Blanca

El acuífero La Blanca se localiza en la porción suroriental del estado de Zacatecas en el límite con San Luis Potosí, limita al norte con el acuífero El Barril, al este con los acuíferos Villa Hidalgo y Loreto, al sur con Loreto y Ojocaliente, al oeste con Ojocaliente y al noroeste con Chupaderos. Geopolíticamente el área que cubre el acuífero comprende la mayor parte del

municipio Pánfilo Natera y porciones menores de municipios de Ojocaliente y Villa González Ortega.

Pertenece a la Región Hidrológico-Administrativa VII “Cuencas Centrales del Norte”, al Consejo de Cuenca Altiplano y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en el estado de Zacatecas. Su territorio está totalmente vedado y sujeto a las disposiciones de dos decretos de veda, uno de tipo II, en la que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos doméstico y abrevadero que se realicen por medios manuales; y el otro decreto de tipo III que permiten extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2015, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 1. El uso principal del agua subterránea es el agrícola. En la superficie del acuífero no se localiza ningún distrito o unidad de riego, ni se ha constituido a la fecha el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas, así como la correlación con otros acuíferos vecinos que tienen el mismo origen, evolución y constitución geológica, permiten definir la presencia de un acuífero de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, constituido por un medio granular y otro fracturado. La porción superior está conformada por sedimentos aluviales, de granulometría variada, depósitos lacustres y conglomerados polimícticos, cuyo espesor puede alcanzar varios cientos metros en el centro del valle, debajo de ellos se presentan areniscas y lutitas fracturadas. Esta es la unidad que se explota principalmente para satisfacer las necesidades de agua en la región. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas volcánicas y sedimentarias que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento. A mayor profundidad las calizas y areniscas representan un acuífero potencial que puede presentar condiciones de semiconfinamiento, debido a que están sobreyacidas y alternadas con lutitas y limolitas.

La profundidad al nivel estático en el año 2015 mostró valores que variaban, de manera general, de 30 a 100 m, los cuales se incrementan por efecto de la topografía desde el centro del valle hacia las estribaciones de las sierras que lo delimitan. Los niveles estáticos más someros, de 30 a 50 m, se presentan en la porción central del acuífero, entre el poblado Santo Tomás Venaditos en el sur y el límite con el estado de San Luis Potosí en el norte, en torno de las lagunas Santa Elena (o El Sapo), El Tule, Las Pilas y El Salado, que están alineadas en dirección suroeste-noreste. Los valores más profundos, de 90 a 100 m, se registran hacia los flancos montañosos ubicados al noroeste y sureste.

De acuerdo con la información del censo de aprovechamientos más reciente llevado a cabo por la Comisión Nacional del Agua en 2009, se registraron un total de 671 obras que aprovechan el agua subterránea, 250 pozos y 421 norias; de las cuales 523 están activas y 148 se consideran inactivas. De las obras activas, 205 se destinan al uso agrícola, 27 para uso público-urbano y 291 para usos doméstico y pecuario.

De acuerdo con la actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea de la CONAGUA publicada en el Diario Oficial de la Federación en noviembre de 2023 el acuífero La Blanca tiene un volumen de recarga total media anual de 19 hm³, una descarga natural comprometida de 0 hm³ anuales y un volumen de extracción de aguas subterráneas de 29.653 hm³;

por lo que el acuífero La Blanca presenta una disponibilidad media anual de -10.653 hm^3 como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 4. 13. Disponibilidad media anual en el acuífero La Blanca (CONAGUA 2023)

Clave	Acuífero	R ($\text{hm}^3/\text{año}$)	DNC ($\text{hm}^3/\text{año}$)	VEAS ($\text{hm}^3/\text{año}$)	DMA ($\text{hm}^3/\text{año}$)	Déficit ($\text{m}^3/\text{año}$)
3218	Cedros	19.0	0.0	29.653091	-10.653091	10,653,091

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.

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

Acuífero El Barril

El acuífero abarca una extensión de $3,270 \text{ km}^2$ y se encuentra localizado en la parte noroccidental del estado de San Luis Potosí, con una orientación norte-sur, que limita al oriente con diversos cerros como los de La Mina, Peñitas, Mesa La Herradura, Los Peñoncitos y El Sabino, mientras que, en su parte occidental, limita con el cerro El Potosí y con diversas depresiones naturales, como las lagunas La Colorada, El Carbón y con el límite del estado de Zacatecas.

Abarca parcialmente los municipios de Villa de Ramos con una superficie aproximada de $1,578 \text{ km}^2$, y Santo Domingo con una superficie aproximada de $1,681 \text{ km}^2$, además de una pequeña parte del municipio de Salinas, siendo la superficie total del acuífero de $3,270 \text{ km}^2$.

Los acuíferos de la zona El Barril tienen espesor mayor de 300 m en el centro del valle. Regionalmente los acuíferos se comportan como libres, aunque localmente pueden estar confinados o semiconfinados por horizontes de materiales arcillosos cementados o compactos.

Las configuraciones más recientes datan de 1981. Para esta fecha se tienen elevaciones del nivel estático que van desde los 1950 msnm en la zona cercana a El Barril, hasta valores de 2040 msnm, hacia el sur de Salitral de Carrera. El flujo subterráneo tiene una dirección este oeste y no tiene salidas.

El acuífero cuenta con 514 aprovechamientos de agua subterránea, de los cuales 229 son pozos, 283 norias, 1 tajo y 1 manantial, estimándose su extracción en $53 \text{ hm}^3/\text{año}$, de los cuales $1.38 \text{ hm}^3/\text{año}$ se consideran que corresponden al uso público urbano y el restante al agrícola en el cual se incluyen volúmenes ínfimos del uso doméstico y abrevadero ya que no hay ninguno destinado al uso industrial.

De acuerdo con la actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea de la CONAGUA publicada en el Diario Oficial de la Federación en noviembre de 2023 el acuífero El Barril tiene un volumen de recarga total media anual de 31.6 hm^3 , una descarga natural comprometida de 0.0 hm^3 anuales y un volumen de extracción de aguas subterráneas de 93.896 hm^3 ;

por lo que el acuífero presenta una disponibilidad media anual de -63.296 hm^3 como se describe en la siguiente tabla.

Tabla 4. 14. Disponibilidad media anual en el acuífero El Barril (CONAGUA 2020)

Clave	Acuífero	R ($\text{hm}^3/\text{año}$)	DNC ($\text{hm}^3/\text{año}$)	VEAS ($\text{hm}^3/\text{año}$)	DMA ($\text{hm}^3/\text{año}$)	Déficit ($\text{m}^3/\text{año}$)
3218	El Barril	31.6	0.0	94.896591	-63.296591	63,296,591

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.

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

Acuífero Chupaderos

El acuífero se localiza en la porción oriental del estado de Zacatecas, en el límite con el estado de San Luis Potosí; limita al norte con el acuífero Guadalupe de las Corrientes, al noreste con Puerto Madero, al sureste con La Blanca, al sur con Ojocaliente, al suroeste con Guadalupe Bañuelos y al oeste con el acuífero Calera, todos ellos pertenecientes al estado de Zacatecas; al este con el acuífero El Barril, perteneciente al estado de San Luis Potosí.

El área que cubre el acuífero comprende la mayor parte de los municipios Trancoso, Pánuco y Vetagrande; parcialmente Guadalupe, Fresnillo y Villa de Cos, así como pequeñas porciones de los municipios General Pánfilo Natera y Ojocaliente.

El acuífero pertenece al Organismo de Cuenca VII "Cuencas Centrales del Norte", al Consejo de Cuenca Altiplano, y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en el estado de Zacatecas. Su territorio se encuentra totalmente vedado y sujeto a las disposiciones de tres decretos de veda. El primero de tipo II, en la que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos doméstico y abrevadero que se realicen por medios manuales. El segundo y el tercero de tipo III, en los que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.

Con base en el comportamiento espacial de los materiales que integran el subsuelo del acuífero y considerando la información geológica, geofísica, hidrogeológica y piezométrica existente, se puede establecer la presencia de un acuífero de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, constituido en su porción superior por sedimentos aluviales y fluviales, de granulometría variada, conglomerados y depósitos lacustres, cuyo espesor puede alcanzar hasta 400 m en el centro de los valles tectónicos. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas volcánicas y sedimentarias que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento. A mayor profundidad las calizas y areniscas representan un acuífero potencial que puede presentar condiciones de semiconfinamiento, debido a que están sobreyacidas y alternadas con lutitas y limolitas.

La profundidad al nivel estático para el año 2015 registró los valores variaban, de manera general, de 20 a 130 m, los cuales se incrementan por efecto de la topografía desde el centro de los valles hacia las estribaciones de las sierras que los delimitan. Los niveles estáticos someros, de 20 a 30 m, se presentan en la región sur del acuífero al norte del poblado Taco aleche, de 40 a 50 m en las porciones centro y norte; en tanto que los más profundos, de 100 a 130, se registran en la porción oriental del valle, desde Chaparrosa en el norte hasta la comunidad La Presa en el sur. En la porción occidental los valores de profundidad al nivel del agua subterránea varían de 70 a 80 m. En ambos casos, influenciados por la topografía del terreno.

De acuerdo con la actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea de la CONAGUA publicada en el Diario Oficial de la Federación en noviembre de 2023 el acuífero Chupaderos tiene un volumen de recarga total media anual de 86.6 hm³, una descarga natural comprometida de 0.0 hm³ anuales y un volumen de extracción de aguas subterráneas de 188.453 hm³; por lo que el acuífero presenta una disponibilidad media anual de -100.853 hm³ como se describe en la siguiente tabla.

Tabla 4. 15. Disponibilidad media anual en el acuífero Chupaderos (CONAGUA 2023)

Clave	Acuífero	R (hm ³ /año)	DNC (hm ³ /año)	VEAS (hm ³ /año)	DMA (hm ³ /año)	Déficit (m ³ /año)
3218	Chupaderos	86.6	0.0	188.453226	-101.853226	101,853,226

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.

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

Acuífero Ojocaliente

El acuífero se localiza en la porción suroriental del estado de Zacatecas, en el límite con el estado de Aguascalientes; limita al norte con el acuífero Chupaderos, al noreste con La Blanca, al sureste con Loreto, al noroeste con Benito Juárez y Guadalupe Bañuelos, al oeste con Villanueva y al suroeste con Jalpa-Juchipilla todos ellos pertenecientes al estado de Zacatecas; al sur con el acuífero Valle de Aguascalientes, perteneciente al estado de Aguascalientes.

El área que cubre el acuífero comprende la totalidad de los municipios Cuauhtémoc y Luis Moya; la mayor parte de Genaro Codina y Ojocaliente; de manera parcial a los municipios de Guadalupe, Trancoso, y General Pánfilo Natera, así como pequeñas porciones de los municipios de Loreto y Villanueva.

El acuífero pertenece al Organismo de Cuenca VIII "Lerma-Santiago-Pacífico", al Consejo de Cuenca "Río Santiago", y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en el estado de Zacatecas. Su territorio se encuentra totalmente vedado y sujeto a las disposiciones de cuatro decretos de veda. Dos de tipo II, en la que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos doméstico y abrevadero que se realicen por medios manuales y dos de tipo

III, en los que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.

De acuerdo con la información geológica, geofísica, hidrogeológica y piezométrica, es posible definir la presencia de un acuífero de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, constituido en su porción superior por sedimentos aluviales y fluviales, de granulometría variada y conglomerados, cuyo espesor puede alcanzar algunos cientos de metros en el centro del valle tectónico. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas volcánicas y sedimentarias que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento. A mayor profundidad las calizas y areniscas representan un acuífero potencial que puede presentar condiciones de semiconfinamiento, debido a que están sobreyacidas y alternadas con lutitas y limolitas.

La profundidad al nivel estático para el año 2015 muestra que los valores variaban, de manera general, de 60 a 120 m, los cuales se incrementan por efecto de la topografía desde el centro de los valles hacia las estribaciones de las sierras que los delimitan. Los niveles estáticos menos profundos, de 60 a 80 m, se presentan en la región central y norte; en tanto que los más profundos, de 100 a 120 m, se registran a lo largo de los extremos oriental y occidental del acuífero.

De acuerdo con la actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea de la CONAGUA publicada en el Diario Oficial de la Federación en noviembre de 2023 el acuífero Ojocaliente tiene un volumen de recarga total media anual de 51.0 hm³, una descarga natural comprometida de 3.1 hm³ anuales y un volumen de extracción de aguas subterráneas de 65.218 hm³; por lo que el acuífero presenta una disponibilidad media anual de -17.318 hm³ como se describe en la siguiente tabla.

Tabla 4. 16. Disponibilidad media anual en el acuífero Ojocaliente (CONAGUA 2023)

Clave	Acuífero	R (hm ³ /año)	DNC (hm ³ /año)	VEAS (hm ³ /año)	DMA (hm ³ /año)	Déficit (m ³ /año)
3218	Ojocaliente	51.0	3.1	65.218073	-17.318073	17,318,073

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.

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

IV.3.1.5.1.1. Unidades geohidrológicas

La clasificación de unidades geohidrológicas de INEGI toma en cuenta la capacidad y viabilidad de explotación de los acuíferos para la descripción del subsuelo. De acuerdo con esta clasificación, en la mayoría del SA del Proyecto se encuentra material no consolidado con rendimiento alto > 40 lps. Según esta misma clasificación, el Área de Influencia y por lo tanto el Proyecto, se encuentran dentro de la Unidad de material consolidado con posibilidades bajas de albergar un acuífero. Como referencia, INEGI considera un rendimiento alto cuando se pueden extraer más de 40 l/s del agua subterránea presente en el subsuelo (Figura 4. 49).

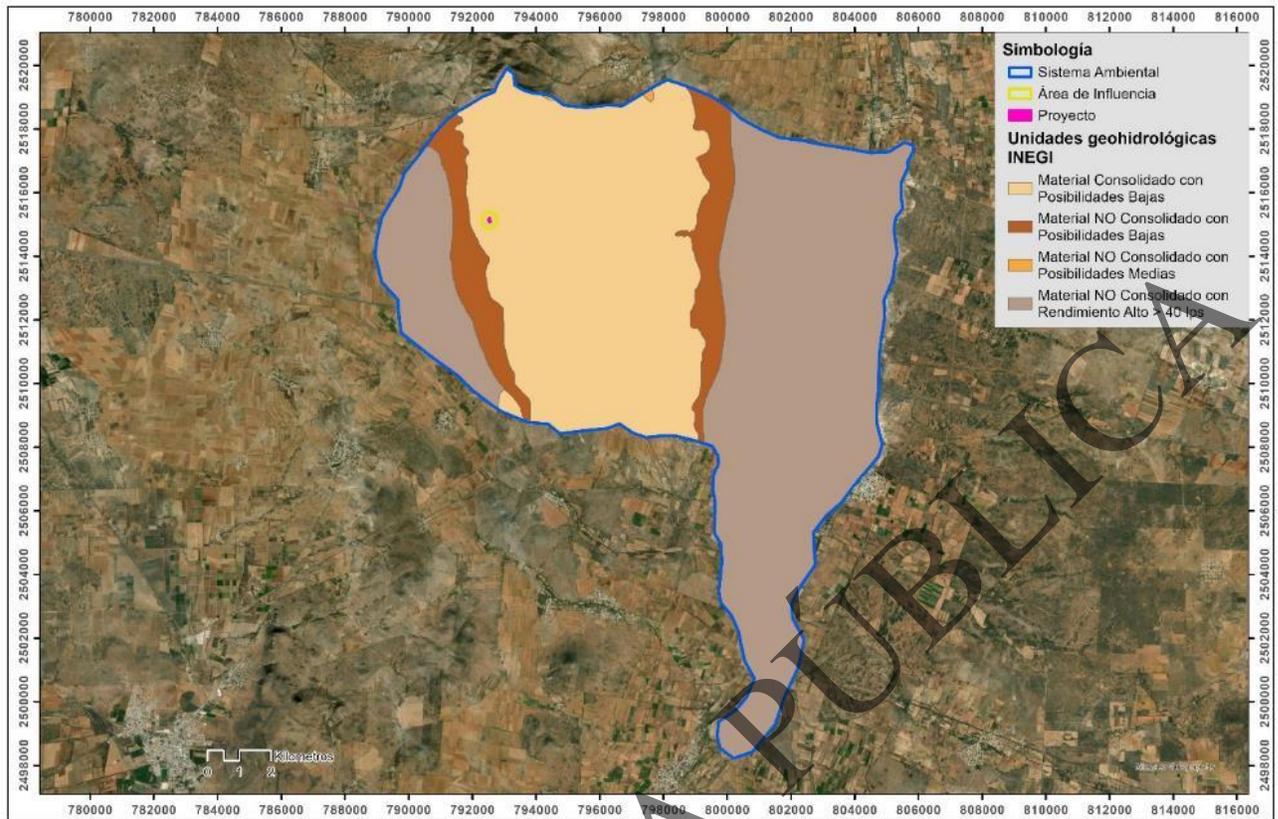


Figura 4. 49. Geohidrología dentro del SA, INEGI

CONSULTA PÚBLICA

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. Formato 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” Modalidad Particular.

IV.3.2.1.2.2. Tipos de vegetación

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.

Establecimiento de puntos de confirmación de vegetación

Sobre la información geográfica digital descargada de las plataformas arriba mencionadas, se establecieron puntos de interés en el área con cubierta vegetal en el SA, con el fin de verificarlos posteriormente en el trabajo de campo. Por medio de un dispositivo de geoposicionamiento satelital Garmin eTrex10, se llegó a tales puntos y se identificó *in situ* el tipo de vegetación con base en la composición florística, estructura y fisonomía de la vegetación. Los tipos de vegetación fueron determinados con base en la clasificación de INEGI (2017).

Clasificación espectral de la vegetación

Se creó la clasificación espectral de la vegetación para ilustrar la distribución de los tipos de vegetación dentro del SA, 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, posteriormente se integraron las imágenes en un mosaico fotogramétrico, asimismo, 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 un análisis digital de la imagen, que consistió en la evaluación de las firmas espectrales de cada uso de suelo y cobertura vegetal y 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.

IV.3.2.1.2.3. Tamaño de muestra

Para que un muestreo sea representativo y los datos tengan una distribución normal, 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).

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:

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

dónde:

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, (Imaña *et al.*, 2014; Yang & Pulkki, 2002). 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 48 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:

Para el SA se obtuvo un total de 40 sitios de muestreo como mínimo para poder reflejar con fidelidad la vegetación que se distribuye en esta zona de estudio.

Tabla 4. 17. Resultado de la estimación del tamaño de muestra para el SA

Número de sitio	Número de especies por sitio	Y	S	CV	E%	f	T	Número de muestras
1	36							
2	38							
3	41							
4	42							
5	44							
6	47							
7	49							
8	54							
9	58							
10	59							
11	59							
12	62							
13	64							
14	65	71.26	22.07	30.98	10	29	2.045	40
15	65							
16	70							
17	73							
18	74							
19	83							
20	84							
21	90							
22	91							
23	94							
24	94							
25	96							
26	98							
27	101							

Número de sitio	Número de especies por sitio	Y	S	CV	E%	f	T	Número de muestras
28	102							
29	102							
30	103							

Cálculo de tamaño de muestra en el AI

Para el AI se obtuvo un total de siete sitios de muestreo como mínimo para poder reflejar con fidelidad la vegetación que se distribuye en esta zona de estudio.

Tabla 4. 18. Resultado de la estimación del tamaño de la muestra para el AI

Número de sitio	Número de especies por sitio	Y	S	CV	E%	f	T	Número de muestras
1	49							
2	50							
3	54							
4	58							
5	59							
6	59							
7	60							
8	62	61.93	7.51	12.14	10	14	2.145	6.58
9	64							
10	65							
11	65							
12	67							
13	70							
14	73							
15	74							

Cálculo de tamaño de muestra en el Área de Proyecto

El AP presenta una superficie reducida, por lo que se prefirió realizar un censo forestal para poder abarcar el total de la superficie dentro del predio.

IV.3.2.1.2.4. Diseño 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. 50).

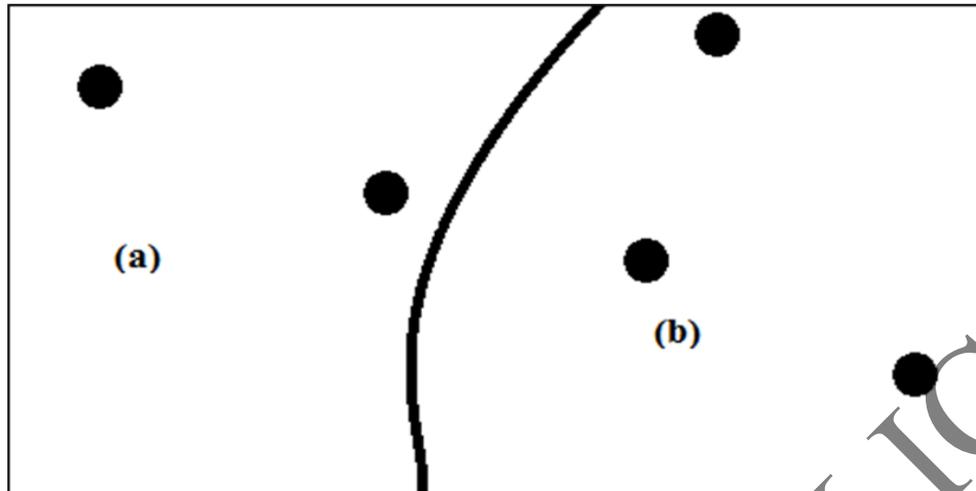


Figura 4. 50. Diseño de muestreo aleatorio estratificado: a) tipo de vegetación uno b) tipo de vegetación dos

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. 51.

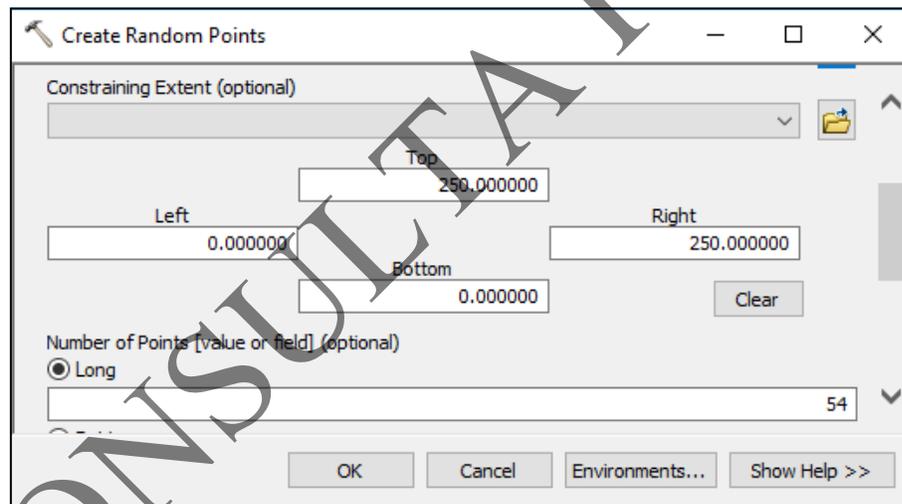


Figura 4. 51. Herramienta para generar puntos aleatorios “Create Random Point”

IV.3.2.1.2.5. Sitios de muestreo

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, 2000; Lara, 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. 52 se muestra el esquema de muestreo propuesto por Rodríguez (1953).

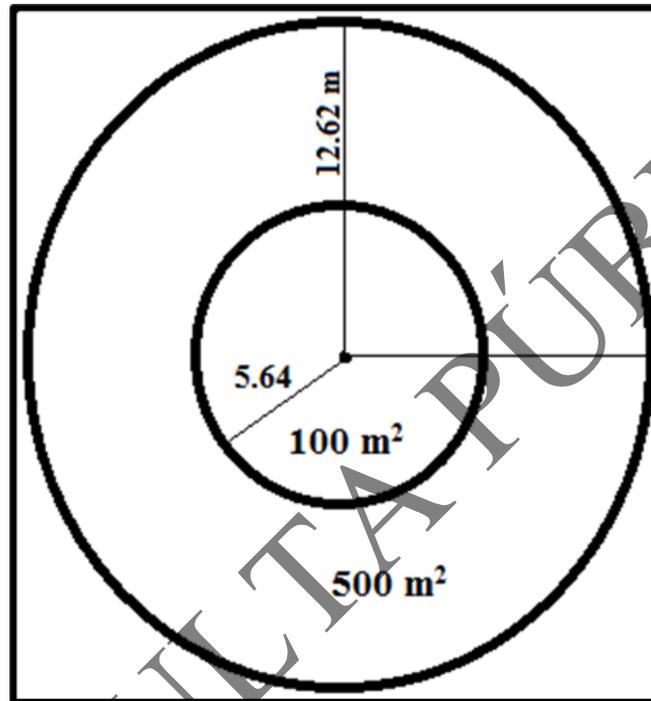


Figura 4. 52. Esquema del sitio de muestreo

IV.3.2.1.2.6. Curva de acumulación de especies

Para la riqueza de especies encontradas, se realizaron curvas de acumulación con base en los resultados obtenidos en el estimador *Chao1*, *singletons* y *doubletons*, el cual refleja la riqueza estimada, comparado con la curva de acumulación reflejada por la riqueza verdadera u observada y con el estimador ACE el cual se basa en la cobertura de abundancia de la riqueza de las especies (Gómez *et al.*, 2006), (Villareal *et al.*, 2004).

Chao1

Para estimar la riqueza de especies totales en los tipos de vegetación presentes en las áreas de análisis, se utilizó un modelo No paramétrico, ya que se desconoce la distribución del conjunto de datos de análisis, los cuales, no se ajustan a un modelo determinado, así mismo, se utilizó el estimador de Chao1, el cual se basa principalmente en abundancias y rareza de las especies (Moreno-Ortega, 2001).

A continuación, se presenta la fórmula mediante la cual se calcula el estimador Chao1:

$$\text{Chao 1} = S + a^2/2b$$

Dónde:

S = Número de especies en un sitio de muestreo

a = Número de especies que están representadas solamente por un único individuo en ese sitio de muestreo (singletons)

b = Número de especies representadas por exactamente dos individuos en el sitio de muestreo (doubletons)

En el presente análisis se utilizó el programa de EstimateS el cual integra las fórmulas anteriormente descritas y que calcula estadísticas de biodiversidad e índices basados en datos de muestreo bióticos (Chao *et al.*, 2005).

IV.3.2.1.2.7. 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.

IV.3.2.1.2.8. Colecta e 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 (2022), que se basa en la clasificación filogenética de APG IV (2016). En el caso de los nombres comunes, se consultó Naturalista (2022). 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.3.2.1.2.9. Riqueza de especies vegetales

La riqueza florística de las especies vegetales se organizó en listados florísticos generados por área, los cuales incluyen nombre científico, autor, nombre común y tipo de estrato.

Se presentan también las especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, 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:

- Categoría “Probablemente extinta en el medio silvestre” (E): Aquellas especies nativas que en vida libre dentro del territorio mexicano han desaparecido.
- Categoría “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.

- Categoría “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.
- Categoría “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.

IV.3.2.1.2.10. Diversidad de vegetación

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

IV.3.2.1.2.11. 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 fórmula:

$$D_r=D_i/(\sum D_i) *100$$

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 fórmula:

$$Fr = F / (\sum F) * 100$$

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 Sistema Ambiental

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 Sistema Ambiental

De acuerdo con la clasificación más reciente propuesta por INEGI en la información temática de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII (INEGI, 2018), en la Figura 4. 53 se muestra que en el SA se desarrollan.

- Matorral crasicaule
- Matorral desértico micrófilo
- Mezquital xerófilo
- Pastizal inducido
- Pastizal natural
- Vegetación halófila xerófila
- Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule
- Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo
- Vegetación secundaria de mezquital xerófilo
- Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural

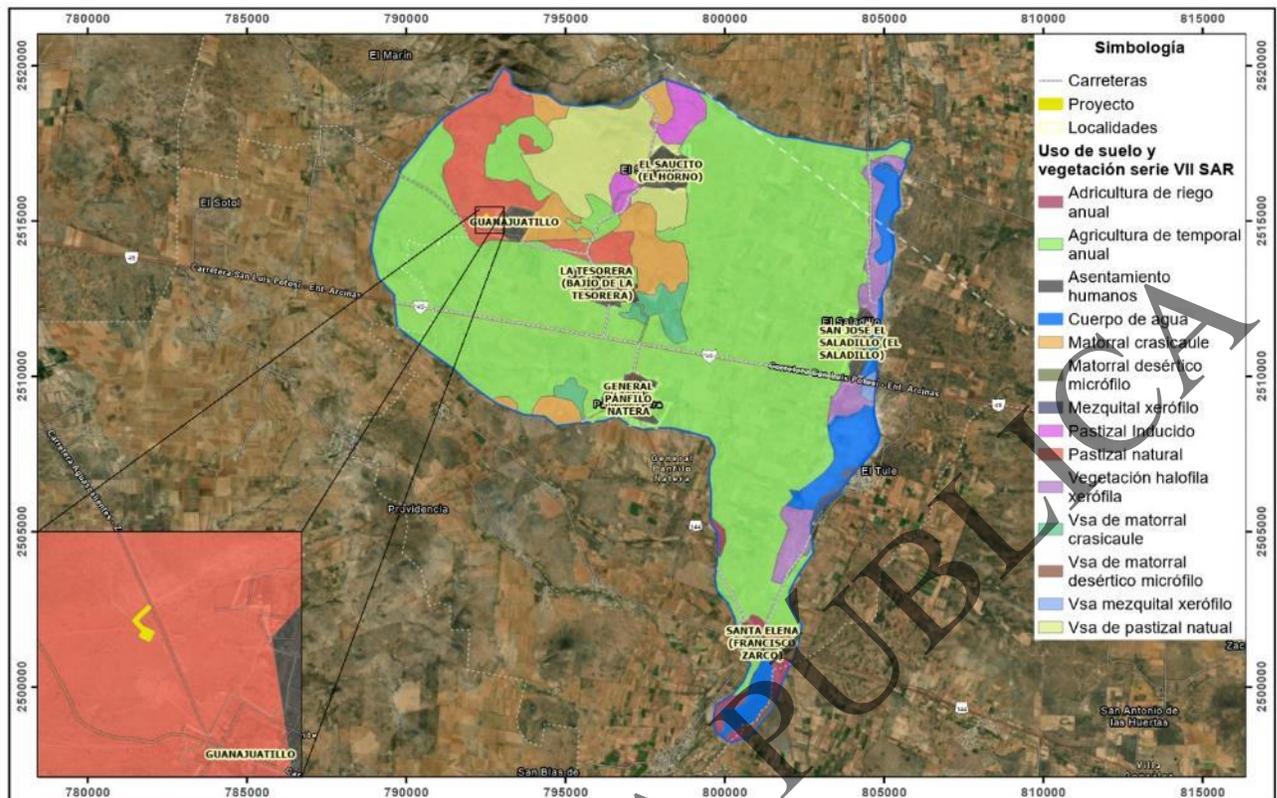


Figura 4. 53. Tipos de vegetación en el SA de acuerdo a INEGI Serie VII

No obstante, de acuerdo con lo observado en campo y con base en la clasificación espectral de la vegetación, se determinó que existen cinco tipos de vegetación distribuidos en el SA, los cuales son:

- Matorral crasicaule
- Matorral desértico micrófilo
- Mezquital xerófilo
- Vegetación halófila
- Vegetación secundaria de matorral crasicaule

En la Figura 4. 54 se observa la distribución de cada una respecto del SA.

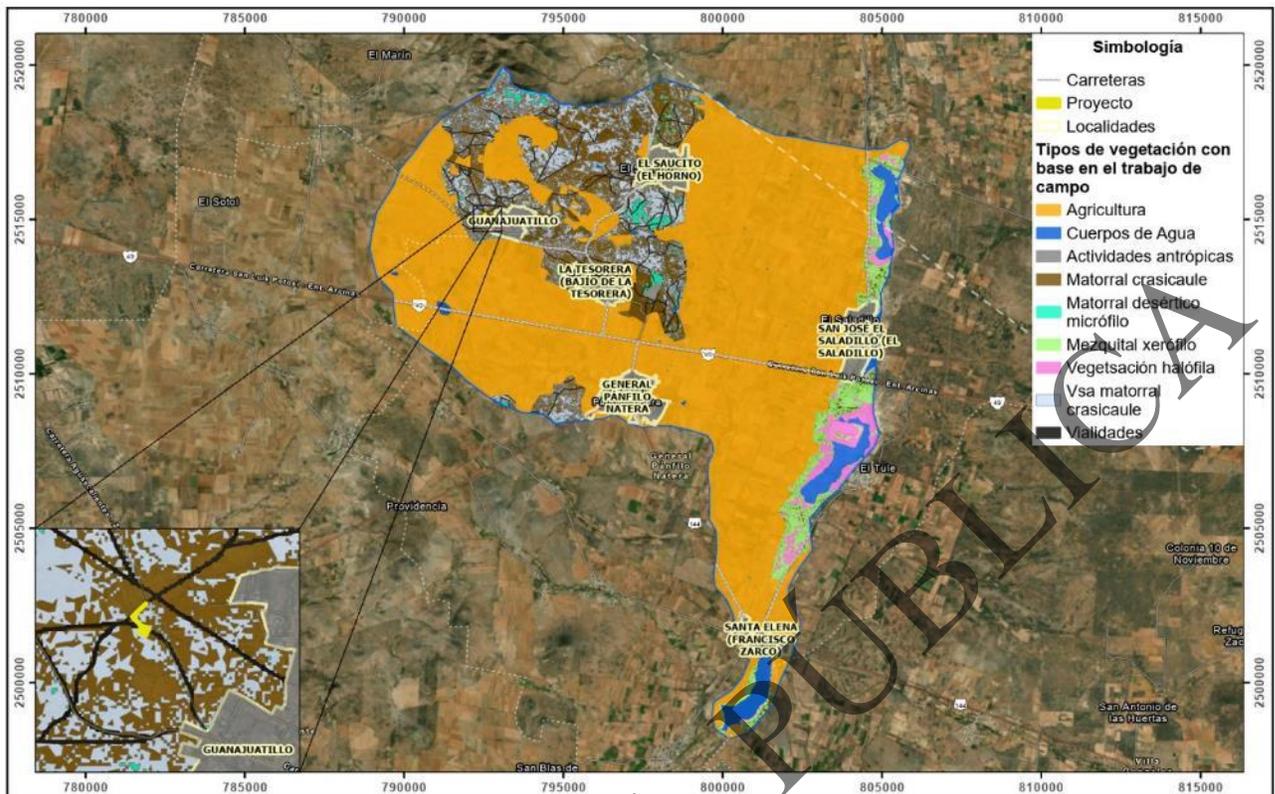


Figura 4. 54. Tipos de vegetación en el SA, mediante el trabajo en campo y clasificación espectral de la vegetación

En el Anexo 4.5. se presenta el Uso de suelo y vegetación Series VII de acuerdo con INEGI (2018) del SA.

En el Anexo 4.6. se presenta la clasificación espectral de la vegetación del SA.

En el Anexo 4.7. se presentan fotografías con algunas especies y los tipos de vegetación observados en el SA.

A continuación, en la Tabla 4. 19 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. 19. Superficie por tipo de vegetación dentro del SA

No.	Tipo de vegetación	Superficie (ha)
1	Matorral crasicaule	1939.26359
2	Vegetación secundaria de matorral crasicaule	1542.17605
3	Mezquital xerófilo	579.260615
4	Vegetación halófila	214.530831
5	Matorral desértico micrófilo	213.205348
Total		4488.43642

En la Figura 4. 55 se presenta en porcentaje la superficie cubierta por tipo de vegetación en el SA.

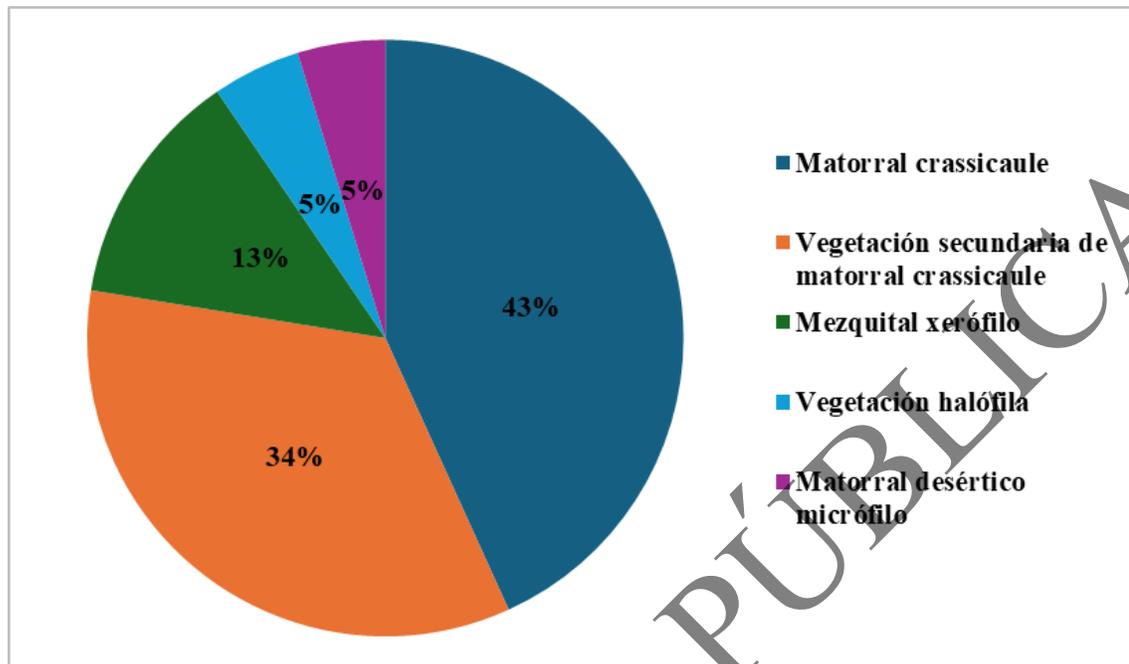


Figura 4. 55. Gráfica de superficie en porcentaje del tipo de vegetación dentro del SA

Matorral crassicaule (MC)

Este tipo de vegetación es propia de zonas semiáridas del norte y centro del país. Se desarrolla sobre suelos someros en laderas. Las especies propias de este tipo de vegetación son de los géneros *Mimosa*, *Vachellia*, *Dalea*, *Neltuma*, *Larrea*, *Brickellia*, entre otros. En la parte central de Zacatecas también se observan especies de cactáceas como *Opuntia streptacantha*, *O. leucotricha* y *O. robusta*, y *Vachellia schaffneri* en menor proporción.

Matorral desértico micrófilo (MDM)

Se distribuye en las zonas más áridas de México. En áreas con escaso relieve dominan representantes de los géneros *Larrea*, *Flourensia* y *Ambrosia*. Se encuentra principalmente sobre suelo de tipo Calcisol, llamados comúnmente “Calcisoles”, los cuales son suelos con acumulación secundaria sustancial de carbonatos de calcio con presencia de un horizonte petrocálcico. Otras especies que comúnmente componen este tipo de vegetación son *Parthenium incanum* y *Mimosa emoryana*.

Mezquital xerófilo (MKX)

Se distribuye al norte de México de forma discontinua a través de Chihuahua, Sonora, Zacatecas y San Luis Potosí. Se observa principalmente en llanuras y, ocasionalmente, sobre sierras y lomeríos. Las especies propias de este tipo de vegetación son *Prosopis juliflora*, *Vachellia* spp., *Opuntia* sp., *Jatropha* sp. y *Bouteloua* spp.

Vegetación halófila (VH)

Esta vegetación se caracteriza por presentar comunidades vegetales principalmente herbáceas, rara vez arbustivas que se distribuye en partes bajas de cuencas de las zonas áridas y semiáridas del país. Es dominada por pastos rizomatosos y hierbas de tallos rígidos. Las principales especies representadas son *Atripex* spp., *Suaeda* spp., *Frankenia* y *Limonium*, así como en menor proporción *Sesuvium* spp. y *Eragrostis obtusiflora*.

Vegetación secundaria de matorral crasicaule (VsMC)

Cualquier tipo de vegetación secundaria se asocia a la eliminación o alteración de la vegetación primaria debido a diversos factores humanos o naturales. Surge una comunidad vegetal con estructura y composición florística heterogénea. En el caso de la VsMC, es distribuida en pequeñas porciones entre mezclado con el MC. En la región, este tipo de vegetación ha estado expuesta a las actividades antropogénicas de la zona.

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 **53** 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 los tipos de vegetación en el SA.

En la Figura 4. 56 se presenta la distribución de los muestreos realizados en el SA.

CONSULTA PÚBLICA



Figura 4. 56. Sitios de muestreo en el SA

A continuación, en la Tabla 4. 20 se muestra las coordenadas WGS84 UTM de la ubicación de los sitios de muestreo en el SA.

Tabla 4. 20. Coordenadas de sitios de muestreo en el SA

Datum WGS 84 UTM			Datum WGS 84 UTM		
No.	X	Y	No.	X	Y
1	797210	2513689	28	793565	2518159
2	797751	2513388	29	798926	2518580
3	797495	2513202	30	797992	2518944
4	797406	2512898	31	796970	2518630
5	797094	2512904	32	805275	2514253
6	797299	2512598	33	805324	2513919
7	797339	2512330	34	805038	2513721
8	797706	2512162	35	804829	2513928
9	798251	2511900	36	805004	2514324
10	798398	2511959	37	805011	2514942
11	798665	2512245	38	804690	2517019
12	798451	2512507	39	805642	2516576
13	798248	2512514	40	804614	2516556
14	798019	2512646	41	805495	2515373

Datum WGS 84 UTM			Datum WGS 84 UTM		
No.	X	Y	No.	X	Y
15	797919	2512301	42	804680	2507505
16	797994	2512061	43	803448	2507696
17	795399	2514356	44	803475	2507758
18	794363	2514325	45	804277	2507682
19	793600	2515894	46	795434	2509786
20	791672	2516466	47	794099	2509422
21	796399	2516102	48	798177	2511256
22	796255	2514163	49	791555	2515370
23	797491	2515848	50	792282	2514694
24	797223	2517162	51	792312	2515536
25	805054	2513412	52	797103	2517021
26	792169	2518224	53	796982	2516973
27	792702	2515328			

En el Anexo 4.8 se presenta el plano general de sitios de muestreo del SA.

IV. 3.2.1.3.3. Curva de acumulación de especies del Sistema Ambiental

Para conocer la eficacia de los muestreos, así como de los datos de riqueza obtenidos en campo mediante el esfuerzo de muestreo realizado, se efectuaron curvas de acumulación de especies para cada área. Las curvas de acumulación de especies muestran el resultado obtenido de la riqueza verdadera u observada en campo, comparado con las estimaciones de los modelos no paramétricos de Chao1 y ACE, los cuales se ejecutaron mediante el paquete de datos estadísticos EstimateS, (Chao *et al.*, 2005).

La riqueza observada fue de 126 especies de plantas vasculares, la cual alcanza una asíntota definida a partir de los 45 sitios de muestreo.

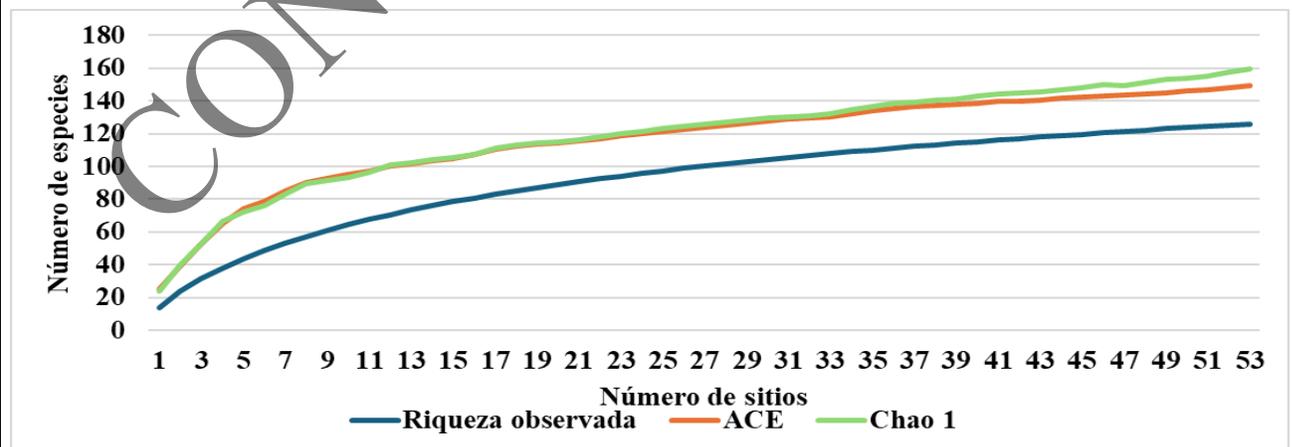


Figura 4. 57. Curva de acumulación de especies observadas y estimadas del SA

Respecto a lo estimado por ACE y Chao 1, entre más sitios agregados al muestreo la estimación de encontrar especies raras aumenta. En cambio, con la riqueza observada se estabiliza a medida que aumentan los sitios de muestreo, definiendo una alta eficiencia en la confiabilidad del muestreo. Demostrando que el total de sitios realizados son suficientes para conocer la riqueza de especies en el SA.

IV. 3.2.1.3.4. Riqueza florística en el Sistema Ambiental

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 126 especies de plantas, distribuidas en 94 géneros y 38 familias. En la siguiente tabla se presenta el listado florístico:

Tabla 4. 21. Listado florístico del Sistema Ambiental

No	Familia	Género	Nombre científico	Autor	Nombre común
1	Aizoaceae	<i>Sesuvium</i>	<i>Sesuvium verrucosum</i>	Raf.	Romerillos
2	Amaranthaceae	<i>Atriplex</i>	<i>Atriplex canescens</i>	(Pursh) Nutt.	Cenizo
3		<i>Dysphania</i>	<i>Dysphania incisa</i>	(Poir.) ined.	Epazote de monte
4		<i>Salsola</i>	<i>Salsola kali</i>	L.	Rodadora
5		<i>Suaeda</i>	<i>Suaeda nigra</i>	(Raf.) J.F. Macbr.	Romerito
6	Anacardiaceae	<i>Rhus</i>	<i>Rhus microphylla</i>	Engelm.	Agrillo
7	Apocynaceae	<i>Asclepias</i>	<i>Asclepias brachystephana</i>	Engelm. ex Torr.	Lechosilla
8			<i>Asclepias linaria</i>	Cav.	Pinillo
9	Asparagaceae	<i>Agave</i>	<i>Agave scabra</i>	Ortega	Maguey áspero
10		<i>Dasyilirion</i>	<i>Dasyilirion acrotrichum</i>	(Schiede) Zucc.	Sotol verde
11		<i>Echeandia</i>	<i>Echeandia flavescens</i>	(Schult. & Schult.f.) Cruden	Coyamol
12		<i>Milla</i>	<i>Milla biflora</i>	Cav.	Estrellita
13		<i>Yucca</i>	<i>Yucca carnerosana</i>	(Trel.) McKelvey	Chochas
14	<i>Yucca filifera</i>		Chabaud	Palma pita	
15	Asphodelaceae	<i>Asphodelus</i>	<i>Asphodelus fistulosus</i>	L.	Cebollín del Mediterráneo
16	Asteraceae	<i>Aphanostephus</i>	<i>Aphanostephus ramosissimus</i>	DC.	Manzanilla cimarrona
17		<i>Brickellia</i>	<i>Brickellia veronicifolia</i>	(Kunth) A. Gray	Peisto
18		<i>Dyssodia</i>	<i>Dyssodia papposa</i>	(Vent.) Hitchc.	Flamenquilla
19		<i>Flourensia</i>	<i>Flourensia cernua</i>	DC.	Hojasen
20		<i>Gymnosperma</i>	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	(Spreng.) Less.	Tatalencho
21		<i>Isocoma</i>	<i>Isocoma veneta</i>	(Kunth) Greene	Falsa damiana

No	Familia	Género	Nombre científico	Autor	Nombre común
22		<i>Parthenium</i>	<i>Parthenium bipinnatifidum</i>	(Ortega) Rollins	Nube cimarrón
23			<i>Parthenium incanum</i>	Kunth	Mariola
24		<i>Piqueria</i>	<i>Piqueria trinervia</i>	Cav.	Altareina
25		<i>Pseudognaphalium</i>	<i>Pseudognaphalium canescens</i>	(DC.) Anderb.	Manzanilla de río
26		<i>Sanvitalia</i>	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Lam.	Ojo de gallo
27		<i>Thymophylla</i>	<i>Thymophylla pentachaeta</i>	(DC.) Small	Limoncillo
28			<i>Thymophylla setifolia</i>	Lag.	Parraleña
29		<i>Trixis</i>	<i>Trixis angustifolia</i>	DC.	Hierba del aire
30		<i>Viguiera</i>	<i>Viguiera dentata</i>	(Cav.) Spreng.	Chamiso
31		<i>Xanthisma</i>	<i>Xanthisma spinulosum</i>	(Pursh) D.R.Morgan & R.L.Hartm.	Margarita espinosa
32		<i>Zaluzania</i>	<i>Zaluzania triloba</i>	(Ortega) Pers.	Hediondilla
33		<i>Zinnia</i>	<i>Zinnia acerosa</i>	(DC.) A. Gray	Hierba del burro
34		Boraginaceae	<i>Nama</i>	<i>Nama hispida</i>	A.Gray
35	Brassicaceae	<i>Eruca</i>	<i>Eruca vesicaria</i>	(L.) Cav.	Arúgula del Mediterráneo
36		<i>Lepidium</i>	<i>Lepidium virginicum</i>	L.	Lentejilla
37		<i>Mostacillastrum</i>	<i>Mostacillastrum versicolor</i>	(Brandege) Al-Shehbaz	s/n
38		<i>Physaria</i>	<i>Physaria fendleri</i>	(A.Gray) O'Kane & Al-Shehbaz	s/n
39	Bromeliaceae	<i>Hechtia</i>	<i>Hechtia podantha</i>	Mez	Córdon
40		<i>Tillandsia</i>	<i>Tillandsia recurvata</i>	(L.) L.	Paixtle
41	Cactaceae	<i>Cochemiea</i>	<i>Cochemiea conoidea</i>	(DC.) P.B.Breslin & Majure	Biznaga cónica
42		<i>Coryphantha</i>	<i>Coryphantha hintoniorum</i>	Dicht & A. Lüthy	Biznaga partida
43			<i>Coryphantha radians</i>	(DC.) Britton & Rose	Biznaga partida de cuernos
44			<i>Cylindropuntia</i>	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	(Haw.) F.M.Knuth
45		<i>Cylindropuntia tunicata</i>		(Lehm.) F.M.Knuth	Abrojo
46		<i>Echinocactus</i>	<i>Echinocactus horizionthalonius</i>	Lem.	Biznaga meloncillo
47		<i>Echinocereus</i>	<i>Echinocereus cinerascens subps. septentrionalis</i>	(N.P.Taylor) N.P.Taylor	s/n
48			<i>Echinocereus pectinatus</i>	(Schiedw.) Engelm.	Alicoche peine
49			<i>Echinocereus stramineus</i>	(Engelm.) F. Seitz	Alicoche sanjuanero
50		<i>Ferocactus</i>	<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	(Muehlenpf.) Britton & Rose	Biznaga barril costillona
51	<i>Ferocactus histrix</i>		(DC.) G.E.Linds.	Biznaga barril de acitrón	
52	<i>Ferocactus latispinus</i>		(Haw.) Britton & Rose	Biznaga ganchuda	

No	Familia	Género	Nombre científico	Autor	Nombre común
53		<i>Grusonia</i>	<i>Grusonia bulbispina</i>	(Engelm.) H. Rob.	Choya perritos
54			<i>Grusonia vilis</i>	(Rose) H.Rbo.	Cholla cardo de Zacatecas
55		<i>Mammillaria</i>	<i>Mammillaria crinita subsp. crinita</i>	DC.	Biznaga de espinas pubescentes
56			<i>Mammillaria crinita subsp. leucantha</i>	(Boed.) D.R.Hunt	s/n
57			<i>Mammillaria magnimamma</i>	Haw.	Biznaga de espina solitaria
58			<i>Mammillaria uncinata</i>	Zucc. ex Pfeiff.	Biznaga ganchuda
59		<i>Opuntia</i>	<i>Opuntia engelmannii</i>	Salm-Dyck ex Engelm.	Nopal cuijo
60			<i>Opuntia leucotricha</i>	DC.	Nopal duraznillo
61			<i>Opuntia microdasys</i>	(Lehm.) Pfeiff.	Nopal cegador
62			<i>Opuntia rastrera</i>	F.A.C.Weber	Nopal rastrero
63			<i>Opuntia robusta</i>	H.L.Wendl. ex Pfeiff.	Nopal camueso
64			<i>Opuntia streptacantha</i>	Lem.	Nopal cardón
65		<i>Stenocactus</i>	<i>Stenocactus phyllacanthus</i>	(Mart.) A. Berger ex A.W. Hill	Biznaga ondulada de espinas planas
66		<i>Thelocactus</i>	<i>Thelocactus hexaedrophorus</i>	(Lem.) Britton & Rose	Biznaga pezón de seis lados
67	Convolvulaceae	<i>Dichondra</i>	<i>Dichondra argentea</i>	Willd.	Hierba oreja de ratón
68		<i>Evolvulus</i>	<i>Evolvulus alsinoides</i>	Kuntze	Pico de pájaro
69		<i>Ipomoea</i>	<i>Ipomoea purpurea</i>	(L.) Roth	Campanilla morada
70	Crassulaceae	<i>Echeveria</i>	<i>Echeveria paniculata</i>	A. Gray	s/n
71	Ephedraceae	<i>Ephedra</i>	<i>Ephedra compacta</i>	Rose	Sanguinaria
72	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>Euphorbia serrula</i>	Engelm.	s/n
73		<i>Jatropha</i>	<i>Jatropha dioica</i>	Sessé	Sangre de drago
74	Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus mollissimus</i>	Torr.	Hierba loca morada
75		<i>Calliandra</i>	<i>Calliandra eriophylla</i>	Benth.	Charrasquillo
76		<i>Dalea</i>	<i>Dalea bicolor</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Engordacabra
77		<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Ortega	Espino
78			<i>Mimosa texana</i>	(A.Gray) Small	Uña de gato
79			<i>Mimosa zygophylla</i>	Benth.	Uña de gato
80		<i>Neltuma</i>	<i>Neltuma laevigata</i>	(Humb. & Bonpl. ex Willd.) Britton & Rose	Mezquite blanco
81		<i>Senna</i>	<i>Senna bauhinioides</i>	(A.Gray) H.S.Irwin & Barneby	s/n
82		<i>Vachellia</i>	<i>Vachellia constricta</i>	(Benth.) Seigler & Ebinger	Chaparro prieto
83			<i>Vachellia schaffneri</i>	(S. Watson) Seigler & Ebinger	Huizache prieto
84	Fouquieriaceae	<i>Fouquieria</i>	<i>Fouquieria splendens</i>	Engelm.	Ocotillo

No	Familia	Género	Nombre científico	Autor	Nombre común
85	Heliotropiaceae	<i>Heliotropium</i>	<i>Heliotropium curassavicum</i>	L.	Hierba de fuego
86	Lamiaceae	<i>Salvia</i>	<i>Salvia ballotiflora</i>	Benth.	Mejorana
87			<i>Salvia sp.</i>	L.	Salvia
88			<i>Salvia tiliifolia</i>	Vahl	Salvia hoja de tilo
89	Loasaceae	<i>Mentzelia</i>	<i>Mentzelia hispida</i>	Willd.	Zazalic
90	Malvaceae	<i>Sida</i>	<i>Sida abutilifolia</i>	Moench ex Steud.	Hierba de la viejita
91	Oleaceae	<i>Forestiera</i>	<i>Forestiera aff. phillyreoides</i>	(Benth.) Torr.	s/n
92	Onagraceae	<i>Oenothera</i>	<i>Forestiera angustifolia</i>	Torr.	Panalero
93	Oxalidaceae	<i>Oxalis</i>	<i>Oenothera lavandulifolia</i>	Torr. & A.Gray	s/n
94	Papaveraceae	<i>Argemone</i>	<i>Oxalis drummondii</i>	A.Gray	s/n
95	Plantaginaceae	<i>Maurandya</i>	<i>Argemone ochroleuca</i>	Sweet	Cardo santo
96		<i>Plantago</i>	<i>Maurandya antirrhiniflora</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Hierba del corazón
97		<i>Aristida</i>	<i>Plantago nivea</i>	Kunth	Pastora
98	<i>Aristida adscensionis</i>		L.	s/n	
99	<i>Aristida divaricata</i>		Humb. & Bonpl. ex Willd.	Tres barbas abierto	
100	Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>Bouteloua gracilis</i>	Lag. ex Steud.	Navajita
101			<i>Bouteloua hirsuta</i>	Lag.	Gramma
102		<i>Cenchrus</i>	<i>Cenchrus ciliaris</i>	L.	Pasto buffel
103		<i>Chloris</i>	<i>Chloris virgata</i>	Sw.	Barbas de indio
104		<i>Distichlis</i>	<i>Distichlis spicata</i>	(L.) Greene	Huizapol
105		<i>Eragrostis</i>	<i>Eragrostis intermedia</i>	Hitchc.	Zacate llanero
106			<i>Eragrostis mexicana</i>	(Hornem.) Link	Zacate de agua
107			<i>Eragrostis pilosa</i>	(L.) P.Beauv.	Amorseco piloso
108		<i>Erioneuron</i>	<i>Erioneuron pulchellum</i>	(Kunth) Tateoka	Pasto borreguero
109		<i>Microchloa</i>	<i>Microchloa kunthii</i>	Desv.	s/n
110	Polemoniaceae	<i>Loeselia</i>	<i>Loeselia caerulea</i>	(Cav.) G. Don	Jarillo
111	Polygalaceae	<i>Hebecarpa</i>	<i>Hebecarpa barbeyana</i>	(Chodat) J.R.Abbott	s/n
112	Portulacaceae	<i>Portulaca</i>	<i>Portulaca halimoides</i>	L.	s/n
113			<i>Portulaca oleracea</i>	L.	Verdolaga

No	Familia	Género	Nombre científico	Autor	Nombre común
114	Pteridaceae	<i>Astrolepis</i>	<i>Astrolepis sinuata</i>	(Lag. ex Sw.) D.M.Benham & Windham	Doradilla ondulada
115	Rhamnaceae	<i>Ceanothus</i>	<i>Ceanothus greggii</i>	A. Gray	Palo de zorrillo
116	Rubiaceae	<i>Bouvardia</i>	<i>Bouvardia ternifolia</i>	(Cav.) Schltld.	Trompetilla colorada
117	Scrophulariaceae	<i>Buddleja</i>	<i>Buddleja marrubiiifolia</i>	Benth.	Azafrán
118			<i>Buddleja scordioides</i>	Kunth	Escobilla
119	Solanaceae	<i>Chamaesaracha</i>	<i>Chamaesaracha coronopus</i>	(Dunal) A-Gray	s/n
120		<i>Lycium</i>	<i>Lycium berlandieri</i>	Dunal	Cilindrillo
121		<i>Solanum</i>	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Willd. ex Steud.	Pera
122			<i>Solanum rostratum</i>	Dunal	Ayohuiztle
123	Talinaceae	<i>Talinum</i>	<i>Talinum caffrum</i>	(Thunb.) Eckl. & Zeyh.	s/n
124	Verbenaceae	<i>Aloysia</i>	<i>Aloysia gratissima</i>	(Gillies & Hook.) Tronc.	Vara dulce
125	Zygophyllaceae	<i>Larrea</i>	<i>Larrea tridentata</i>	(DC.) Coville	Gobernadora
126		<i>Tribulus</i>	<i>Tribulus terrestris</i>	Muhl.	Abrojo de flor amarilla

Se registra en el SA la presencia de 38 familias de plantas. La mejor representada es Cactaceae con 26 especies, seguido de Asteraceae con 18 especies y Poaceae con 13 especies, respectivamente. Los grupos de planta mejor representados son característicos de los diversos tipos de vegetación presentes en esta región.

IV. 3.2.1.3.5. Especies catalogadas bajo protección en la NOM-059 y de importancia para su conservación en el Sistema Ambiental

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 cuatro especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la Tabla 4. 22 se enlistan las especies:

Tabla 4. 22. Listado florístico de especies catalogadas bajo protección en la NOM-059 del SA

No.	Familia	Especie	Autor	Nombre común	Categoría	Distribución
1	Asparagaceae	<i>Dasyllirion acrotrichum</i>	(Schiede) Zucc.	Sotol verde	A	Endémica
2	Cactaceae	<i>Ferocactus histrix</i>	(DC.) G.E.Linds.	Biznaga barril de acitrón	Pr	Endémica
3		<i>Mammillaria crinita</i> subsp. <i>crinita</i>	DC.	Biznaga de espinas pubescentes	Pr	Endémica
4		<i>Mammillaria crinita</i> subsp. <i>leucatha</i>	(Boed.) D.R.Hunt	s/n	P	Endémica

IV. 3.2.1.3.6. Estructura de la vegetación dentro del Sistema Ambiental

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.

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:

Matorral crasicaule (MC)

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 MC del SA.

Tabla 4. 23. 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 (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	340.00	272.00	42.77	651.90	52.16	18.00	26.87	121.80
2	<i>Vachellia constricta</i>	Chaparro prieto	380.00	304.00	47.80	460.40	36.84	21.00	31.34	115.98

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
3	<i>Neltuma laevigata</i>	Mezquite blanco	52.00	41.60	6.54	101.00	8.08	16.00	23.88	38.50
4	<i>Yucca filifera</i>	Palma pita	12.00	9.60	1.51	13.40	1.07	6.00	8.96	11.54
5	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache prieto	10.00	8.00	1.26	22.30	1.78	5.00	7.46	10.50
6	<i>Yucca carnerosana</i>	Chochas	1.00	0.80	0.13	0.70	0.06	1.00	1.49	1.67
Total			795	636.00	100.00	1249.70	100.00	67.00	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 MC del SA.

