

# **Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular**

**Sector Minero**

**Proyecto  
“Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2”**



**Arian Silver**  
MINA SAN JOSE

**Arian Silver de México, S.A de C.V.**

Agosto 2022

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>8</b>
I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.....	8
I.1.1. Nombre del Proyecto .....	8
I.1.2. Ubicación del Proyecto .....	8
I.1.3. Tiempo de vida útil del Proyecto .....	11
I.1.4. Presentación de la documentación legal.....	11
I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE .....	13
I.2.1. Nombre o Razón Social .....	13
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente .....	13
I.2.3. Nombre y cargo del Representante Legal .....	13
I.2.4. Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones .....	13
I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	14
I.3.1. Nombre del responsable técnico del documento de Manifestación de Impacto Ambiental .....	14
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP.....	15
I.3.3. Dirección del responsable técnico del estudio .....	15
<b>II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>16</b>
II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	16
II.1.1. Naturaleza del Proyecto .....	16
II.1.2. Selección del sitio .....	17
II.1.3. Ubicación física del Proyecto y planos de localización.....	17
II.1.4. Inversión requerida .....	18
II.1.5. Dimensiones del Proyecto .....	18
II.1.6. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias .....	20
II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos .....	22
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO .....	24
II.2.1. Programa general de trabajo .....	24
II.2.2. Preparación del sitio .....	25
II.2.3. Etapa de construcción .....	27
II.2.4. Construcción de obras asociadas o provisionales .....	35
II.2.5. Etapa de Operación y Mantenimiento .....	35
II.2.6. Etapa de abandono del sitio (post- operación).....	37
II.2.7. Utilización de explosivos.....	38
II.2.8. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera .....	38
II.2.9. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos .....	42
II.2.10. Otras fuentes de daños .....	44
<b>III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL, Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO .....</b>	<b>45</b>
III.1. INFORMACIÓN SECTORIAL.....	46
III.2. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL .....	54
III.2.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.....	54
III.2.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental .....	55
III.2.3. Ley Minera .....	56
III.2.4. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento .....	58
III.2.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR).....	60
III.2.6. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos .....	68



III.2.7. Ley General de Vida Silvestre.....	75
III.2.8. Ley General de Cambio Climático .....	77
III.2.9. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático .....	78
III.2.10. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental .....	80
III.3. VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS E INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN DEL DESARROLLO DE LA REGIÓN .....	84
III.3.1. Planes o Programas de desarrollo de la región .....	84
III.3.1.1. Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024.....	84
III.4. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO .....	90
III.4.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Zacatecas .....	96
III.4.2. Plan Estatal de Desarrollo 2022-2027 del Estado de Zacatecas (PED) .....	96
III.4.3. Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de General Pánfilo Natera (2007-2027).....	99
III.4.4. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) .....	101
III.4.5. Programa de Desarrollo Minero 2019-2024 (PRODEMÍN).....	102
III.5. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS .....	103
III.5.1. Áreas de protección y conservación de recursos .....	103
III.6. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.....	109
III.7. OTROS INSTRUMENTOS .....	112
III.7.1. Acuerdos Internacionales y Decretos en materia de Desarrollo Sustentable y Medio ambiente suscritos por México .....	112
III.7.1.1. Declaración de la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano .....	112
III.7.1.2 Carta Mundial de la Naturaleza .....	113
III.7.1.3 Declaración de Río .....	113
III.7.1.4 Agenda 21.....	114
III.7.1.5 Acuerdo de París.....	114
III.7.2. VINCULACIÓN CON TRATADOS Y CONVENIOS INTERNACIONALES .....	115
III.7.2.1. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) .....	115
III.7.2.2. Protocolo de Kioto de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático .....	116
III.7.2.3. Convención relativa a los humedales de importancia internacional (RAMSAR).....	117
III.7.2.4. Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB).....	118
III.7.2.5. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestre (CITES) .....	119

#### **IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO..... 120**

IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO (ÁREA DE INFLUENCIA).....	120
IV.2. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) .....	120
IV.3. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.....	122
IV.3.1. Medio abiótico .....	122
IV.3.1.1. Atmósfera .....	122
IV.3.1.2. Calidad del aire.....	132
IV.3.1.3. Niveles sonoros .....	144
IV.3.1.4. Velocidad y dirección del Viento .....	151
IV.3.1.5. Geología y geomorfología .....	155
IV.3.1.6. Riesgos geológicos .....	163
IV.3.1.7. Suelos .....	166
IV.3.1.8. Hidrología y Geohidrología.....	207
IV.3.2. Medio biótico .....	257
IV.3.2.1. Vegetación.....	257
IV.3.2.2. Fauna .....	335
IV.3.3. Paisaje .....	360
IV.3.3.1. Metodología de evaluación.....	360
IV.3.3.2. Unidades del Paisaje.....	365
IV.3.3.3. Calidad Visual .....	367
IV.3.3.4. Fragilidad Visual .....	369
IV.3.3.5. Cuenca Visual (Modelo de visibilidad) .....	371
IV.3.4. Medio socioeconómico .....	372

IV.4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	388
IV.4.1. Metodología para la elaboración del DA.....	388
IV.4.2. Diagnóstico Ambiental por componentes .....	397
IV.4.2.1. Atmósfera .....	397
IV.4.2.2. Suelo.....	399
IV.4.2.3. Hidrología.....	400
IV.4.2.4. Vegetación.....	401
IV.4.2.5. Fauna.....	402
IV.4.2.6. Paisaje.....	404
IV.4.2.7. Socioeconómico y Cultural .....	405
IV.4.3. Diagnóstico Ambiental Integrado .....	406
IV.4.4. Problemática ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto .....	408
<b>V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</b>	
<b>409</b>	
V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	410
V.1.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	410
V.1.1.1. Factores ambientales .....	410
V.1.1.2. Identificación de indicadores de impacto ambiental.....	412
V.1.1.3. Lista indicativa de indicadores de impacto.....	412
V.1.1.3.1. Criterios para la evaluación del impacto ambiental.....	414
V.1.1.3.2. Metodologías de evaluación del impacto ambiental empleadas.....	415
V.1.1.3.3. Actividades impactantes .....	416
V.1.1.3.4. Tipos e intensidad de las alteraciones ambientales .....	418
V.1.1.3.5. Identificación de impactos ambientales .....	420
V.1.1.3.6. Determinación de la importancia y jerarquización de los impactos ambientales .....	422
V.1.1.3.7. Valoración de impactos ambientales con ponderación de importancia de los factores ambientales .....	438
V.1.1.4. Caracterización de los impactos .....	440
V.1.1.4.1. Descripción de los impactos potenciales significativos o relevantes identificados .....	440
V.1.1.4.2. Impactos Adversos.....	441
V.1.1.4.3. Impactos benéficos .....	444
V.1.1.4.4. Impactos identificados por etapa del proyecto.....	445
V.1.1.5. Impactos acumulativos y sinérgicos .....	447
V.1.1.6. Conclusiones.....	450
<b>VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</b>	
<b>452</b>	
VI.1. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN PARA LOS IMPACTOS PRINCIPALES IDENTIFICADOS CONFORME AL PROCESO DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES (PEIA) .....	453
VI.2. IMPACTOS RESIDUALES .....	462
VI.2.1. Geomorfología .....	462
VI.2.2. Suelo.....	462
VI.2.3. Hidrología .....	463
VI.2.4. Flora y fauna .....	463
VI.2.5. Paisaje .....	463
<b>VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS</b>	
<b>464</b>	
VII.1. PRONÓSTICO DE LOS ESCENARIOS .....	465
VII.1.1. Descripción y análisis del escenario sin Proyecto – E0 .....	465
VII.1.2. Descripción y análisis del escenario con Proyecto, sin medidas de mitigación - E1 .....	469
VII.1.3. Descripción y análisis del escenario con Proyecto y las medidas de mitigación - E2.....	472
VII.1.4. Programa de vigilancia ambiental (PVA) .....	475
VII.1.5. Conclusión .....	475

**VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES..... 478**

VIII.1. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	478
VIII.1.1. Cartografía.....	487
VIII.1.2. Fotografías.....	487
VIII.1.3. Videos.....	487
VIII.2. OTROS ANEXOS .....	487
VIII.2.1. Glosario de términos.....	489
VIII.3. BIBLIOGRAFÍA .....	490

CONSULTA PÚBLICA

## ANTECEDENTES E 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 350 gramos 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 había 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. continúe con obras preparatorias para la explotación directamente.

Posteriormente se desarrolló del Proyecto “exploración y explotación de minerales para el proyecto denominado San José” autorizado en materia de impacto ambiental mediante el **Oficio No. DFZ152-203/10/1577** de fecha 28 de noviembre de 2010.

Al término de estas obras se inició la exploración y paralelamente se continuó con 1,200 m de frente sección de 4.5x5.0 m, se programaron contrapozos -ranura para minado, en un total de 8 contrapozos de 1.6x1.6 de sección y longitud de 120 m, en cada contrapozo se desarrollarán cruceros de preparación que servirán para la extracción y cargado de mineral, ocho cruceros de 4.5x50 m de sección y 20 m de longitud.

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

Posteriormente durante el año 2013 se comenzó el proyecto denominado “Planta de beneficio, presa de jales y patio de maniobras Unidad San José, Gral. Pánfilo Natera, Zacatecas” que consistió, en un circuito de quebrado, clasificación y flotación por espuma de flotación, con una capacidad de producción de 1,500 toneladas diarias y se desarrolló la construcción y operación de la ampliación a la presa de jales y tres depósitos de almacenamiento de material, obras de suma importancia para dar continuidad a la explotación y que permitieron aumentar la producción de la Planta de Beneficio, la cual aumentó la producción de 750 ton/día hasta 1,500 ton/día, este proyecto fue autorizado para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales mediante el **Oficio No. DF2152-201/13/2038** con fecha de 12 de diciembre de 2013 y en materia de impacto y riesgo ambiental mediante el **Oficio No. SGPA/DGIRA/DG/01636** con fecha de 19 de febrero de 2014.

Actualmente la Unidad Minera San José dentro de su proceso de producción, cuenta con 2 presas de almacenamiento de jales denominadas Presa No. 1 y Presa No. 2, las cuales ocupan una superficie aproximada de 12.5 ha. Estas han crecido con un proceso constructivo aguas arriba siendo la elevación promedio actual de la corona de su bordo inicial igual a 2138.00 m y 2142.00 m respectivamente. La Presa No. 1 se encuentra fuera de operación actualmente y ha crecido con 3 bordos adicionales llegando a la cota 2149.50 m. La Presa No. 2 se encuentra en operación actual con una elevación en su segundo bordo a la cota 2146.00 m y en desarrollo un nuevo bordo con cota 2149.50 m de acuerdo con el levantamiento fotogramétrico de la presa de jales proporcionado por la unidad minera; ambas presas de jales cuentan con una altura libre de bordo igual a 2.0 m.

Arian Silver de México, S.A. de C.V., proporcionó información referente a la geotecnia y análisis de estabilidad realizados por la empresa GPI para los bordos 1 al 4 en caso de Presa No. 1 y diseño de Presa No. 2 por parte de PMICSA, además esta última presentó un diseño de reforzamiento para Presa No.1, dicha información se tomó como referencia y fueron desarrolladas 2 campañas de exploración geotécnica para actualizar la caracterización mecánica de los materiales existentes, determinar la geometría del sistema de bordos, fronteras con jal y comportamiento freático (presión de poro + columnas de agua) por medio de la instalación de un sistema de instrumentación para monitoreo. La información fue organizada para la elaboración del proyecto “Presa de Jales 1-2, Expansión y Reforzamiento”, obteniendo así la capacidad máxima de jales según las condiciones actuales y la mejor opción del crecimiento de ambas presas considerando su reforzamiento.

Con la autorización de la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), la promovente continuará la operación del depósito de jales 1 y 2, con el fin de brindar el reforzamiento a las presas de jales e incrementar su vida útil para continuar con su operación, bajo la observancia del cumplimiento de términos y condicionantes que pudieran ser incluidos en la autorización de esta MIA, la cual fue realizada conforme a los requisitos incluidos en la guía de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

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 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) se denomina “**Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2**”, al que también se hará referencia como “**El Proyecto**”, el cual requiere de autorizaciones en Materia de Impacto Ambiental para una superficie de **17.8190 ha**, y actividades de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales en una superficie de **3.7806 ha**.

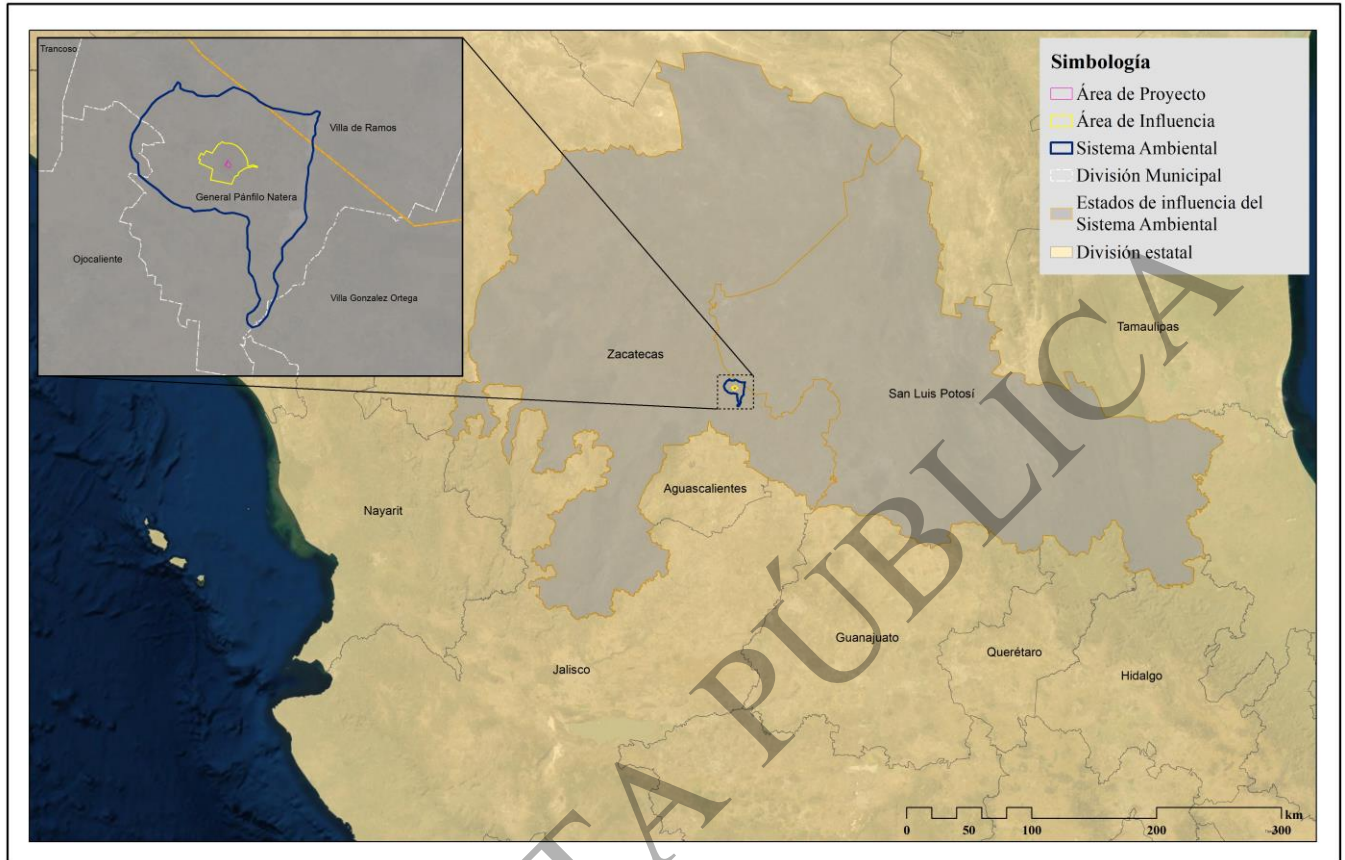
#### ***I.1.2. Ubicación del Proyecto***

El Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2 se encuentra dentro de los límites del municipio de Pánfilo Natera, con coordenadas en datum WGS84 Zona 13N, X:797767.5461, e Y: 2512697.9834 a una altura de 2,157 msnm. 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.

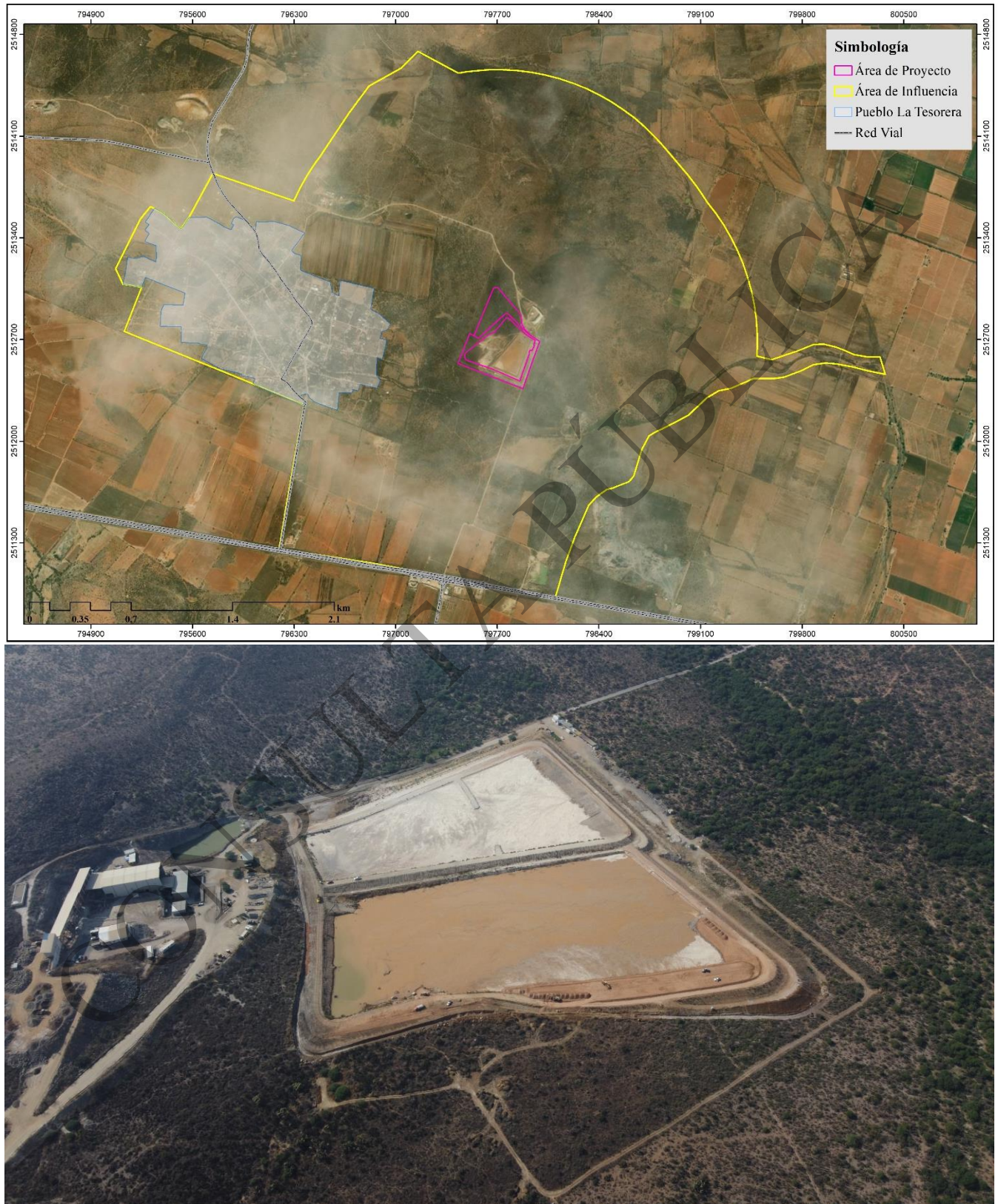
La localización particular del Proyecto y sus rutas de acceso se presentan de manera detallada en el la **Figura 1.2 y Anexo 1.1**.





**Figura 1.1. Ubicación regional del Proyecto**





**Figura 1.2. Ubicación particular del Proyecto**



### ***1.1.3. Tiempo de vida útil del Proyecto***

Las obras y actividades que se enmarcan se realizarán en un tiempo estimado de vida útil de **10 años**. Los detalles de los tiempos que serán requeridos por cada etapa y actividad del Proyecto se especifican en el apartado II.2.11 de este documento.

Posterior a las actividades realizadas durante la vida útil del Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2, al acercarse al final de su operación se realizarán actividades de restitución y cierre acotadas a las características que la autoridad competente proporcione y estas serán planteadas a la autoridad para su aprobación.

### ***1.1.4. Presentación de la documentación legal***

El desarrollo del Proyecto se llevará a cabo en su totalidad sobre terrenos que forman parte de la propiedad de Arian Silver de México, S.A. de C.V. en donde se desarrollarán las actividades solicitadas a evaluación de impacto ambiental (Figura 2.6).

En la siguiente tabla se enlistan el número de escritura de los predios sobre los que incide el Proyecto (en el **Anexo 1.2** se integra la documentación legal que sustenta la tenencia de la tierra de los predios sobre los que se ubica el Proyecto).

<b>Nombre o denominación del terreno</b>	<b>Número de escritura</b>	<b>Ubicación de referencia</b>	<b>Superficie</b>
Lote 46 "A"	693	La Zona de Fraccionamiento de la Blanca	6.00 ha
Lote 46 "B"	725	Fraccionamiento La Blanca	10.32 ha
Lote 34 "A" y 34	694	Zona de Fraccionamiento de la Blanca	24 ha
<b>Total</b>			<b>40.32</b>

A continuación, se muestra el conjunto predial propiedad de Arian Silver de México, S.A. de C.V. (Figura 1. 3) y el polígono resultante de la unión de 4 predios (sobre los que se ubica el Proyecto (Tabla 1. 1), a este polígono será señalado en este documento como "Predio" o "Conjunto Predial".



**Figura 1. 3. Ubicación del Proyecto en el conjunto Predial Propiedad de Arian Silver de México, S.A. de C.V.**

Para una mejor referencia en el **Anexo 1.3**, se muestra el plan maestro del Proyecto y a continuación, se presentan las coordenadas del polígono del conjunto predial propiedad de Arian Silver de México, S.A. de C.V. en donde se desarrollarán las obras y actividades del Proyecto.

**Tabla 1. 1. Coordenadas de ubicación del Predio**

ID	X	Y
1	797730.5331	2513324.256
2	798153.4557	2513158.157
3	797875.9536	2512362.922
4	797428.274	2512536.058

En el **Anexo 1.2** se presenta la documentación legal que avala la legal posesión del conjunto predial por parte de Arian Silver de México, S.A. de C.V.

***I.2 Datos Generales del promovente***

***I.2.1 Nombre o Razón Social***

***I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente***

***I.2.3 Nombre y cargo del Representante Legal***

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

**Tabla 1.2. Dirección para oír y/o recibir notificaciones**

**Tabla 1.3. Personas autorizadas para oír o recibir notificaciones**

CONSULTA PÚBLICA

***I.3. Responsable de la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental***

***I.3.1 Nombre del responsable técnico del documento de Manifestación de Impacto Ambiental***

Natural Environment S.C.

**Tabla 1.4. Participantes en la elaboración del estudio**

CONSULTA PÚBLICA

### *Descargo de responsabilidad*

El presente Documento de Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del "Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2", fue elaborado por Natural Environment S.C. La calidad de la información, conclusiones y estimaciones contenidas en el mismo se basan en:

- 1) La información disponible durante la elaboración del estudio
- 2) Los datos entregados por otras fuentes, incluyendo a 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 estudio***

En la Tabla 1.5 se enlistan los datos generales de la empresa responsable de la Manifestación de Impacto Ambiental.

### **Tabla 1.5. Datos de la empresa responsable del estudio**

## **II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### ***II.1. Información General del Proyecto***

#### ***II.1.1. Naturaleza del Proyecto***

El presente Proyecto consta de la reconfiguración de los bordos de contención de los depósitos de jales 1 y 2 de la Unidad San José, esto con la finalidad de aumentar su factor de seguridad para el posterior establecimiento de un bordo para el reforzamiento de estos con lo que se busca mantener en operación dichas obras prolongando su tiempo de vida útil en beneficio a las actividades mineras realizadas en el sitio.

Con estas obras de reconfiguración y sobreelevación, se busca reanudar las actividades de almacenamiento de jal en el depósito de jales 1 que hasta la fecha se encuentra en un periodo de inactividad, además de ampliar la capacidad de almacenamiento del depósito de jales 2 actualmente en operación, esto mediante la sobreelevación de este y la ampliación de su huella de ocupación al Noroeste de su ubicación actual.

Además de la reconfiguración de los depósitos de jales mediante la construcción de un bordo y sus coronas perimetrales, se pretende mejorar el sistema de captación de agua pluvial para evitar una sobrecarga de líquidos en los depósitos además de reducir el impacto al recurso hídrico mediante la preparación, construcción y operación de un nuevo canal de derivación de agua pluvial, el cual bordeará la nueva sección del depósito de jales 2 y parte del 1 para derivar el agua pluvial hacia la corriente natural que se encuentra al sur de la Unidad San José.

Para estas obras y actividades, se hará uso de los elementos ya existentes en el sitio, ya que en conjunto se podrá tener un complejo de instalaciones seguras y optimizadas para el correcto manejo y almacenamiento de jales mineros tal como hasta la fecha se ha ejecutado dentro de la Unidad San José, reduciendo a su vez los impactos ambientales derivado del uso de nuevas áreas para la ocupación de las obras.

Para la preparación, construcción y operación de las obras y actividades enmarcadas en el Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2 se requiere de una superficie total de 17.8190 ha, distribuidas en un total de 14 obras o componentes, las cuales serán ejecutadas dentro los límites de propiedad a favor de Arian Silver de México, S.A de C.V.

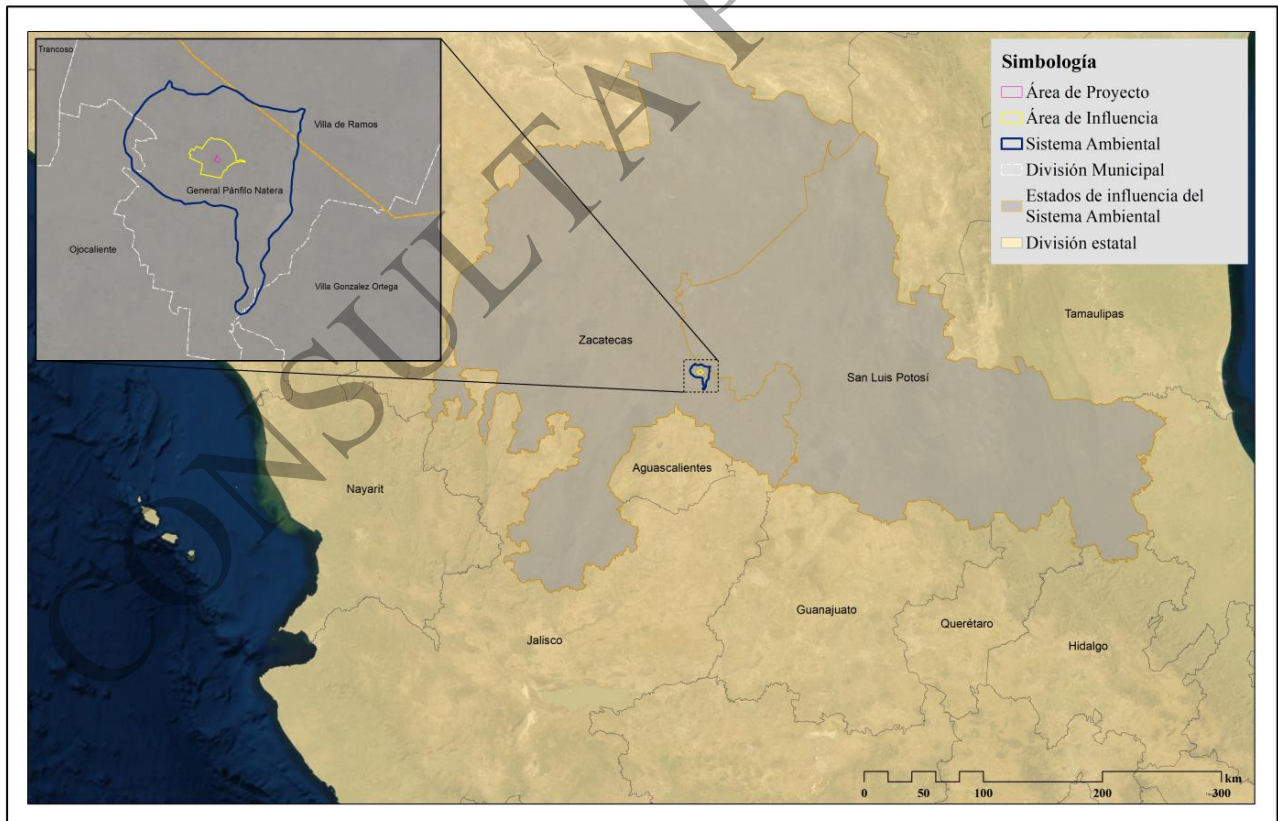


### II.1.2. Selección del sitio

### II.1.3. Ubicación física del Proyecto y planos de localización

Como parte del proceso de selección del sitio para el establecimiento del Proyecto, la promotora buscó reutilizar áreas o reacondicionar las obras existentes que comparten la misma naturaleza operativa, con ello reduciendo de manera considerable la huella de ocupación necesaria para su correcto funcionamiento, siendo esta la primera consideración para la selección del sitio del Proyecto, resultando así en el reacondicionamiento del depósito de jales 1 que se encuentra en una etapa de inactividad, el reacondicionamiento del depósito de jales 2 para que en ambos se presente una sobreelevación de su altura actual, así como la ampliación de este último en un sitio aledaño para mantener así un funcionamiento a manera de núcleo enmarcando las obras de misma naturaleza en un determinado lugar.

La huella del Proyecto se ubica en su totalidad dentro del municipio de General Pánfilo Natera en el estado de Zacatecas, al igual que el Área de Influencia y el Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto. En la siguiente Figura se presentan las áreas anteriormente mencionadas en un plano georreferenciado con la ubicación del Proyecto respecto a los límites estatales y municipales.