Tabla 4. 24. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbustivo presente en el MC del SA

N o.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	3487.00	2789.60	40.78	1159.35	27.76	23.00	9.31	77.85
2	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Espino	1853.00	1482.40	21.67	1364.70	32.68	19.00	7.69	62.04
3	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenche	246.00	196.80	2.88	168.10	4.03	21.00	8.50	15.40
4	<i>Aloysia gratissima</i>	Vara dulce	169.00	135.20	1.98	329.10	7.88	7.00	2.83	12.69
5	<i>Dalea bicolor</i>	Engordacabra	284.00	227.20	3.32	179.00	4.29	9.00	3.64	11.25
6	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	184.00	147.20	2.15	139.90	3.35	14.00	5.67	11.17
7	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal cujo	169.00	135.20	1.98	88.60	2.12	16.00	6.48	10.58
8	<i>Astrolepis sinuata</i>	Doradilla ondulada	282.00	225.60	3.30	140.60	3.37	6.00	2.43	9.09
9	<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo	78.00	62.40	0.91	109.95	2.63	13.00	5.26	8.81
10	<i>Tillandsia recurvata</i>	Paixtle	468.00	374.40	5.47	25.80	0.62	4.00	1.62	7.71
11	<i>Mimosa texana</i>	Uña de gato	148.00	118.40	1.73	112.20	2.69	4.00	1.62	6.04
12	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga de espina solitaria	67.00	53.60	0.78	10.22	0.24	12.00	4.86	5.89
13	<i>Hechtia podantha</i>	Córdon	273.00	218.40	3.19	92.10	2.21	1.00	0.40	5.80
14	<i>Calliandra eriophylla</i>	Charrasquillo	144.00	115.20	1.68	54.60	1.31	4.00	1.62	4.61
15	<i>Cylindropuntia tunicata</i>	Abrojo	77.00	61.60	0.90	11.80	0.28	7.00	2.83	4.02
16	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal camueso	26.00	20.80	0.30	30.20	0.72	5.00	2.02	3.05
17	<i>Mimosa zygophylla</i>	Uña de gato	45.00	36.00	0.53	34.40	0.82	4.00	1.62	2.97
18	<i>Ferocactus histrix</i>	Biznaga barril de acitrón	16.00	12.80	0.19	6.82	0.16	6.00	2.43	2.78

N.º	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
19	<i>Ferocactus latispinus</i>	Biznaga ganchuda	19.00	15.20	0.22	3.30	0.08	6.00	2.43	2.73
20	<i>Buddleja scordioides</i>	Escobilla	40.00	32.00	0.47	19.00	0.45	4.00	1.62	2.54
21	<i>Echinocereus pectinatus</i>	Alicoche peine	20.00	16.00	0.23	1.78	0.04	5.00	2.02	2.30
22	<i>Mammillaria uncinata</i>	Biznaga ganchuda	75.00	60.00	0.88	5.89	0.14	3.00	1.21	2.23
23	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla colorada	28.00	22.40	0.33	8.30	0.20	4.00	1.62	2.15
24	<i>Coryphantha radians</i>	Biznaga partida de cuernos	25.00	20.00	0.29	1.11	0.03	4.00	1.62	1.94
25	<i>Trixis angustifolia</i>	Hierba del aire	14.00	11.20	0.16	4.10	0.10	4.00	1.62	1.88
26	<i>Grusonia bulbispina</i>	Choya perritos	35.00	28.00	0.41	2.75	0.07	3.00	1.21	1.69
27	<i>Mammillaria crinita subsp. crinita</i>	Biznaga de espinas pubescentes	29.00	23.20	0.34	0.98	0.02	3.00	1.21	1.58
28	<i>Thelocactus hexaedrophorus</i>	Biznaga pezón de seis lados	45.00	36.00	0.53	5.27	0.13	2.00	0.81	1.46
29	<i>Stenocactus phyllacanthus</i>	Biznaga ondulada de espinas planas	40.00	32.00	0.47	3.21	0.08	2.00	0.81	1.35
30	<i>Agave scabra</i>	Maguey áspero	5.00	4.00	0.06	2.60	0.06	3.00	1.21	1.34
31	<i>Coryphantha hintoniolum</i>	Biznaga partida	5.00	4.00	0.06	0.16	0.00	3.00	1.21	1.28
32	<i>Rhus microphylla</i>	Agrillo	5.00	4.00	0.06	8.30	0.20	2.00	0.81	1.07
33	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	4.00	3.20	0.05	6.20	0.15	2.00	0.81	1.00
34	<i>Salvia ballotiflora</i>	Mejorana	5.00	4.00	0.06	4.60	0.11	2.00	0.81	0.98
35	<i>Echinocereus cinerascens subsp. Septentrionalis</i>	s/n	7.00	5.60	0.08	3.00	0.07	2.00	0.81	0.96
36	<i>Opuntia microdasys</i>	Nopal cegador	7.00	5.60	0.08	2.90	0.07	2.00	0.81	0.96
37	<i>Asclepias linaria</i>	Pinillo	6.00	4.80	0.07	3.10	0.07	2.00	0.81	0.95
38	<i>Mammillaria crinita subsp. leucantha</i>	s/n	31.00	24.80	0.36	1.23	0.03	1.00	0.40	0.80
39	<i>Atriplex canescens</i>	Cenizo	10.00	8.00	0.12	7.00	0.17	1.00	0.40	0.69
40	<i>Salvia tiliifolia</i>	Salvia hoja de tilo	20.00	16.00	0.23	2.00	0.05	1.00	0.40	0.69
41	<i>Salvia subincisa</i>	s/n	15.00	12.00	0.18	3.00	0.07	1.00	0.40	0.65
42	<i>Grusonia vilis</i>	Cholla cardo de Zacatecas	14.00	11.20	0.16	1.40	0.03	1.00	0.40	0.60
43	<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	3.00	2.40	0.04	6.30	0.15	1.00	0.40	0.59
44	<i>Lycium berlandieri</i>	Cilindrillo	3.00	2.40	0.04	3.60	0.09	1.00	0.40	0.53
45	<i>Dasyllirion acrotrichum</i>	Sotol verde	4.00	3.20	0.05	2.60	0.06	1.00	0.40	0.51
46	<i>Cochemia conoidea</i>	Biznaga cónica	7.00	5.60	0.08	0.35	0.01	1.00	0.40	0.50
47	<i>Asclepias brachystephana</i>	Lechosilla	6.00	4.80	0.07	0.60	0.01	1.00	0.40	0.49
48	<i>Thymophylla pentachaeta</i>	Limoncillo	3.00	2.40	0.04	1.80	0.04	1.00	0.40	0.48
49	<i>Parthenium incanum</i>	Mariola	2.00	1.60	0.02	1.50	0.04	1.00	0.40	0.46
50	<i>Isocoma veneta</i>	Falsa damiana	1.00	0.80	0.01	0.70	0.02	1.00	0.40	0.43
51	<i>Echinocactus horizontalonius</i>	Biznaga meloncillo	2.00	1.60	0.02	0.20	0.00	1.00	0.40	0.43
Total			8551	6840.80	100.00	4176.27	100.00	247.00	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 MC en el SA.

Tabla 4. 25. 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 (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Aristida divaricata</i>	Tres barbas abierto	745.00	2980.00	12.06	269.90	20.85	13.00	10.92	43.84
2	<i>Erioneuron pulchellum</i>	Pasto borreguero	853.00	3412.00	13.81	85.30	6.59	8.00	6.72	27.13
3	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	529.00	2116.00	8.57	48.70	3.76	8.00	6.72	19.05
4	<i>Aristida adscensionis</i>	s/n	287.00	1148.00	4.65	100.20	7.74	3.00	2.52	14.91
5	<i>Eragrostis intermedia</i>	Zacate llanero	259.00	1036.00	4.19	87.80	6.78	3.00	2.52	13.50
6	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Pasto buffel	217.00	868.00	3.51	76.80	5.93	4.00	3.36	12.81
7	<i>Loeselia caerulea</i>	Jarillo	342.00	1368.00	5.54	16.18	1.25	7.00	5.88	12.67
8	<i>Bouteloua hirsuta</i>	Gramma	213.00	852.00	3.45	85.20	6.58	1.00	0.84	10.87
9	<i>Bouteloua gracilis</i>	Navajita	410.00	1640.00	6.64	41.00	3.17	1.00	0.84	10.65
10	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Pera	199.00	796.00	3.22	22.40	1.73	5.00	4.20	9.15
11	<i>Dichondra argentea</i>	Hierba oreja de ratón	140.00	560.00	2.27	29.20	2.26	5.00	4.20	8.72
12	<i>Mentzelia hispida</i>	Zazalic	150.00	600.00	2.43	39.00	3.01	3.00	2.52	7.96
13	<i>Piqueria trinervia</i>	Altareina	122.00	488.00	1.98	48.80	3.77	1.00	0.84	6.59
14	<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanilla morada	72.00	288.00	1.17	34.80	2.69	3.00	2.52	6.38
15	<i>Eragrostis pilosa</i>	Amorseco piloso	140.00	560.00	2.27	28.00	2.16	2.00	1.68	6.11
16	<i>Dysphania incisa</i>	Epazote de monte	117.00	468.00	1.89	16.40	1.27	3.00	2.52	5.68
17	<i>Zaluzania triloba</i>	Hediondilla	80.00	320.00	1.30	34.40	2.66	2.00	1.68	5.63
18	<i>Asphodelus fistulosus</i>	Cebollín del Mediterráneo	87.00	348.00	1.41	43.50	3.36	1.00	0.84	5.61
19	<i>Microchloa kunthii</i>	s/n	105.00	420.00	1.70	18.50	1.43	2.00	1.68	4.81
20	<i>Oxalis drummondii</i>	s/n	98.00	392.00	1.59	8.15	0.63	3.00	2.52	4.74
21	<i>Sida abutilifolia</i>	Hierba de la viejita	50.00	200.00	0.81	10.00	0.77	3.00	2.52	4.10
22	<i>Euphorbia serrula</i>	s/n	65.00	260.00	1.05	6.50	0.50	3.00	2.52	4.08
23	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Ojo de gallo	90.00	360.00	1.46	11.00	0.85	2.00	1.68	3.99
24	<i>Parthenium bipinnatifidum</i>	Nube cimarrón	54.00	216.00	0.87	17.40	1.34	2.00	1.68	3.90
25	<i>Argemone ochroleuca</i>	Cardo santo	46.00	184.00	0.74	17.20	1.33	2.00	1.68	3.75
26	<i>Physaria fendleri</i>	s/n	39.00	156.00	0.63	6.60	0.51	3.00	2.52	3.66
27	<i>Portulaca halimoides</i>	s/n	40.00	160.00	0.65	13.00	1.00	2.00	1.68	3.33
28	<i>Evolvulus alsinoides</i>	Pico de pájaro	35.00	140.00	0.57	7.00	0.54	2.00	1.68	2.79
29	<i>Dyssodia papposa</i>	Flamenquilla	80.00	320.00	1.30	8.00	0.62	1.00	0.84	2.75
30	<i>Zinnia acerosa</i>	Zinia del desierto	73.00	292.00	1.18	7.30	0.56	1.00	0.84	2.59

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
31	<i>Xanthisma spinulosum</i>	Margarita espinosa	26.00	104.00	0.42	3.20	0.25	2.00	1.68	2.35
32	<i>Solanum rostratum</i>	Ayohuiztle	57.00	228.00	0.92	5.70	0.44	1.00	0.84	2.20
33	<i>Chloris virgata</i>	Barbas de indio	53.00	212.00	0.86	5.30	0.41	1.00	0.84	2.11
34	<i>Chamaesaracha coronopus</i>	s/n	32.00	128.00	0.52	9.60	0.74	1.00	0.84	2.10
35	<i>Mostacillastrum versicolor</i>	s/n	17.00	68.00	0.28	1.70	0.13	2.00	1.68	2.09
36	<i>Plantago nivea</i>	Pastora	50.00	200.00	0.81	5.00	0.39	1.00	0.84	2.04
37	<i>Salsola kali</i>	Rodadora	32.00	128.00	0.52	3.20	0.25	1.00	0.84	1.61
38	<i>Pseudognaphalium canescens</i>	Manzanilla de río	25.00	100.00	0.40	2.50	0.19	1.00	0.84	1.44
39	<i>Echeandia flavescens</i>	Coyamol	18.00	72.00	0.29	3.60	0.28	1.00	0.84	1.41
40	<i>Oenothera lavandulifolia</i>	S/N	22.00	88.00	0.36	2.20	0.17	1.00	0.84	1.37
41	<i>Aphanostephus ramosissimus</i>	Manzanilla cimarrona	20.00	80.00	0.32	2.00	0.15	1.00	0.84	1.32
42	<i>Eruca vesicaria</i>	Arúgula del Mediterráneo	20.00	80.00	0.32	2.00	0.15	1.00	0.84	1.32
43	<i>Senna bauhinioides</i>	s/n	15.00	60.00	0.24	3.00	0.23	1.00	0.84	1.32
44	<i>Hebecarpa barbeyana</i>	s/n	15.00	60.00	0.24	1.50	0.12	1.00	0.84	1.20
45	<i>Tribulus terrestris</i>	Abrojo de flor amarilla	15.00	60.00	0.24	1.50	0.12	1.00	0.84	1.20
46	<i>Nama hispida</i>	Campanitas de arena	12.00	48.00	0.19	1.20	0.09	1.00	0.84	1.13
47	<i>Milla biflora</i>	Estrellita	6.00	24.00	0.10	1.20	0.09	1.00	0.84	1.03
48	<i>Talinum caffrum</i>	s/n	4.00	16.00	0.06	1.60	0.12	1.00	0.84	1.03
Total			6176	24704.00	100.00	1294.23	100.00	119.00	100.00	300.00

N= Individuos del muestreo total, n= Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa

Las especies arbóreas mejor representadas para el MC son *Opuntia streptacantha* y *Vachellia constricta*, que comúnmente conforman este tipo de vegetación en gran parte de su extensión. En cuestión a las especies arbustivas, las mejor representadas son *Jatropha dioica* y *Mimosa aculeaticarpa*. Para finalizar, en el estrato herbáceo las especies mejor representados son *Aristida divaricata* y *Erioneuron pulchellum*, que se consideran especies invasoras, debido a que son inducidas por la actividad humana dentro de la zona. Se considera que presenta un grado de disturbio debido a la presencia de especies invasoras dentro del estrato herbáceo.

Matorral desértico micrófilo (MDM)

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 MDM del SA.

Tabla 4. 26. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el MDM del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Neltuma laevigata</i>	Mezquite blanco	7.00	14.00	38.89	14.00	42.94	4.00	57.14	139.00
2	<i>Yucca filifera</i>	Palma pita	8.00	16.00	44.44	12.20	37.42	2.00	28.57	110.40
3	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	3.00	6.00	16.67	6.40	19.63	1.00	14.29	50.58
Total			18	36.00	100.00	32.60	100.00	7.00	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 MDM del SA.

Tabla 4. 27. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbustivo presente en el MDM del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Espino	682.00	1364.00	20.31	475.00	24.27	10.00	7.58	52.15
2	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	905.00	1810.00	26.95	265.54	13.57	10.00	7.58	48.09
3	<i>Calliandra eriophylla</i>	Charrasquillo	413.00	826.00	12.30	202.60	10.35	9.00	6.82	29.47
4	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	215.00	430.00	6.40	271.80	13.89	8.00	6.06	26.35
5	<i>Dalea bicolor</i>	Engordacabra	273.00	546.00	8.13	150.50	7.69	5.00	3.79	19.61
6	<i>Vachellia constricta</i>	Chaparro prieto	105.00	210.00	3.13	116.20	5.94	9.00	6.82	15.88
7	<i>Flourensia cernua</i>	Hojasen	156.00	312.00	4.65	122.40	6.25	2.00	1.52	12.41
8	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenchi	77.00	154.00	2.29	44.40	2.27	9.00	6.82	11.38
9	<i>Salvia ballotiflora</i>	Mejorana	104.00	208.00	3.10	64.20	3.28	6.00	4.55	10.92
10	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	30.00	60.00	0.89	27.80	1.42	7.00	5.30	7.62
11	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	63.00	126.00	1.88	33.50	1.71	5.00	3.79	7.38
12	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal cuijo	41.00	82.00	1.22	25.85	1.32	6.00	4.55	7.09
13	<i>Ephedra compacta</i>	Sanguinaria	67.00	134.00	2.00	5.40	0.28	3.00	2.27	4.54

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
14	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	13.00	26.00	0.39	20.50	1.05	4.00	3.03	4.46
15	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga de espina solitaria	18.00	36.00	0.54	2.74	0.14	5.00	3.79	4.46
16	<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo	13.00	26.00	0.39	18.20	0.93	4.00	3.03	4.35
17	<i>Aloysia gratissima</i>	Vara dulce	26.00	52.00	0.77	39.20	2.00	2.00	1.52	4.29
18	<i>Opuntia microdasys</i>	Nopal cegador	26.00	52.00	0.77	14.20	0.73	3.00	2.27	3.77
19	<i>Astrolepis sinuata</i>	Doradilla ondulada	42.00	84.00	1.25	16.30	0.83	2.00	1.52	3.60
20	<i>Parthenium incanum</i>	Mariola	28.00	56.00	0.83	14.10	0.72	2.00	1.52	3.07
21	<i>Cylindropuntia tunicata</i>	Abrojo	10.00	20.00	0.30	2.20	0.11	3.00	2.27	2.68
22	<i>Rhus microphylla</i>	Agrillo	10.00	20.00	0.30	11.80	0.60	2.00	1.52	2.42
23	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Peisto	6.00	12.00	0.18	3.30	0.17	2.00	1.52	1.86
24	<i>Echinocactus horzonthalonius</i>	Biznaga meloncillo	5.00	10.00	0.15	0.50	0.03	2.00	1.52	1.69
25	<i>Echinocereus pectinatus</i>	Alicoche peine	3.00	6.00	0.09	0.20	0.01	2.00	1.52	1.61
26	<i>Dyssodia papposa</i>	Flamenquilla	10.00	20.00	0.30	1.00	0.05	1.00	0.76	1.11
27	<i>Agave scabra</i>	Magüey áspero	2.00	4.00	0.06	1.80	0.09	1.00	0.76	0.91
28	<i>Grusonia bulbispina</i>	Choya perritos	4.00	8.00	0.12	0.40	0.02	1.00	0.76	0.90
29	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache chino	1.00	2.00	0.03	1.90	0.10	1.00	0.76	0.88
30	<i>Buddleja scordioides</i>	Escobilla	2.00	4.00	0.06	1.00	0.05	1.00	0.76	0.87
31	<i>Trixis angustifolia</i>	Hierba del aire	2.00	4.00	0.06	1.00	0.05	1.00	0.76	0.87
32	<i>Forestiera aff. phillyreoides</i>	s/n	1.00	2.00	0.03	1.20	0.06	1.00	0.76	0.85
33	<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	Biznaga barril costillona	2.00	4.00	0.06	0.30	0.02	1.00	0.76	0.83
34	<i>Echeveria paniculata</i>	S/N	2.00	4.00	0.06	0.10	0.01	1.00	0.76	0.82
35	<i>Ferocactus histrix</i>	Biznaga barril de acitrón	1.00	2.00	0.03	0.12	0.01	1.00	0.76	0.79
Total			3358	6716.00	100.00	1957.25	100.00	132.00	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 MDM en el SA.

Tabla 4. 28. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato herbáceo presente en el MDM del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Aristida divaricata</i>	Tres barbas abierto	335.00	3350.00	20.24	194.60	42.92	5.00	15.63	78.79
2	<i>Loeselia caerulea</i>	Jarillo	318.00	3180.00	19.21	22.60	4.99	7.00	21.88	46.07
3	<i>Erioneuron pulchellum</i>	Pasto borreguero	273.00	2730.00	16.50	23.30	5.14	4.00	12.50	34.13

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
4	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	127.00	1270.00	7.67	18.15	4.00	6.00	18.75	30.43
5	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Pasto buffel	168.00	1680.00	10.15	59.10	13.04	2.00	6.25	29.44
6	<i>Eragrostis intermedia</i>	Zacate llanero	190.00	1900.00	11.48	27.20	6.00	2.00	6.25	23.73
7	<i>Aristida adscensionis</i>	s/n	62.00	620.00	3.75	30.70	6.77	2.00	6.25	16.77
8	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	60.00	600.00	3.63	30.00	6.62	1.00	3.13	13.37
9	<i>Mentzelia hispida</i>	Zazálic	60.00	600.00	3.63	24.00	5.29	1.00	3.13	12.04
10	<i>Bouteloua gracilis</i>	Navajita	45.00	450.00	2.72	13.50	2.98	1.00	3.13	8.82
11	<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanilla morada	17.00	170.00	1.03	10.20	2.25	1.00	3.13	6.40
Total			1655	16550.00	100.00	453.35	100.00	32.00	100.00	300.00

N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa

A pesar de que las especies que comúnmente presentan mayor dominancia en el matorral desértico micrófilo están las partes superiores de las tablas, como *Larrea tridentata* y *Flourensia cernua*, estas no obtuvieron los valores más altos de IVI. Se enlistan además especies que normalmente representan otros tipos de vegetación comúnmente asociados al MDM. Derivado de lo anterior, se asume que el comportamiento ecológico para este tipo de vegetación no es estable y posiblemente se encuentra en fase de sucesión o ecotonía con otro tipo de vegetación.

Mezquital xerófilo (MKX)

Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos e I.V.I. en el estrato arbóreo del tipo de vegetación MKX en el SA.

Tabla 4. 29. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el MKX del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Neltuma laevigata</i>	Mezquite blanco	7.00	14.00	38.89	14.00	42.94	4.00	57.14	139
2	<i>Yucca filifera</i>	Palma pita	8.00	16.00	44.44	12.20	37.42	2.00	28.57	110.4
3	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	3.00	6.00	16.67	6.40	19.63	1.00	14.29	50.58
Total			18	36.00	100.00	32.60	100.00	7.00	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 MC del SA.

Tabla 4. 30. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbustivo presente en el MKX del SA

No	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Espino	682.00	1240.00	20.31	475.00	24.27	2.00	1.52	46.09
2	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	905.00	1645.45	26.95	265.54	13.57	3.00	2.27	42.79
3	<i>Calliandra eriophylla</i>	Charrasquillo	413.00	750.91	12.30	202.60	10.35	2.00	1.52	24.17
4	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	215.00	390.91	6.40	271.80	13.89	2.00	1.52	21.80
5	<i>Dalea bicolor</i>	Engordacabra	273.00	496.36	8.13	150.50	7.69	7.00	5.30	21.12
6	<i>Flourensia cernua</i>	Hojasen	156.00	283.64	4.65	122.40	6.25	3.00	2.27	13.17
7	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenche	77.00	140.00	2.29	44.40	2.27	9.00	6.82	11.38
8	<i>Aloysia gratissima</i>	Vara dulce	26.00	47.27	0.77	39.20	2.00	10.00	7.58	10.35
9	<i>Vachellia constricta</i>	Chaparro prieto	105.00	190.91	3.13	116.20	5.94	1.00	0.76	9.82
10	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	63.00	114.55	1.88	33.50	1.71	8.00	6.06	9.65
11	<i>Astrolepis sinuata</i>	Doradilla ondulada	42.00	76.36	1.25	16.30	0.83	9.00	6.82	8.90
12	<i>Agave scabra</i>	Maguey áspero	2.00	3.64	0.06	1.80	0.09	10.00	7.58	7.73
13	<i>Salvia ballotiflora</i>	Mejorana	104.00	189.09	3.10	64.20	3.28	1.00	0.76	7.13
14	<i>Buddleja scordioides</i>	Escobilla	2.00	3.64	0.06	1.00	0.05	9.00	6.82	6.93
15	<i>Ephedra compacta</i>	Sanguinaria	67.00	121.82	2.00	5.40	0.28	5.00	3.79	6.06
16	<i>Cylindropuntia tunicata</i>	Abrojo	10.00	18.18	0.30	2.20	0.11	6.00	4.55	4.96
17	<i>Echeveria paniculata</i>	S/N	2.00	3.64	0.06	0.10	0.01	6.00	4.55	4.61
18	<i>Dyssodia papposa</i>	Flamenquilla	10.00	18.18	0.30	1.00	0.05	5.00	3.79	4.14
19	<i>Brickellia verometifolia</i>	Peisto	6.00	10.91	0.18	3.30	0.17	5.00	3.79	4.14
20	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal cuijo	41.00	74.55	1.22	25.85	1.32	2.00	1.52	4.06
21	<i>Echinocereus pectinatus</i>	Alicoche peine	3.00	5.45	0.09	0.20	0.01	4.00	3.03	3.13
22	<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	Bizanga barril costillona	2.00	3.64	0.06	0.30	0.02	4.00	3.03	3.11
23	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	30.00	54.55	0.89	27.80	1.42	1.00	0.76	3.07
24	<i>Echinocactus horizontalonius</i>	Biznaga meloncillo	5.00	9.09	0.15	0.50	0.03	3.00	2.27	2.45
25	<i>Parthenium incanum</i>	Mariola	28.00	50.91	0.83	14.10	0.72	1.00	0.76	2.31
26	<i>Opuntia microdasys</i>	Nopal cegador	26.00	47.27	0.77	14.20	0.73	1.00	0.76	2.26
27	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	13.00	23.64	0.39	20.50	1.05	1.00	0.76	2.19
28	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga de espina solitaria	18.00	32.73	0.54	2.74	0.14	2.00	1.52	2.19
29	<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo	13.00	23.64	0.39	18.20	0.93	1.00	0.76	2.07

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
30	<i>Rhus microphylla</i>	Agrillo	10.00	18.18	0.30	11.80	0.60	1.00	0.76	1.66
31	<i>Grusonia bulbispina</i>	Choya perritos	4.00	7.27	0.12	0.40	0.02	2.00	1.52	1.65
32	<i>Forestiera aff. phillyreoides</i>	s/n	1.00	1.82	0.03	1.20	0.06	2.00	1.52	1.61
33	<i>Ferocactus histrix</i>	Biznaga barril de acitrón	1.00	1.82	0.03	0.12	0.01	2.00	1.52	1.55
34	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache chino	1.00	1.82	0.03	1.90	0.10	1.00	0.76	0.88
35	<i>Trixis angustifolia</i>	Hierba del aire	2.00	3.64	0.06	1.00	0.05	1.00	0.76	0.87
Total			3358	6105.45	100.00	1957.25	100.00	132.00	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 MKX en el SA.

Tabla 4. 31. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato herbáceo presente en el MKX del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Aristida divaricata</i>	Tres barbas abierto	335.00	3045.45	20.24	194.60	42.92	5.00	15.63	78.79
2	<i>Loeselia caerulea</i>	Jarillo	318.00	2890.91	19.21	22.60	4.99	7.00	21.88	46.07
3	<i>Erioneuron pulchellum</i>	Pasto borreguero	273.00	2481.82	16.50	23.30	5.14	4.00	12.50	34.13
4	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	127.00	1154.55	7.67	18.15	4.00	6.00	18.75	30.43
5	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Pasto buffel	168.00	1527.27	10.15	59.10	13.04	2.00	6.25	29.44
6	<i>Eragrostis intermedia</i>	Zacate llanero	190.00	1727.27	11.48	27.20	6.00	2.00	6.25	23.73
7	<i>Aristida adscensionis</i>	s/n	62.00	563.64	3.75	30.70	6.77	2.00	6.25	16.77
8	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	60.00	545.45	3.63	30.00	6.62	1.00	3.13	13.37
9	<i>Mentzelia hispida</i>	Zazálic	60.00	545.45	3.63	24.00	5.29	1.00	3.13	12.04
10	<i>Bouteloua gracilis</i>	Navajita	45.00	409.09	2.72	13.50	2.98	1.00	3.13	8.82
11	<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanilla morada	17.00	154.55	1.03	10.20	2.25	1.00	3.13	6.40
Total			1655	15045.45	100.00	453.35	100.00	32.00	100.00	300.00

N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa

El estrato arbóreo para este tipo de vegetación muestra representantes propios con los valores más altos del IVI. *Neltuma laevigata* es dominante sobre las otras especies. El estrato herbáceo muestra alta representatividad que, aunque en ocasiones es indicador de disturbio, esto es común para este tipo de vegetación (Rzedowski, 2006). Se considera estable la composición para esta vegetación.

Vegetación halófila (VH)

Estrato arbóreo

No se registran individuos arbóreos para este tipo de vegetación.

Estrato arbustivo

No se registran individuos arbustivos para este tipo de vegetación.

Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos e I.V.I en el estrato herbáceo del tipo del VH en el SA.

Tabla 4. 32. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato herbáceo presente en el VH del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Distichlis spicata</i>	Huizapol	2053.00	29328.57	39.12	205.30	46.90	6.00	20.69	106.71
2	<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga	832.00	11885.71	15.85	59.53	13.60	5.00	17.24	46.69
3	<i>Heliotropium curassavicum</i>	Hierba de fuego	541.00	7728.57	10.31	46.46	10.61	4.00	13.79	34.71
4	<i>Xanthisma spinulosum</i>	s/n	312.00	4457.14	5.95	21.10	4.82	3.00	10.34	21.11
5	<i>Suaeda nigra</i>	Romerito	290.00	4142.86	5.53	21.87	5.00	3.00	10.34	20.87
6	<i>Eragrostis mexicana</i>	Zacate de agua	550.00	7857.14	10.48	27.50	6.28	1.00	3.45	20.21
7	<i>Maurandya antirrhiniflora</i>	Hierba del corazón	264.00	3771.43	5.03	20.14	4.60	2.00	6.90	16.53
8	<i>Thymophylla pentachaeta</i>	Limoncillo	194.00	2771.43	3.70	21.10	4.82	2.00	6.90	15.41
9	<i>Sesuvium verrucosum</i>	Romerillos	168.00	2400.00	3.20	9.16	2.09	1.00	3.45	8.74
10	<i>Evolvulus alsinoides</i>	Pico de pájaro	32.00	457.14	0.61	3.20	0.73	1.00	3.45	4.79
11	<i>Astragalus mollissimus</i>	Hierba loca morada	12.00	171.43	0.23	2.40	0.55	1.00	3.45	4.23
Total			5248	74971.43	100.00	437.76	100.00	29.00	100.00	300.00

N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa

No se registraron representantes de los estratos arbóreo y arbustivo. Las plantas de hábito herbáceo son propias para este tipo de vegetación (Rzedowski, 2006). Muchas de ellas son de distribución cosmopolita (INEGI, 2018). Se asume que el comportamiento ecológico es estable.

Vegetación secundaria (Vs)

La condición secundaria de una vegetación es dada por el nivel de disturbio que se observa en su composición y estructura. Por ello, en el presente documento se caracterizó como parte de su vegetación clímax, es decir, se incorporó al Matorral crasicaule y Matorral desértico micrófilo. Así,

la caracterización de los tipos de vegetación reflejará el estado del ecosistema y se definirá si su condición es primaria o secundaria.

IV. 3.2.1.3.7. Diversidad de la vegetación en el Sistema Ambiental

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 MC 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. 33. 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)	6	Riqueza (S)	51	Riqueza (S)	48
H Calculada	1.02	H Calculada	2.22	H Calculada	3.23
H max = Ln S	1.79	H max = Ln S	3.93	H max = Ln S	3.87
Equidad = H/Hmax	0.57	Equidad = H/Hmax	0.56	Equidad = H/Hmax	0.83

De acuerdo con el índice de diversidad de Shannon obtenido de la vegetación de MC, el valor más alto de riqueza lo presenta el estrato arbustivo. La equidad mayor la presenta el estrato herbáceo (0.83), el cual presenta una diversidad alta de especies características e invasoras en la vegetación. Por tanto, la estructura y composición de la comunidad vegetal, se encuentra abundante y una dominancia arbustiva. Por lo anterior, la diversidad en la vegetación se encuentra en un estado de sucesión ecológica en el estrato herbáceo.

Índice de diversidad en el MDM en el SA

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado para el MDM en el SA por estrato, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. 34. Índice de diversidad de las especies por estrato del MDM presente en el SA

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	3	Riqueza (S)	35	Riqueza (S)	11
H Calculada	1.03	H Calculada	2.37	H Calculada	2.12
H max = Ln S	1.10	H max = Ln S	3.56	H max = Ln S	2.40
Equidad = H/Hmax	0.93	Equidad = H/Hmax	0.67	Equidad = H/Hmax	0.89

El valor mayor del índice de diversidad de Shannon, obtenido de la vegetación de MDM, lo presenta el estrato arbustivo, seguido del estrato herbáceo. Lo cual denota una distribución con equilibrio y una diversidad alta del estrato arbustivo, donde la especie con mayor abundancia son taxa distintivos de este tipo de vegetación. La equidad mayor calculada la presenta el estrato arbóreo, seguido del estrato herbáceo. Por lo tanto, la estructura y composición de la comunidad vegetal se encuentra en condiciones de ecotonía con otro tipo de vegetación.

Índice de diversidad en el tipo de vegetación MKX en el SA

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado para el MKX en el SA por estrato, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. 35. Índice de diversidad de las especies por estrato del MKX presente en el SA

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	3	Riqueza (S)	35	Riqueza (S)	11
H Calculada	1.03	H Calculada	2.37	H Calculada	2.12
H max = Ln S	1.10	H max = Ln S	3.56	H max = Ln S	2.40
Equidad = H/Hmax	0.93	Equidad = H/Hmax	0.67	Equidad = H/Hmax	0.89

En la vegetación MKX, el estrato que presenta el mayor índice de diversidad calculado es el estrato arbustivo, seguido del herbáceo en el que la especie característica de la vegetación son taxa propios de los mezquiales xerófilos. El valor más alto de equidad calculada lo presenta el estrato arbóreo, seguido del estrato herbáceo lo que indica un equilibrio en la representación de especies, de la comunidad y estructura vegetal.

Índice de diversidad en el tipo de vegetación VH en el SA

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado para el VH en el SA por estrato, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. 36. Índice de diversidad de las especies por estrato del VH presente en el SA

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	0	Riqueza (S)	0	Riqueza (S)	11
H Calculada	0.00	H Calculada	0.00	H Calculada	1.89
H max = Ln S	0.00	H max = Ln S	0.00	H max = Ln S	2.40
Equidad = H/Hmax	0.00	Equidad = H/Hmax	0.00	Equidad = H/Hmax	0.79

En la vegetación VH, solo existe el estrato herbáceo. Tal condición es propia para este tipo de vegetación, donde rara vez se encuentran arbustos y, en mucho menor proporción, árboles. Se indica que la estructura y composición general es estable.

La interpretación correspondiente de los índices de diversidad utilizados en este estudio para el SA, se realizó tomando 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. 37. 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	MC	6	1.06	51	2.22	48	3.23	104	2.17	Media
	MDM	3	1.03	35	2.37	11	2.12	49	1.84	Media
	MKX	3	1.03	35	2.37	11	2.12	49	1.84	Media
	VH	0	0.0	0	0.00	11	1.89	11	1.89	Media

De acuerdo con el criterio de Marrugan (1988), la diversidad promedio de los estratos del MC, MDM, MKX y VH 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 Área de Influencia

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 AI se distribuye:

- Pastizal natural (PN)

En la Figura 4. 58 se muestra la distribución de la vegetación antes mencionada.

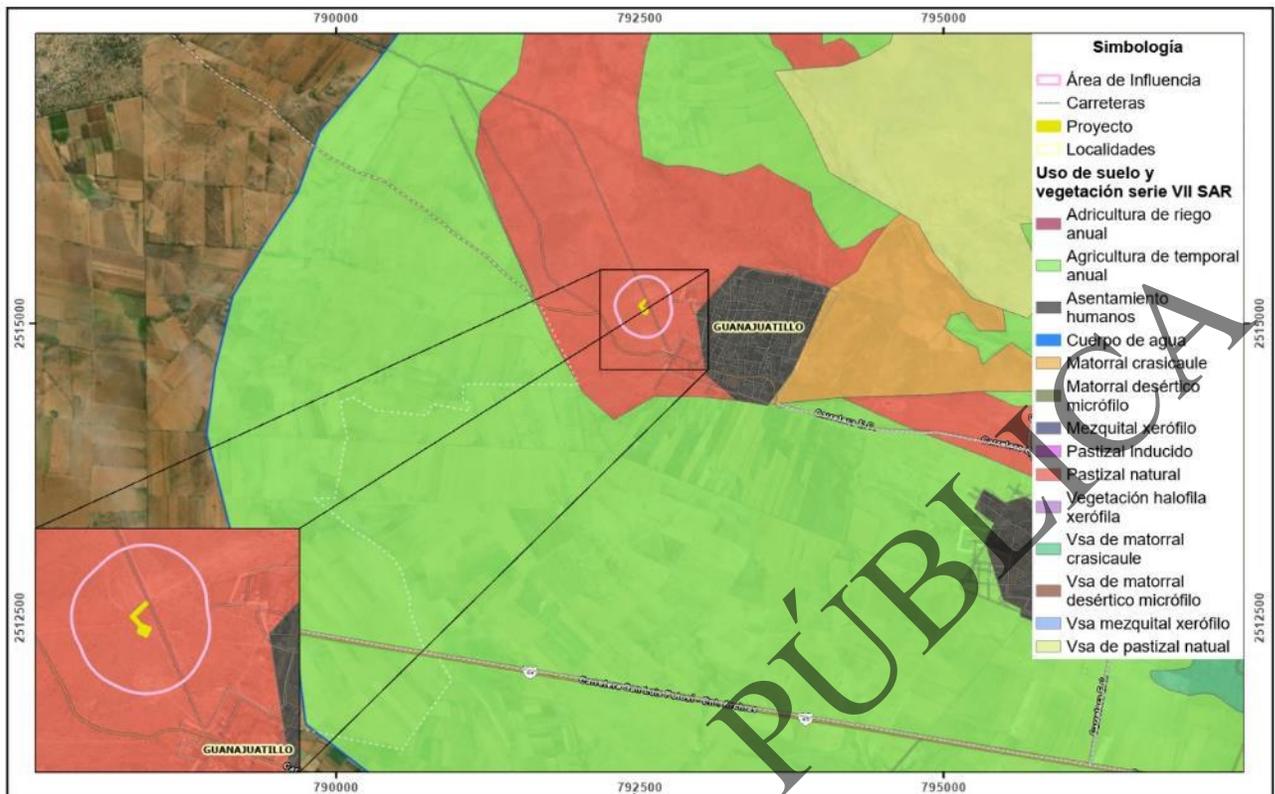


Figura 4. 58. Tipo de vegetación en el AI INEGI Serie VII

Con base en el trabajo de campo realizado en el AI 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. Dentro del AI se presenta un tipo de vegetación:

- Matorral crasicaule (MC)
- Vegetación secundaria de Matorral crasicaule (VsMC)

En la Figura 4. 59 se observa la distribución de cada una respecto al AI.

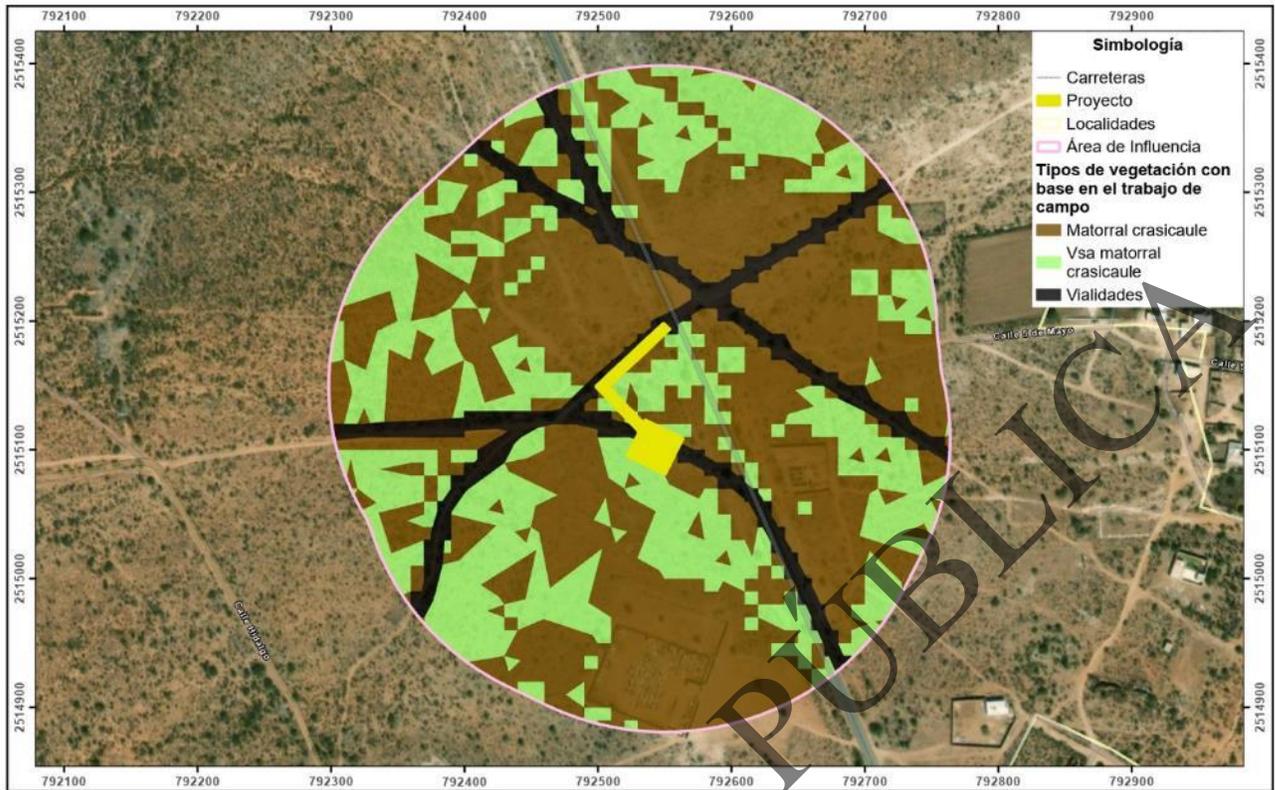


Figura 4. 59. Tipos de vegetación en el AI con base en trabajo de campo y clasificación espectral de la vegetación

En el Anexo 4.9 se presenta la imagen a detalle de los tipos de vegetación en el AI, mediante la Carta de Uso de suelo y vegetación Series VII de INEGI (2018).

En el Anexo 4.10. se presenta la imagen a detalle de los tipos de vegetación en el AI, mediante el trabajo de campo y clasificación espectral de la vegetación.

En la Tabla 4. 38 se presenta un desglose de la superficie por tipo de vegetación dentro del AI, con base en la clasificación espectral de la vegetación:

Tabla 4. 38. Superficie por tipo de vegetación dentro del AI

No.	Vegetación	Superficie (ha)
1	Matorral crasicaule	10.44775
2	Vegetación secundaria de matorral crasicaule	6.306993
Total		16.754743

En la Figura 4. 60 se presenta la superficie por tipo de vegetación en porcentaje dentro del AI:

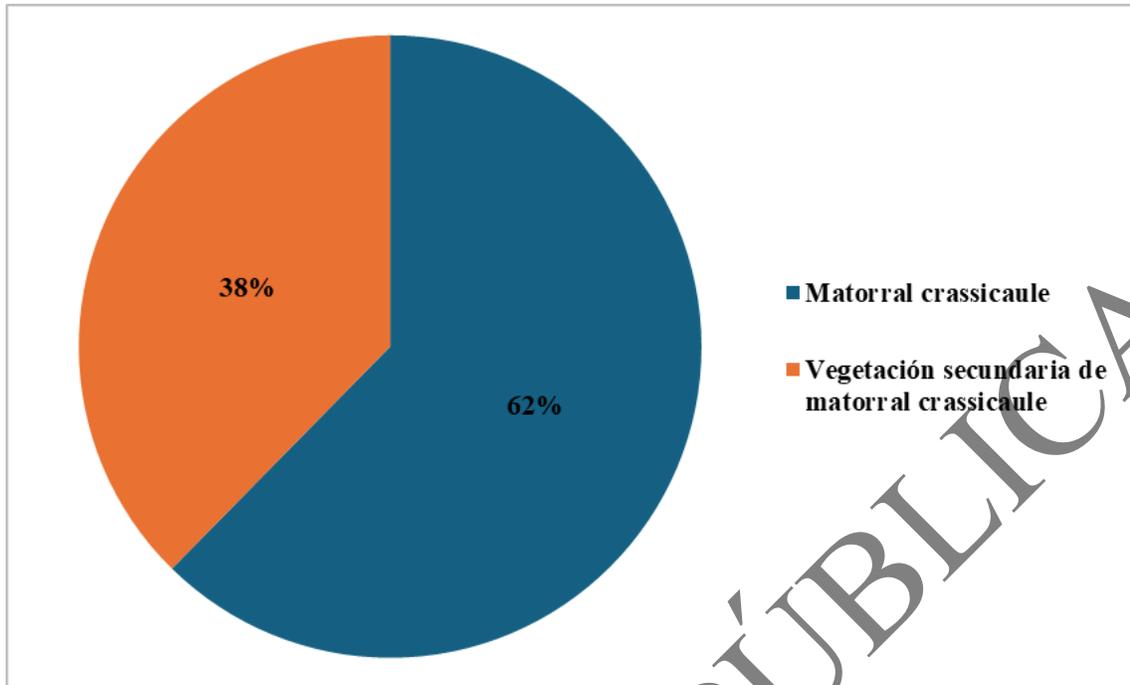


Figura 4. 60. Gráfica de superficie en porcentaje del tipo de vegetación dentro del AI

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 11 sitios muestreros, de acuerdo con el tamaño de la superficie del área a muestrear. La distribución de los muestreros fue estratificada por tipo de vegetación y los muestreros fueron aleatorios a las áreas con presencia de cobertura vegetal, con el fin de analizar los tipos de vegetación en el AI.

En la Figura 4. 61 se presenta la distribución de los muestreros realizados en el AI:

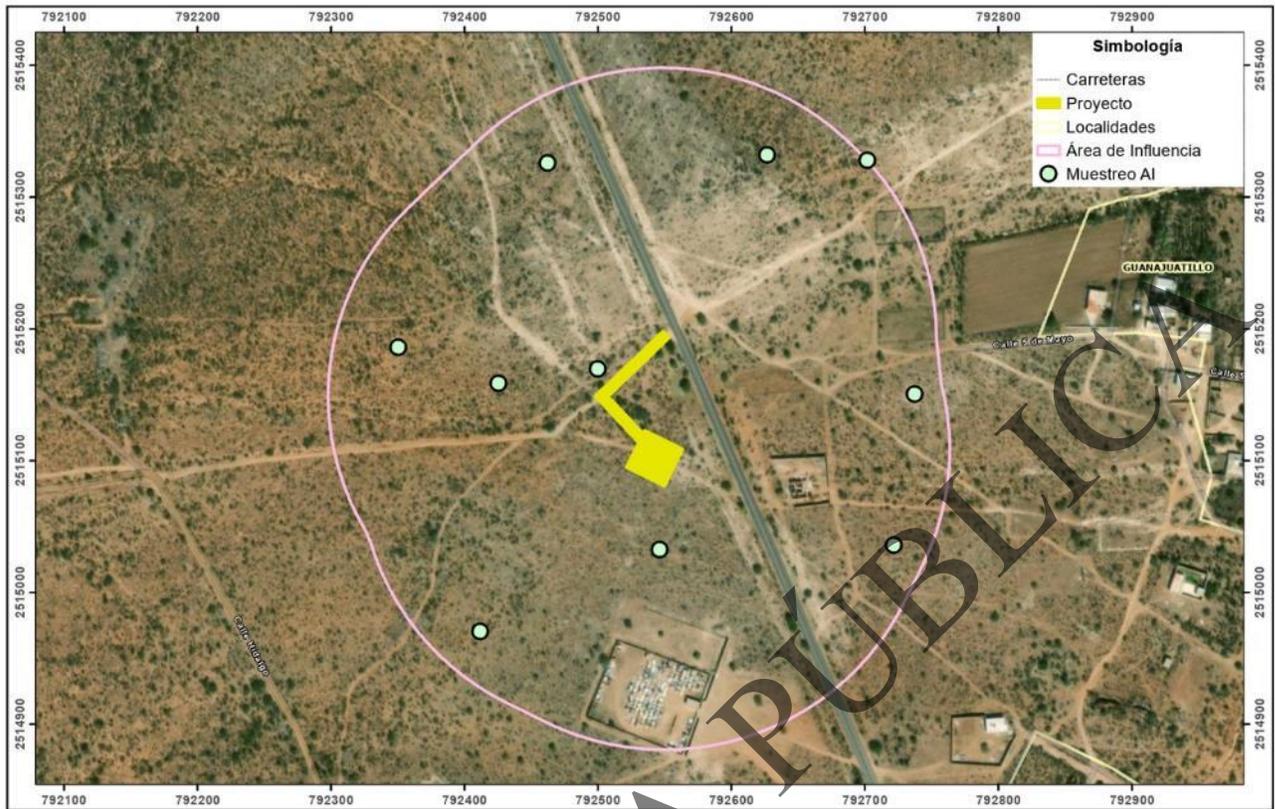


Figura 4. 61. Sitios de muestreo en el AI

A continuación, en la Tabla 4. 39 se muestra las coordenadas WGS84 UTM de la ubicación de los sitios de muestreo en el AI:

Tabla 4. 39. Coordenadas de sitios de muestreo en el AI

Datum WGS 84 UTM			Datum WGS 84 UTM		
No.	X	Y	No.	X	Y
1	792352	2515187	7	792426	2515159
2	792627	2515331	8	792548	2515034
3	792413	2514971	9	792539	2515156
4	792723	2515036	10	792501	2515170
5	792739	2515151	11	792702	2515328
6	792465	2515326			

En el Anexo 4.11. se presenta el plano general de sitios de muestreo del AI.

IV. 3.2.1.4.3. Curva de acumulación de especies en el Área de Influencia

Para conocer la eficacia de los muestreos, así como de los datos de riqueza obtenidos en campo mediante el esfuerzo de muestreo realizado, se efectuaron curvas de acumulación de especies para cada área. Las curvas de acumulación de especies muestran el resultado obtenido de la riqueza verdadera u observada en campo, comparado con las estimaciones de los modelos no paramétricos

de Chao1 y ACE, los cuales se ejecutaron mediante el paquete de datos estadísticos EstimateS, (Chao *et al.*, 2005).

La riqueza observada fue de 74 especies de plantas vasculares, la cual alcanza una asíntota definida a partir de los cinco sitios de muestreo.

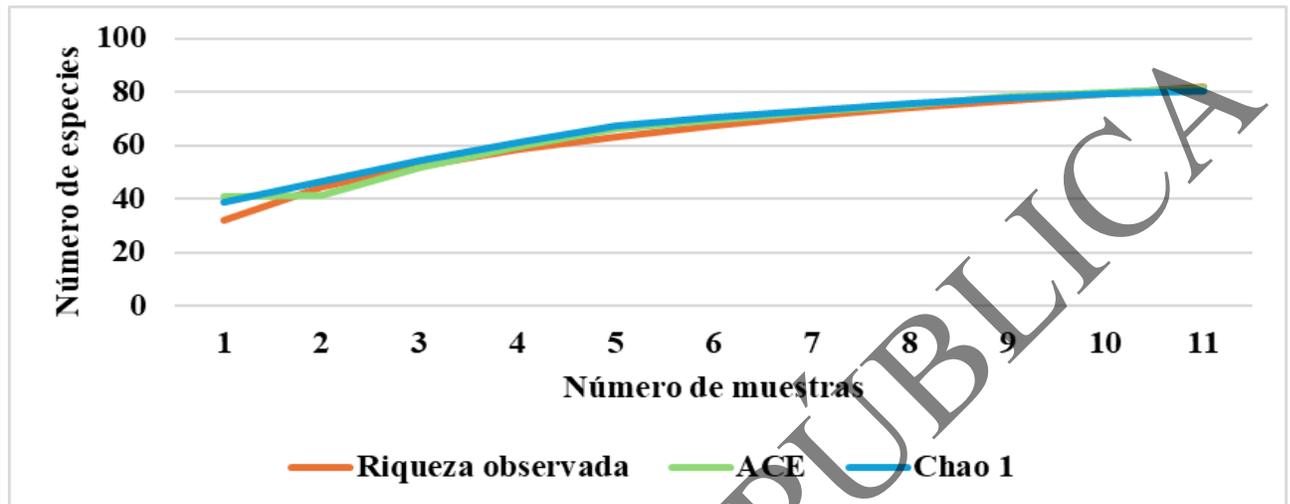


Figura 4. 62. Curva de acumulación de especies observadas y estimadas del AI

Respecto a lo estimado por ACE y Chao 1, se obtuvo una representatividad del 97 % y 99 % respectivamente, lo cual refleja una alta eficiencia confiabilidad del muestreo. Así, se demuestra que el total de sitios realizados son suficientes para conocer la riqueza de especies en el AI.

IV. 3.2.1.4.4. Riqueza florística en el Área de Influencia

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 27 familias, 61 géneros y 74 especies de plantas. A continuación, se presenta el listado de especies registradas e identificadas para el AI mediante el trabajo de campo:

Tabla 4. 40. Listado florístico del Área de Influencia

N o.	Familia	Género	Nombre científico	Autor	Nombre común
1	Amaranthaceae	<i>Atriplex</i>	<i>Atriplex canescens</i>	(Pursh) Nutt.	Cenizo
2	ae	<i>Dysphania</i>	<i>Dysphania incisa</i>	(Poir.) ined.	Epazote de monte
3	Amaryllidaceae	<i>Zephyranthes</i>	<i>Zephyranthes longifolia</i>	Hemsl.	s/n
4	Asparagaceae	<i>Echeandia</i>	<i>Echeandia flavescens</i>	(Schult. & Schult.f.) Cruden	Coyamol
5	e	<i>Yucca</i>	<i>Yucca filifera</i>	Chabaud	Palma pita

N o.	Familia	Género	Nombre científico	Autor	Nombre común
6	Asteraceae	<i>Aphanostephus</i>	<i>Aphanostephus ramosissimus</i>	DC.	Manzanilla cimarrona
7		<i>Brickellia</i>	<i>Brickellia veronicifolia</i>	(Kunth) A.Gray	Pesitó
8		<i>Chaetopappa</i>	<i>Chaetopappa ericoides</i>	(Torr.) G.L.Nesom	s/n
9		<i>Erigeron</i>	<i>Erigeron modestus</i>	A.Gray	s/n
10		<i>Gaillardia</i>	<i>Gaillardia comosa</i>	A.Gray	Girasol rojo
11		<i>Laennecia</i>	<i>Laennecia coulteri</i>	(A. Gray) G.L.Nesom	s/n
12		<i>Parthenium</i>	<i>Parthenium bipinnatifidum</i>	(Ortega) Rollins	Nube cimarrón
13		<i>Picradeniopsis</i>	<i>Picradeniopsis absinthifolia</i>	(Benth.) B.G.Baldwin	Aceitilla amarilla
14		<i>Sanvitalia</i>	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Lam.	Ojo de gallo
15		<i>Trixis</i>	<i>Trixis angustifolia</i>	DC.	Hierba del aire
16		<i>Xanthisma</i>	<i>Xanthisma spinulosum</i>	(Pursh) D.R.Morgan & R.L.Hartm.	Margarita espinosa
17		<i>Zinnia</i>	<i>Zinnia acerosa</i>	(DC.) A.Gray	Hierba del burro
18		Brassicaceae	<i>Eruca</i>	<i>Eruca vesicaria</i>	(L.) Cav.
19	<i>Mostacillastrum</i>		<i>Mostacillastrum versicolor</i>	(Brandege) Al-Shehbaz	s/n
20	<i>Physaria</i>		<i>Physaria fendleri</i>	(A.Gray) O'Kane & Al-Shehbaz	s/n
21	Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i>	<i>Tillandsia recurvata</i>	(L.) L.	Paixtle
22	Cactaceae	<i>Coryphantha</i>	<i>Coryphantha radians</i>	(DC.) Britton & Rose	Biznaga partida de cuernos
23		<i>Cylindropuntia</i>	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	(Haw.) F.M.Knuth	Cardenche
24			<i>Cylindropuntia tunicata</i>	(Lehm.) F.M.Knuth	Abrojo
25		<i>Echinocereus</i>	<i>Echinocereus pectinatus</i>	(Schiedw.) Engelm.	Alicoche peine
26		<i>Ferocactus</i>	<i>Ferocactus latispinus</i>	(Haw.) Britton & Rose	Biznaga ganchuda
27		<i>Mammillaria</i>	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Haw.	Biznaga de espina solitaria
28			<i>Mammillaria uncinata</i>	Zucc. ex Pfeiff.	Biznaga ganchuda
29		<i>Opuntia</i>	<i>Opuntia engelmannii</i>	Salm-Dyck ex Engelm.	Nopal cuijo
30			<i>Opuntia leucotricha</i>	DC.	Nopal duraznillo
31			<i>Opuntia rastrera</i>	F.A.C.Weber	Nopal rastrero
32	<i>Opuntia robusta</i>		H.L.Wendl. ex Pfeiff.	Nopal camueso	
33	<i>Opuntia streptacantha</i>		Lem.	Nopal cardón	
34	Commelinaceae	<i>Tradescantia</i>	<i>Tradescantia crassifolia</i>	Cav.	Matlaxóchitl
35			<i>Tradescantia sp.</i>	L.	Hierba del pollo
36		<i>Cuscuta</i>	<i>Cuscuta sp.</i>	L.	Cabello de ángel

N o.	Familia	Género	Nombre científico	Autor	Nombre común
37	Convolvulaceae	<i>Dichondra</i>	<i>Dichondra argentea</i>	Willd.	Hierba oreja de ratón
38		<i>Evolvulus</i>	<i>Evolvulus alsinoides</i>	Kuntze	Pico de pájaro
39	Cucurbitaceae	<i>Ipomoea</i>	<i>Ipomoea costellata</i>	Torr.	s/n
40		<i>Cucurbita</i>	<i>Cucurbita foetidissima</i>	Kunth	Calabacilla loca
41			<i>Cucurbita sp.</i>	L.	Calabaza
42	Ephedraceae	<i>Ephedra</i>	<i>Ephedra compacta</i>	Rose	Sanguinaria
43	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>Euphorbia serrula</i>	Engelm.	s/n
44		<i>Jatropha</i>	<i>Jatropha dioica</i>	Sessé	Sangre de drago
45	Fabaceae	<i>Dalea</i>	<i>Dalea bicolor</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Engordacabra
46	Fabaceae	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa texana</i>	(A.Gray) Small	Uña de gato
47			<i>Mimosa zygophylla</i>	Benth.	Uña de gato
48		<i>Neltuma</i>	<i>Neltuma laevigata</i>	(Humb. & Bonpl. ex Willd.) Britton & Rose	Mezquite blanco
49		<i>Vachellia</i>	<i>Vachellia constricta</i>	(Benth.) Seigler & Ebinger	Chaparro prieto
50			<i>Vachellia schaffneri</i>	(S.Watson) Seigler & Ebinger	Huizache prieto
51		<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Ortega	Espino
52	Krameriaceae	<i>Krameria</i>	<i>Krameria pauciflora</i>	DC.	Abrojo rojo
53	Lamiaceae	<i>Salvia</i>	<i>Salvia ballotiflora</i>	Benth.	Mejorana
54	Malvaceae	<i>Malva</i>	<i>Malva parviflora</i>	L.	Malva de Castilla
55		<i>Sida</i>	<i>Sida abutilifolia</i>	Moench ex Steud.	Hierba de la viejita
56	Onagraceae	<i>Oenothera</i>	<i>Oenothera lavandulifolia</i>	Torr. & A.Gray	s/n
57	Oxalidaceae	<i>Oxalis</i>	<i>Oxalis decaphylla</i>	Kuth	Acederilla
58			<i>Oxalis drummondii</i>	A.Gray	s/n
59	Plantaginaceae	<i>Plantago</i>	<i>Plantago nivea</i>	Kunth	Pastora
60	Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>Bouteloua dactyloides</i>	(Nutt.) Columbus	Zacate búfalo
61		<i>Eragrostis</i>	<i>Eragrostis pilosa</i>	(L.) P.Beauv.	Amorseco piloso
62		<i>Erioneuron</i>	<i>Erioneuron pulchellum</i>	(Kunth) Tateoka	Pasto borreguero
63		<i>Lycurus</i>	<i>Lycurus phleoides</i>	Kunth	Zacate lobero
64		<i>Microchloa</i>	<i>Microchloa kunthii</i>	Desv.	s/n
65	Polemoniaceae	<i>Loeselia</i>	<i>Loeselia caerulea</i>	(Cav.) G. Don	Jarillo
66	Portulacaceae	<i>Portulaca</i>	<i>Portulaca halimoides</i>	L.	s/n
67			<i>Portulaca oleracea</i>	L.	Verdolaga
68	Rubiaceae	<i>Bouvardia</i>	<i>Bouvardia ternifolia</i>	(Cav.) Schldl.	Trompetilla colorada
69		<i>Houstonia</i>	<i>Houstonia rubra</i>	Cav.	s/n
70	Scrophulariaceae	<i>Buddleja</i>	<i>Buddleja scordioides</i>	Kunth	Escobilla
71	Solanaceae	<i>Chamaesaracha</i>	<i>Chamaesaracha coronopus</i>	(Dunal) A-Gray	s/n

N o.	Familia	Género	Nombre científico	Autor	Nombre común
72		<i>Solanum</i>	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Willd. ex Steud.	Pera
73	Zygophyllaceae	<i>Larrea</i>	<i>Larrea tridentata</i>	(DC.) Coville	Gobernadora
74		<i>Tribulus</i>	<i>Tribulus terrestris</i>	Muhl.	Abrojo de flor amarilla

Las familias de plantas presentes en el AI, la mejor representada son Asteraceae y Cactaceae con 12 especies, seguida de Fabaceae con seis especies y en tercer lugar se encuentran Poaceae con cinco especies, respectivamente. Las especies registradas corresponden a las características del tipo de vegetación.

IV. 3.2.1.4.5. Especies catalogadas bajo protección en la NOM-059 y de importancia para su conservación en el Área de Influencia

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 AI, no se registró la presencia de especies enlistadas en la NOM-059.

IV. 3.2.1.4.6. Estructura de la vegetación dentro del Área de Influencia

El análisis de los datos ecológicos de la vegetación del AI 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).

A continuación, se presentan los resultados de los cálculos de los datos ecológicos en el AI para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo para cada tipo de vegetación, con base en los trabajos de campo realizados.

Matorral crasicaule (MC)

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 MC de la AI.

Tabla 4. 41. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el MC del AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Vachellia constricta</i>	Chaparro prieto	198.00	360.00	77.65	238.50	77.10	11.00	52.38	207.1
2	<i>Neltuma laevigata</i>	Mezquite blanco	45.00	81.82	17.65	55.90	18.07	6.00	28.57	64.29
3	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache prieto	11.00	20.00	4.31	14.45	4.67	3.00	14.29	23.27
4	<i>Yucca filifera</i>	Palma pita	1.00	1.82	0.39	0.50	0.16	1.00	4.76	5.32
Total			255	463.64	100.00	309.35	100.00	21.00	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 MC de la AI.

Tabla 4. 42. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbustivo presente en el MC del AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	1211.00	2201.82	41.42	345.00	29.04	11.00	8.33	78.79
2	<i>Mimosa texana</i>	Uña de gato	548.00	996.36	18.74	325.45	27.39	10.00	7.58	53.71
3	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenche	245.00	445.45	8.38	153.20	12.89	11.00	8.33	29.61
4	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal cuijo	169.00	307.27	5.78	91.95	7.74	11.00	8.33	21.85
5	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	46.00	83.64	1.57	35.85	3.02	10.00	7.58	12.17
6	<i>Mimosa zygophylla</i>	Uña de gato	90.00	163.64	3.08	67.50	5.68	4.00	3.03	11.79
7	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	35.00	63.64	1.20	31.90	2.68	10.00	7.58	11.46
8	<i>Mammillaria uncinata</i>	Biznaga ganchuda	95.00	172.73	3.25	6.58	0.55	9.00	6.82	10.62
9	<i>Cylindropuntia tunicata</i>	Abrojo	66.00	120.00	2.26	8.90	0.75	8.00	6.06	9.07
10	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal camueso	35.00	63.64	1.20	20.40	1.72	8.00	6.06	8.97
11	<i>Buddleja scordioides</i>	Escobilla	65.00	118.18	2.22	18.60	1.57	6.00	4.55	8.33
12	<i>Ferocactus latispinus</i>	Biznaga ganchuda	25.00	45.45	0.85	5.31	0.45	8.00	6.06	7.36
13	<i>Tillandsia recurvata</i>	Paixtle	135.00	245.45	4.62	13.50	1.14	2.00	1.52	7.27
14	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla colorada	67.00	121.82	2.29	17.20	1.45	4.00	3.03	6.77
15	<i>Coryphantha radians</i>	Biznaga partida de cuernos	16.00	29.09	0.55	1.26	0.11	7.00	5.30	5.96
16	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Espino	34.00	61.82	1.16	22.60	1.90	1.00	0.76	3.82
17	<i>Dalea bicolor</i>	Engordacabra	12.00	21.82	0.41	6.80	0.57	2.00	1.52	2.50
18	<i>Echinocereus pectinatus</i>	Alicoche peine	3.00	5.45	0.10	0.25	0.02	3.00	2.27	2.40
19	<i>Salvia ballotiflora</i>	Mejorana	7.00	12.73	0.24	5.60	0.47	1.00	0.76	1.47
20	<i>Atriplex canescens</i>	Cenizo	10.00	18.18	0.34	2.00	0.17	1.00	0.76	1.27
21	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Pesitó	5.00	9.09	0.17	3.00	0.25	1.00	0.76	1.18
22	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	2.00	3.64	0.07	3.50	0.29	1.00	0.76	1.12

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
23	<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo	1.00	1.82	0.03	1.60	0.13	1.00	0.76	0.93
24	<i>Ephedra compacta</i>	Sanguinaria	1.00	1.82	0.03	0.10	0.01	1.00	0.76	0.80
25	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga de espina solitaria	1.00	1.82	0.03	0.05	0.00	1.00	0.76	0.80
Total			2924	5316.36	100.00	1188.10	100.00	132.00	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 MC en la AI.

Tabla 4. 43. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato herbáceo presente en el MC 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>Bouteloua dactyloides</i>	Zacate búfalo	494.00	4490.91	12.22	51.10	10.01	8.00	5.97	28.20
2	<i>Sida abutilifolia</i>	Hierba de la viejita	313.00	2845.45	7.74	49.75	9.75	7.00	5.22	22.72
3	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Pera	262.00	2381.82	6.48	49.90	9.78	7.00	5.22	21.48
4	<i>Eragrostis pilosa</i>	Amorseco piloso	286.00	2600.00	7.08	50.70	9.93	4.00	2.99	19.99
5	<i>Dichondra argentea</i>	Hierba oreja de ratón	224.00	2036.36	5.54	24.60	4.82	10.00	7.46	17.82
6	<i>Euphorbia serrula</i>	s/n	157.00	1427.27	3.88	17.20	3.37	6.00	4.48	11.73
7	<i>Eruca vesicaria</i>	Arúgula del Mediterráneo	158.00	1436.36	3.91	19.80	3.88	5.00	3.73	11.52
8	<i>Tribulus terrestris</i>	Abrojo de flor amarilla	180.00	1636.36	4.45	16.75	3.28	4.00	2.99	10.72
9	<i>Dysphania incisa</i>	Epazote de monte	172.00	1563.64	4.26	19.50	3.82	3.00	2.24	10.31
10	<i>Physaria fendleri</i>	s/n	115.00	1045.45	2.85	14.25	2.79	6.00	4.48	10.11
11	<i>Portulaca halimoides</i>	s/n	116.00	1054.55	2.87	13.45	2.64	6.00	4.48	9.98
12	<i>Tradescantia sp.</i>	Hierba del pollo	103.00	936.36	2.55	8.75	1.71	7.00	5.22	9.49
13	<i>Malva parviflora</i>	Malva de Castilla	175.00	1590.91	4.33	17.50	3.43	2.00	1.49	9.25
14	<i>Oxalis drummondii</i>	s/n	144.00	1309.09	3.56	11.65	2.28	4.00	2.99	8.83
15	<i>Zinnia acerosa</i>	Hierba del burro	91.00	827.27	2.25	7.95	1.56	5.00	3.73	7.54
16	<i>Xanthisma spinulosum</i>	Margarita espinosa	87.00	790.91	2.15	12.90	2.53	3.00	2.24	6.92
17	<i>Chamaesaracha coronopus</i>	s/n	79.00	718.18	1.95	9.25	1.81	4.00	2.99	6.75
18	<i>Evolvulus alsinoides</i>	Pico de pájaro	80.00	727.27	1.98	9.75	1.91	3.00	2.24	6.13
19	<i>Lycurus phleoides</i>	Zacate lobero	35.00	318.18	0.87	21.00	4.11	1.00	0.75	5.73
20	<i>Houstonia rubra</i>	s/n	70.00	636.36	1.73	4.75	0.93	4.00	2.99	5.65

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
21	<i>Plantago nivea</i>	Pastora	80.00	727.27	1.98	9.50	1.86	2.00	1.49	5.33
22	<i>Oxalis decaphylla</i>	Acederilla	72.00	654.55	1.78	6.75	1.32	2.00	1.49	4.60
23	<i>Oenothera lavandulifolia</i>	s/n	70.00	636.36	1.73	7.00	1.37	2.00	1.49	4.60
24	<i>Erioneuron pulchellum</i>	Pasto borreguero	83.00	754.55	2.05	8.30	1.63	1.00	0.75	4.43
25	<i>Trixis angustifolia</i>	Hierba del aire	32.00	290.91	0.79	6.40	1.25	2.00	1.49	3.54
26	<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga	47.00	427.27	1.16	4.15	0.81	2.00	1.49	3.47
27	<i>Parthenium bipinnatifidum</i>	Nube cimarrón	32.00	290.91	0.79	3.55	0.70	2.00	1.49	2.98
28	<i>Gaillardia comosa</i>	Girasol rojo	32.00	290.91	0.79	3.20	0.63	2.00	1.49	2.91
29	<i>Tradescantia crassifolia</i>	Matlaxóchitl	22.00	200.00	0.54	4.40	0.86	2.00	1.49	2.90
30	<i>Erigeron modestus</i>	s/n	25.00	227.27	0.62	4.00	0.78	2.00	1.49	2.89
31	<i>Cucurbita sp.</i>	Calabaza	25.00	227.27	0.62	5.00	0.98	1.00	0.75	2.34
32	<i>Loeselia caerulea</i>	Jarillo	43.00	390.91	1.06	1.29	0.25	1.00	0.75	2.06
33	<i>Chaetopappa ericoides</i>	s/n	10.00	90.91	0.25	1.50	0.29	2.00	1.49	2.03
34	<i>Microchloa kunthii</i>	s/n	25.00	227.27	0.62	2.50	0.49	1.00	0.75	1.85
35	<i>Picradeniopsis absinthifolia</i>	Aceitilla amarilla	15.00	136.36	0.37	3.00	0.59	1.00	0.75	1.71
36	<i>Echeandia flavescens</i>	Coyamol	20.00	181.82	0.49	2.00	0.39	1.00	0.75	1.63
37	<i>Ipomoea costellata</i>	s/n	20.00	181.82	0.49	2.00	0.39	1.00	0.75	1.63
38	<i>Laenecua coulteri</i>	s/n	15.00	136.36	0.37	1.50	0.29	1.00	0.75	1.41
39	<i>Zephyranthes longifolia</i>	s/n	12.00	109.09	0.30	1.20	0.24	1.00	0.75	1.28
40	<i>Cuscuta sp.</i>	Cabello de ángel	6.00	54.55	0.15	0.60	0.12	1.00	0.75	1.01
41	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Ojo de gallo	4.00	36.36	0.10	0.80	0.16	1.00	0.75	1.00
42	<i>Aphanostephus ramosissimus</i>	Manzanilla cimarrona	4.00	36.36	0.10	0.40	0.08	1.00	0.75	0.92
43	<i>Krameria pauciflora</i>	Abrojo rojo	4.00	36.36	0.10	0.40	0.08	1.00	0.75	0.92
44	<i>Mostacillastrum versicolor</i>	s/n	2.00	18.18	0.05	0.40	0.08	1.00	0.75	0.87
45	<i>Cucurbita foetidissima</i>	Calabacilla loca	1.00	9.09	0.02	0.05	0.01	1.00	0.75	0.78
Total			4042	36745.45	100.00	510.39	100.00	134.00	100.00	300.00

N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa

Para el estrato arbóreo la especie con el valor de IVI más alto es *Vachellia constricta*. Así mismo, *Jatropha dioica* y *Mimosa texana* presentan el valor más alto de IVI para el estrato arbustivo y, *Bouteloua dactyloides* y *Sida abutilifolia* presentan el valor más alto de IVI para el estrato herbáceo. Estas especies son propias del tipo de vegetación analizado, por lo que, se considera estable la estructura y composición.

Vegetación secundaria (Vs)

La condición secundaria de una vegetación es dada por el nivel de disturbio que se observa en su composición y estructura. Por ello, en el presente documento se caracterizó como parte de su vegetación clímax, es decir, se incorporó al Matorral crasicauale. Así, la caracterización de los tipos de vegetación reflejará el estado del ecosistema y se definirá si su condición es primaria o secundaria.

IV. 3.2.1.4.7. Diversidad de la vegetación en el Área de Influencia

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.

Diversidad de la vegetación

A continuación, se presenta el resultado del cálculo de diversidad de la vegetación del AI; para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de las diversas vegetaciones.

Índice de diversidad en el tipo de vegetación MC en el Área de Influencia

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado para el MC, en el Área de Influencia por estrato, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. 44. Índice de diversidad de las especies por estrato del MC en el AI

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	4	Riqueza (S)	25	Riqueza (S)	45
H Calculada	0.66	H Calculada	2.05	H Calculada	3.29
H max = Ln S	1.39	H max = Ln S	3.22	H max = Ln S	3.81
Equidad = H/Hmax	0.48	Equidad = H/Hmax	0.64	Equidad = H/Hmax	0.86

De acuerdo con el índice de diversidad de Shannon obtenido de la vegetación de MC, el valor más alto de equidad calculada lo presenta el estrato herbáceo. La mayor riqueza es para el estrato herbáceo pues, al tratarse de matorrales, la fisonomía y estructura de la vegetación se centra en esta forma biológica. Por tanto, la estructura y composición de la comunidad vegetal se encuentra estable.

Índice de diversidad general en el Área de Influencia

La interpretación correspondiente de los índices de diversidad utilizados en este estudio para el SA, AI 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. 45. Resumen del índice de diversidad en los distintos tipos de vegetación dentro del AI.

Área	Tipo de vegetación	Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo		Total		Diversidad Interpretada por tipo de vegetación
		S	H	S	H	S	H	S	H	
AI	MC	4	0.66	25	2.05	45	3.29	74	2.00	Media

De acuerdo con el criterio de Marrugan (1988), la diversidad promedio de los estratos del MC en el AI es media. 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 Área de Proyecto

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 Proyecto se distribuye:

- Pastizal natural (PN)

En la Figura 4. 63 se muestra la distribución de la vegetación antes mencionada.

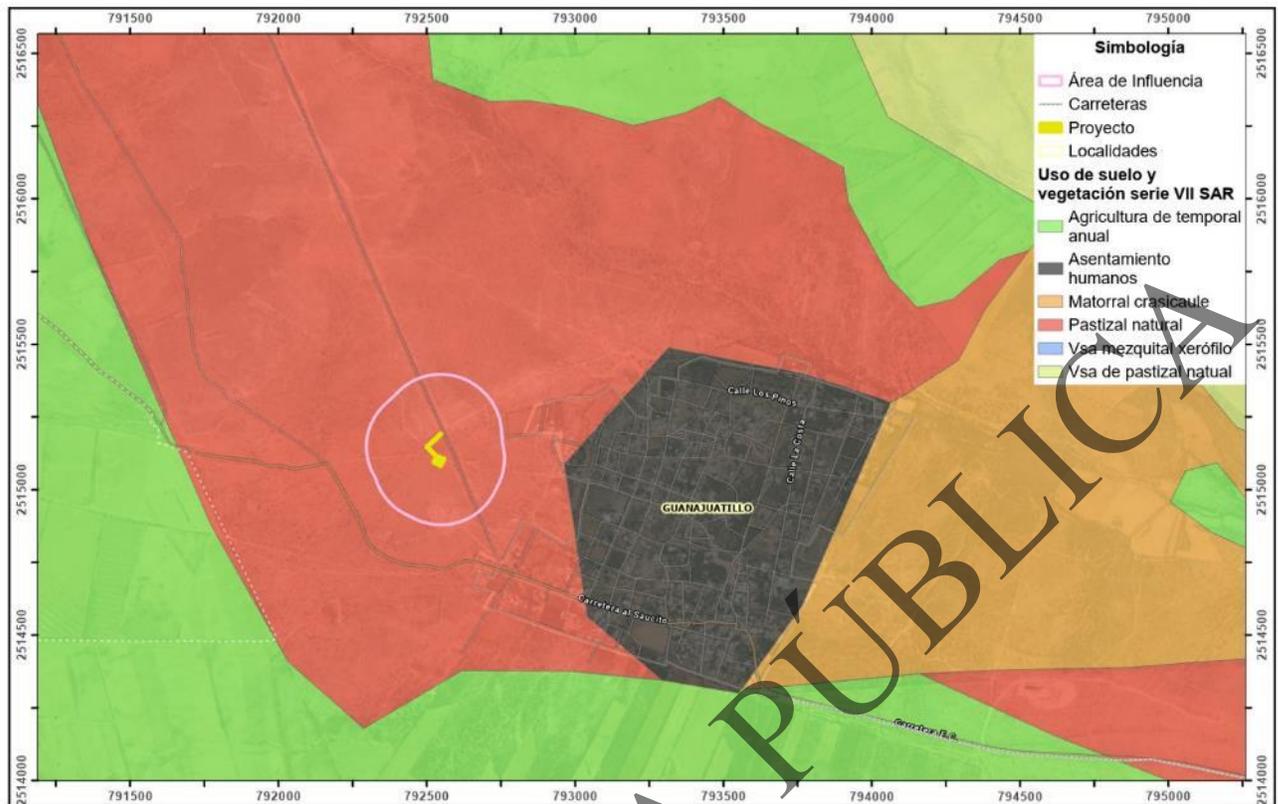


Figura 4. 63. Tipo de vegetación en el AP según INEGI SERIE VII

Con base en el trabajo de campo realizado en el AP y mediante el tratamiento de la clasificación espectral de la imagen digital, se determinaron los tipos de vegetación presentes y su distribución, siguiendo la clasificación propuesta por INEGI. Dentro del AP se presenta un tipo de vegetación:

- Vegetación secundaria de Matorral crasicaule (VSMC)

En la Figura 4. 64 se observa la distribución de cada una respecto al AP.



Figura 4. 64 Tipos de vegetación en el AP con base en trabajo de campo y clasificación espectral de la vegetación

El muestreo se enfocó en la realización de un censo en la cubierta forestal total presente en el AP, debido a que la superficie del predio con cubierta vegetal es de 0.107184 ha.

En el Anexo 4.12 se presenta la imagen a detalle de los tipos de vegetación en el AP mediante la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Series VII de INEGI (2018).

En el Anexo 4.13. se presenta la imagen a detalle de los tipos de vegetación en el AP, mediante el trabajo de campo y clasificación espectral de la vegetación.

Tabla 4. 46. Superficie por tipo de vegetación dentro del AP

No.	Vegetación	Superficie (ha)
1	Vegetación secundaria de matorral crasicaule	0.107184
Total		0.107184

En la Figura 4. 65 se presenta la superficie por tipo de vegetación en porcentaje dentro del AP:

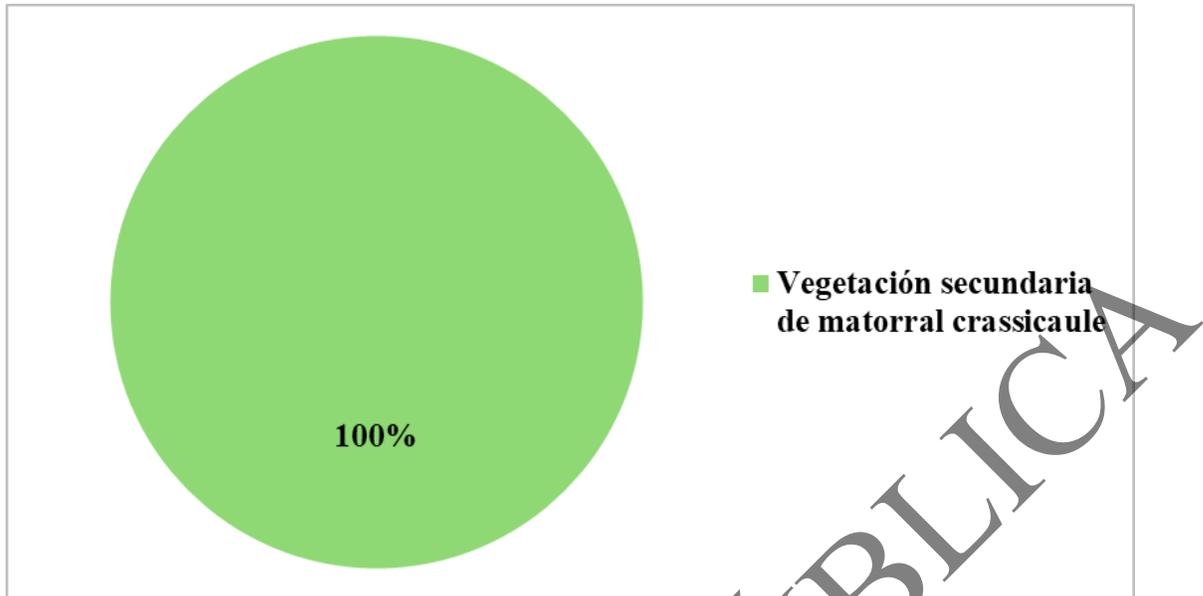


Figura 4. 65. Gráfica de superficie en porcentaje del tipo de vegetación dentro del AP

IV. 3.2.1.5.2. Sitios de muestreo en el Área de Proyecto

Dentro de la superficie con vegetación natural dentro del AP se realizó un censo forestal esto de acuerdo con el tamaño de la superficie del área a muestrear.

IV. 3.2.1.5.3. Curva de acumulación de especies en el Área de Proyecto

Debido a que no se realizaron sitios de muestreo dentro de la superficie del AP, no es necesario realizar la curva de acumulación de especies.

IV. 3.2.1.5.4. Riqueza florística en el Área de Proyecto

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 AP incluye 20 familias, 39 géneros y 48 especies de plantas. A continuación, se presenta el listado de especies registradas e identificadas para el AP mediante el trabajo de campo:

Tabla 4. 47. Listado florístico del Área de Proyecto

N.º.	Familia	Género	Nombre científico	Autor	Nombre común
1	Amaranthaceae	<i>Atriplex</i>	<i>Atriplex canescens</i>	(Pursh) Nutt.	Cenizo
2	Asteraceae	<i>Aphanostephus</i>	<i>Aphanostephus ramosissimus</i>	DC.	Manzanilla cimarrona
3		<i>Brickellia</i>	<i>Brickellia veronicifolia</i>	(Kunth) A.Gray	Pesitó

N o.	Familia	Género	Nombre científico	Autor	Nombre común
4		<i>Chaetopappa</i>	<i>Chaetopappa ericoides</i>	(Torr.) G.L.Nesom	s/n
5		<i>Xanthisma</i>	<i>Xanthisma spinulosum</i>	(Pursh) D.R.Morgan & R.L.Hartm.	Margarita espinosa
6		<i>Zinnia</i>	<i>Zinnia acerosa</i>	(DC.) A.Gray	Hierba del burro
7	Brassicaceae	<i>Eruca</i>	<i>Eruca vesicaria</i>	(L.) Cav.	Arúgula del Mediterráneo
8		<i>Physaria</i>	<i>Physaria fendleri</i>	(A.Gray) O'Kane & Al-Shehbaz	s/n
9	Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i>	<i>Tillandsia recurvata</i>	(L.) L.	Paixtle
10	Cactaceae	<i>Coryphantha</i>	<i>Coryphantha radians</i>	(DC.) Britton & Rose	Biznaga partida de cuernos
11		<i>Cylindropuntia</i>	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	(Haw.) F.M.Knuth	Cardenche
12			<i>Cylindropuntia tunicata</i>	(Lehm.) F.M.Knuth	Abrojo
13		<i>Ferocactus</i>	<i>Ferocactus latispinus</i>	(Haw.) Britton & Rose	Biznaga ganchuda
14		<i>Mammillaria</i>	<i>Mammillaria uncinata</i>	Zucc. ex Pfeiff.	Biznaga ganchuda
15		<i>Opuntia</i>	<i>Opuntia engelmannii</i>	Salm-Dyck ex Engelm.	Nopal cuijo
16			<i>Opuntia leucotricha</i>	DC.	Nopal duraznillo
17			<i>Opuntia rastrera</i>	F.A.C.Weber	Nopal rastrero
18			<i>Opuntia robusta</i>	H.L.Wendl. ex Pfeiff.	Nopal camueso
19	<i>Opuntia streptacantha</i>		Lem.	Nopal cardón	
20	Commelinaceae	<i>Tradescantia</i>	<i>Tradescantia sp.</i>	L.	Hierba del pollo
21	Convolvulaceae	<i>Dichondra</i>	<i>Dichondra argentea</i>	Willd.	Hierba oreja de ratón
22		<i>Evolvulus</i>	<i>Evolvulus alsinoides</i>	Kuntze	Pico de pájaro
23	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita</i>	<i>Cucurbita foetidissima</i>	Kunth	Calabacilla loca
24			<i>Cucurbita sp.</i>	L.	Calabaza
25	Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i>	<i>Acalypha monostachya</i>	Cav.	Hierba del cáncer
26		<i>Euphorbia</i>	<i>Euphorbia serrula</i>	Engelm.	s/n
27		<i>Jatropha</i>	<i>Jatropha dioica</i>	Sessé	Sangre de drago
28	Fabaceae	<i>Dalea</i>	<i>Dalea bicolor</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Engordacabra
29		<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa texana</i>	(A.Gray) Small	Uña de gato
30		<i>Neltuma</i>	<i>Neltuma laevigata</i>	(Humb. & Bonpl. ex Willd.) Britton & Rose	Mezquite blanco
31		<i>Senna</i>	<i>Senna bauhinioides</i>	(A.Gray) H.S.Irwin & Barneby	s/n
32		<i>Vachellia</i>	<i>Vachellia constricta</i>	(Benth.) Seigler & Ebinger	Chaparro prieto
33			<i>Vachellia schaffneri</i>	(S.Watson) Seigler & Ebinger	Huizache prieto
34	Malvaceae	<i>Malva</i>	<i>Malva parviflora</i>	L.	Malva de Castilla
35	Nyctaginaceae	<i>Mirabilis</i>	<i>Mirabilis viscosa</i>	Cav.	Maravillita
36	Onagraceae	<i>Oenothera</i>	<i>Oenothera lavandulifolia</i>	Torr. & A.Gray	s/n

N o.	Familia	Género	Nombre científico	Autor	Nombre común
37	Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>Bouteloua dactyloides</i>	(Nutt.) Columbus	Zacate búfalo
38		<i>Lycurus</i>	<i>Lycurus phleoides</i>	Kunth	Zacate lobero
39		<i>Nassella</i>	<i>Nassella tenuissima</i>	(Trin.) Barkwprth	s/n
40	Portulacaceae	<i>Portulaca</i>	<i>Portulaca halimoides</i>	L.	s/n
41			<i>Portulaca oleracea</i>	L.	Verdolaga
42	Rubiaceae	<i>Bouvardia</i>	<i>Bouvardia ternifolia</i>	(Cav.) Schldtl.	Trompetilla colorada
43		<i>Houstonia</i>	<i>Houstonia rubra</i>	Cav.	s/n
44	Scrophulariaceae	<i>Buddleja</i>	<i>Buddleja scordioides</i>	Kunth	Escobilla
45	Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Willd. ex Steud.	Pera
46			<i>Solanum rostratum</i>	Dunal	Ayohuiztle
47	Verbenaceae	<i>Verbena</i>	<i>Verbena canescens</i>	Chapm.	Verbena gris
48	Zygophyllaceae	<i>Tribulus</i>	<i>Tribulus terrestris</i>	Muhl.	Abrojo de flor amarilla

Las familias de plantas presentes en el AP, la mejor representada son Cactaceae con 10 especies, seguida de Fabaceae con seis especies y en tercer lugar se encuentran Asteraceae con cinco especies, respectivamente. Las especies registradas 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 Área de Proyecto

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 AP, no se registró la presencia de especies enlistadas en la NOM-059.

IV. 3.2.1.4.5. Estructura de la vegetación dentro del Área de Proyecto

El análisis de los datos ecológicos de la vegetación del AP 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).

A continuación, se presentan los resultados de los cálculos de los datos ecológicos en el AP para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo para cada tipo de vegetación, con base en los trabajos de campo realizados.

Matorral crasicaule (MC)

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 MC de la AP.

Tabla 4. 48. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el MC del AP

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Vachellia constricta</i>	Chaparro prieto	36.00	450.00	41.38	43.35	34.92	1.00	25.00	101.30
2	<i>Neltuma laevigata</i>	Mezquite blanco	26.00	325.00	29.89	52.75	42.49	1.00	25.00	97.37
3	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache prieto	17.00	212.50	19.54	24.25	19.53	1.00	25.00	64.07
4	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal camueso	8.00	100.00	9.20	3.80	3.06	1.00	25.00	37.26
Total			87	1087.50	100.00	124.15	100.00	4.00	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 MC de la AP.

Tabla 4. 49. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbustivo presente en el MC del AP

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	1660.00	20750.00	73.68	654.50	74.41	1.00	5.00	153.09
2	<i>Mimosa texana</i>	Uña de gato	160.00	2000.00	7.10	93.35	10.61	1.00	5.00	22.71
3	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenche	82.00	1025.00	3.64	49.25	5.60	1.00	5.00	14.24
4	<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga	80.00	1000.00	3.55	16.00	1.82	1.00	5.00	10.37
5	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal cuijo	37.00	462.50	1.64	22.55	2.56	1.00	5.00	9.21
6	<i>Tillandsia recurvata</i>	Paixtle	75.00	937.50	3.33	7.50	0.85	1.00	5.00	9.18
7	<i>Portulaca halimoides</i>	s/n	66.00	825.00	2.93	7.20	0.82	1.00	5.00	8.75
8	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	20.00	250.00	0.89	8.60	0.98	1.00	5.00	6.87
9	<i>Mammillaria uncinata</i>	Biznaga ganchuda	16.00	200.00	0.71	1.52	0.17	1.00	5.00	5.88
10	<i>Cylindropuntia tunicata</i>	Abrojo	15.00	187.50	0.67	1.20	0.14	1.00	5.00	5.80
11	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Pesitó	4.00	50.00	0.18	4.80	0.55	1.00	5.00	5.72
12	<i>Buddleja scordioides</i>	Escobilla	8.00	100.00	0.36	1.80	0.20	1.00	5.00	5.56
13	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla colorada	8.00	100.00	0.36	1.60	0.18	1.00	5.00	5.54
14	<i>Ferocactus latispinus</i>	Biznaga ganchuda	7.00	87.50	0.31	1.60	0.18	1.00	5.00	5.49
15	<i>Senna bauhinioides</i>	s/n	5.00	62.50	0.22	2.00	0.23	1.00	5.00	5.45
16	<i>Dalea bicolor</i>	Engordacabra	4.00	50.00	0.18	2.00	0.23	1.00	5.00	5.40

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
17	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	2.00	25.00	0.09	1.70	0.19	1.00	5.00	5.28
18	<i>Atriplex canescens</i>	Cenizo	1.00	12.50	0.04	1.20	0.14	1.00	5.00	5.18
19	<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo	1.00	12.50	0.04	1.00	0.11	1.00	5.00	5.16
20	<i>Coryphantha radians</i>	Biznaga partida de cuernos	2.00	25.00	0.09	0.20	0.02	1.00	5.00	5.11
Total			2253	28162.50	100.00	879.57	100.00	20.00	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 MC en la AP.

Tabla 4. 50. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato herbáceo presente en el MC del AP

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Pera	260.00	13000.00	24.05	52.00	37.83	1.00	4.17	66.05
2	<i>Bouteloua dactyloides</i>	Zacate búfalo	150.00	7500.00	13.88	15.00	10.91	1.00	4.17	28.96
3	<i>Malva parviflora</i>	Malva de Castilla	85.00	4250.00	7.86	8.50	6.18	1.00	4.17	18.21
4	<i>Dichondra argentea</i>	Hierba oreja de ratón	55.00	2750.00	5.09	11.00	8.00	1.00	4.17	17.26
5	<i>Lycurus phleoides</i>	Zacate lobero	65.00	3250.00	6.01	6.50	4.73	1.00	4.17	14.91
6	<i>Eruca vesicaria</i>	Arúgula del Mediterráneo	80.00	4000.00	7.40	4.00	2.91	1.00	4.17	14.48
7	<i>Zinnia acerosa</i>	Hierba del burro	55.00	2750.00	5.09	5.50	4.00	1.00	4.17	13.26
8	<i>Chaetopappa ericoides</i>	s/n	55.00	2750.00	5.09	2.75	2.00	1.00	4.17	11.26
9	<i>Tribulus terrestris</i>	Abrojo de flor amarilla	55.00	2750.00	5.09	2.75	2.00	1.00	4.17	11.26
10	<i>Oenothera lavandulifolia</i>	s/n	39.00	1950.00	3.61	3.90	2.84	1.00	4.17	10.61
11	<i>Solanum rostratum</i>	Ayohuiztle	35.00	1750.00	3.24	3.50	2.55	1.00	4.17	9.95
12	<i>Euphorbia serrula</i>	s/n	35.00	1750.00	3.24	1.75	1.27	1.00	4.17	8.68
13	<i>Mirabilis viscosa</i>	Maravillita	8.00	400.00	0.74	4.80	3.49	1.00	4.17	8.40
14	<i>Acalypha monostachya</i>	Hierba del cáncer	25.00	1250.00	2.31	2.50	1.82	1.00	4.17	8.30
15	<i>Physaria fendleri</i>	s/n	25.00	1250.00	2.31	2.50	1.82	1.00	4.17	8.30
16	<i>Cucurbita sp.</i>	Calabaza	5.00	250.00	0.46	4.00	2.91	1.00	4.17	7.54
17	<i>Xanthisma spinulosum</i>	Margarita espinosa	10.00	500.00	0.93	2.00	1.46	1.00	4.17	6.55
18	<i>Verbena canescens</i>	Verbena gris	10.00	500.00	0.93	1.50	1.09	1.00	4.17	6.18
19	<i>Evolvulus alsinoides</i>	Pico de pájaro	10.00	500.00	0.93	0.50	0.36	1.00	4.17	5.46
20	<i>Tradescantia sp.</i>	Hierba del pollo	5.00	250.00	0.46	1.00	0.73	1.00	4.17	5.36
21	<i>Aphanostephus ramosissimus</i>	Manzanilla cimarrona	8.00	400.00	0.74	0.40	0.29	1.00	4.17	5.20

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m ²)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
22	<i>Nassella tenuissima</i>	s/n	1.00	50.00	0.09	0.70	0.51	1.00	4.17	4.77
23	<i>Houstonia rubra</i>	s/n	4.00	200.00	0.37	0.20	0.15	1.00	4.17	4.68
24	<i>Cucurbita foetidissima</i>	Calabacilla loca	1.00	50.00	0.09	0.20	0.15	1.00	4.17	4.40
Total			1081	54050.00	100.00	137.45	100.00	24.00	100.00	300.00

N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa

Vachellia constricta (arbóreo), *Jatropha dioica*, *Mimosa texana* (arbustivo), *Solanum elaeagnifolium* y *Bouteloua dactyloides* (herbáceo) son las especies con el valor más alto de IVI para este tipo de vegetación. Estas especies son comúnmente propias de este tipo de vegetación. Lo anterior sugiere un comportamiento ecológico con una estructura y composición de la vegetación estable.

Vegetación secundaria (Vs)

La condición secundaria de una vegetación es dada por el nivel de disturbio que se observa en su composición y estructura. Por ello, en el presente documento se caracterizó como parte de su vegetación clímax, es decir, se incorporó al Matorral crasicale. Así, la caracterización de los tipos de vegetación reflejará el estado del ecosistema y se definirá si su condición es primaria o secundaria.

IV. 3.2.1.4.6. Diversidad de la vegetación en el Área de Proyecto

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.

Diversidad de la vegetación

A continuación, se presenta el resultado del cálculo de diversidad de la vegetación del AP; para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de las diversas vegetaciones.

Índice de diversidad en el tipo de vegetación MC en el Área de Proyecto

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado para el MC, en el Área de Proyecto por estrato, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. 51. Índice de diversidad de las especies por estrato del MC en el AP

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	4	Riqueza (S)	20	Riqueza (S)	24
H Calculada	1.26	H Calculada	1.16	H Calculada	2.59
H max = Ln S	1.39	H max = Ln S	3.00	H max = Ln S	3.18
Equidad = H/Hmax	0.91	Equidad = H/Hmax	0.39	Equidad = H/Hmax	0.81

El valor mayor del índice de diversidad de Shannon obtenido de la vegetación de MC lo presenta el estrato arbóreo, aunque su riqueza es baja comparada con las otras dos formas biológicas, seguido por el estrato arbustivo. Lo anterior denota una distribución en equilibrio y una diversidad alta. La equidad mayor calculada la presenta el estrato arbóreo, seguido del estrato herbáceo. Por tanto, la estructura y composición de la comunidad vegetal, se encuentra en condiciones estables.

Índice de diversidad general en el Área de Proyecto

La interpretación correspondiente de los índices de diversidad utilizados en este estudio para el SA, AI y AP para la flora, 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. 52. Resumen del índice de diversidad en los distintos tipos de vegetación dentro del AP

Área	Tipo de vegetación	Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo		Total		Diversidad Interpretada por tipo de vegetación
		S	H	S	H	S	H	S	H	
AI	MC	4	1.26	20	1.16	24	2.59	48	1.67	Media

De acuerdo con el criterio de Marrugan (1988), la diversidad promedio de los estratos del MC en el AP es media.

IV.3.2.1.6. Conclusión

En el SA se presentan cinco tipos de vegetación, los cuales son: matorral crasicaule, matorral desértico micrófilo, mezquital xerófilo, vegetación halófila y vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule. Esta diversidad de vegetaciones se debe en gran parte por factores bióticos como abióticos, tales como la topografía del área, los microclimas, el tipo de suelo, los nutrientes de la tierra y la erosión del suelo. Dentro del AI se presenta un tipo de vegetación: vegetación secundaria de matorral crasicaule. Asimismo, dentro del AP la vegetación que se observa vegetación secundaria de matorral crasicaule. Los tipos de vegetación de este último se observan menos

conservados debido a las actividades antrópicas que se llevan a los alrededores del área en comparación con los del SA, donde se observa, con base a los resultados ecológicos, mejor conservados.

Los diferentes tipos de vegetación que se desarrollan en las áreas de estudio SA, AI y AP presentan en su estructura las tres formas biológicas, siendo el arbustivo el que presentó mayor dominancia y abundancia. Sin embargo, el estrato herbáceo toma considerables valores, por lo que contribuye a la diversidad de la vegetación. Se toma a consideración el hecho de que la vegetación más abundante son los matorrales seguido de los mezquiales.

La diversidad de las tres vegetaciones del AI es comparable con la del SA, donde se registraron mayores especies de cactáceas y asteráceas, entre otras especies de diversos grupos. Tales especies son ampliamente distribuidas en las vegetaciones de mayor abundancia como el matorral crasicaule. Aunado a lo anterior, en las áreas se encontraron vegetaciones secundarias, por lo que se explica que las especies que elevan los valores son generalmente especies afines a la perturbación y catalogadas como malezas.

En general se puede inferir que la vegetación analizada en el SA y el AI se encuentra en condiciones de estables a regulares. En las áreas con vegetación que ha sido menos perturbada se distribuye la vegetación halófila y el mezquital xerófilo, seguido por el matorral crasicaule y en último lugar la vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule.

La riqueza florística del SA del proyecto incluye 38 familias, 94 géneros y 126 especies de plantas vasculares, dentro de las cuales destacan con mayor número de géneros y especies las familias Cactaceae, Asteraceae Fabaceae y Poaceae; para el AI se registraron 27 familias, 61 géneros y 74 especies, de las cuales las familias mejor representadas son las mismas que en el SA. Por último, en el AP se registraron 20 familias, 39 géneros y 48 especies y las familias mejor representadas son Asteraceae, Cactaceae y Fabaceae.

La mayor diversidad florística la presenta el SA, seguido por el AI, mientras que el AP presenta la menor diversidad florística.

Existen diferencias en la estructura de la vegetación en cada área, el SA presenta una estructura de vegetación mejor definida. A su vez, la vegetación de matorral crasicaule se encuentra mejor distribuida, con individuos de mayor altura, la distribución de las especies es homogénea en contraste con las del AI y el AP.

Dentro de los sitios de muestreo realizados para el análisis del SA se registraron tres especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana 059 SEMARNAT-2010: *Dasyliirion acrotrichum*, *Ferocactus histrix*, *Mammillaria crinita* subsp. *crinita* y *Mammillaria crinita* subsp. *luecantha*. Tanto el AI y AP no se registraron especies dentro de alguna categoría en la NOM-059.

En concreto, se puede concluir que la vegetación de AP no se compromete, ya que en el AI y el SA se encuentra muy bien representada.

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 864 especies (Flores-Villela & García-Vázquez, 2014), y quinto en anfibios, con 376 especies representando siendo el 50% de estas endémicas de la nación (Parra-Olea, *et al.*, 2014).

Históricamente, la diversidad biológica en el estado de Zacatecas ha recibido escasa atención en términos de investigación, especialmente en lo que respecta a su fauna. En la actualidad, la carencia de inventarios abarca la gran mayoría del territorio estatal, lo que dificulta o incluso imposibilita la comprensión de la distribución y la estructura de esta biodiversidad, por lo que resulta necesario conocer la composición biótica del área de estudio para tener una aproximación más exacta de la biodiversidad que contiene.

En cuanto a la diversidad de vertebrados en el estado, para el grupo de los anfibios se tienen contabilizadas 25 especies (Sigala-Rodríguez *et al.*, 2020a), 108 especies de reptiles (Sigala-Rodríguez *et al.*, 2020b), 353 especies de aves (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2019) y 123 especies de mamíferos (López-Ortega *et al.*, 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

El trabajo de campo se realizó en tres visitas, la primera se desarrolló del 25 de mayo al 2 de junio del 2022, la segunda campaña del 11 al 16 de octubre de 2022, la tercera y más reciente fue del 18 al 20 de julio de 2024. Los muestreos faunísticos se realizaron en 66 parcelas de 50 metros (Anexo 4.14), estos se intensificaron 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. 66 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 mas 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 (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 *et al.* (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 dos años (2012-2024) se han instalado un total de 8 estaciones de fototrampeo (Figura 4.67) repartidas entre las distintas campañas, en la Tabla 4.53 se muestran las coordenadas de todas las cámaras colocadas hasta 2024.

Tabla 4. 53. Coordenadas de las cámaras trampa

Cámara	UTM X	UTM Y
Cámara 1	792110	2514906
Cámara 2	794966	2514363
Cámara 3	797442	2512570
Cámara 4	804617	2514017
Cámara 5	794237	2513916
Cámara 6	794186	2514017
Cámara 7	794195	2513767
Cámara 8	794111	2514493



Figura 4.67 Localización de estaciones de monitoreo de cámaras trampa

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.

IV.3.2.2.1.4. Aves

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.

IV.3.2.2.2. Resultados

Durante los muestreos que se realizaron para el Proyecto se logró documentar un total de 77 especies de vertebrados (Figura 4.68). El grupo de las aves fue el mejor representado, con un total

de 58 especies repartidas en 28 familias, seguido por el grupo de los mamíferos con 12 especies repartidas en 9 familias. Mientras que el grupo menos diverso fue el de los reptiles registrando un total de 7 especies en 4 familias, En el Anexo 4.15 se presenta un reporte fotográfico de algunas de las especies registradas durante los muestreos.

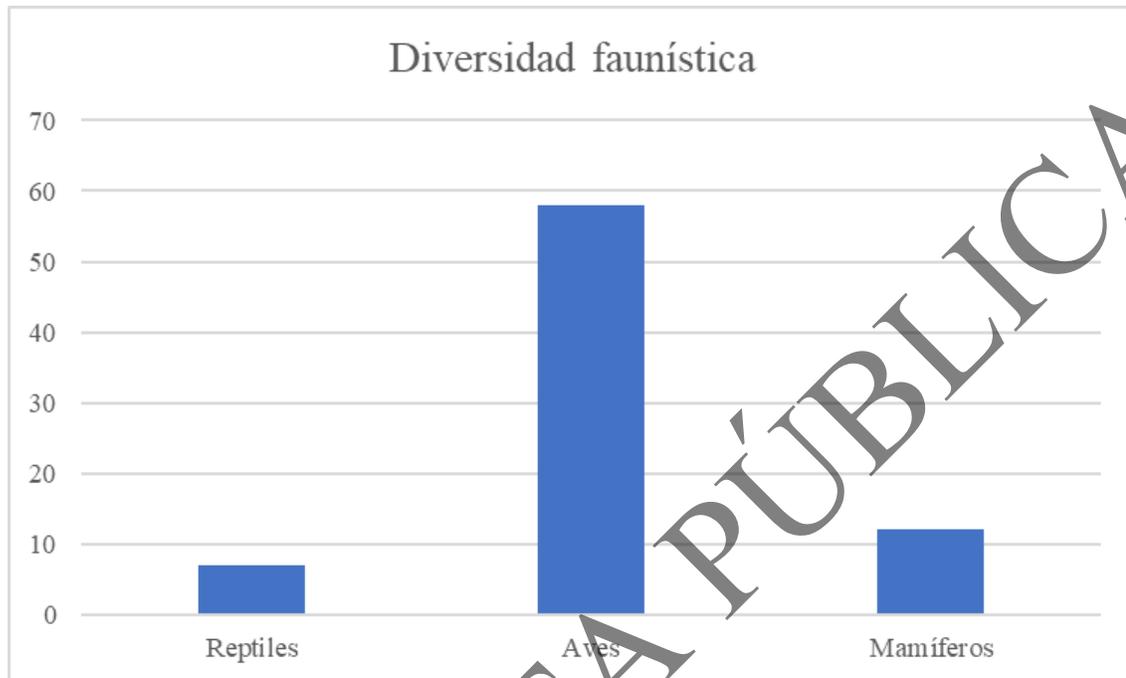


Figura 4.68 Diversidad por grupo faunístico

IV.3.2.2.2.1. Anfibios

El grupo de los anfibios no tuvo representación alguna, esto se puede deber a las condiciones áridas en las que se encuentra la zona de estudio.

IV.3.2.2.2.2. Reptiles

De acuerdo con los datos obtenidos en campo, los reptiles presentaron una riqueza de siete especies, pertenecientes a un Orden, que a su vez se divide en dos Subórdenes de los cuales Lacertilia presentó el mayor número de especies (cuatro spp.). Los reptiles se encuentran repartidos en cuatro familias siendo Phrynosomatidae la que cuenta con mayor riqueza de especies con tres, seguido de la familia Viperidae con dos (spp), mientras que Teiidae y Colubridae presentaron solamente una especie (Figura 4. 69). Se registraron cuatro especies bajo alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, tres bajo la categoría Sujeta a protección especial (Pr) y una en la categoría de Amenazada (A). Solo se registró una especie endémica al país. El Sistema Ambiental registró una riqueza específica de siete especies. No se registraron reptiles en el Área de Proyecto (Tabla 4.54).

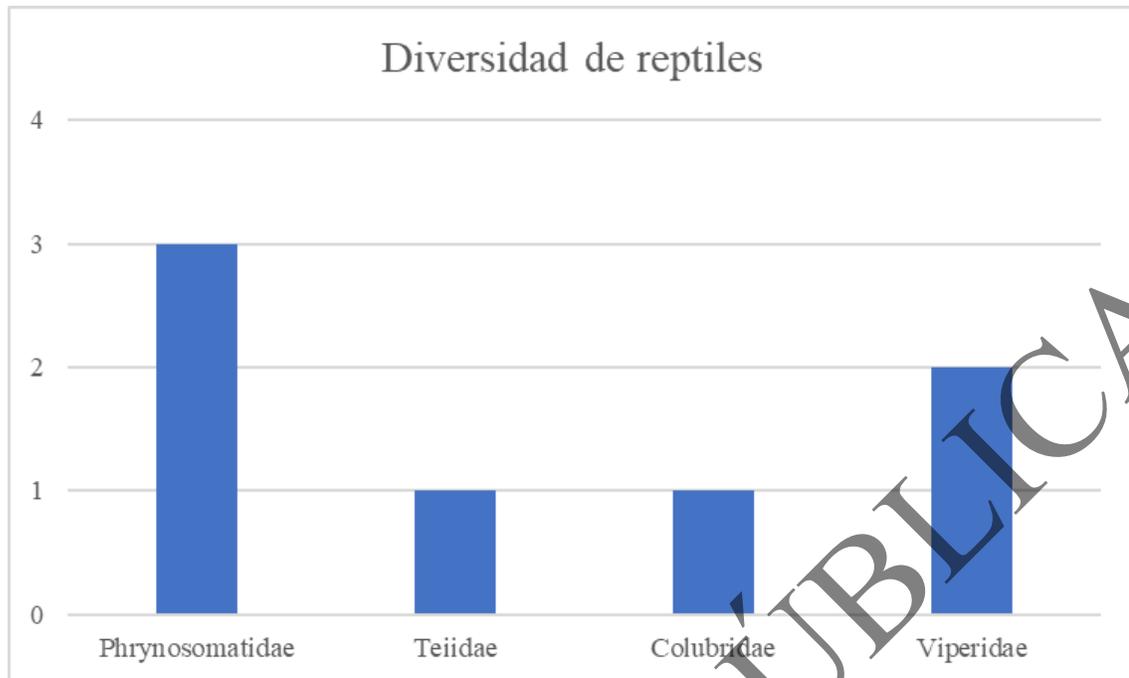


Figura 4. 69 Diversidad general de reptiles por familia

Tabla 4.54 Especies de reptiles registrados durante los muestreos

ORDE N	SUBORDE N	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	A P	S A	A I
Squamata	Lacertilia	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija espinosa del mezquite	Pr	-	X	-
			<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija espinosa mexicana	-	-	X	-
			<i>Phrynosoma modestum</i>	Tapayatxin	-	-	X	-
	Serpentes	Teiidae	<i>Aspidoscelis gularis</i>	Huico pinto del noreste	-	-	X	X
		Colubridae	<i>Masticophis flagellum</i>	Culebra chirrionera roja	A	-	X	-
			Viperidae	<i>Crotalus lepidus</i>	Cascabel gris	Pr	-	X
		<i>Crotalus molossus</i>		Cascabel de cola negra	Pr	-	X	-

AP: Área de Proyecto, SA: Sistema Ambiental, AI: Área de Influencia, NOM-059: Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Pr: Sujeta a Protección Especial, A: Amenazada

IV.3.2.2.3. Mamíferos

El grupo de los mamíferos fue el segundo más diverso presentando una riqueza de 12 especies, pertenecientes a cinco órdenes, de los cuales el orden Carnivora fue el más diverso con cinco especies, seguido por Lagomorpha con tres especies. Los mamíferos se encuentran representados en nueve familias, de las cuales la familia Leporidae fue la más diversa con tres (spp), siguiéndola la familia Canidae. El resto de las familias registraron solamente una (spp) cada una (Figura 4.70). El Área de Influencia presentó únicamente una especie, perteneciente a la familia Leporidae, 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 (Tabla 4.55).

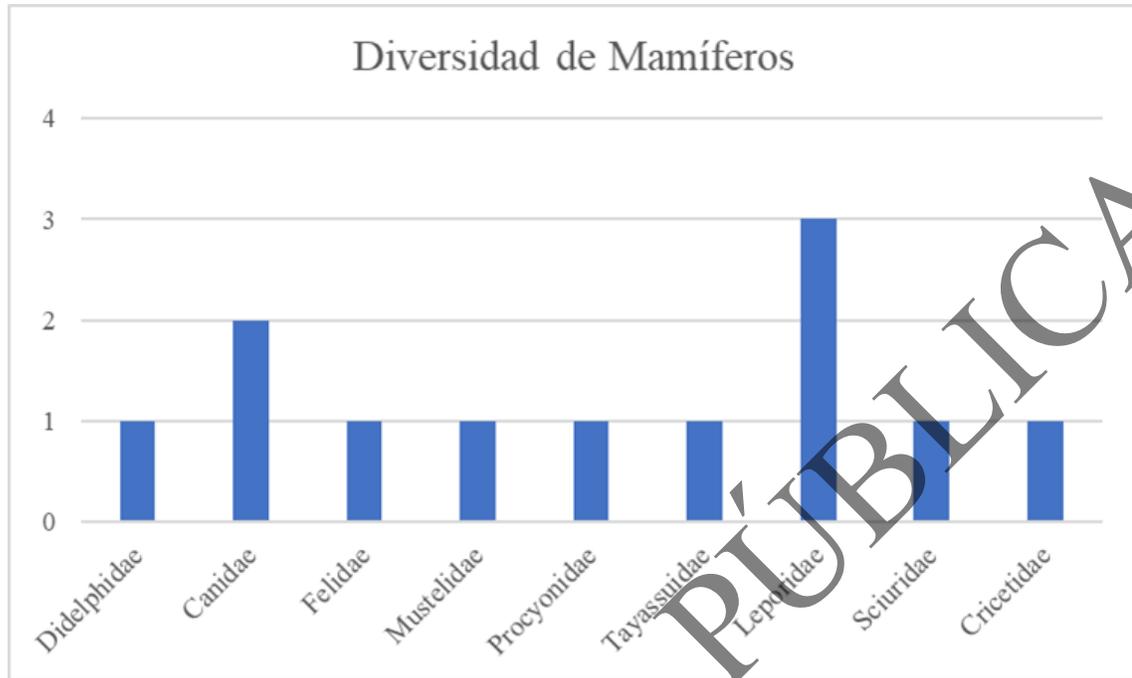


Figura 4.70 Diversidad general de mamíferos por familia

Tabla 4.55 Especies de mamíferos registrados durante los muestreos

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM 059	AP	SA	AI
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	-	-	X	-
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	-	-	X	-
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	-	-	X	-
		<i>Lynx rufus</i>	Lince Americano	-	-	X	-
	Mustelidae	<i>Taxidea taxus</i>	Tlalcoyote	A	-	X	-
	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	-	-	X	-
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de Collar	-	-	X	-
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	-	-	X	-
		<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	-	-	X	-
		<i>Lepus californicus</i>	Liebre Cola Negra	-	-	X	X
Rodentia	Sciuridae	<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardillón de Rocas	-	-	X	-
	Cricetidae	<i>Neotoma sp.</i>	Rata cambalachera	-	-	X	-

AP: Área de Proyecto, SA: Sistema Ambiental, AI: Área de Influencia, NOM-059: Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, A: Amenazada

IV.3.2.2.2.4. Aves

Este grupo fue el mejor representado durante los muestreos, se registraron un total de 58 especies, pertenecientes a 13 órdenes, siendo los Passeriformes el grupo más diversos con 29 especies, seguido de Columbiformes con 5 (spp) y Accipitriformes con 4 (spp). Se encuentran presentes 28 familias, siendo las familias Columbidae y Passerellidae las que presentaron la mayor riqueza de especies con cinco (spp), seguidas de Accipitridae, Tyrannidae e Icteridae con cuatro especies (Figura 4.71). El Sistema ambiental presentó el total de las especies registradas (58 spp) mientras que el Área de Influencia presentó una riqueza de nueve (spp). En el Área de Proyecto solo se registraron siete especies. Se presentan tres especies con alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, dos con categoría de Sujeta a protección especial (Pr) y una en la categoría Amenazada (A). Se obtuvo el registro una especie con semi endémica (Tabla 4.56).

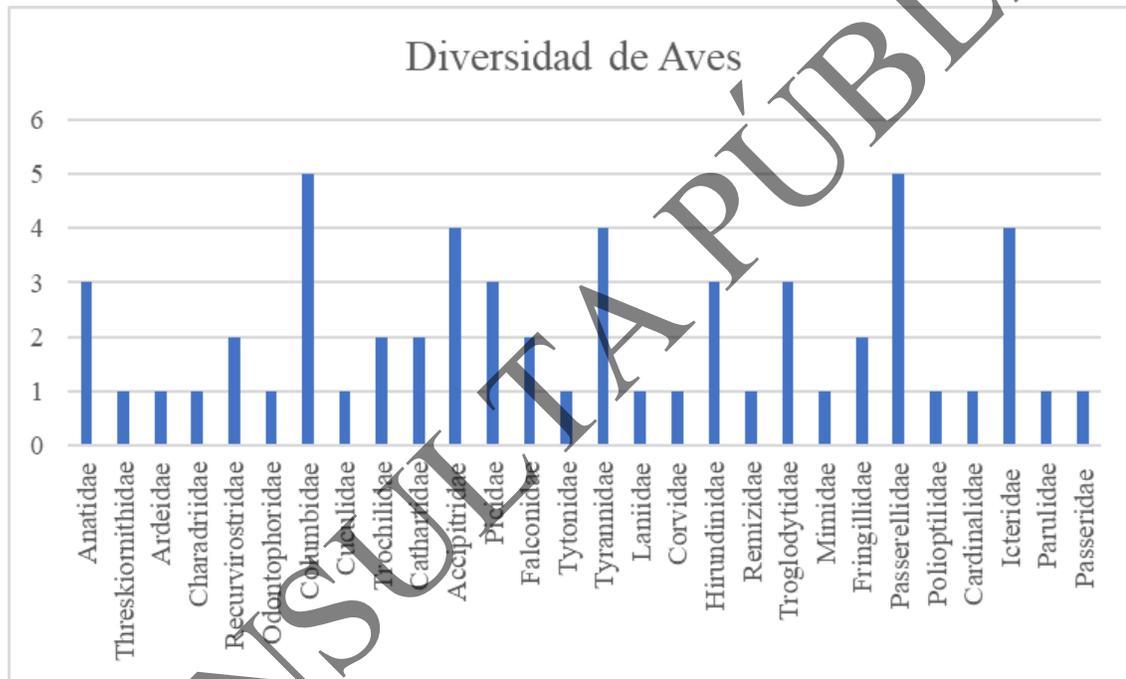


Figura 4.71 Diversidad general de aves por familia

Tabla 4.56 Especies de aves registrados durante los muestreos

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	A P	S A	A I
Anseriformes	Anatidae	<i>Aythya collaris</i>	Pato pico anillado	-	-	X	-
		<i>Anas diazi</i>	Pato mexicano	A	-	X	-
		<i>Spatula discors</i>	Cerceta alas azules	-	-	X	-
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	Ibis ojos rojos	-	-	X	-
	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	-	-	X	-
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	-	-	X	-
		<i>Himantopus mexicanus</i>	Monjita americana	-	-	X	-

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	A P	S A	A I
	Recurvirostridae	<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta americana	-	-	X	-
Galliformes	Odontophoridae	<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz escamosa	-	-	X	-
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	-	-	X	-
		<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	-	-	X	X
		<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	-	X	X	-
		<i>Zenaida macroura</i>	Huilota común	-	-	X	-
		<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar turca	-	-	X	-
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	-	-	X	-
Apodiformes	Trochilidae	<i>Cyanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	-	X	X	-
		<i>Selasphorus sp.</i>	Colibrí	-	-	X	-
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	-	-	X	-
		<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	-	-	X	X
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter sp.</i>	Gavilán	Pr	-	X	-
		<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Cola Roja	-	-	X	-
		<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	-	-	X	-
		<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla Rojinegra	Pr	-	X	-
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	-	-	X	-
		<i>Dryobates scalaris</i>	Carpintero mexicano	-	-	X	-
		<i>Colaptes auratus</i>	Carpintero de pechera común	-	-	X	-
Falconiformes	Falconidae	<i>Caraçara plancus</i>	Carancho	-	X	X	-
		<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	-	-	X	-
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de Campanario	-	-	X	-
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas Llanero	-	X	X	-
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	-	-	X	-
		<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano chibibú	-	-	X	-
		<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas Garganta Ceniza	-	-	X	-
	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo Americano	-	-	X	-
	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	-	-	X	X
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica erythrogaster</i>	Golondrina común americana	-	X	X	X
		<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera	-	-	X	-
		<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina alas aserradas	-	-	X	-
	Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncillo	-	-	X	-
	Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	Saltapared cola larga	-	-	X	-
		<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del Desierto	-	X	X	X
		<i>Salpinctes obsoletus</i>	Saltapared de Rocas	-	-	X	-
Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuicacoche Pico Curvo	-	-	X	X	

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	A P	S A	A I
	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito Dominicó	-	-	X	-
		<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón Mexicano	-	-	X	X
	Passerellidae	<i>Melospiza fusca</i>	Rascador viejita	-	-	X	X
		<i>Melospiza sp.</i>	Gorrión	-	-	X	-
		<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero Corona Canela	-	-	X	-
		<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta negra	-	X	X	X
		<i>Spizella atrogularis</i>	Gorrión Barba Negra	-	-	X	-
	Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita azulgrís	-	-	X	-
	Cardinalidae	<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal desértico	-	-	X	-
	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	-	-	X	-
		<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	-	-	X	-
		<i>Sturnella neglecta</i>	Pradero del Oeste	-	-	X	-
		<i>Icterus parisorum</i>	Calandria tunera	-	-	X	-
	Parulidae	<i>Setophaga coronata auduboni</i>	Chipe de Audubon	-	-	X	-
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Doméstico	-	-	X	-	

AP: Área de Proyecto, SA: Sistema Ambiental, AI: Área de Influencia, NOM-059: Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Pr: Sujeta a Protección Especial, A: Amenazada

IV.3.2.2.2.5. 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 solamente 2 especies endémicas (Tabla 4.57), siendo una reptil y un ave, siendo esta última una especie semi endémica (Figura 4.72).

Tabla 4.57 Especies endémicas

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ENDEMISMO	A P	S A	A I
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija espinosa mexicana	E	-	X	-
Apodiformes	Trochilidae	<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	SE	X	X	-

AP: Área de Proyecto, SA: Sistema Ambiental, AI: Área de Influencia, E: Especie Endémica, SE: Especie Semi endémica

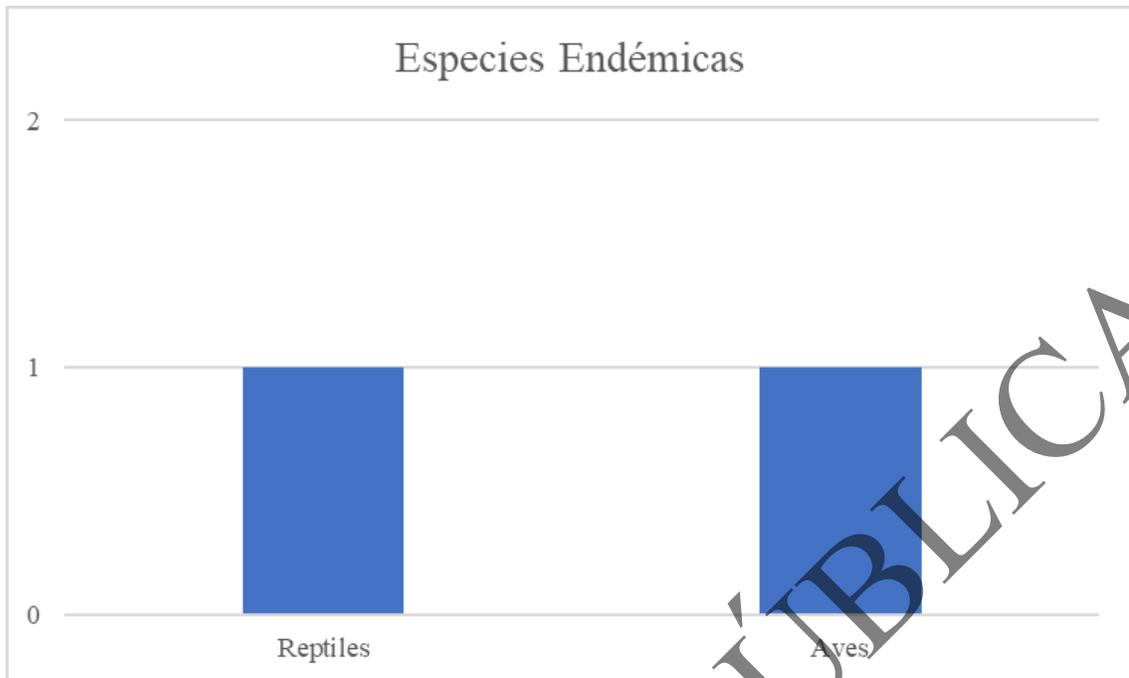


Figura 4.72 Especies Endémicas estrictas de fauna silvestre

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 *Semi endémica* que son endémicas a México durante una época del año; siendo esta la categoría a la que pertenece el Colibrí pico ancho (*Cyanthus latirostris*), la especie de ave endémica registrada en el área del Proyecto.