**Figura 2. 1. Ubicación del Proyecto respecto al municipio de General Pánfilo Natera**

#### **II.1.4. Inversión requerida**

La inversión total para el Proyecto “Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2” donde se estima en **\$17,701,827.00 MXN** (diecisiete millones setecientos un mil ochocientos veintisiete pesos), equivalentes a **\$831,852.00 USD** (ochocientos treinta y un mil ochocientos cincuenta y dos dólares americanos), considerando una paridad cambiaria de \$21.28 MXN por cada 1USD al 02 de agosto del 2022. A continuación, se muestra la inversión del Proyecto dividida por conceptos.

**Tabla 2. 1. Desglose de inversión por etapa para el Proyecto**

<b>Concepto</b>	<b>Monto M.N. y USD</b>
- Ingeniería	\$ 1,000,000.00
- Preparación del sitio	\$ 1,090,000.00
- Obra civil	\$ 15,611,827.00
<b>Total</b>	<b>\$ 17,701,827.00</b>

El monto para fines de aplicación y ejecución de maniobras de abandono serán presentados mediante el Plan de Restitución y Cierre del Proyecto.

#### **II.1.5. Dimensiones del Proyecto**

Conforme al análisis realizado para las obras o componentes necesarios para la correcta ejecución del Proyecto en la vida útil determinada, con la presente MIA se pretende obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental para un total de 14 obras en su totalidad enmarcadas para el manejo y almacenamiento de jales mineros resultado de las actividades de beneficio de minerales dentro de la Unidad San José. Para la ejecución de estas 14 obras se requiere de una superficie total de 17.8190 ha en su totalidad dentro de la propiedad de Arian Silver de México, S.A. de C.V.

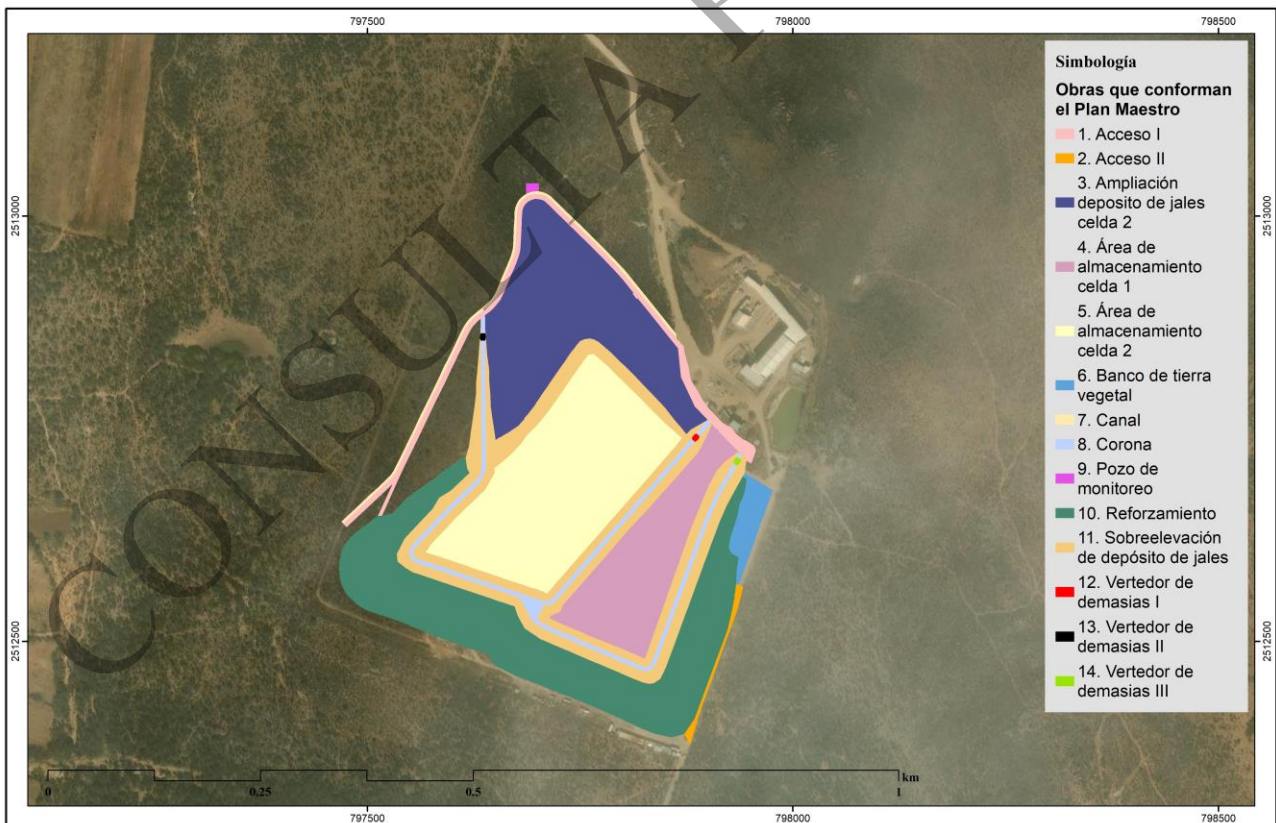
Con estos componentes y esta superficie solicitada, se pretende realizar de manera adecuada la reconformación de los bordos de contención de los depósitos de jales 1 y 2, así como la ampliación del depósito 2 y la implementación de distintas obras de apoyo como el banco de almacenamiento de suelo vegetal, un nuevo canal de derivación de agua pluvial y accesos para interconectar la totalidad de las obras entre sí.

Para una mayor comprensión de los alcances del Proyecto en sus obras, así como la superficie requerida para su ejecución, se presenta a continuación la Tabla 2. 2 con el desglose de las 14 obras y su superficie en hectáreas, así como la Figura 2. 2 con un plano georreferenciado donde se muestra la distribución de dichas obras en el contexto general de la Unidad San José.



**Tabla 2. 2. Obras y superficies enmarcadas en el Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2**

ID	Nombre	Área(m2)	Área(ha)
1	Acceso I	6287.5871	0.6288
2	Acceso II	871.3704	0.0871
3	Ampliación depósito de jales celda 2	32742.5997	3.2743
4	Área de almacenamiento celda 1	18942.0992	1.8942
5	Área de almacenamiento celda 2	38320.5224	3.8321
6	Banco de tierra vegetal	2904.0675	0.2904
7	Canal	2130.1679	0.2130
8	Corona	6187.0769	0.6187
9	Pozo de monitoreo	155.1793	0.0155
10	Reforzamiento	40306.0483	4.0306
11	Sobreelevación de depósito de jales	29179.0508	2.9179
12	Vertedor de demasías I	55.1908	0.0055
13	Vertedor de demasías II	53.7648	0.0054
14	Vertedor de demasías III	55.1907	0.0055
<b>Total</b>			<b>17.8190</b>

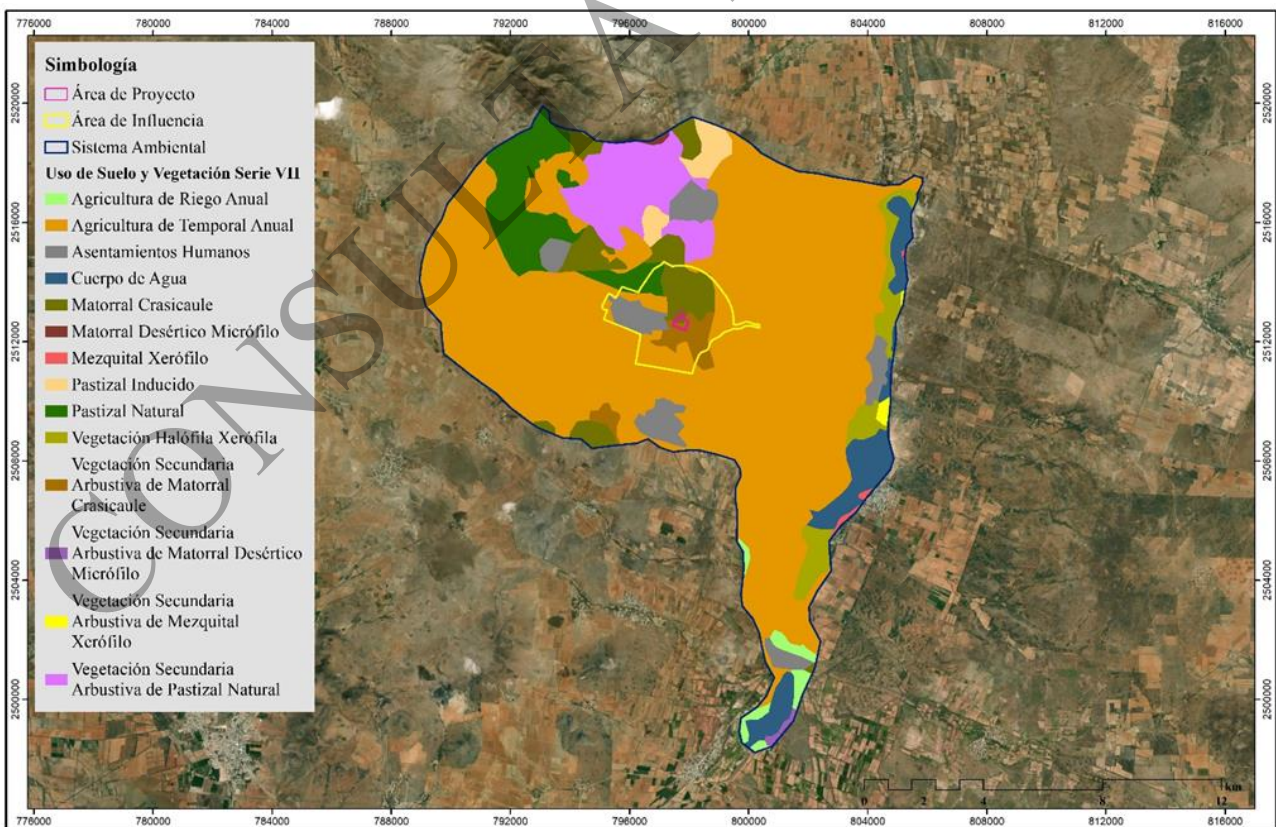


**Figura 2. 2. Plan Maestro del Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2**

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

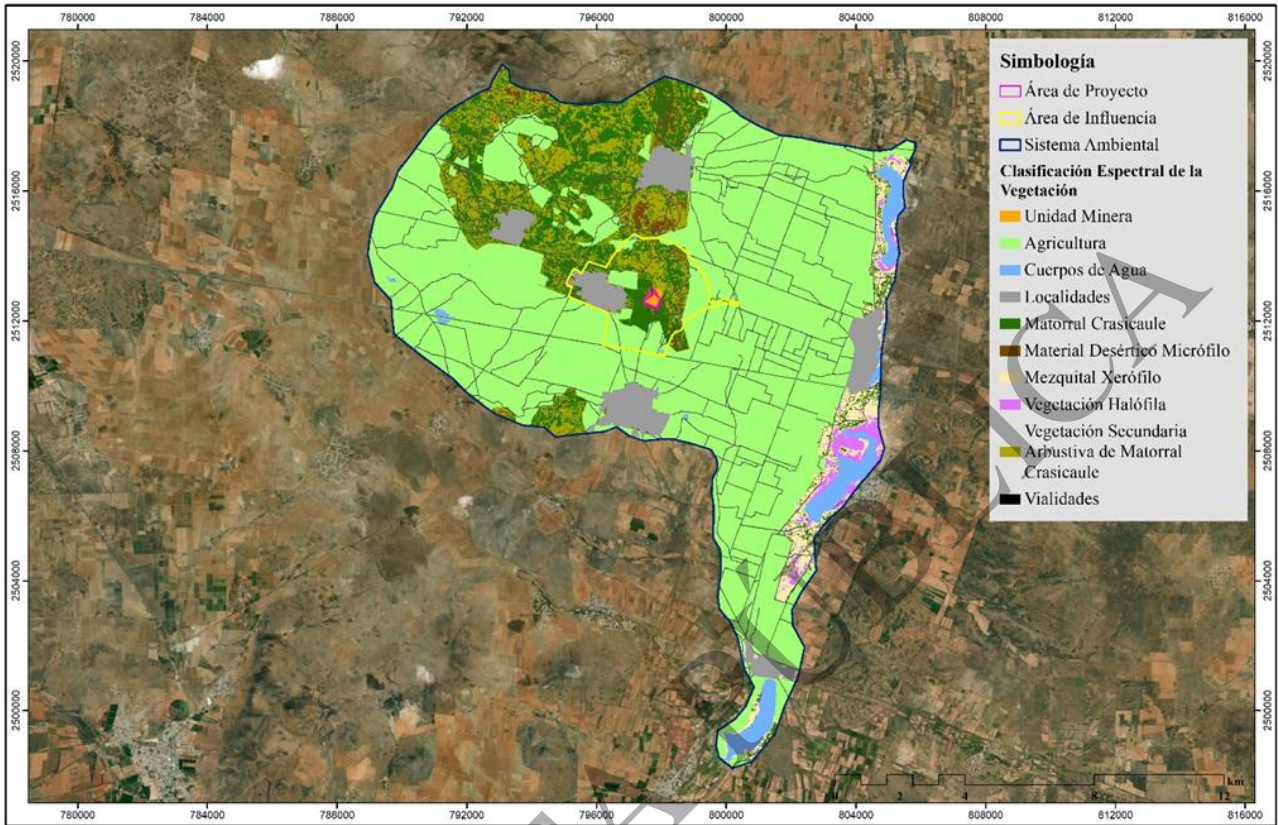
Para un análisis detallado acerca del uso del suelo en las áreas donde se pretende desarrollar el Proyecto, se consultaron primeramente los datos que ofrece el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Posteriormente, se cargó la información digital (metadatos) más actualizada al SIG del Proyecto, sobre el Uso de Suelo y Vegetación escala 1:250 000 Serie VII (Capa Unión), recuperada directamente del sitio web del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Finalmente, con el grupo que participa en la elaboración de este estudio y que estuvo presente en los trabajos de campo, se elaboró una interpretación de los usos actuales del suelo para el Sistema Ambiental del Proyecto, cuya delimitación y características se describen en el Capítulo IV de esta MIA.

De acuerdo con los metadatos con los cuales opera el SIGEIA de SEMARNAT, particularmente en lo que respecta al Uso de Suelo y Vegetación - INEGI Serie VII, los polígonos del Proyecto y sus colindancias se localizan sobre un tipo de vegetación denominado Matorral Crasicaule, Vegetación Halófila Xerófila y un uso de suelo clasificado como Asentamientos Humanos, tal como se puede apreciar en la con la zonificación de los usos de suelo según el INEGI. Mientras que en la Figura 2. 3 se muestra la clasificación de los usos de suelo y de la vegetación a partir de la clasificación espectral, los trabajos de campo y la información de la serie VII de USV de INEGI.



**Figura 2. 3. Usos de Suelo y Vegetación en el SA del Proyecto (serie VII INEGI,2018)**

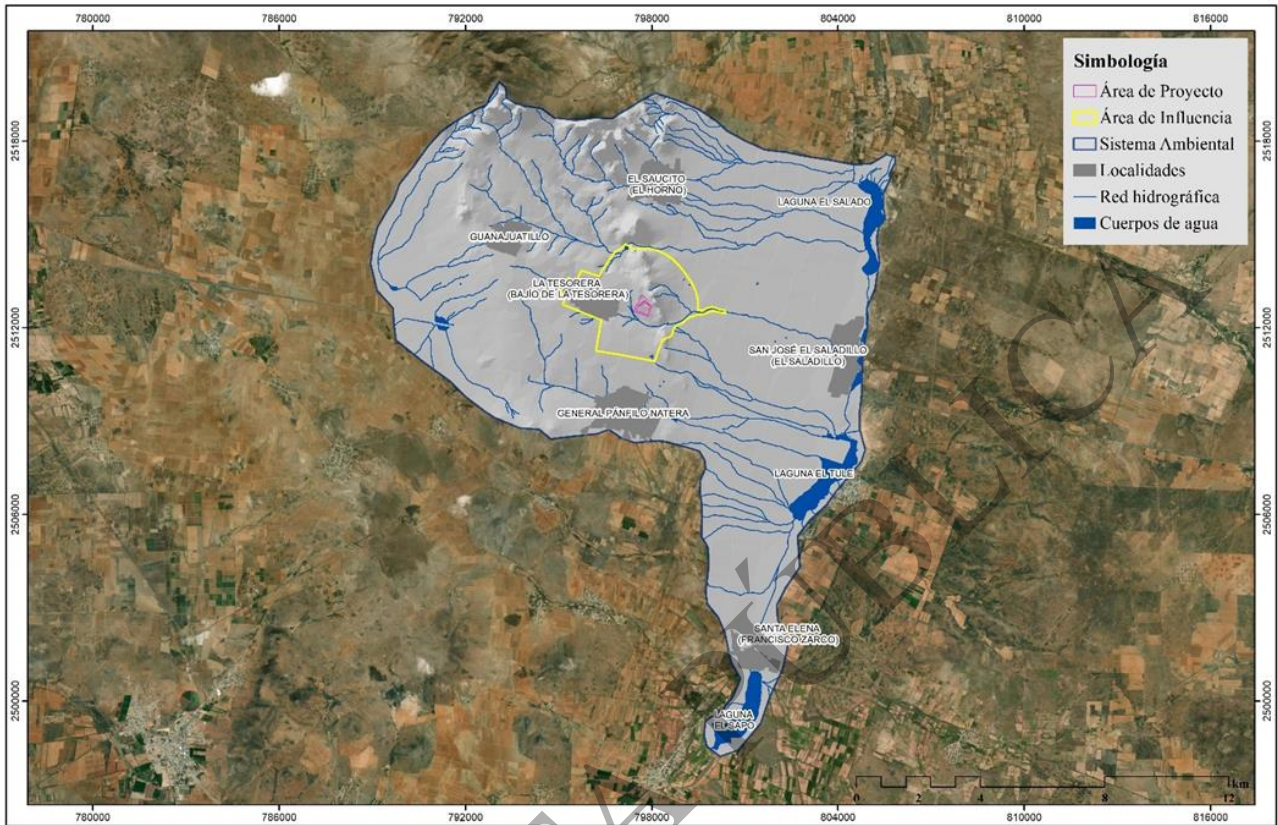




**Figura 2. 4. Usos de suelo y vegetación en el SA del Proyecto con base en el trabajo de campo y clasificación espectral**

En las zonas inmediatas al Proyecto no existe la presencia de cuerpos de agua perenes artificiales o naturales.

En la Figura 2. 5 muestra el modelo de corrientes de INEGI 1:50,000; en el cual 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 2. 5. Hidrología superficial dentro del SA del Proyecto**

### ***II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos***

El Proyecto, al tratarse de obras promovidas por la empresa Arian Silver de México, S.A. de C.V., hará uso de diversas obras y servicios con los que cuenta la Unidad Minera y que sirven de apoyo para las actividades de Mina San José.

Actualmente en la zona en donde se pretende desarrollar el Proyecto cuenta con las siguientes obras y servicios:

- Planta de beneficio
- Almacenes
- Bodegas
- Talleres de maquinaria y equipo
- Estación de servicio de combustibles
- Laboratorio
- Oficinas
- Servicios médicos
- Servicio de recolección de residuos (RSU, RME y RP)
- Comedores
- Vías de acceso
- Casetas de vigilancia



- Agua Potable
- Energía Eléctrica
- Servicios sanitarios
- Drenaje

Para contar con un mayor detalle del área destinada para el establecimiento del Proyecto en la Figura 2. 10, Figura 2. 11 y **Anexo 2.1** se presenta un reporte fotográfico con la evidencia del estado actual del sitio y sus características a principales previo al desarrollo del Proyecto.



**Figura 2. 6. Área del Proyecto y zona Industrial**



**Figura 2. 7. Estado Actual de la Infraestructura Existente (Zona Industrial)**

## ***II.2. Características Particulares del proyecto***

El Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2 consiste en la reconfiguración de los bordos de contención de dichos depósitos para aumentar su factor de seguridad y evitar afectaciones por fallas o fracturas de ambas instalaciones, así como para adecuar el área para llevar a cabo un reforzamiento tanto en el depósito de jales 1 (el cual actualmente se encuentra en una etapa de inactividad) como en el depósito de jales 2 para con ello aumentar la vida útil del almacenamiento de los residuos mineros. Además, con la adecuación del área se pretende contar con una ampliación del depósito de jales 2 en su porción noroeste conforme a las características que actualmente se presentan en el sitio, para finalmente integrar nuevas obras de apoyo como el nuevo canal de derivación de agua pluvial, accesos internos que conectarán las instalaciones y áreas de manejo como el pozo de monitoreo y el banco de tierra vegetal.

En las siguientes secciones se enfatizará y se describirá con mayor detalle las nuevas obras de mayor relevancia que pretenden construirse, mientras que se mencionarán de forma más simple las obras existentes, en virtud de que estas ya fueron construidas y por tanto solo se incluye su función en la nueva etapa operativa, basados en el principio que estas no tendrán etapa de preparación y construcción.

### ***II.2.1. Programa general de trabajo***

La planeación del Proyecto implicó la revisión de la zona en general y evaluación de la viabilidad del Proyecto, una vez definido el programa de trabajo, se procedió a la elaboración de los estudios ambientales como lo es la presente Manifestación de Impacto Ambiental, la cual requirió trabajo de campo y recopilación de información de diversas fuentes. Una vez concluido el estudio, se someterá a evaluación ante SEMARNAT para la autorización del Proyecto, y una vez obtenido el resolutivo favorable, se iniciará su ejecución. El tiempo estimado para su ejecución será de 10 años.

El cronograma que a continuación se presenta, incluye las actividades a desarrollar durante las etapas en que se pretende el desarrollo del Proyecto. Las etapas que comprende este cronograma de actividades son: Preparación, Construcción y Operación. La etapa de abandono, aunque es considerada, se tiene como tentativa, ya que próximo al final de la vida útil del Proyecto se procederá a presentar dicha información a la autoridad.

A continuación, se muestra el esquema de trabajo durante las tres etapas del Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2.

**Figura 2. 8. Programa de Trabajo del Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2**

 <b>Arian Silver</b> MINA SAN JOSE		Cronograma de Actividades "Reforzamiento y Ampliación Depósito de Jales 1 y 2"									
		Años									
Proyecto	Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Reforzamiento y ampliación del depósito de jales 1 y 2.</b>	Preparación del sitio: requiere trabajo topográfico, rescate y trasplante de especies aptas, delimitación y trazos del proyecto, remoción de la vegetación y despalme, acarreo de materiales, nivelación, compactación y reforzamiento de presa de jales 1 y 2, con material procedente del área donde se realizará el cambio de uso de suelo.										
	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, reforestación y obras de drenaje y control de erosión										

### II.2.2. Preparación del sitio

Como fue mencionado anteriormente el Proyecto se localiza en su mayoría sobre obras preexistentes por lo tanto, corresponden a superficies impactadas, por tal motivo gran parte de la superficie del Proyecto no requiere desmonte en la totalidad de su superficie.

La preparación del sitio para el desplante de la cuña de respaldo es la primera etapa del Proyecto. Se consideran diferentes actividades de preparación del sitio y es aquí donde se esperan los impactos más relevantes por la ejecución del Proyecto.

Las actividades contempladas en la etapa de preparación del sitio son las siguientes:

### *Levantamiento topográfico*

Durante el levantamiento topográfico, se ubicará físicamente en el terreno la trayectoria de los accesos, así como la ubicación exacta de cada obra.

### *Trazo y delimitación de obras*

Esta actividad tendrá como finalidad delimitar el área que haya sido autorizada para cambio de uso de suelo, y hacer distinción de la superficie que ocupará cada obra.

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

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

Estas superficies estarán delimitadas conforme a las autorizaciones en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo.

### *Desmante*

Esta actividad consiste en la remoción de la vegetación existente en las áreas que se destinen a cada obra del Proyecto solicitada a desmante 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 desmante 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 desmante 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.
- **Desmante:** 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 desmante.
- **Limpia:** consiste en la remoción de la materia vegetal fuera de las zonas de trabajo.

Los trabajos de desmante 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 desmonte se efectuarán de manera manual y mecánica, teniendo a disposición un tractor de oruga. El desmonte se hará sobre el área destinada para cada obra siempre y cuando el área haya sido autorizada para CUSTF.

Es importante destacar que durante la actividad de desmonte 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 tóxico para el medio ambiente.

### **II.2.3. Etapa de construcción**

Conforme a las características de algunas de las obras que requieren llevar a cabo actividades de construcción para poder ejecutar posteriormente una etapa de operación, en el presente apartado se presentan las características de construcción por tipo de obra conforme al plan maestro del Proyecto presentado en la sección II.1.5 del presente Capítulo, realizando la descripción de manera separada para una mejor comprensión de las obras y/o actividades a realizar.

### *Acceso I y Acceso II*

Posterior a las actividades de preparación del sitio, en la superficie que será destinada para la implementación de los dos accesos internos propuestos en las inmediaciones del Proyecto se realizarán distintas actividades para la conformación de las obras, con la finalidad de adecuar el sitio para el correcto tránsito vehicular en la zona.

Ambos accesos internos compartirán características tanto de preparación como de construcción y están interconectados de manera puntual en los límites de los depósitos de jales 1, 2 y la ampliación de la celda 2, manteniendo así un sistema de circuito cerrado con los accesos ya existentes en el sitio.

La construcción de estos accesos solamente considera el acondicionamiento del área propuesta, ya que en la mayoría de la superficie se hará uso del bordo de contención de los depósitos de jales, y en las secciones nuevas a construir, el acceso será de tepetate derivado de las actividades de preparación, sin usar otros materiales, delimitando el ancho total autorizado y haciendo los cortes y nivelación necesaria para que los vehículos ligeros y pesados que transiten en el sitio lo hagan de manera óptima y segura. Al finalizar estas adecuaciones en el sitio, los accesos se podrán considerar como adecuados para proceder a la operación de estos en la siguiente etapa del Proyecto.

### *Banco de tierra vegetal*

Esta obra corresponde a la delimitación de una superficie que será destinada para el almacenamiento de todo el suelo vegetal que será removido en la huella del Proyecto con la finalidad de

mantenerlo debidamente resguardado y prevenir así afectaciones al suelo por erosión hídrica o eólica. En este banco se irá acomodando todo el suelo rescatado de manera segura para posteriormente usarlo en las actividades de rescate, reforestación o de mantenimiento en la Unidad.

Es importante señalar que, por la naturaleza de esta obra, no se llevarán a cabo actividades de construcción de infraestructura, ya que el banco de suelo no requiere de dichas instalaciones para su correcta operación, puesto que el suelo es manejado en la huella posterior a la realización de las actividades de preparación del sitio. En esta obra, solamente se podrá hacer uso de elementos para proteger el suelo como lonas o liner de alta densidad para evitar afectaciones al suelo resguardado.

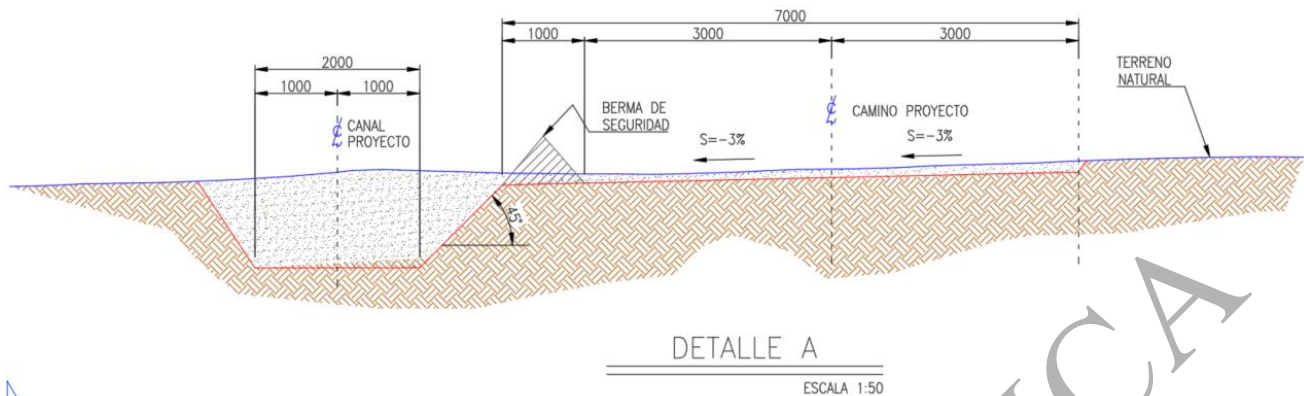
#### *Canal de derivación de agua pluvial*

Esta es la principal obra para el correcto manejo del agua pluvial que incida en el sitio del proyecto, la cual tiene como finalidad el evitar que el agua pluvial entre en contacto con los jales almacenados en los depósitos de jales de la Unidad para evitar su contaminación, además de que con este correcto manejo de agua, se evitará crear una mayor carga de contención en dichas obras, reduciendo así el peso de lo almacenado y reduciendo el riesgo por fallas conforme a los índices de seguridad determinados.

Este canal bordeará de manera principal la ampliación de la celda 2 y el depósito de jales 2 previniendo que las corrientes intermitentes que vienen aguas arriba entren en contacto con los jales, derivando la totalidad del agua hacia una corriente natural que se encuentra al Sur de la Unidad, promoviendo así el correcto manejo del agua en la zona con una derivación adecuada.

Este canal será construido de manera contigua al Acceso II solicitado en el presente Proyecto, lo cual facilitará su proceso de construcción y se podrá contar con un monitoreo constante durante su etapa de operación. Al terminar la berma que separará ambas obras, se tendrá un ancho del canal de 2 m con un ángulo de 45° de cada lado del canal, presentando una profundidad de 1 m a partir del nivel del terreno natural.

Posterior a las actividades de preparación del sitio, se realizará el corte del área conforme a las características anteriormente descritas mediante el uso de maquinaria que irá dando forma considerando los ángulos de inclinación determinados a lo largo de la huella de ocupación de la obra, para posteriormente proceder a una compactación del área que evite la infiltración del agua de manera prematura. El canal podrá presentar además adecuación de insumos como concreto o gaviones de roca, esto con la finalidad de manejar de manera más adecuada el agua hacia el desahogo en la porción sur de la Unidad, sin embargo, estas características de construcción serán determinadas durante la construcción del canal conforme a lo que determine el contratista y el área de construcción de la Unidad. La superficie total requerida para la construcción de este canal es de 0.2130 ha, y en la siguiente Figura se presenta un corte de detalle para la construcción del canal con respecto al Acceso II del Proyecto.