IV.3.2.2.2.6. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Se registraron 8 especies con alguna categoría de riesgo incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales cuatro son reptiles, tres mamíferos y un ave (Figura 4.73). En la categoría de Amenazada se encuentran un reptil, un mamífero y un ave mientras que en la categoría Sujeta a Protección Especial se incluyen tres reptiles y dos aves (Figura 4.74).

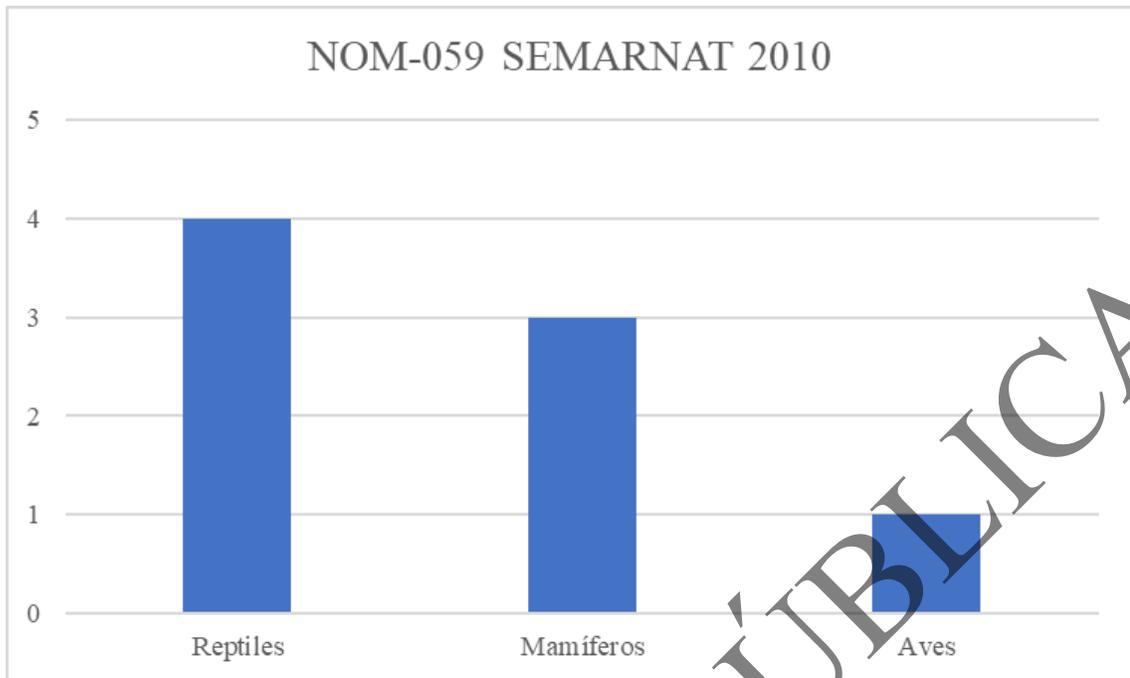


Figura 4.73 Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

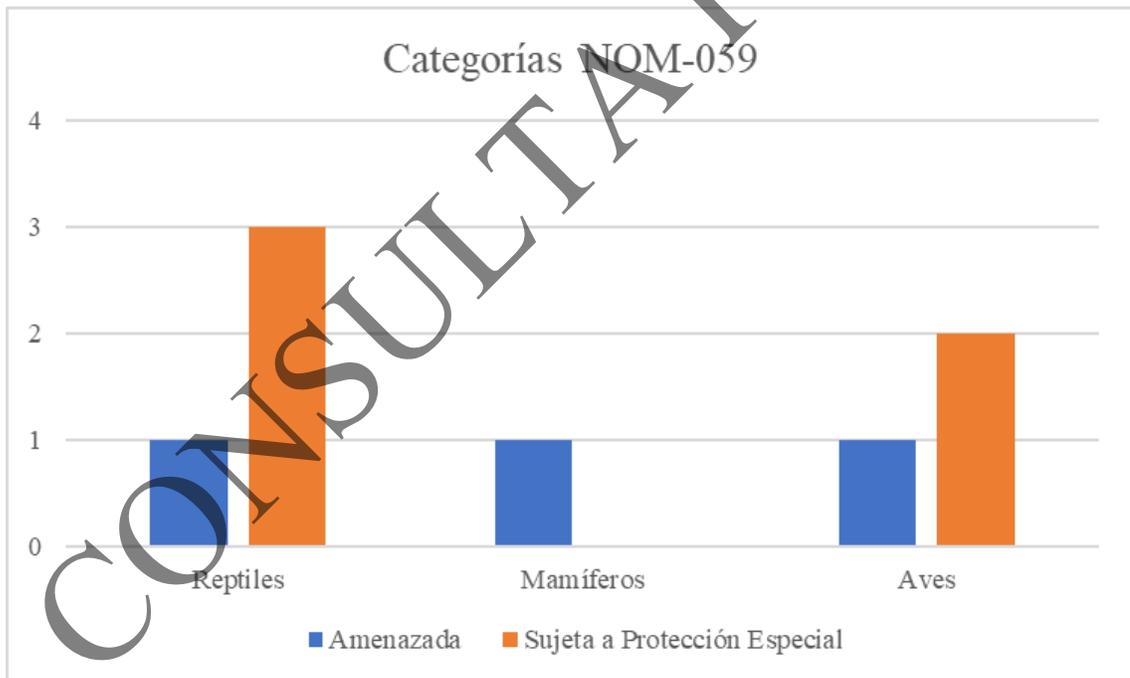


Figura 4.74 Especies por categoría de protección NOM-059-SEMARNAT-2010

IV.3.2.2.2.7. Valor de importancia de la especie en el Sistema Ambiental

Para este análisis se calificó a cada una de las especies y así realizar este ejercicio de la manera más eficiente posible. Algunos 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 (TVEG1); si se presenta en dos tipos de vegetación (TVEG2); o si se presentan en tres o más tipos de vegetación (TVEG+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.

Todas las categorías anteriores se les asignó un valor +1, +2 o +3 a cada una dependiendo de su importancia. Adicionalmente, se incluyó otro parámetro: el Endemismo. Aquellas especies endémicas (E) con un valor de +4, si son especies endémicas a México; (Tabla 4.58). La sumatoria de todos los valores adquiridos para cada una de las especies representa la importancia de las especies dentro del Sistema Ambiental.

Tabla 4.58 Parámetros evaluados y valor correspondiente

Pr	A	P	E	D. RESTRINGIDA	D. PEQUEÑA	D. AMPLIA	TVEG 1	TVEG 2	TVEG +3
1	2	3	4	3	2	1	3	2	1

Pr: Sujeta a Protección Especial, A: Amenazada, P: Peligro de Extinción, E: Endémica, D. RESTRINGIDA: distribución restringida, D. PEQUEÑA: distribución pequeña, D. AMPLIA: distribución amplia, TVEG 1: presente en un solo tipo de vegetación, TVEG 2: presente en dos tipos de vegetación, TVEG +3: presente en tres o más tipos de vegetación

El valor más alto obtenido (VIES) se dividió en tres rangos, especies Muy Importantes (6-7); especies Medianamente Importantes (3-5) y especies de Importancia Baja (0-2). De acuerdo con lo anterior, se obtuvieron dos especies en el rango Muy Importantes, 16 especies como Medianamente Importantes (Figura 4.75) y 59 especies con una Importancia Baja (Tabla 4. 59). En el Anexo 4.16 se presenta la metodología y resultados para el VIES.

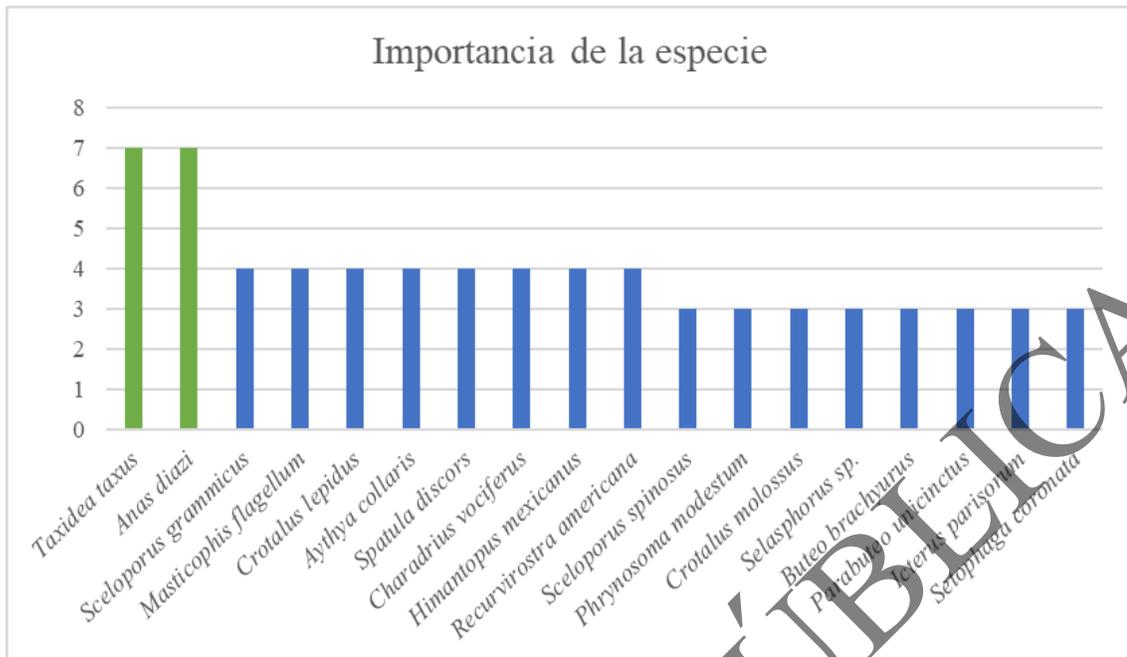


Figura 4.75. Especies Muy Importantes (color verde) y Medianamente Importantes (color azul) de acuerdo con el VIES

Tabla 4. 59 Valor de Importancia de la Especie (VIES).

ESPECIE	P r	A	P	E	D RESTRINGID A	D PEQUEÑA	D AMPLIA	TVEG 1	TVEG 2	TVEG +3	VIE S
<i>Sceloporus grammicus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0	4
<i>Sceloporus spinosus</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	3
<i>Phrynosoma modestum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	3
<i>Aspidoscelis gularis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Masticophis flagellum</i>	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	4
<i>Crotalus lepidus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0	4
<i>Crotalus molossus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3
<i>Didelphis virginiana</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Canis latrans</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Lynx rufus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Taxidea taxus</i>	0	2	0	0	0	2	0	0	2	1	7
<i>Procyon lotor</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Dicotyles tajacu</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Sylvilagus audubonii</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Sylvilagus floridanus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Lepus californicus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Otospermophilus variegatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Neotoma sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2

ESPECIE	P r	A	P	E	D RESTRINGID A	D PEQUEÑA	D AMPLIA	TVEG 1	TVEG 2	TVEG +3	VIE S
<i>Aythya collaris</i>	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	4
<i>Anas diazi</i>	0	2	0	1	0	0	1	3	0	0	7
<i>Spatula discors</i>	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	4
<i>Plegadis chihi</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Ardea alba</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Charadrius vociferus</i>	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	4
<i>Himantopus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	4
<i>Recurvirostra americana</i>	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	4
<i>Callipepla squamata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Columba livia</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Columbina inca</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Zenaida asiatica</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Zenaida macroura</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Streptopelia decaocto</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Geococcyx californianus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Cyananthus latirostris</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Selasphorus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3
<i>Coragyps atratus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Cathartes aura</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Accipiter sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Buteo brachyurus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3
<i>Buteo jamaicensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Parabuteo unicinctus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3
<i>Melanerpes aurifrons</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Dryobates scalaris</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Colaptes auratus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Caracara plancus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Falco sparverius</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Tyto alba</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Sayornis saya</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Tyrannus vociferans</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Myiarchus cinerascens</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Lanius ludovicianus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Corvus corax</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Hirundo rustica</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Auriparus flaviceps</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2

ESPECIE	Pr	A	P	E	D RESTRINGIDA	D PEQUEÑA	D AMPLIA	TVEG 1	TVEG 2	TVEG +3	VIES
<i>Thryomanes bewickii</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Salpinctes obsoletus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Toxostoma curvirostre</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Spinus psaltria</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Haemorhous mexicanus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Melospiza fusca</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Melospiza sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Aimophila ruficeps</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Amphispiza bilineata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Spizella atrogularis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Poliophtila caerulea</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Cardinalis sinuatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Quiscalus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Molothrus aeneus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Sturnella neglecta</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Icterus parisorum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	3
<i>Setophaga coronata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	3
<i>Passer domesticus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2

Pr: Sujeta a Protección Especial, A: Amenazada, P: Peligro de Extinción, E: Endémica, D. RESTRINGIDA: distribución restringida, D. PEQUEÑA: distribución pequeña, D. AMPLIA: distribución amplia, TVEG 1: presente en un solo tipo de vegetación, TVEG 2: presente en dos tipos de vegetación, TVEG +3: presente en tres o más tipos de vegetación, VIES: Valor de Importancia de la Especie

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 anfibios, debido a que no se registró ningún individuo perteneciente a esta clase, muy probablemente porque no se presentan muchos ambientes idóneos para ellos en el Sistema Ambiental.

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)

Pi = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i)

ni = 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 considerando dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente, este índice refleja cuánta incertidumbre existe al seleccionar al azar un individuo de la comunidad. En una comunidad donde hay una especie dominante y las demás son muy raras, la incertidumbre sobre la especie a la que pertenece el individuo seleccionado será baja, ya que es muy probable que el individuo pertenezca a la especie dominante. En contraste, en una comunidad en la que todas las especies están igualmente distribuidas, la probabilidad de que el individuo pertenezca a cualquier especie es la misma, lo que genera una mayor incertidumbre. Por lo tanto, en el primer caso, la certeza de la especie seleccionada es mayor (menor incertidumbre, producto de una menor entropía), mientras que, en el segundo caso, la incertidumbre es mayor debido a la igualdad en la distribución de las especies.

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 las siguiente tablas se presentan los desgloses de los resultados de diversidad obtenidos a partir de los datos levantados durante el muestreo faunístico en las áreas de estudio. En la Tabla 4.60 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 en el SA.

Tabla 4.60 Estimación de parámetros de Shannon-Wiener para los distintos grupos zoológicos en el Sistema Ambiental

Sistema Ambiental				
Reptiles				
Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
<i>Sceloporus grammicus</i>	13	0.2364	1.4424	0.3409
<i>Sceloporus spinosus</i>	3	0.0545	2.9087	0.1587
<i>Phrynosoma modestum</i>	1	0.0182	4.0073	0.0729
<i>Aspidoscelis gularis</i>	32	0.5818	0.5416	0.3151
<i>Masticophis flagellum</i>	1	0.0182	4.0073	0.0729
<i>Crotalus lepidus</i>	4	0.0727	2.6210	0.1906
<i>Crotalus molossus</i>	1	0.0182	4.0073	0.0729
Total=	55	1	H=	1.2239
Mamíferos				

Sistema Ambiental				
Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
<i>Didelphis virginiana</i>	1	0.0065	5.0304	0.0329
<i>Canis latrans</i>	43	0.2810	1.2692	0.3567
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	6	0.0392	3.2387	0.1270
<i>Lynx rufus</i>	24	0.1569	1.8524	0.2906
<i>Taxidea taxus</i>	2	0.0131	4.3373	0.0567
<i>Procyon lotor</i>	9	0.0588	2.8332	0.1667
<i>Dicotyles tajacu</i>	17	0.1111	2.1972	0.2441
<i>Sylvilagus floridanus</i>	5	0.0327	3.4210	0.1118
<i>Sylvilagus audubonii</i>	5	0.0327	3.4210	0.1118
<i>Lepus californicus</i>	38	0.2484	1.3929	0.3459
<i>Otospermophilus variegatus</i>	1	0.0065	5.0304	0.0329
<i>Neotoma sp.</i>	2	0.0131	4.3373	0.0567
Total=	153	1	H=	1.9338
Aves				
Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
<i>Aythya collaris</i>	1	0.0014	6.5848	0.0091
<i>Anas diazi</i>	24	0.0331	3.4067	0.1129
<i>Spatula discors</i>	4	0.0055	5.1985	0.0287
<i>Plegadis chihi</i>	1	0.0014	6.5848	0.0091
<i>Ardea alba</i>	1	0.0014	6.5848	0.0091
<i>Charadrius vociferus</i>	10	0.0138	4.2822	0.0591
<i>Himantopus mexicanus</i>	15	0.0207	3.8767	0.0803
<i>Recurvirostra americana</i>	1	0.0014	6.5848	0.0091
<i>Callipepla squamata</i>	1	0.0014	6.5848	0.0091
<i>Columba livia</i>	2	0.0028	5.8916	0.0163
<i>Columbina inca</i>	9	0.0124	4.3876	0.0545
<i>Zenaida asiatica</i>	84	0.1160	2.1540	0.2499
<i>Zenaida macroura</i>	9	0.0124	4.3876	0.0545
<i>Streptopelia decaocto</i>	2	0.0028	5.8916	0.0163
<i>Geococcyx californianus</i>	2	0.0028	5.8916	0.0163
<i>Cynanthus latirostris</i>	9	0.0124	4.3876	0.0545
<i>Selasphorus sp.</i>	2	0.0028	5.8916	0.0163
<i>Coragyps atratus</i>	3	0.0041	5.4862	0.0227
<i>Cathartes aura</i>	16	0.0221	3.8122	0.0842
<i>Accipiter sp.</i>	1	0.0014	6.5848	0.0091
<i>Buteo jamaicensis</i>	1	0.0014	6.5848	0.0091
<i>Buteo brachyurus</i>	2	0.0028	5.8916	0.0163
<i>Parabuteo unicinctus</i>	1	0.0014	6.5848	0.0091

Sistema Ambiental				
<i>Melanerpes aurifrons</i>	28	0.0387	3.2526	0.1258
<i>Dryobates scalaris</i>	2	0.0028	5.8916	0.0163
<i>Colaptes auratus</i>	10	0.0138	4.2822	0.0591
<i>Caracara plancus</i>	9	0.0124	4.3876	0.0545
<i>Falco sparverius</i>	4	0.0055	5.1985	0.0287
<i>Tyto alba</i>	1	0.0014	6.5848	0.0091
<i>Sayornis saya</i>	9	0.0124	4.3876	0.0545
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	6	0.0083	4.7930	0.0397
<i>Tyrannus vociferans</i>	5	0.0069	4.9754	0.0344
<i>Myiarchus cinerascens</i>	3	0.0041	5.4862	0.0227
<i>Lanius ludovicianus</i>	8	0.0110	4.5053	0.0498
<i>Corvus corax</i>	27	0.0373	3.2890	0.1227
<i>Hirundo rustica erythrogaster</i>	97	0.1340	2.0101	0.2693
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	5	0.0069	4.9754	0.0344
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	2	0.0028	5.8916	0.0163
<i>Auriparus flaviceps</i>	7	0.0097	4.6389	0.0449
<i>Thryomanes bewickii</i>	26	0.0359	3.3267	0.1195
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	55	0.0760	2.5775	0.1958
<i>Salpinctes obsoletus</i>	1	0.0014	6.5848	0.0091
<i>Toxostoma curvirostre</i>	54	0.0746	2.5958	0.1936
<i>Spinus psaltria</i>	5	0.0069	4.9754	0.0344
<i>Haemorhous mexicanus</i>	16	0.0221	3.8122	0.0842
<i>Melospiza fusca</i>	24	0.0331	3.4067	0.1129
<i>Melospiza sp.</i>	1	0.0014	6.5848	0.0091
<i>Aimophila ruficeps</i>	1	0.0014	6.5848	0.0091
<i>Amphispiza bilineata</i>	45	0.0622	2.7781	0.1727
<i>Spizella atrogularis</i>	15	0.0207	3.8767	0.0803
<i>Poliophtila caerulea</i>	7	0.0097	4.6389	0.0449
<i>Cardinalis sinuatus</i>	3	0.0041	5.4862	0.0227
<i>Quiscalus mexicanus</i>	6	0.0083	4.7930	0.0397
<i>Molothrus aeneus</i>	1	0.0014	6.5848	0.0091
<i>Sturnella neglecta</i>	2	0.0028	5.8916	0.0163
<i>Icterus parisorum</i>	4	0.0055	5.1985	0.0287
<i>Setophaga coronata auduboni</i>	3	0.0041	5.4862	0.0227
<i>Passer domesticus</i>	31	0.0428	3.1508	0.1349
Total=	724	1	H=	3.2777

En la siguiente tabla se exponen las especies registradas por cada grupo zoológico, el número de individuos registrados, su abundancia relativa, y el índice de diversidad obtenido por grupo zoológico para el AI.

Tabla 4.61 Estimación de parámetros de Shannon-Wiener para los distintos grupos zoológicos en el Área de Influencia

Área de Influencia				
Reptiles				
Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
<i>Aspidoscelis gularis</i>	1	1	0	0
Total=	1	1	H=	0
Mamíferos				
Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
<i>Lepus californicus</i>	1	1	0	0
Total=	1	1	H=	0
Aves				
Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
<i>Columbina inca</i>	2	0.0833	2.4849	0.2071
<i>Zenaida asiatica</i>	1	0.0417	3.1781	0.1324
<i>Cathartes aura</i>	1	0.0417	3.1781	0.1324
<i>Corvus corax</i>	1	0.0417	3.1781	0.1324
<i>Hirundo rustica erythrogaster</i>	1	0.0417	3.1781	0.1324
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	4	0.1667	1.7918	0.2986
<i>Toxostoma curvirostre</i>	2	0.0833	2.4849	0.2071
<i>Haemorhous mexicanus</i>	5	0.2083	1.5686	0.3268
<i>Melospiza fusca</i>	3	0.1250	2.0794	0.2599
<i>Amphispiza bilineata</i>	4	0.1667	1.7918	0.2986
Total=	24	1	H=	2.1278

Para el Área de Proyecto no se obtuvieron registros de reptiles ni mamíferos, el único grupo presente fue el de las aves. 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.

Tabla 4. 62 Estimación de parámetros de Shannon-Wiener para los distintos grupos zoológicos en el Área de Proyecto

Área de Proyecto				
Aves				
Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
<i>Zenaida asiatica</i>	4	0.3077	1.1787	0.3627
<i>Cyananthus latirostris</i>	1	0.0769	2.5649	0.1973

Área de Proyecto				
<i>Caracara plancus</i>	1	0.0769	2.5649	0.1973
<i>Sayornis saya</i>	2	0.1538	1.8718	0.2880
<i>Hirundo rustica</i>	2	0.1538	1.8718	0.2880
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	2	0.1538	1.8718	0.2880
<i>Amphispiza bilineata</i>	1	0.0769	2.5649	0.1973
Total=	13	1	H=	1.8185

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 antrópicas 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 de la vegetación clímax 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 Diagnóstico 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.

En el análisis del VIES para los hábitats identificados para la fauna silvestre los Cuerpos de Agua se incluyeron en la categoría de Vegetación Halófila debido a su estrecha relación, aunque se representaron por separado en los gráficos. Otros hábitats reconocidos para albergar fauna fueron el Matorral Crasicaule, presente en áreas dispersas del SA, y el Matorral Desértico Micrófilo que se encuentra en algunos manchones del área. También están el Mezquital Xerófilo, que predomina en la parte este junto a los cuerpos de agua, y la Vegetación Secundaria de Matorral Crasicaule. El uso del suelo predominante es el Agrícola, que no ofrece todas las condiciones óptimas para la fauna (Figura 4.76).

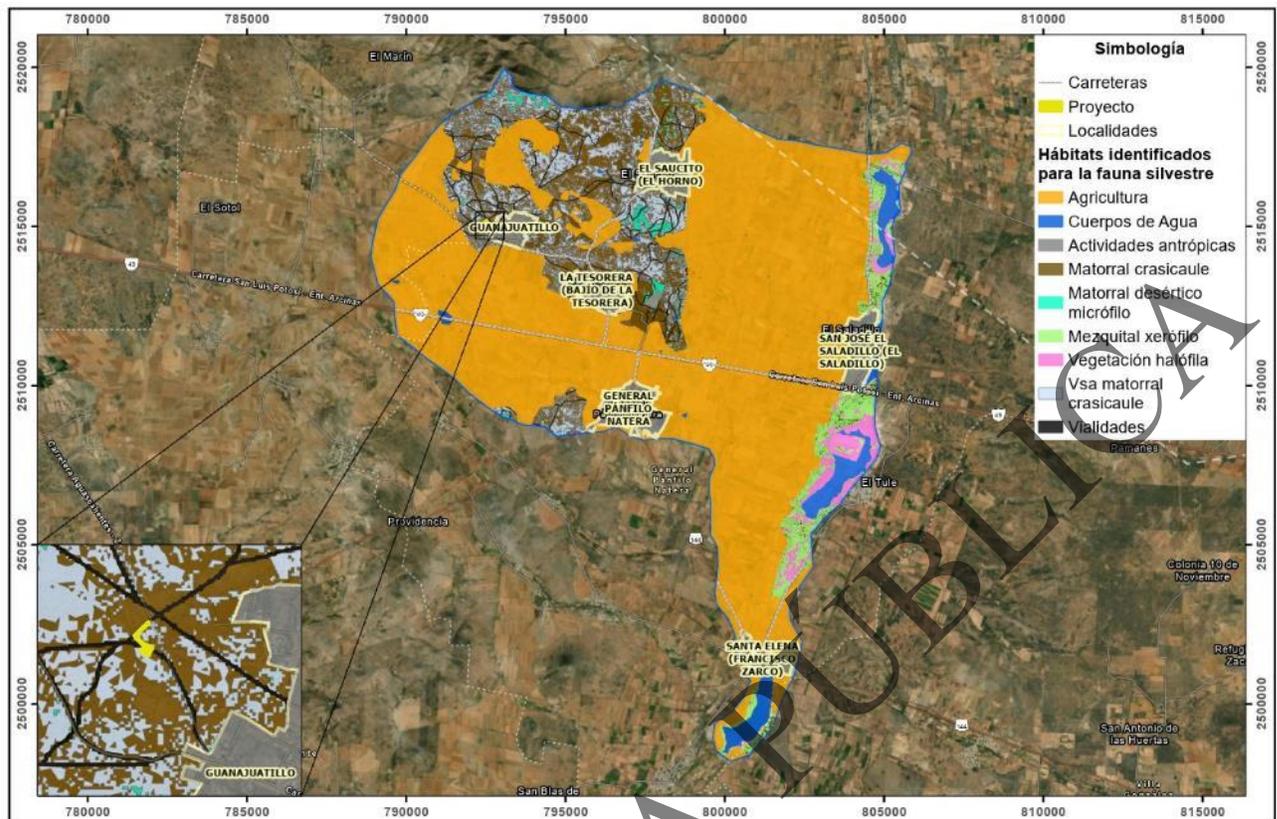


Figura 4.76 Hábitats identificados para la fauna silvestre

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. 63 Valores de Importancia del hábitat para la fauna silvestre

Rangos de valoración del hábitat
Nulo (0-32)
Muy bajo (33-64)
Bajo (65-96)
Medio (97-128)
Alto (129-160)

En orden de importancia el Matorral Crasicaule, Matorral Desértico Micrófilo, Mezquital Xerófilo y la Laguna/Vegetación Halófila fueron los hábitats con una calificación “Alta”, con valores numéricos de 158, 158, 156 y 140 respectivamente. El hábitat que presentó una importancia “Media” fue la Vegetación Secundaria de Matorral Crasicaule con valor de 123. El suelo de uso Agrícola fue el único que presentó una importancia “Muy baja” con valor numérico de 49. (Figura 4.77, Figura 4.78).

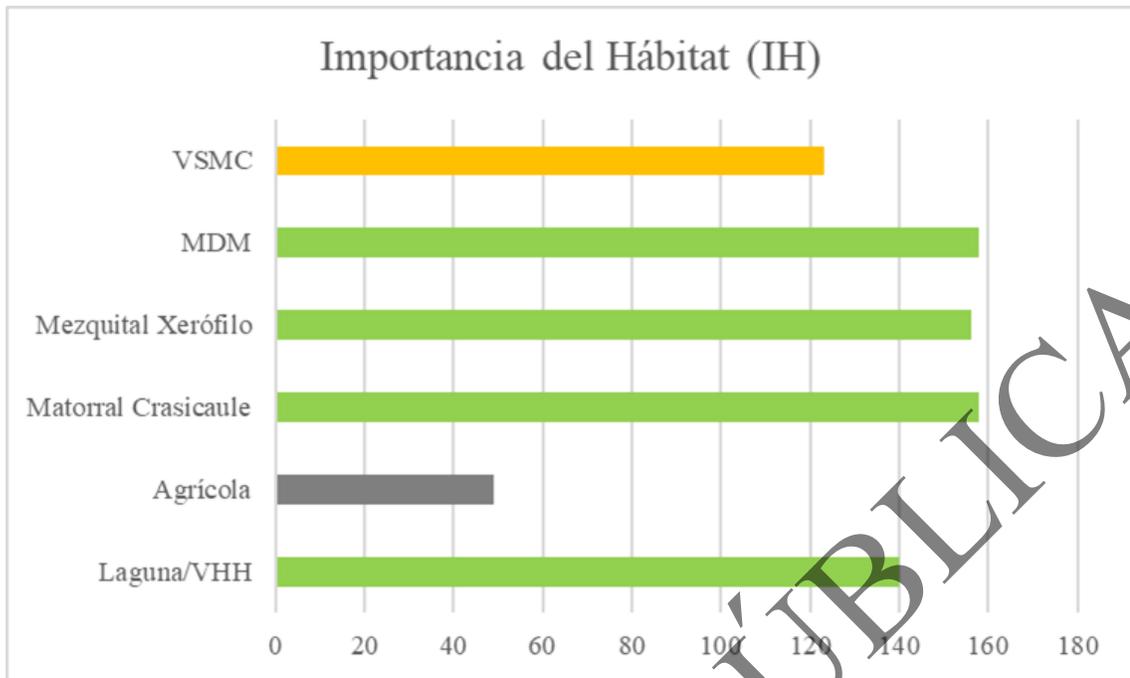


Figura 4.77 Importancia de los hábitats evaluados para la fauna silvestre. El verde indica los hábitats de importancia “Alta”, naranja de importancia “Media” y gris de importancia “Baja”

CONSULTA PÚBLICA

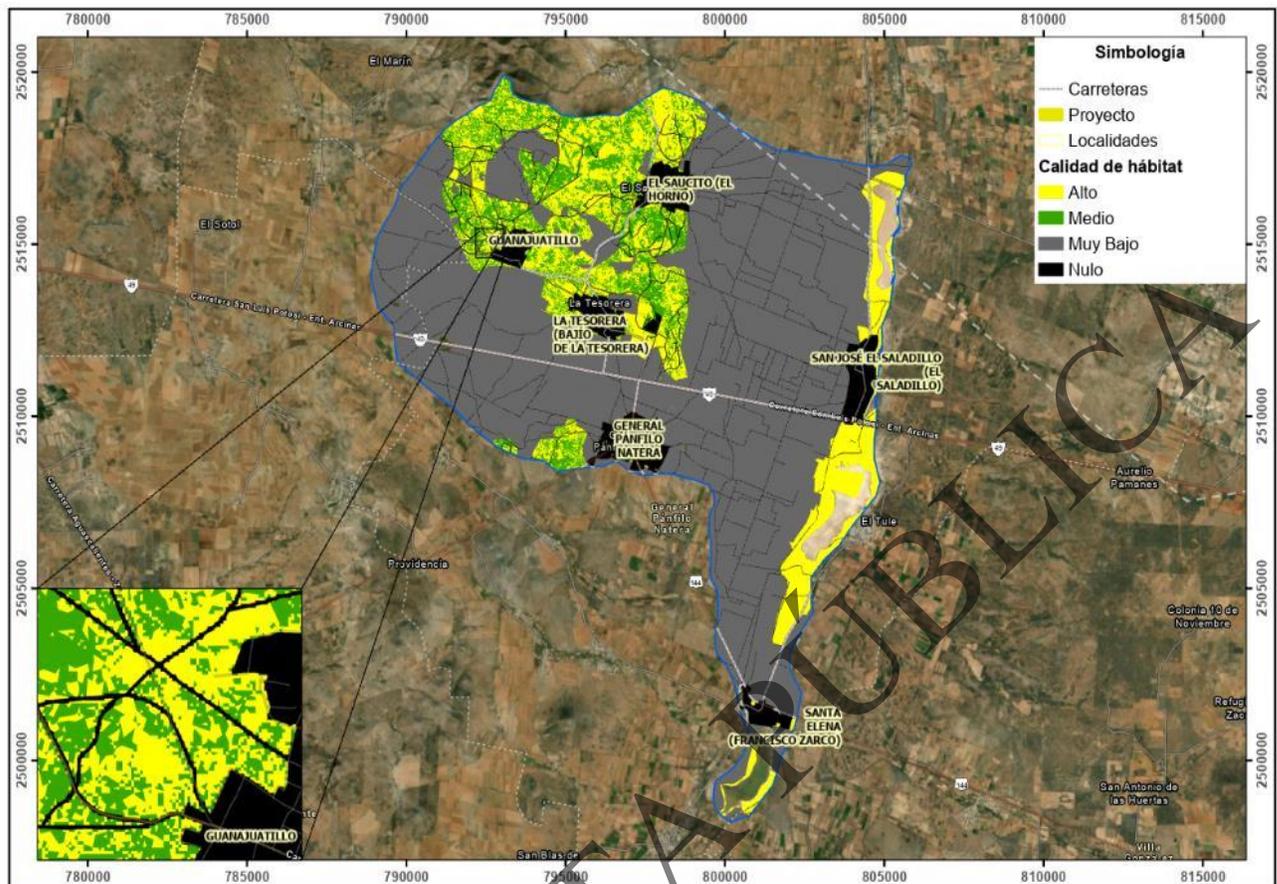


Figura 4.78 Importancia de los hábitats evaluados para la fauna silvestre

IV.3.2.2.4. Discusión

Se registró una gran diversidad de vertebrados terrestres (77 spp), alrededor del 12% de la fauna registrada para el estado de Zacatecas, lo que indica una notable riqueza biológica en la región. Este porcentaje de especies refleja la importancia ecológica del área, proporcionando un hábitat esencial para diversas formas de vida. La conservación de estos hábitats es crucial para preservar la biodiversidad local y garantizar la estabilidad ecológica en el estado.

Respecto a la diversidad por área de análisis, se muestra una mayor riqueza de especies en el Sistema Ambiental (SA) para los tres grupos; el Área de Influencia también presentó los tres grupos, pero con menor riqueza de especies; finalmente en el Área del Proyecto solo estuvieron presentes las aves (Figura 4.79). 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 de se encuentra en el Sistema Ambiental (SA) y esto puede ser explicado por la mayor cantidad de cámaras trampas utilizadas en esta área.

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.

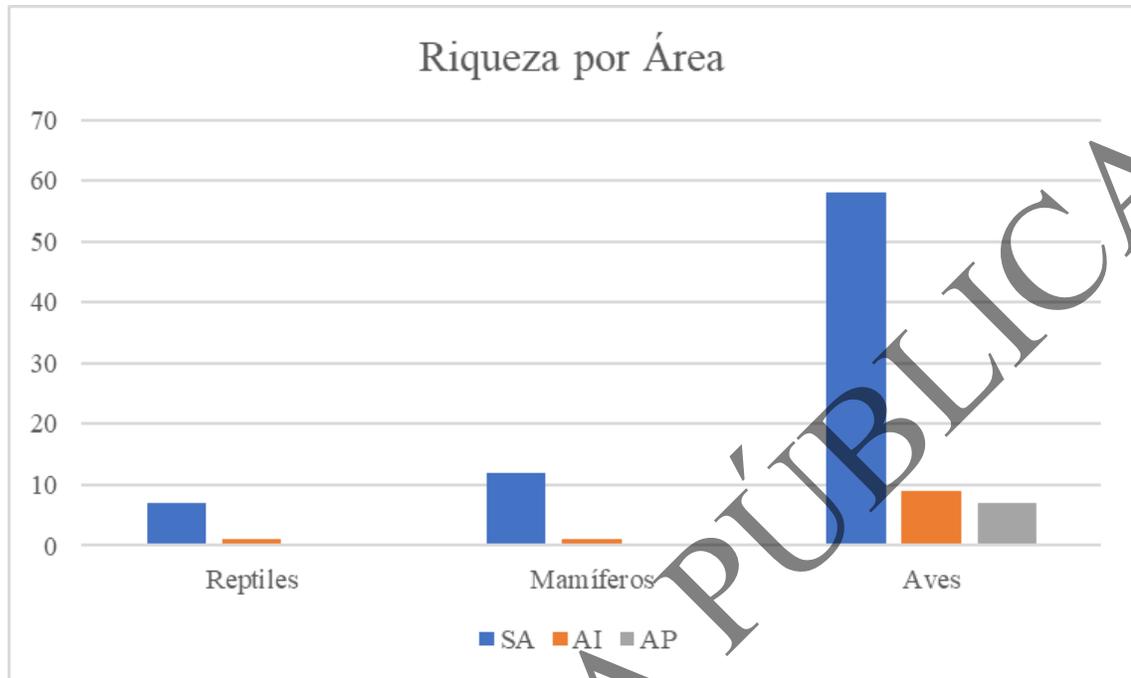


Figura 4.79. Riqueza de especies por área de análisis

Se registraron pocas especies que se encuentran con alguna categoría de riesgo enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (8 spp.), éstas representan un 10.39% de la riqueza total de especies, con representantes de todos los grupos (Figura 4.80). Este pequeño porcentaje subraya la importancia de enfocar los esfuerzos de conservación en estas especies vulnerables. Aunque su número es limitado, cada una de estas especies en riesgo desempeña un papel crucial en el equilibrio del ecosistema, y su protección es esencial para mantener la salud y estabilidad del entorno natural.

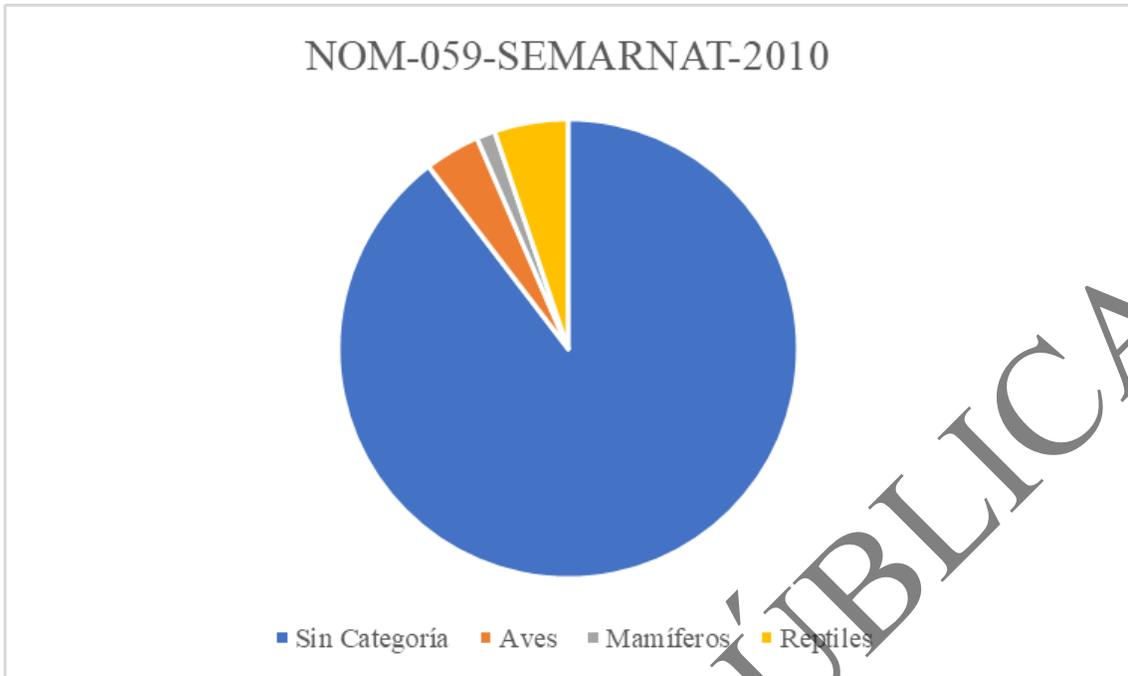


Figura 4.80 Porcentaje de la fauna silvestre incluidas en la NOM-050-SEMARNAT-2010

Solamente el 1% de las especies son endémicas estrictas de México mientras que otro 1% corresponde a los endemismos de aves (Figura 4.81), este bajo porcentaje destaca la singularidad de la biodiversidad mexicana y la necesidad de proteger estas especies, que son particularmente vulnerables a la pérdida de hábitat y cambios ambientales.

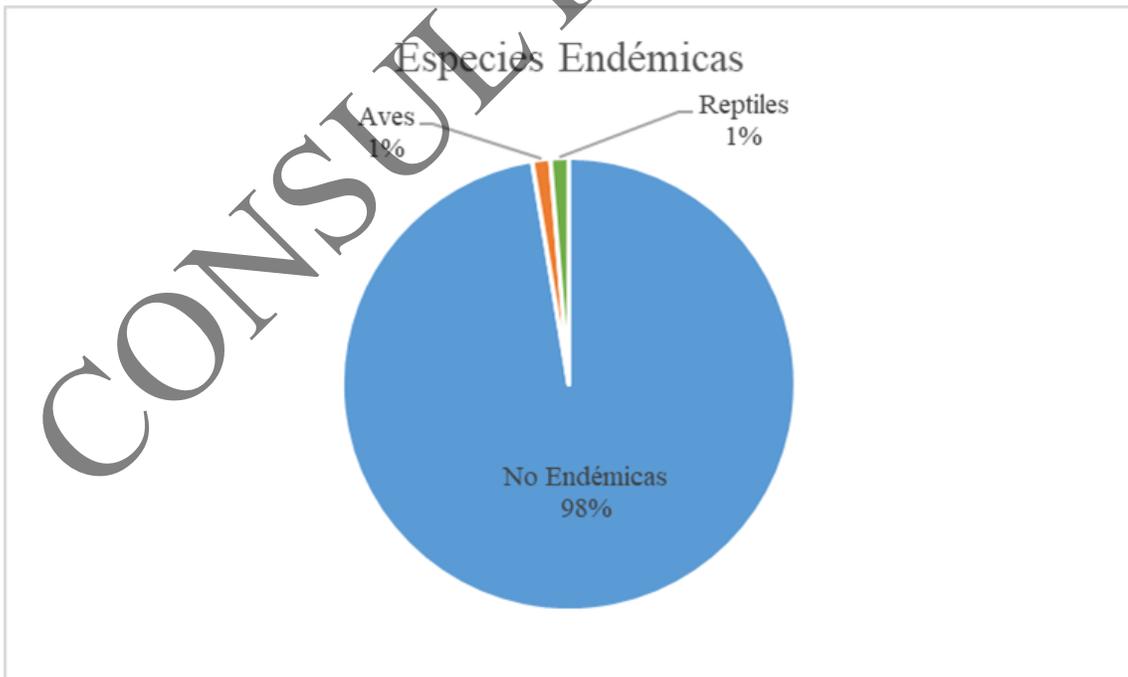


Figura 4.81 Porcentaje de especies endémicas por grupo zoológico

El 2% (2 especies) del total de las especies reportadas en este estudio son consideradas como muy importantes para su conservación (Figura 4. 82), y se encuentran su relación con varios factores, como su rareza, sus estatus de protección dentro y fuera del país, así como sus hábitos tan específicos. El 21% (16 especies) corresponde a las medianamente importantes mientras que el 77% (59 especies) son consideradas como de importancia baja.

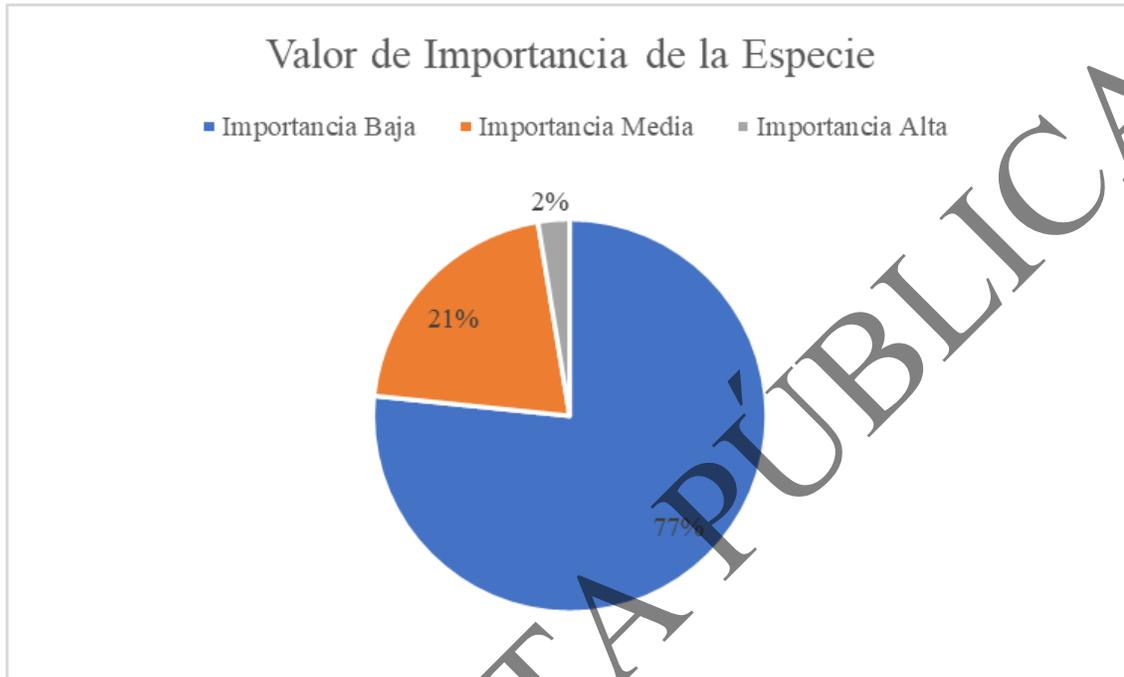


Figura 4. 82 Porcentaje de especies con respecto al Valor de Importancia de la Especie

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 presentaron una Diversidad media mientras que los reptiles tuvieron una Diversidad baja. Respecto al Área de influencia, las aves consiguieron el valor más alto con una Diversidad media, mientras que los mamíferos y reptiles obtuvieron una diversidad baja. Para el Área de Proyecto, solo se registró el grupo de las aves con una Diversidad media (Tabla 4.64).

Tabla 4.64 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
Reptiles	7	1	-	55	1	-	1.2239	0	-	Diversidad baja	Diversidad baja	-
Mamíferos	12	1	-	153	1	-	1.9338	0	-	Diversidad media	Diversidad baja	-
Aves	58	9	7	724	24	13	3.2777	2.1278	1.8185	Diversidad alta	Diversidad media	Diversidad media

AP: Área de Proyecto, SA: Sistema Ambiental, AI: Área de Influencia

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; por ejemplo, la superficie del AP permitía solamente realizar dos parcelas, mientras que el SA contiene 59 sitios de muestreo al ser una zona de mayor extensión.

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.

IV.3.2.2.5. Conclusiones

Se registró un total de 77 especies de vertebrados; 58 aves, 12 mamíferos y siete reptiles. En la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 se encuentran listadas ocho (spp); cinco (spp) en la categoría de Amenazada y tres (spp) en la categoría Sujeta a protección especial.

El Sistema Ambiental presentó los mayores valores del índice de diversidad de Shannon para los grupos analizados.

En orden de importancia el Matorral Crasicaule, Matorral Desértico Micrófilo, Mezquital Xerófilo y la Laguna/Vegetación Halófila, fueron los hábitats con una calificación “Alta”. La Vegetación Secundaria de Matorral Crasicaule presentó una calificación “Media”. El uso de suelo Agrícola obtuvo una calificación “Muy baja”.

IV.3.3. Paisaje

El paisaje es considerado como un objeto territorial (Pérez-Chacón, 1999), este enfoque planteado por la autora presenta al paisaje como un objeto concreto, porción del territorio real caracterizado por un sentido unitario, proveniente de la interacción de los elementos que lo integran, y que, como estructura compleja, se ve afectada por el componente evolutivo dinámico. El paisaje representa un concepto que integra variables naturales y antrópicas y, sobre todo, su dimensión espacial. En este sentido, la evaluación del paisaje se vuelve compleja, pero a su vez importante para determinar las condiciones del medio a describir.

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.

Para la evaluación del paisaje se deben de integrar 4 componentes principales, la determinación de las Unidades de Paisaje (UP) que componen el área de estudio, la calidad visual que éstas representan, la fragilidad visual a la que están expuestas y la visibilidad que el medio representa para el espectador.

IV.3.3.1. Metodología de evaluación

Unidades de paisaje

De acuerdo con (Pérez-Chacón, 1999), las unidades de paisaje son una herramienta conceptual y metodológica de doble genealogía, una que deriva del concepto del paisaje como sistema territorial complejo (carácter científico) y otra que responde a la necesidad operativa de la planificación territorial; esta doble genealogía percibe la delimitación de las unidades como una calificación y clasificación en su estructura y funcionamiento dentro su dimensión espacial cuyas razones operativas son de intervención. En definitiva, las unidades de paisaje pueden ser planteadas como la proyección del ecosistema en el espacio, cuya definición, caracterización y delimitación proviene de un análisis sistémico que involucra el análisis de los elementos, la determinación de la estructura y la caracterización de la dinámica, (Pérez-Chacón, 1999).

Por tanto, la determinación de las unidades de paisaje debe de comprender una metodología que deje fuera la subjetividad del espectador y que se centre en la zonificación e interrelación de la fisionomía del paisaje, esta metodología debe de evaluar el aspecto natural y antrópico que delimite las características de las unidades de paisaje de un área determinada.

Para la delimitación de las unidades de paisaje (UP) dentro del área de estudio se utilizó la información recopilada durante los recorridos realizados, esto permitió generar una amplia percepción del medio ambiente del sitio. Posteriormente, en gabinete se procedió a segregar el paisaje general con base en lo descrito por (Muñoz, Pedreros, 2004) el cual recupera la metodología descrita por (Escribano et al., 1991) la cual es una guía metodológica elaborada por el gobierno español para el análisis del medio paisajístico. 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.

Las unidades de paisaje se establecen con base en los aspectos visuales o de carácter de los factores considerados como definatorios 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.

Una vez delimitadas las Unidades de Paisaje con base en los aspectos dinámicos del área y tomando en cuenta los componentes del análisis de los elementos, la determinación de la estructura y la caracterización de la dinámica se procede a evaluar la calidad y fragilidad que representan dichas unidades.

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 (Blanco, 1979).

La calidad paisajista se determina al considerar tres elementos de percepción, los cuales son: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico.

Para la determinación de la calidad visual de las unidades de paisaje, se utilizó el método según la adaptación de lo propuesto por Bureau of Land Management (1980) citado por (Aguilera et al., 2016). Este método se basa en la evaluación de las características visuales básicas de los componentes del paisaje, asignándoles un valor a cada componente según la Tabla 4. 65.

Tabla 4. 65. Elementos para determinar la calidad visual del paisaje (Aguilera et al., 2016)

Elemento valorado	Calidad visual paisajística		
	Alta	Media	Baja
Morfología (según la pendiente del terreno)	Paisaje montañoso (pendiente superior al 30%)	Accidentado (pendiente entre 15 y 30%)	Ondulado (5-15%) / Llano (0-5%)
Valores:	5	3	2 / 1
Vegetación	Masas boscosas y gran variedad de tipos	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
Valores:	5	3	1
Agua	Factor dominante en el paisaje; apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápido y cascado) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o reposo, no dominante en su paisaje	Ausente o inapreciable
Valores:	5	3	0
Color	Combinaciones de colores intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca, agua y nieve	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes en el suelo, roca y vegetación, sin ser elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados
Valores:	5	3	1
Fondo Escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
Valores:	5	3	0
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región; posibilidad real de contemplar fauna y vegetación excepcional	Característico, aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
Valores:	6	2	1
Actuaciones humanas (usos de suelo)	Con modificaciones que favorecen la calidad visual	Calidad escénica afectada por modificaciones que no añaden calidad visual	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica
Valores:	2	0	-

A continuación, se presentan las 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. 66)

Tabla 4. 66. Criterios de evaluación de calidad visual del paisaje

Valoración	Calidad Visual
Excelente	Más de 30 puntos
Muy alta	De 21 a 30 puntos
Alta	De 16 a 20 puntos
Moderada	De 10 a 15 puntos
Baja	De 0 a 9 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) tomado y citado por (Muñoz, Pedreros, 2004), 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 y (c) accesibilidad dado por la distancia y acceso visual a 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 y actividades antrópicas, 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. 67 se presentan los factores analizados y valorados.

Tabla 4. 67. Factores para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje (Muñoz, Pedreros, 2004)

Factor	Característica	Valores de fragilidad	
		Nominal	Numérico
(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
(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

El análisis respectivo a las Unidades de Paisaje, su calidad y fragilidad, comprende una línea de análisis del paisaje dirigida hacia los componentes físicos y bióticos del medio, es decir, una línea objetiva susceptible al cambio; la otra línea, un poco más subjetiva, va encaminada a las respuestas perceptibles de los observadores, tratando de elaborar patrones de respuesta acordes (Tévar, 1996). La base de esta línea de análisis se centra en la percepción visual del espectador, es decir, en la perceptibilidad del paisaje en el medio estudiado, para esto, el análisis efectuado es el de cuenca visual.

De acuerdo con (Tévar, 1996), la cuenca visual es el conjunto de superficies o zonas que son vistas desde un punto de observación, es decir, el entorno visual de un punto. 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 SA 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. 83):

- **Unidad de Paisaje 1:** Zonas agrícolas.
- **Unidad de Paisaje 2:** Localidades.
- **Unidad de Paisaje 3:** Zonas con pendientes >30% y una cobertura vegetal media.
- **Unidad de Paisaje 4:** Lagos y Lagunas intermitentes.
- **Unidad de Paisaje 5:** Zonas con pendientes bajas o nulas y una cobertura vegetal moderada.

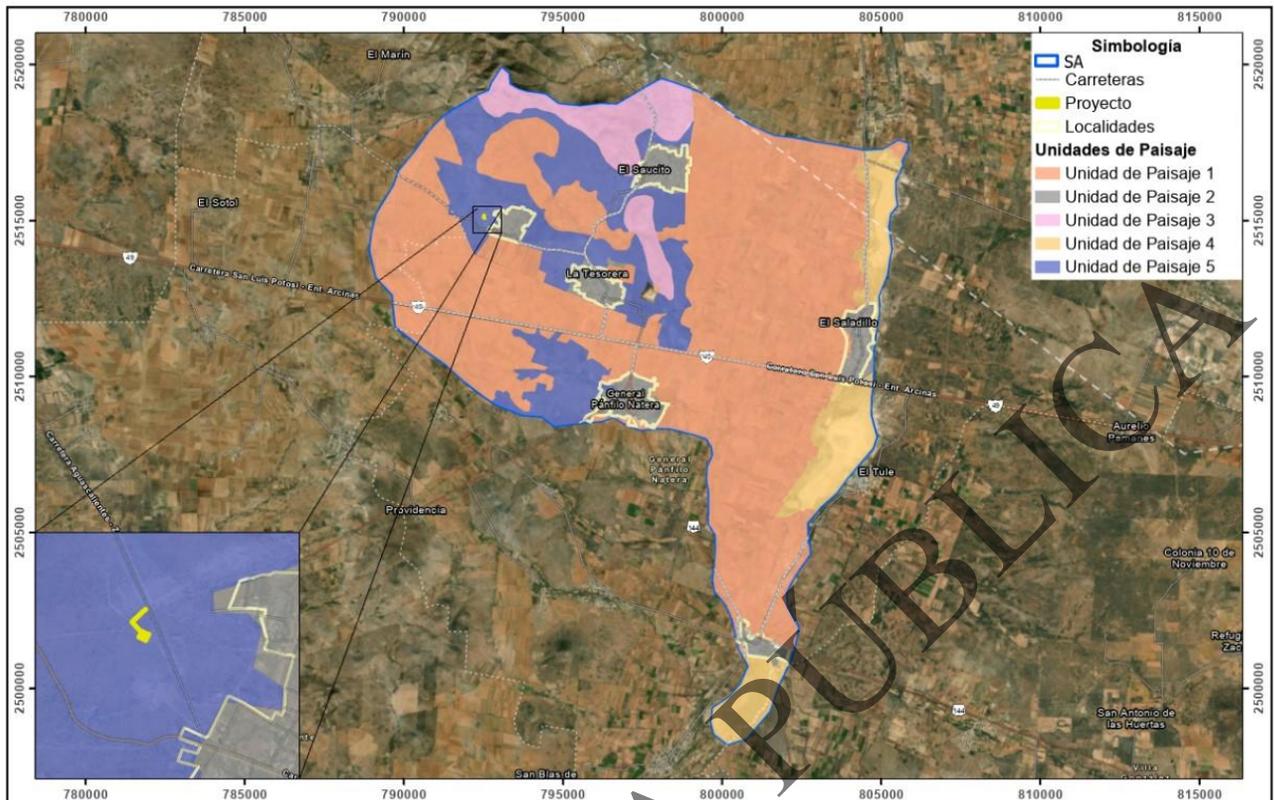


Figura 4. 83 Unidades de paisaje en el SA

En el Anexo 4.17. se muestra el reporte fotográfico del paisaje presente en el área de estudio.

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 (Anexo 4.18), la Unidad de Paisaje 1 se clasificó 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 alta/moderada modificación antrópica del medio (camino, núcleos urbanos y la actividad minera y agrícola), seguido por las pendientes nulas o muy bajas (<20%) y la nula/muy baja cobertura vegetal. El paisaje valorado en estas unidades se considera común, sin elementos únicos, singulares o de valor estético e histórico, creando sitios homogéneos y continuos con poca variación cromática y contrastante. La unidad con calidad visual baja comprende la mayoría de la superficie del SA con el 64%.

Las unidades de paisaje 2 y 5 cuentan con una alta calidad de paisaje en cuanto a la variedad y presencia de vegetación, color, forma, sin embargo, otros elementos evaluados como la presencia de agua, las pequeñas modificaciones por las actividades antrópicas, la presencia esporádica de ganado, bajas pendientes o nulas y la singularidad del paisaje, hace que estas unidades sean clasificadas con una calidad visual Moderada. El área representada por estas unidades corresponde al 22% del área total del SA.

La unidad de paisaje 3 fue clasificada con una calidad de paisaje Alta por las características del sitio, como las pendientes mayores a 30°, cobertura de vegetación, poca alteración antrópica y algunas variedades de color y contraste con la roca, suelo y vegetación. Sin embargo, esta unidad de paisaje no obtuvo una valoración mayor porque es un paisaje característico pero similar a otros en la misma región y no se observaron cuerpos de agua. Esta unidad de paisaje representa el 6% de la superficie total del SA.

Por último, la Unidad de Paisaje 4 fue clasificada con calidad visual Muy 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 nula intervención y actividad antrópica, la presencia de agua intermitente presentada como láminas de agua en reposo y su rareza ya que este tipo de paisaje no es muy común en la región, esto da lugar a una gran combinación e interacción, presencia de fauna nativa, masas vegetales con alta dominancia visual y combinaciones de color en intensidad y variación. Esta Unidad de Paisaje representa el 8% del área total del SA.

En la Figura 4. 84 y Figura 4. 85 se muestra el resultado del análisis de la calidad visual del paisaje del SA.

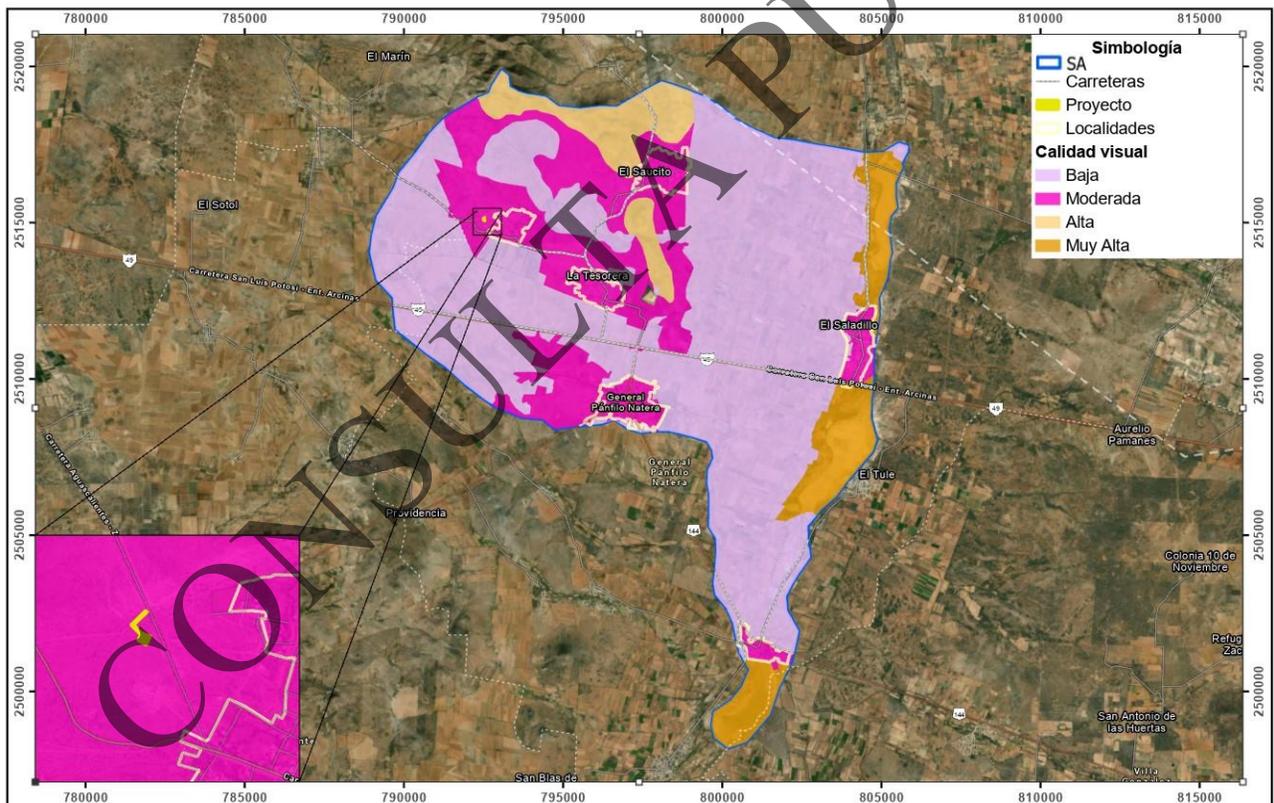


Figura 4. 84 Calidad visual del paisaje

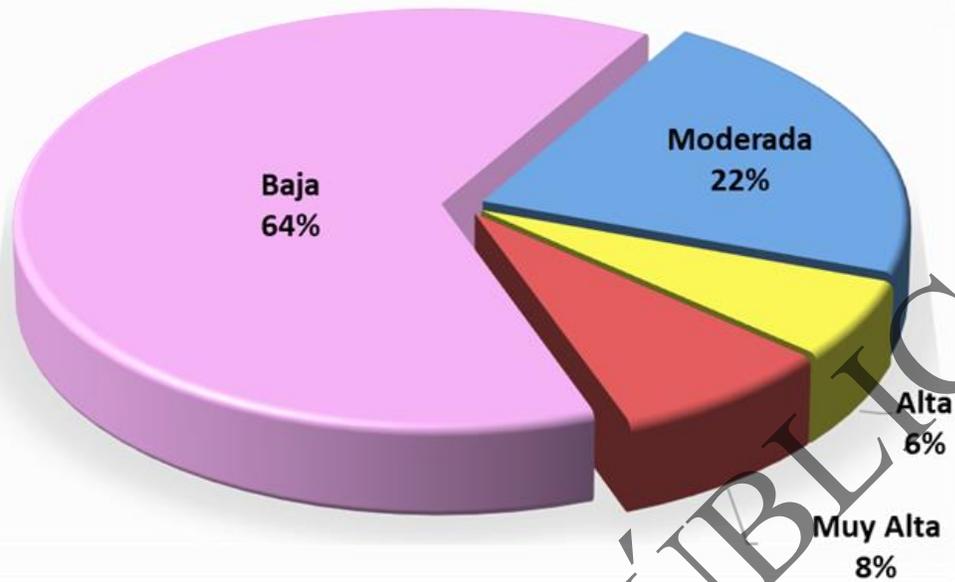


Figura 4. 85 Calidad visual del paisaje en la superficie del SA

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 (Anexo 4.19), la superficie representada con fragilidad visual media está conformada por las Unidades de Paisaje 1, 3, 4 y 5. En esta zona predominan las pendientes bajas (<20%) lo cual le da la capacidad de asimilar de mejor manera las modificaciones al paisaje por actividades antrópicas, además, presenta media singularidad y valor 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 94% del área total del SA.

La Unidad de Paisaje 2 cuenta con una fragilidad visual Baja, ya que, esta unidad ha sido totalmente sometida al cambio con la intervención de actividades antrópicas (minería, agricultura y urbanización). Poseen baja singularidad y cuentan con pendientes nulas o muy bajas (<20%). Esta unidad representa el 6% del área total del SA.

En la Figura 4. 86 y Figura 4. 87 se muestra el resultado del análisis de la fragilidad visual del paisaje dentro del Sistema Ambiental.

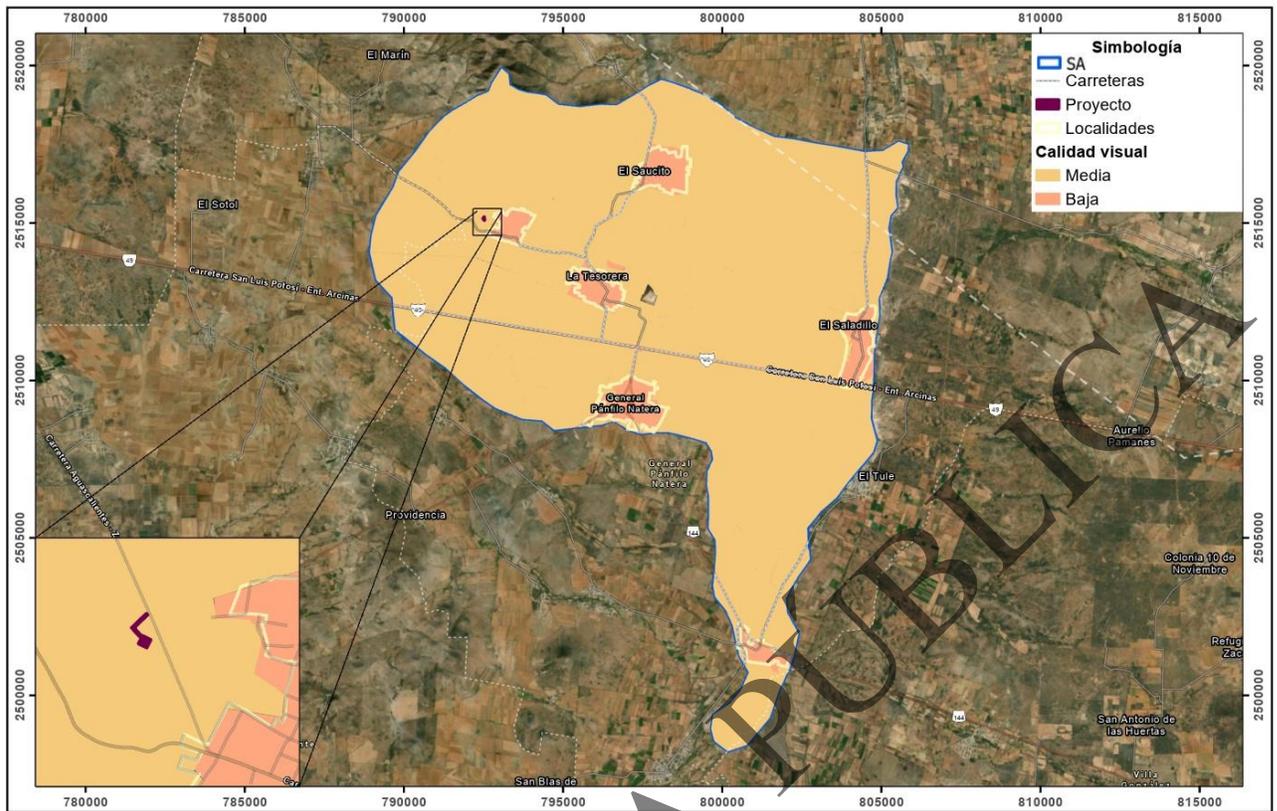


Figura 4. 86 Fragilidad visual del paisaje

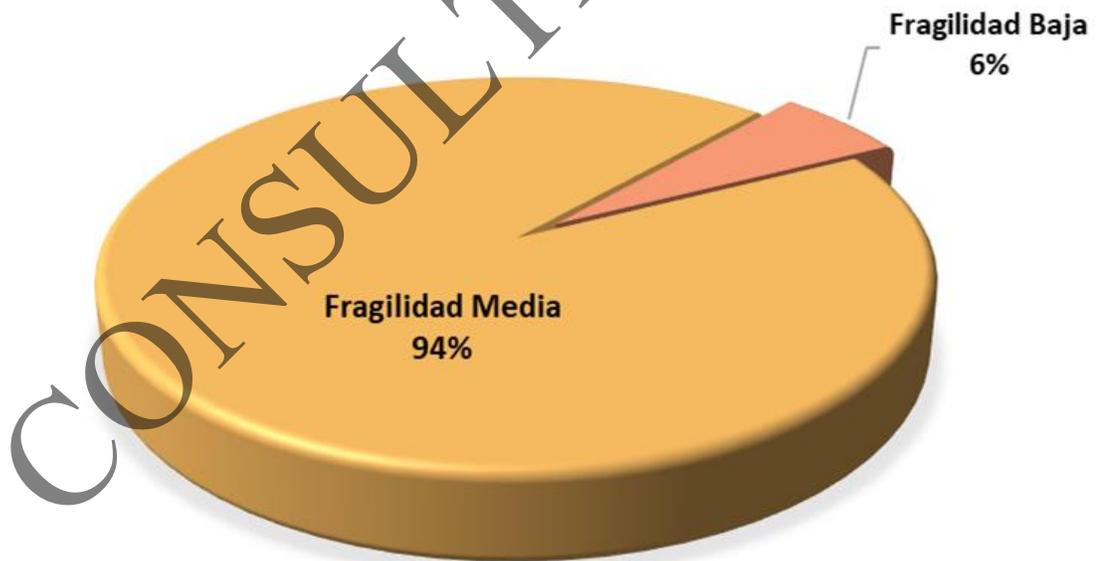


Figura 4. 87 Fragilidad visual del paisaje en la superficie del SA

IV.3.3.5. Cuenca visual (modelo de visibilidad)

El modelo generado muestra que en el 87% de la superficie del Sistema Ambiental no se podrá percibir visualmente el área donde se contempla desarrollar el Proyecto, a diferencia del 13% restante, dónde si será visible el área mencionada. Esto con base en la topografía, orografía, relieve, exposición y elevación de las distintas zonas que conforman el área del Sistema Ambiental En la Figura 4. 88 y Figura 4. 89 se muestra el resultado del modelo de visibilidad del Proyecto con la delimitación del SA.

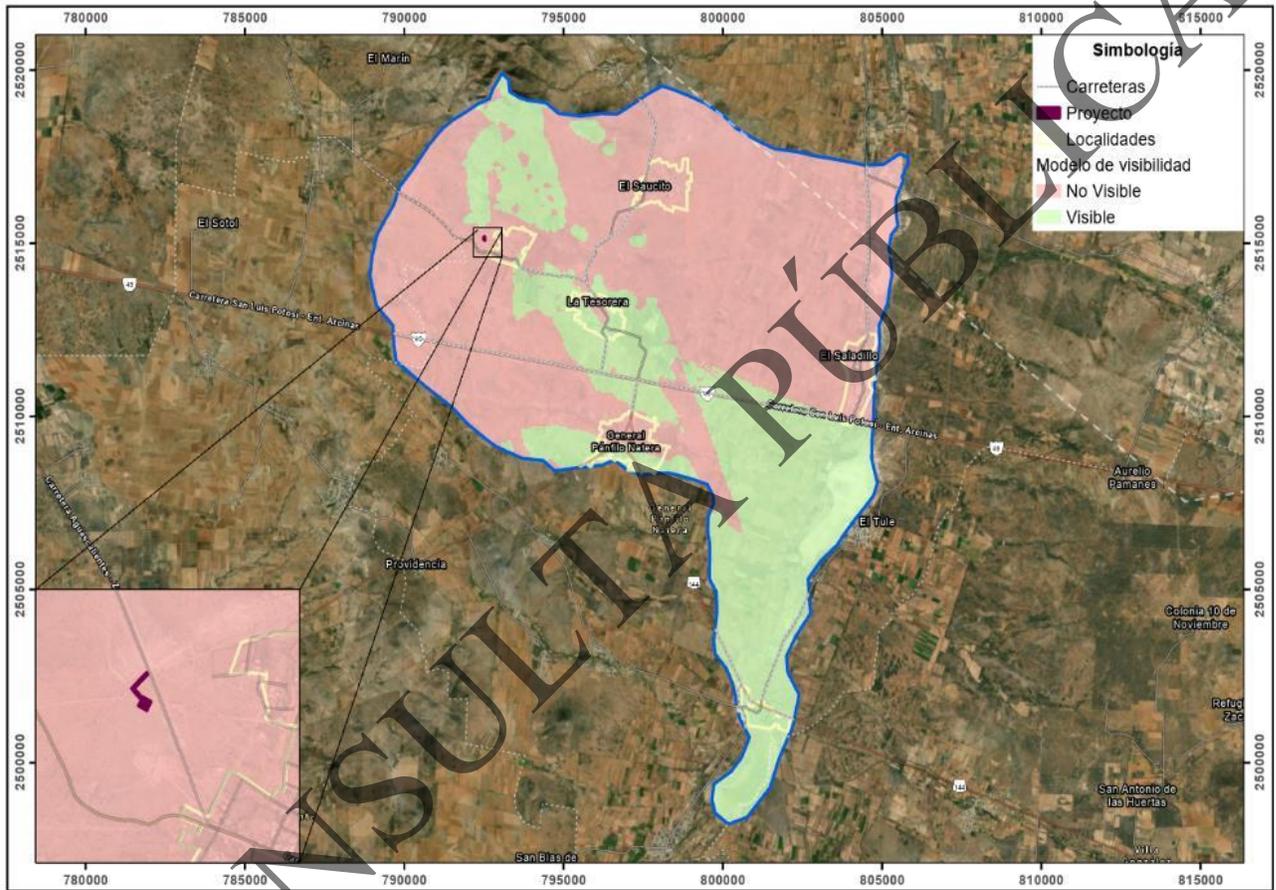


Figura 4. 88 Modelo de visibilidad del Proyecto en el SA

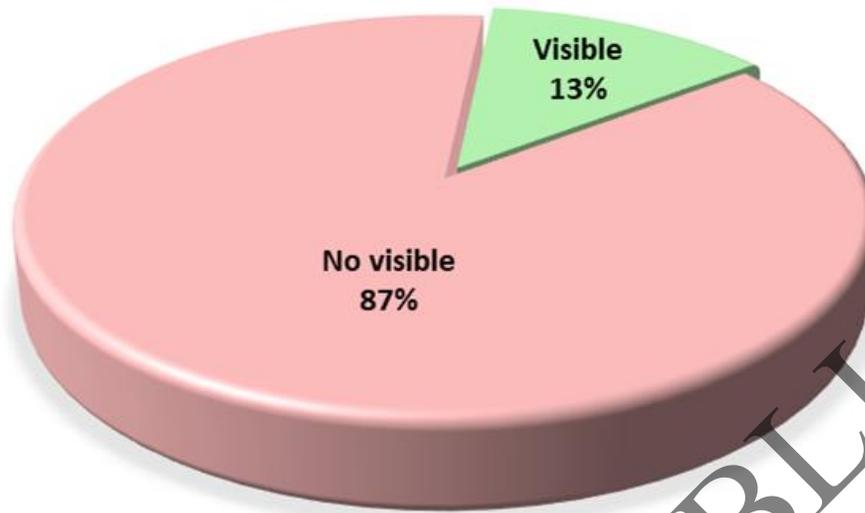


Figura 4. 89 Visibilidad del Proyecto en la superficie del SA

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.4. Medio socioeconómico

El Sistema Ambiental se localiza en el estado de Zacatecas, enseguida en la Figura 4. 90 se muestra la ubicación del SA del Proyecto con respecto a los límites estatales y municipales donde se puede observar que una pequeña parte de la porción Noreste del mismo está dentro del estado de San Luis Potosí.

Respecto a los límites municipales, el Sistema Ambiental del Proyecto está conformado principalmente por el municipio de General Pánfilo Natera el cual se verá impactado de manera positiva en el desarrollo económico y laboral por el establecimiento del Proyecto, seguido por Ojo Caliente y Villa González Ortega en el estado de Zacatecas y el municipio de Villa de Ramos en el estado de San Luis Potosí.



Figura 4. 90 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 del municipio General Pánfilo Natera 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

En 2020 la población en el municipio de General Pánfilo Natera fue de 23,526 habitantes (48.6% hombres y 51.4% mujeres) el cual representa el 1.5% de la población estatal. En comparación al año 2010, la población en el municipio creció un 5.28%.

Tabla 4. 68. Población por grupos de edad en el municipio de General Pánfilo Natera, 2020

Grupo de edad	Hombres	Mujeres	Total	% Hombres	% Mujeres
0 a 4 años	1,262	1,171	2,433	51.87	48.12
5 a 9 años	1,167	1,223	2,390	48.82	51.17
10 a 14 años	1,204	1,175	2,379	50.60	49.39
15 a 19 años	1,037	1,051	2,088	49.66	56.11
20 a 24 años	882	991	1,873	47.09	52.90
25 a 29 años	745	904	1,649	45.17	54.82
30 a 34 años	708	833	1,541	45.94	54.05
35 a 39 años	646	726	1,372	47.08	52.91
40 a 44 años	662	726	1,388	47.69	52.30
45 a 49 años	653	666	1,319	49.50	50.49
50 a 54 años	576	644	1,220	47.21	52.78
55 a 59 años	476	487	963	49.42	50.57
60 a 64 años	403	381	784	51.40	48.59
65 a 69 años	312	336	648	48.14	51.85
70 a 74 años	245	268	513	47.75	52.24
75 a 79 años	215	189	404	53.21	46.78
80 a 84 años	126	134	260	48.46	51.53
85 años o mas	120	177	297	40.40	59.59

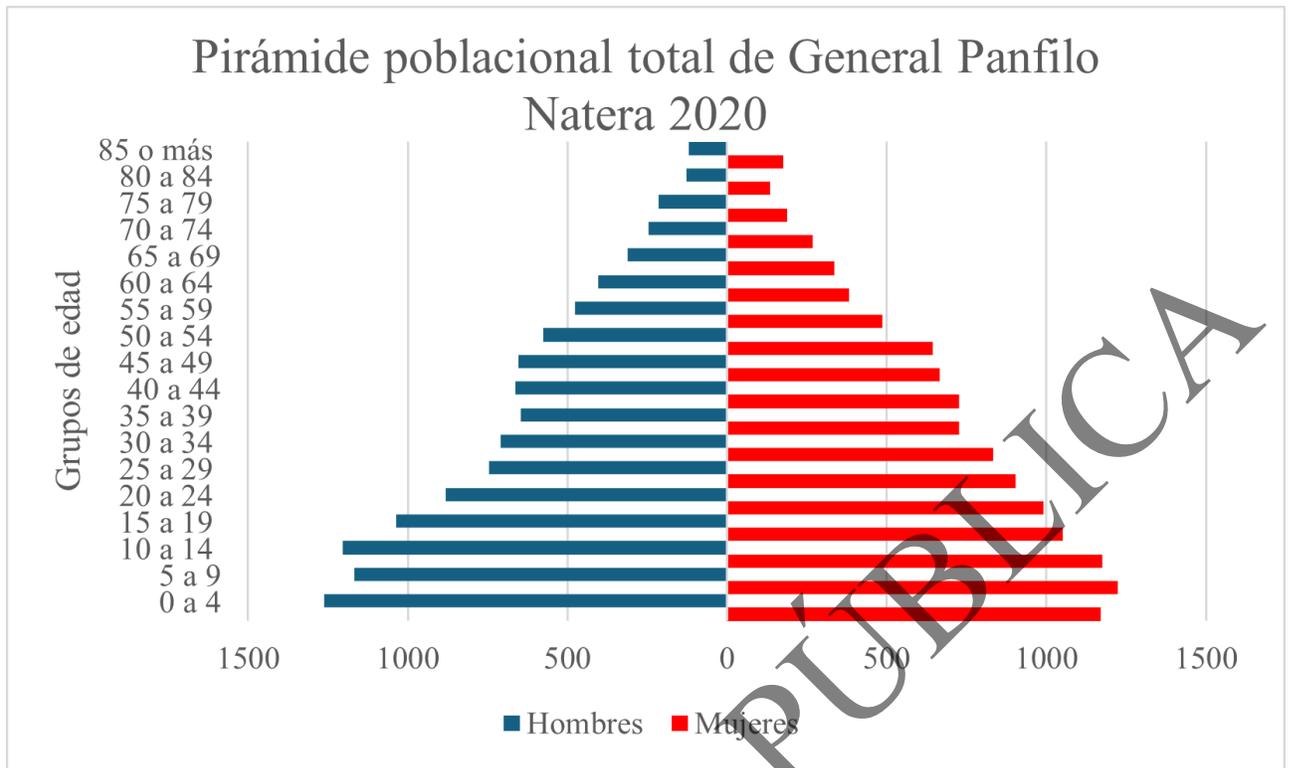


Figura 4. 91. Distribución de la población por grupos de edad

Con la finalidad de complementar la caracterización del medio socioeconómico, a continuación, se presentan algunos indicadores socioeconómicos del municipio de General Pánfilo Natera con base en la información oficial del INEGI, 2020.

IV.3.4.2. Natalidad

De acuerdo con los registros más recientes de INEGI, se reportaron 26,309 nacimientos para el estado de Zacatecas; mientras que para el municipio de General Pánfilo Natera las cifras son las siguientes, un total de nacimientos de 437, 211 mujeres y 226 hombres, representando el 1.66% 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 General Pánfilo Natera, el número de defunciones generales es de 209, y fueron 98 mujeres y 111 hombres, lo que representa el 1.44% con respecto al estado.

IV.3.4.4. Migración

El estado de Zacatecas ocupa el lugar número 1 en el contexto nacional en cuanto a la intensidad migratoria, el municipio de General Pánfilo Natera en el año 2020 se registró con un alto grado de intensidad migratoria, como se muestra en la Figura 4. 92. Existen distintas causas por las cuales el 3.7% de la población migró a otros lugares, las principales causas son reunirse con la familia con un 69.9%, por motivos de trabajo con un 13.8%, por temas de estudios y educación con un 1.8% y para finalizar el 1.2% de las personas migran por la inseguridad, además del 13.4% restante del cual no se tiene registro.

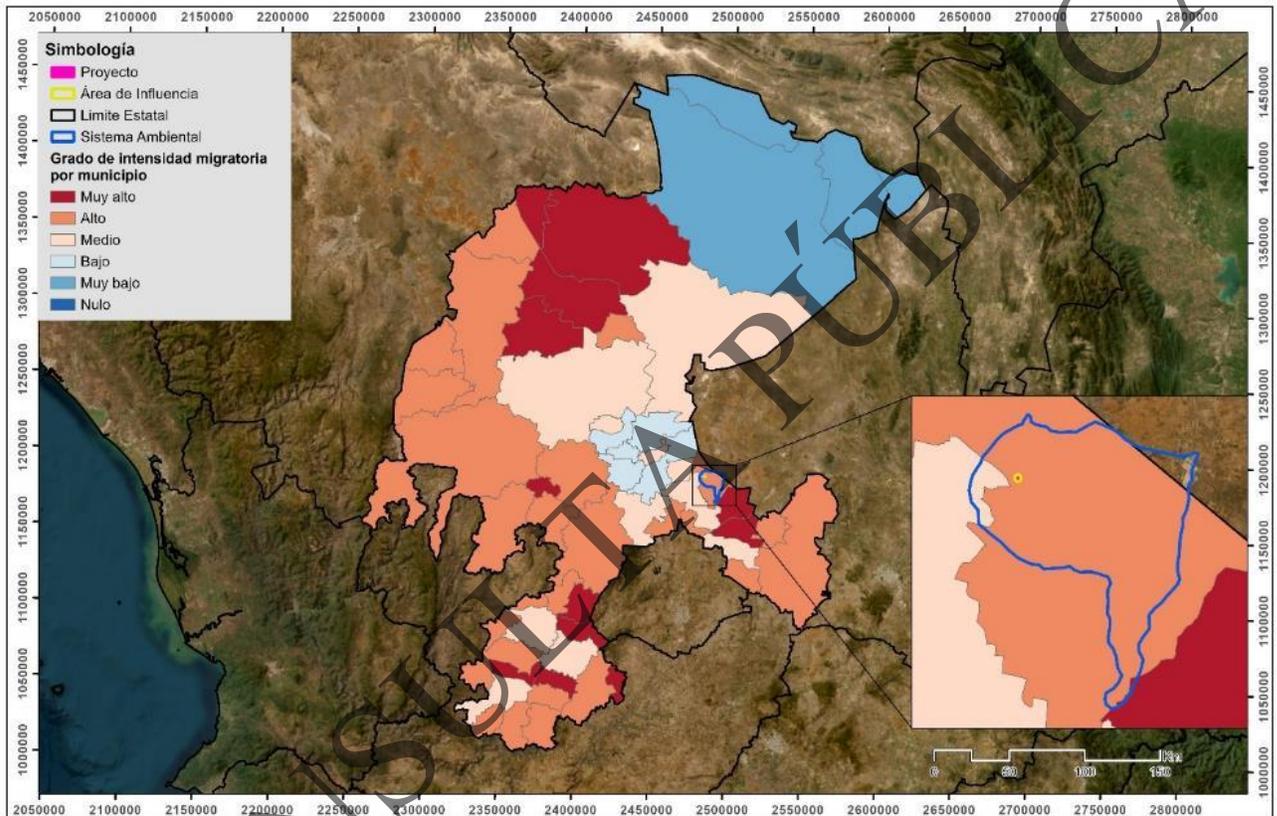


Figura 4. 92 Grado de intensidad migratoria por municipio, CONAPO 2020

IV.3.4.5. Economía

Población económicamente activa

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 la Tabla 4. 69 con datos de la PEA en el estado de Zacatecas, así como en el municipio de General Pánfilo Natera, de acuerdo con Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015.

Tabla 4. 69. Población económicamente activa, 2015

	Estado	General Pánfilo Natera
Población económicamente activa (PEA)	506,456	6,169
Hombres	350,327	4,736
Mujeres	156,129	1,433

En el municipio de General Pánfilo Natera, la Población Económicamente Activa representa el 35.63% respecto al total de la población de 12 años y más. Del total de la PEA en el municipio (6,169) el 94.13% se encuentra ocupada y el 5.87% desocupada. A continuación, se muestra una gráfica con los datos antes mencionados (Figura 4. 93).



Figura 4. 93. Porcentaje de la PEA ocupada y desocupada 2015, municipio de General Pánfilo Natera

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, el 40.77% de la población adulta está inserta en la actividad económica, ya sea trabajando o buscando trabajo.

En lo que respecta a los ingresos percibidos, los resultados de la Encuesta Intercensal muestran que en General Pánfilo Natera el 21.28% de la población ocupada percibe más de 2 salarios mínimos (Tabla 4. 70).

Tabla 4. 70. 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
General Pánfilo Natera	5,807	19.20	49.85	21.28	9.66
Zacatecas	480,281	13.60	31.80	45.25	9.35

Actividades productivas

En la Tabla 4. 71 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 (Censo General de Población y Vivienda 2010 Encuesta Intercensal 2015).

Tabla 4. 71. Distribución de la población ocupada por sector de actividad económica

Municipio	Sector de actividad económica				
	Primario	Secundario	Comercio	Servicios	No especificado
General Pánfilo Natera	30.08	33.74	17.44	17.81	0.93

IV.3.4.6. Educación

En la Tabla 4. 72 se muestra la distribución porcentual de la población de 15 años y más en el Municipio de General Pánfilo Natera según el grado académico aprobado. En 2020 los principales grados académicos de la población de dicho municipio fueron secundaria (6.26k personas o 40.6% del total), primaria (5.74k personas o 37.2% del total) y preparatoria (2.38k de personas o 15.4% del total).

Tabla 4. 72. Distribución de la población total por nivel de escolaridad

Municipio	Niveles de escolaridad de la población de 15 años y más				
	Primaria	Secundaria	Preparatoria	Licenciatura	Otros
General Pánfilo Natera	37.2%	40.6%	15.4%	4.30%	1.78%

De acuerdo con estimaciones del IZEA, del total de la población de 15 años y más en el municipio, el 4.3% son analfabetas, y se tiene un rezago total de 44.3%, cifra superior al promedio estatal que es del 34.7%, lo anterior se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 4. 73. Estimación de la población analfabeta y rezago total, IZEA (2017)

	Población de 15 años y mas	Analfabetas	Rezago total
General Pánfilo Natera	16,886	4.3%	44.3%
Estado	1,152,703	2.7%	34.7%

IV.3.4.7. Salud

Como se puede observar en la Tabla 4. 74 las cifras muestran que en el municipio de General Pánfilo Natera el 85.7% de la población no tiene seguridad social.

Tabla 4. 74. Seguridad social, SSZ (2017)

	Estado	General Pánfilo Natera
Proyección de población CONAPO 2017 total	1,600,412	23,235
Población Derechohabiente ISSSTE 2016	169,361	800
%	10.60%	3.40%
Población Derechohabiente IMSS régimen ordinario 2016	459,727	2,526
%	28.70%	10.90%
Población con Seguridad Social 2017	629,088	3,326
%	39.30%	14.30%
Población de Responsabilidad SSZ 2017	695,036	13,615
%	43.40%	58.60%
Población de Responsabilidad IMSS-Prospera 2017	276,288	6,294
%	17.30%	27.10%
Población sin Seguridad Social 2017	971,324	19,909
%	60.70%	85.70%

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, en la Figura 4. 94 se muestra que dentro del SA el índice de rezago social es bajo para el municipio de General Pánfilo Natera.

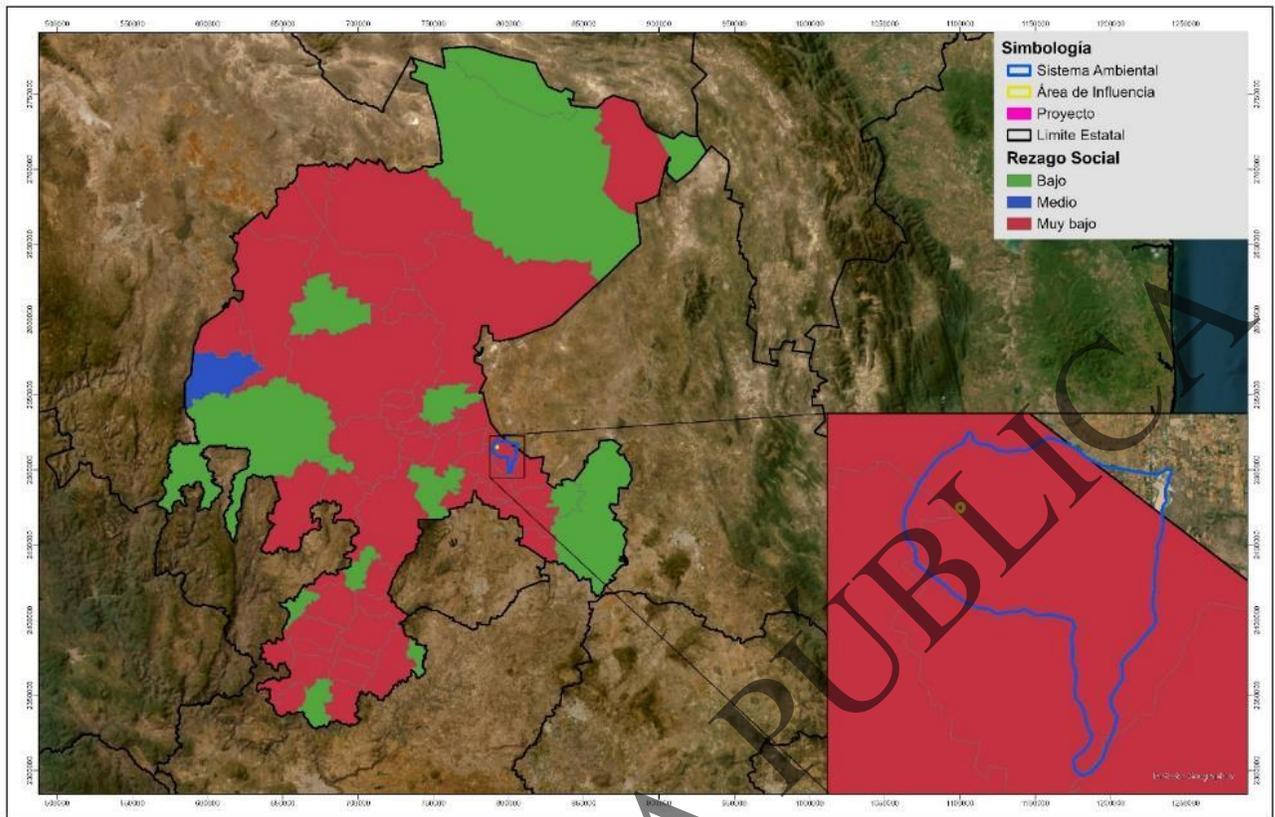


Figura 4. 94. Rezago social dentro del municipio de General Pánfilo Natera

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.

En cambio, 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.

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 muestran en la Tabla 4. 75 para el municipio de General Pánfilo Natera.

Como resultado del análisis el grado de marginación en el municipio de General Pánfilo Natera se presenta un grado “Medio” (Figura 4. 95), excepto una pequeña parte en la porción noreste del SA que corresponde al municipio de Villa de Ramos en el estado de San Luis Potosí.

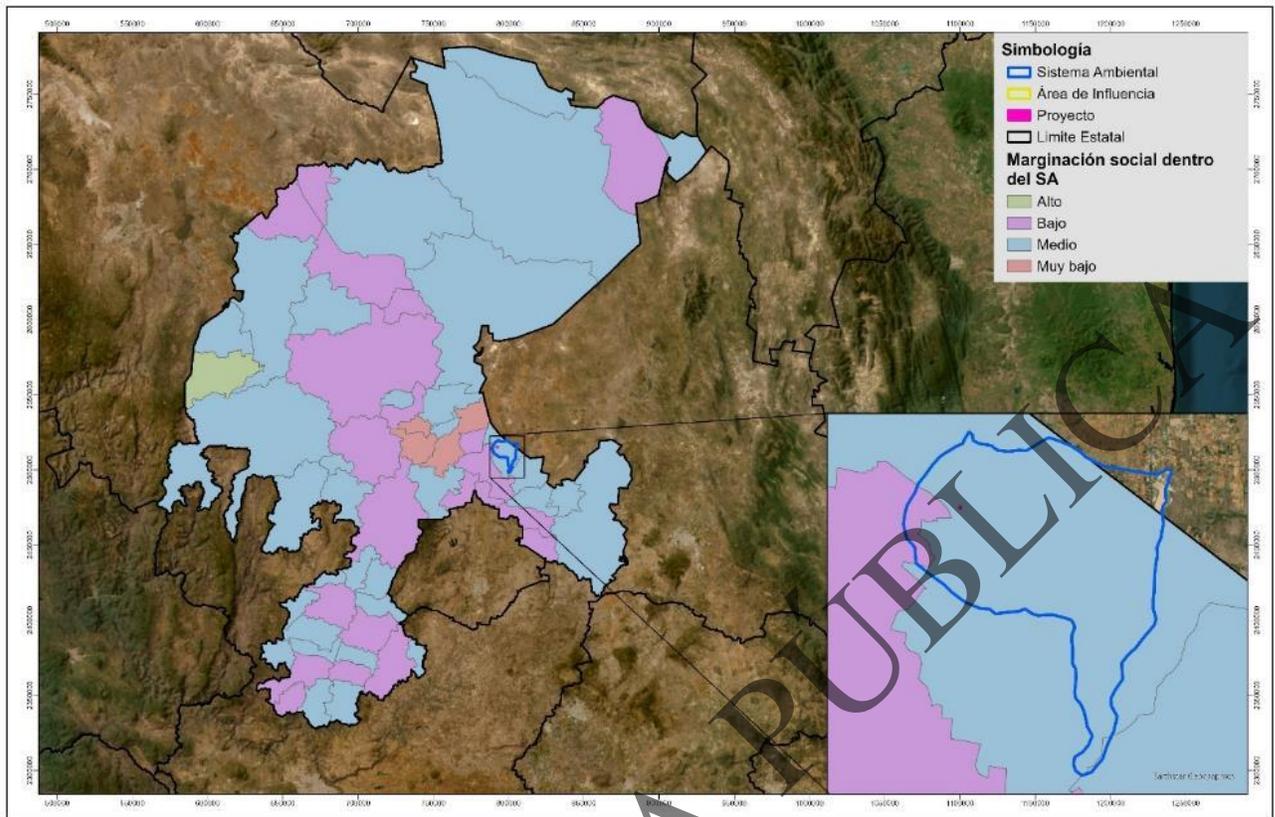


Figura 4. 95. Marginación social dentro del SA

Tabla 4. 75. Marginación y Rezago Social del Municipio de General Pánfilo Natera, 2020

Grado de marginación										
Bajo										
Grado de rezago social										
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	% de población de 15 años y más sin primaria completa	% de población sin derecho-	% de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	% Ocupantes en viviendas con piso de tierra	% de Ocupantes en viviendas sin drenaje ni	% de Ocupantes en viviendas que no disponen de	% de Ocupantes en viviendas que no disponen de	% Población ocupada con ingresos	Viviendas que no disponen de refrigerador
6.30	5.8	44.7	20.7	2.0	2.08	3.57	1.44	0.46	89.86	11.4

IV.3.4.9 Derrama económica

A continuación, en la Figura 4. 96, se observan los factores considerados para el componente Socioeconómico y cultural del criterio “Derrama económica”. Las áreas consideradas para la evaluación de este criterio son todas aquellas que presentan actividades antropogénicas.

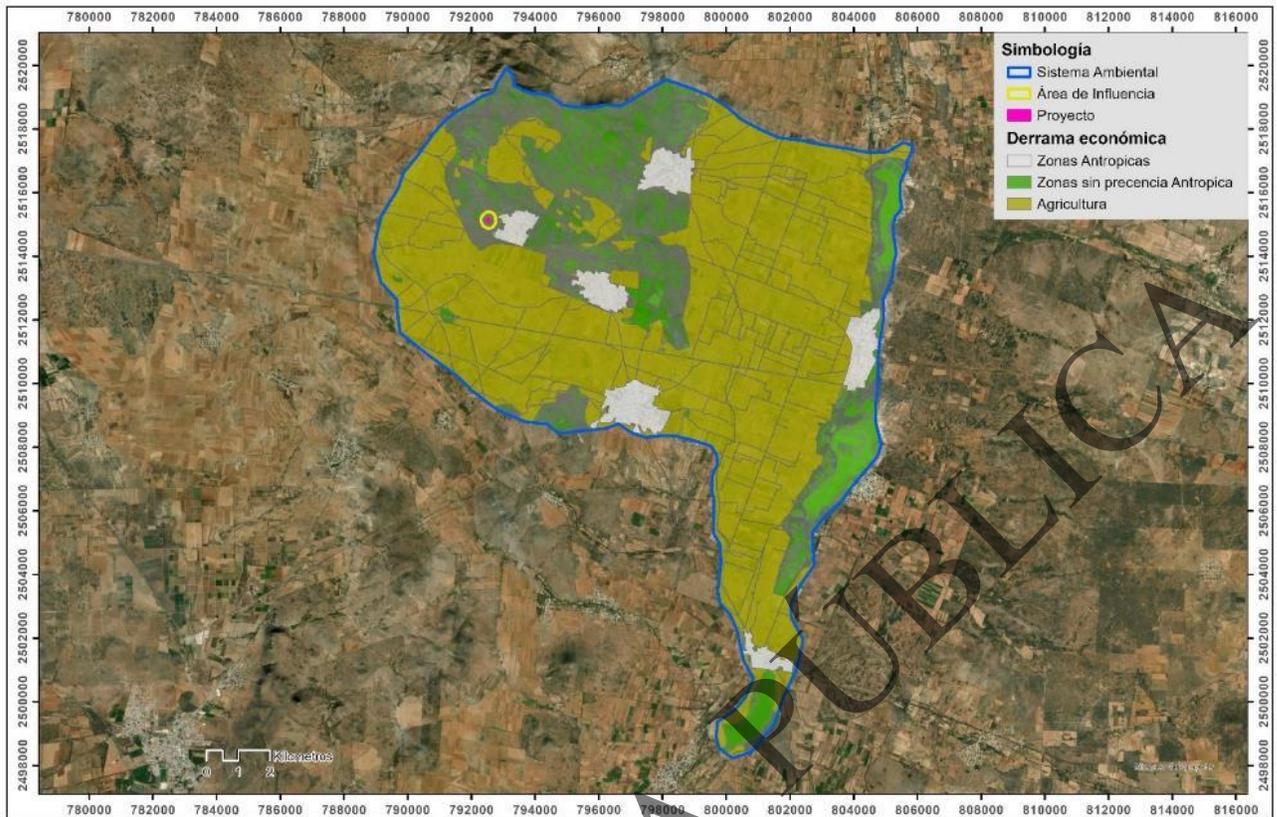


Figura 4. 96 Insumos considerados en el criterio, Derrama económica

Características de las poblaciones dentro del Sistema Ambiental

General Pánfilo Natera

En la comunidad de General Pánfilo Natera la cual es la cabecera municipal, se observa una población de 4,894 habitantes aproximadamente, se encuentra en el número 1 del ranking de los pueblos más poblados del municipio y se encuentra a 2,116 metros sobre el nivel del mar. La educación en esta localidad es de calidad ya que cuenta con establecimientos de educación especial, educación básica preescolar general, primaria general, secundaria general y educación media superior (bachillerato). La población cuenta con una iglesia y varias capillas en perfectas condiciones que tienen como creencia el catolicismo y rinde devoción a la virgen de Guadalupe. Existe un tráfico moderado de vehículos motorizados y la estructura general de las calles es de pavimento, existe infraestructura de alumbrado público y energía eléctrica y alcantarillado. La actividad económica principal es la agricultura a gran escala y también oportunidades para trabajar a terceros en distintas actividades. Hay presencia de distintas actividades culturales y de entretenimiento al igual que gimnasios y áreas delimitadas específicamente para realizar ejercicio o practicar algún deporte, también se observaron servicios de salud públicos y privados. A continuación, se presentan algunas fotografías a manera de ejemplo visual.



Figura 4. 97. General Pánfilo Natera

Guanajuatillo

La localidad de Guanajuatillo está conformada por aproximadamente 1,109 habitantes, se encuentra a 2,199 metros sobre el nivel del mar. Respecto a la educación se puede encontrar establecimientos de educación básica como preescolar general, Telesecundaria y primaria general. Esta población cuenta con iglesia y capillas en buen estado en las cuales se imparte misa cada domingo teniendo como creencia el catolicismo y rindiendo devoción a la virgen maría. El tráfico vehicular es moderado y la estructura de las calles es de pavimento casi en la totalidad de la población, también cuentan con infraestructura de alumbrado público y alcantarillado. La actividad económica principal es la agricultura con oportunidades de conseguir un empleo. Se observaron distintos establecimientos para realizar actividades culturales o de entretenimiento y también áreas delimitadas para realizar ejercicio o practicar algún deporte, al igual que servicios de salud. En la siguiente figura se presenta evidencia fotográfica del lugar visitado.



Figura 4. 98. Guanajuatillo

La Tesorera

En la localidad de la Tesorera (Bajío de la Tesorera) existen aproximadamente 1,579 habitantes, en la lista de los pueblos más poblados del municipio obtuvo el lugar 6 y se encuentra a 2,137 metros sobre el nivel del mar. Respecto a la educación en la localidad podemos encontrar distintos establecimientos de educación básica como Preescolar General, Primaria general y Telesecundaria. En la localidad existe una iglesia y varias capillas pequeñas las cuales se encuentran en buenas condiciones y practican la religión católica y rinden devoción a la virgen de Guadalupe. El tráfico vehicular en el área es bajo o moderado al igual que el tránsito de peatones, la estructura general de las calles es pavimento casi en su totalidad y existe alumbrado público solo en algunas áreas de la localidad. La actividad económica principal es la agricultura y ganadería además de existir distintas oportunidades de empleo. Se detectaron algunos establecimientos y actividades culturales o de entretenimiento, también algunas áreas destinadas al deporte. En la siguiente figura se pueden observar algunas fotografías como evidencia.



Figura 4.99. La Tesorera

El Saucito

En la localidad El Saucito habitan aproximadamente 3,370 personas, en el ranking de pueblos más poblados el municipio tiene el número 2 y se encuentra a 2,133 metros sobre el nivel del mar. En esta localidad hay numerosos colegios de educación básica y media superior para poder elegir tu educación o la de tus hijos. En esta comunidad existe una iglesia en muy buenas condiciones que tiene como creencia el catolicismo y rinde devoción al Sagrado Corazón de Jesús, también existen algunas capillas las cuales no se utilizan frecuentemente. La estructura general de las calles es de tierra dejando a un lado las vialidades principales las cuales, si se encuentran pavimentadas, existe infraestructura de energía eléctrica y en algunas áreas se puede observar alumbrado público. El tráfico vehicular es moderado al igual que el movimiento de peatones, hay presencia de actividades culturales y de entretenimiento además de lugares específicos para realizar actividad física o practicar algún deporte. En la siguiente figura se presenta evidencia fotográfica del lugar visitado.



Figura 4. 100. El Saucito

El Saladillo

La localidad de San José el Saladillo (El Saladillo) está conformada aproximadamente por 2,959 habitantes y se encuentra en el lugar número 3 en la lista de los pueblos más poblados del municipio, dicha población está a 2,038 metros sobre el nivel del mar. En el tema de la educación, la localidad de El Saladillo es de las comunidades dentro del SA que tienen menos escuelas, los estudios más avanzados que se puede encontrar en la zona es la secundaria impartida de manera de Telesecundaria, habiendo también 2 primarias generales y un preescolar. Dentro de la población existe una iglesia de buen tamaño y en perfectas condiciones, además de algunas capillas, se hace práctica de la religión católica y le rinden devoción a la virgen María. La estructura general de las vialidades principales es de pavimento y algunas calles de tierra compactada, se observó alumbrado público funcional en las áreas visitadas. El tráfico vehicular y de peatones es alto y la actividad económica principal es la ganadería y agricultura. Se observaron algunos establecimientos enfocados al entretenimiento o temas culturales además de áreas específicamente destinadas a practicar algún deporte. En la siguiente figura se pueden observar algunas fotografías de la población visitada.



Figura 4. 101. El Saladillo

CONSULTA PÚBLICA

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 preoperacional 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

En el contexto ambiental demarcado por el SA, AP y el Área de Influencia, el DA se desarrolló mediante la aplicación de criterios ambientales a la información geográfica de los componentes presentes, de manera que se valorará la importancia de los recursos bióticos y abióticos.

La valoración de los componentes ambientales Atmósfera, Suelos, Hidrología, Vegetación, Fauna, Paisaje, 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. De forma sintetizada, la metodología que ha sido empleada para la ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en la SA es explicada en los siguientes pasos (Saaty, 1994; Saaty & Vargas, 1994; Bhushan & Rai, 2004).

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.

1. Se plantea la meta global, que para este caso es la jerarquización de los componentes ambientales en el AI según su importancia, y se especifican los criterios empleados para comparar y evaluar los componentes. Los criterios que han sido considerados en este estudio son los siguientes:
 - Extensión: área de influencia en relación con el entorno
 - Complejidad: compuesto de elementos diversos
 - Representatividad: carácter simbólico, incluye el carácter endémico
 - Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
 - Estabilidad: permanencia en el entorno, firmeza
 - Fragilidad: endebles, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor
 - Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
 - Interés histórico-cultural: por su peculiaridad histórico-monumental-cultural

2. Se establece la importancia relativa de cada criterio, mediante la comparación por pares de cada criterio; para ello el mismo Saaty desarrollo una escala fundamental para las comparaciones por pares, con valores comprendidos entre el 1 y el 9, asociados a una importancia comparativa, tal como se presenta en la Tabla 4.76.

Tabla 4.76. Escalas de comparación de Saaty

Valor	Significado	Descripción
9	Absolutamente más importante que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo
7	Mucho más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo
5	Más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo
3	Ligeramente más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo
1	Igual o indiferente a	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo
1/5	Menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo
1/7	Mucho menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo
1/9	Absolutamente menos importante que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo

En la escala también se consideran importancias intermedias, para los cuales se pueden asignar los valores 2, 4, 6 u 8, o sus valores recíprocos (1/2, 1/4, 1/6, 1/8).

- Las comparaciones por pares de los diversos criterios generados en el paso 2 se organizan en una matriz cuadrada, denominada comúnmente como matriz de comparación por pares, como se ejemplifica en Figura 5. 1.

	C1	C2	C3
C1	1		
C2		1	
C3			1

Figura 5. 1. Matriz de comparación por pares genérica

- Se calculan los pesos de los criterios. Para ello se realizan las siguientes operaciones: i) suma de valores en cada columna de la matriz comparaciones pareadas, ii) división de cada elemento de la matriz entre el total de su columna. Este resultado es referido como la “matriz normalizada de comparaciones pareadas, y iii) cálculo del promedio de los elementos de cada renglón de la matriz normalizada. Esto es, dividir la suma de las calificaciones normalizadas de cada renglón entre el número de criterios. Estos promedios proveen una estimación de los pesos relativos del criterio comparado. Usando este método, los pesos son interpretados como el promedio de todas las maneras posibles de comparar el criterio.
- Estimación de la consistencia. En este paso se analiza si las comparaciones son consistentes. Para ello se debe determinar el vector de la suma ponderada, multiplicando el peso del primer atributo por la primera columna de la matriz de comparaciones pareadas, el peso del segundo atributo por la segunda columna y el peso del tercer atributo por la tercera columna de la matriz original. Finalmente, se suman estos valores sobre los renglones. Posteriormente se determina el vector de consistencia, para el cual se divide el vector de la suma de pesos entre los pesos de los criterios determinados previamente. Finalmente, se debe calcular el índice de consistencia (IC). Para calcular IC debe obtenerse primero el valor de Lambda (λ) que es el promedio del vector de consistencia. El cálculo de este índice se basa en la observación de que λ es siempre mayor o igual al número de criterios bajo consideración (n) para matrices positivas y recíprocas, y $\lambda = n$ si la matriz de comparaciones pareadas es consistente. Consecuentemente, $\lambda - n$ puede considerarse una medida del grado de inconsistencia. Esta medida puede ser normalizada como sigue:

$$IC = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

donde IC es el índice de consistencia. Este índice provee una medida de la consistencia. Ahora se debe calcular la proporción de consistencia PC, mediante la siguiente ecuación:

$$PC = \frac{IC}{IA}$$

donde IA es el índice de azar, esto es el índice de consistencia de una matriz de comparaciones pareadas generada aleatoriamente. Saaty también ha determinado una relación de índices en función del número de elementos que son comparados. Un valor de $PC < 0.10$ indica un nivel razonable de consistencia en las comparaciones pareadas; $PC > 0.10$, indica inconsistencia en los juicios.

Una de las principales ventajas de usar este método de comparaciones pareadas es que sólo se consideran dos criterios a la vez. No obstante, si se comparan muchos criterios, el método se hace muy largo. En este caso, con los 8 criterios de evaluación considerados, se requieren 28 comparaciones pareadas. 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 del Proyecto se utilizó este sistema, lo que representa su nivel de relevancia a la dinámica local del ecosistema respecto a los demás componentes. La ponderación de los componentes ambientales es la que se presenta en la Tabla 4.77, la proporción o índice de consistencia obtenido para cada una de las matrices de comparación pareadas con el software es menor a 0.10, lo que, de acuerdo con la metodología, es una jerarquización consistente.

Tabla 4.77. Ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en el SA

No.	Componente	Peso Ponderado
1	Atmósfera	7.1
2	Suelo	18.9
3	Hidrología	10.7
4	Vegetación	22.8
5	Fauna	22.8
6	Paisaje y Geoformas	9.4
7	Socioeconómico y cultural	8.3

Los componentes Vegetación y Fauna son los que representan mayor importancia en el ambiente en consideración de su extensión, complejidad, representatividad, diversidad, estabilidad, fragilidad, interés ecológico e interés histórico-cultural (criterios considerados para la ponderación). En sucesión corresponden Suelo, Hidrología, Paisaje y Geoformas, Socioeconomía y Cultura y Atmósfera en la jerarquización de los componentes. Esta información se considera de utilidad para la siguiente etapa en el proceso de elaboración del Diagnóstico Ambiental, y será retomada más adelante para la asignación de Unidades de Importancia Ambiental (UIP), durante la evaluación de los impactos ambientales generados por el Proyecto.

Habiendo asignado un peso ponderado para los componentes ambientales, el siguiente paso consistió en generar un listado de nuevos criterios integrados por diversos factores que influyen directamente sobre la calidad del componente. Estos nuevos criterios fueron elegidos por el equipo de profesionistas que participa en la elaboración del presente DTU-A, y su principal característica

es que los factores que los integran son identificables y ubicables en los planos cartográficos, modelos generados para el SA, y/o en las imágenes satelitales cargadas en el Sistema de Información Geográfica del Proyecto. De esta manera, cada criterio constituye una capa (shape) que será procesada en el SIG para la definición de los rangos de calidad ambiental estimados.

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

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

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

Los Criterios y Factores empleados, así como Valores de Importancia y los Valores Ponderados evaluados, se presenta en la siguiente Tabla 4.78.

Tabla 4.78. Criterios y factores indicativos para el análisis de cada componente ambiental

Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de importancia	Valor Ponderado
Atmósfera 7.1	Emisión de partículas 2	Unidad minera	0.05	0.10
		Vialidades	0.40	0.80
		Cuerpos de agua	0.50	1.00
		Zona agrícola	0.30	0.60
		Cobertura cerrada	2.00	4.00
		Cobertura dispersa	1.00	2.00
		Cobertura abierta	0.50	1.00

Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de importancia	Valor Ponderado	
	Captura de polvos fugitivos 1.5	Unidad minera	0.05	0.08	
		Vialidades	0.70	1.05	
		Cuerpos de agua	0.80	1.20	
		Zona agrícola	0.90	1.35	
		Cobertura cerrada	1.50	2.25	
		Cobertura dispersa	1.30	1.95	
		Cobertura abierta	1.40	2.10	
	Emisión de gases contaminantes 2.1	Localidades	0.40	0.84	
		Actividades agrícolas	0.50	1.05	
		Zona Industrial	0.05	0.11	
		Camino	0.30	0.63	
		Áreas sin presencia antropogénica	2.10	4.41	
	Ruido 1.5	Áreas con ruido natural	1.50	3.15	
		Áreas con generación de ruido artificial esporádico moderado	1.20	2.52	
		Áreas con generación de ruido artificial esporádico alto	0.75	1.58	
		Áreas con generación de ruido artificial constante moderado	0.60	1.26	
		Áreas con generación de ruido artificial constante alto	0.30	0.63	
	Suelo 18.9	Erosión actual 18.9	Muy baja	18.90	357.21
			Baja	15.00	283.50
Media			10.00	189.00	
Alta			5.00	94.50	
Muy alta			1.00	18.90	
Hidrología 10.7	Presencia de cuerpos de agua 2.5	Corrientes perenes	2.50	6.25	
		Cuerpos lénticos	1.25	3.13	
		Corrientes intermitentes	0.50	1.25	
	Ordenes de corrientes 2.1	7° Orden (15 m)	2.10	4.41	
		6° Orden (15 m)	1.70	3.57	
		5° Orden (15 m)	1.40	2.94	

Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de importancia	Valor Ponderado
		4° Orden (10 m)	1.00	2.10
		3° Orden (5 m)	0.90	1.89
		2° Orden (5 m)	0.60	1.26
		1° Orden (5 m)	0.20	0.42
	Zonas con potencial de infiltración en función del material 2.5	Material NO consolidado con posibilidades altas	2.50	6.25
		Material NO consolidado con posibilidades medias	2.00	5.00
		Material NO consolidado con posibilidades bajas	1.50	3.75
		Material Consolidado con posibilidades bajas	0.50	1.25
	Zonas con potencial de infiltración en función de las pendientes 1.7	0° - 5°	1.70	2.89
		6° - 10°	1.50	2.55
		11° - 15°	1.30	2.21
		15° - 30°	1.00	1.70
		31° - 44°	0.80	1.36
		> 45°	0.50	0.85
		Vulnerabilidad del acuífero 1.9	Vulnerable	0.50
	No vulnerable		1.90	3.23
	Vegetación 22.8	Índice de integridad ecológica 22.8	Excelente	22.80
Bueno			18.00	410.40
Regular			15.00	342.00
Malo			10.00	228.00
Fauna 22.8	Calidad del habitat 22.8	Alto	22.80	519.84
		Medio	15.00	342.00
		Bajo	10.00	228.00
		Muy bajo	5.00	114.00
		Nulo	1.00	22.80
Paisaje	Calidad visual del paisaje 4.7	Alta	3.00	14.10
		Media	2.00	9.40

Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de importancia	Valor Ponderado
9.4	Fragilidad visual del paisaje 4.7	Baja	1.00	4.70
		Alta	1.00	4.70
		Media	1.50	7.05
		Baja	2.00	9.40
Socioeconómico y Cultural 8.3	Grado de rezago social por localidad 4.15	Muy bajo	1.00	4.15
		Bajo	2.00	8.30
		Medio	3.00	12.45
		Muy Alto	4.15	17.22
	Grado de marginación a nivel localidad CONABIO 2010 4.15	Muy bajo	1.00	4.15
		Bajo	2.00	8.30
		Medio	3.00	12.45
		Alto	3.50	14.53
		Muy Alto	4.15	17.22

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)

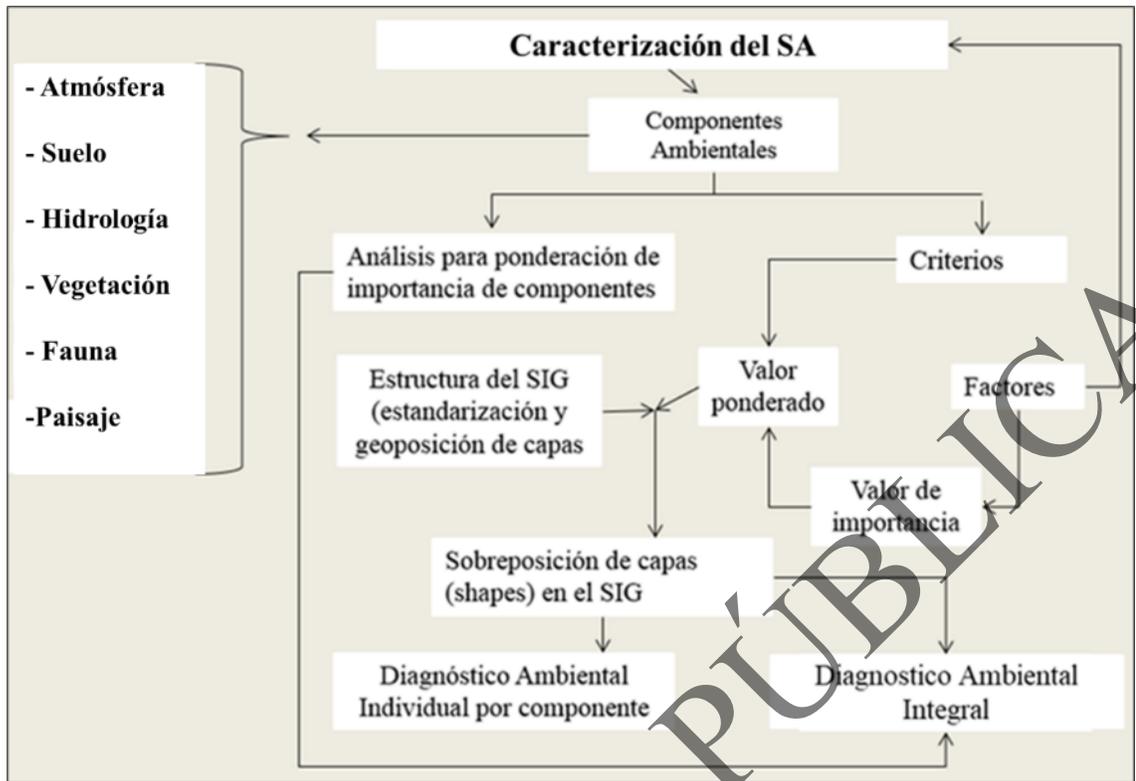


Figura 5. 2. Procedimiento para la generación del Diagnóstico Ambiental Integrado

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 (Figura 4.102). 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).

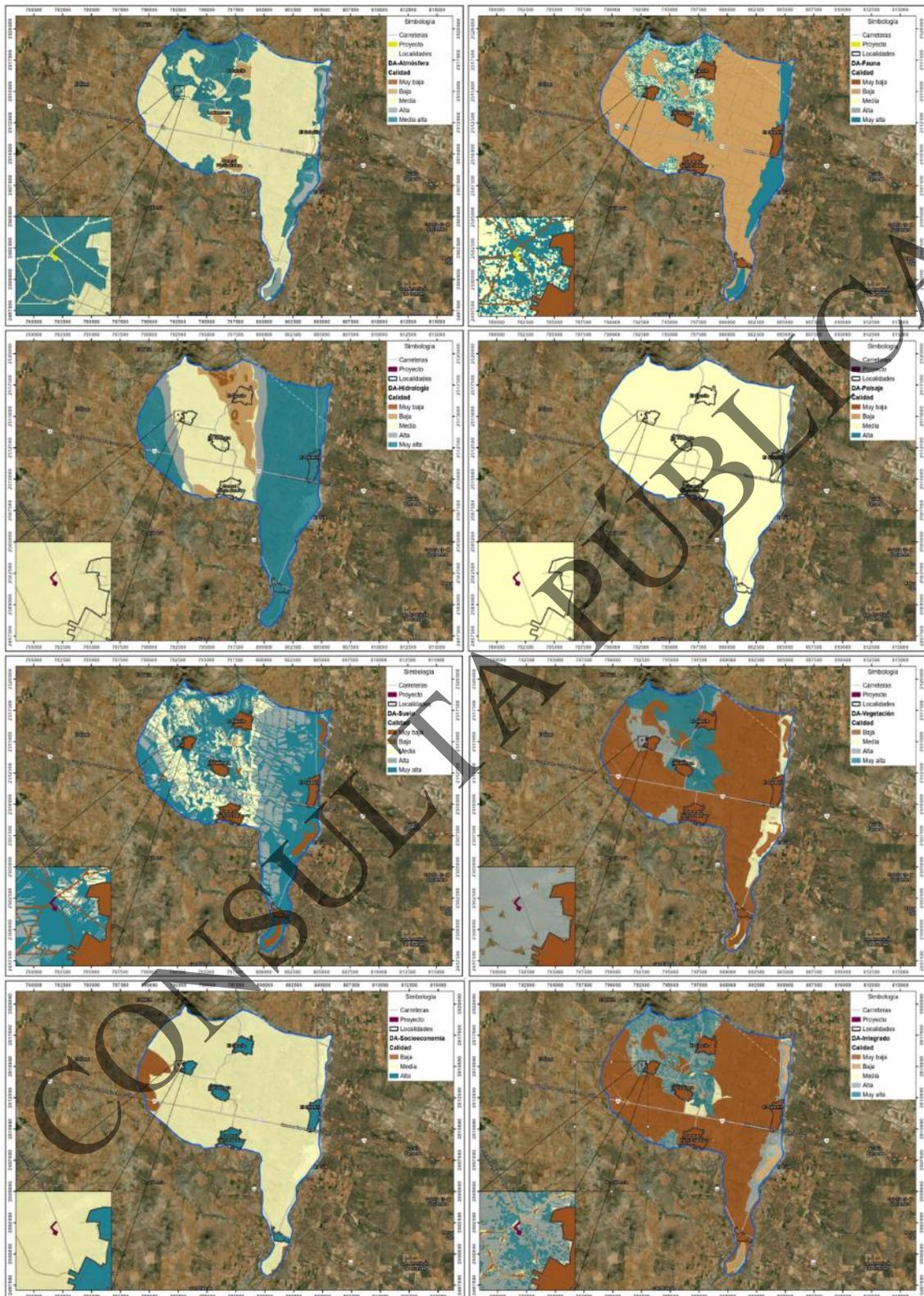


Figura 4.102 Modelos de Diagnóstico Ambiental por componente

IV.3.5.2. Diagnóstico Ambiental por componentes

IV.3.5.2.1. Atmósfera

De acuerdo con los criterios considerados (Tabla 4.78), la calidad atmosférica está estrechamente relacionada con la calidad del aire (emisión de gases contaminantes, emisión de partículas y de polvos fugitivos), y la generación de ruido. Para este componente, las actividades humanas son los factores principales que degradan la calidad de la atmósfera. De esta manera, se consideró que las áreas donde se desarrollan actividades mineras, las de uso de suelo urbano, los caminos, los agostaderos, las parcelas y las carreteras, son sitios donde puntualmente hay generación de ruido y contaminantes atmosféricos que se dispersan de forma muy variable, dependiendo de las condiciones climáticas siendo el tipo de cobertura vegetal (abierta, cerrada o dispersa) una barrera física contra la dispersión de algunos contaminantes.