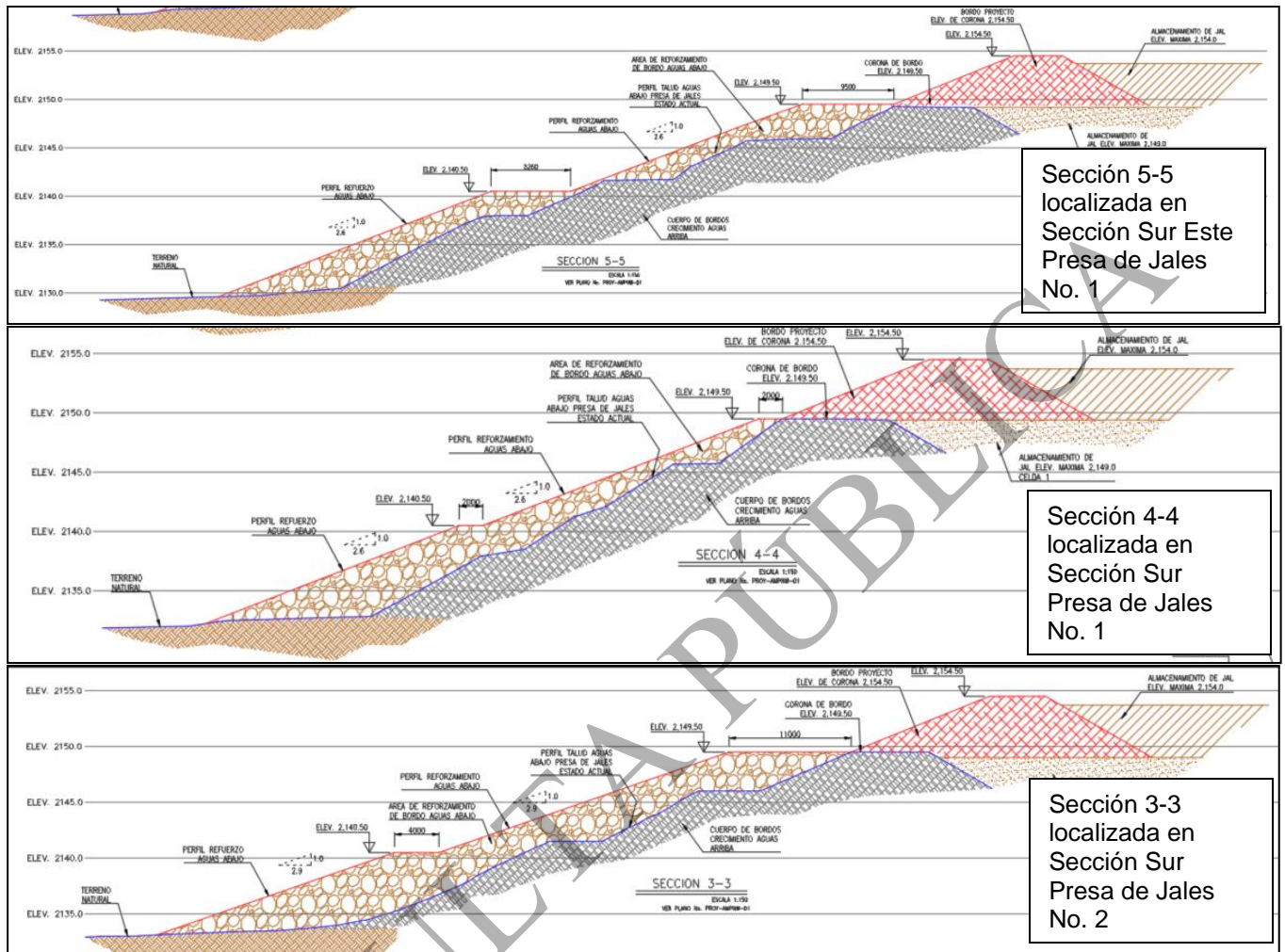
**Figura 2. 9. Detalle para construcción del canal de derivación de agua pluvial**

### *Reforzamiento de los depósitos de jales 1 y 2*

Una de las principales obras que motivan la presentación de este Proyecto corresponde al reforzamiento de los bordos de contención de los depósitos de jales existentes en la Unidad San José, ya que con ello se busca aumentar los factores de seguridad en los bordos de contención para evitar afectaciones a la zona por fallas o rupturas no controladas.

Este reforzamiento será llevado a cabo considerando la ubicación y características del bordo de contención actual de ambos depósitos, esto con la finalidad de aprovechar la mayor cantidad de superficie ya impactada y dar una renovación a la vida útil de los depósitos, por lo que el reforzamiento se lleva a cabo a partir de la distribución actual de su huella para que, partiendo de su estructura actual, se puedan realizar el movimiento de materiales de conformación como el tepetate y roca que den estabilidad al sitio.

El reforzamiento consistirá en la conformación de material de préstamo compactado de acuerdo con las especificaciones de resistencia consideradas en los análisis de estabilidad, iniciando en el pie de talud del perímetro de ambas presas de jal y avanzando por etapas hasta llegar a la cota 2154.50. De manera general considera 3 bermas, la primera a la cota 2140.50, la segunda a la cota 2149.50 y la última cota final de todo el sistema de bordos será la 2154.50, el ultimo bordo de crecimiento mantendrá una inclinación del talud aguas abajo de 22° y aguas arriba de 30° con una corona general de 5m de ancho. En zona Este, Sur Este y Sur de presa No.1 el talud mantendrá el ángulo de 21° y bermas de diferente anchura. En presa de jales No 2 el ángulo de talud será de 19°. Una vez analizadas las secciones críticas bajo condiciones estáticas y pseudoestáticas de ambas presas de jal 1-2, se ha determinado el reforzamiento necesario para llevar a cabo el crecimiento hasta la cota 2154.50, considerando la expansión hacia la cuenca noroeste, aprovechando la cuenca natural adyacente con potencial excavación hasta los 15m, evitando así la explotación de un banco externo o afectación de una nueva área.



**Figura 2. 10. Secciones esquemáticas de la reconfiguración de los depósitos de jales**

Para esta reconfiguración será necesario un estimado total de 93,000 m<sup>3</sup> de material de préstamo, principalmente tepetate, el cual será extraído directamente de la etapa de preparación del sitio del área de ampliación de depósito de jales celda 2, ya que en esta área será necesario realizar actividades de corte y nivelación del sitio en una profundidad aproximada de entre 10 y 20 m promedio para poder llegar a roca somera que propicie un mejor almacenamiento de jales, por lo que, para evitar la conformación de una tepetatera o disponer de alguna otra manera el tepetate generado de dichas actividades, la promovente dará un uso adecuado de dicho residuo utilizándolo para la conformación del bordo de reforzamiento y sus obras asociadas. Con esto, la promovente busca darle un mejor uso al residuo y no hacer uso de nuevas áreas para su almacenamiento en sitio, además de que, con la proyección del sitio el material resultado de la preparación del sitio será en su totalidad usado para la reconfiguración, dando así un mayor índice o factor de seguridad a los depósitos de jales 1 y 2, así como para la ampliación de la celda 2.

*Sobreelevación de los depósitos de jales 1 y 2, coronas y vertederos de demasías I, II y III*

Posterior a la reconfiguración de los bordos de contención de los depósitos de jales 1 y 2 para aumentar su factor de seguridad y evitar fallas en el almacenamiento de jales, la promovente buscar prolongar la vida útil de ambas obras para continuar con el almacenamiento de jales en la vida útil restante

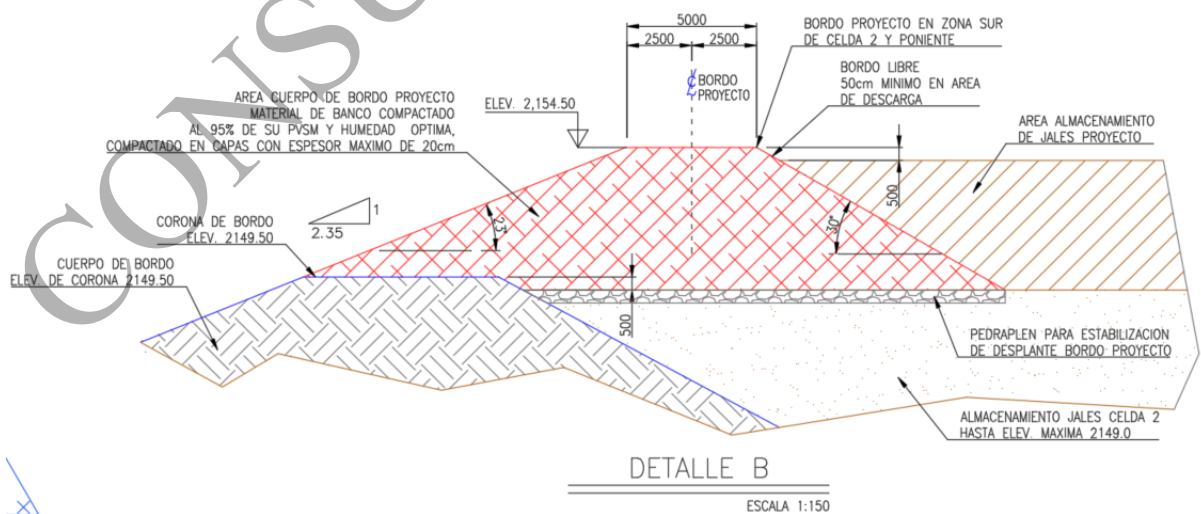


de las actividades mineras autorizadas en la Unidad San José, con la finalidad de evitar construir y operar nuevos depósitos de jales fuera de los polígonos actualmente en operación. Esta sobre elevación se dará empleando la ubicación actual de los depósitos de jales y la elevación de las cotas propuestas hasta los 2,154.50 m para con ello reactivar las operaciones en el depósito de jales 1 que hoy en día se encuentra en una etapa de inactividad, además de prolongar la vida útil de ambos depósitos.

Con esta sobre elevación a la cota antes mencionada, el depósito de jales 1 que reanudará actividades de almacenamiento tendrá una vida útil ampliada de 8 meses a partir de que se comience con el manejo de jales con una producción diaria desde la zona de beneficio de 755 toneladas por día, para contar con un almacenamiento máximo total de 168,513.81 toneladas de jales mineros.

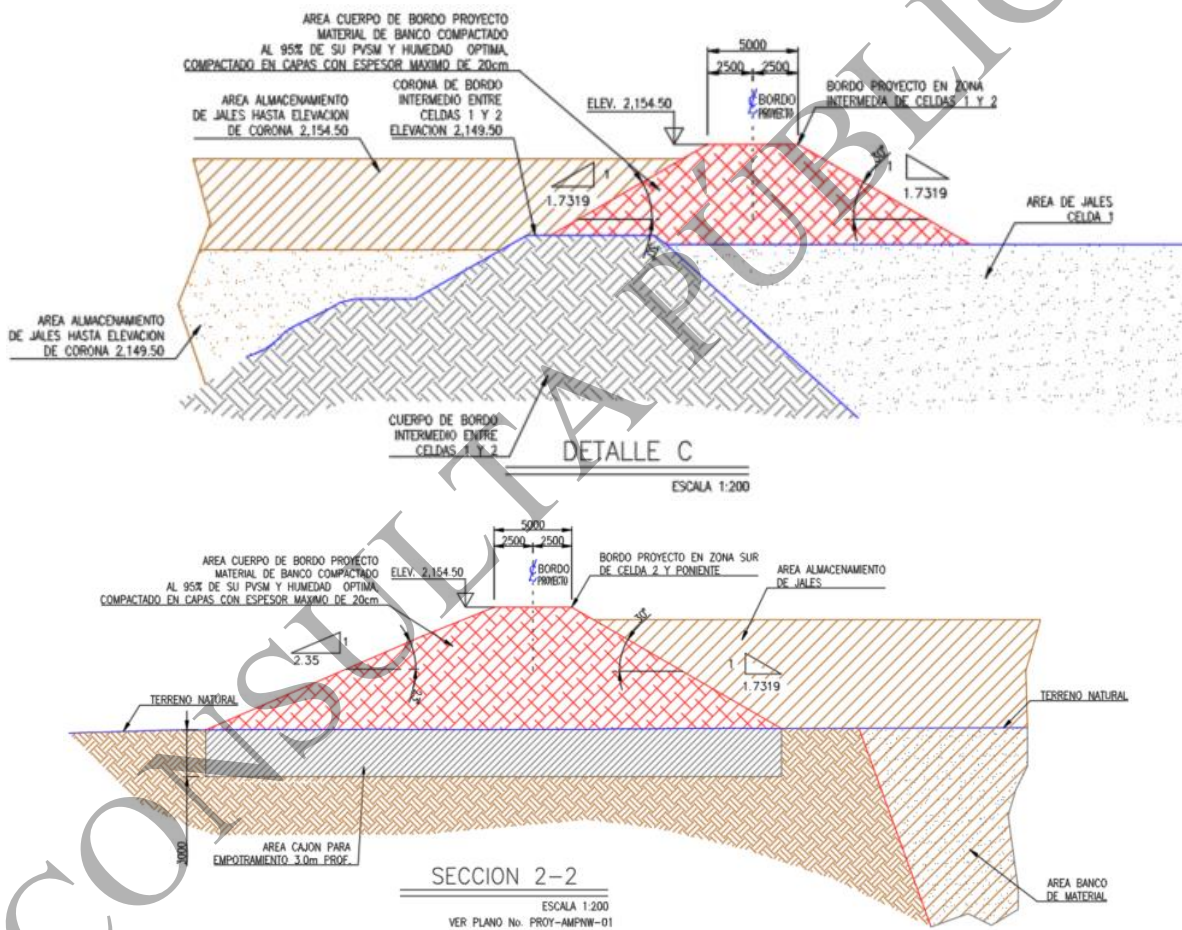
Respecto al depósito de jales 2, contando con su sobre elevación a la cota 2,154.50 conforme a las características anteriormente descritas, se estima que su vida útil sea de 30 meses aproximadamente, esto para continuar con un almacenamiento de las 755 toneladas por día provenientes de la zona de beneficio de mineral resultando en un almacenamiento total de 656,102.99 toneladas de jales mineros. Es importante señalar que, esta capacidad de almacenamiento para el depósito de jales 2 corresponde a su vez a la ampliación de la celda 2 propuesta en el presente proyecto, ya que dicha ampliación corresponde a una obra conjunta en sí que compartirá tanto bordos de almacenamiento y huella de ocupación.

Con la sobre elevación del depósito de jales 1 y 2, se acomodará el bordo que divide ambas instalaciones para poder contener el jal a lo largo del perímetro, el cual manejará una corona que podrá ser utilizada para el monitoreo de las obras por parte del personal de la Unidad. Este bordo y su corona será del mismo material de préstamo utilizado para la reconfiguración y sobre elevación de las obras con una compactación del 95% y tendrá un ancho de 5 m de lado a lado con ángulos de 30° para su correcta estabilización. El bordo poniente mantendrá un talud de 22° aguas abajo y un ángulo de 30° en el talud aguas arriba, una corona de 5m de ancho y una altura de 5.0 m, llegando a la cota final de 2154.50m. El bordo deberá ser estabilizado en la base sobre el jal del vaso con un pedraplén de al menos 50 cm o bien de acuerdo con lo que determine en campo el ingeniero a cargo de la obra.



**Figura 2. 11. Detalle Arreglo Bordo Poniente Cota 2154.50**

El bordo poniente mantendrá un talud de 22° aguas abajo y un ángulo de 30° en el talud aguas arriba, una corona de 5m de ancho y una altura de 5.0 m, llegando a la cota final de 2154.50m. El bordo deberá ser estabilizado en la base sobre el jal del vaso con un pedraplén de al menos 50 cm o bien de acuerdo con lo que determine en campo el ingeniero a cargo de la obra. El bordo intermedio considera ambos ángulos de talud aguas arriba y aguas abajo de 30°, una corona de 5.0 m y una altura de 5.0 m. Su base deberá ser estabilizada con pedraplén con al menos 50 cm. El bordo poniente en contacto con el terreno natural considera un empotramiento mínimo de 3m en profundidad, un ángulo en el talud aguas abajo de 23° y un ángulo de talud aguas arriba de 30°, una altura variable a lo largo de su dirección cóncava desde la esquina suroeste y al extremo suroeste donde se empotrará en el terreno natural en al menos 3m y una corona de 5m.



**Figura 2. 12. Detalle Arreglo Bordo intermedio entre Presa 1 y 2 Cota 2154.50 y Sección localizada en Sección Bordo Poniente Expansión Presa de Jales 2**

En estas coronas a lo largo de ambos depósitos de jales 1 y 2 se prepararán y construirán un total de 3 vertederos de demasías en las porciones aguas arriba de las instalaciones con la finalidad de contar con un mejor manejo de los jales y el agua en la zona, evitando sobrecargas de líquidos propiciando un buen desahogo de elementos. Estos vertederos de demasías serán construidos a base de materiales como

roca y gaviones para su adecuada forma, abarcando cada uno una superficie de 0.0055 ha conforme al plan maestro determinado para el proyecto en las secciones de la corona del proyecto.

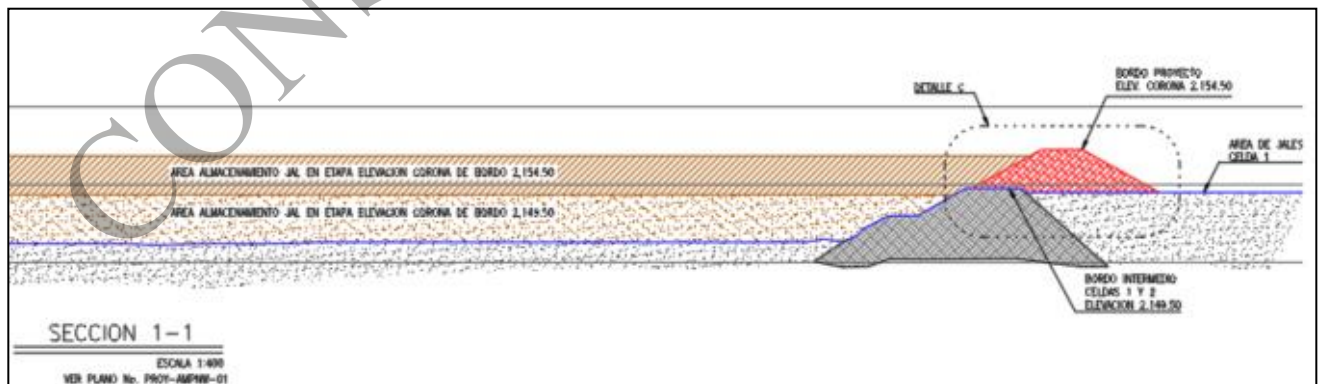
### Ampliación de depósito de jales celda 2

Finalmente, la siguiente obra que requiere de la adecuación del terreno para su correcta operación corresponde a la ampliación del depósito de jales 2, con la cual se pretende continuar con la operación de dicho depósito por el tiempo de vida útil determinado por los distintos análisis de factibilidad y estabilidad.

Esta ampliación será realizada en la porción Noroeste del depósito de jales 2 de manera contigua, para lo cual se realizará una adecuación del terreno conforme a la excavación de la huella propuesta, que, conforme a los muestreos y exploraciones del terreno, será de aproximadamente 15 m de profundidad para llegar a elementos que prevengan la infiltración de los jales mineros almacenados más adelante. Es durante estas actividades que se obtendrán elementos como tepetate resultado de los cortes y extracción, el cual será utilizado de manera adecuada para el reforzamiento y sobre elevación de los depósitos de jales. En conjunto al depósito de jales 2, se tendrá una elevación máxima de la corona a la cota 2,154.50 con un almacenamiento total combinado de 656,102.99 toneladas y una vida útil combinada de 30 meses, como se presenta en la siguiente Tabla.

TABLA DE VOLUMETRIA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO CELDA 2 Y AMPLIACION NW		
ELEVACION DE CORONA BERMA	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO (TON)	VIDA UTIL ACUMULADA PROD. DE PLANTA 755 TMPD (MESES)
2154.50	656,102.99	28.57

En la siguiente Figura se presenta un corte esquemático de la proyección estimada para la ampliación del depósito de jales 2 conforme a las características antes mencionadas, partiendo del bordo propuesto hacia los límites norte y oeste, porciones en las que se encontrará de manera contigua al nuevo Acceso interno propuesto y el nuevo canal de derivación de agua pluvial sugerido y propuesto en el presente Proyecto.



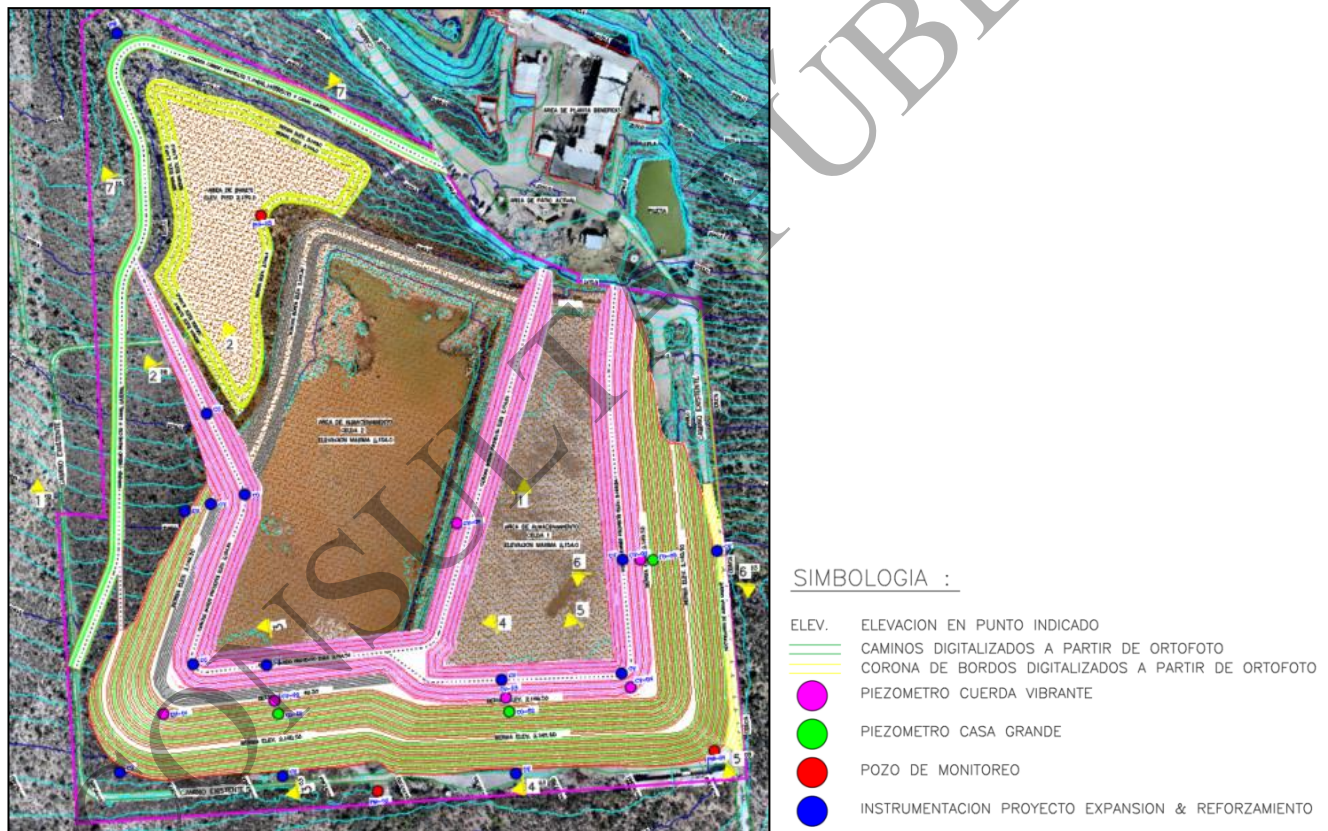
**Figura 2. 13. Sección de ampliación del depósito de jales 2**



*Sistema de recuperación de agua e instrumentación de monitoreo*

Conforme a la reconformación de los depósitos de jales 1 y 2 y su sobreelevación, así como a la ampliación de la celda 2, se seguirá llevando a cabo el sistema de recuperación de agua para su reutilización en el proceso de beneficio de la Unidad San José, el cual es a través de una bomba montada sobre una balsa, que permite que este flote sobre el nivel de agua dentro de la presa, logrando mediante este sistema la extracción del agua producto de la recuperación de los jales, así como el agua proveniente de precipitaciones.

La instrumentación de monitoreo para el proyecto de expansión y reforzamiento considera la instalación de 9 piezómetros tipo cuerda vibrante, 4 piezómetros tipo Casagrande y el reemplazo del Pozo de Monitoreo Aguas Arriba. Los piezómetros CV y CG serán distribuidos en las secciones de análisis críticas. Para mayor referencia ver la siguiente Figura:



**Figura 2. 14. Sistema de monitoreo del Proyecto**

Además de este sistema de monitoreo, con el presente Proyecto se propone construir un pozo de monitoreo en la porción norte de la ampliación de la celda 2, el cual será debidamente señalado y delimitado para evitar afectaciones a la hidrología subterránea, ya que al tener un sistema de monitoreo aguas arriba se puede realizar un comparativa constante para corroborar de la correcta operación de ambos depósitos de jales 1 y 2 así como su ampliación. Para este pozo se propone adecuar una superficie total de 0.0155 ha en su totalidad enmarcada en el Proyecto.



#### ***II.2.4. Construcción de obras asociadas o provisionales***

Conforme a la planeación del Proyecto, durante sus distintas etapas de preparación del sitio, construcción y operación, no será necesario desarrollar obras denominadas como asociadas y provisionales, ya que, las demás obras e instalaciones que serán utilizadas durante la vida útil del Proyecto son las ya existentes en la Unidad San José, tales como campamento, comedores, bodegas, talleres, entre otros. Además, la totalidad de las obras comprendidas y solicitadas en el Proyecto se consideran como permanentes durante la vida útil del mismo, por lo que no se presentarán obras provisionales.

#### ***II.2.5. Etapa de Operación y Mantenimiento***

Durante la etapa de operación, se realizará la descarga de los jales mineros derivados del proceso de beneficio de minerales en la zona industrial de la Unidad San José, proceso el cual será realizado igual a como se realiza hoy el día el llenado del depósito de jales 2, enviando los jales de manera controlada y medida para poder conformar el vaso del depósito de manera segura y estable.

La etapa de operación del Proyecto no será ajena a las demás actividades que hoy en día se realizan dentro de la Unidad, ya que al iniciar operaciones las obras y actividades se apegarán a los lineamientos de seguridad y de operación establecidos por Arian Silver de México, S.A. de C.V., promoviendo así que se tenga un desarrollo de obras y actividades homogéneo y óptimo.

A la par del llenado de los depósitos de jales 1 y 2, así como la adecuación y manejo de jales en la ampliación de la celda 2, lo cual es importante señalar que será siempre realizado conforme a los parámetros y determinaciones establecidas en los numerales de la NOM-141-SEMARNAT-2003, se realizará la operación de los distintos elementos o componentes del Proyecto como los vertederos de demasías en caso de emergencias, las coronas y accesos propuestos para la inspección y mantenimiento de las obras, así como el sistema de monitoreo propuesto dentro y fuera de la huella de ocupación de los jales almacenados, ya que este sistema de monitoreo presentará operaciones constantes y programadas para verificar que el sitio se encuentra estable además de que no presenta infiltraciones o afectaciones a la hidrología superficial y/o subterránea.

Es en esta etapa además en la que se realizará el sistema de gestión y recuperación del agua existente en los distintos depósitos de jales en operación, ya que, para utilizar de mejor manera el agua de proceso y minimizar la cantidad a usar durante el proceso de beneficio, la promotora recupera el agua que se conjunta en el espejo de los depósitos mediante un sistema de balsas con el cual se extrae el agua y se envía a la zona de beneficio para que pueda ser reutilizada en el proceso de beneficio de minerales, reduciendo así la cantidad de agua fresca necesaria para su desarrollo.

Parte de esta etapa de operación conlleva a la par un programa de mantenimiento tanto a las obras del Proyecto como a los insumos o maquinaria a utilizar durante su desarrollo con la finalidad de prevenir afectaciones que pueden ser fácilmente evitables o para corroborar que la operación del Proyecto se esté llevando a cabo conforme a los criterios de la NOM-141-SEMARNAT-2003 y de los lineamientos internos de la Unidad San José, lo cual se puede resumir de la siguiente manera:

### ***Mantenimiento general***

Durante la construcción del crecimiento del depósito de jales se deberá dar mantenimiento periódico a cada una de las obras que la conforman, en especial a la estabilidad de los bordos y todas las obras hidráulicas (canal de desvío, etc.).

Es importante que los accesos y camino perimetral se mantengan en buen estado libres de cualquier elemento que obstruya el libre tránsito.

### ***Mantenimiento de vehículos y maquinaria***

Puesto que para el desarrollo de las distintas actividades tanto de la etapa de preparación, construcción y operación requerirán el uso de maquinaria y equipo especializado que facilite las labores en el sitio el uso constante se genera un desgaste en toda la maquinaria se requerirá seguir estrictamente el programa de revisión y mantenimiento de la maquinaria interno de la Unidad, para que todo el equipo funcione y trabaje en óptimas condiciones y así agilizar el desarrollo del Proyecto, dicho mantenimiento se puede clasificar en los siguientes tipos:

#### **a. Mantenimiento preventivo**

Tiene como objetivo evitar las fallas en equipos, mejorando la calidad y continuidad en su operación, y es consecuencia de las inspecciones programadas. Este deberá realizarse antes de iniciar actividades en cada uno de los turnos de trabajo.

El mantenimiento que la maquinaria recibirá en campo consistirá básicamente en la aplicación continua de grasas a las partes mecánicas y cambios de aceite.

#### **b. Mantenimiento correctivo**

Es el que se realiza en caso de presentarse alguna falla durante la operación. Este tipo de mantenimiento no es deseable, ya que afecta la productividad de los equipos. En caso de ser necesario dar mantenimiento a profundidad por fallas mecánicas severas, este deberá realizarse en el taller especializado, fuera del sitio del proyecto, con el fin de disminuir riesgos por derrames a los suelos o de cualquier tipo.