Se contempla el ruido artificial como un elemento importante para la valoración de la calidad ambiental, por lo cual se realizó un plano de zonificación de áreas en el cual se identifican superficies potenciales generadoras de ruido. Las áreas mejor conservadas, donde no se desarrollan actividades humanas, fueron clasificadas como áreas con ruido natural, lo cual no interfiere con la calidad del componente ambiental.

Como se observa en la Figura 4.103, el estado de calidad atmosférica que se presenta en el SA y área de Proyecto es predominantemente de rango medio. Las zonas que presentan rangos del tipo Medio Alto, son áreas con el potencial suficiente para reducir contaminantes atmosféricos. Es en los sitios donde se desarrollan actividades antrópicas que se generan emisiones de gases, ruido artificial y altos niveles lumínicos y de levantamiento de polvos; ya que el tipo de uso de suelo (junto con el tipo de cobertura), no ofrecen barreras contra la dispersión de éstos en el entorno inmediato, por lo cual, la calidad atmosférica en estos sitios se catalogan como de Baja calidad y son encontrados en las comunidades de El Saucito, La Tesorera, y General Pánfilo Natera.

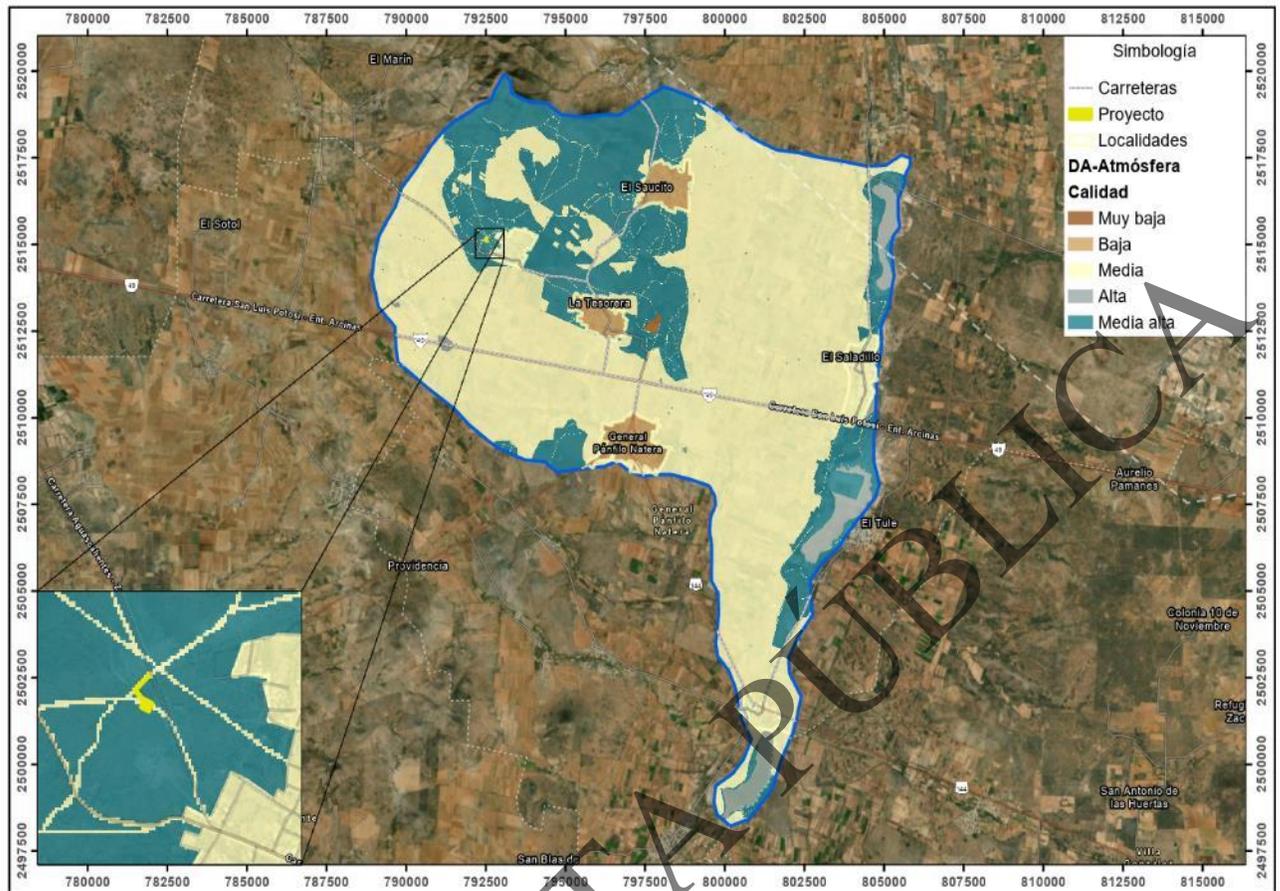


Figura 4.103 Diagnóstico Individual para el componente Atmósfera

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.5.2.2. Suelo

La calidad catalogada al componente suelo está determinada por la erosión del mismo, 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), tipo de cobertura vegetal (factor C).

En el diagnóstico ambiental de suelo se encontró que predominan valores de calidad Alta y Muy alta, seguidos de valores con calidad media al centro del SA (Figura 4.104), estos sitios han sido catalogados con un grado de erosión hídrica baja, o lo que es lo mismo, erosión menor de 10 toneladas por hectárea por año, mientras que los sitios catalogados con calidad Media son suelos que presentan erosión moderada.

Es en las comunidades presentes en el SA, o en zonas afectadas permanentemente por actividades antrópicas, como el caso de las vías de comunicación y carreteras, que se presenta una calidad del suelo catalogada como Muy Baja.

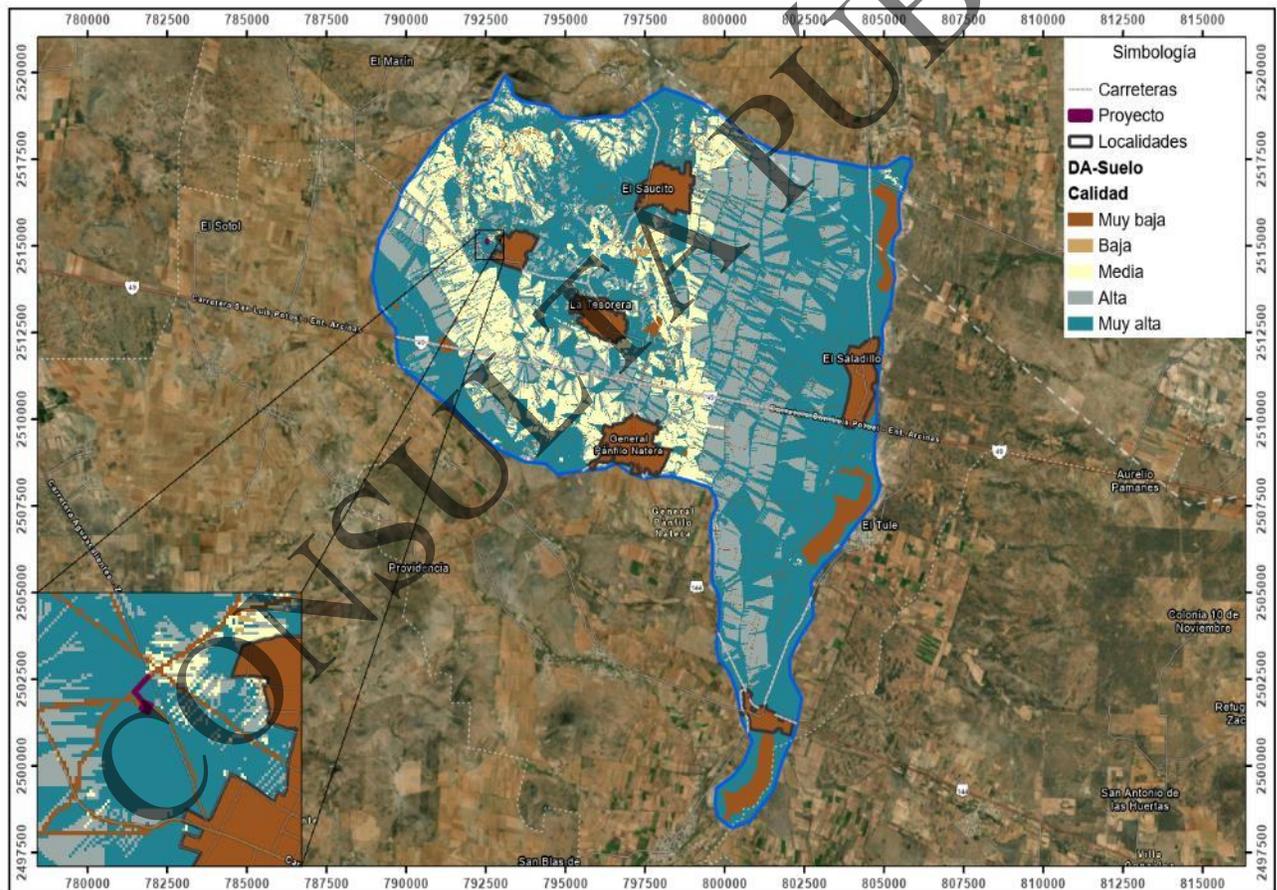


Figura 4.104 Diagnóstico Individual para el componente Suelo

IV.3.5.2.3. Hidrología

Para valorar la calidad del componente hidrológico dentro del SA y AP, se ha considerado la disponibilidad superficial y vulnerabilidad del acuífero. La disponibilidad de agua superficial está relacionada a la presencia de cuerpos de agua y corrientes intermitentes y/o perenes. La disponibilidad de agua subterránea se consideraron las zonas con potencial de infiltración en función del material y zonas con potencial de infiltración en función del material.

Al conjuntar y procesar la información de los valores asignados para cada elemento considerado, en el modelo se presentan predominantemente rangos desde Muy Alta a Media, indicando que dentro del SA se presentan zonas con mayor captación, retención y menor escurrimiento de agua (Figura 4.105).

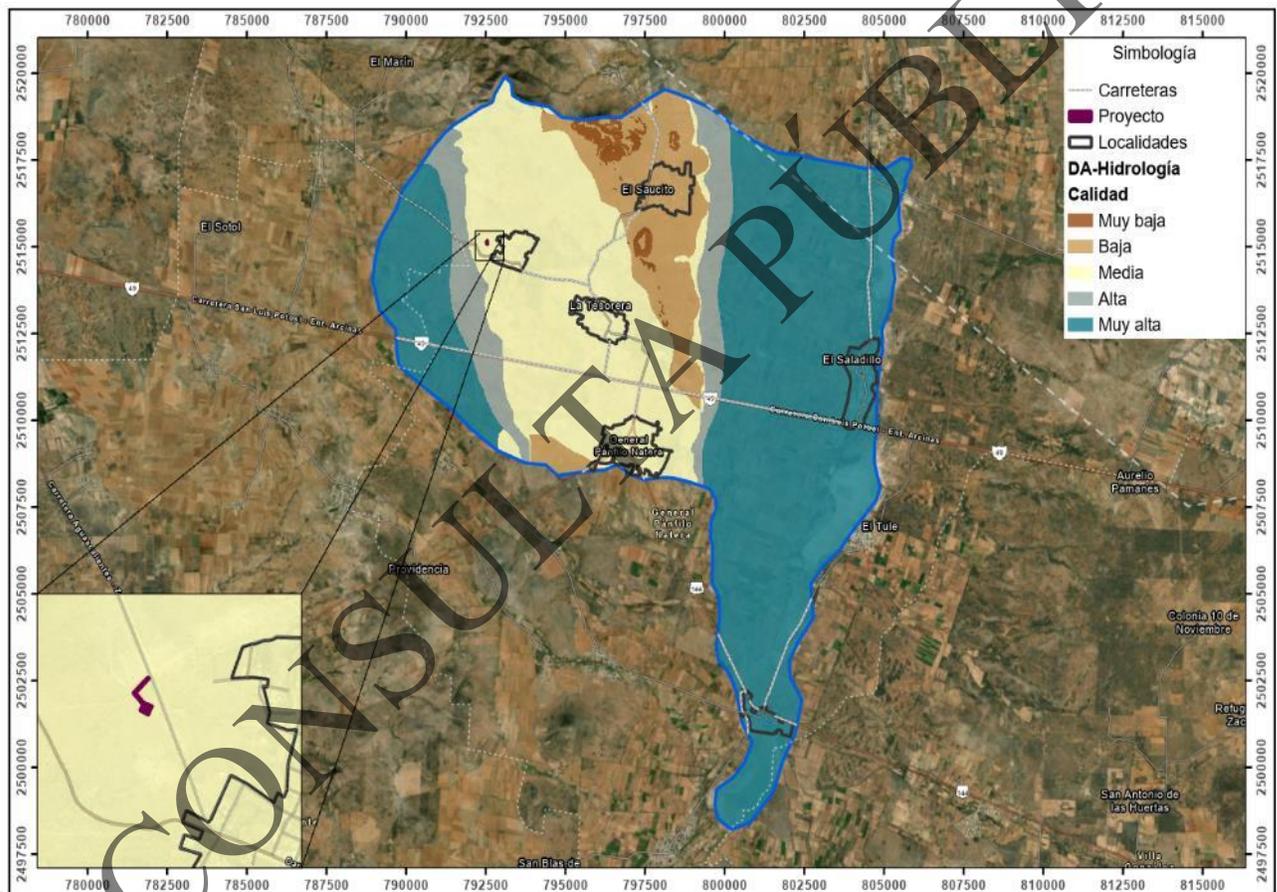


Figura 4.105 Diagnóstico Individual para el componente Hidrología

IV.3.5.2.4. Vegetación

Para la valoración del componente vegetación, se ha considerado el índice de integridad ecológica, en el cual dentro de este se evalúan: tipo de vegetación, especies enlistadas en la NOM-059, perennes, endémicas, nativas o malezas y abundancias. El diagnóstico resultante se ha categorizado con rangos desde Muy Alta a Baja.

Los valores obtenidos para este factor representan lo siguiente; Los rangos de Alta y Muy Alta simbolizan una excelente condición, en la cual se presentan valores de diversidad, abundancia y dominancia óptimos. En el rango Medio se ubican las zonas que presentan una condición regular, es decir, zonas no muy diversas, en las cuales predominan algunas especies y la estructura o fisonomía de la vegetación presenta indicios de perturbación. Por último, en el rango Bajo se localizan las zonas pobres en diversidad, estructura, fisonomía y especies de interés, cualidades ocasionadas por la interacción con las actividades antropogénicas; aquellas zonas las cuales son de uso no forestal, es decir, localidades, área de mina, caminos o áreas agrícolas (Figura 4.106).

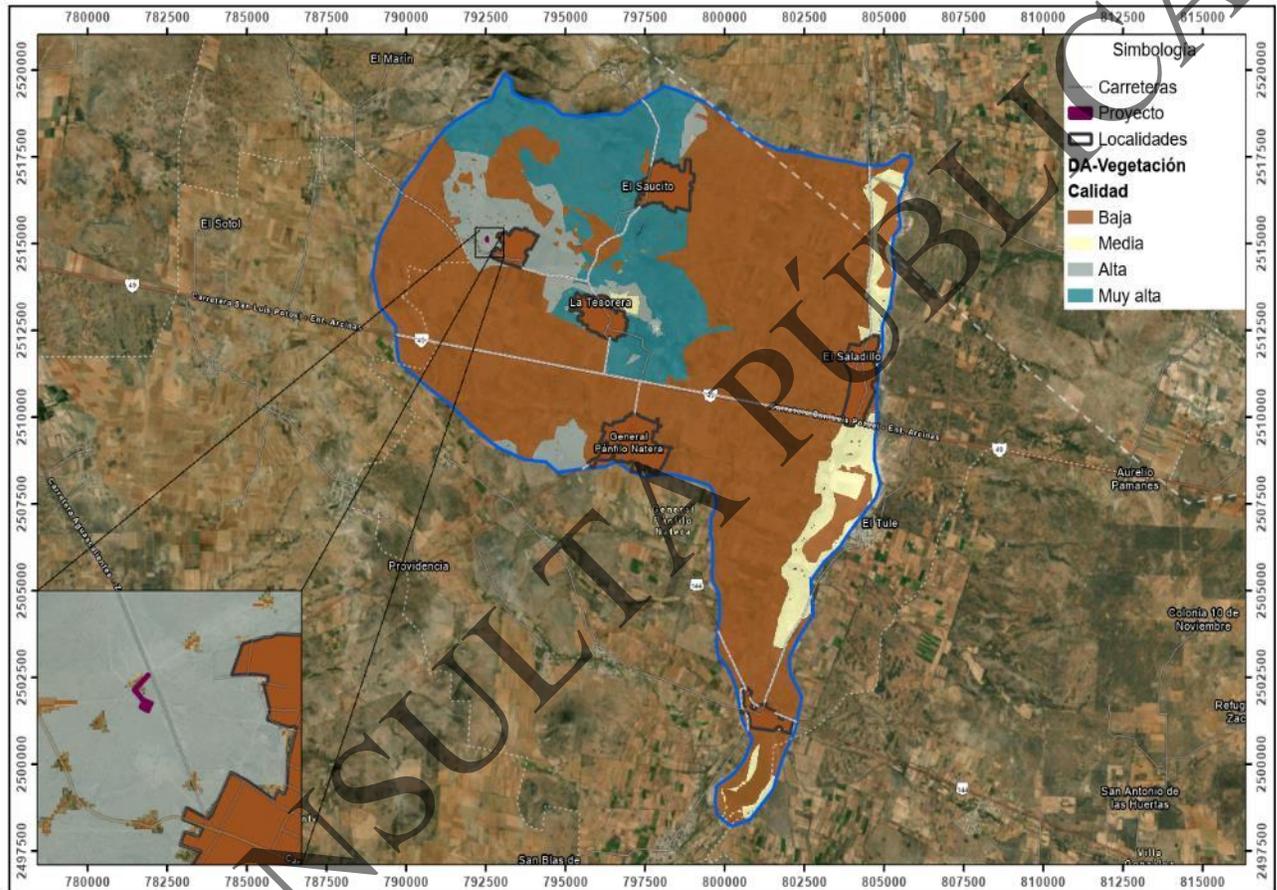


Figura 4.106. Diagnóstico Individual para el componente Vegetación

IV.3.5.2.5. Fauna

Los hábitats naturales desempeñan un papel fundamental en el equilibrio y la salud de nuestro planeta, sustentando una inmensa diversidad de vida. Estos entornos proveen el escenario para una compleja red de interacciones biológicas, donde cada especie, desde microorganismos hasta grandes mamíferos, desempeñan un papel crucial en el mantenimiento de la biodiversidad. Los hábitats naturales actúan como refugio, proporcionando lugares de reproducción, alimentación y desarrollo para una variedad de organismos.

La compleja diversidad de la naturaleza y sus ecosistemas sirven como importantes sumideros de carbono, además de sustentar servicios ecosistémicos vitales, como la purificación del agua, la polinización de cultivos, la regulación del clima y la estabilización del suelo. La preservación de estos hábitats naturales no solo es esencial para el bienestar de la fauna y la flora, sino que también es crucial para la supervivencia y la calidad de vida de la humanidad.

Asimismo, la integridad y calidad de los hábitats naturales y ecosistemas se ven significativamente afectados y/o alterados a medida que nos acercamos a centros urbanos, infraestructuras viales y otras actividades antropogénicas. En este estudio, observamos cómo estos impactos afectan la calidad de los hábitats naturales y los desafíos asociados.

Las carreteras, aunque fundamentales para la conectividad humana, tienen impactos significativos en los hábitats naturales, ya que la construcción de estas implica la alteración del terreno, la fragmentación de hábitats y la introducción de barreras físicas las cuales aumentan el riesgo de colisiones con la fauna silvestre, además de dificultar su movilidad y causar estrés en los individuos (debido al ruido y a los estímulos visuales) contribuyendo directamente a la disminución de poblaciones y a la pérdida de diversidad biológica (Van der Zande et al., 1980; Romin y Bissonette, 1996; Boarman y Sazaki, 2005; Parris y Schneider, 2009).

Asimismo, a medida que nos acercamos a estas áreas urbanizadas, la calidad del aire y del agua disminuye debido a las emisiones industriales y urbanas. Los cambios en la composición química y física de los hábitats acuáticos y terrestres afectan directamente a las especies que dependen de estas condiciones específicas.

Otras actividades humanas, como la agricultura intensiva, la minería y la expansión industrial, también juegan un papel crucial en la degradación de hábitats naturales. El uso extensivo de pesticidas, la contaminación del agua y la destrucción directa de ecosistemas para la extracción de recursos tienen efectos duraderos en la calidad del entorno natural.

La necesidad de comprender y abordar estos problemas se vuelve imperativa para garantizar la conservación a largo plazo de los hábitats naturales. Estrategias como la planificación urbana sostenible, la implementación de corredores ecológicos, la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y la creación de áreas protegidas son esenciales para mitigar estos impactos, preservar la biodiversidad y garantizar un futuro equilibrado y próspero para todos.

La importancia de elaborar mapas de la calidad de hábitats naturales radica en varios aspectos clave que benefician la gestión sostenible de los ecosistemas y la conservación de la biodiversidad. Aquí se destacan algunos puntos esenciales:

1. **Planificación Efectiva del Uso del Suelo:** Permiten una planificación del uso del suelo basada en datos concretos sobre la calidad de los hábitats. Esto es esencial para equilibrar las necesidades humanas con la conservación de áreas críticas para la biodiversidad.
2. **Conservación de Especies y Hábitats en Peligro:** Identificar y mapear áreas que albergan especies en peligro o hábitats críticos ayuda a dirigir esfuerzos de conservación hacia lugares específicos donde se necesitan más urgentemente.

3. **Monitoreo de Cambios Ambientales:** Permiten un monitoreo continuo de los cambios en la calidad de los hábitats a lo largo del tiempo. Esto es crucial para evaluar el impacto de las actividades humanas, eventos climáticos o cambios naturales, y ajustar estrategias de conservación en consecuencia.
4. **Priorización de Acciones de Conservación:** La identificación de áreas prioritarias en los mapas ayuda a priorizar acciones de conservación y asignar recursos de manera más eficiente, maximizando el impacto positivo en la biodiversidad.
5. **Comunicación y Sensibilización:** Proporcionan una herramienta visual poderosa para comunicar la importancia de la biodiversidad y la necesidad de conservar hábitats naturales. Facilitan la sensibilización de la opinión pública y el respaldo a iniciativas de conservación.
6. **Apoyo a la Investigación Científica:** Los datos espaciales detallados en los mapas son esenciales para la investigación científica en ecología, biogeografía y conservación. Facilitan la comprensión de patrones ecológicos y la identificación de factores que influyen en la calidad de los hábitats.
7. **Resiliencia y Sostenibilidad:** El conocimiento detallado sobre la calidad de los hábitats contribuye a la resiliencia de los ecosistemas y fomenta prácticas de desarrollo sostenible. Permite tomar decisiones informadas que equilibran el progreso humano con la protección de la naturaleza.

En conjunto, los mapas de calidad de hábitats son herramientas fundamentales para abordar los desafíos actuales de conservación y manejo ambiental, promoviendo un enfoque equilibrado y sostenible para el desarrollo humano y la preservación de la biodiversidad.

Dentro del SA, a través de la historia la actividad del hombre ha modificado los espacios naturales, principalmente por actividades agropecuarias. Actualmente se presentan superficies que han cambiado en su totalidad su condición natural, es decir, ha transformado los matorrales a campos de agricultura, caminos o brechas, degradando y disminuyendo los hábitats para la fauna silvestre. En la Figura 4.107 se puede observar que la vegetación clímax ocupa una superficie mucho menor en comparación con otros usos del suelo. Esta reducción en la extensión de la vegetación clímax disminuye la cantidad de hábitats adecuados para albergar fauna.

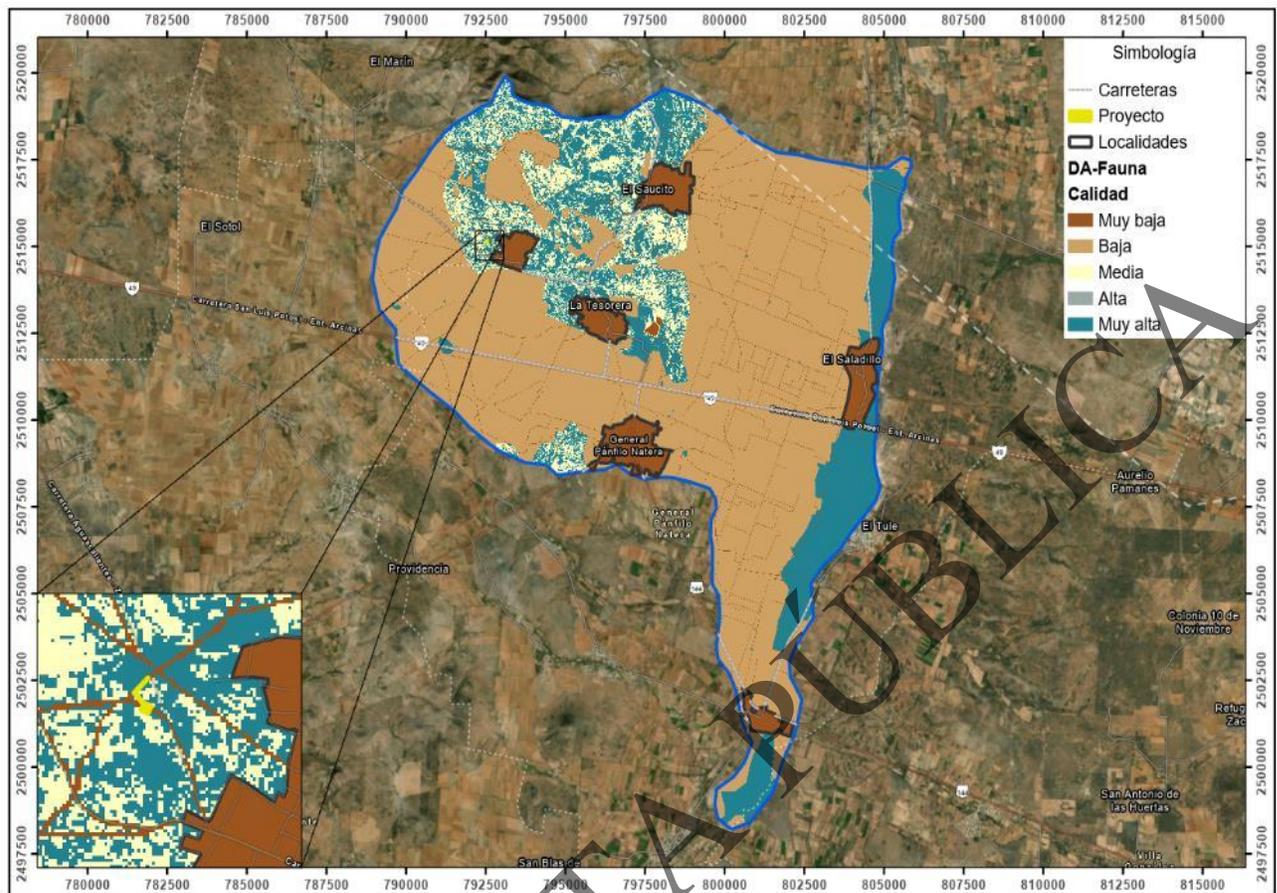


Figura 4.107 Diagnóstico Individual para el componente Fauna

IV.3.5.2.6. Paisaje

Para definir la calidad del componente Paisaje, se consideraron dos criterios, los cuales son modelos generados previamente para la caracterización y descripción del paisaje a través de su calidad y fragilidad visuales.

De acuerdo con la valoración realizada de calidad del componente paisaje, el Sistema Ambiental se categorizó con calidad Media (Figura 4.108), lo que indica que dentro de este mismo se presentan sitios con estructuras morfológicas 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 nidificación, reproducción y nidificación, siendo este libre a casi libre de acciones antrópicas estéticamente no deseables.

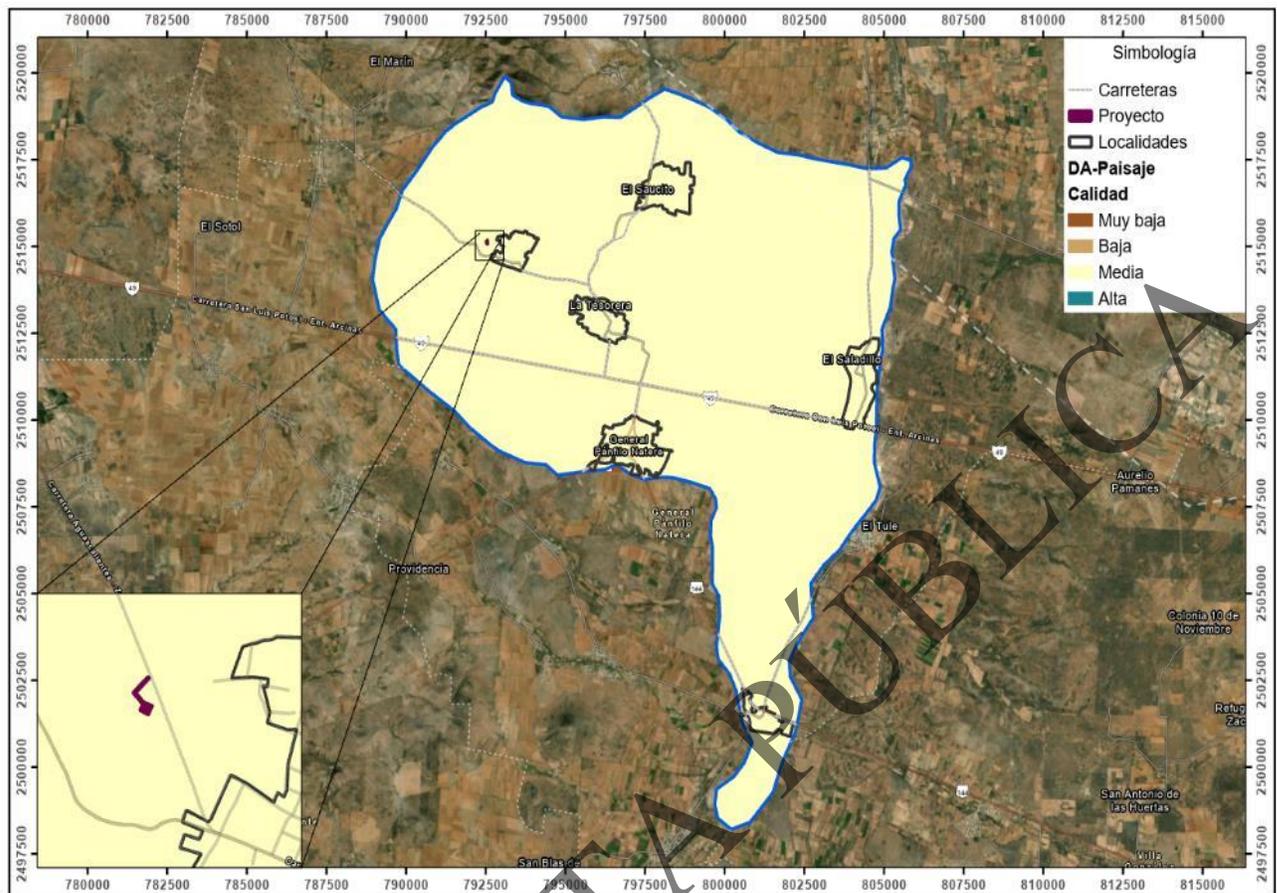


Figura 4.108 Diagnóstico Individual para el componente Paisaje

IV.3.5.2.7. Socioeconomía y cultura

Para este componente se integraron al diagnóstico los niveles respectivos al índice de rezago social como un indicador, el cual permite ordenar las entidades federativas y municipios de mayor a menor grado. Este índice agrega variables de educación, acceso a servicios de salud, servicios básicos de vivienda, de calidad y espacios de esta. Es decir, proporciona el resumen de cuatro carencias sociales de la medición de pobreza del CONEVAL.

El componente Socioeconómico y Cultural presenta calidad media ya que se presenta un rezago social considerable, sin llegar a presentar calidad baja en la mayor parte del SA. Es en las comunidades presentes en el mismo, donde el diagnóstico arroja que presentan calidades Altas (Figura 4.109).

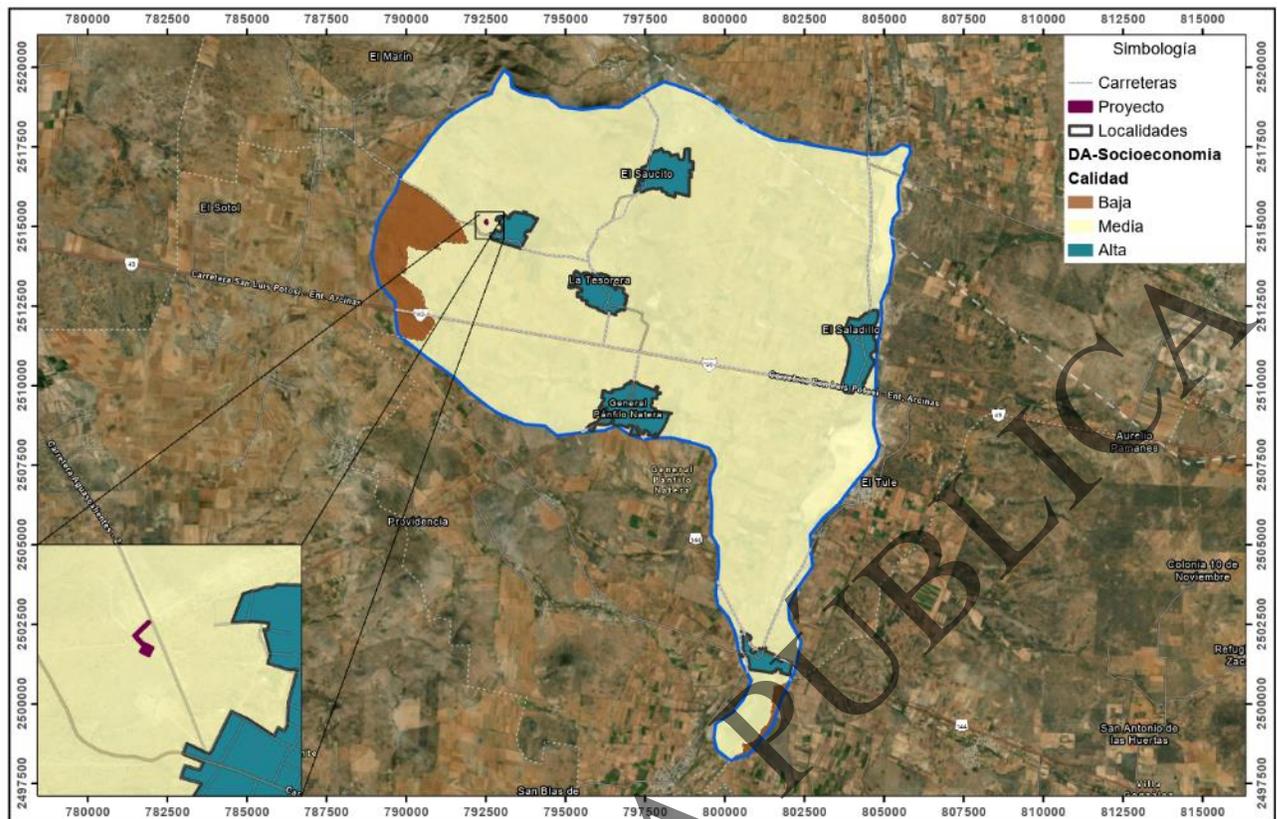


Figura 4.109. Diagnóstico Individual para el componente Socioeconomía y Cultura

IV.3.5.3. Diagnóstico Ambiental Integrado (DA-I)

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.

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. 110, la mayor parte de la superficie presenta Muy baja, Alta y Muy Alta calidad ambiental.

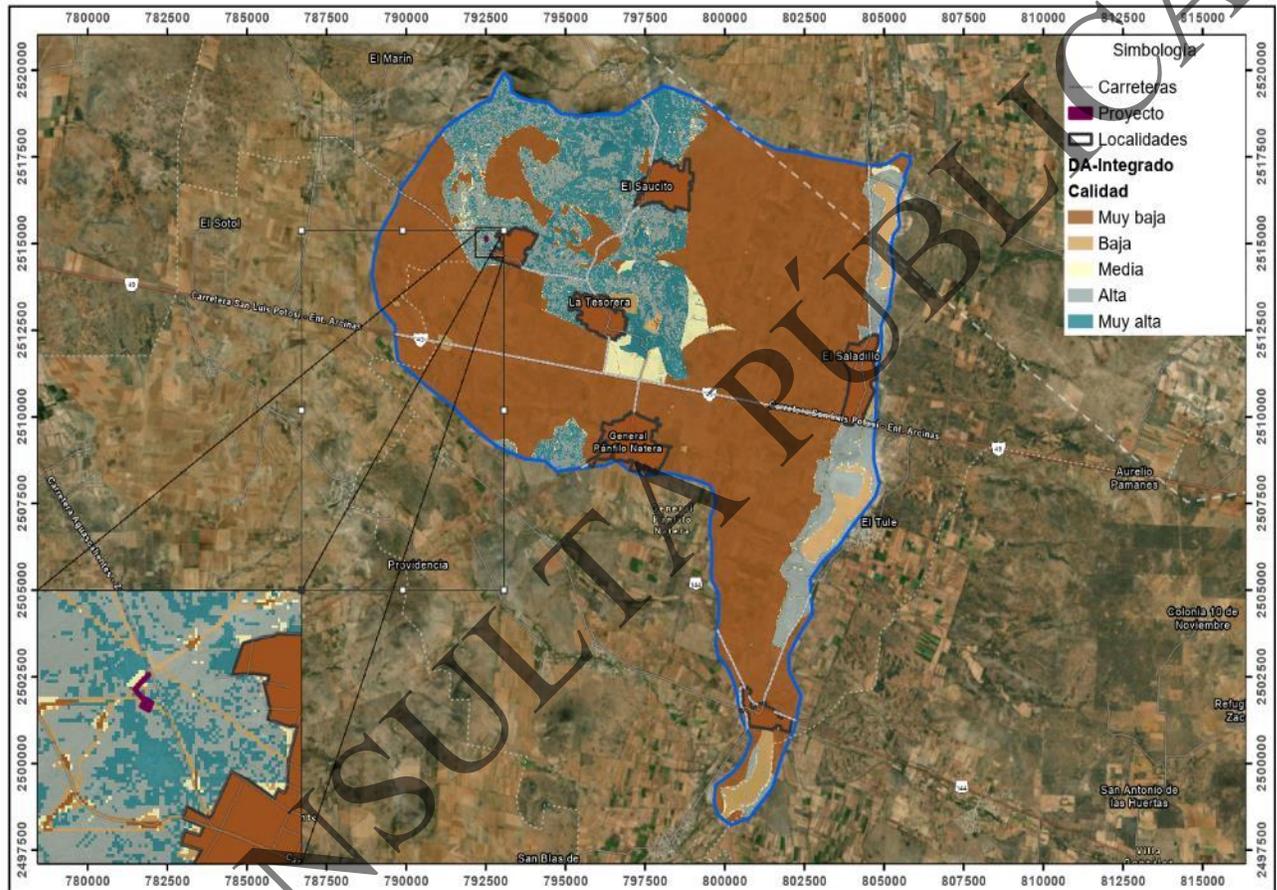


Figura 4. 110 Diagnóstico Ambiental Integrado en el SA

A continuación, se presenta el análisis de las zonas categorizadas con Muy 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 la generación de ruido que se genera es de forma natural, la generación de polvos no es resultado de actividades humanas, sino que, natural.
- Alta calidad del 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, por ende, zonas conservadas con 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 absorción y respuesta frente a intervenciones antrópicas es baja.

La superficie catalogada con Media calidad ambiental fue determinada en consideración al siguiente análisis:

- Sitios con cobertura vegetal catalogada como abierta, por ende, zonas moderadamente conservadas.
- Sitios moderadamente conservados para el establecimiento de hábitats de fauna.
- Moderado grado de erosión del suelo, siendo no mayor a 50 toneladas por año.
- Con presencia de degradación evidente del suelo.

La superficie catalogada con Baja y Muy Baja calidad ambiental fue determinada en consideración al siguiente análisis:

- Sitios con mayor escurrimiento y por lo tanto menor retención e infiltración de agua al subsuelo.
- Presencia de baja calidad atmosférica dada a las importantes actividades antrópicas donde se genera ruido artificial esporádico y constante, además de generación de polvo, gases, entre otros.
- Baja calidad del suelo producto de la alta degradación física del suelo por pérdida de la función productiva resultado de actividades humanas (degradación por compactación y eliminación del suelo).
- Baja calidad de la vegetación debido a las intensas y extensas actividades antrópicas que se desarrollan, tales como, caminos, agostaderos, infraestructura, etc., y por ende la baja cobertura vegetal.
- Media-baja y baja calidad en el componente fauna, en consideración a la alta influencia a zonas donde se desarrollan actividades antrópicas, por lo cual existe de forma inevitable el ahuyentamiento a la fauna, dichas zonas se consideran como no aptas para el establecimiento de hábitats para estas especies animales.
- Baja calidad Paisajista en consideración a la baja calidad ambiental dada a las acciones antrópicas que modifican y no añaden calidad visual al escenario paisajista 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.

La problemática ambiental detectada en el AI es generada por acciones antrópicas que al mismo tiempo potencian el aceleramiento de 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 y erosión de este recurso (zonas urbanas, agricultura y vialidades).
- 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, fungiendo como una especie de barrera, lo cual puede evitar la fácil distribución de estos en dichas áreas.
- La calidad visual que se presenta en la superficie del Área de Influencia se ve disminuida por las acciones antrópicas que modifican y no añaden calidad visual al escenario paisajista que se presenta.

La mayor parte de la superficie del Área de Influencia presenta una calidad Alta y Muy Alta (Figura 4. 111), en donde se presentan moderadas y poco variadas combinaciones de color, moderados contrastes entre el suelo, vegetación y rocas, con presencia de actividades antrópicas estéticamente no deseables. Las superficies con Calidad 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, y menor escurrimiento.

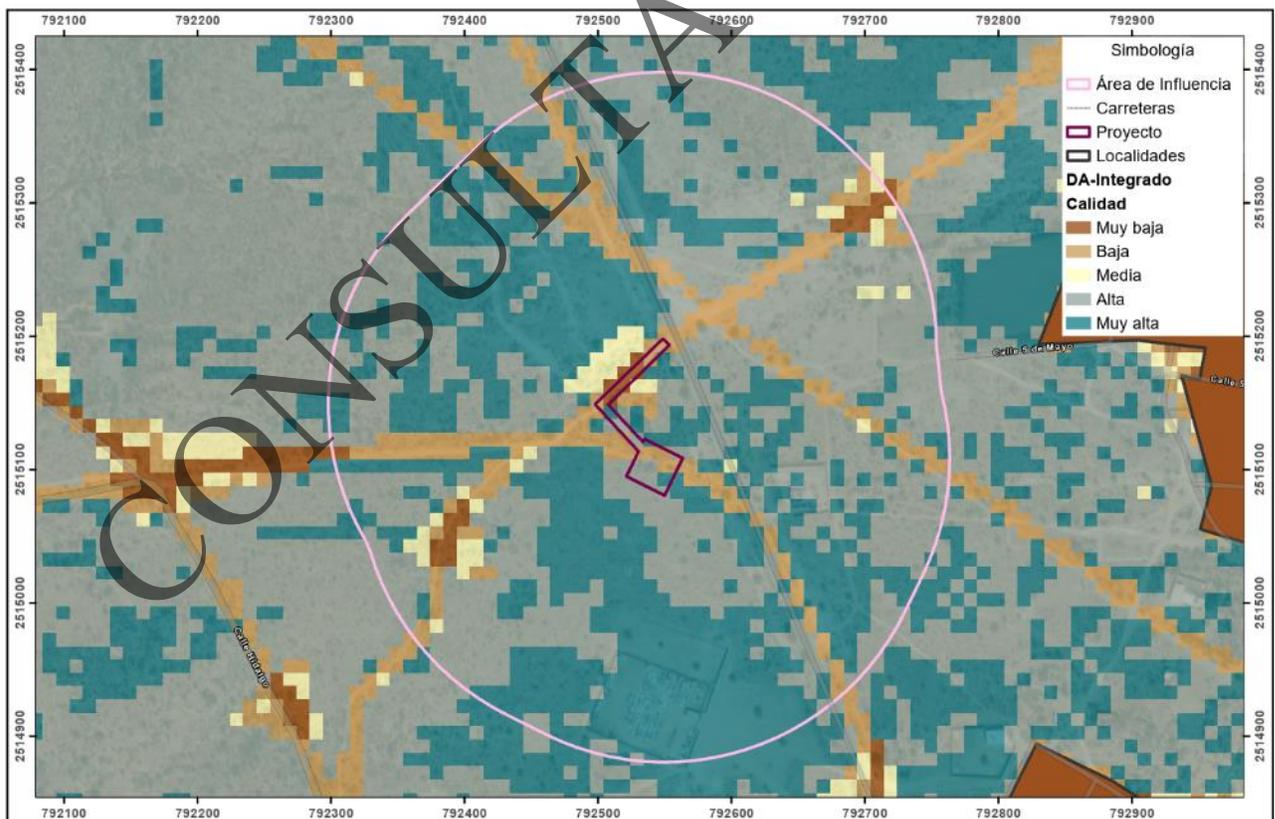


Figura 4. 111 Diagnóstico Ambiental Integrado en el AI

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.

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, 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. 3).

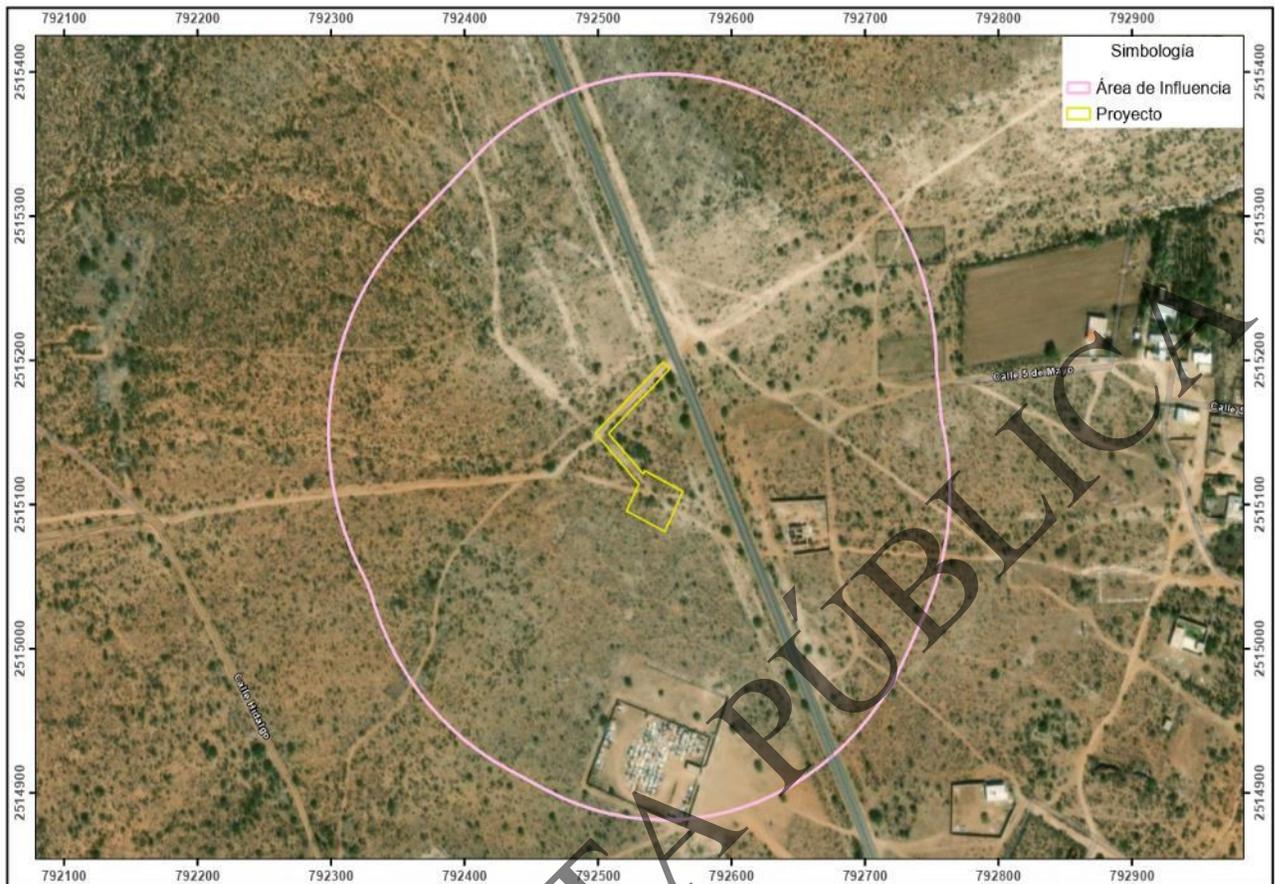


Figura 5. 3 Área de Influencia y Huella del Proyecto

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

Sistema	Subsistema	Componente ambiental
	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
- Rareza: no frecuente en el entorno
- Representatividad: carácter simbólico, incluye el carácter endémico
- Naturalidad: natural, no artificial
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- Estabilidad: permanencia en el entorno, firmeza
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido
- Irreversibilidad: imposibilidad de 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
- Significancia: 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	Escurremientos
	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 a ser impactados por las obras y actividades del Proyecto, 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 Robbins San Antonio 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

Factores Impactados	Indicadores Ambientales
Calidad del Aire - Material Particulado (PST, PM-10) y Emisiones (NOX, SOX, COX)	Número de unidades móviles, tamaño de unidades móviles, cantidad y/o intensidad de movimientos de tierras, turnos laborados, equipos utilizados
Niveles sonoros	Cantidad y tipo de equipos utilizados, utilización de explosivos, presencia humana
Niveles lumínicos	Turnos nocturnos, instalaciones y edificaciones, tráfico nocturno y presencia humana
Topografía	Pendiente, curvas de nivel
Cauces	Geomorfología de cauce, escorrentía (relleno, desviación, cortes), zona federal
Calidad del Agua Superficial	Cantidad de mo de desmonte, cantidad de SST y SDT, parámetros físico-químicos (drenaje ácido y lixiviación de metales)
Calidad del Agua Subterránea	Parámetros físico-químicos, profundidad de nivel de agua, volúmenes disponibles, demanda, concesión de explotación
Infiltración	Area de captación por nanocuenas, pendiente, permeabilidad, textura de suelo
Profundidad Efectiva del Suelo	Tipo y profundidad efectiva
Potencial de Erosión	Superficies estables, superficies con potencial. Superficies erosionadas
Cobertura	Extensión de cobertura de tipos de suelos
Distribución Espacial y Temporal	Clasificación
Cobertura Vegetal	Tipo de cobertura
Especies Protegidas y/o de Interés Especial	Listados de especies en nom-059 y sp. De interés comercial y/o cultural
Distribución Espacial y Temporal	Localización potencial de fauna silvestre
Hábitat	Integridad estimada de hábitat
Especies Protegidas	Listados de especies en NOM-059 y sp. De interés internacional (CITES), migratorias

Factores Impactados	Indicadores Ambientales
Calidad y Fragilidad Visual	Estimación de cualidades escénicas de sitio o zona
Continuidad Paisajística	Estimación cualitativa - cuenca visual
Servicios e Infraestructura	Infraestructura únicamente para proyecto
Generación de Residuos	Generación de diferentes tipos de residuos sólidos urbanos o peligrosos
Capacitación, Educación y Programas	Programas, apoyos, educación, talleres
Desarrollo Económico	Empleos directos, empleos indirectos, derrama económica, recaudación
Uso del Territorio para Actividades Productivas	Actividad e intensidad
Vocación del Suelo	Uso potencial al final de etapa industrial

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 AI, para ello fue generada una sola matriz para la etapa evaluada para del 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. 4 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.

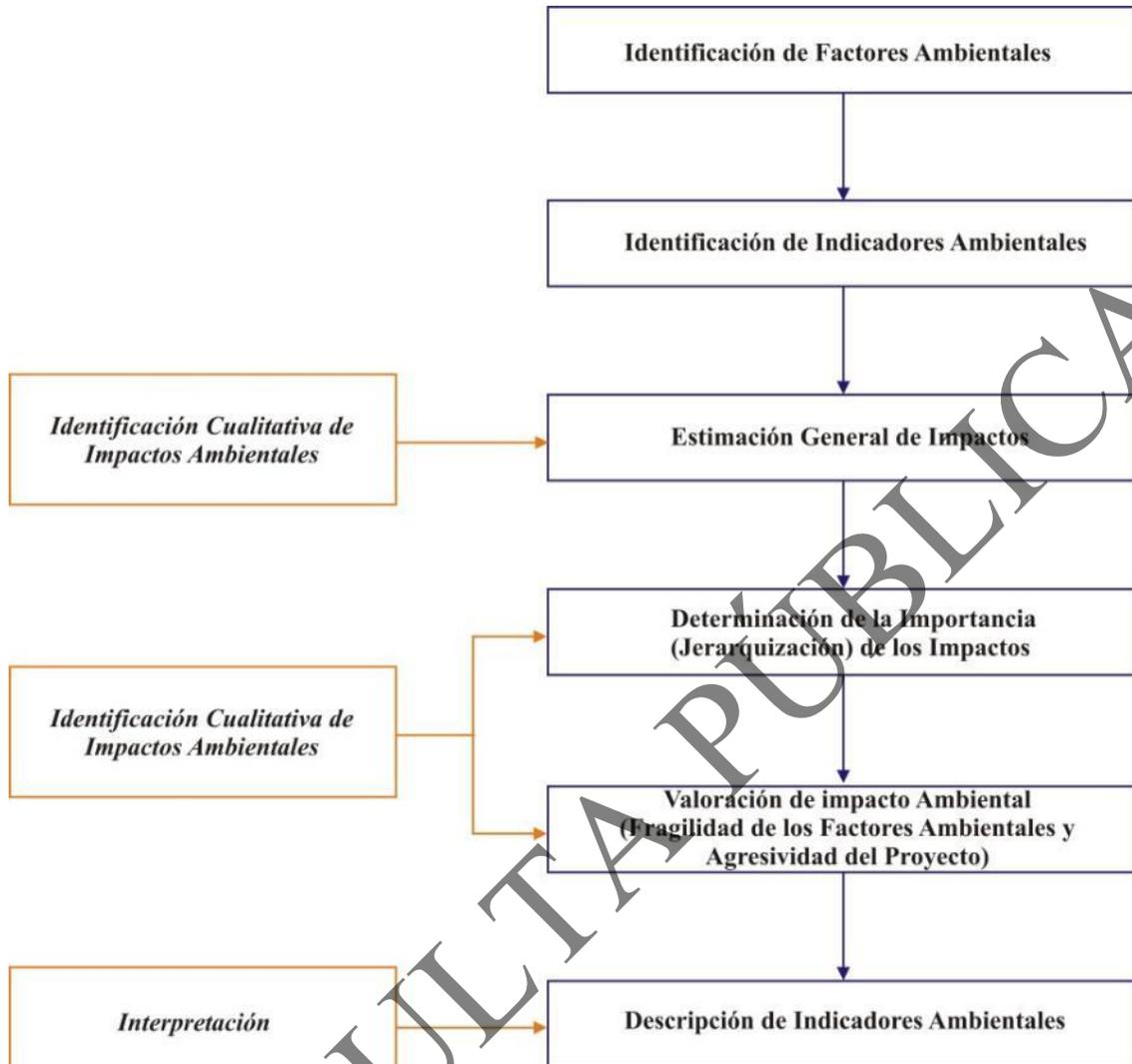


Figura 5. 4 Procedimiento utilizado para la identificación y evaluación de impactos

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

La evaluación de los impactos ambientales del Proyecto se elaboró para cada una de las diferentes etapas del proyecto; preparación del sitio, construcción y operación. Además, se realizó una estimación de los posibles impactos ambientales que puedan presentarse durante el desmantelamiento y abandono del Proyecto.

Las actividades contempladas en la etapa de preparación 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 como el hacer la distinción de la superficie que ocupará cada obra.

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

El marcaje preciso de las áreas que hayan sido autorizadas 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.

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, 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.

Desmante y Despalme

La etapa de preparación del sitio contempla actividades de desmante y despalme para todas las obras (llevadas a cabo gradualmente según se requiera en cada obra), además de cortes, rellenos y compactaciones para la conformación de los polígonos que operarán más adelante, entre otras.

Al ser necesario el desmonte y despalme para todas las obras, y siendo estas las actividades más impactantes dentro de la etapa de preparación, se considera que la evaluación de los impactos en esta etapa pueda efectuarse sin la diferenciación de obras, es decir se evaluará la preparación del sitio como una sola obra impactante.

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 del extractor y subestación eléctrica. 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 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 correcta operación del contrapozo).

Para el caso 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 previamente que será establecido por la promovente; en él se incluirán todas y cada una de las obras que pueden ser necesarias para hacer un cierre y abandono gradual del área, así como sus tiempos de ejecución y costos de las mismas, por lo que como tal no se evalúa una etapa de abandono, siendo que el sitio requerirá un desmantelamiento de obras para proceder al cierre y restitución del área.

CONSULTA PÚBLICA

V.1.2.2. Clasificación de las etapas del proyecto para evaluación de los impactos

A continuación, 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)
Construcción	Habilitación y mantenimiento de caminos
	Preparación de plaza de barrenación
	Barrenación y escareado del contrapozo
	Preparación de la línea eléctrica
	Construcción de infraestructura de superficie
	Instalación de generadores
	Instalación de extractor
Operación	Operación del extractor
	Mantenimiento de subestación eléctrica

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	Baja	Puntual	Baja	-
Geomorfología	Baja	Puntual	Baja	-
Hidrología	Baja	Puntual	Baja	-
Suelo	Media	Puntual	Media	-
Flora	Media	Puntual	Media	-
Fauna	Media	Local	Media	-
Paisaje	Baja	Puntual	Baja	-
Infraestructura	Alta	Local	Mayor	+
Cultura	Media	Puntual	Media	+
Medio Económico	Alta	Regional	Media	+

De la tabla anterior se desprenden las siguientes observaciones:

- El impacto de importancia mayor que fue identificado y que será del tipo positivo, recaerá sobre el Componente 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 UM San Antonio.
- Para los componentes del medio abiótico y por la intensidad de la alteración resultando en impactos de importancia tangible, para el caso del componente Atmósfera la intensidad e importancia presentarán un grado Bajo.
- 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 Puntual, puesto que el presente Proyecto se ubica en un punto perturbado por distintas actividades antrópicas, y se suma a las ya presentes actividades mineras de la zona, además de que la huella del mismo es considerablemente pequeña.
- El componente Suelo presentara una intensidad baja con una amplitud puntual en las inmediaciones del Proyecto en todas las etapas, siendo la más importante la etapa de Preparación, en donde se espera se manifiesten los impactos significativos a este componente, los cuales tendrán una importancia Media.
- Los componentes Flora y Fauna presentaran una intensidad de alteración media debido a las actividades a realizarse en la etapa de preparación, en donde se realizará el desmonte y despalde de las áreas designadas para el Proyecto, lo que resultará en impactos de importancia Media para ambos componentes.
- El Componente de Cultura recibirá impactos positivos de intensidad media, pues habrá capacitación, educación y programas de desarrollo para los involucrados en el Proyecto y para las localidades cercanas, así que se espera que los impactos sean a una escala puntual y de importancia media.

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.

Tabla 5. 6 Matriz de Identificación de Impactos del Proyecto



SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTORES IMPACTADOS	Etapa		
				P r e p a r a c i ó n	C o n s t r u c i ó n	O p e r a c i ó n
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE - Material particulado (PST, PM-10) y Emisiones (NOx, SOx, CO2)	a	a	a
			NIVELES SONOROS	a	a	a
			NIVELES LUMÍNICOS	ND	ND	a
		GEOMORFOLOGÍA	TOPOGRAFÍA	ND	A	ND
			HIDROLOGÍA	CAUCES	ND	ND
		ESCURRIMIENTOS		a	a	a
		CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL		ND	ND	ND
		CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA		ND	ND	ND
		INFILTRACIÓN		A	A	a
		SUELO	PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO	A	ND	ND
	POTENCIAL DE EROSIÓN		a	A	a	
	COBERTURA		a	ND	ND	
	MEDIO BIÓTICO	FLORA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA FLORA	a	ND	ND
			COBERTURA VEGETAL	A	ND	ND
			ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL	a	ND	ND
		FAUNA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA FAUNA	A	a	a
			HÁBITAT	A	a	a
			ESPECIES PROTEGIDAS	a	a	a
	MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJE	FRAGILIDAD Y CALIDAD VISUAL	a	A	a
			CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA	a	A	a
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	MEDIO SOCIO-CULTURAL	INFRAESTRUCTURA	ND	b	B	
		CULTURAL	b	B	B	
	MEDIO ECONÓMICO	MEDIO ECONÓMICO	DESARROLLO ECONÓMICO	b	b	B
		USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	ND	ND	B	
		VOCACIÓN DEL SUELO	A	ND	B	

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	11	0	2	7
Construcción		5	7	1	2	11
Operación		0	12	5	0	9

De la matriz de identificación de impactos en la Tabla 5.8 y 5.9, se obtienen las siguientes conclusiones:

- Con la Matriz de identificación de impactos fue posible determinar que durante el desarrollo del proyecto se pueden presentar un total de 51 impactos.

- En la etapa de preparación se identificaron 17 impactos adversos (89.47% de todos los impactos por etapa), 6 como adversos principales y 11 adversos secundarios. Asimismo, en esta etapa pueden acontecer 2 impactos benéficos, ambos benéficos secundarios, lo que representa el 10.53% de los posibles impactos para esta etapa.
- En la etapa de construcción pueden presentarse 12 impactos adversos (80.00% de todos los impactos por etapa), 5 como adversos principales y 7 adversos secundarios.
- En la etapa de construcción pueden acontecer 3 impactos benéficos, todos como secundarios, lo que representa el 20.00% de los posibles impactos para esta etapa.
- Para la etapa de operación se estima la presencia de 17 impactos, 12 impactos que se prevén por el desarrollo del Proyecto serían adversos (80.00%) y 5 benéficos (33.33%).
- En 27 casos no se identificó la aparición de impactos (ver claves N/D en la Tabla 5. 8), lo que representa el 26.92% de los posibles impactos en la etapa de preparación, el 42.31% para la etapas de construcción, y el 34.62% para la etapa de operación.
- De los 11 impactos adversos identificados en la etapa de operación, se espera que todos ellos serán adversos secundarios.
- De los 5 impactos benéficos resultantes por la operación del Proyecto, todos serían benéficos principales, recayendo sobre los Componentes Infraestructura, Cultural y Medio económico.
- Durante las etapas de construcción y operación existirá una influencia positiva para el sistema socioeconómico, que comprende los Componentes de infraestructura, cultural y medio económico.

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 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
	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	Simple	1

Atributo	Características	Valor
(AC)	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:

$$Importancia = +/- (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

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.

Etapa 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 de extensión puntual, considerándose como un impacto compatible, que será reversible inmediatamente una vez que la maquinaria finalice las actividades pertinentes a esta etapa.
- Para los niveles sonoros se tendrá una alteración similar al factor de calidad del aire, siendo este impactado por el uso periódico de maquinaria y de personal en el sitio, lo que alterará los niveles normales de ruido en la zona. Este impacto será compatible por su intensidad baja, reversible a corto plazo y recuperable de manera inmediata cuando finalicen las actividades en esta etapa.
- Durante el desarrollo de la etapa de preparación no se presentarán alteraciones de los niveles lumínicos en el área del Proyecto, ya que todas las actividades se llevarán a cabo durante horarios de trabajo diurnos.
- Para el componente Hidrología, se espera que con las actividades de desmonte y despalme en esta etapa se presenten impactos de intensidad media en los factores de infiltración y en una menor intensidad, de los escurrimientos presentes en el área del Proyecto. Lo anterior, puede ser resultante de la reducción en la capacidad de retención del suelo de manera puntual producto de las actividades de desmonte, despalme y compactación del terreno, siendo estos permanentes, acumulativos (sumándose a las afectaciones a este componente por la presencia de actividades antrópicas dentro del AI) y mitigables.
- Se esperan impactos en el componente Suelo para esta etapa, los cuales no llegarán a tener una importancia severa debido a la poca superficie en la que se presentarán. Por lo anterior, la profundidad efectiva del suelo en el área del Proyecto se verá afectada de manera puntual, siendo este impacto permanente e irreversible, producto de la naturaleza de las actividades planteadas en la preparación del sitio. También, el potencial de erosión incrementará al removerse la capa superficial del suelo para la conformación y delimitación de las áreas designadas para construcción. Finalmente, se esperan impactos de intensidad baja en la cobertura del suelo, ya que si bien, esta misma se verá reducida al concluir las actividades de esta etapa, este impacto será acumulativo y mitigable.
- El componente Flora se verá afectado únicamente en esta etapa, teniendo un impacto sobre la cobertura vegetal con una intensidad media y puntual de manera inmediata, consecuencia de la remoción en su totalidad de la vegetación presente en el área del Proyecto. También, se espera que la distribución espacial y temporal se vea afectada en menor medida, impactos que serán mitigables o recuperables a mediano plazo mediante la aplicación de las medidas adecuadas. Las especies protegidas que puedan encontrarse dentro de las áreas donde se

realicen actividades de despalme serán debidamente rescatadas y reubicadas de acuerdo con los programas que se establecerán para mitigar estos impactos.

- La distribución espacial y temporal de la fauna se verá impactada de manera directa al iniciar las actividades de preparación del sitio, en donde ocurrirá un ahuyentamiento involuntario por el ruido de la maquinaria y el paso de personal, ocasionando que los individuos de las diferentes especies presentes en el área se desplacen a zonas aledañas al área de trabajo. Este impacto tendrá una intensidad media por la superficie del Proyecto y las cualidades ambientales cercanas que ya presentan cierto grado de perturbación por actividades antrópicas, además de ser considerado como un impacto de extensión puntual con una persistencia temporal características que pueden ser mitigables con las medidas adecuadas
- Adicionalmente, es en esta etapa donde el factor del hábitat se verá afectado con mayor fuerza. Se espera que con las actividades de la etapa de preparación del sitio, representen un impacto de intensidad media, de extensión puntual y de carácter acumulativo. Sin embargo, este mismo puede ser mitigable al implementar medidas de prevención y mitigación, como programas de reubicación y rescate.
- El factor de especies protegidas y/o de interés especial para la fauna se verán impactados durante el desarrollo de la preparación del sitio, 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, producto del cambio de áreas de anidación, alimentación y reproducción. El impacto a este factor será de intensidad baja y de extensión puntual debido a las características de superficie del Proyecto, siendo también un impacto mitigable.
- Dadas las condiciones actuales en las que se encuentran el área del Proyecto y sus alrededores, las modificaciones tanto a la fragilidad y calidad visual como a la continuidad paisajística causarán impactos con una intensidad baja, puesto que ya existe una alta perturbación en los alrededores del Proyecto y su Área de Influencia, debido a las actividades antrópicas ya presentes. Estos impactos serán de extensión parcial por sus dimensiones, pero por su naturaleza, irreversibles, permanentes y acumulativos incluso después del término de la etapa de preparación.
- Durante el desarrollo de esta etapa, el factor de infraestructura analizado no tendrá ningún impacto, puesto que en esta etapa se busca adecuar y propiciar el sitio o polígonos solicitados para que posteriormente puedan ser empleados como infraestructura. El factor de generación de residuos resultará de importancia compatible, presentando una intensidad baja, debido a que esta etapa generará residuos de distintos tipos, producto de las actividades de desmonte y despalme (material vegetal muerto, escombros, etc.), así como por aquellos residuos generados por parte del personal que ahí laborará, siendo este impacto de efecto indirecto, acumulativo y mitigable con la implementación adecuada de medidas.

- El componente cultural se verá beneficiado en menor grado en esta etapa, 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, y de igual forma, supondrá de una actualización de las mejores técnicas y procedimientos de operación durante las jornadas laborales.
- Respecto al componente medio económico, éste se encuentra dividido en tres factores:
 - **Desarrollo económico**, el cual será un impacto positivo en esta etapa, ya que con el inicio de actividades se lograrán mantener empleos dentro del Proyecto, y con ello las operaciones generales dentro de la Mina San José, lo que se refleja en el sustento de los empleos directos e indirectos que esto conlleva.
 - El **Uso del territorio para actividades productivas** en esta etapa no será evaluado hasta la construcción y operación del Proyecto, puesto que las actividades para la Preparación no harán uso del área para generar algún producto o beneficio de ningún tipo.
 - **Vocación del suelo**, siendo este factor donde se presentará un impacto negativo de intensidad media, debido a que este mismo dejará de ser de carácter preferentemente forestal en esta etapa y pasará a ser de carácter industrial una vez dé comienzo la etapa de operación.

En la Figura 5. 5 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.

CONSULTA PÚBLICA

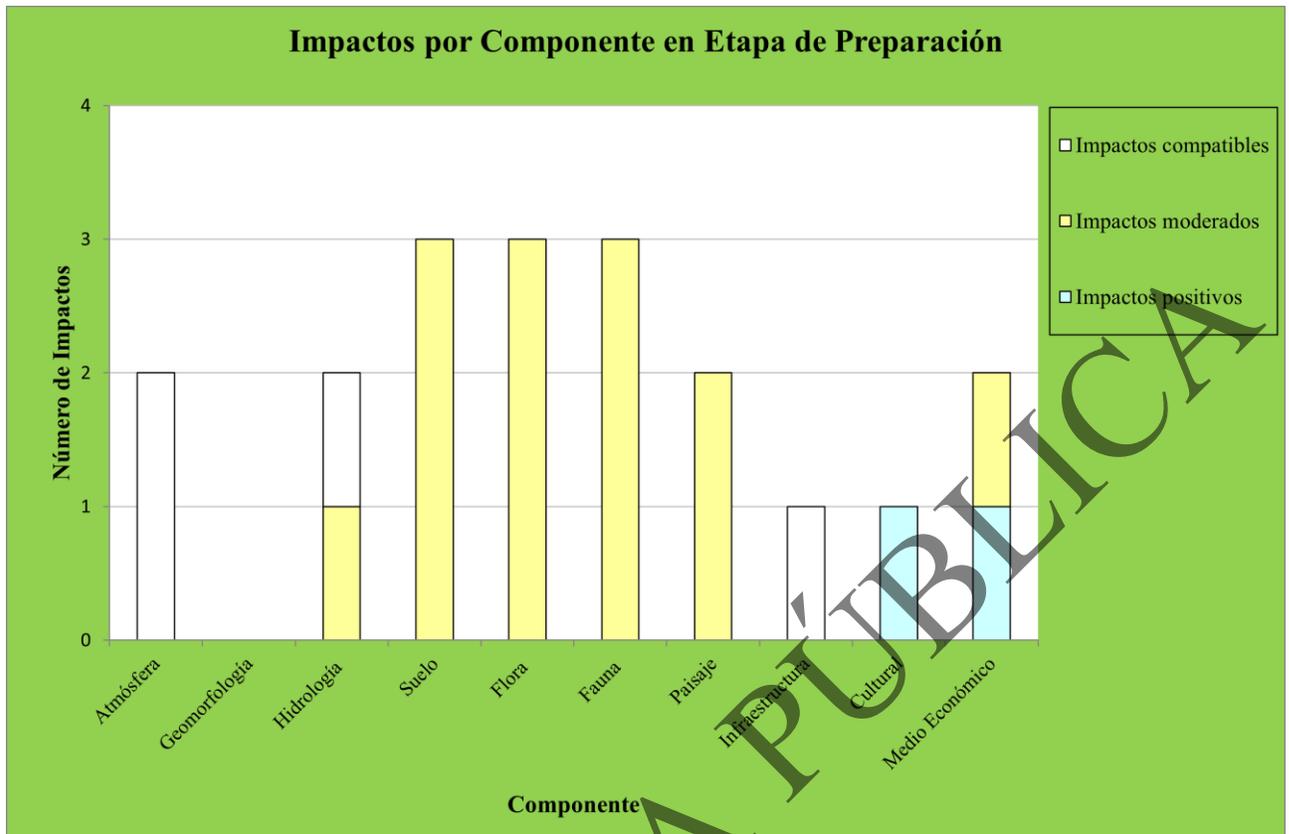


Figura 5. 5 Impactos por componente en la Preparación del terreno

Lo anteriormente descrito fue analizado con base en 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 o secundarios del Proyecto.

Tabla 5. 9 Matriz de Importancia de Impactos en la Etapa de Preparación

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTORES IMPACTADOS	ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO										IMPORTANCIA (I*) POR FACTOR	
				ATRIBUTOS DE IMP. DEL IMPACTO											
				IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE - Material particulado (PST, PM-10) y Emisiones (NOx, SOx, C	1	1	4	1	1	1	4	1	2	1	20	
			NIVELES SONOROS	1	1	4	1	1	1	4	1	2	1	20	
			NIVELES LUMÍNICOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					<i>Total Atmósfera</i>										40
		GEOMORFOLOGÍA	TOPOGRAFÍA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			<i>Total Geomorfología</i>												0
		HIDROLOGÍA	CAUCES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			ESCURRIMIENTOS	1	1	1	4	2	1	4	1	4	2	24	
			CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			INFILTRACIÓN	2	1	4	4	4	1	4	1	4	4	34	
			<i>Total Hidrología</i>												58
	SUELO	PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO	1	1	4	4	4	1	4	4	2	4	32		
		POTENCIAL DE EROSIÓN	1	1	2	4	4	1	4	4	2	4	30		
		COBERTURA	1	1	4	4	4	1	4	4	2	4	32		
		<i>Total Suelo</i>												94	
		<i>Total Medio Inerte</i>												192	
	MEDIO BIÓTICO	FLORA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA FLORA	2	1	4	4	4	1	4	1	2	4	32	
			COBERTURA VEGETAL	2	2	4	4	4	1	4	4	2	4	37	
			ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL	1	1	4	4	4	1	4	1	2	4	29	
			<i>Total Flora</i>												98
		FAUNA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA FAUNA	2	2	4	2	4	1	4	1	4	2	32	
			HÁBITAT	2	1	4	4	4	1	4	4	2	4	35	
			ESPECIES PROTEGIDAS	1	1	4	4	4	1	4	1	2	4	29	
			<i>Total Fauna</i>												96
			<i>Total Medio Biótico</i>												194
		MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJE	CALIDAD Y FRAGILIDAD VISUAL	1	2	4	4	4	1	4	1	2	4	31
CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA				1	1	4	4	4	1	4	1	4	4	31	
			<i>Total Paisaje</i>												62
	<i>Total Medio Perceptual</i>													62	
	<i>Total Medio Físico</i>												448		
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	MEDIO SOCIO-CULTURAL	INFRAESTRUCTURA	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			GENERACIÓN DE RESIDUOS	1	1	4	1	1	1	4	1	2	1	20	
			<i>Total Infraestructura</i>												20
		CULTURAL	CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS	1	2	2	4	4	1	1	4	2	4	29	
		<i>Total Cultural</i>												29	
		<i>Total Medio Sociocultural</i>												49	
	MEDIO ECONÓMICO	MEDIO ECONÓMICO	DESARROLLO ECONÓMICO	2	1	2	2	1	1	4	4	2	4	28	
			USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			VOCACIÓN DEL SUELO	2	1	4	1	1	1	1	4	2	8	30	
			<i>Total Medio Económico</i>												58
		<i>Total Medio Económico</i>												58	
		<i>Total Medio Socioeconómico</i>												107	

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 solamente 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.

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, se han previsto sobre los factores de calidad y fragilidad visual, continuidad paisajística, potencial de erosión e infiltración; seguidos de impactos benéficos a factores como Infraestructura, desarrollo económico, uso del territorio y vocación del suelo, así como capacitación, educación y programas.

- Respecto al componente atmósfera, las maniobras que implicarán movimiento de tierras (uso de vehículos y maquinaria con motores de combustión interna que generan ruido y emisiones de gases contaminantes atmosféricos) serán de importancia compatible, disminuyendo la magnitud del impacto a este componente respecto a la etapa anterior. Por ello, la intensidad de los impactos sobre la calidad del aire y niveles sonoros es baja, y al igual que la etapa anterior, la naturaleza de sus efectos será acumulativa, reversible de manera inmediata y tendrá un efecto indirecto y momento inmediato.
- En esta etapa no se proyecta la instalación de luminarias para las actividades de construcción, puesto que todas las labores se realizarán durante un horario diurno, por lo que no se espera una afectación por iluminación artificial que incremente los niveles lumínicos.
- En topografía, se espera un impacto de importancia moderada, siendo que en esta etapa es donde se realizará la excavación necesaria que conformará al contrapozo de ventilación, lo que modificará el factor topografía irreversiblemente. Sin embargo, se espera que este impacto tenga una intensidad baja, ya que la superficie necesaria para la ejecución de dicha obra tendrá una superficie considerablemente pequeña, y no se esperan impactos a este componente en gran medida en las inmediaciones del Proyecto o su Área de Influencia en esta etapa.
- En hidrología, la principal afectación estará ocasionada por la compactación del suelo donde se construirán las cimentaciones requeridas para el contrapozo y las demás obras, lo que reducirá la capacidad de retención y absorción de humedad del suelo, así como la infiltración, efecto adverso en categoría de moderado. Al igual que en la etapa anterior, no se esperan impactos a los factores de cauces o calidad del agua, ya que las actividades del Proyecto no recaen sobre ningún lecho de ríos ni arroyos intermitentes, además de que la etapa de construcción no contempla alguna obra o actividad que pueda poner en riesgo la calidad del agua superficial o subterránea de la zona.

- En esta etapa no serán afectados los siguientes factores: profundidad efectiva del suelo, cobertura del suelo, distribución espacial y temporal de la flora, cobertura vegetal, especies de flora protegidas y/o de interés especial y hábitat de la fauna. Lo anterior se debe a que estos factores ya han sido impactados y removidos en su totalidad según las necesidades del Proyecto dentro del Área de Influencia, por lo que estos mismos ya no se encuentran presentes o no recibirán impactos adicionales.
- 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 continuarán presentándose durante el desarrollo de la etapa de construcción. Los impactos potenciales para los factores de especies protegidas y distribución espacial y temporal se consideran de importancia moderada, teniendo una intensidad baja, siendo acumulativos, permanentes y mitigables.
- Respecto al componente paisaje, se considera que la construcción del contrapozo y la instalación del nuevo sistema de inyección de aire frío a interior mina y sus obras asociadas (como pileta de recolección de agua de laboreo), así como las etapas restantes del Proyecto, representarán una alteración compatible sobre el factor de calidad visual, dado que el área del Proyecto se encuentra inmersa por otras actividades antrópicas que previamente modificaron la calidad de la zona, siendo este un impacto de media intensidad, parcial, de efecto inmediato, permanente, irreversible, acumulativo y continuo, aunque indirecto y pudiendo ser mitigable.
- En el sistema de Medio Socioeconómico se presentará un impacto negativo de importancia moderada durante el desarrollo de la etapa de Construcción, el cual será sobre la generación de residuos, mismo que se considera un impacto de media intensidad por el volumen de residuos sólidos urbanos o peligrosos de distinta categoría que se generarán por el mantenimiento a la maquinaria y equipos, así como residuos de la obra civil como escombros; y residuos domésticos (orgánicos inorgánicos), generados por las actividades y el personal que laborará en el Proyecto para esta etapa.
- Respecto a los impactos benéficos, se esperan impactos de importancia baja a alta, los cuales se encuentran dentro de la categoría de moderados. Servicios e infraestructura incrementa su impacto benéfico al aumentar los servicios que ofrecerán las obras a construir. Se continuará con la capacitación al personal que trabaja en el Proyecto, y se esperan mayores afectaciones benéficas en el desarrollo económico y uso del territorio para actividades productivas, producto de los empleos generados para las realizaciones de las actividades de esta etapa.

En la Figura 5. 6 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.

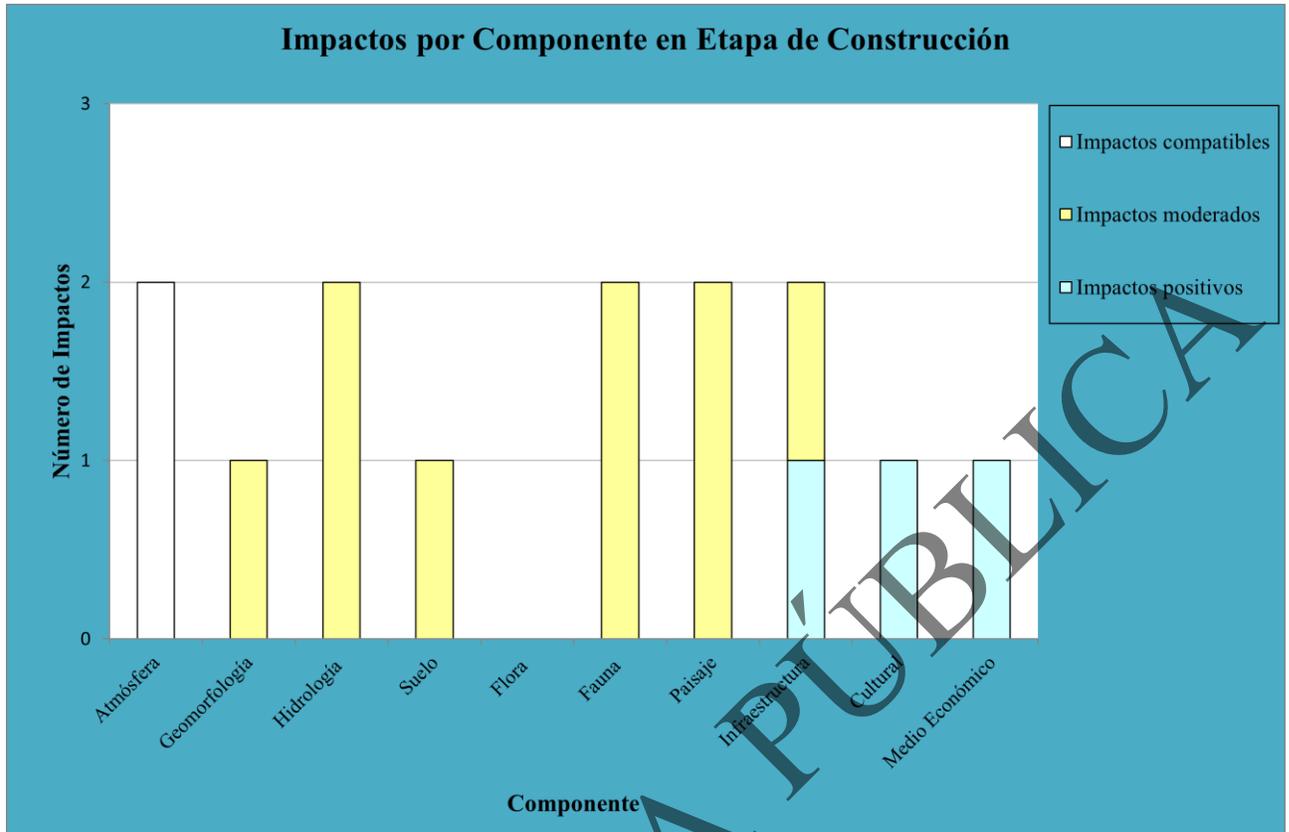


Figura 5. 6 Impactos por componente en la Construcción del terreno

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

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTORES IMPACTADOS	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) y Emisiones (NOx, SOx, COX)	2	1	4	1	1	1	4	1	2	1	23		
			NIVELES SONOROS	1	1	4	1	1	1	4	1	2	1	20		
			NIVELES LUMÍNICOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					<i>Total Atmósfera</i>											43
		GEOMORFOLOGÍA	TOPOGRAFÍA	1	1	4	4	4	1	1	4	2	4	29		
			<i>Total Geomorfología</i>												29	
		HIDROLOGÍA	CAUCES	ESCURRIMIENTOS	1	1	1	4	4	1	4	1	4	4	28	
				CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				INFILTRACIÓN	1	1	4	4	4	1	4	1	4	4	31	
	<i>Total Hidrología</i>														59	
	SUELO	PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		POTENCIAL DE EROSIÓN	2	1	4	4	4	1	4	1	4	4	34			
		COBERTURA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
				<i>Total Suelo</i>										34		
				<i>Total Medio Inerte</i>											165	
	MEDIO BIÓTICO	FLORA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA FLORA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			COBERTURA VEGETAL	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		
					<i>Total Flora</i>										0	
		FAUNA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA FAUNA	1	2	4	4	4	1	4	1	2	2	29		
			HABITAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			ESPECIES PROTEGIDAS	1	1	4	4	4	1	4	1	2	4	29		
			<i>Total Fauna</i>										58			
			<i>Total Medio Biótico</i>										58			
MEDIO PERCEPTUAL		PAISAJE	CALIDAD Y FRAGILIDAD VISUAL	2	2	4	4	4	1	4	1	4	4	36		
	CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA		1	1	4	4	4	1	4	4	4	4	34			
				<i>Total Paisaje</i>									70			
				<i>Total Medio Perceptual</i>										70		
			<i>Total Medio Físico</i>										293			
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	MEDIO SOCIO-CULTURAL	INFRAESTRUCTURA	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	1	2	4	2	1	2	4	1	2	1	24		
			GENERACIÓN DE RESIDUOS	2	1	4	1	1	1	4	1	2	4	26		
					<i>Total Infraestructura</i>										50	
	CULTURAL	CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS	4	2	4	4	4	1	4	1	2	4	40			
		<i>Total Cultural</i>												40		
				<i>Total Medio Sociocultural</i>										90		
	MEDIO ECONÓMICO	MEDIO ECONÓMICO	DESARROLLO ECONÓMICO	1	1	4	2	1	1	4	1	2	1	21		
USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS			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			
<i>Total Medio Económico</i>														21		
			<i>Total Medio Económico</i>										21			
			<i>Total Medio Socioeconómico</i>										111			

Etapa 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. Será en esta etapa donde se presentará la menor cantidad de impactos adversos, puesto que las actividades propuestas no manifestarán impactos significativos. Los impactos adversos de importancia moderada más altos se presentarán en los factores de calidad y fragilidad visual, continuidad paisajística, Distribución espacial y temporal de la fauna, especies protegidas y potencial de erosión, respectivamente.

- En materia de atmósfera se esperan un incremento en las afectaciones perceptibles sobre la calidad del aire y sobre las emisiones de ruido, ya que estos factores incrementarán por las actividades de extracción de aire viciado desde el interior de la mina, acción que será constante durante la operación, siendo el factor de la calidad del aire de una intensidad media, con extensión puntual, de efecto inmediato, directo, pero fugaz, reversible a corto plazo, y mitigable. Adicionalmente, no se esperan afectaciones importantes para el factor de niveles sonoros, puesto que el equipo seleccionado cuenta con una cámara de insonorización, que si bien bloqueará la mayor parte del ruido generado por la obra, rebasará los límites máximos permisibles en materia de ruido, lo que resultará en un impacto de importancia compatible, extensión puntual. Por todo lo anterior, se espera que los impactos hacia el componente atmósfera sean recuperable de manera inmediata o altamente mitigables, 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 y flora, aun cuando en esta etapa puedan apreciarse los efectos adversos sobre estos componentes generados en las etapas previas.
- Es en la etapa de operación donde el personal en el sitio disminuirá 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 baja, de efecto puntual, inmediato, permanente e irreversible y continuo, pero mitigable. Lo anterior, puede manifestarse debido a las actividades diarias como el tránsito de personal y vehículos, además del ruido ocasionado por el contrapozo. Por ello, se contemplarán distintas actividades a base de medidas de prevención y mitigación para reducir los impactos ambientales para la fauna en esta etapa del Proyecto.
- En materia de paisaje, el factor de calidad continuidad paisajística presenta un impacto moderado, teniendo una intensidad baja, siendo acumulativo, indirecto y mitigable.
- En el componente Medio socioeconómico, se presentará un impacto adverso en la categoría de compatible. Esto se debe a la continua generación de residuos durante toda la etapa operativa. Se tratará de un impacto altamente recuperable, puesto que Arian Silver de

México, S.A. de C.V. ya cuenta 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. 7 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.

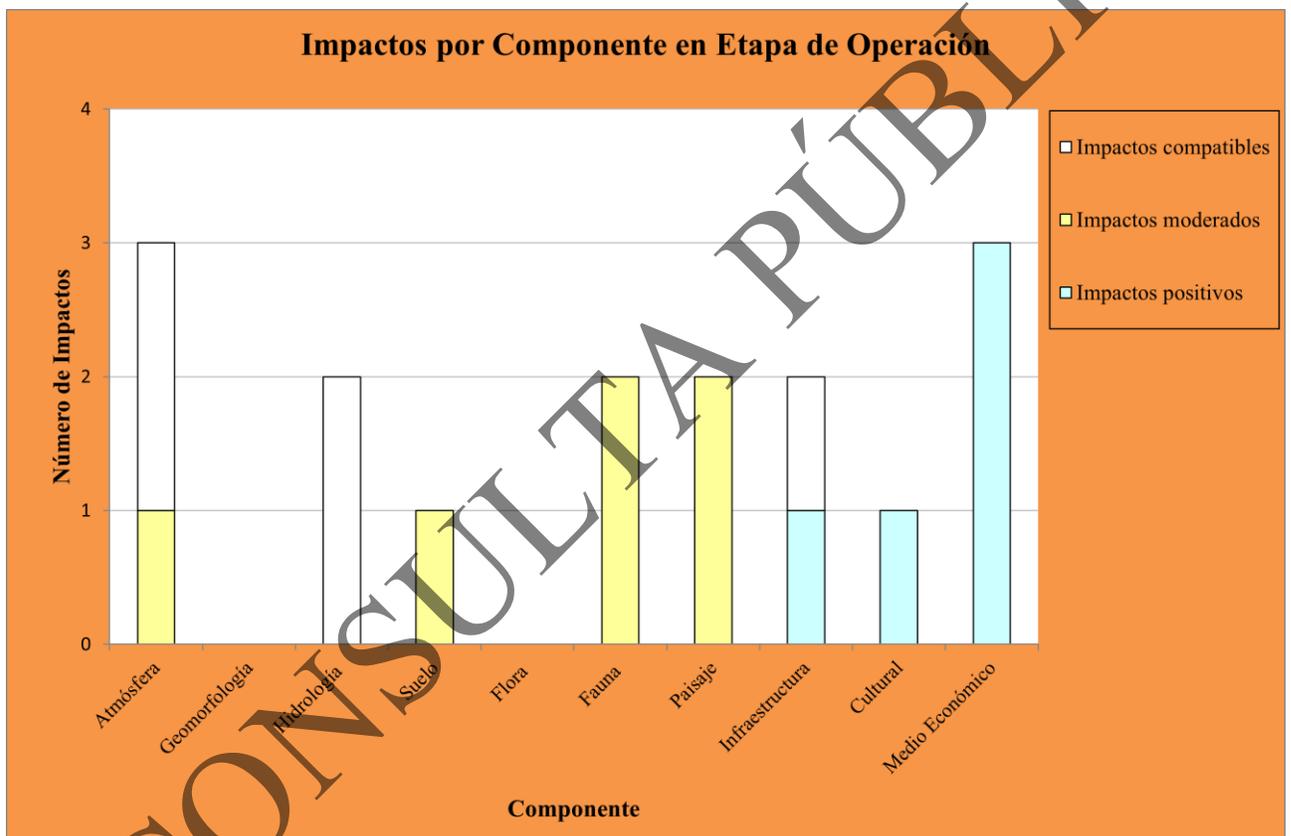


Figura 5. 7 Impactos por componente en la etapa de Operación

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**.

Tabla 5. 11 Matriz de importancia de impactos de la etapa de Operación

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTORES IMPACTADOS	ETAPA DE OPERACIÓN												
				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) y Emisiones (NOx, SOx, COX)	2	1	4	1	1	1	4	4	4	4	4	31	
			NIVELES SONOROS	2	1	4	1	1	1	4	1	4	1	25		
			NIVELES LUMÍNICOS	1	1	4	4	1	1	4	1	2	1	23		
		<i>Total Atmósfera</i>														79
		GEOMORFOLOGÍA	TOPOGRAFÍA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Total Geomorfología</i>													0
		HIDROLOGÍA	CAUCES	ESCURRIMIENTOS	1	1	2	4	1	4	1	1	4	23		
				CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			INFILTRACIÓN		1	1	2	4	4	1	4	1	1	2	24	
				<i>Total Hidrología</i>												47
		SUELO	PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			POTENCIAL DE EROSIÓN	1	1	4	4	4	1	4	1	2	4	29		
			COBERTURA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	<i>Total Suelo</i>												29			
	<i>Total Medio Inerte</i>												155			
	MEDIO BIÓTICO	FLORA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA FLORA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			COBERTURA VEGETAL	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		
		<i>Total Flora</i>												0		
		FAUNA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA FAUNA	1	1	4	4	4	1	4	1	4	2	29		
			HABITAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			ESPECIES PROTEGIDAS	1	1	4	4	4	1	4	1	2	4	29		
		<i>Total Fauna</i>											58			
		<i>Total Medio Biótico</i>											58			
		MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJE	CALIDAD Y FRAGILIDAD VISUAL	1	1	4	4	4	1	4	1	4	4	31	
	CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA			1	2	4	4	4	1	4	1	4	4	33		
<i>Total Paisaje</i>											64					
<i>Total Medio Perceptual</i>											64					
<i>Total Medio Físico</i>											277					
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	MEDIO SOCIO-CULTURAL	INFRAESTRUCTURA	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	4	2	4	4	4	1	1	4	4	8	46		
			GENERACIÓN DE RESIDUOS	1	1	4	1	1	1	4	1	2	4	23		
		<i>Total Infraestructura</i>											69			
		CULTURAL	CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS	4	2	2	4	4	1	4	1	4	8	44		
	<i>Total Cultural</i>										44					
	<i>Total Medio Socio-cultural</i>										113					
	MEDIO ECONÓMICO	MEDIO ECONÓMICO	DESARROLLO ECONÓMICO	4	2	2	4	4	1	4	4	2	8	45		
			USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	4	1	4	4	4	1	4	4	4	2	41		
VOCACIÓN DEL SUELO			4	1	4	4	4	1	1	4	4	4	40			
<i>Total Medio Económico</i>										126						
<i>Total Medio Socioeconómico</i>										126						
<i>Total Medio Socioeconómico</i>										239						

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	Valor absoluto
1	Calidad y fragilidad visual	98
2	Continuidad paisajística	98
3	Potencial de erosión	93
4	Distribución espacial y temporal de la fauna	90
5	Infiltración	89
6	Especies protegidas	87
7	Escurrimientos	75
8	Calidad del aire - material particulado (pst, pm-10) y emisiones (nox, sox, cox)	74
9	Generación de residuos	69
10	Niveles sonoros	65
11	Cobertura vegetal	37
12	Hábitat	35
13	Profundidad efectiva del suelo	32
14	Cobertura	32
15	Distribución espacial y temporal de la flora	32
16	Topografía	29
17	Especies protegidas y/o de interés especial	29
18	Niveles lumínicos	23
19	Cauces	0

Tabla 5. 13 factores impactados por valor relativo ordenados de mayor a menor vulnerabilidad

Id	Factor	Valor absoluto
1	Cobertura vegetal	287
2	Distribución espacial y temporal de la flora	282
3	Especies protegidas y/o de interés especial	279
4	Potencial de erosión	268
5	Distribución espacial y temporal de la fauna	240
6	Especies protegidas	237
7	Profundidad efectiva del suelo	207
8	Cobertura	207
9	Infiltración	189
10	Hábitat	185
11	Escurrimientos	175
12	Calidad del aire - material particulado (pst, pm-10) y emisiones (nox, sox, cox)	174
13	Niveles sonoros	165
14	Calidad y fragilidad visual	148
15	Continuidad paisajística	148
16	Niveles lumínicos	123
17	Generación de residuos	109
18	Cauces	100
19	Calidad del agua superficial	100

Id	Factor	Valor absoluto
20	Calidad del agua superficial	0
21	Calidad del agua subterránea	0

Id	Factor	Valor absoluto
20	Calidad del agua subterránea	100
21	Topografía	54

- 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; Vocación del suelo, 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 Biótico, Medio Perceptual y Medio Inerte.
- Tanto el Medio inerte como el Medio biótico recibirán impactos Adversos compatibles y Moderados. No se estimaron impactos Severos o Críticos.

Lo anterior se encuentra representado en la Figura 5. 8, donde se ejemplifica a manera de gráfica la cuantificación de impactos en cada una de las etapas del Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

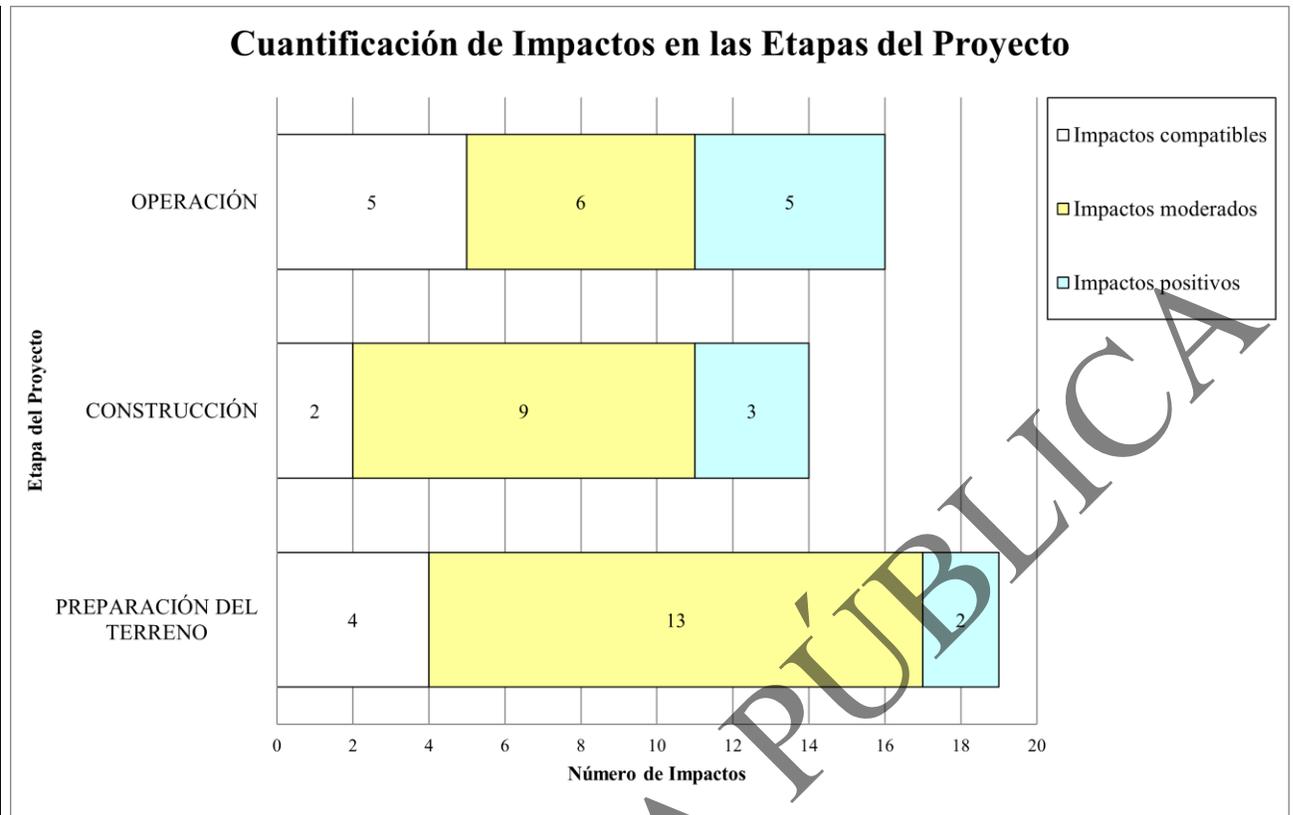


Figura 5. 8 Tipos de impactos identificados y anticipados para las etapas del Proyecto

V.2. Caracterización de los impactos

De acuerdo las definiciones integradas en el Glosario de esta MIA-P y con base en el Artículo 3°, 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 alterarán los parámetros de calidad del aire en el sitio. Dichos contaminantes tendrán dos orígenes: la emisión de gases de combustión por la operación de la maquinaria y el uso de vehículos, y la suspensión de polvo debido al paso de vehículos en los caminos de terracería y a la operación del contrapozo; así mismo, los niveles de ruido aumentarán, aunque este último será un impacto compatible en todas las etapas. 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.

Geomorfología

Geo-01 Alteraciones a la topografía por modificación de las curvas de nivel

El impacto que se ejercerá sobre el componente Geomorfología en su factor Topografía, ocasionado por las actividades propias de la etapa de construcción. Este impacto alterará de manera constante e irrecuperable las curvas de nivel naturales del sitio (con una intensidad baja por la

topografía del Área de Influencia, la cual presenta pendientes mayormente planas), por la cimentación y posterior edificación de las distintas obras pertinentes al Proyecto.

El impacto sobre la geomorfología será de intensidad baja, con una extensión puntual, presentándose solamente en las áreas designadas para la construcción de las obras, y será mitigable con la correcta aplicación de medidas.

Hidrología

Hi-01 Modificación en la capacidad natural de infiltración y alteración de los escurrimientos

Durante las distintas actividades en la preparación, construcción y operación del Proyecto, se presentará una disminución constante del potencial natural de infiltración, ocasionado por la compactación en la etapa de preparación del sitio y conforme a la operación constante de maquinaria en la construcción de las obras del sitio, así como el sellamiento de la huella de cada obra que así lo requiera, lo que disminuirá la tasa de infiltración puntual en el Proyecto.

La alteración a este factor se estima sea de importancia moderada y se presentará a lo largo de la vida útil del Proyecto en sus 3 etapas de ejecución, siendo así uno de los impactos recurrentes del Proyecto. Sin embargo, la promovente establecerá una serie de medidas para prevenir, mitigar y/o compensar el impacto a dichos factores, todo detallado en el Capítulo VI del presente documento.

Suelo

Su-01 Aumento del potencial de erosión del suelo

La eliminación de la cobertura vegetal y el despalme del suelo ocasionarán un incremento en la tasa de erosión local, ya que la cubierta vegetal retiene al suelo de manera natural. Los principales factores de erosión en la zona corresponden a arrastres por la acción hídrica y eólica, los cuales son unos de los principales desencadenadores de la dinámica de pérdida de suelos. Dadas las condiciones regionales de susceptibilidad a la erosión, se considera al impacto como principal en las tres etapas del Proyecto.

Su-02 Remoción de la cobertura del suelo en su profundidad efectiva

Durante la etapa de preparación del sitio se llevarán a cabo las actividades de desmonte y despalme en la superficie del Proyecto, por lo que durante estas actividades se tendrá una remoción total del suelo orgánico existente en la misma.

Por ello, se estima un impacto de importancia moderada a la capa de suelo orgánico existente y su profundidad efectiva, donde se verán alteradas, señalando que este tipo de impactos son fácilmente compensados mediante la aplicación de las medidas adecuadas, para minimizar el impacto al suelo y reducir su potencial de erosión tanto eólica como hídrica.

Flora

Fl-01 Pérdida de la cubierta vegetal en las áreas a desmontar

Conforme al análisis de los impactos ambientales estimados, se consideró como impacto principal la remoción de vegetación que deberá llevarse a cabo con el desarrollo del presente Proyecto, siendo este impacto el de mayor importancia identificado para el componente flora, correspondiente a la remoción de la cobertura vegetal, ya que para la preparación del sitio, se llevarán a cabo actividades de desmonte en donde exista vegetación forestal, además de rescatar y reubicar los individuos aptos y de interés ecológico, minimizando los impactos a dicho componente, pero siendo una actividad necesaria para el desarrollo contemplado y descrito del Proyecto.

Sin embargo, por la remoción generalizada de la vegetación y las características del Proyecto, este impacto se considera como principal, al desarrollarse de manera intensa al iniciar las actividades de preparación del sitio en las obras y áreas que lo requieran, con efectos permanentes e irreversibles, por lo que tiene importancia moderada.

Este impacto será de efecto inmediato, permanente, irreversible, acumulativo, directo y continuo, con una extensión puntual y mitigable, el cual supondrá una modificación de media intensidad que solo se presentará durante la primera etapa del Proyecto, y que no afectará áreas adicionales a partir del término de esta misma.

Fauna

Fa-01 Afectación a la Distribución Espacial y Temporal de Fauna

Las actividades del Proyecto a ejecutarse en cada una de sus etapas ocasionarán efectos adversos sobre la distribución espacial y temporal de la fauna. Se estima que a partir de la realización de las obras y actividades, empezando con la aplicación de las medidas de prevención incorporadas en el Programa de Vigilancia Ambiental enfocada a la protección de la fauna (ahuyentamiento, rescate y reubicación), y continuando con el desmonte de la vegetación, la operación de maquinaria, el incremento del personal en el sitio, así como el incremento de los niveles sonoros desde el inicio de obras, y lumínicos a partir de la etapa de operación del Proyecto, afectarán la distribución de la fauna silvestre, alejándolos del sitio.

Los impactos sobre este factor resultan de importancia moderada para las etapas de preparación y construcción, y de importancia compatible para la etapa de operación. No se estima que se presente una alteración intensa que derive en un impacto de importancia mayor, pero el Proyecto sí ocasionará efectos adversos de manera reiterada con las actividades propias de cada etapa.

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, se espera que este impacto en la primera etapa del Proyecto tenga una intensidad media, con una extensión parcial, de efecto inmediato, e indirecto; siendo además un impacto continuo, pero altamente mitigable.

Durante la etapa de Operación se mantendrá el personal en el sitio, provocando que la alteración sobre la distribución espacial y temporal de la fauna continúe. Este impacto presentará entonces una intensidad baja, siendo de extensión parcial, inmediato, fugaz, recuperable a mediano plazo, acumulativo, indirecto y mitigable, por lo que en esta etapa este impacto resultará ser moderado. Adicionalmente, se tomó a consideración que el sitio se encuentra ya perturbado producto de las actividades mineras y antrópicas que se realizan alrededor del sitio, por lo que se asume que las especies de fauna fueron desplazándose tiempo atrás, o que algunas especies menos vulnerables se han adaptado a la dinámica de las actividades dentro del Proyecto.

Fa-02 Perdida del hábitat para la fauna de manera puntual

El desmonte de la vegetación en la etapa de preparación ocasionará la pérdida del hábitat para la fauna de manera puntual en el área a desmontar, lo que ocasionará la pérdida de sitios propicios para el refugio, anidación y reproducción. Este impacto (que se manifestará en la primera etapa del Proyecto) se considera de media intensidad, de efecto inmediato, será acumulativo y directo, relacionado con otras actividades que han impactado previamente al mismo factor en el Área de Influencia del Proyecto.

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 implica beneficios económicos y sociales directos e indirectos a los trabajadores y habitantes de la zona. Este impacto será moderado (positivamente) en ambas etapas.
Cultura	Cu-01	Con el desarrollo del proyecto, se impactará benéficamente al Componente cultural. Los factores impactados serán la capacitación, educación y los programas, es decir, antes y durante la ejecución del Proyecto, Arian Silver, S.A. de C.V. capacitará a los involucrados en el Proyecto con respecto a la normatividad ambiental, también permitirá el desarrollo personal a través de cursos de capacitación y buenas prácticas, lo que consecuentemente se verá reflejado en mejoras en la operación, mayor seguridad laboral, entre otros.

Componente	Código	Descripción del Impacto potencial
Medio económico	Ec-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.

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	Operación	Construcción	Operación
Atmósfera	Calidad del aire - material particulado (PST, PM-10) y emisiones (NOX, SOX, COX)	Compatible	Compatible	<i>Atm-01</i>
	Niveles sonoros	Compatible	Compatible	Compatible
	Niveles lumínicos	N.A.	N.A.	Compatible
Geomorfología	Topografía	N.A.	<i>Geo-01</i>	N.A.
Hidrología	Cauces	N.A.	N.A.	N.A.
	Escurrimientos	Compatible	Moderado	Compatible
	Calidad del agua superficial	N.A.	N.A.	N.A.
	Calidad del agua subterránea	N.A.	N.A.	N.A.
	Infiltración	<i>Hi-01</i>		Compatible
Suelo	Profundidad efectiva del suelo	<i>Su-02</i>	N.A.	N.A.
	Potencial de erosión	<i>Su-01</i>		
	Cobertura	<i>Su-02</i>	N.A.	N.A.
Flora	Distribución Espacial y Temporal De La Flora	Moderado	N.A.	N.A.
	Cobertura vegetal	<i>Fl-01</i>	N.A.	N.A.
	Especies Protegidas y/o De Interés Especial	Moderado	N.A.	N.A.
Fauna	Distribución espacial y temporal de la fauna	<i>Fa-01</i>		
	Hábitat	<i>Fa-02</i>	N.A.	N.A.
	Especies protegidas	Moderado	Moderado	Moderado
Paisaje	Fragilidad y Calidad Visual	Moderado	Moderado	Moderado
	Continuidad paisajística	<i>Pa-01</i>		
Infraestructura	Servicios e Infraestructura	N.A.	<i>In-01</i>	
	Generación de Residuos	Compatible	<i>In-01</i>	Compatible

Componente	Factores Impactados	Operación	Construcción	Operación
Cultural	Capacitación, Educación y Programas	<i>Cu-01</i>		
Medio Económico	Desarrollo económico	<i>Ec-01</i>		
	Uso del territorio para actividades productivas	N.A.	N.A.	Benéfico
	Vocación del suelo	Moderado	N.A.	Benéfico

V.2.3. Impactos acumulativos

El Proyecto conlleva por su naturaleza impactos acumulativos; este tipo de impactos son aquellos que pueden ser acentuados o sumados a los impactos existentes de determinado Factor ambiental, ya sea 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 San José. 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 y actividades de operación, así como por las actividades diarias propias del poblado cercano y posibles actividades mineras cercanas (oficinas, talleres, tránsito de personal, vehículos y maquinaria, etc.).
- Acumulación del efecto de infiltración en el suelo, en donde las actividades de las etapas de preparación y construcción del Proyecto, las cuales provocarán la pérdida del potencial de infiltración, sumarán esta afectación a la ya presente, producto de las actividades antrópicas de la zona.
- Se considera que la flora y la fauna recibirá impactos acumulables en los factores (Distribución espacial y temporal y especies sensibles o de interés) ya que dentro del AI ya existen alteraciones al componente faunístico por el desarrollo de diversas actividades antropogénicas (industriales, agrícolas y desarrollo urbano).
- Alteración a la fragilidad y calidad visual, así como la continuidad del paisaje, en donde el Proyecto resultará en la acumulación de los impactos a este componente al existir actividades antrópicas e industriales dentro del Área de Influencia.

Para fines descriptivos de impactos acumulativos, el Proyecto 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.

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 construcción. Este corresponderá al desarrollo de infraestructura a la mina en beneficio de la región; El Proyecto contribuirá al desarrollo industrial minero del área, este desarrollo industrial implica beneficios económicos y sociales directos e indirectos a los trabajadores y habitantes de la zona.

V.3. Conclusiones

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; lo anterior, 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; 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
Geomorfología	<i>Geo-01</i>	Alteraciones a la topografía por modificación de las curvas de nivel	Moderado
Hidrología	<i>Hi-01</i>	Modificación en la capacidad natural de infiltración y alteración de los escurrimientos	Moderado
Suelo	<i>Su-01</i>	Aumento del potencial de erosión del suelo	Moderado

Componente Ambiental	Código	Impacto Potencial	Importancia del Impacto
	<i>Su-02</i>	Remoción de la cobertura del suelo en su profundidad efectiva	Moderado
Flora	<i>Fl-01</i>	Pérdida de la cubierta vegetal en las áreas a desmontar	Moderado
Fauna	<i>Fa-01</i>	Afectación a la Distribución Espacial y Temporal de Fauna	Moderado
	<i>Fa-02</i>	Pérdida del hábitat para la fauna de manera puntual	Moderado
Paisaje	<i>Pa-01</i>	Pérdida de la continuidad paisajística y visibilidad	Moderado
Infraestructura	<i>In-01</i>	Generación de residuos	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 adversos identificados en el área de influencia y el nuevo Proyecto.

Una vez 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 San José, a través de su departamento ambiental con 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 en sus tres etapas, 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 son congruentes con las actividades y obras planteadas. La opción presentada para el Proyecto corresponde a la mejor alternativa posible en términos de distancia a la zona urbana, integración de servicios, menor superficie de desmonte, así como un 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 en sitios con características ambientales 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 implica la generación de impactos benéficos de gran 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, entre otros; 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, mediante la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación se encuentran integradas en el Programa de Vigilancia Ambiental (**Anexo 6.1**).
- 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 anterior, es posible determinar que la correcta ejecución del Proyecto, basado en los principios y características aquí descritas, así como en la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), 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 e integral operación del Proyecto 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.

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, como son por ejemplo los bancos de extracción de material, campamentos, brechas, ente otros.

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 Robbins San Antonio, 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.

Tabla 6. 1. 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
Geomorfología	Geo-01: Alteraciones a la topografía por modificación de las curvas de nivel	Md-01	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Preparación
		Md-02	Ocupación del terreno con base en fases operativas	Prevención	Preparación, Construcción y Operación
Suelo	Su-01: Aumento del potencial de erosión del suelo	Md-01	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Preparación
		Md-02	Ocupación del terreno con base en fases operativas	Prevención	Preparación, Construcción y Operación
	Su-02: Remoción de la cobertura del suelo en su profundidad efectiva	Md-03	Recuperación y resguardo del horizonte orgánico del suelo	Prevención	Preparación
		Md-04	Desmante por medios mecánicos	Prevención	Preparación
Flora	F1-01: Pérdida de la cubierta vegetal en	Md-01	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Preparación
		Md-02	Ocupación del terreno con base en fases operativas	Prevención	Preparación, Construcción y Operación

Componente ambiental	Impacto	Clave de medida	Medida	Tipo de medida	Etapas en la que se aplicará
	las áreas a desmontar	Md-05	Rescate y reubicación de especies de flora susceptibles a trasplante	Prevención y mitigación	Preparación
		Md-06	Capacitación	Prevención	Preparación, Construcción, Operación
Fauna	Fa-01: Modificación sobre la distribución espacial y temporal de fauna	Md-07	Prohibición de uso de fuegos o quemas dentro del Proyecto	Prevención	Preparación, Construcción, Operación
		Md-08	Prohibición del uso de equipos de sonido que no sean requeridos para las actividades del Proyecto	Prevención	Preparación, Construcción, Operación
		Md-09	Recorridos para el ahuyentamiento de la fauna de alta movilidad	Prevención	Preparación, Construcción
		Md-10	Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad o aquella enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Prevención	Preparación
		Md-06	Capacitación	Prevención	Preparación, Construcción, Operación
		Md-01	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Preparación
		Md-02	Ocupación del terreno con base en fases operativas	Prevención	Preparación, Construcción, Operación
		Md-06	Capacitación	Prevención	Preparación, Construcción, Operación
		Md-07	Prohibición de uso de fuegos o quemas dentro del Proyecto	Prevención	Preparación, Construcción, Operación
			Fa-02: Perdida del hábitat para la fauna de manera puntual		

Descripción detallada 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 él, 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 favorecerá a que los efectos adversos de algunos de los impactos identificados sean más puntuales, es decir, 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 o transitar en áreas sin autorización. A continuación, se describe la forma adecuada la delimitación:

- ***Georreferenciación:*** Se debe de contar con un levantamiento topográfico y/o cartografía y planos georreferenciados de los polígonos correspondientes a cada componente del Proyecto, así como con las coordenadas de sus vértices; dichas coordenadas serán utilizadas para realizar el marcaje perimetral en campo.
- ***Marcaje:*** El marcaje será la manera de delimitar visualmente los polígonos dentro de los cuales se podrán realizar las diferentes actividades para la preparación y construcción del Proyecto. Para el marcaje se deberán emplear elementos visibles y fácilmente identificables como límites de áreas autorizadas, que usualmente consisten en estacas o cinta *flagging*, sin que esto sea limitativo. Los elementos visuales deberán ser de colores brillantes o llamativos, y serán colocados en cada vértice de los polígonos.

○ ***Md-02: Ocupación del terreno con base en fases operativas***

La aplicación de esta medida asegura que las actividades sean llevadas a cabo de manera gradual con forme sea requerido a la fase operativa en curso, con esto se minimizan los impactos identificados para los componentes ambientales Flora, Fauna, Suelo y Paisaje. Previo a realizar las actividades de desmonte se llevarán a cabo las actividades de ahuyentamiento rescate y reubicación de fauna y rescate y reubicación de flora.

El desmonte se deberá realizar mediante medios mecánicos y apoyo manual, mediante el uso de maquinaria y equipo adecuado para estas actividades. Por ningún motivo se utilizarán métodos que incluyan agentes químicos o fuego (ver *Md-07*).

○ ***Md-03: Recuperación y resguardo del horizonte orgánico del suelo***

Una vez realizado el desmonte de la vegetación, se deberá recuperar el suelo orgánico, el cual es la parte superficial del suelo que se caracteriza por una alta actividad biótica y acumulación de materia orgánica. Esta capa del suelo se resguardará acamellonándolo en la periferia de las obras, además de que podrá ser resguardado de manera temporal en un polígono que la promovente determine para tal fin.

○ ***Md-04: Desmonte por medios mecánicos***

Las actividades de desmonte se deberán realizar mediante métodos mecánicos, es decir, mediante el uso de maquinaria y equipo adecuado para estas actividades. Quedará estrictamente prohibido el uso de métodos que incluyan agentes químicos o fuego. Esta información será abordada dentro de la capacitación de inducción que se impartirá al personal que laboré en el Proyecto durante la etapa de preparación del sitio.

○ ***Md-05: Rescate y reubicación de especies de flora susceptibles a trasplante***

El desarrollo de esta medida está encaminada al rescate de la vegetación que se vería afectada durante la ejecución de las actividades de preparación del Proyecto, además de considerar aquellos ejemplares de difícil regeneración, principalmente en la huella de ocupación del Proyecto; siendo esta la superficie donde se realizarán las actividades de desmonte y despalme.

Derivado de la revisión en campo y con los muestreos realizados en la totalidad de la huella del Proyecto, no se registraron especies enlistadas bajo alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que no se presentarán actividades de rescate y reubicación para especies con estas características. Sin embargo, la promovente (previo a dar comienzo con las obras y actividades correspondientes a la etapa de preparación del sitio) realizará un recorrido para determinar de manera visual en caso de presentarse alguna particularidad con los individuos de flora existentes si deben realizarse actividades de rescate, esto establecido por el personal especializado responsable del desmonte y despalme del área.

Además, Arian Silver de México, S.A. de C.V. actualmente cuenta con distintos programas de manejo de recursos naturales como reforestación, rescate y reubicación de fauna, suelos, entre otros, también contando con programas de rescate y reubicación de flora siendo ejecutados en distintas áreas cercanas al Proyecto, los cuales podrán ser igualmente aplicados en sus características, actividades y áreas en caso de que así se determine para el presente Proyecto, buscando con ello mitigar el impacto que pueda presentarse sobre el componente Flora una vez que den inicio las actividades del Proyecto Robbins San Antonio.

○ ***Md-06: Capacitación***

En esta medida, se propone la capacitación de todo el personal que participe en las actividades del Proyecto, en la que se incluirá información en materia de salud, seguridad y medio ambiente, incluyendo en ella las medidas que se habrán de ejecutar para prevenir y mitigar los impactos derivados del desarrollo del Proyecto. En esta capacitación se les hablará igualmente de las responsabilidades y restricciones que deberán acatar durante sus funciones, con la finalidad de atender a las medidas de prevención y mitigación propuestas.

Algunos de las medidas prohibitivas principales en favor de la protección y cuidado del medio ambiente son:

- Extracción e introducción de ejemplares de flora o fauna dentro de las áreas del Proyecto, incluidas las especies domésticas o exóticas.

- Aprovechamiento forestal del área a desmontar
- Cacería
- Manejo de Residuos y Manejo de Aguas Residuales

Así también, se capacitará al personal del Proyecto con respecto a la forma de actuar ante la presencia de fauna silvestre (venenosa, potencialmente agresiva etc.).

○ ***Md-07: Prohibición de uso de fuegos o quemas dentro del Proyecto***

Se prohibirá el uso de fuego para cualquier actividad dentro del Proyecto, incluyendo fogatas y quemas de vegetación controlada, las cuales podrían generar una afectación sobre la flora y fauna del sitio. Para esto, en la capacitación se les informará a los trabajadores sobre las prohibiciones, obligaciones y consecuencias que esto podría representar.

El objetivo de esta medida es la prevención de incendios dentro y a los alrededores del Proyecto, evitando así la contaminación atmosférica por emisión de gases, producto de la combustión de biomasa; así como evitar una posible propagación del fuego, que como consecuencia podría generar afectaciones a flora y fauna cercana al Proyecto, además de favorecer la integridad de los componentes ambientales fuera del área de la misma.

La meta es concientizar a todo el personal involucrado en las actividades propias de las etapas de construcción y operación sobre las restricciones existentes respecto al uso de fuego en el área del Proyecto.

Para comprobar que la medida se haya ejecutado, se deberá conservar una copia de las listas de asistencia a las capacitaciones de todos los trabajadores involucrados en las actividades de construcción del Proyecto, para evidenciar que tomaron curso de inducción, además de reportes de actividades sin incidentes.

○ ***Md-08: 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, los cuales pueden ocasionar contaminación sonora y el aumento en el ahuyentamiento de especies de fauna que tengan incidencia con la huella del Proyecto, se 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 será aplicable para todas las etapas de desarrollo en horarios diurnos y nocturnos.

○ ***Md-09: 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 (*Md-10*), 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-10: 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. Para lo anterior, se elaboró a manera de anexo un Programa de rescate y reubicación de fauna, el cual forma parte del PVA y puede ser consultado en el Apéndice 1.