#### **c. Mantenimiento predictivo**

Tiene la finalidad de combinar las ventajas de los dos tipos de mantenimiento anteriores, para lograr el mismo tiempo de operación y eliminar el trabajo innecesario. Lo cual exige mejores técnicas de inspección y medición para determinar las condiciones de los equipos, con un control más riguroso que permita la planeación correcta y efectuar las inspecciones y pruebas necesarias.

Adicionalmente al mantenimiento programado para la maquinaria y equipo, al final del turno se deberá hacer una revisión rápida, con el fin de detectar anomalías, fugas de combustible o lubricantes, siempre contando con las medidas de seguridad necesarias para evitar derrames en suelo natural o contaminación de escorrentías por cualquier tipo de sustancia, siguiendo siempre las medidas de seguridad

pertinentes para resguardar la seguridad de los trabajadores. Se exigirá llevar este lineamiento al pie de la letra, tanto al supervisor como a los encargados de área y sus ayudantes. En caso de que la maquinaria requiriera algún tipo de reparación más profunda y/o especializada fuera del tiempo programado por el programa de mantenimiento, ésta se llevará a cabo exclusivamente en un taller autorizado que cuente con todas las medidas señaladas por la autoridad competente en la materia, nunca en un área provisional.

### ***Inspección visual y vigilancia***

Los procedimientos de vigilancia tienen como objetivo mantener al depósito de jales en condiciones seguras de estabilidad y se refieren a prácticas que permitan prevenir cualquier incidente que influya en el comportamiento del depósito de jales. Lo anterior está relacionado con la inspección y el seguimiento de la recopilación de datos de forma cualitativa (inspección visual) y cuantitativa (instrumentación). Cabe mencionar que su seguimiento se debe realizar con la documentación, el análisis y la comunicación oportuna de los resultados de la vigilancia, con el objetivo de verificar el desempeño, así como el cumplimiento de controles críticos y la gestión de riesgos (MAC,2019).

Se realizarán inspecciones regulares de las condiciones de los taludes del depósito, forma parte indispensable del programa de vigilancia ambiental (PVA).

Durante la inspección visual se deberá poner atención a casos especiales como los que se mencionan a continuación.

- Presencia de grietas paralelas o transversales a la corona del depósito, así como también la presencia de estas en los taludes.
- Presencia de grietas en el suelo al pie de talud y algún visible desplazamiento (horizontal o vertical).
- Hundimiento visible en la corona o hinchamiento en el pie del talud.
- Aparición de manchas de agua en el cuerpo del talud, en las que se observen filtraciones y que éstas tengan arrastre de finos.

Dentro de la lista anterior se menciona el asentamiento de la corona y el hinchamiento en el pie del talud. Además de la inspección visual, se puede hacer uso del registro de desplazamientos de las referencias superficiales. La combinación de los reportes generados de los desplazamientos superficiales y la inspección visual pueden aportar a la predicción de movimientos no favorables en el cuerpo del depósito, esto permite generar acciones de prevención y remediación antes de que ocurra una falla.

En cuanto a grietas, se deberán tomar sus coordenadas y se medirán sus dimensiones, así como de un registro fotográfico y un reporte.

### ***II.2.6. Etapa de abandono del sitio (post- operación)***

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 posteriores a la operación que se realizará en el sitio para un cierre o restitución del área, tales como rescate de suelo y reforestación, reubicación de fauna, entre otros.

Durante la etapa de abandono y una vez que hayan transcurrido el tiempo de operación en el depósito de jales, se prepararán los taludes, colocando material de préstamo grueso (fragmentos de roca) con el fin de evitar la erosión eólica y pluvial. Se deberá construir un bordo de cierre de tal forma que se tenga un bordo libre de 2 m, para evitar escurrimientos y arrastre de partículas sobre los taludes aguas abajo.

En la zona del vaso, una vez que se llegue a la cota final, se colocará una capa de 30 cm de material de protección conformado por grava y si es posible de fragmentos de roca. Lo anterior se realizará, con respecto a las diferentes áreas de aportación de los canales dentro del vaso para etapa de cierre; es decir, se deberá realizar la nivelación de la superficie del vaso.

### ***II.2.7. Utilización de explosivos***

Durante el desarrollo del Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2 no se hará uso de explosivos durante las distintas etapas del Proyecto (preparación del sitio, construcción y operación), por lo que no será necesario el almacenamiento de explosivos en el sitio ni contar con un plan de manejo para los mismos. La totalidad de material extraído durante la preparación del sitio para adecuar el área para el almacenamiento de jales será a través de métodos mecánicos con el uso de herramientas y maquinaria especializada para tal fin.

### ***II.2.8. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera***

Los residuos que genere el Proyecto serán manejados conforme a los Programas de Manejo de Residuos que se siguen en la Unidad Minera San José, y conforme a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

#### ***Residuos Sólidos Urbanos (RSU)***

Para el caso del Proyecto, se considerarán como RSU aquellos que sean generados por el personal que labore en el sitio, fuera de su trabajo ordinario, por consumo de alimentos (orgánicos e inorgánicos), y sus desechos sanitarios.

En todas las etapas del Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2, se generarán residuos sólidos urbanos por la actividad humana, los cuales serán dispuestos en contenedores estratégicamente distribuidos e identificados por tipo de residuo dentro del área del Proyecto y en las diferentes áreas de la Unidad Minera. Los residuos serán recolectados y enviados para su disposición final en cumplimiento con las disposiciones municipales en materia de residuos sólidos urbanos. Se cumplirá con los principios establecidos por la Ley de Gestión Integral de Residuos del Estado, en materia del Manejo Integral de Residuos generados en todas las etapas del Proyecto. Para ello, ejecutará el Programa de Manejo de Residuos con el que cuenta la promotora para el manejo de residuos de la Unidad Minera San José.

### ***Residuos de Manejo Especial (RME)***

Se generarán residuos de manejo especial durante la construcción y operación del Proyecto, consistentes principalmente en, llantas usadas, chatarra y cartón. Los siguientes residuos de manejo especial también se generarán, pero en menor medida: madera, plásticos, equipo de seguridad fuera de uso como botas, cascos, orejeras, lentes entre otros.

Estos residuos serán almacenados de forma diferenciada, revalorizados y recolectados periódicamente por la promovente con el permiso vigente de operación correspondiente emitido por la autoridad competente (**Autorización para la generación, acopio, aprovechamiento y/o transporte de residuos especiales, para la empresa Arian Silver de Mexico S.A. de C.V. emitida por la dirección de cambio climático y evaluación de impacto ambiental en el estado de Zacatecas mediante el oficio No. 1354/2021**).

Queda estrictamente prohibida la disposición inadecuada en sitios con vegetación o en cauces intermitentes, dentro o fuera del área del Proyecto.

### **Residuos Peligrosos (RP)**

En cuanto a los residuos peligrosos, estos serán generados a partir del mantenimiento correctivo de vehículos y maquinaria que se tenga que realizar in situ, por tal motivo se prevé que en su caso se tomen las medidas de seguridad necesarias y que se realice con las técnicas especializadas de seguridad para no generar impactos al suelo natural por contacto con combustibles, grasas y/o aceites entre otros.

Todos los residuos peligrosos serán manejados conforme a la legislación ambiental vigente, y sera necesario seguir con la ruta de manejo que se enlista a continuacion:

- Separación y envasado de los residuos.
- Etiquetado de los contenedores.
- Registro de generación en bitácoras.
- Almacenamiento temporal en el sitio acondicionado para ello dentro de la unidad minera, con controles de entradas y salidas a través de bitácora.
- Se deberá poner especial atención al manejo de los lubricantes, grasas y aditivos a utilizarse, con el fin de evitar posibles derrames y se adoptarán las medidas preventivas y correctivas que eviten un posible derrame accidental.
- Recolección periódica (al menos una vez cada 6 meses conforme al Artículo 106, Fracción VII, de la LGPGIR).
- La o las empresas recolectoras de los residuos peligrosos contratadas deberán contar con el permiso vigente de operación correspondiente emitido de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Arian Silver de México, S.A. de C.V. cuenta con los siguientes registros:

**Registro de gran generador de Arian Silver de México S.A. de C.V. con el NRA: ASM3201600002 y registro de plan de manejo de residuos peligrosos No. 32-PMG-I-3795-2020, No. De registro ambiental ASM3201600002, emitido por la Secretaría de Gestión para La Protección Ambiental, Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas.**

Es importante mencionar que no se permitirá la disposición de ningún tipo de residuo fuera de las áreas autorizadas, con el fin de evitar efectos negativos en vegetación, fauna, suelo y escorrentías.

A continuación se muestra la relación de los Residuos que serán generados durante el Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2 y sus fuentes de generación.

**Tabla 2. 3. Residuos que se estima sean generados durante el desarrollo del Proyecto**

<b>Residuos Sólidos Urbanos</b>	
<b>Tipo de residuo</b>	<b>Fuente de generación del residuo</b>
<b>Orgánicos</b>	Restos de alimentos
<b>Inorgánicos</b>	Resultado de la basura generada por las actividades humanas domésticas
<b>Sanitarios</b>	Excretas humanas, papel y toallas sanitarios
<b>Residuos de Manejo Especial</b>	
<b>Tipo de residuo</b>	<b>Fuente de generación del residuo</b>
<b>Material vegetal muerto y tierra</b> Material producto del desmonte de los relictos presentes en el sitio durante su preparación inicial	Relictos de vegetación después del desmonte
<b>Cartón y sus derivados</b> Cartón de embalaje	Actividades en general en: áreas de construcción
<b>Aluminio</b> 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 temporal de materiales y área temporal para faenas de construcción



<p><b>Plásticos y hule</b> Embalaje de producto, Cascos, orejeras y lentes, así como llantas usadas y mangueras.</p>	<p>Área temporal para faenas de construcción y faenas y equipo de seguridad fuera de uso</p>
<p><b>Madera</b> Restos de embalajes, desechos de construcción, polines, tarimas, tablas de desecho.</p>	<p>Área temporal para faenas de construcción</p>
<b>Residuos Peligrosos</b>	
<b>Tipo de residuo</b>	<b>Fuente de generación de residuo</b>
<b>Aceite lubricante gastado</b>	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria en la etapa de preparación del sitio y construcción y operación
<b>Aceite hidráulico gastado</b>	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria en la etapa de preparación del sitio y construcción y operación
<b>Sólidos contaminados con aceite y/o grasa</b>	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria en la etapa de preparación del sitio y construcción y operación
<b>Filtros contaminados</b>	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria en la etapa de preparación del sitio y construcción y operación
<b>Tierra impregnada con aceite y/o grasa</b>	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria en la etapa de preparación del sitio y construcción
<b>Grasas gastadas</b>	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria en la etapa de preparación del sitio y construcción y operación
<b>Baterías usadas</b>	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria en la etapa de preparación del sitio y construcción
<b>Agua contaminada con hidrocarburos</b>	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria en la etapa de preparación del sitio y construcción
<b>Contenedores y envases vacíos que almacenaron sustancias químicas peligrosas (aceites, grasas, aerosoles etc.)</b>	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria en la etapa de preparación del sitio y construcción y operación

### ***Emisiones a la atmósfera***

Las principales fuentes de emisión a la atmósfera serán de la maquinaria que laborará en las etapas de preparación del terreno, construcción y operación como producto de la combustión propia de los vehículos automotores tipo diésel y gasolina, así como de polvos fugitivos (partículas suspendidas totales (PST), y partículas menores a 10 micras (PM10) y 2.5 micras (PM2.5). Su afectación se considera de extensión parcial, sin afectar poblaciones humanas y mitigadas por el riego de accesos y vialidades internas, así como a través de la afinación y mantenimiento de las unidades que se utilicen. Estas emisiones serán partículas en un rango de 1 a 100 micras.

Los gases contaminantes emitidos por el funcionamiento de la maquinaria (fuentes de combustión móvil y estacionaria) y vehículos serán los siguientes: óxidos de carbono (COX), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOX) y óxidos de azufre (SOX). Sin embargo, como medida de control de las fuentes móviles, se aplicará un programa de mantenimiento de maquinaria y equipo, de manera que su operación se haga en condiciones óptimas para reducir el nivel de posibles emisiones de contaminantes atmosféricos manteniendo los rangos establecidos en la NOM-045-SEMARNAT-2017.

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

La emisión de ruido durante las distintas etapas del proyecto, será generado principalmente por los motores de vehículos y maquinaria. La emisión de ruido será en espacios abiertos, y el contratista deberá, sujetarse a los límites establecidos por la normatividad ambiental para el control de contaminación de emisión de ruido la Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores.

La operación de la maquinaria y la presencia misma de los trabajadores elevará de forma intermitente los niveles sonoros percibidos en la zona. El ruido generado será temporal y no se espera que rebase el límite máximo permisible de 84 dB de acuerdo con el Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión del Ruido. En caso de superar los niveles de ruido establecidos, será de forma esporádica e instantánea causado por alguna eventualidad atípica.

Por la distancia a los asentamientos humanos, con respecto de los sitios de la mínima emisión de ruido por el Proyecto, se estima que no existirá afectación a los ciudadanos y habitantes de las poblaciones cercanas. Por reglamento, todos los operadores de la maquinaria y supervisores deberán portar con su equipo de protección personal, el cual incluirá orejeras o tapones auditivo personal, con el objeto de evitar posibles daños por las emisiones de ondas sonoras en el lugar de trabajo.

### ***II.2.9. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos***

Actualmente la Unidad San José cuenta con distintas instalaciones para el manejo y disposición de los residuos generados durante las operaciones mineras, siendo estas áreas o instalaciones las adecuadas para evitar afectaciones al medio por contaminación derivado de un mal manejo, cumpliendo con criterios como una superficie que limite la infiltración de lixiviados de los residuos, canaletas de seguridad, protección a la intemperie y un sistema de señalización al exterior. Además, parte de las obras enmarcadas

en este Proyecto como lo son los depósitos de jales 1 y 2 y la ampliación de la celda 2, se consideran instalaciones para el almacenamiento de residuos (mineros) y dichas instalaciones se han ejecutado conforme a lo determinado en la NOM-141-SEMARNAT-2003.

**Tabla 2. 4. Ruta de manejo de los residuos generados durante el desarrollo del Proyecto**

Clasificación del residuo	Tipo de residuo	Fuente de generación del residuo	Almacenamiento temporal y disposición final
<b>Residuos sólidos urbanos</b>	Orgánicos	Restos de comida	Este tipo de residuos serán dispuestos en contenedores (preferentemente recipientes con fondo sólido que eviten el escurrimiento de los lixiviados) los cuales estarán estratégicamente distribuidos por las áreas de generación e identificados por tipo de residuo que contienen con una iconografía específica. Serán recolectados por el personal asignado a cada área, concentrados en el sitio de acopio designado dentro del Proyecto, para luego ser llevados al relleno sanitario designado para su disposición final, sea este público correspondiente a algún municipio o particular siempre y cuando esté debidamente autorizado.
	Inorgánicos	Resultado de la basura generada por las actividades humanas	
	Sanitarios	Desechos humanos	Se dispondrá de baños portátiles ubicados dentro del área del proyecto, la cantidad variará según el número de personas que laboren en el Proyecto, quedando estrictamente prohibido orinar o defecar al aire libre. Los desechos sanitarios sólidos, como papel higiénico con heces fecales, toallas femeninas, etc. Serán depositados en contenedores o bolsas plásticas en los sanitarios portátiles a los baños portátiles se les brindará mantenimiento seis veces por semana, a cargo del prestador de servicio el cual deberá contar con las acreditaciones y permisos pertinentes. Los residuos sanitarios serán recolectados de los tanques en los baños portátiles a través de camiones y equipos especialmente diseñados para ello. El transporte, tratamiento y disposición final será responsabilidad de la empresa contratada para ello, la cual deberá contar con las autorizaciones pertinentes para este proceso. Quedará estrictamente prohibido verter los desechos sanitarios al suelo natural o escorrentías.
<b>Residuos de manejo especial</b>	Material vegetal muerto y suelo orgánico producto del despalle del sitio durante su preparación inicial	Áreas sujetas a desmonte	El lugar de disposición será dentro del polígono del proyecto denominado "banco de tierra vegetal". El material del desmonte será almacenado a granel en cantidades que permitan su buen manejo y la protección para evitar pérdidas.
	Cartón de embalaje	Actividades en general en áreas de oficinas	En cada área generadora, existirá un depósito o recipiente exclusivo para este tipo de residuos. Este será recolectado por el personal asignado a cada área. Por las características del residuo, se puede utilizar una caja, bolsa o un contenedor de metal o plástico para su colecta. Este tipo de residuos será recolectado del almacén temporal por una empresa autorizada, la cual se comprometerá a darle el correcto manejo de reciclado o disposición final adecuada una vez fuera del sitio del Proyecto ( <b>autorización de generación, acopio, aprovechamiento y/o transporte mediante el Oficio No. 1354/2021</b> ).

Clasificación del residuo	Tipo de residuo	Fuente de generación del residuo	Almacenamiento temporal y disposición final
	Metal: Todo tipo de latas, desde envases de alimentos no pereceros, chatarra, restos de construcción, de trabajos del tipo metal –mecánico (chatarra), etc.	Actividades en general en: áreas de almacenamiento temporal de materiales, áreas de construcción.	Este tipo de residuos serán dispuestos en contenedores dentro del almacén temporal de residuos de manejo especial. El personal que haya generado el residuo, sin importar cuál sea el volumen, será el responsable de llevarlo hacia el área designada y serán recolectados periódicamente por la empresa promovente para el coprocesamiento, o reúso ( <b>autorización de generación, acopio, aprovechamiento y/o transporte mediante el Oficio No. 1354/2021</b> ).
	Plásticos embalaje de producto, artículos de oficina, etc. Cascos, orejeras y lentes, así como llantas usadas y mangueras.	Áreas taller de mantenimiento y equipo de seguridad fuera de uso.	Este tipo de residuos serán dispuestos en contenedores estratégicamente distribuidos e identificados por tipo de residuo que contienen, en el caso de llantas, mangueras etc. Serán llevadas directamente al almacén temporal de residuos de manejo especial y serán recolectados periódicamente por la promovente ( <b>autorización de generación, acopio, aprovechamiento y/o transporte mediante el Oficio No. 1354/2021</b> ).
	Madera: Restos de embalajes, desechos de construcción, tarimas, tablas de desecho.	Resultado del proceso de construcción y operación del Proyecto.	Este tipo de residuos serán dispuestos en contenedores dentro del almacén temporal. El personal que haya generado el residuo, sin importar cuál sea el volumen, será el responsable de llevarlo hacia el almacén de residuos de manejo especial ( <b>autorización de generación, acopio, aprovechamiento y/o transporte mediante el Oficio No. 1354/2021</b> ).
<b>Residuos peligrosos</b>	Aceites y lubricantes gastados, grasas, filtros de aceite y envases impregnados de aceites, grasas o combustibles, estopas impregnadas y baterías de desecho de plomo	Resultado del mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria en construcción y operación.	La manipulación de los residuos peligrosos, así como su transporte hasta el almacén temporal de residuos peligrosos, se llevará a cabo por personal capacitado. Además, el personal contará con el equipo de protección personal (EPP) necesario para cada uno de los residuos. El personal a cargo de la recolección interna de residuos peligrosos deberá tener conocimiento de las características de los residuos que maneja, de tal forma que responda adecuadamente durante un posible accidente de derrame, prestando especial atención al manejo de los lubricantes, grasas y aditivos. Este tipo de residuos serán depositados en tambores metálicos o de plástico que eviten el derrame, y que se encuentren bien identificados. Se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos, en donde se almacenarán los residuos de este tipo generados en las diferentes áreas del Proyecto, el cual cumplirá con las condiciones estipuladas en el reglamento de la LGPGIR. De ahí, los RP serán periódicamente recolectados por una empresa especializada con el permiso vigente de operación correspondiente emitido por la SEMARNAT. <b>(Registro de gran generador con el NRA: ASM3201600002 y registro de plan de manejo de residuos peligrosos No. 32-PMG-I-3795-2020, No. De registro ambiental ASM3201600002).</b>

### II.2.10. Otras fuentes de daños

Derivado del análisis del Proyecto, su factibilidad y el cumplimiento de sus principales obras conforme a parámetros internacionales y los lineamientos en la normatividad ambiental mexicana aplicable, el desarrollo y ejecución del Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2 no conlleva otras fuentes de daños que se puedan presentar por la preparación, construcción y operación de este, por lo que no serán evaluadas alternativas para evitar la presencia de ellas.



### **III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS 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. 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.

Que el artículo 28 fracción VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente establece lo siguiente:

*Artículo 28. 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 establecidas en las disposiciones aplicables para proteger al ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, los casos en que determine el reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguiente obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: ...*

*VII. Cambios de uso de suelo en áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;*

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

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

O) Cambios de uso de suelo en áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas:

En conclusión, todas y cada una de las actividades, obras y autorizaciones son de competencia de la Federación, tomando en cuenta la jurisdicción aplicable descrita anteriormente, por lo cual se presenta esta MIA ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

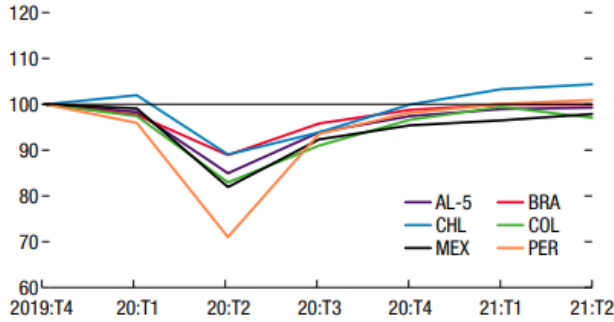
### ***III.1. Información sectorial***

De acuerdo con el Fondo Monetario Internacional (FMI, 2022), la recuperación económica en América Latina y el Caribe (ALC) está en marcha, sin embargo, la pandemia todavía presenta obstáculos para la región. Se proyecta que el PIB no retornará a las tendencias previas a la pandemia ya que las persistentes debilidades en los mercados de trabajo crean riesgos de secuelas, o cicatrices, a más largo plazo. Además, la guerra en Ucrania ha elevado la incertidumbre en torno a las perspectivas para América Latina y el Caribe, y en general desestabiliza la economía mundial. Incluso antes de la guerra, la recuperación de la región tras la pandemia ya estaba perdiendo ímpetu, y en 2022 el crecimiento está retornado a la tasa tendencial previa a la pandemia de alrededor de 2.5%.

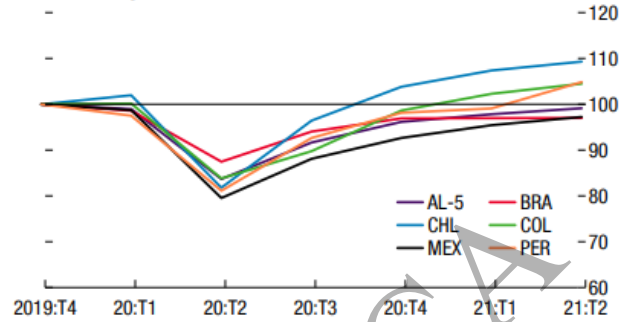
El repunte inicial de la actividad económica tras la pandemia en el segundo trimestre de 2020 fue más fuerte de lo previsto. El crecimiento se reactivó en el tercer trimestre de 2020 conforme se fueron levantando gradualmente los confinamientos, cobró impulso a finales del año y arrojó varias sorpresas positivas en el primer trimestre de 2021. Pese a la continuación de estrictas medidas de confinamiento en algunos de los mayores países de la región, la movilidad en su mayor parte ha retornado al nivel previo a la pandemia, mientras que en ALC también se ha observado una atenuación de la relación entre las restricciones y la actividad económica a escala mundial.

De acuerdo con el FMI (2021), la recuperación ha sido desigual y dista mucho de ser completa. Hasta el segundo trimestre de 2021, el PIB real trimestral había retornado a los niveles previos a la pandemia solo en algunos países de América Latina. El consumo privado repuntó con fuerza en Chile, Colombia y Perú, gracias a transferencias fiscales y autorizaciones para retirar recursos de las pensiones. En cambio, en México, donde el apoyo fiscal fue escaso, la recuperación del consumo ha sido lenta. La inversión es bastante heterogénea, y la recuperación ha sido más pujante en Brasil y Perú. El desempeño de las exportaciones también ha sido heterogéneo, siendo especialmente débil en Colombia y Perú. La recuperación en el segundo semestre de 2020 estuvo impulsada por el sector manufacturero, que posteriormente se desaceleró en algunos países en 2021 debido a restricciones en la cadena mundial.

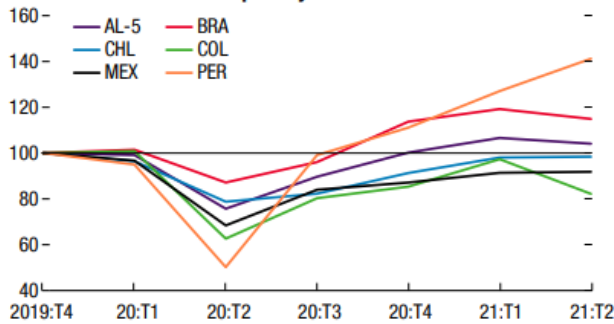
**1. PIB real**



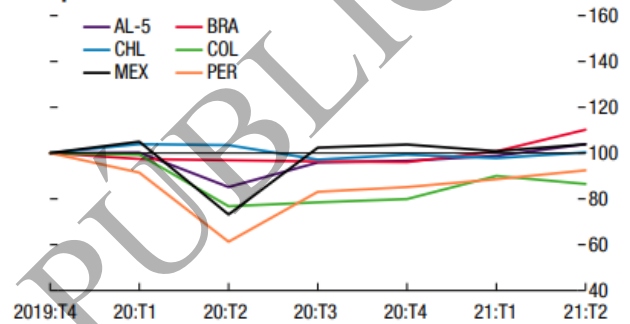
**2. Consumo privado**



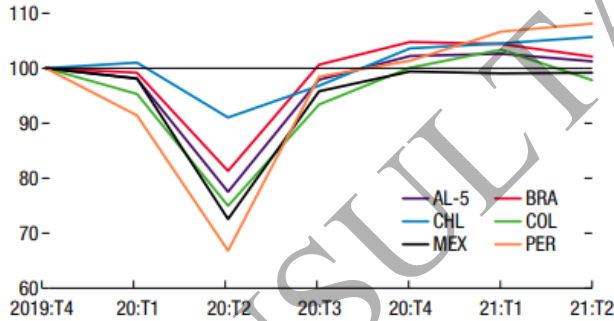
**3. Formación bruta de capital fijo**



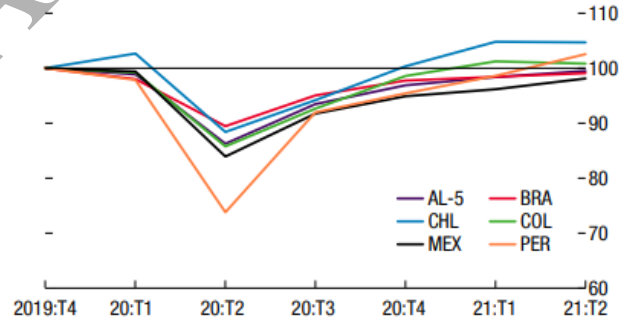
**4. Exportaciones**



**5. Manufactura**



**6. Servicios**



Nota: Los agregados son promedios ponderados por el PIB en función de la paridad del poder adquisitivo. En las leyendas de datos se utilizan los códigos de países de la Organización Internacional de Normalización (ISO). AL-5 = Brasil, Chile, Colombia, México, Perú

**Figura 3.1. Evolución económica reciente (FMI, 2021)**

### *Minería en México*

De acuerdo con información de la Cámara Minera de México, el año 2020 se considera un hito histórico como resultado de la crisis sanitaria causada por el virus SARS-CoV-2. Su impacto en la salud, economía, política etc., y en general en todo el espacio social, definió las tendencias a lo largo del año y también las consecuencias que marcaron los meses y años por venir.

El mundo no enfrentaba una pandemia con características similares desde principios del siglo XX, ni una crisis económica de tal magnitud desde el fin de la Segunda Guerra Mundial. Diferentes actividades económicas experimentaron paralizaciones en algunos meses del año y, en general, la vida económica global se vio afectada por una menor movilidad, menor actividad comercial y menor consumo, con el objetivo de salvaguardar la salud y la vida de las personas.

La declaración de pandemia fue anunciada por la Organización Mundial de la Salud el 11 de marzo de 2020; en México, el primer caso de la COVID-19 se identificó el 27 de febrero, y el 23 de marzo se decretó el inicio de la Jornada Nacional de Sana Distancia, que incluyó el cierre de ciertas actividades económicas. Poco más de dos meses varias industrias, incluyendo la minería, tuvieron que parar sus operaciones, lo que sin duda sería determinante para el resto del año.

Para el mes de junio, las autoridades gubernamentales de nuestro país reconocen el carácter esencial de la actividad minera y las empresas del sector estuvieron en posibilidades de reanudar operaciones con las más estrictas medidas sanitarias, de seguridad e higiene. El sector minero se convirtió en un ejemplo a seguir por su compromiso con el cuidado de la salud de sus trabajadores, sus protocolos sanitarios y sus actividades de apoyo a las comunidades en materia de salud y contención de la pandemia.

Sin embargo, la mayor parte de los indicadores económicos del sector minero al finalizar el año reflejaron la crisis por la que atravesó el mundo, aunque en menor medida que en otros sectores. La minería, además de esencial, se constituyó como pieza fundamental de la recuperación que habrá de consolidarse en los próximos meses.

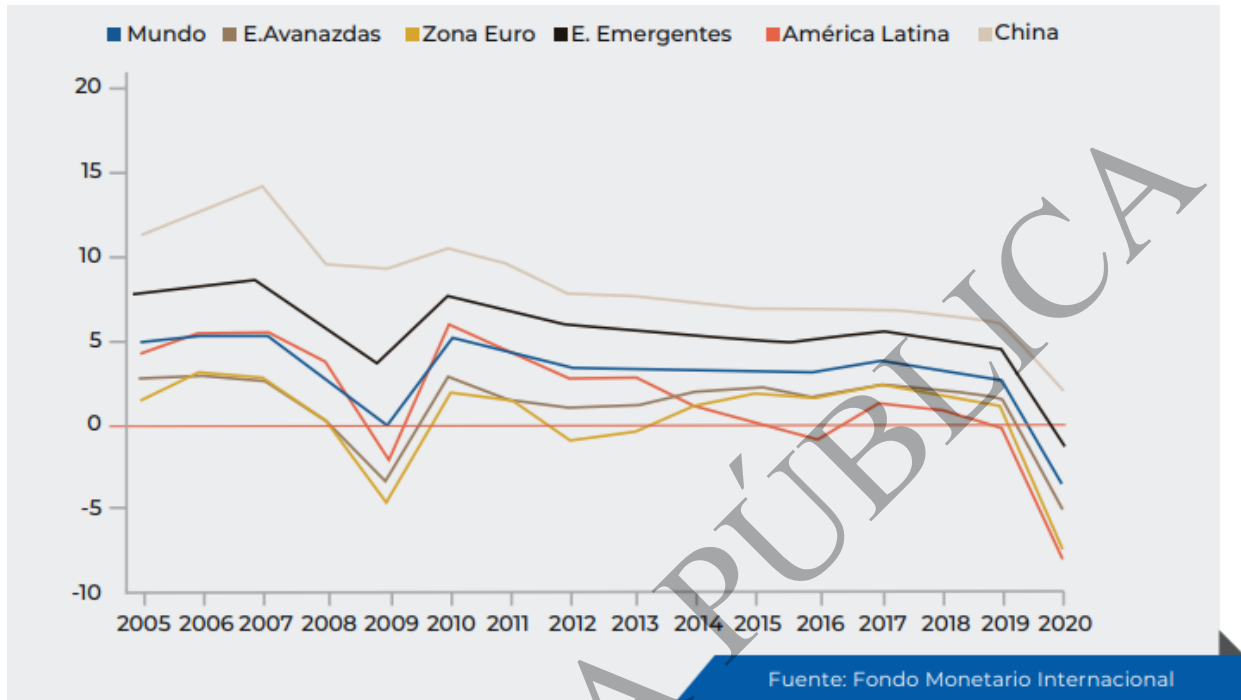
La economía mundial registró un decremento de 3.5% en 2020, la tercera caída más pronunciada en más de 100 años, solamente superada por los decrementos de 3.6% en 1929 y de 8.1% en 1946. Por su parte, el comercio mundial registró un decremento de 9.6% y el índice de precios de las materias primas una disminución de 10.8%, esto último debido principalmente a la caída en los precios del petróleo.

Por grupos de países, en las economías avanzadas se registró un decremento de 4.9%, determinado por una caída de 7.4% en la zona Euro; la economía de Japón decreció 5.1% y la de Estados Unidos 3.4%. Por su parte, las economías emergentes y en desarrollo registraron una caída de 2.4%, destacando el caso de América Latina, cuya economía se contrajo en 7.7%. En Asia, se registró un decremento de 1.1%, y, aunque la India destacó con una caída de 8%, ésta fue contrarrestada por China, cuya economía, a contracorriente de la tendencia mundial, logró un crecimiento de 2.3%.

No obstante, es importante recordar que la economía mundial ya registraba una tendencia a la baja en el ritmo de crecimiento previo a la pandemia, debido a factores como la desaceleración de la economía



China, las confrontaciones comerciales entre ésta y Estados Unidos, y la falta de dinamismo en la zona Euro y en Japón, entre otros.

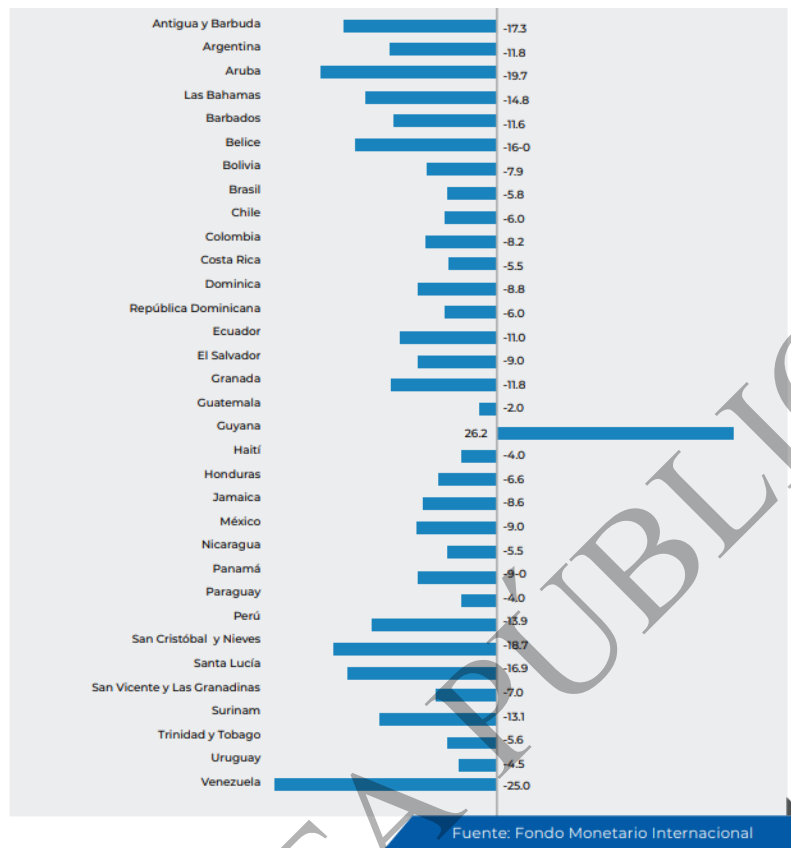


**Figura 3.2. Producto Interno Bruto Mundial (CAMIMEX, 2021)**

La región de América Latina y El Caribe también mostraba un bajo crecimiento económico desde antes de la pandemia, con una tasa de crecimiento promedio de 0.3% en el periodo 2014-2019.

Los problemas estructurales en materia de distribución del ingreso, desempleo, falta de recursos, y deterioro de los sistemas de salud, explica que haya sido de las regiones más afectadas y, con un decremento de 7.7%, se acentuaron los problemas de desocupación, incremento de la pobreza y la desigualdad.

La disminución de los precios de los productos básicos a nivel global se tradujo en menores precios de las exportaciones para los países de la región, sobre todo para los países exportadores de hidrocarburos (19%); los exportadores de productos agroindustriales y mineros enfrentaron una caída más leve (3%); pero en general las exportaciones se contrajeron como resultado de una menor demanda externa.



**Figura 3.3. Producto Interno Bruto en América Latina 2020 (CAMIMEX, 2021)**

La economía mexicana registró una caída de 8.5% en 2020, la segunda más pronunciada desde 1932, año en el que se presentó un decremento de 14%. A nivel sectorial, el sector secundario decreció 10%, los servicios 7.7% y el agropecuario logró un crecimiento de 1.9%. Al interior del sector secundario, las mayores caídas se presentaron en la industria de la construcción con 17.2% y las manufacturas con 10%; la industria de electricidad y agua registró un decremento de 5.3%, la minería de 4.6% y la industria del petróleo de 0.1%.

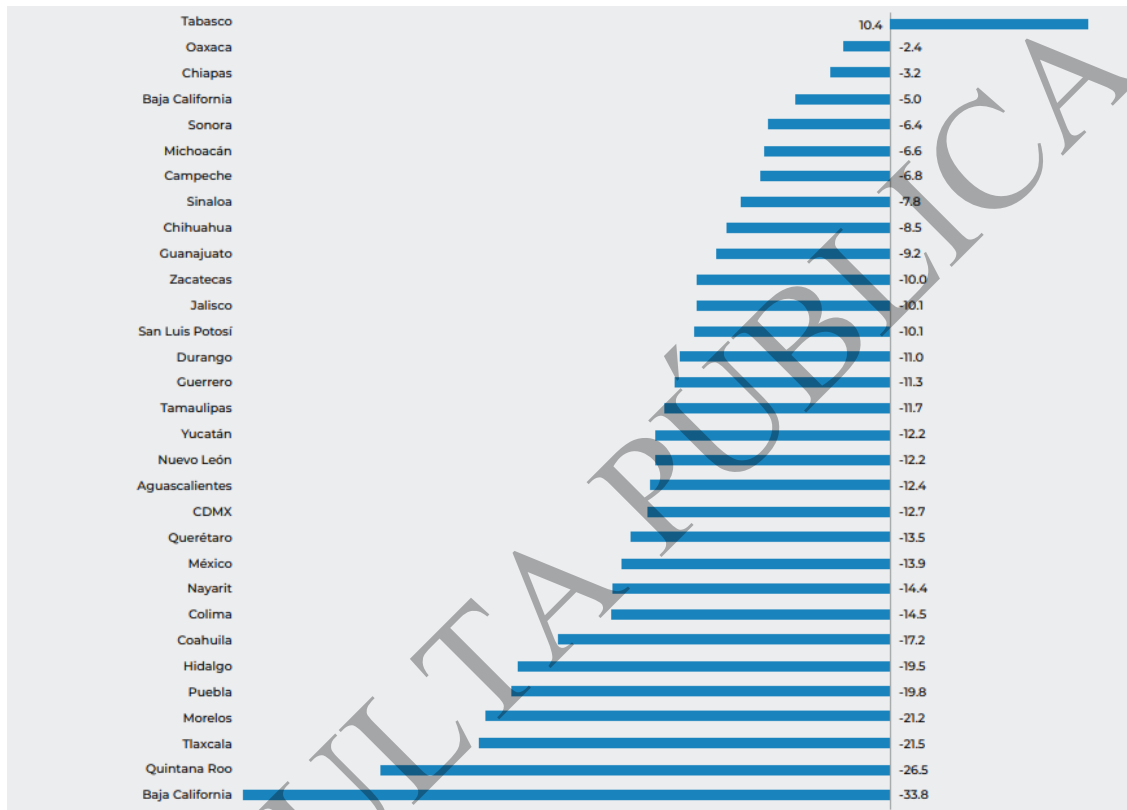
El empleo en México registró una disminución de 3.2% por la pérdida de poco más de 666,000 puestos de trabajo, de los cuales el 67% correspondió al sector servicios. Cabe señalar que el empleo llegó a un mínimo en el mes de junio y a partir de julio se empezó a recuperar, aunque sin alcanzar los niveles previos de la pandemia.

En cuanto a los principales precios de la economía, la tasa de interés pasó de un promedio anual en 2019 de 8.3%, a un promedio de 5.7% en 2020; el tipo de cambió experimentó una depreciación de 11.6%, al colocarse en un promedio anual de 21.5 pesos por dólar, mientras que la inflación se incrementó de 2.83 % al cierre de 2019 a 3.15 % en 2020.

Regionalmente, y de acuerdo con el índice de actividad industrial, solamente Tabasco registró un comportamiento positivo en 2020, con un incremento de 10.4%; el resto de las entidades tuvo resultados

negativos, destacando las caídas en los estados de Baja California (33.8%), Quintana Roo (26.5%), Tlaxcala (21.5%), Morelos (21.2%) y Puebla (19.8%).

En la siguiente Figura 3.4 se presenta el Índice de Actividad Industrial por Entidad Federativa al año 2020.

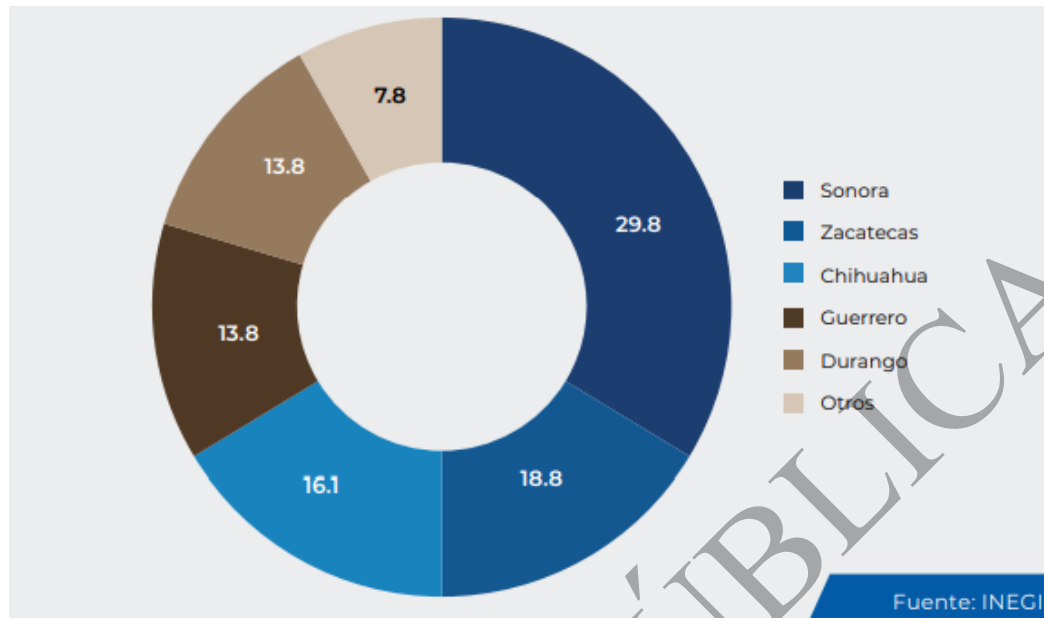


**Figura 3.4. Índice de Actividad Industrial por Entidad Federativa al 2020 (CAMIMEX, 2021)**

Con la información anualizada del INEGI, en 2020, la producción minera nacional de oro reportó un incremento de 1.3% respecto a 2019, alcanzando un total de 3.55 millones de onzas.

A nivel estatal, Sonora fue el principal estado productor con una participación de 29.8% en 2020; el volumen obtenido en ese año disminuyó 9.1%, debido a la menor producción en la mayoría de las minas.

Zacatecas tomó la segunda posición con una participación de 18.8%, por la mayor producción de las minas, en tercer lugar, Chihuahua, estado que produjo 5.5% menos en 2020, teniendo una participación de 16.1%, seguido de Guerrero y Durango con el 13.8%, mientras que el 7.8% restante se divide entre otros estados del país.



**Figura 3.5. Participación porcentual en la producción de oro en México por Estados en 2020 (3.55 millones de onzas) (CAMIMEX, 2021)**

Actualmente, la minería moderna incluye cada vez más tecnología en sus procesos, en 2020 la pandemia aceleró aún más este proceso, particularmente la digitalización y automatización. Ambos temas implican cambios profundos tanto en los criterios de contratación, como en la preparación para los colaboradores. El desafío será la necesidad de formar y capacitar capital humano especializado, garantizando una atmósfera de trabajo sustentable, positiva y motivadora es parte de la misión del sector minero mexicano mediante cinco ejes de acción: seguridad y salud, colaboradores, sueldos competitivos, capacitación, Diversidad e inclusión.

El sector minero genera empleos dignos, seguros y de calidad; cada día trabaja por proveer empleos bien remunerados y que garantizan el respeto a los derechos laborales.

En 2020, las empresas afiliadas reportaron 85 mil 979 trabajadores, con la aprobación de la reforma sobre subcontratación, las empresas afiliadas trabajan en cumplimiento a lo establecido en la Nueva Ley Federal del Trabajo.

De acuerdo con lo reportado por las empresas afiliadas, el mayor incremento de trabajadores se dio en la región sur, pasando de un 5% registrando en 2019 a un 6.2% en 2020; seguido por la región norte pasando de un 49% a un 51.1%; la región centro registro un incremento del 33% al 34%. La escolaridad promedio en general de los colaboradores es de 11.7 años, nivel equivalente al tercer año de preparatoria por arriba de la media nacional (9.7) y muy similar a la de la Ciudad de México, que es de 11.5. En las operaciones mineras, las cuales se encuentran en su mayoría en localidades rurales, la educación promedio es de 8.3 años. En consecuencia, podemos observar que las empresas mineras son un detonante para el desarrollo educativo del país y no solo de la economía (CAMIMEX,2020).



El tema laboral es uno de los ejes de mayor importancia para el sector minero. Cabe señalar que, el sector continuó generando empleo, garantizando las prestaciones sociales y conservando los mejores salarios a sus colaboradores.

Según los datos del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), al cierre de 2020, se registraron 367 mil 935 trabajadores. La reducción en el número de empleos respecto de 2019 se debió al cierre de casi 2 meses por efectos de la pandemia; sin embargo, las remuneraciones que perciben los trabajadores de la industria minero-metalúrgica fueron 36% mayor al promedio nacional y no se vieron afectadas en ese cierre temporal de operaciones.

La Minería lidera la creación de empleos formales en 2021 con 5.65%, seguido de las industrias agropecuarias con 3.38% y 3.04 correspondiente al sector de la construcción.

Las empresas mineras continúan otorgando incrementos salariales superiores al promedio nacional continúan otorgando incrementos salariales superiores al promedio nacional, lo que ha hecho que se reconozca al sector que ofrece sueldos y salarios competitivos basados en los mínimos establecidos por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social y Gastos de los Hogares (CONEVAL) y la Encuesta Nacional del Ingreso y Gatos de los Hogares (ENIGH).

En cuestión de rezago social en los municipios mineros y los valores promedio nacional de todos los municipios del país el Índice de Rezago Social de los municipios mineros es menor al promedio nacional; de acuerdo a los resultados correspondientes al año 2020, el índice promedio de rezago social de los municipios del país se ubicó en una cifra muy ligeramente por arriba del 0, mientras que en los municipios mineros su valor promedio fue de -0.456, recordando que entre más alto es el valor este indica menor nivel de pobreza.

El sector minero trabaja bajo las premisas de una minería moderna, responsable, receptiva y respetuosa, fomentando siempre las prácticas de inclusión, sustentabilidad e innovación, manteniendo una constante vigilancia del cumplimiento de la normatividad. Para ello, labora bajo estándares nacionales e internacionales, implementando las mejores prácticas y tecnologías con el objetivo de: optimizar el consumo de agua y evitar la descarga de aguas residuales, utilizar la energía de manera eficiente y reducir las emisiones de gases efecto invernadero, manejar y disponer los residuos de manera adecuada, minimizar su generación, conservar y proteger la biodiversidad.

### **III.2. Ordenamientos jurídicos federales en materia de impacto ambiental**

#### **III.2.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**

**Tabla 3.1. Ordenamientos jurídicos en materia de impacto ambiental y cambio de uso del suelo**

<b>Criterio</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<b>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)</b>	
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.- que quien realice obras o actividades que afecten o dañen el ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha alteración involucre. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales.	Se pretende el desmonte de superficies forestales para realizar la ampliación y elevación del depósito de jales 1 y 2 existente de la Unidad San José. Se aplicarán medidas preventivas, de mitigación y compensación ambiental para minimizar los impactos que de ello deriven.
Art. 28.- (...) quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.	Las actividades del Proyecto entran en los supuestos de la fracción VII del artículo 28, en cuanto pretenden el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Es así como requiere autorización previa en materia de impacto ambiental, la cual se solicita mediante la presente MIA y Cambio de uso de suelo para su ejecución el cual será solicitado simultáneamente a este estudio.
Art. 30.- 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 y cambio de uso de suelo.
Art. 99, XI.- Las actividades de extracción de materias del subsuelo; la exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento de minerales; las excavaciones y todas aquellas acciones que alteren la cubierta y suelos forestales.	El Proyecto requerirá de actividades de desmonte, despalle en algunas áreas analizadas en el presente documento (ver el apartado II), por lo que se requiere la evaluación de los impactos generados por las actividades que implica el Proyecto (ampliación y reforzamiento de la presa de jales 1 y 2).
Art. 108, I.- El control de la calidad de las aguas y la protección de las que sean utilizadas o sean el resultado de esas actividades, de modo que puedan ser objeto de otros usos;  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.	I.- El agua que será recuperada en la etapa operativa será rebombada y sus diferentes usos dentro de la planta de beneficio.  II.- Se realizarán actividades de rescate y reubicación de flora, además de que se ahuyentará a la fauna existente de acuerdo con los muestreos y registros realizados en campo. De ser necesario se realizarán obras de conservación de suelo para recuperar zonas degradadas mejorando la infiltración, evitar erosión y promover el establecimiento de vegetación.
Art. 109, Las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior serán observadas por los titulares de concesiones, autorizaciones y permisos para el uso, aprovechamiento,	El desarrollo del Proyecto se llevará a cabo con base en la normatividad aplicable en materia de Impacto ambiental, descrito en el presente Capítulo.

Criterio	Vinculación con el proyecto
exploración, explotación y beneficio de los recursos naturales no renovables.	

**III.2.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental**

**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 del Impacto Ambiental (RLGEEPA-EIA)	
<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 beneficio de minerales y sustancias reservadas a la federación.</p> <p>Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo.</p> <p>II. Obras de exploración, excluyendo las de prospección gravimétrica, geológica superficial, geo eléctrica, magnetelúrica, de susceptibilidad magnética y densidad, así como las obras de barrenación, de zanjeo y exposición de rocas, siempre que se realicen en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos o templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinares, ubicadas fuera de ANP.</p> <p>III. Beneficio de minerales y disposición final de sus residuos en presas de jales, excluyendo las plantas de beneficio que no utilicen sustancias consideradas como peligrosas y el relleno hidráulico de obras mineras subterráneas.</p> <p><b>O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS</b></p>	<p>El Proyecto implica la disposición final de los residuos mineros generados por el beneficio de minerales (jales o colas finales) en la UM San José mediante la operación de depósitos de jales (numeral L, inciso III), a través de la ampliación y elevación del depósito de jales 1 y 2, el cual requerirá ejecutar actividades que afectarán de manera puntual a los componentes flora, fauna, atmósfera, suelos y geomorfología, razón por la cual se solicita por medio de esta MIA Particular, la autorización de la SEMARNAT para la ejecución del Proyecto, previa al inicio de actividades y obras.</p>
<p>Art. 14.- Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos Proyectos.</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 las Manifestaciones de Impacto Ambiental modalidad particular, e identifica los aspectos más relevantes del Proyecto y su vinculación con los componentes ambientales en el sitio donde pretende desarrollarse. Con base en este artículo, la identificación, evaluación y descripción de los potenciales impactos ambientales que pudiera generar el Proyecto, se centrará</p>

	<p>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>La MIA fue elaborada considerando el instructivo para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular.</p>
<p>Los artículos 19 al 22, 24, y 26 al 28, detallan el procedimiento de evaluación de los Proyectos en materia de impacto ambiental, descrito de forma general en la LGEEPA. Para la emisión del resolutivo correspondiente, los artículos 44 al 50 exponen las consideraciones que deberán seguirse por parte de la SEMARNAT y por parte de la promovente.</p>	<p>Arian Silver de México, S.A. de C.V., y Natural Environment S.C., observarán y seguirán el proceso de evaluación de la Manifestación de Impacto Ambiental para su resolución conforme a lo establecido en la LGEEPA y su Reglamento.</p>
<p>Art. 51.- La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. Los artículos 52 y 53 también hacen referencia a los seguros y garantías.</p>	<p>En caso de que la 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 procedentes.</p>
<b>Marco legal de la Manifestación de Impacto Ambiental</b>	
<p>Con fundamento en los artículos 35BIS 3 y 109 Bis de la LGEEPA y 47 de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.</p>	<p>Arian Silver de México, S.A. de C.V. a través de la elaboración del presente documento de Manifestación de Impacto Ambiental y acorde a lo establecido en la LGEEPA y su Reglamento se solicita en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales presentando la información que en la Guía para la elaboración de la MIA modalidad particular se solicita.</p>

### **III.2.3. Ley Minera**

La Ley Minera en su Artículo 1 describe que la presente Ley es reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia minera y sus disposiciones son de orden público y de observancia en todo el territorio nacional. Su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Economía, a quien en lo sucesivo se le denominará Secretaría, salvo lo relativo a la exploración, la explotación, beneficio y el aprovechamiento del litio, que quedará a cargo del organismo público descentralizado a que se refiere el artículo 10 de esta Ley.

Por su parte el Artículo 2 menciona que se sujetarán a las disposiciones de esta Ley, la exploración, explotación, y beneficio de los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, así como de las salinas formadas directamente por las aguas marinas provenientes de mares actuales, superficial o subterráneamente, de modo natural o artificial y de las sales y subproductos de éstas.

Relacionado de manera directa con el Artículo 2, el Artículo 4 de la Ley detalla los minerales y sustancias aplicables para que aplique en vigor dicho artículo siendo los minerales o sustancias que en



vetas, mantos, masas o yacimientos constituyen depósitos distintos de los componentes de los terrenos los siguientes:

*“Fracción I.- Minerales o sustancias de los que se extraigan antimonio, arsénico, bario, berilio, bismuto, boro, bromo, cadmio, cesio, cobalto, cobre, cromo, escandio, estaño, estroncio, flúor, fósforo, galio, germanio, hafnio, hierro, indio, iridio, itrio, lantánidos, litio, magnesio, manganeso, mercurio, molibdeno, niobio, níquel, oro, osmio, paladio, plata, platino, plomo, potasio, renio, rodio, rubidio, rutenio, selenio, sodio, talio, tantalio, telurio, titanio, tungsteno, vanadio, zinc, zirconio y yodo.”*

**Con respecto a los derechos que confieren las concesiones y asignaciones mineras.**

**Artículo 19.** Las concesiones mineras confieren derecho a:

- I. Realizar obras y trabajos de exploración y explotación dentro de los lotes mineros que amparen;*
- II. Disponer de los productos minerales que se obtengan en dichos lotes con motivos de las obras y trabajos que se desarrollen durante su vigencia.*
- 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 exploración o explotación y beneficio de los minerales o sustancias que se obtengan.*

**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:

- I. Ejecutar y comprobar las obras y trabajos previstos por esta Ley en los términos y condiciones que establecen la misma y su reglamento;*
- III. 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.*
- IV. No retirar las obras permanentes de fortificación, los ademes y demás instalaciones necesarias para la estabilidad y seguridad de las minas;*
- VIII. Permitir al personal comisionado por la Secretaría la práctica de visitas de inspección.*

**Artículo 29.** menciona que la comprobación de obras y trabajos mediante la realización de inversiones se aceptará indistintamente en los rubros que a continuación se indican:

- III.- Levantamientos topográficos, fotogramétricos y geodésicos*
- V.- Análisis físico-químicos*
- VII.- Desarrollo y rehabilitación de obras mineras*
- XV.- Adquisición, arrendamiento, instalación y mantenimiento de equipo para operaciones de beneficio y presas de jales.*

**Artículo 37.** Las personas que beneficien minerales o sustancias sujetas a la aplicación de la presente Ley están obligadas a:

- I. *Avisar a la secretaria del inicio de operaciones de beneficio;*
- II. *Sujetarse a las disposiciones generales y a las normas oficiales mexicanas aplicables a la industria minero-metalúrgica en materia de seguridad y del equilibrio ecológico y protección al ambiente;*
- VI. *Permitir al personal comisionado por la secretaria la práctica de visitas de inspección en ejercicio de las facultades de verificaciones que le confiere la presente Ley.*

**Artículo 39.** Describe que las actividades de exploración, explotación y beneficio de minerales o sustancias, los concesionarios mineros deberán procurar el cuidado del medio ambiente y la protección ecológica, de conformidad con la legislación y la normatividad de la materia.

### ***Vinculación con el Proyecto***

El Proyecto pretende el reforzamiento de los depósitos de jales 1 y 2 y ampliación del depósito de jales 2, además se sujeta a las disposiciones de orden público, las cuales son importantes para el impulso al desarrollo del Proyecto, atendiendo las disposiciones de Leyes y Normas aplicables a la industria minera.

### ***III.2.4. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento***

La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

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

**Artículo 85.** En concordancia con las Fracciones VI y VII del Artículo 7 de la presente Ley, es fundamental 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 términos de la Ley.

El Gobierno Federal podrá coordinarse con los gobiernos de los estados y del Distrito Federal, para que estos últimos ejecuten determinados actos administrativos relacionados con la prevención y control de la contaminación de las aguas y responsabilidad por el daño ambiental, en los términos de lo que establece esta Ley y otros instrumentos jurídicos aplicables, para contribuir a la descentralización de la gestión de los recursos hídricos.

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*

**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.

**Artículo 96 bis 1** 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.

### ***Vinculación con el Proyecto***

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

El Proyecto busca tener un adecuado control y manejo del recurso hídrico, evitando la contaminación del suelo y agua por medio de la aplicación de distintos programas como; de manejo de residuos, conservación de suelo y agua y reforestación con el fin de evitar la contaminación, mejorar la infiltración de la zona, evitar arrastres de sedimentos e incrementar la calidad del agua.

### ***III.2.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)***

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de los sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para:

- I. Aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben de considerarse en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos;
- II. Determinar los criterios que deberán ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección a la salud humana;
- III. Establecer los mecanismos de coordinación que, en materia de prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de residuos, corresponden a la Federación, las entidades federativas y los municipios, bajo el principio de congruencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;

Durante las diferentes etapas de 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:

**Artículo 2.** En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorizando y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios:

- I. El derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar
- II. Sujetar las actividades relacionadas con la generación y manejo integral de los residuos a las modalidades que dicte el orden e interés público para el logro del desarrollo nacional sustentable;
- III. La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas
- IV. Corresponden a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de daños;



- V. La responsabilidad compartida de los productores, importadores, comercializadores, consumidores, empresas de servicios de manejo de residuos y de las autoridades de los tres órdenes de gobierno es fundamental para lograr que el manejo integral de los residuos sea ambientalmente eficiente, tecnológicamente viable y económicamente factible.
- VI. La valorización de los residuos para su aprovechamiento como insumos en las actividades productivas;
- VII. El acceso público a la información, la adecuación ambiental y la capacitación, para lograr la prevención de la generación y el manejo sustentable de los residuos.
- VIII. La disposición final de residuos limitada solo a aquellos cuya valorización o tratamiento no sea económicamente viable, tecnológicamente factible y ambientalmente adecuada.
- IX. La selección de sitios para la disposición final de residuos de conformidad con las normas oficiales mexicanas y con los programas de ordenamiento ecológico y desarrollo urbano;
- X. La realización inmediata de acciones de remediación de los sitios contaminados, para prevenir o reducir los riesgos inminentes a la salud o el ambiente;
- XI. La Producción limpia como medio para alcanzar el desarrollo sustentable, y
- XII. La valorización, la responsabilidad compartida y el manejo integral de residuos, aplicados bajo condiciones de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, en el diseño de instrumentos programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos.