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 6. 2. Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos secundarios identificados, aplicables durante el desarrollo del Proyecto

Componente beneficiado	Clave de medida	Medida	Tipo de medida	Etapas	Indicador / Grado de cumplimiento
Atmósfera	Msc-01	Riego periódico en las áreas de proyecto	Mitigación	Preparación y construcción	Bitácoras, inspección periódica, reportes fotográficos
	Msc-02	Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria y vehículos dentro de áreas	Prevención y Mitigación	Preparación, Construcción y Operación	Bitácoras, inspección periódica, reportes fotográficos

Componente beneficiado	Clave de medida	Medida	Tipo de medida	Etapa	Indicador / Grado de cumplimiento
		designadas y acondicionadas			
	Msc-03	Control de velocidad de los vehículos	Prevención	Preparación, Construcción y Operación	Inspección y evidencias fotográficas, registro de infracciones
Atmósfera, Social y Fauna	Msc-04	Uso de luminarias adecuadas	Prevención Compensación	Operación	Evidencia fotográfica, reportes de cumplimiento
	MSc-05	Uso de baños portátiles	Prevención	Preparación y Construcción	No. de baños portátiles instalados, comprobantes de limpieza e inspección
Hidrología y Suelo	MSc-06	La recarga de combustible para la maquinaria y vehículos deberá realizarse en las estaciones de servicio o en sitios debidamente acondicionados	Prevención	Preparación y Construcción	Bitácoras, inspección y evidencia fotográfica
Medio económico	MSc-07	Contratación de personal local	Prevención	Preparación, Construcción, Operación	Lista de personal contratado
Medio económico	MSc-08	Ejecución de programas, capacitación, apoyos y campañas para comunidades	Prevención	Operación	Cantidad de personas beneficiadas y evidencia fotográfica
Paisaje	Msc-09	Restitución del área del Proyecto	Mitigación y Compensación	Cierre	Informes de cumplimiento, bitácoras y

Componente beneficiado	Clave de medida	Medida	Tipo de medida	Etapa	Indicador / Grado de cumplimiento
					evidencias fotográficas
Infraestructura	Msc-10	Manejo integral de Residuos	Mitigación y Compensación	Construcción y Operación	Evidencia fotográfica, bitácoras de cumplimiento

CONSULTA PÚBLICA

Descripción ampliada de las medidas para los impactos secundarios

Msc-01: Riego periódico en las áreas de proyecto

Para reducir el constante levantamiento de polvos fugitivos durante el desarrollo del Proyecto se deberá realizar un riego periódico en las áreas donde se realicen las actividades de preparación, construcción y operación.

El humedecimiento del acceso y frentes de trabajo 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 riego se realizará periódicamente mediante el uso de pipas con agua. Las indicaciones que tendrá que tomar en cuenta el conductor de la pipa son las siguientes:

- La conducción de la pipa debe de ser realizada solo por personal autorizado y capacitado para conducir este tipo de vehículos, y deberá contar con su respectiva licencia.
- La cantidad de agua para el riego debe ser solo la necesaria, en ningún caso deben formarse charcas que puedan producir que los neumáticos de la pipa o de cualquier otro vehículo derrapen.
- No se debe exceder los límites de velocidad establecidos.
- Antes del inicio de cada jornada o viaje se debe de realizar el formato de mantenimiento que permita detectar oportunamente alguna anomalía.
- El conductor deberá de utilizar en todo momento el cinturón de seguridad.

Msc-02: 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) se realizará dentro de talleres de mantenimiento existentes fuera del Proyecto y empleando las medidas adecuadas, para evitar la contaminación del suelo y del agua en el sitio. La revisión y el mantenimiento se realizarán con el fin de que los equipos, maquinaria y vehículos operen de forma óptima, controlando la seguridad de los operadores y mitigando los impactos ambientales a través de la reducción de las emisiones de contaminantes atmosféricos y de la generación de ruido, así como previniendo fallas que deriven en derrames de hidrocarburos o sustancias peligrosas.

El cumplimiento de esta medida también servirá para mitigar los impactos de niveles sonoros, al darles mantenimiento a los equipos y vehículos en cuestión y por consecuencia, prevenir o mitigar la cantidad de niveles de ruido que podrían presentarse en el Proyecto.

Msc-03: Control de velocidad de vehículos

Se deberá mantener un control de la velocidad de los vehículos que transitan hacia y dentro del Polígono del Proyecto y su Área de Influencia, para mitigar con ello la emisión de polvos fugitivos. Para la aplicación de esta medida se deberá instalar señalética en el camino de acceso y en el área de maniobras del proyecto, instalando letreros informativos y restrictivos que indiquen el límite de velocidad de 20 a 30 km/h.

Msc-04: Uso de luminarias adecuadas

La iluminación artificial es un aspecto que puede tener repercusiones ambientales negativas principalmente en la fauna silvestre, ya que un exceso de iluminación puede causar modificaciones en el comportamiento de algunas especies estrictamente nocturnas o crepusculares. Ante esto es necesario implantar el tipo, tiempo y disposición de la luz para que puedan causar un menor impacto medio ambiental.

Durante la Operación del Proyecto se deberán instalar luminarias dirigidas hacia el suelo para que impacten lo menos posible a los niveles lumínicos nocturnos al momento de que el Proyecto entre y se mantenga en constante operación. Enseguida se presenta la Figura 6. 1, que muestra la correcta instalación de las luminarias.

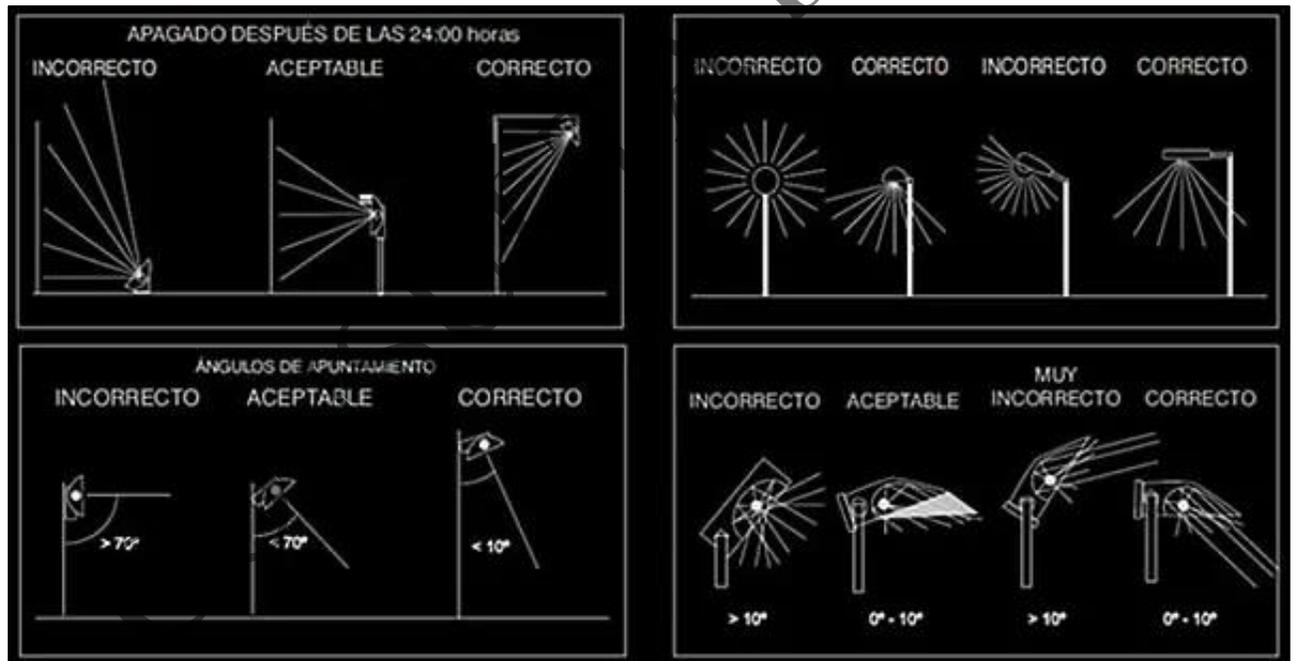


Figura 6. 1. Correcta utilización de luminarias.

El Proyecto deberá implementar el uso de lámparas de espectro poco contaminante y gran eficiencia energética.

Para comprobar que la medida se haya ejecutado, se deberá llenar una bitácora de registro de la ejecución de la medida. En dicho formato se deberá de plasmar el nombre del responsable de llenar la bitácora, y si se cumplió con la medida, además se deberán añadir las observaciones necesarias.

Msc-05: Uso de baños portátiles

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se deberán 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-06: La recarga de combustible para la maquinaria y vehículos deberá realizarse en las estaciones de servicio o en sitios debidamente acondicionados

Los vehículos 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-06 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-07: 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 y permanentes. 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-08: 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 San José.

Msc-09: Restitución del sitio con características similares a las presentes antes del Proyecto

Una vez haya concluido la vida útil del Proyecto, se realizarán actividades de cierre y restitución del sitio. Las especificaciones de esta medida serán presentadas en un Programa de Restitución y Cierre del Proyecto, las cuales serán analizadas previo al cierre para asegurar una estabilización, geomecánica, química y biológica. Este programa deberá ser presentado una vez que esté por terminar la etapa de Operación prevista.

Msc-10: Manejo integral de residuos

Como medida secundaria 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 y la infraestructura, se realizará un manejo integral y adecuado de todos los residuos que se generen durante el desarrollo de cada una de las etapas de Proyecto.

A continuación, se detallan los residuos que se prevé serán generados durante el desarrollo del Proyecto, así como la descripción del manejo apropiado de los mismos. La presente descripción está enfocada al manejo de los residuos generados durante las tres etapas del Proyecto. Dicho esto, el Proyecto generará 3 diferentes clases de residuos, los cuales se muestran en la Tabla 6. 3, así como su fuente de generación.

La ruta de manejo de los residuos generados durante el proyecto se compromete concluir con la disposición final conforme a la normatividad y buenas prácticas aplicables a cada uno de los tipos de residuos generados durante la vida útil del Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 6. 3. Identificación de los diferentes tipos de residuos

Residuos Sólidos Urbanos	
Tipo de residuo	Fuente de generación del residuo
Orgánicos	Restos de alimentos
Inorgánicos	Resultado de la basura generada por las actividades humanas domésticas
Sanitarios	Excretas humanas, papel y toallas sanitarios
Residuos de Manejo Especial	
Tipo de residuo	Fuente de generación del residuo
Metal Todo tipo de latas, desde envases de alimentos no perecederos, de productos varios (no químicos), restos de construcción, de trabajos del tipo metal –mecánico (chatarra), etc.	Actividades en general en: áreas de almacenamiento y áreas temporales
Plásticos Embalaje de producto, Cascos, orejeras y lentes, así como llantas usadas y mangueras.	áreas temporales y equipo de seguridad fuera de uso
Residuos Peligrosos	
Tipo de residuo	Fuente de generación de residuo
Aceite lubricante gastado	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y vehículos
Aceite hidráulico gastado	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y vehículos
Sólidos impregnados con aceite y/o grasa	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y vehículos
Tierra impregnada con aceite y/o grasa	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y vehículos
Grasas gastadas	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y vehículos
Baterías usadas	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y vehículos
Agua contaminada con hidrocarburos	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y vehículos

Residuos Peligrosos	
Tipo de residuo	Fuente de generación de residuo
Contenedores y envases vacíos que almacenaron sustancias químicas peligrosas (aceites, grasas, etc.)	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y vehículos
Escorias de soldadura	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y vehículos

El manejo de estos residuos se dará por medio de la disposición temporal de los mismos en áreas adaptadas conforme a la normatividad aplicable para el almacenamiento temporal, para posteriormente ser trasladadas fuera del área del Proyecto por medio de empresas especializadas y autorizadas para el manejo de los distintos tipos de residuos que serán generados.

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.

Conforme a la evaluación de la efectividad de las medidas propuestas se describen los posibles impactos residuales en el Proyecto.

VI.3.1. Suelo

El efecto residual del sitio corresponde a la expansión de superficies sin suelo (específicamente suelo orgánico) y cambio de terrenos degradados a terrenos con infraestructura industrial en una zona donde la actividad preponderante es la minera.

El impacto residual solo será sobrellevado una vez que se inicie el cierre del Proyecto y las tareas de restitución comiencen.

Los efectos ambientales residuales para el suelo 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 y económico.

VI.3.2. Hidrología

Como impacto residual sobre la hidrología, se espera una modificación en la infiltración del sitio que se verá disminuida conforme al desarrollo de las actividades del Proyecto, además de alterar de manera poco significativa los escurrimientos intermitentes que puedan incidir en la zona.

Con la aplicación de las distintas medidas propuestas, los impactos residuales a este componente se verán minimizados en las distintas etapas del Proyecto hasta su abandono, estimando un equilibrio con el desarrollo del Proyecto.

VI.3.3. Flora y fauna

El impacto residual sobre la flora será absorbido una vez que se lleve a cabo la restitución del sitio en la etapa de cierre, donde deberán contemplarse actividades de estabilización de taludes, recuperación de suelo, áreas con gran potencial de infiltración de agua, reforestaciones, entre otras, las cuales brindarán además una recuperación del hábitat para la fauna.

Otro impacto residual que se estima es la alteración de los patrones de distribución espacial y temporal de la fauna. Si bien se planean desarrollar diversas medidas de prevención, mitigación y

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).

compensación de impacto sobre el Factor fauna, está siempre se mantendrá al margen de las actividades del proyecto, es decir, el ruido, las vibraciones y sobre todo la presencia humana serán un Factor determinante en la presencia de este impacto residual, el cual será contrarrestado una vez finalizado el abandono y restitución del sitio.

Sin embargo, el impacto residual esperado se considera poco significativo, ya que se realizarán actividades de rescate y ahuyentamiento de fauna, propiciando que las especies de menor tolerancia a los disturbios puedan repoblar el sitio de manera gradual.

VI.3.4. 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 cualidad 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.

CONSULTA PÚBLICA

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En este punto 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, la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación, así como los impactos residuales del Proyecto Robbins San Antonio.

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), 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 VII, así como los impactos residuales del Proyecto, que dan lugar al escenario de medidas o E2 (escenario con Proyecto y con medidas).

Es importante recordar que el objetivo del DA-I es mostrar cartográficamente el rango de calidad que guardan los componentes ambientales actualmente dentro del Sistema Ambiental, y por ende dentro del Área de Influencia del Proyecto; plasmando de forma gráfica las áreas con mayor afectación y las que se conservan mejor. Ello se logró mediante la jerarquización de la importancia de los recursos bióticos y abióticos a través de criterios aplicados a la información geográfica de los componentes.

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 VII. 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 Sistema Ambiental, 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 el SA, principalmente en relación a las actividades agrícolas, de pastoreo, a las actividades de industriales existentes, y en cierta medida a la presión que ejerce la urbanización del SA.

En la Tabla 7. 1 se muestran los valores de calidad modificados para el escenario E0 en el SA (escenario sin Proyecto); los cuales se presentan en la Figura 7. 1.

Tabla 7. 1. Pronóstico de la calidad ambiental en el Sistema Ambiental considerando que no se ejecute el Proyecto (escenario E0)

Componente	Valor de disminución %	Peso Ponderado	Valor en la escala del DA-I (%)
	SA		SA
Atmósfera	4%	7.1	0.3
Suelo	6%	18.9	1.1
Hidrología	4%	10.7	0.4
Vegetación	6%	22.8	1.4
Fauna	5%	22.8	1.1
Paisaje y geformas	2%	9.4	0.2
Socioeconomía y Cultura	-20%	8.3	-1.7
Total			2.9%

*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.

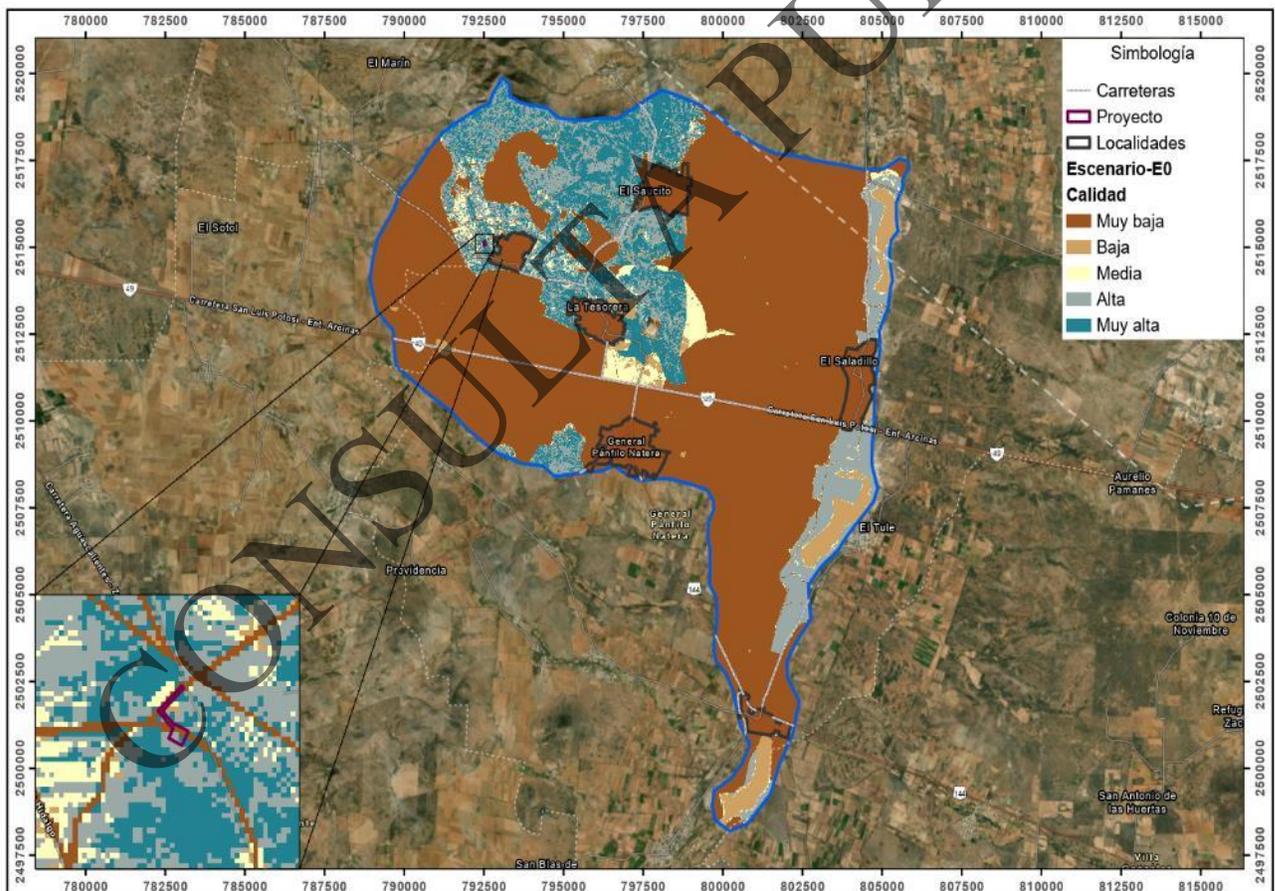


Figura 7. 1. Pronóstico del escenario sin Proyecto (E0 SA y AI)

Comparando el Diagnóstico Ambiental en el Sistema Ambiental contra el pronóstico del E0 (Anexo 7.1), las modificaciones adversas esperadas serían Bajas de forma generalizada, bajando

ligeramente en su categoría de calidad, es decir, que las áreas de categoría Muy Alta podrían bajar a Alta, mientras que las áreas de categoría Media podrían bajar a calidad Baja; aunque no sería la misma condición a lo largo de la superficie del SA, en el DA-I se aprecian áreas con calidad 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 3.5% 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 el origen de ciertas actividades antrópicas como la minería, la cual se considera seguirá desarrollándose, permitiendo el desarrollo económico de la región, aumentará el requerimiento y demanda de superficie forestal, lo que generará la disminución de la calidad ambiental.

Entre las principales actividades que se desarrollan se encuentra la agricultura, la cual se distribuye en todas las zonas de fácil accesibilidad humana; con tendencia al desarrollo, crecimiento y necesidad de mayor superficie para el desarrollo de dichas actividades.

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. Cabe destacar que las modificaciones descritas anteriormente se presentarán de forma gradual a lo largo del tiempo en el cual se realiza el presente análisis.

Para una mejor visualización del modelo de los pronósticos del escenario sin proyecto a continuación se muestra un acercamiento enfocado en el Área de Influencia.

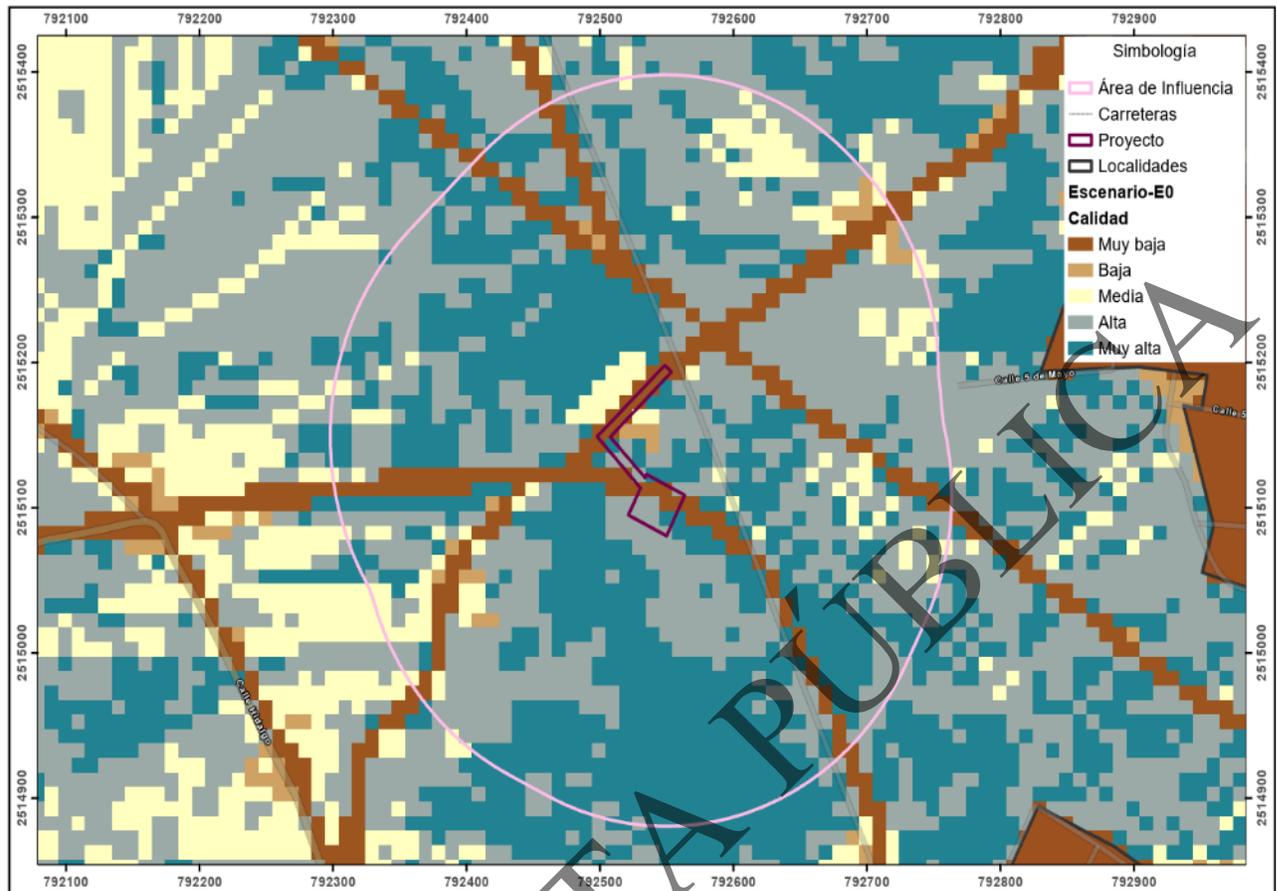


Figura 7. 2. Acercamiento al Área de Influencia del Pronóstico del escenario sin Proyecto (E0 AI)

VII.1.2. Descripción y análisis del escenario con Proyecto, sin medidas de mitigación - E1

En el supuesto de no considerar ninguna de las medidas de prevención, mitigación o compensación promovidas para la realización del Proyecto, se supondrían una serie de modificaciones en la calidad ambiental del AI. En primera instancia, se puede apreciar que la huella del Proyecto presentará una degradación puntual de la calidad ambiental, consecuencia del retiro de la cubierta vegetal y del suelo, aunada al ahuyentamiento de la fauna; sin embargo, se puede apreciar que este escenario también supondría un incremento de la calidad ambiental a nivel AI, provocado por los efectos indirectos de la operación del Proyecto.

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 Tabla 7. 2, 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 distribuirse 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 78%, y, en el Área de Influencia se reduciría en un 24%, 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. 2. 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	85%	70%	7.1	6.0	5.0
Suelo	100%	0%	18.9	18.9	0.0
Hidrología	70%	30%	10.7	7.5	3.2
Vegetación	100%	0%	22.8	22.8	0.0
Fauna	95%	65%	22.8	21.7	14.8
Paisaje y geoformas	80%	70%	9.4	7.5	6.6
Socioeconomía y Cultura	-80%	-70%	8.3	-6.6	-5.8
			Total	78%	24%

* 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 cuanto a las modificaciones adversas que se prevén en la ejecución del Proyecto sin medidas, los componentes que presentarán mayores modificaciones son Vegetación y Suelo, principalmente en la huella, en donde se espera que se realice la remoción de la vegetación y del suelo. De forma general, se espera que todos los componentes del medio físico presenten una degradación parcial.

El Escenario de impactos o E1, se muestra en la Figura 7. 3 (Anexo 7.2), en este modelo 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 Muy Baja.

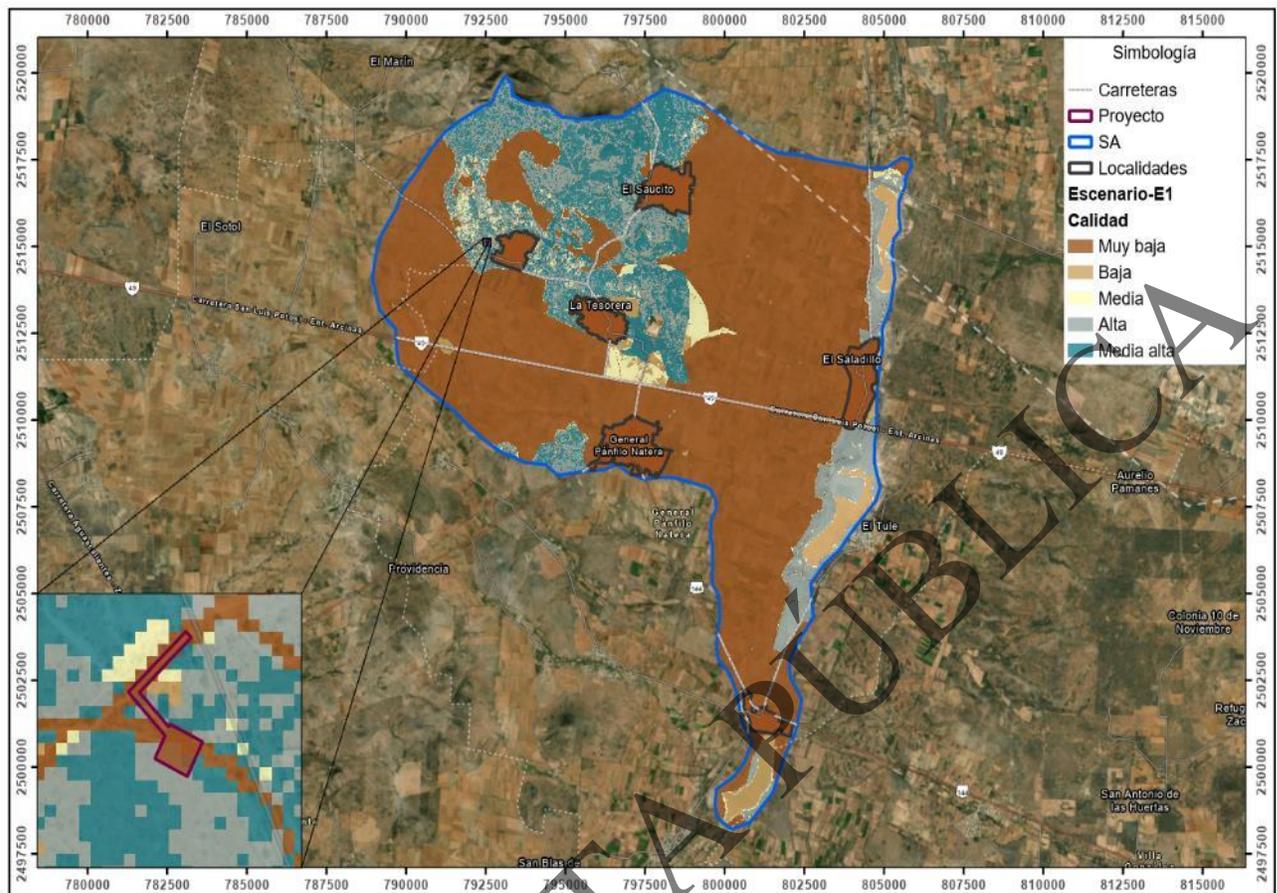


Figura 7. 3. Escenario de impactos (E1 – SA con Proyecto, sin medidas)

La afectación del Proyecto tendrá mayor relevancia en esta superficie, disminuyendo gradualmente y para el Área de Influencia se verán afectados los componentes; Fauna, Atmósfera y Paisaje, producto del ahuyentamiento que pueda existir, el ruido generado por el funcionamiento de la maquinaria y la emisión de partículas; y al Paisaje puesto que el proyecto podrá ser perceptible visualmente.

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.

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:

- 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 total de la cobertura vegetal en la superficie que lo requiera, 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 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 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, y gradualmente al 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 y pastoreo, y urbanización, 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, y dicha afectación ira disminuyendo gradualmente en el Área de Influencia. Para una mejor visualización del modelo de los pronósticos del escenario con proyecto y sin medidas a continuación se muestra un acercamiento enfocado en el Área de Influencia.

CONSULTA PÚBLICA



Figura 7. 4. Acercamiento al Área de Influencia del Pronóstico del escenario con Proyecto, sin medidas (E1 AI)

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 Tabla 7. 3 se muestran los valores estimados de disminución de la calidad de cada componente, en términos porcentuales. 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.

Durante el desarrollo del presente Proyecto y de sus actividades y medidas compensatorias como la reforestación de áreas, la conservación de suelo y agua, 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.

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. 3. Disminución porcentual de los valores de calidad del escenario actual a consecuencia del desarrollo del Proyecto con la aplicación de medidas (escenario E2)

Componente	Valor de disminución %		Peso Ponderado	Valor en la escala del DA-I (%)	
	Huella del proyecto	Área de Influencia		Huella del proyecto	Área de Influencia
Atmósfera	30%	5%	7.1	2.1	0.4
Suelo	100%	0%	18.9	18.9	0.0
Hidrología	15%	0%	10.7	1.6	0.2
Vegetación	100%	0%	22.8	22.8	0.0
Fauna	20%	5%	22.8	4.6	1.1
Paisaje y geoformas	90%	0%	9.4	8.5	0.0
Socioeconomía y Cultura	-100%	-100%	8.3	-8.3	-8.3
			Total	50%	7%

* 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.

CONSULTA PÚBLICA

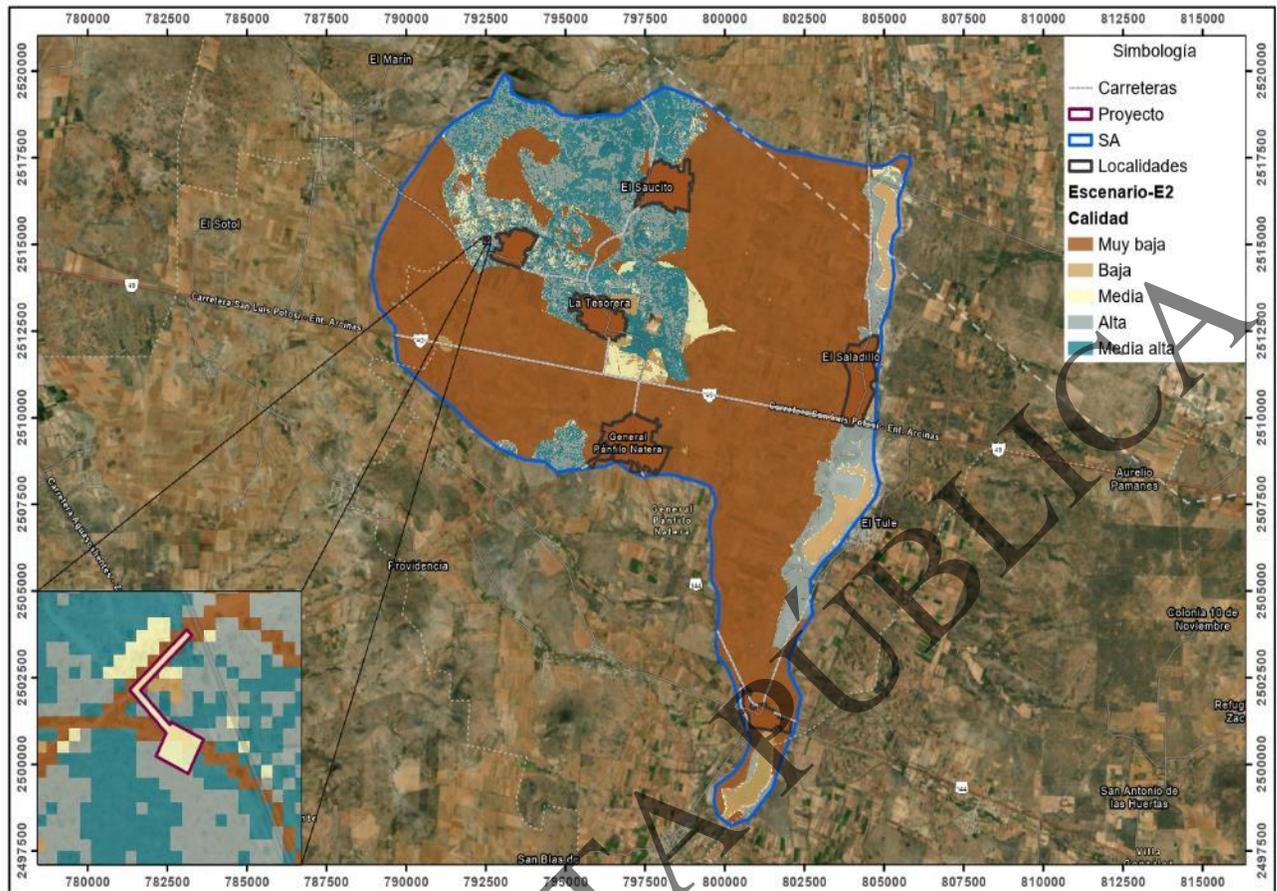


Figura 7. 5. Escenario de medidas (E2 – MCHF con Proyecto y con medidas)

Una vez evaluado el Escenario E2, se puede apreciar que la ejecución de las medidas propuestas en el Capítulo VI suponen una disminución de los efectos adversos esperados en el área de Influencia, sin embargo, no se espera que reduzcan considerablemente los impactos ya que los impactos adversos que se prevén generen el desarrollo del Proyecto son residuales de importancia moderada y compatible (ninguno de importancia severa o crítica). La disminución de los efectos adversos en la huella del Área de Influencia se prevé sobre los componentes Atmósfera, Flora, Fauna y Paisaje (Anexo 7.3).

Para una mejor visualización del modelo de los pronósticos del escenario con proyecto y sin medidas a continuación se muestra en la Figura 7. 6 un acercamiento enfocado en el Área de Influencia.



Figura 7. 6. Acercamiento al Área de Influencia del Pronóstico del escenario con Proyecto, y con medidas (E2 AI)

VII.1.4. Conclusión

Con la finalidad de facilitar un análisis comparativo de los escenarios pronosticados, en la Figura 7. 7 se muestra un mosaico de los tres escenarios modelados, enmarcados en el Sistema Ambiental del Proyecto.

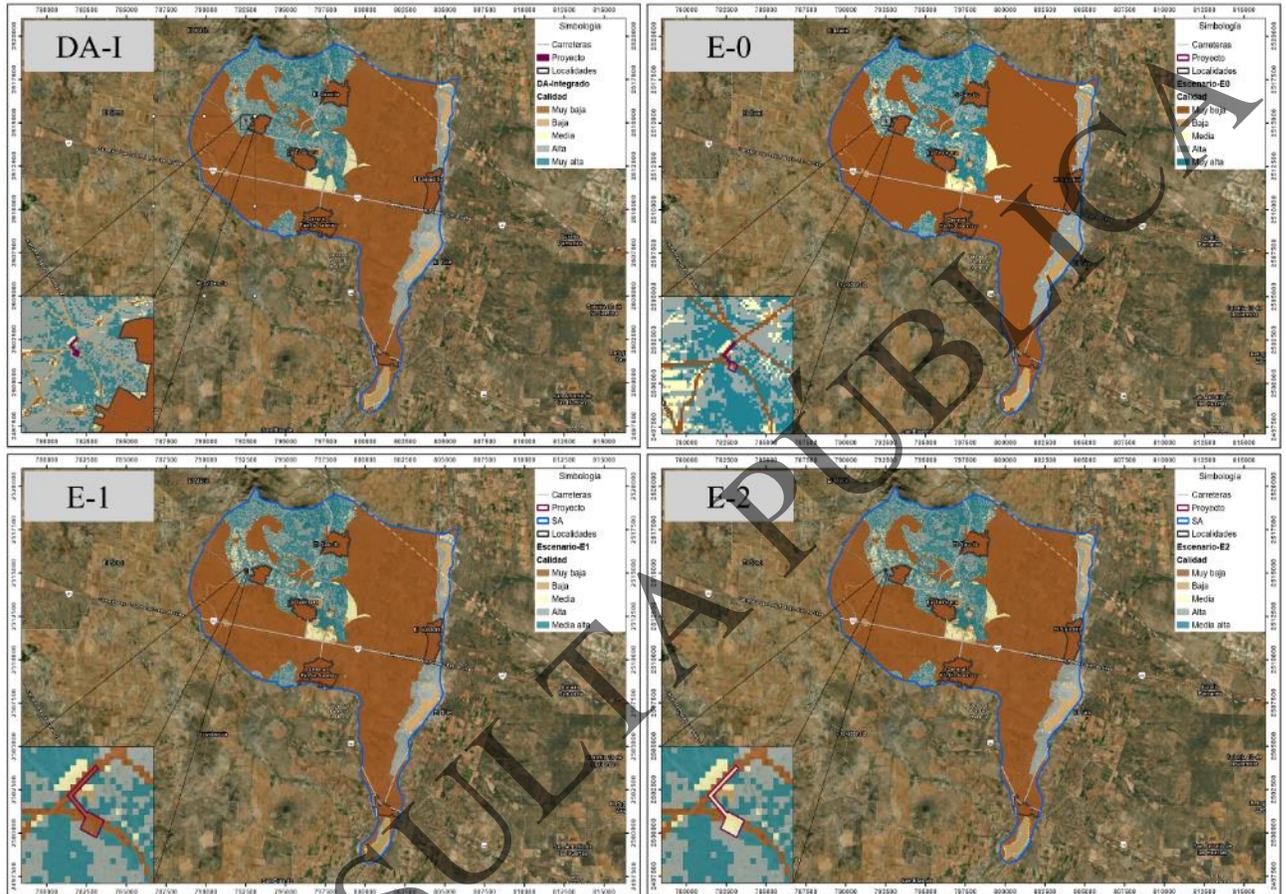


Figura 7. 7. Pronóstico de los escenarios

A partir de la comparación, y entendiendo el contexto espacial y temporal en el que pretende desarrollarse el Proyecto, así como la naturaleza de los impactos ambientales identificados, aun con la aplicación de las medidas propuestas se espera un decremento puntual de la calidad ambiental sobre la superficie del Proyecto, aunque este será ligeramente de menor magnitud que el decremento esperado para el escenario E1 (sin medidas).

En consideración a la interpretación resultado del consenso del grupo de especialistas que trabajaron en el presente Proyecto y análisis plasmado en la Figura 7. 7, a continuación, se presenta el siguiente 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 y Media, con áreas marcadas con calidad Muy Baja; sitios donde se alcanzan los menores niveles de calidad ambiental en el SA

por la realización de distintas actividades antrópicas y económicas. 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 radicalmente las condiciones naturales del ecosistema.

La calidad ambiental pronosticada en el escenario sin Proyecto (E0), demuestra un decremento a futuro de la calidad ambiental de 3.5% 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 las actividades antrópicas 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 gran parte del SA con tendencia al desarrollo, crecimiento y necesidad de mayor superficie para el desarrollo de dichas actividades, destacando también el crecimiento urbano y las actividades industriales y mineras, lo que genera la degradación física por desmonte y compactación del recurso suelo y al mismo tiempo la degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, como se presenta en la actualidad en algunas zonas del SA de acuerdo a información de usos de suelo y vegetación 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, disminuyendo gradualmente para el Área de Influencia sólo se verán afectados los componentes: fauna, esto por el ahuyentamiento que pueda existir y paisaje puesto que el Proyecto podrá ser perceptible auditiva y visualmente, Atmósfera por la dispersión de polvos furtivos y el Paisaje por la degradación gradual en la calidad visual y la continuidad paisajística incrementando el impacto visual que mantiene la zona. 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 total de la cobertura vegetal en dicha superficie, lo cual generará disminución de los servicios que presta este componente, tales como, captura de carbono, generación de oxígeno y protección al recurso suelo. Las actividades en este escenario contemplan afectaciones de manera considerable a la topografía y al paisaje, ya que la naturaleza en sí del Proyecto contempla la modificación de dichos componentes, por lo que se verá una disminución en su calidad durante la vida útil del Proyecto.

La calidad ambiental pronosticada en el escenario con Proyecto e implementación de medidas de mitigación (E2) contempla una mejoría en dicha superficie, ya que la reducción en la calidad ambiental en la huella del Proyecto será equivalente al 50% de su calidad ambiental global (incluye todos los componentes) respecto al Escenario de impactos E1; es decir, que en vez de disminuir un 78% la calidad actual con la realización del Proyecto sin medidas, se estima una disminución aproximada al 50% 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 dicho escenario se contempla de igual forma una mejora de la calidad ambiental en la superficie de Área de Influencia.

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 Vigilancia Ambiental (Anexo 6.1), 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 en a lo largo de 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 Robbins San Antonio, se desarrollaron diferentes acciones para evaluar la información ambiental del área donde se pretende realizar 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, fototampas, 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 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 8. 1, se enlistan los principales datos que se integraron al Sistema en esta fase:

Tabla 8. 1. Datos integrados al Sistema de Información Geográfica

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulo os Vinculadores
Polígonos de obras y componentes (plan maestro)	Vector	Área del proyecto	Información proporcionada por el promovente	Cap I - II
Polígonos de lotes y predios	Vector	Área del proyecto	Información proporcionada por el promovente	Cap I - II
Plano de instalaciones de abastecimiento y vías de acceso	Vector	Área del proyecto	Información proporcionada por el promovente	Cap I - II - III - IV - VII
ESRI base Imagen servidor ARCVIEW	Archivo ráster	Área del proyecto y SA	Referencia ESRI, imagen de servidor	Cap I - II - III - IV - VII, X
Imagen de dron	Archivo ráster	Local	Dron de Natural Environment S.C.	Cap I - II - III - IV - V - VII
SENTINEL	Archivo ráster	Área del proyecto y SA	Satélite Copernicus imagen 2022	Cap I - II - III - IV - V - VII
Imagen Satelital Base ESRI	Archivo ráster	Mundial y Local	Información gratuita ESRI MAPS, imágenes locales y regionales	Cap I - II - III - IV - V - VII - VIII
Topografía Base ESRI	Archivo ráster	Mundial y 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 y 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 Tin interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla)	Cap IV - VII
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 IV - VII
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 IV - VII
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	Cap IV - VII

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculantes
			modelo de corrientes y el modelo de nano cuencas y cuencas hidrológicas	
Modelo digital de elevación locales	Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente	Área del proyecto	Generados mediante Spatial Analysis por proceso de Tin interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla)	Cap IV-VII
Modelo de relieve locales	Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente	Área del proyecto	Generados mediante Spatial Analysis a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable	Cap IV-VII
Modelo de pendientes locales	Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente	Área del proyecto	Generados mediante Spatial Analysis a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable	Cap IV-VII
Modelo hidrológico local	Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente	Área del proyecto	Generados mediante Arc-Hidro a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable	Cap IV-VII
Modelo de clasificación espectral de la vegetación	Vector	Local	Generado a partir de fotografía detalla del proyecto (Pixel)	Cap IV-VII
Carta Hidrología Superficial INEGI	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1306	Datos referidos a la carta INEGI	Cap IV-VII
Carta Hidrología Subterránea INEGI	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1306	Datos referidos a la carta INEGI	Cap IV-VII
Carta Geológica INEGI	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1306	Datos referidos a la carta INEGI	Cap IV-VII
Carta Edafológica INEGI	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1306	Datos referidos a la carta INEGI	Cap IV-VII
Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie 7 INEGI	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1306	Datos referidos a la carta INEGI	Cap IV-VII
Carta de Uso Potencial INEGI	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1306	Datos referidos a la carta INEGI	Cap IV-VII
Carta de Efectos Climáticos INEGI (Mayo - Octubre)	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1306	Datos referidos a la carta INEGI	Cap IV

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculantes
Carta de Efectos Climáticos INEGI (Noviembre - Abril)	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1306	Datos referidos a la carta INEGI	Cap IV
Carta de Geológica Minera SGM	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1306	Datos referidos a la carta Servicio Geológica Mexicano	Cap IV
Carta Propiedad Mineras SGM	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1306	Datos referidos a la carta Servicio Geológica Mexicano	Cap IV
Carta Magnética SGM	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1306	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 III
Cabeceras Municipales	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap III
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 - VII
Edafología	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - VII
Escorrentamiento Medio Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - VII
Escorrentamiento Total Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - VII
Estaciones Climatológicas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - VII
Estaciones Hidrométricas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - VII
Evapotranspiración Real	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - VII
Fisionómica Estructural	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - VII
Hidrogeología	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - VII

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
Hidrografía	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - VII
Hipsometría	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - VII
Insolación Media Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - VII
Insolación Total Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - VII
Inventario Nacional Forestal Puntos de Verificación	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - VII
Lenguas Indígenas a Nivel Municipal	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - VII
Marginación a Nivel Municipal	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - VII
Precipitación Media Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - VII
Precipitación Total Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - VII
Provincias Bio-Geográficas de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - VII
Permeabilidad de Rocas y Suelos	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV
Provincias Bióticas de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV
Provincias Fisiográficas de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV
Provincias Hepetofaunísticas de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV
Rasgos de Humedad según Climas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV
Redes Carreteras	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap I - II - III - IV - VII
Regímenes de humedad en el suelo	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV
Región Terrestre Prioritaria RTP	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap III

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculantes
Región Hidrológica Prioritaria RHP	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap III
Regiones Hidrológicas Administrativas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap III
Regiones Naturales de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap III
Suelos Dominantes de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV
Temperatura Media Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - VII
Usos de Suelo y Vegetación Serie 6	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - VII
Usos de Suelo y Vegetación Serie 5 – Compuesta CONABIO	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - V
Vegetación Según Rzedowski	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto	Cap IV - V
Cuencas CONAGUA	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap III – IV - V
Cuencas CNA	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap III – IV - V
Cuencas Instituto de Geografía	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap III
Sub-Cuencas CONAGUA	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap III
Plano de Políticas de Conservación CONAFOR	Vectorial temática nacional	Nacional	Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap III
Plano de Políticas de Producción CONAFOR	Vectorial temática nacional	Nacional	Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap III
Plano de Políticas de Restauración CONAFOR	Vectorial temática nacional	Nacional	Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap III
Plano de Políticas No Aplicables CONAFOR	Vectorial temática nacional	Nacional	Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap III
Áreas Naturales Protegidas Federales CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap III

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
Áreas Naturales Protegidas Estatales CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap III
Áreas Naturales Protegidas Municipales CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap III
Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap III
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
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
Marco Geodésico Nacional	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI 2013 – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV
Uso de Suelo y Vegetación Serie 7 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 –	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculantes
Nacional Temática INEGI				
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
Sitios de Muestreo Hidrología superficial – 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
Uso Potencial – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV
Imagen LandSat	Imagen Raster	Regional	Imagen link Landsat.com	Cap III y IV
Modelo de Paisaje Geoland	Imagen Raster	Local	Generado a partir de Modelo Jeneses	Cap IV
Muestras de Vegetación	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo	Cap IV
Muestras de Suelo	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo	Cap IV
Muestras de Fauna	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo	Cap IV

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
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 F13B59 Y F13B69	Cap I - II - III - IV - VII
Poblados INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B59 Y F13B69	Cap I - II - III - IV - VII
Vías de Transportación INEGI 50,000	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B59 Y F13B69	Cap I - II - III - IV - VII
Referencia topográfica puntual INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B59 Y F13B69	Cap I - II - III - IV - VII
Instalaciones de Comunicación INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B59 Y F13B69	Cap I - II - III - IV - VII
Cementerios INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B59 Y F13B69	Cap I - II - III - IV - VII
Cuerpos de agua cercanos al área de estudio INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B59 Y F13B69	Cap I - II - III - IV - VII
Modelo de escorrentías INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B59 Y F13B69	Cap I - II - III - IV - VII
Conducción de agua INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B59 Y F13B69	Cap I - II - III - IV - VII
Topografía INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B59 Y F13B69	Cap I - II - III - IV - VII
Edificaciones Diversas puntuales INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B59 Y F13B69	Cap I - II - III - IV - VII
Hidrográficos Puntuales INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B59 Y F13B69	Cap I - II - III - IV - VII
Límites linderos INEGI Oficiales	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B59 Y F13B69	Cap I - II - III - IV - VII
Referencia Topográfica de área INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B59 Y F13B69	Cap I - II - III - IV - VII
Áreas urbanas INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B59 Y F13B69	Cap I - II - III - IV - VII

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculantes
Líneas de Conducción y Transmisión	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B59 Y F13B69	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 F1306	Cap III
Áreas de Importancia Topográfica INEGI 250,000	Vector Temática Local	Regional	Carta 250,000 INEGI Clave F1306	Cap III
Vías de conducción hidrológica INEGI 250,000	Vector Temática Local	Regional	Carta 250,000 INEGI Clave F1306	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 del 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 – Kriging	Cap IV
Modelo de Climas Mínimos	Ráster - Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriging	Cap IV
Modelo de Climas Promedio	Ráster - Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriging	Cap IV
Modelo de Precipitación	Ráster - Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriging	Cap IV
Modelo de Heladas	Ráster - Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriging	Cap IV
Zonas de Recarga Natural	Ráster - Temático	Local	Generados mediante Arc-Hydro a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable	Cap IV

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculantes
Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial	Ráster - Temático	Regional	Modelo estado de Zacatecas	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.

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 (planos y documentos) de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P) del Proyecto Robbins San Antonio.

VIII.5.1. Listado de anexos

Anexo Digital. Coordenadas y Superficies del Proyecto (AP, AI, SA) formatos *shp*, *kmz* y *xls*

Capítulo I

- **Anexo 1.1.** Copia simple del Acta Constitutiva de Arian Silver de México, S.A. de C.V.
- **Anexo 1.2.** Registro Federal de Contribuyentes de Arian Silver de México, 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.** Cédula profesional del Responsable Técnico de la Elaboración del Estudio

Capítulo II

- **Anexo 2.1.** Contrato de Usufructo Robbins - Guanajuatillo 2024
- **Anexo 2.2.** Plan Maestro del Proyecto
- **Anexo 2.3.** Localización particular del Proyecto
- **Anexo 2.4.** Ubicación del Proyecto Respecto a los predios de ocupación

Capítulo IV

- **Anexo 4.1.** Área de influencia del Proyecto
- **Anexo 4.2.** Sistema Ambiental del Proyecto
- **Anexo 4.3.** Actividades realizadas en Campo
- **Anexo 4.4.** Descripción de los perfiles edafológicos
- **Anexo 4.5.** Uso de Suelo Y Vegetación INEGI Serie VII en el SA
- **Anexo 4.6.** Clasificación Espectral de la Vegetación en SA
- **Anexo 4.7.** Reporte fotográfico de vegetación
- **Anexo 4.8.** Plano general de sitios de muestreo de vegetación del SA
- **Anexo 4.9.** Uso de Suelo Y Vegetación INEGI Serie VII en el AI
- **Anexo 4.10.** Clasificación Espectral de la Vegetación en AI
- **Anexo 4.11.** Plano general de sitios de muestreo de vegetación del AI
- **Anexo 4.12.** Uso de Suelo Y Vegetación INEGI Serie VII en el AP
- **Anexo 4.13.** Clasificación Espectral de la Vegetación en AP

- **Anexo 4.14.** Localización de las parcelas de muestreo de fauna
- **Anexo 4.15.** Reporte fotográfico de Fauna
- **Anexo 4.16.** Valor de Importancia para las Especies (VIES)
- **Anexo 4.17.** Reporte fotográfico de Paisaje
- **Anexo 4.18.** Valoración de calidad visual del paisaje
- **Anexo 4.19.** Valoración de fragilidad visual del paisaje

Capítulo V

- **Anexo 5.1.** Matriz de importancia de impactos para la etapa de preparación
- **Anexo 5.2.** Matriz de importancia de impactos para la etapa de construcción
- **Anexo 5.3.** Matriz de importancia de impactos para la etapa de operación
- **Anexo 5.4.** Matriz de valoración de impactos con factores ponderados

Capítulo VI

- **Anexo 6.1.** Programa de Vigilancia Ambiental
 - **Apéndice 1.** Plan de Reubicación y Rescate de Fauna Silvestre

Capítulo VII

- **Anexo 7.1.** Escenario E0
- **Anexo 7.2.** Escenario E1
- **Anexo 7.3.** Escenario E2

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.
- Aranda-Sanchez, M. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México (Primera Edición). (2012).
- Balleza, Cadengo, J. J. (2000). Flora del cerro de piñones, Juchipila, Zacatecas, México. México, DF.: Facultad de Agronomía.
- Bhushan, N., y Rai, K. (2004). Strategic decision making. Applying the analytic hierarchy process.
- Boarman, W. I. y M. Sazaki, 2005. A highway's road-effect for desert tortoises (*Gopherus agasazii*). *Journal of Arid Environments* 65, 94–101
- Caballero, Deloya, M. (1977). Técnicas de muestreo usadas en México en Inventarios forestales, Desarrollo histórico. *Ciencia Forestal*, 3-30.
- Calderón de Rzedowski, G. (1985). Familias. Flora fanerogámica del valle de México, 2, 77-85.
- CAMIMEX. (2013). Informe Anual. Cámara Minera de México. México D.F.
- Campbell, J. A., y W. W. Lamar. 2004. The Venomous reptiles of the Western Hemisphere. Ithaca, New York., Costock. 870 pp.
- Castillo-Sánchez, C., Turk-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.
- Ceballos, G., Arroyo-Cabrales, J., Medellín, R. A., & Domínguez-Castellanos, Y. (2005). Lista actualizada de los mamíferos de México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 9 (1), 21-71.
- 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.

- 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.
- 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/>
- Comisión Nacional Forestal. (2015). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Procedimientos de muestreo. Guadalajara, Jal, México.: CONAFOR.
- 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.
- Duellman, W. E. 1961. The Amphibians and Reptiles of Michoacán, México, University of Kansas Publications, Museum of Natural History 15 (1): 1-148.
- Duellman, W. E. 2001. The Hylid Frogs of Middle America. Revised and expanded edition. Ithaca, New York, Soc. Study. Amph. Rept. 1159 pp.
- Dunn, J y J.K Alderfer. 2017. National Geographic Field Guide to the Birds of North America, 7 editions. National Geographic Society, USA. 592 pp.
- Enríquez-Enríquez, E., Sigala-Rodríguez, J., Vacío de la Torre, M., & Martínez-Salazar Elizabeth. (2020). Flora de la Presa San Pedro y áreas adyacentes. En *La Biodiversidad en Zacatecas Estudio de Estado* (Primera edición, pp. 163-164). CONABIO.
- 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.
- Finlayson-Pitts, B., Pitts, J.N. (1986). *Atmospheric Chemistry: Fundamentals and Experimental Techniques*, J. Wiley and Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto and Singapore 1986. 1098 Seiten, Preis: £ 57.45. *Berichte der Bunsengesellschaft für physikalische Chemie*, 90: 1244-1244. Doi: 10.1002/bbpc.19860901231

- Flores-Villela, O., & García-Vázquez, U. O. (2014). Biodiversidad de reptiles en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 467-475.
- 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.
- 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.
- Gómez-Pompa, A. (1996). Three levels of conservation by local people. In F. Di Castri & T. Younès (Eds.), *Biodiversity, science and development: Towards a new partnership*. (pp. 347-356). Cambridge, UK: CAB International & International union of biological sciences.
- 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:
- 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.
- 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-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.
- H. Lamprecht. (1990). *Silvicultura en los trópicos*. Ed. GTZ
- Heimes, P. 2016. *Herpetofauna Mexicana Vol. 1. Snakes of Mexico*. Edition Chimaira. Frankfurt am Main, Germany
- Herrera Arrieta, Y. (2010). *Guía de Pastos de Zacatecas*. Zacatecas, México: Instituto Politécnico Nacional - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Howell, S.N.G. & Webb, S. 1995. *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press, USA. 1010 pp.
- <http://www.azc.uam.mx/publicaciones/alegatos/pdfs/31/34-05.pdf>

- Imaña, Encinas, J., Jiménez, Pérez, J., & Valeria, Rezende, A. (2014). Conceptos dasométricos en los inventarios fitosociológicos. Brasilia, Brasil / Linares, México: Universidad de Brasilia / Universidad Autónoma de Nuevo León.
- 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, (. (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.
- 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.
- 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.
- Köhler, G. y P. Heimes. 2002. Stachelleguane, Lebensweise, Pflege, Zucht. Herpeton, Offenbach, Germany. 174 pp.
- Lara, Raimers, E. A. (2011). Estructura y diversidad de la vegetación en una porción de la sierra El Mascarón, en el Norte de Zacatecas. Saltillo, Coahuila, México.: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Lemos-Espinal, J. A., G. R, Smith y R. Valdez-Lares. 2018. Amphibians and reptiles of Durango, Mexico. ECO Herpetological Publishing and Distribution. 414 pp.
- 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.
- López-Ortega, G., Ballesteros-Barrera, C., Acosta-Cabrera, Y., & Cervantes-Reza, F. (2020). Mamíferos. En La biodiversidad en Zacatecas estudio del Estado (Primera Edición, pp. 280-289). CONABIO.
- 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.
- Molina, F. E. (2010). Diversidad Biológica de Sonora. México, D.F: Mora- Caantúa.
- Moreno N.P. (1984). Glosario Botánico Ilustrado. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (CECSA), Xalapa.
- Moreno Ortega, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Pachuca, Hidalgo: UAEH.
- Morrone J. J. (2005). Hacia una síntesis biogeográfica de México. Revista Mexicana de biodiversidad 76: 207 – 252.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia: El País.
- Navarro-Singüenza, G., García-Trejo, E., Hernández-Alonso, G., Pérez-Valadez, N., & Rojas-Soto, O. (2019). Aves. En La biodiversidad en Zacatecas estudio del Estado (Primera Edición, pp. 252-269). CONABIO.
- Orozco, L., & Brumér, C. (2002). Inventarios forestales para bosques de latifoliados en américa central.
- Parra-Olea, G., Flores-Villela, O., & Mendoza-Almeralla, C. (2014). Biodiversidad de anfibios en México. Revista mexicana de biodiversidad, 85, 460-466.
- Parris, K.M. & Schneider, A., 2009. Impacts of traffic noise and traffic volume on birds of roadside habitats. Ecology and Society 14, 29.
- 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
- Refaeilzadeh-P, T. L. (2009). Cross-validation. Boston: Springer.
- Romin, L. A. y J. A. Bissonette, 1996. Deer-vehicle collisions: status of state monitoring activities and mitigation efforts. Wildlife Society Bulletin 24, 276–283.
- 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.
- 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.
- SEDATU, CONAVI. (2022). Identificación de peligros y recomendaciones técnicas para la cimentación “Edo. De México.
- SEDESOL (2010), Secretaría de Desarrollo Social, en: <http://www.sedesol.gob.mx/>
- SEDESOL. (2012) Atlas de Riesgos Naturales para el Municipio de Rincón de Romos, Aguascalientes, México, en: <https://docplayer.es/95009102-Atlas-de-riesgos-naturales-para-el-municipio-de-rincon-de-romos-aguascalientes-mexico-2012.html>
- 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.
- SEMARNAT. (2016). Guía para la Elaboración de Estudio Técnicos Justificativos. México: SEMARNAT.
- 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.
- SIATL (2010). Simulador de Flujos de Agua de Cuencas hidrográficas, INEGI, en: http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#

- Sigala-Rodríguez, J., Quintero-Díaz, G., Ahumada-Carrillo, I., & Carrillo-Lara, D. (2020a). Anfibios. En *La biodiversidad en Zacatecas estudio del Estado* (Primera Edición, pp. 229-234). CONABIO.
- Sigala-Rodríguez, J., Quintero-Díaz, G., Ahumada-Carrillo, I., Carbajal-Márquez, R., Enríquez-Enríquez, E., & Vacio de la Torre, M. (2020b). Reptiles. En *La biodiversidad en Zacatecas estudio del Estado* (Primera Edición, pp. 235-240). CONABIO.
- Sivinski, R. C. (1998). The genus *Cryptantha* (Boraginaceae) in New Mexico. *Botanist*, 8.
- Smith, M. H., y E. H. Taylor. 1945. An annotated checklist and key to the snakes of Mexico. *Bulletin of the U.S. National Museum* 187:1-239.
- Smith, M. H., y E. H. Taylor. 1948. An annotated checklist and key to the amphibian of Mexico. *Bulletin of the U.S. National Museum* 194:1-117.
- Smith, M. H., y E. H. Taylor. 1950. An annotated checklist and key to the reptiles of Mexico exclusive of the snakes. *Bulletin of the U.S. National Museum* 199:1-253.
- 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.
- Turrialba, Costa Rica: CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- United States of America. Springer-Verlag. 2004, pp. 15-17.
- Van der Zande, A.N., TerKeurs, W.J., Van der Weijden, W.J., 1980. The impact of roads on the densities of four bird species in an open field habitat—evidence of a longdistance effect. *Biological Conservation* 18, 299–321.
- Vázquez-Díaz, J. y G. E. Quintero-Díaz. 2005. *Anfibios y Reptiles de Aguascalientes*. CONABIO, CIEMA. Aguascalientes, México. 318 pp.
- Vibrans, H. (2009). *Malezas de México*. Recuperado el 10 de 05 de 2016, de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico>.
- Villareal, H., Álvarez, M., Cordoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Umaña, A. M. (2004).
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 559-902.

- 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.

CONSULTA PÚBLICA