**Artículo 15.** La Secretaría agrupará y subclasificará los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial en categorías, con el propósito de elaborar los inventarios correspondientes, y orientar la toma de decisiones basadas en criterios de riesgo y en el manejo de estos. La subclasificación de los residuos deberá atender a la necesidad de:

- I. Proporcionar a los generadores o a quienes manejan o disponen finalmente de los residuos, indicaciones acerca del estado físico y propiedades o características inherentes, que permitan anticipar su comportamiento en el ambiente.
- III. Identificar las fuentes generadoras, los diferentes tipos de residuos, los distintos materiales que constituyen los residuos y los aspectos relacionados con los mercados de los materiales reciclables o reciclados, entre otros, para orientar a los responsables del manejo integral de residuos.
- IV. Identificar las fuentes generadoras de los residuos cuya disposición final pueda provocar salinización e incrementos excesivos de carga orgánica en suelos y cuerpos de agua.

**Artículo 16.** La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de estos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.

**Artículo 17.** Los residuos de la industria minera- metalúrgica provenientes del minado y tratamiento de minerales tales como jales, residuos de patios de lixiviación abandonados, así como los metalúrgicos provenientes de los procesos de fundición, refinación y transformación de metales, que se definirá en forma genérica en el reglamento según lo estipulado en el artículo 7 fracción III de esta Ley son de regulación y competencia federal. Podrán disponerse finalmente en el sitio de su generación; su peligrosidad y manejo integral, se determinará conforme a las normas oficiales mexicanas aplicables, y

planes estarán sujetos a los planes de manejo previstos en esta Ley. Se exceptúan de esta clasificación los referidos en el artículo 19, fracción I de este ordenamiento.

**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.** Con el objetivo 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 moverse 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 33.** Las empresas o establecimientos responsables de los planes de manejo presentarán, para su registro a la Secretaría, los relativos a los residuos peligrosos; y para efectos de su conocimiento a las autoridades estatales los residuos de manejo especial, y a las municipales para el mismo efecto los residuos sólidos urbanos, de conformidad con lo dispuesto en esta ley y según lo determine su Reglamento y demás ordenamientos que de ella deriven.

**En caso de que los planes de manejo planteen formas de manejo contrarias a esta Ley y a la normatividad aplicable, el plan de manejo no deberá aplicarse.**

**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 41.** Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

**Artículo 42.** Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la secretaria, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.

La responsabilidad de manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.

Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la secretaria que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.

**Artículo 43.** Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.

**Artículo 44.** Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías:

- I. Grandes generadores;
- II. Pequeños generadores, y
- III. Microgeneradores

**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.

**Artículo 46.** Los grandes generadores de residuos peligrosos, están obligados a registrarse ante la Secretaría y someter a su consideración el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, así como llevar una bitácora y presentar un informe anual acerca de la generación y modalidades de manejo a las que sujetaros sus residuos de acuerdo con los lineamientos que para tal fin se establezcan en el Reglamento de la presente Ley, así como contar con un seguro ambiental, de conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Aunado a lo anterior deberán sujetar sus residuos a planes de manejo, cuando sea el caso, así como cumplir con los demás requisitos que establezcan el reglamento y demás disposiciones aplicables.

**Artículo 54.** Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría Establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.

**Artículo 55.** La Secretaría determinará en el Reglamento y en las normas oficiales mexicanas, la forma de manejo que se dará a los envases o embalajes que contuvieron residuos peligrosos y que no sean

reutilizados con el mismo fin ni para el mismo tipo de residuo, por estar considerados como residuos peligrosos.

Asimismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final.

En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.

**Artículo 56.** La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos, las cuales tendrán como objetivo la prevención de la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de dichos residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames.

Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.

**Artículo 64.** En el caso del transporte y acopio de residuos que correspondan a productos desechados sujetos a planes de manejo, en términos de lo dispuesto por el artículo 31 de esta Ley, se deberán observar medidas para prevenir y responder de manera segura y ambientalmente adecuada a posibles fugas, derrames o liberación al ambiente de sus contenidos que posean propiedades peligrosas.

**Artículo 65.** Las instalaciones para el confinamiento de residuos peligrosos deberán contar con las características necesarias para prevenir y reducir la posible migración de los residuos fuera de las celdas, de conformidad con lo que establezca el Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables. La distancia mínima de las instalaciones para el confinamiento de residuos peligrosos, con respecto de los centros de población iguales o mayores a mil habitantes, de acuerdo con el último censo de población, deberá ser no menor a cinco kilómetros y al establecerse su ubicación se requerirá tomar en consideración el ordenamiento ecológico del territorio y los planes de desarrollo urbanos aplicables.

**Artículo 66.** Quienes generen y manejen residuos peligrosos y requieran de un confinamiento dentro de sus instalaciones, deberán apegarse a las disposiciones de esta Ley, las que establezca el Reglamento y a las especificaciones respecto de la ubicación, diseño, construcción y operación de las celdas de confinamiento, así como de almacenamiento y tratamiento previo al confinamiento de los residuos, contenidas en las normas oficiales mexicanas correspondientes.

**Artículo 67.** En materia de residuos peligrosos, está prohibido:

- I. El transporte de residuos por vía aérea;



- II. El confinamiento de residuos líquidos o semisólidos, sin que hayan sido sometidos a tratamientos para eliminar la humedad, neutralizarlos o estabilizarlos y lograr su solidificación, de conformidad con las disposiciones de esta Ley y demás ordenamientos legales aplicables;
- III. El confinamiento de compuestos orgánicos persistentes como los bifenilos policlorados, los compuestos hexaclorados y otros, así como de materiales contaminados con éstos, que contengan concentraciones superiores a 50 partes por millón de dichas sustancias, y la dilución de los residuos que los contienen con el fin de que se alcance este límite máximo;
- IV. La mezcla de bifenilos policlorados con aceites lubricantes usados o con otros materiales o residuos;
- V. El almacenamiento por más de seis meses en las fuentes generadoras;
- VI. El confinamiento en el mismo lugar o celda, de residuos peligrosos incompatibles o en cantidades que rebasen la capacidad instalada;
- VII. El uso de residuos peligrosos, tratados o sin tratar, para recubrimiento de suelos, de conformidad con las normas oficiales mexicanas sin perjuicio de las facultades de la Secretaría y de otros organismos competentes;
- VIII. La dilución de residuos peligrosos en cualquier medio, cuando no sea parte de un tratamiento autorizado, y
- IX. La incineración de residuos peligrosos que sean o contengan compuestos orgánicos persistentes y bioacumulables; plaguicidas organoclorados; así como baterías y acumuladores usados que contengan metales tóxicos; siempre y cuando exista en el país alguna otra tecnología disponible que cause menor impacto y riesgo ambiental.

**Artículo 68.** Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes.

Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

**Artículo 69.** Las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios con éstos están obligadas a llevar a cabo las acciones de remediación conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.

**Artículo 72.** Tratándose de contaminación de sitios con materiales o residuos peligrosos, por caso fortuito o fuerza mayor, las autoridades competentes impondrán las medidas de emergencia necesarias para hacer frente a la contingencia, a efecto de no poner en riesgo la salud o el medio ambiente.

**Artículo 106.** De conformidad con esta Ley y su Reglamento, serán sancionadas las personas que lleven a cabo cualquiera de las siguientes actividades:

- I.** Acopiar, almacenar, transportar, tratar o disponer finalmente, residuos peligrosos, sin contar con la debida autorización para ello;
- II.** Incumplir durante el manejo integral de los residuos peligrosos, las disposiciones previstas por esta Ley y la normatividad que de ella se derive, así como en las propias autorizaciones que al efecto se expidan, para evitar daños al ambiente y la salud;
- III.** Mezclar residuos peligrosos que sean incompatibles entre sí;
- IV.** Verter, abandonar o disponer finalmente los residuos peligrosos en sitios no autorizados para ello;
- V.** Incinerar o tratar térmicamente residuos peligrosos sin la autorización correspondiente;
- VI.** Importar residuos peligrosos para un fin distinto al de reciclarlos;
- VII.** Almacenar residuos peligrosos por más de seis meses sin contar con la prórroga correspondiente;
- VIII.** Transferir autorizaciones para el manejo integral de residuos peligrosos, sin el consentimiento previo por escrito de la autoridad competente;
- IX.** Proporcionar a la autoridad competente información falsa con relación a la generación y manejo integral de residuos peligrosos;
- X.** Transportar residuos peligrosos por vía aérea;
- XI.** Disponer de residuos peligrosos en estado líquido o semisólido sin que hayan sido previamente estabilizados y neutralizados;
- XII.** Transportar por el territorio nacional hacia otro país, residuos peligrosos cuya elaboración, uso o consumo se encuentren prohibidos;
- XIII.** No llevar a cabo por sí o a través de un prestador de servicios autorizado, la gestión integral de los residuos que hubiere generado;
- XIV.** No registrarse como generador de residuos peligrosos cuando tenga la obligación de hacerlo en los términos de esta Ley;

- XV.** No dar cumplimiento a la normatividad relativa a la identificación, clasificación, envase y etiquetado de los residuos peligrosos;
- XVI.** No cumplir los requisitos que esta Ley señala en la importación y exportación de residuos peligrosos;
- XVII.** No proporcionar por parte de los generadores de residuos peligrosos a los prestadores de servicios, la información necesaria para su gestión integral;
- XVIII.** No presentar los informes que esta Ley establece respecto de la generación y gestión integral de los residuos peligrosos;
- XIX.** No avisar a la autoridad competente en caso de emergencias, accidentes o pérdida de residuos peligrosos, tratándose de su generador o gestor;
- XX.** No retirar la totalidad de los residuos peligrosos de las instalaciones donde se hayan generado o llevado a cabo actividades de manejo integral de residuos peligrosos, una vez que éstas dejen de realizarse;
- XXI.** No contar con el consentimiento previo del país importador del movimiento transfronterizo de los residuos peligrosos que se proponga efectuar;
- XXII.** No retornar al país de origen, los residuos peligrosos generados en los procesos de producción, transformación, elaboración o reparación en los que se haya utilizado materia prima introducida al país bajo el régimen de importación temporal;
- XXIII.** Incumplir con las medidas de protección ambiental, tratándose de transporte de residuos peligrosos, e
- XXIV.** Incurrir en cualquier otra violación a los preceptos de esta Ley.

#### ***Vinculación con el Proyecto***

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. en la Unidad San José de forma rigurosa para prevenir y minimizar los impactos que pudiera ocasionar el Proyecto, involucrando para el diseño de un programa integral de manejo de residuos que contemple la identificación de origen de residuos la correcta disposición e identificación forma de recolección, ruta de manejo, recolección, disposición temporal y final por empresas recolectoras especializadas debidamente autorizadas por la SEMARNAT, garantizando el cumplimiento de las disposiciones normativas y a través de los planes de manejo de cada tipo de residuo.

### ***III.2.6. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos***

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**Artículo 16.** Los Planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades:

- I. Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos, podrán ser:
  - a) Privados, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación e implementación de un plan de manejo de residuos.
  - b) Mixtos, los que instrumenten los señalados en el inciso anterior con la participación de las autoridades en el ámbito de sus competencias.
- II. Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos obligados a su formulación y ejecución, podrán ser:
  - a) Individuales, aquéllos en los cuales sólo un sujeto obligado establece en un único plan, el manejo integral que dará a uno, varios o todos los residuos que genere, o
  - b) Colectivos, aquellos que determinan el manejo integral que se dará a uno o más residuos específicos y el cual puede elaborarse o aplicarse por varios sujetos obligados.
- III. Conforme a su ámbito de aplicación, podrán ser:
  - a) Nacionales, cuando se apliquen en todo el territorio nacional;
  - b) Regionales, cuando se apliquen en el territorio de dos o más estados o en el Distrito Federal, o de dos o más municipios de un mismo estado o de distintos estados, y
  - c) Locales, cuando su aplicación sea en un solo estado, municipio o el Distrito Federal

**Artículo 17.** Los sujetos obligados a formular y ejecutar un plan de manejo podrán realizarlo en los términos previstos en el presente Reglamento o las normas oficiales mexicanas correspondientes, o bien adherirse a los planes de manejo establecidos.

La adhesión a un plan de manejo establecido se realizará de acuerdo con los mecanismos previstos en el propio plan de manejo, siempre que los interesados asuman expresamente todas las obligaciones previstas en él.



**Artículo 20.** Los sujetos que, conforme a la Ley, estén obligados a la elaboración de planes de manejo podrán implementarlos mediante la suscripción de los instrumentos jurídicos que estimen necesarios y adecuados para fijar sus responsabilidades. En este caso, sin perjuicio de lo pactado por las partes, dichos instrumentos podrán contener lo siguiente.

- I. Los residuos objeto del plan de manejo, así como la cantidad que se estima manejar de cada uno de ellos;
- II. La forma en que se realizará la minimización de la cantidad, valorización o aprovechamiento de los residuos.
- III. Los mecanismos para que otros sujetos obligados puedan incorporarse a los planes de manejo, y
- IV. Los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo

**Artículo 28.** Los generadores de los residuos señalados en el artículo anterior podrán proponer a la Secretaría por escrito, las condiciones particulares de manejo por instalación, proceso o tipo de residuo.

Para este efecto, describirán en su propuesta el proceso, la corriente del residuo, su caracterización, la propuesta de manejo y los argumentos que justifiquen la condición particular.

La Secretaría dispondrá de treinta días hábiles para resolver sobre las condiciones particulares de manejo propuestas.

La aprobación o determinación de condiciones particulares de manejo no modifica o cancela la clasificación de un residuo como peligroso.

**Artículo 29.** Las condiciones particulares de manejo que apruebe la Secretaría podrán integrarse a un plan de manejo, sin que por ello se les exima de verificación por parte de la Procuraduría.

El plan de manejo que integre condiciones particulares de manejo aprobadas por la Secretaría tendrá efectos de autorización para aquellas actividades de manejo de residuos peligrosos contenidas en el mismo que, conforme a la Ley, requieran autorización, excepto la disposición final.

Cuando se detecte que se han incumplido las condiciones particulares de manejo, éstas quedarán sin efecto y el manejo de los residuos se sujetará al régimen de autorizaciones de la Ley. No obstante, lo anterior, el plan de manejo correspondiente continuará en vigor, con excepción de lo relativo a las condiciones particulares de manejo.

**Artículo 34.** 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.

La disposición final de residuos de la industria minera se efectuará de conformidad con la norma oficial mexicana correspondiente. Lo generadores podrán disponer los residuos mineros en minas subterráneas utilizando el proceso de relleno hidráulico o cualquier otro proceso, conforme a lo establecido en las normas oficiales mexicanas que para tal efecto expida la Secretaría. En todo caso, las normas oficiales mexicanas relativas a la disposición final de los residuos señalados en el presente artículo

establecerán condiciones de construcción, operación, cierre y, en su caso, almacenamiento temporal que requieran los proyectos.

**Artículo 35.** Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo con lo siguiente:

- I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;
- II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante:
  - a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no específica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y
  - b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y
- III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.

Los residuos peligrosos listados por alguna condición de corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad señalados en la fracción II inciso a) de este artículo, se considerarán peligrosos, sólo si exhiben las mencionadas características en el punto de generación, sin perjuicio de lo previsto en otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

**Artículo 39.** Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa.

Cuando dentro de un proceso se lleve a cabo una mezcla de residuos con otros caracterizados como peligrosos, por su corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, y ésta conserve dichas características, será considerada residuo peligroso sujeto a condiciones particulares de manejo.

**Artículo 40.** La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.

Los residuos peligrosos que se encuentren mezclados en lodos derivados de plantas de tratamiento autorizados por la autoridad competente deberán de caracterizarse y cumplir las condiciones particulares de descarga que les sean fijadas y las demás disposiciones jurídicas de la materia. En la norma oficial mexicana se determinarán aquellos residuos que requieran otros requisitos de caracterización adicionales de acuerdo con su peligrosidad.

Los residuos peligrosos generados por las actividades de dragado para la construcción y el mantenimiento de puertos, dársenas, ríos, canales, presas y drenajes serán manejados de acuerdo con las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan.

Los residuos peligrosos provenientes de la industria minero-metalúrgica y aquéllos integrados en lodos y aguas residuales, se regularán en las normas oficiales mexicanas correspondientes.

**Artículo 44.** La categoría en la cual se encuentren registrados los generadores de residuos peligrosos se modificará cuando exista reducción o incremento en las cantidades generadas de dichos residuos durante dos años consecutivos.

Los generadores interesados en modificar la categoría en la cual se encuentren registrados deberán incorporar en el portal electrónico de la Secretaría, a través del sistema que ésta establezca, la siguiente información: el número de registro del generador, descripción breve de las causas que motivan la modificación y la nueva categoría en la que solicita quedar registrado.

La Secretaría en el momento de la incorporación indicará la aceptación del cambio de categoría.

**Artículo 46.** Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán:

- I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen;
- II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alternativo, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial;
- III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes;
- IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables;
- V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley;
- VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable;

VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes;

VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos, y

IX. Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables.

Las condiciones establecidas en las fracciones I a VI rigen también para aquellos generadores de residuos peligrosos que operen bajo el régimen de importación temporal de insumos.

**Artículo 47.** Sin perjuicio de las obligaciones previstas en el artículo anterior, los grandes generadores de residuos peligrosos someterán a consideración de la Secretaría el plan de manejo de sus residuos conforme al procedimiento previsto en el artículo 25 del presente Reglamento.

**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.

**Artículo 70.** La información a que se refieren los dos artículos anteriores será revisada por la Secretaria, la cual podrá ordenar, en un plazo no mayor a un año, la inspección física de las instalaciones y del sitio en donde éstas se ubican con el fin de inspeccionar que se hayan observado las disposiciones aplicables.

Cuando existan irregularidades de la información proporcionada respecto de la inspección física realizada por la secretaria, ésta iniciará el procedimiento administrativo correspondiente.

**Artículo 71.** Las bitácoras previstas en la Ley y este Reglamento contendrán:

- I. Para los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos:
  - a) Nombre del residuo y cantidad generada;
  - b) Características de peligrosidad;
  - c) Área o proceso donde se generó;
  - d) Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos, excepto cuando se trate de plataformas marinas, en cuyo caso se registrará la fecha de ingreso y salida de las áreas de resguardo o transferencia de dichos residuos;
  - e) Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior;
  - f) Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, y
  - g) Nombre del responsable técnico de la bitácora.



La información anterior se asentará para cada entrada y salida del almacén temporal dentro del periodo comprendido de enero a diciembre de cada año.

II. Para el monitoreo de parámetros de tratamiento, incineración, reciclaje y co-procesamiento de residuos peligrosos:

- a) Proceso autorizado;
- b) Nombre y características del residuo peligroso sujeto a tratamiento;
- c) Descripción de los niveles de emisiones o liberaciones generadas durante el proceso,
- d) incluyendo su frecuencia e intensidad, y
- e) Condiciones de temperatura, presión y alimentación del proceso.

III. Para el control de los procesos de remediación de sitios contaminados:

- a) Tipo de tecnología utilizada;
- b) Fecha de inicio y término de acciones de remediación;
- c) Volumen para tratar;
- d) Puntos y fecha de muestreo;
- e) Resultados analíticos del muestreo del suelo durante la remediación;
- f) Nombre, cantidad y fechas de adición de insumos;
- g) Fecha de volteo y homogenización del suelo, en caso de que esto se realice, y
- h) Nombre del responsable técnico de la remediación

**Artículo 72.** Los grandes generadores de residuos peligrosos deberán presentar anualmente ante la Secretaría un informe mediante la Cédula de Operación Anual, en la cual proporcionarán:

- I. La identificación de las características de peligrosidad de los residuos peligrosos;
- II. El área de generación;
- III. La cantidad o volumen anual generados, expresados en unidades de masa;
- IV. Los datos del transportista, centro de acopio, tratador o sitio de disposición final;
- V. El volumen o cantidad anual de residuos peligrosos transferidos, expresados en unidades de masa o volumen;
- VI. Las condiciones particulares de manejo que en su caso le hubieren sido aprobadas por la Secretaría, describiendo la cantidad o volumen de los residuos manejados en esta modalidad y las actividades realizadas, y
- VII. Tratándose de confinamiento se describirá, además; método de estabilización, celda de disposición y resultados del control de calidad

En caso de que los grandes generadores hayan almacenado temporalmente los residuos peligrosos en el mismo lugar de su generación informarán el tipo de almacenamiento, atendiendo a su aislamiento; las características del almacén, atendiendo al lugar, ventilación e iluminación; las formas de almacenamiento, atendiendo al tipo de contenedor empleado; la cantidad anual de residuos almacenada, expresada en unidades de masa y el periodo de almacenamiento, expresado en días.

La información presentada en los términos señalados no exime a los grandes generadores de residuos peligrosos de llenar otros apartados de la Cédula de Operación Anual, relativos a información que estén obligados a proporcionar a la Secretaría conforme a otras disposiciones jurídicas aplicables a las actividades que realizan.

En caso de que los generadores de residuos peligrosos no estén obligados por otras disposiciones jurídicas a proporcionar una información distinta a la descrita en el presente artículo, únicamente llenarán el apartado de la Cédula de Operación Anual que corresponde al tema de residuos peligrosos.

**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.

### ***Vinculación con el Proyecto***

En conformidad con el presente reglamento y en seguimiento al manejo apropiado de los residuos que se pretenden generar con el Proyecto durante la preparación del sitio, construcción, operación y cierre, se realizará un programa de manejo integral de residuos que corresponde a la modalidad Individual que especifica, aquellos en los cuales solo un sujeto obligado establece en un único plan, el manejo integral que dará a uno, varios o todos los residuos que genere. El programa contendrá el tipo de residuo objeto del plan de manejo, así como la cantidad que se estima manejar de cada uno de ellos, la forma en que se realizará la minimización de la cantidad, valorización o aprovechamiento de los residuos y los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo.

En caso de que las cantidades aumenten o disminuyan conforme a las etapas del Proyecto serán modificadas las categorías de registros de generadores ante la Secretaría.

Se realizará la ruta de manejo desde la disposición temporal en las áreas de generación para cada tipo de residuos debidamente identificados, para posteriormente ser almacenados de manera temporal en las áreas o almacenes apropiados depende las características de los residuos, el transporte y disposición final serán realizados por parte de prestadores de servicios autorizados por la Secretaría, en apego a las especificaciones que contempla el presente reglamento.

### **III.2.7. Ley General de Vida Silvestre**

Para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental 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 V del presente documento; dando observancia a las siguientes disposiciones legales aplicables:

**Artículo 18.** Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.

Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.

**Artículo 19.** Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización de suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observaran las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.

**Artículo 20.** La Secretaría diseñará y promoverá en las disposiciones que se deriven de la presente Ley, el desarrollo de criterios, metodologías y procedimientos que permitan identificar los valores de la biodiversidad y de los servicios ambientales que provee, a efecto de armonizar la conservación de la vida silvestre y su hábitat, con la utilización sustentable de bienes y servicios, así como de incorporar éstos al análisis y planeación económicos, de conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y otras disposiciones aplicables.

**Artículo 29.** Las entidades federativas, los Municipios, las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México y la Federación adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio.

**Artículo 31.** Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.

**Artículo 34.** Durante el entrenamiento de ejemplares de la fauna silvestre se deberá evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor de estos, a través de métodos e instrumentos de entrenamiento que sean adecuados para ese efecto.

**Artículo 37.** El reglamento y las normas oficiales mexicanas sobre la materia establecerán las medidas necesarias para efecto de lo establecido en el presente capítulo.

**Artículo 39.** Los propietarios o legítimos poseedores de los predios o instalaciones en los que se realicen actividades de conservación de Vida Silvestre deberán avisar a la Secretaría, la cual procederá a su incorporación al Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre. Asimismo, cuando además se realicen actividades de aprovechamiento, deberán solicitar el registro de dichos predios o instalaciones como Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre.

Las unidades de manejo para la conservación de vida silvestre serán el elemento básico para integrar el Sistema Nacional de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre, y tendrán como objetivo general la conservación de hábitat natural, poblaciones y ejemplares de especies silvestres. Podrán tener objetivos específicos de restauración, protección, mantenimiento, recuperación, reproducción, repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo, rehabilitación, exhibición, recreación, educación ambiental y aprovechamiento sustentable

**Artículo 42.** Las actividades de conservación y aprovechamiento sustentable se realizarán de conformidad con las disposiciones establecidas en esta Ley, las disposiciones que de ella deriven y con base en el plan de manejo respectivo.

Los titulares de las unidades de manejo para la conservación de vida silvestre deberán presentar a la Secretaría, de conformidad con lo establecido en el reglamento, informes periódicos sobre sus actividades, incidencias y contingencias, logros con base en los indicadores de éxito y, en el caso de aprovechamiento, datos socioeconómicos que se utilizarán únicamente para efectos estadísticos. El otorgamiento de autorizaciones relacionadas con las actividades que se desarrollen en las unidades de manejo para la conservación de vida silvestre estará sujeto a la presentación de los informes a los que se refiere este artículo.

**Artículo 83.** Se requiere autorización previa de la Secretaria para la liberación de ejemplares de vida silvestre, para lo cual la solicitud correspondiente deberá:

Señalar el objeto de la liberación: repoblación, reintroducción, traslocación o medidas de control, y Contener el listado de especies a liberar, identificadas por nombre común y nombre científico hasta el grado de subespecie, cantidad de ejemplares, edades, proporción de sexos y la relación de marcas a utilizar.

**Artículo 85.** Para autorizar la liberación se tomará en consideración la información técnica y científica disponible sobre la viabilidad de la liberación, en función de las características biológicas de la especie, de la calidad del hábitat y de las condiciones del área, en su caso.

**Artículo 86.** La Secretaría deberá establecer en la autorización de liberación las medidas para disminuir los factores que puedan afectar la supervivencia y reproducción de los ejemplares a liberar, cuando se trate de especies en riesgo o de bajo potencial reproductivo y, en su caso, las medidas para realizar el seguimiento de los ejemplares o poblaciones.



**Artículo 90.** Queda prohibida la liberación de ejemplares de especies domésticas o exóticas.

### ***Vinculación con el Proyecto***

El desarrollo del Proyecto durante su etapa de preparación del sitio generará una afectación directa hacia la vegetación por ende al hábitat para la fauna presente en el área a desmonte, para evitar el daño a los individuos que se encuentren en el área de afectación será desarrollado un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna el cual toma en cuenta para su elaboración y aplicación los preceptos definidos en la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento.

### ***III.2.8. 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 11 de mayo de 2022 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.

La presente ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

**Artículo 5.** 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.

**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.

El país asume el objetivo indicativo o meta aspiracional de reducir al año 2020 un treinta por ciento de emisiones con respecto a la línea de base; así como un cincuenta por ciento de reducción de emisiones al 2050 en relación con las emitidas en el año 2000. Las metas mencionadas podrán alcanzarse si se establece un régimen internacional que disponga de mecanismos de apoyo financiero y tecnológico por parte de países desarrollados hacia países en desarrollo entre los que se incluye los Estados Unidos Mexicanos. Estas metas se revisarán cuando se publique la siguiente Estrategia Nacional.

Asimismo, el país se compromete a reducir de manera no condicionada un veintidós por ciento sus emisiones de gases de efecto invernadero y un cincuenta y uno por ciento sus emisiones de carbono negro al año 2030 con respecto a la línea base. Este compromiso, asumido como Contribución determinada a nivel nacional, implica alcanzar un máximo de las emisiones nacionales al año 2026; y desacoplar las emisiones de gases de efecto invernadero del crecimiento económico, la intensidad de emisiones por unidad de producto interno bruto se reducirá en alrededor de cuarenta por ciento entre 2013 y 2030.

La reducción del veintidós por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero se conseguirá a través del compromiso de los diferentes sectores participantes, de acuerdo con las metas siguientes: transporte -18 por ciento; generación eléctrica -31 por ciento; residencial y comercial -18 por ciento; petróleo y gas -14 por ciento; industria -5 por ciento; agricultura y ganadería -8 por ciento y residuos -28 por ciento.

Las metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y de carbono negro al 2030 se podrán incrementar hasta un treinta y seis por ciento y setenta por ciento respectivamente, de manera condicionada sujeta a la adopción de un acuerdo global que incluya temas tales como un precio al carbono internacional, ajustes a aranceles por contenido de carbono, cooperación técnica, acceso a recursos financieros de bajo costo y a transferencia de tecnología, todo ello a una escala equivalente con el reto del cambio climático global.

### ***Vinculación con el Proyecto***

El Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2, se deberá seguir las especificaciones reglamentarias de la presente Ley, se identificarán las fuentes que deberán reportar en el Registro por sector, subsector y actividad. 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 87, con esto el proyecto se suma a las responsabilidades del país que se compromete a reducir de manera no condicionada un veintidós por ciento sus emisiones de gases de efecto invernadero y un cincuenta y uno por ciento sus emisiones de carbono negro al año 2030, conforme a lo establecido para el sector industrial.

### ***III.2.9. 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.

**Artículo 3** 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 explotación minera, con la aplicación de distintas herramientas y aplicando distintas medidas para minimizar el impacto ambiental derivado del Proyecto.

**Artículo 4** 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;

***Vinculación con el Proyecto***

Con base en lo anterior, el Proyecto conlleva actividades de índole minera indirectamente por lo que puede considerarse en este Artículo, sin embargo, la naturaleza del Proyecto y de sus actividades no representa un alto impacto respecto a emisiones, ya que la combustión de combustibles será la principal fuente de emisiones a la atmósfera, sin embargo por cantidad de máquinas que operarán así como vehículos de transporte durante las etapas de preparación, construcción y operación se estima que las emisiones no sobrepasen los límites máximos permisibles en materia de emisiones a la atmósfera.

En resumen, el desarrollo del presente Proyecto integra lo establecido en la Ley General de Cambio Climático y su Reglamento.

### **III.2.10. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental**

Dicha LFRA fue publicada el día 07 de junio de 2013 en el Diario Oficial de la Federación y reformada el 20 de mayo de 2021.

La Presente 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.

**Artículo 6.** 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.

**Artículo 10.** 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.

**Artículo 11.** La responsabilidad por daños ocasionados al ambiente será subjetiva, y nacerá de actos u omisiones ilícitos con las excepciones y supuestos previstos en este título.

En adición al cumplimiento de las obligaciones previstas en el artículo anterior, cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica.

Para los efectos de esta Ley, se entenderá que obra ilícitamente el que realiza una conducta activa u omisiva en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias, a las normas oficiales mexicanas, o a las autorizaciones, licencias, permisos o concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades.

**Artículo 12.** Será objetiva la responsabilidad ambiental, cuando los daños ocasionados al ambiente devengan directa o indirectamente de:

- I. Cualquier acción u omisión relacionada con materiales o residuos peligrosos;
- II. El uso u operación de embarcaciones en arrecifes de coral;



- III. La realización de las actividades consideradas como Altamente Riesgosas, y
- IV. Aquellos supuestos y conductas previstos por el artículo 1913 del Código Civil Federal

**Artículo 13.** La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su Estado Base los hábitats, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación.

La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño. Los propietarios o poseedores de los inmuebles en los que se haya ocasionado un daño al ambiente deberán permitir su reparación, de conformidad a esta Ley. El incumplimiento a dicha obligación dará lugar a la imposición de medios de apremio y a la responsabilidad penal que corresponda.

Los propietarios y poseedores que resulten afectados por las acciones de reparación del daño al ambiente producido por terceros tendrán derecho de repetir respecto a la persona que resulte responsable por los daños y perjuicios que se les ocasionen.

**Artículo 14.** La compensación ambiental procederá por excepción de los siguientes casos:

- I. Cuando resulte material o técnicamente imposible la reparación total o parcial del daño, o
- II. Cuando se actualicen los tres supuestos siguientes:
  - a) Que los daños al ambiente hayan sido producidos por una obra o actividad ilícita que debió haber sido objeto de evaluación y autorización previa en materia de impacto ambiental o cambio de uso de suelo en terrenos forestales;
  - b) Que la Secretaría haya evaluado posteriormente en su conjunto los daños producidos ilícitamente, y las obras y actividades asociadas a esos daños que se encuentren aún pendientes de realizar en el futuro, y
  - c) Que la Secretaría expida una autorización posterior al daño, al acreditarse plenamente que tanto las obras y las actividades ilícitas, como las que se realizarán en el futuro, resultan en su conjunto sustentables, y jurídica y ambientalmente procedentes en términos de lo dispuesto por las Leyes ambientales y los instrumentos de política ambiental.

En los casos referidos en la fracción II del presente artículo, se impondrá obligadamente la sanción económica sin los beneficios de reducción de los montos previstos por esta Ley. Asimismo, se iniciarán de manera oficiosa e inmediata los procedimientos de responsabilidad administrativa y penal a las personas responsables.

Las autorizaciones administrativas previstas en el inciso c) de este artículo no tendrán validez, sino hasta el momento en el que el responsable haya realizado la compensación ambiental, que deberá ser ordenada por la Secretaría mediante condicionantes en la autorización de impacto ambiental, y en su caso, de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

La compensación por concepto de cambio de uso de suelo en terrenos forestales se llevará a cabo en términos de lo dispuesto por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

**Artículo 24.** Las personas morales serán responsables del daño al ambiente ocasionado por sus representantes, administradores, gerentes, directores, empleados y quienes ejerzan dominio funcional de sus operaciones, cuando sean omisos o actúen en el ejercicio de sus funciones, en representación o bajo el amparo o beneficio de la persona moral, o bien, cuando ordenen o consientan la realización de las conductas dañosas.

Las personas que se valgan de un tercero lo determinen o contraten para realizar la conducta causante del daño serán solidariamente responsables, salvo en el caso de que se trate de la prestación de servicios de confinamiento de residuos peligrosos realizada por empresas autorizadas por la Secretaría.

No existirá responsabilidad alguna, cuando el daño al ambiente tenga como causa exclusiva un caso fortuito o fuerza mayor.

**Artículo 25.** Los daños ocasionados al ambiente serán atribuibles a la persona física o moral que omita impedirlos, si ésta tenía el deber jurídico de evitarlos. En estos casos se considerará que el daño es consecuencia de una conducta omisiva, cuando se determine que el que omita impedirlo tenía el deber de actuar para ello derivado de una Ley, de un contrato, de su calidad de garante o de su propio actuar precedente.

**Artículo 39.** En la determinación de las medidas de reparación y compensación ambiental se considerará:

- I. El criterio de equivalencia recurso-recurso o servicio-servicio;
- II. Las acciones que proporcionen recursos naturales o Servicios Ambientales del mismo tipo,
- III. Calidad y cantidad que los dañados;
- IV. Las mejores tecnologías disponibles;
- V. Su viabilidad y permanencia en el tiempo;
- VI. El costo que implica aplicar la medida;
- VII. El efecto en la salud y la seguridad pública;
- VIII. La probabilidad de éxito de cada medida;
- IX. El grado en que cada medida servirá para prevenir daños futuros y evitar riesgos como consecuencia de su aplicación;
- X. El grado en que cada medida beneficiará al ecosistema dañado;
- XI. El grado en que cada medida tendrá en cuenta los correspondientes intereses sociales, económicos y culturales de la localidad;
- XII. El periodo de tiempo requerido para la recuperación de los ciclos biológicos que fueron afectados por el daño causado al ecosistema;
- XIII. El grado en que cada una de las medidas logra reparar el lugar que ha sufrido el daño ambiental, y
- XIV. La vinculación geográfica con el lugar dañado.

**Artículo 41.** El plazo para el cumplimiento de las obligaciones materia de la presente Ley, será fijado por el Juez tomando en consideración:

- I. La naturaleza de las obras o actos necesarios para reparar el daño ocasionado al ambiente y en su caso, cumplir con la compensación ambiental;

- II. Lo propuesto por las partes, y
- III. La opinión o propuesta de la Secretaría.

**Artículo 42.** La Procuraduría auxiliará a la autoridad judicial en la verificación del cumplimiento de las obligaciones a cargo del responsable.

Dicha dependencia informará bimestralmente al Juez sobre los avances en el cumplimiento de las sentencias. Las partes podrán manifestar lo que a su derecho convenga respecto al incumplimiento o deficiente ejecución de dicha resolución.

### ***Vinculación con el Proyecto***

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 promotora 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 Unidad San José.

La presente Manifestación de Impacto Ambiental presenta la evaluación de los impactos ambientales que se espera sean generados por el Proyecto, así como los mecanismos de compensación, mitigación y prevención de los impactos ambientales, y su seguimiento, evaluación y propuestas de urgente aplicación en caso de eventos extraordinarios no previstos.

### ***III.3. Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo de la región***

#### ***III.3.1. Planes o Programas de desarrollo de la región***

##### ***III.3.1.1. Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024***

La vinculación del Proyecto se realiza también con un análisis del PND 2019-2024, el cual expone de forma general y coordinada, los objetivos que rigen sobre el territorio nacional.

El PND 2019-2024, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 3 de mayo de 2019, se basa en cuatro temas fundamentales, las cuales son:

- I. Política y Gobierno
- II. Política Social
- III. Economía
- IV. Epílogo: Visión de 2024

Con base en los temas anteriormente mencionados, el PND establece que tiene como fin y objetivo superior: el bienestar general de la población; el poder público debe servir en primer lugar al interés público, no a los intereses privados y la vigencia del estado de derecho debe ser complementada por una nueva ética social, no por la tolerancia implícita de la corrupción.

La ejecución de las obras y actividades enmarcadas en el Proyecto permitirá dar continuidad a las operaciones mineras de la Unidad San Martín, ello con la adecuación que servirá en su totalidad para la elevación del depósito de jales 6, todo para fortalecer y readecuar el área, con ello continuando la operación de la Unidad Minera. Así pues, el desarrollo del Proyecto se encuentra afín con los temas principales establecidos en el PND.

#### **– Política y Gobierno**

Garantizar empleo, salud y bienestar mediante la creación de puestos de trabajo, el cumplimiento del derecho de todos los jóvenes del país a la educación superior, la inversión en infraestructura y servicios de salud y por medio de los programas regionales, sectoriales y coyunturales de desarrollo.

#### **– Política Social. Construir un país con bienestar**

El objetivo más importante del gobierno de la Cuarta Transformación es que en 2024 la población de México esté viviendo en un entorno de bienestar.

#### **– Desarrollo Sostenible**

El gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales,

ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro habitable y armónico.

– **Economía. Mantener finanzas sanas**

No se gastará más dinero del que ingrese a la hacienda pública. Los recursos destinados a financiar los programas sociales provendrán de lo que se ahorre con el combate a la corrupción y la eliminación de gastos suntuarios, desperdicio de recursos y robo de combustibles.

– **Respeto a los contratos existentes y aliento a la inversión privada**

Se alentará la inversión privada, tanto la nacional como la extranjera, y se establecerá un marco de certeza jurídica, honestidad, transparencia y reglas claras.

– **Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo**

El sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura, pero también facilitando el acceso al crédito a las pequeñas y medianas empresas (que constituyen el 93 por ciento y que general la mayor parte de los empleos) y reduciendo y simplificando los requisitos para la creación de empresas nuevas.

– **Epílogo: Visión de 2024**

El fortalecimiento de los principios éticos irá acompañado de un desarrollo económico que habrá alcanzado para entonces una tasa de crecimiento de 6 por ciento, con un promedio sexenal de 4 por ciento. La economía deberá haber crecido para entonces más del doble que el crecimiento demográfico. De tal manera, en 2024 el país habrá alcanzado el objetivo de crear empleos suficientes para absorber la demanda de los jóvenes que se estén incorporando al mercado laboral. Los programas de creación de empleos y de becas para los jóvenes habrán surtido su efecto y el desempleo será mínimo; la nación contará con una fuerza laboral mejor capacitada y con un mayor grado de especialización.

El PND no es un instrumento vinculante que restrinja las distintas actividades pretendidas. Se anticipa que la ejecución del Proyecto contribuirá a mantener el auge económico a nivel municipal al asegurar la vida útil de la Unidad San Martín y por consiguiente la oferta laboral, lo que aseguraría la permanencia y generación de empleos a nivel local e incluso regional.

Todas las actividades y obras incluidas en el Proyecto se desarrollarán en total observancia a los diferentes instrumentos que permitan el mejor apego al desarrollo sostenible, ello a través de la capacitación del personal.

El Proyecto no contraviene con los temas principales establecido en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019 -2024 presentados anteriormente; por el contrario, contribuye directamente a la generación de empleos inversión en infraestructura minera y a su vez representa un incremento en la inversión del sector minero, que de acuerdo con el Epílogo: Visión de 2024 establece que para el año 2024 se generarán



los empleos suficientes, así mismo el Proyecto en mención impulsará y promoverá la inversión privada tal como se menciona en el apartado de Economía del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024.

No obstante, con lo mencionado anteriormente, la vinculación del Proyecto se realiza a su vez con base en el anexo XVIII del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, en el cual se manifiesta de forma general y coordinada los ejes transversales y los ejes generales, sus objetivos y estrategias para cumplir dichos objetivos, los cuales rigen a la nación y que a su vez son vinculables con el Proyecto, siendo estos mismos los siguientes:

– **III.3 Eje transversal 3 “Territorio y desarrollo sostenible”**

Es fundamental considerar tanto la viabilidad financiera, fiscal y económica como el mantenimiento de la cohesión social y la conservación y protección de la biodiversidad y los ecosistemas mediante la planeación y el ordenamiento territorial.

Así mismo el Eje Transversal de Territorio y desarrollo sostenible considera enfoques de política pública considerando cinco criterios de los cuales se menciona tres de ellos, mismos que son aplicables al Proyecto:

2. Toda política pública deberá contemplar, entre sus diferentes consideraciones, la vulnerabilidad ante el cambio climático, el fortalecimiento de la resiliencia y las capacidades de adaptación y mitigación, especialmente si impacta a las poblaciones o regiones más vulnerables.
3. En los casos que resulte aplicable, la determinación de las opciones de política pública deberá favorecer el uso de tecnologías bajas en carbono y fuentes de generación de energía renovable; la reducción de la emisión de contaminantes a la atmósfera, el suelo y el agua, así como la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
5. El análisis de la política pública deberá valorar si un mejor ordenamiento territorial potencia los beneficios de la localización de la infraestructura, los bienes y servicios públicos, y de ser así, incorporarlo desde su diseño, pasando por la implementación, y hasta su proceso de evaluación y seguimiento.

El enfoque número cinco es aplicable al Proyecto debido que en el presente DTU-B se considera el análisis, y la vinculación con el Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial, y a su vez con las Unidades Ambientales Biofísicas (UABs) según en la que se encuentre el sitio del Proyecto, atendiendo y observando los diferentes lineamientos, líneas de acción y otros.

– **Eje General de “bienestar”**

Objetivo: Garantizar el ejercicio efectivo de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, con énfasis en la reducción de brechas de desigualdad y condiciones de vulnerabilidad y discriminación en poblaciones y territorios.

– **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.

La ejecución del Proyecto contempla el enfoque a la sostenibilidad, esto a través de las medidas de prevención, mitigación y de compensación de los impactos adversos que pudiera generar el Proyecto (Capítulo VII), así como ser un generador de bienestar al ofrecer empleos bien remunerados y con prestaciones de ley superiores a muchos de los sectores económicos del país.

– **Indicador 2.5.2:** Territorio nacional cubierto por bosques y selvas.

**Descripción:** Mide el resultado de todas las acciones de conservación, manejo y recuperación de la cubierta vegetal forestal y permite observar si disminuye la deforestación (pérdida de cubierta forestal).

El Proyecto considera diferentes medidas acordes a los impactos que se generarán por el cambio de uso de suelo (rescate y reubicación de flora, recuperación del suelo orgánico producto de despalme, reforestación, obras de conservación de suelo y agua.), salvaguardando así la cubierta forestal o en su caso compensando los impactos a esta.

– **2.5.1** Conservar y proteger los ecosistemas terrestres y acuáticos, así como la biodiversidad para garantizar la provisión y calidad de sus servicios ambientales.

Durante el desarrollo del Proyecto se ejecutarán medidas que puedan solventar los diferentes impactos adversos que pudieran generarse por el desarrollo de obras y actividades enmarcadas en éste, salvaguardando así la integridad del ecosistema, su biodiversidad y los servicios ambientales que por este son aportados.

Entre las principales medidas se encuentran:

- Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre
- Rescate y reubicación de flora
- Reforestación
- Obras de conservación de suelo y agua
- Prohibición de introducción de especies exóticas de flora y fauna
- Prohibición de cacería
- Prohibición de fuegos y quemas
- Manejo integral de residuos

– **2.5.3** Restaurar ecosistemas y recuperar especies prioritarias con base en el mejor conocimiento científico y tradicional disponible.

El Proyecto contempla la ejecución de rescates y reubicaciones de especies de flora y fauna teniendo énfasis en las especies con alguna categoría de riesgo enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-

2010 y de baja movilidad, así como en aquellas especies florísticas de lento crecimiento o de interés especial, además de la reforestación con especies nativas. Aunado a las medidas de compensación y prevención mencionadas, al final de la vida útil del Proyecto se contempla la restauración integral del área del proyecto.

- **2.5.8** Promover la gestión, regulación y vigilancia para prevenir y controlar la contaminación y la degradación ambiental.

El Proyecto considera la supervisión ambiental que garantice la prevención y control de los impactos ambientales que pudiera generar el Proyecto durante cada una de sus etapas.

- **2.6.6** Mantener y restablecer, bajo un enfoque de cuenca, la integridad de los ecosistemas relacionados con el agua, en particular los humedales, los ríos, los lagos y los acuíferos.

Arian Silver de México, S.A. de C.V., dará capacitación a todos los trabajadores involucrados en actividades *in situ* en este Proyecto, además promoverá las condiciones laborales adecuadas para el buen desempeño de las diferentes obras y actividades planeadas, sin afectar la integridad de los ecosistemas presentes en la zona.

- **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.

El Proyecto atraerá la inversión privada al municipio de General Pánfilo Natera, a su vez contribuirá en una derrama económica local, ello con la oferta laboral y el consumo de diferentes bienes y servicios a nivel municipal e incluso regional.

- **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.

El Proyecto contribuirá a mantener actividades de beneficio de minerales dentro del municipio de General Pánfilo Natera, además durante su ejecución se potenciarán las capacidades locales de producción a través de las capacitaciones en diferentes temas (medio ambiente, higiene y seguridad laboral, entre otras), así mismo se dará preferencia en las contrataciones de las personas que provengan de localidades aledañas a la Unidad San José. Como se ha mencionado, el desarrollo del Proyecto estará acompañado por la ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental con el que se administrarán las medidas que deban ser aplicadas para prevenir, mitigar, reparar o compensar los posibles impactos que pudiera provocar el Proyecto.

- **Objetivo 3.10** Fomentar un desarrollo económico que promueva la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero y la adaptación al cambio climático para mejorar la calidad de vida de la población

La ejecución de las actividades enmarcadas en el Proyecto se realizará en total observancia a las diferentes disposiciones legales referentes a la emisión de gases y compuestos de efecto invernadero, como ejemplo se señala la ejecución de medidas preventivas como el mantenimiento de vehículos y maquinarias para prevenir que se emita más gases de lo que normalmente lo harían en condiciones óptimas.

- **3.10.1** Promover políticas para la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero en sectores productivos, así como promover y conservar sumideros de carbono.

El Proyecto además de que implementará medidas que minimicen el impacto adverso a la atmósfera, considera la compensación ambiental basada en la reforestación de áreas degradadas, promoviendo así la creación y conservación de sumideros de carbono.

CONSULTA PÚBLICA

### ***III.4. Programa de Ordenamiento Ecológico General Del Territorio***

De conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), el ordenamiento ecológico se define como el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos.

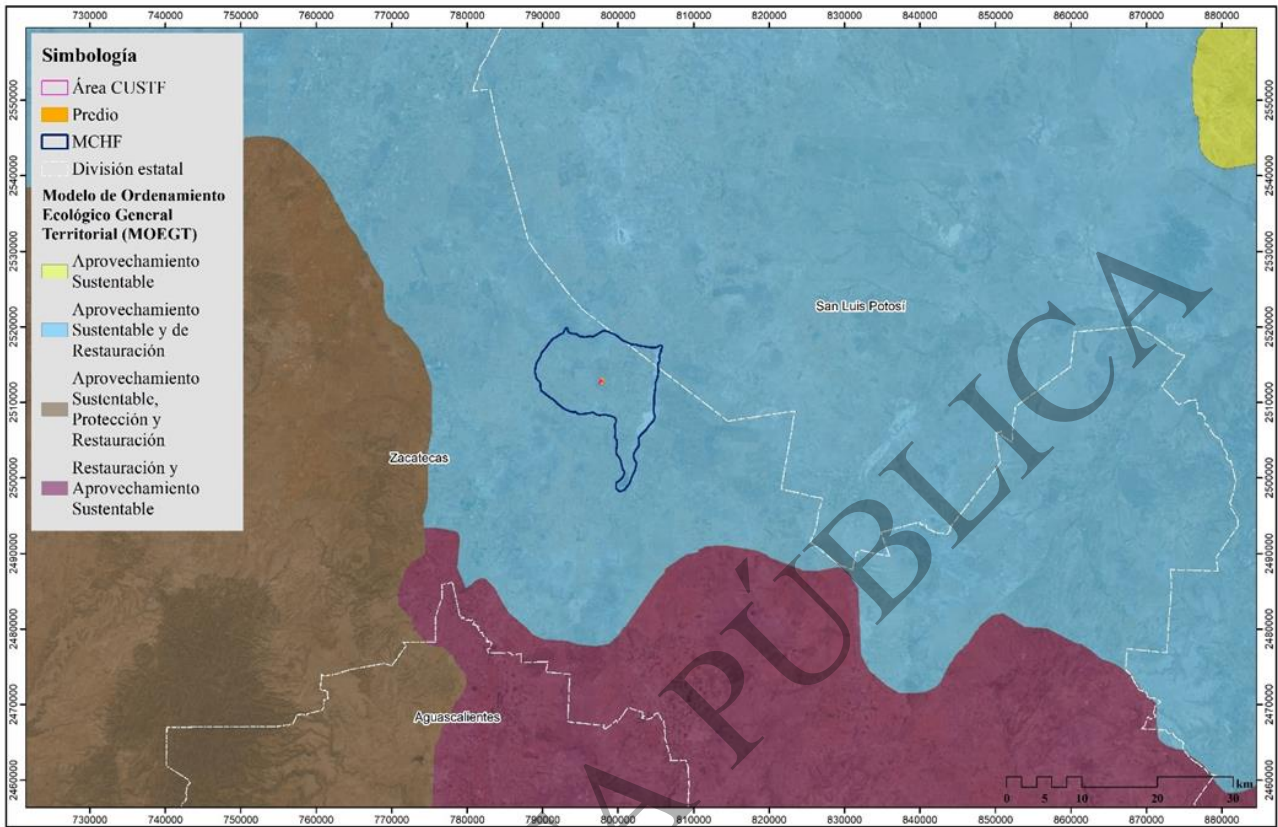
El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. No obstante, por su escala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

Para el análisis del Proyecto respecto al POEGT, se tomó como base al Sistema Ambiental (SA) del cual se detalla su delimitación en el capítulo siguiente.

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 3.6.





**Figura 3.6. Proyecto dentro del Modelo de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (MOEGT)**

**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><b>Aprovechamiento Sustentable y Restauración:</b> 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>

<b>Estado del Medio Ambiente (2008)</b>	<p><b>Medianamente estable a inestable. Conflicto Sectorial Nulo.</b> 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>	
<b>Escenario al 2033</b>	Inestable	
<b>Prioridad de atención</b>	Baja	
<b>Rectores del desarrollo</b>	Ganadería – Minería	
<b>Coadyuvantes de desarrollo</b>	Agricultura – Preservación de flora y fauna	
<b>Asociados del desarrollo</b>	Desarrollo Social	
<b>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b>		
	<b>Estrategias de la UAB 42</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
<b>A) Preservación</b>	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
	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>B) Aprovechamiento sustentable</b>	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.

<b>C) Protección de los recursos naturales</b>	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
<b>D) Restauración</b>	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, además durante el desarrollo del proyecto se contempla la reforestación de áreas degradadas para compensar el impacto por las actividades de cambio de uso de suelo.
<b>E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios</b>	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.
	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.
<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>		
<b>A) Suelo Urbano y Vivienda</b>	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	N/A
<b>B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias</b>	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
<b>C) Agua y Saneamiento</b>	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.	N/A

<b>E) Desarrollo social</b>	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.	N/A
	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.	
	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
<b>Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b>		
<b>A) Marco Jurídico</b>	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.
<b>B) Planeación del Ordenamiento Territorial</b>	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

CONSULTA PÚBLICA



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 Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2 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.4.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Zacatecas***

A la fecha, el estado de Zacatecas no cuenta con un Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial decretado y reconocido de manera oficial por la autoridad, por lo que no se puede llevar a cabo un análisis y vinculación del Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2 con dicho Programa o acuerdo.

#### ***III.4.2. 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 Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2 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

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

#### 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 <a href="https://imco.org.mx/area/competitividad/">https://imco.org.mx/area/competitividad/</a>
Tasa media de crecimiento promedio anual del PIB estatal	Tasa	2020	n.p.	1.5	Ascendente	INEGI, PIB por entidad federativa <a href="https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.aspx?pr=17&amp;vr=6&amp;in=2&amp;tp=20&amp;wr=1&amp;cno=2">https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.aspx?pr=17&amp;vr=6&amp;in=2&amp;tp=20&amp;wr=1&amp;cno=2</a>
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) <a href="https://www.inegi.org.mx/sistemas/Infoenoe/Default_15mas.aspx">https://www.inegi.org.mx/sistemas/Infoenoe/Default_15mas.aspx</a>

### Vinculación con otros Instrumentos de Planeación

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 Pública 3.5. Infraestructura para el desarrollo económico

#### Objetivo

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

#### Estrategias

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

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

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

#### 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

### 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.

La minería es una palanca de desarrollo, no obstante, se debe impulsar la minería sostenible, es decir, aquella que busca un adecuado equilibrio entre el medio ambiente y los derechos de la propiedad con la inversión, producción, empleo, remuneraciones, dinamismo económico, transferencia y generación de nuevas actividades económicas que paulatinamente sean el sello de la actividad zacatecana.

Aunque la actividad minera es de amplia importancia, a largo plazo la entidad no puede depender ampliamente de recursos no renovables. La sostenibilidad tiene así una doble acepción: la no dependencia futura y el cuidado de la flora, fauna y de la sanidad de los territorios con desarrollo minero.

Así pues, se buscan estratégicamente los acuerdos con las mineras para que éstas generen más empleo y bienestar para la sociedad zacatecana, siempre salvaguardando la naturaleza y acordando con las poblaciones residentes en las localidades mineras acuerdos justos en cuanto a sus derechos sobre la tierra.

El desarrollo del Proyecto se llevará a cabo en estricto apego a las normas, leyes y reglamentos en materia ambiental, con el fin de propiciar un desarrollo sustentable

El desarrollo del Proyecto dará continuidad a la operación de la unidad promoviendo la inversión económica en la región, que brindará estabilidad laboral.

#### **III.4.3. 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 Natera, 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 Natera.

Bajo este precepto jurídico, el Programa de desarrollo Urbano del Centro de Población de Gral. Pánfilo Natera (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 V 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, 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 se encuentra en un área con actividades mineras por lo tanto no se afecta el valor paisajístico de manera severa, como parte de este documento se presentan medidas de restauración, mitigación y compensación con la finalidad de contrarrestar los potenciales impactos ambientales que genere el proyecto, sobre los distintos factores ambientales.

#### **III.4.4. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT)**

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales, establece los objetivos, estrategias, líneas de acción e indicadores en los cuales se enfoca la política y gestión ambiental del actual Gobierno Federal durante el sexenio a su cargo. El contenido del PROMARNAT se alinea con la meta Nacional de México Próspero del Plan Nacional de Desarrollo 2020-2024 y los compromisos internacionales asumidos por el país en la materia.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### ***Vinculación con el Proyecto***

El Proyecto busca ser lo menos impactante con el medio ambiente con la planeación adecuada de sus obras y superficies, empleando áreas degradadas como parte de su ejecución y con una mayor interacción humana donde los servicios ambientales se han visto mermados a través de los años con las distintas actividades antrópicas en la región, sin embargo, parte de la planeación y el compromiso de la promotora 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.4.5. Programa de Desarrollo Minero 2019-2024 (PRODEMIN)***

Hasta julio de 2022, fecha en que se elaboró la presente MIA, no se ha publicado el nuevo Plan de Desarrollo Minero 2019-2024.

### ***III.5. Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas***

#### ***III.5.1. Áreas de protección y conservación de recursos***

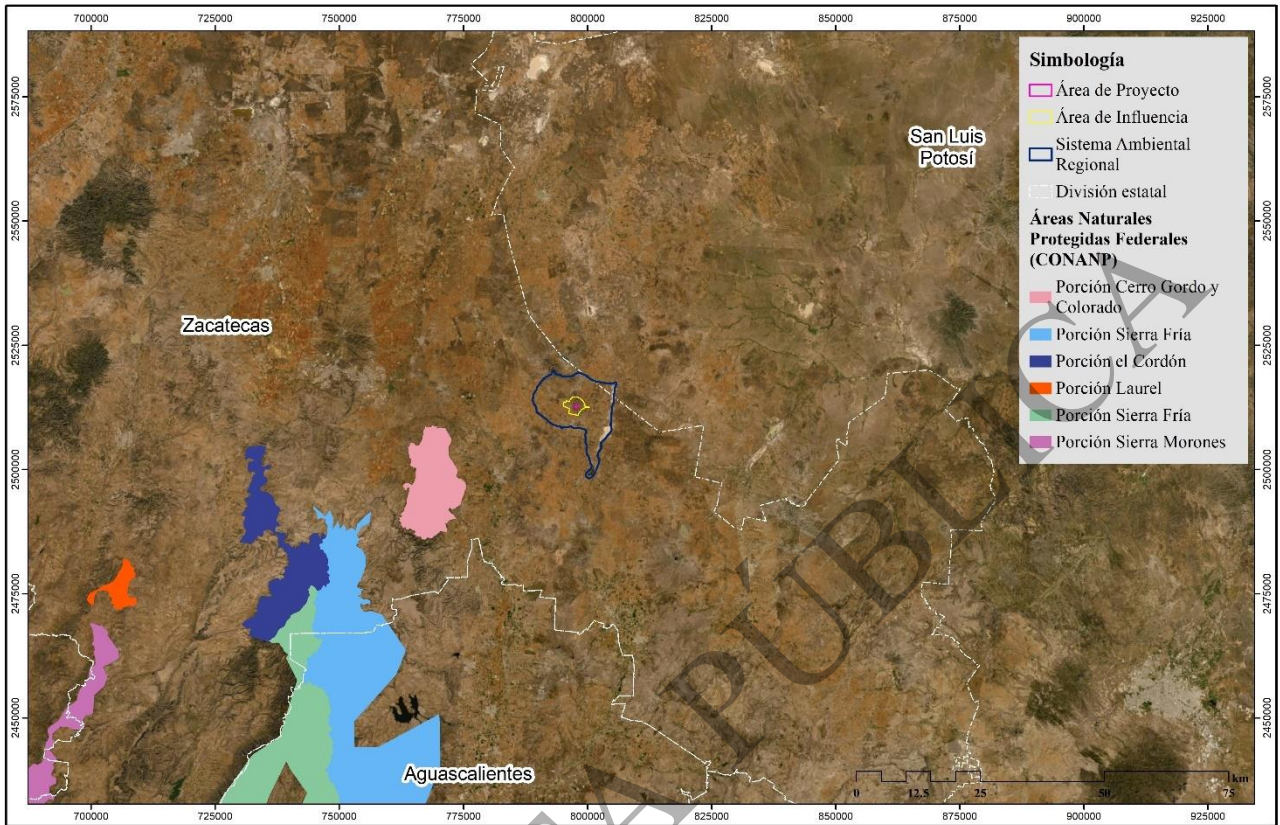
El instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad son las Áreas Naturales Protegidas. Por tal razón, se realizó una consulta al listado de La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) para confirmar que dentro de la zona donde pretende realizarse el Proyecto, tuviera o no incidencia sobre alguna 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 que el área donde se pretenden realizar las actividades del Proyecto tenga o no incidencia dentro de una región prioritaria para la conservación de recursos, ya fuese esta; Terrestre (RTP), Hidrológica (RHP) o Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

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

#### ***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.

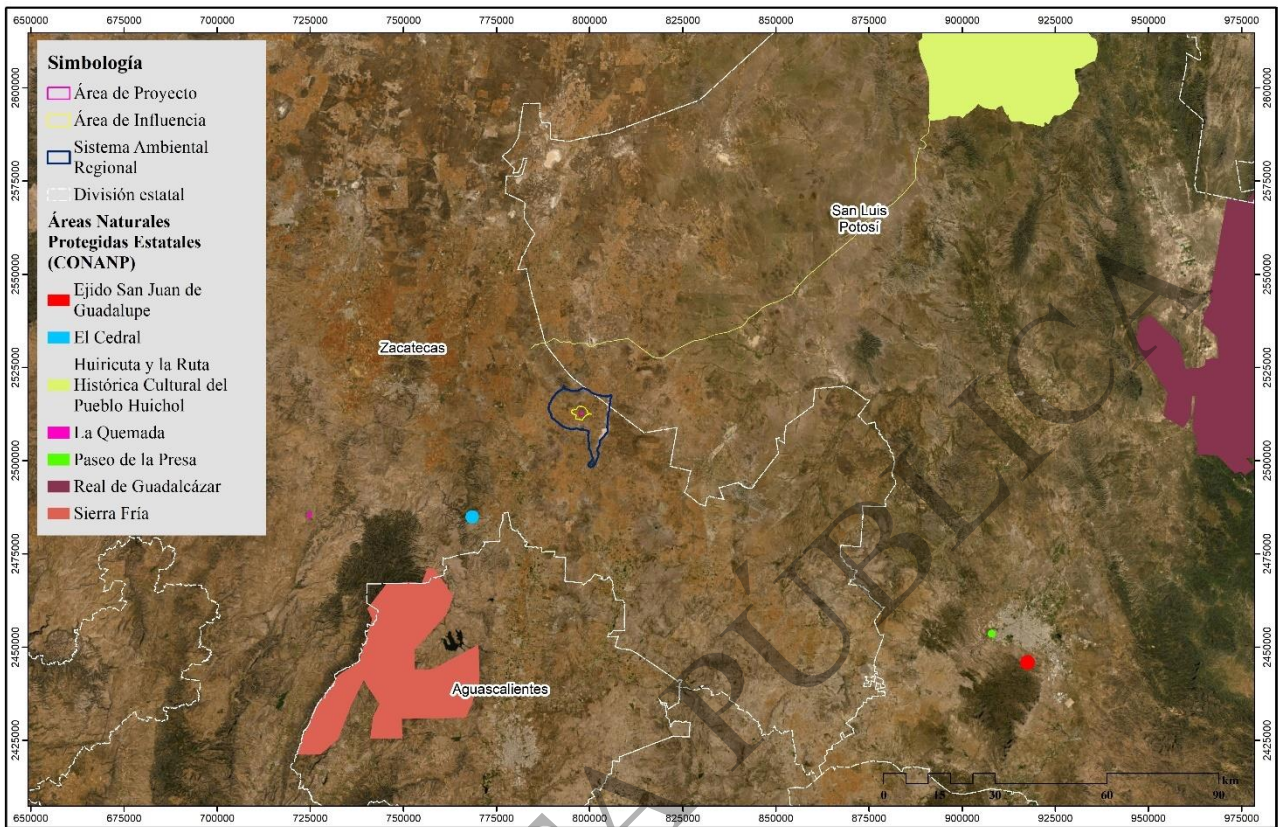
En una revisión de la información digital (*shapesfiles*) de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), se pudo determinar que dentro de la SA no se localiza ningún ANP de carácter Federal o Estatal, como mera referencia se hace mención del ANP Federal porción Cerro Gordo y Colorado Estatal más cercana es la denominada El Cedral, que se localiza a 40 km en dirección Suroeste.



**Figura 3. 7. Localización del Proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas Federales (CONANP)**

CONSULTA PÚBLICA





**Figura 3. 8. Localización del Proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas Estatales (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.

### **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).



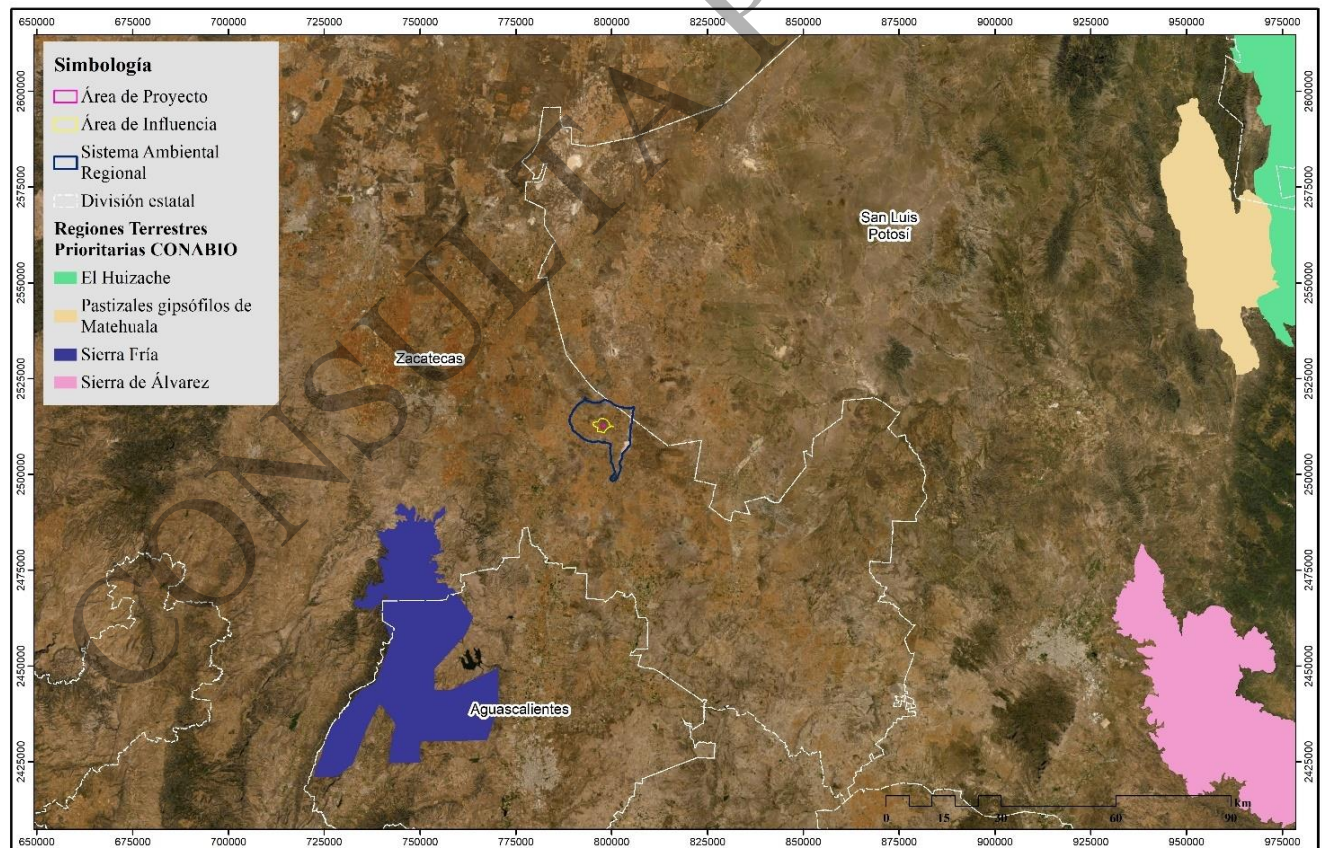
En este contexto, las regiones prioritarias no son ordenamientos vinculatorios con base en los cuales se pueda restringir o negar un Proyecto en materia de Cambio de Uso de Suelo. Sin embargo, como referencia para la descripción del entorno ambiental que envuelve al proyecto, se presentan a continuación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

### **Regiones Terrestres Prioritarias**

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 50 km en línea recta y en dirección al Suroeste con respecto al predio del Proyecto

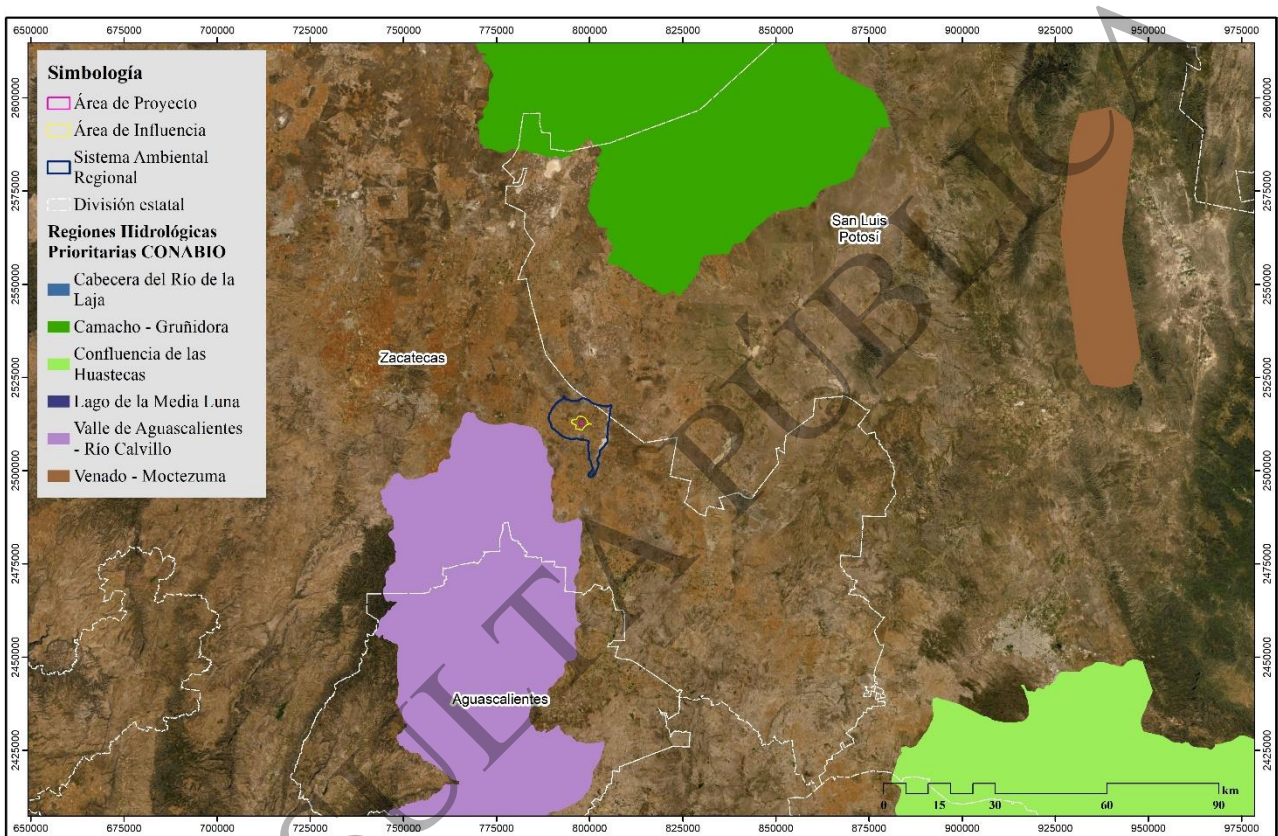
Debido a la distancia que existe entre el Proyecto y la RTP más cercana, no se estima que la integridad de ninguno de los componentes de esta y ningún otra RTP pueda verse comprometida o amenazada por el desarrollo de las obras y actividades que se plantean.

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.



**Figura 3. 9. Localización del Proyecto respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias (CONABIO) Regiones Hidrológicas Prioritarias**

En lo que respecta a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), el SA no se localiza sobre ninguna RHP, las dos más cercanas son la denominada Valle de Aguascalientes-Río Calvillo y Camacho Gruñidora las cuales se ubican a 12 y 42 km respectivamente en línea recta y dirección Norte, por tanto; no se considera que el desarrollo del Proyecto pueda poner en riesgo la integridad de estas regiones prioritarias; Enseguida se presenta una Figura en 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. 10. Localización del Proyecto respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (CONABIO)**

### **Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves**

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

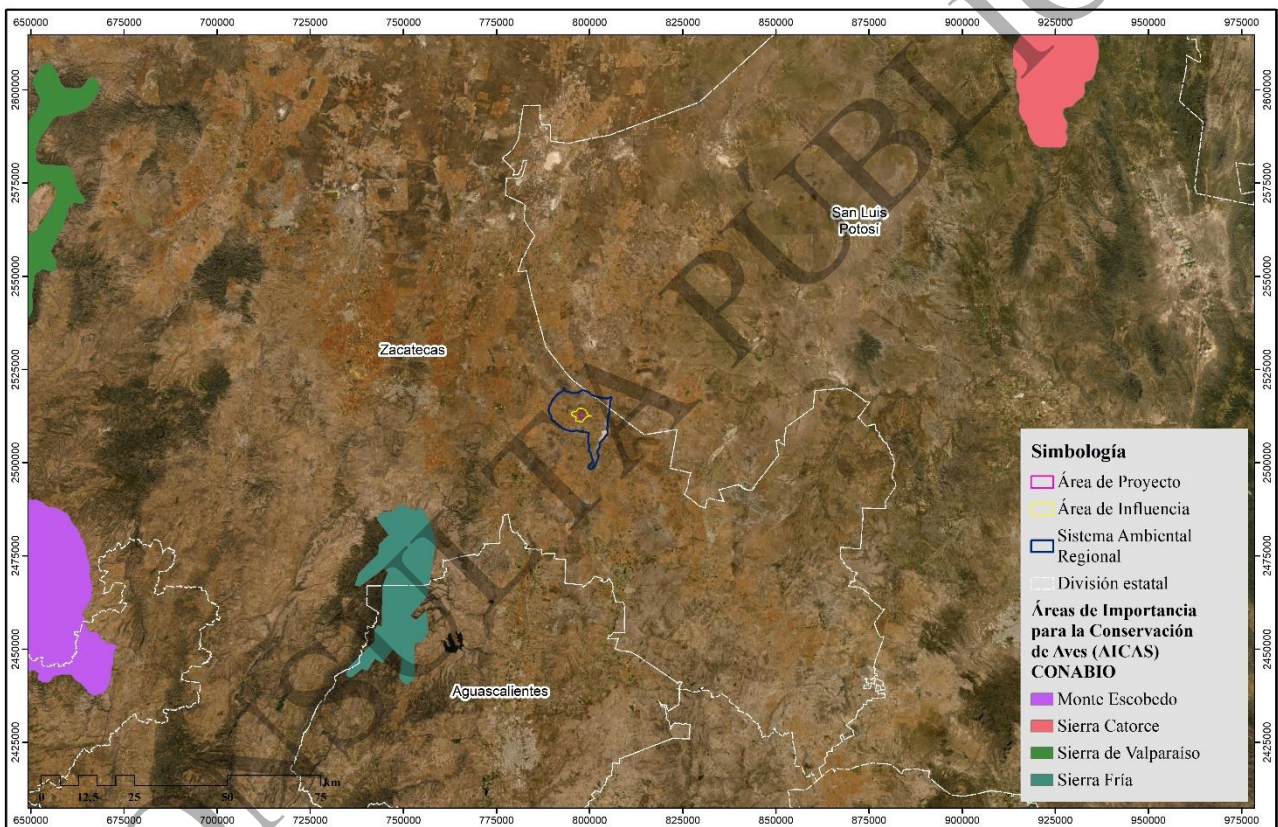
Al igual que las Regiones Prioritarias, las AICAS corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental y se localizan en la parte continental o marina del territorio nacional, destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica específica, e importante presencia de un 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, las más cercanas se localiza a aproximadamente 142 km en línea recta en dirección Noroeste y 50 km en dirección oeste y reciben los nombres de Sierra Catorce y Sierra Fría.

No se estima que ninguna AICA pueda verse afectada por el desarrollo de actividades y obras, enmarcado 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. 11. Localización del Proyecto respecto a las Áreas de importancia para la Conservación de las Aves**

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.6. Normas Oficiales Mexicanas

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

**Tabla 3.4. Normatividad Aplicable**

Norma		¿Qué establece?	Vinculación con el proyecto
NOM-141-SEMARNAT-2003		Establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y post-operación de presas de jales	La vinculación con cada uno de los lineamientos de esta norma se muestra en el <b>Anexo 3.1</b> .
Aspecto Ambiental	Norma	¿Qué establece?	Vinculación con el proyecto
Agua	NOM-001-SEMARNAT-2021	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.	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 y a estos se les dará el mantenimiento periódico a través de una empresa especializada y debidamente acreditada para dicha labor. Quedará estrictamente prohibido verter los desechos sanitarios al suelo natural o escorrentías
Residuos	NOM-052-SEMARNAT-2005	Características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente	Durante la operación del Proyecto, se generarán residuos peligrosos derivados del mantenimiento a la maquinaria. Estos residuos, plenamente identificados, serán clasificados por sus características de peligrosidad de acuerdo con esta Norma y resguardados en el almacén temporal de residuos de la Unidad San José para su posterior disposición final por una empresa especializada y

			autorizada por la autoridad correspondiente.
	<b>NOM-054-SEMARNAT-1993</b>	Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005	No se almacenarán residuos que sean incompatibles.
	<b>NOM-041-SEMARNAT-2015</b>	Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible	Excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minera.
<b>Contaminación Atmosférica</b>	<b>NOM-045-SEMARNAT-2017</b>	Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición	Se excluyen de la aplicación de la presente Norma, a la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.
	<b>NOM-080-SEMARNAT-1994</b>	Límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición	No se espera rebasar ninguno de estos límites, sin embargo, los vehículos y maquinaria de obra deberán contar con un programa de mantenimiento que asegure su correcto funcionamiento y evite que los niveles de ruido excedan el máximo permisible
<b>Ruido</b>	<b>NOM-081-SEMARNAT-1994</b>	Límites máximos permisibles de emisiones de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Durante el desarrollo del Proyecto se dará mantenimiento correctivo a vehículos y maquinaria a fin de reducir las emisiones de ruido y no rebasar los límites máximos permitidos por la Norma.
	<b>NOM-011-STPS-2001</b>	Establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	Durante el desarrollo del Proyecto se establecerán las medidas correspondientes para que el personal se desempeñe en condiciones óptimas de higiene, desde la utilización de equipo de protección, hasta el cumplimiento de las Normas Oficiales 080 y 081 de la SEMARNAT.



<b>Flora y Fauna</b>	<b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b>	<p>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</p>	<p>Arian Silver de México, S.A. de C.V. aplicará las medidas de prevención de daños y manejo especial sobre las especies de flora y fauna enlistadas en esta Norma registradas en el Sistema Ambiental del Proyecto; las cuales están identificadas en el Capítulo IV del presente documento.</p>
	<b>NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012</b>	<p>Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación</p>	<p>Se tomarán medidas para prevenir derrames de hidrocarburos, pero si se presenta un derrame, se recogerá y se le dará el manejo como residuos peligrosos, en el caso que exceda de un metro cúbico se seguirá un proceso de remediación de suelos conforme a la LGPGIR.</p>
<b>Suelo</b>	<b>NOM-023-STPS-2012</b>	<p>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.</p>	<p>En apego a la presente Norma, durante todo el desarrollo del Proyecto y hasta la etapa de cierre y abandono, 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.</p>

CONSULTA PÚBLICA

### ***III.7. Otros Instrumentos***

#### ***III.7.1. 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.7.1.1. 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.

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.7.1.2 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 militares perjudiciales para la naturaleza.

Aunque durante el desarrollo del Proyecto se tenga afectación de áreas forestales, nuevamente se espera que, con la correcta aplicación de las medidas preventivas, de mitigación y compensación, se logre ejecutar un Proyecto ambientalmente viable, donde no se ponga en riesgo a la biodiversidad, los suelos, el agua y los demás componentes ambientales.

### ***III.7.1.3 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.

El Proyecto mediante la correcta aplicación de las medidas de mitigación prevención y compensación ambiental, no comprometerá la biodiversidad, la infiltración, así como la erosión del suelo, lo que promoverá un ambiente productivo y armónico con el entorno natural.

#### **III.7.1.4 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.

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.7.1.5 Acuerdo de París**

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 dio inicio en 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.

El Proyecto se vincula a este acuerdo, dado que durante el desarrollo de este se atenderá el tema de las emisiones de gases invernadero, ello a través del mantenimiento preventivo, periódico y correctivo a la maquinaria y vehículos de obra, con el fin de no rebasar los límites máximos permisibles en las Normas Oficiales Mexicanas 041 y 045 de la SEMARNAT.

### ***III.7.2. Vinculación con tratados y convenios internacionales***

#### ***III.7.2.1. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)***

México es miembro parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), la cual se reconoce un documento “marco”, es decir, un texto que debe enmendarse o desarrollarse con el tiempo para que los esfuerzos frente al calentamiento atmosférico y el cambio climático puedan orientarse mejor y ser más eficaces. El objetivo de la CMNUCC celebrado en 1992 en Río de Janeiro, es lograr el equilibrio de las concentraciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en un plazo que permita la adaptación de los ecosistemas al cambio climático.

Se prevé que este objetivo sea alcanzado por medio de la implementación de medidas de respuesta acordadas por las partes comprometidas y con la capacidad e iniciativa de adoptar medidas para prevenir, prevenir o reducir estos GEI. Las partes tienen la responsabilidad y compromiso de tomar medidas, promover, facilitar y financiar a las partes más vulnerables al cambio climático sin impedir el desarrollo, y cerciorándose que la producción de alimentos no se vea afectada.

Uno de los compromisos de las partes, comprendido en el Artículo 4 correspondiente a las responsabilidades de acuerdo con sus prioridades y objetivos, establece que se deberá:

“c) Promover y apoyar con su cooperación el desarrollo, la aplicación y la difusión, incluida la transferencia, de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en todos los sectores pertinentes, entre ellos la energía, el transporte, la industria, la agricultura, la silvicultura y la gestión de desechos.”

México firmó dicha Convención el 13 de junio de 1992 y la ratificó ante la Organización de las Naciones Unidas el 11 de marzo de 1993, y forma parte de los países en desarrollo de acuerdo con el Anexo 1 de la CMNUCC, cuyas responsabilidades son únicamente el desarrollo de inventarios actualizados de emisión de GEI y la publicación de comunicaciones nacionales con información para el diseño de las políticas climáticas nacionales.

Derivado de la CMNUCC, se han realizado diversas adiciones y acuerdos, siendo el Protocolo de Kyoto la primera adición al tratado, aprobado en 1997; y el Acuerdo de París, adoptado en 2015, el más reciente acuerdo derivado de la Convención, mismo que entrará en vigor en 2020.

De acuerdo con el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI), emitido por el INECC (2015) con datos del 2013, México emite 665,304.92 Gg de CO<sub>2</sub>e<sup>1</sup>, que representa el 1.4% de las emisiones globales del GEI, siendo el 12° emisor a nivel global. En cuanto a la contribución nacional de GEI por sector, el transporte contribuye con la emisión de un 26.2%, seguido por la generación eléctrica, que aporta 19% del total de emisiones. La industria (17.3%), Petróleo y gas (12.1%), Agropecuario (12%), Uso de suelo (USCUSS) (4.9%), Residuos (4.6%), y Residencial (3.9%) completan la lista de los sectores que contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero, según información del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)

---

1 Gg – Un gigagramo equivale a 1,000 toneladas



México en materia de cambio climático, a partir de los tratados internacionales a los que está suscrito, y de acuerdo a su “INDC’s” que son los planes de acción climática presentados por cada país que describen la cantidad de emisiones que reducirá y sus acciones a realizar, se compromete a una Reducción No Condicionada del 25% de sus emisiones GEI y de contaminantes climáticos de vida corta (CCVC), es decir, 22% de GEI y 51% de carbono negro; así como también se compromete a reducir sus emisiones del sector industria generando el 35% de energía limpia en el 2034 y 43% al 2030. Por otra parte, el compromiso internacional de México también incluye de forma general una adaptación del sector social ante el cambio climático, garantizando la seguridad alimentario y acceso al agua; reduciendo 50% el número de municipio altamente vulnerables a eventos hidrometeorológicos por sus características geográficas; promoviendo la participación de la sociedad en la preparación de políticas públicas, entre otras. Una adaptación basada en ecosistemas, pretendiendo alcanzar en el 2030 una tasa de 0% de deforestación; y reforestando cuencas altas, medias y bajas; además de conservar y restaurar ecosistemas, entre otras metas. Y una adaptación de la infraestructura estratégica, garantizando y monitoreando el tratamiento de aguas residuales urbanas e industriales en asentamientos humanos mayores a 500,000 habitantes; incrementando la generación de energías limpias, entre otras. Para realizarlo, es necesario el desarrollo de capacidad, la transferencia de tecnologías y el financiamiento para la adaptación.

En completa congruencia con estos acuerdos, con los objetivos de la CMNUCC y con los compromisos de México para combatir el cambio climático, el presente Proyecto contribuirá con el debido manejo de residuos mineros, los cuales contarán con los debidos estudios, reglamentos, respetando los lineamientos y límites establecidos por la ley, además de la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación para la atención a los impactos ambientales que genere el desarrollo del Proyecto.

### ***III.7.2.2. Protocolo de Kioto de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático***

A partir de la Cumbre de Río surgieron reuniones con el fin de adoptar compromisos más detallados y objetivos cuantitativos de reducción y limitación de las emisiones de GEI. En 1997, en la ciudad de Kioto, Japón, se constituyó el Protocolo de Kioto, el cual entró en vigor en el 2005 una vez que fueron detallados los pendientes de las normas para el cumplimiento y fue ratificada con la firma de 141 países<sup>2</sup>. Este Protocolo fue creado con el objetivo de reducir un 5% las emisiones de GEI con respecto a sus emisiones de 1990, durante el periodo del 2008-2012.

El Artículo 2 párrafo 1 del Protocolo de Kioto establece que cada uno de los países incluidos en su III-1 cumplirá con la reducción de emisiones de GEI, promoverá el desarrollo sostenible y:

“a) Aplicará y/o seguirá elaborando políticas y medidas de conformidad con sus circunstancias nacionales, por ejemplo, las siguientes:

I) Fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional; ...

---

<sup>2</sup> México firmó el Protocolo de Kioto el 11 de diciembre de 1997 y lo ratificó ante la Organización de Naciones Unidas el 7 de septiembre de 2000.

IV) Investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro de dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales.”

Además, en el párrafo 3 del mismo Artículo 2, considera que los países involucrados se empeñarán en aplicar las políticas y medidas a las que se refiere el presente Artículo de tal manera que se reduzcan al mínimo los efectos adversos, tales como los causados por el cambio climático, los del comercio internacional, así como las repercusiones sociales, ambientales y económicas.

El Artículo 3 párrafo primero señala que: “los países se asegurarán, individual y conjuntamente, de reducir el total de sus emisiones de los GEI a un nivel inferior en no menos de 5% al de 1990 en el periodo de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012.”

En particular el Artículo 4 (párrafos 1, 3, 5, 7, 8) estipulan que las responsabilidades de los países desarrollados será el proporcionar recursos financieros nuevos y adicionales para cubrir la totalidad de los gastos convenidos que efectúen los países en desarrollo para cumplir sus obligaciones y la transferencia de tecnología. Además, se considera que el desarrollo económico-social y la erradicación de la pobreza son las prioridades de las partes que son países en desarrollo.

De estos Artículos aplicables a los países en vías de desarrollo como es México, el Proyecto contribuirá al logro de los objetivos del Protocolo de Kioto por utilizar distintos métodos y tecnologías que buscan un desarrollo económico y social con el menor impacto ambiental posible.

### ***III.7.2.3. 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.

El Proyecto no se localiza dentro de ningún sitio RAMSAR, por lo que el desarrollo del Proyecto no pone en riesgo ningún instrumento de conservación de este tratado.

#### **III.7.2.4. 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.”

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 de rescate y reubicación de especies de flora y fauna (descritas en el capítulo VI de esta MIA), así como otras medidas dirigidas específicamente a los componentes bióticos del Área del Proyecto y su Área de Influencia.

### ***III.7.2.5. 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.”<sup>3</sup> 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, y
- 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).

Las obras y actividades que conlleva el Proyecto no atañen el comercio de ninguna especie; sin embargo, cuando se registren especies incluidas dentro de los apéndices CITES en las áreas donde se instalará 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.

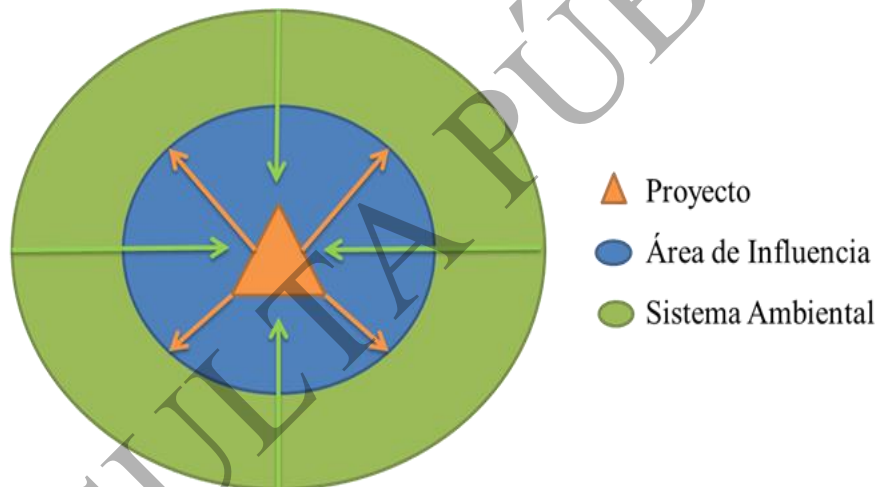
---

<sup>3</sup> <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 Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2, 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 el área de influencia, se analizan 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, la topografía del sitio, la hidrología superficial, el modelo de ordenes de corriente, entre otros criterios. Para la delimitación del AI se utilizó el ArcGIS para procesar todos los insumos como las curvas de nivel a una equidistancia de 5 m, con dichas curvas posteriormente se realizó un TIN a partir de las curvas de nivel a cada 10 m, también se realizó un Modelo Digital de elevación el cual se procesó mediante la herramienta ArcHydro con la cual se determinaron los flujos, escorrentía superficial, modelo de ordenes de corriente para determinar la red hídrica del AI.

### IV.2. Delimitación del Sistema Ambiental (SA)

La delimitación del Sistema Ambiental (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 carácter principal para la delimitación de este SA en particular es la demarcación de áreas de drenaje superficial en donde las precipitaciones que caen sobre éstas tienden a ser drenadas hacia un mismo cauce.

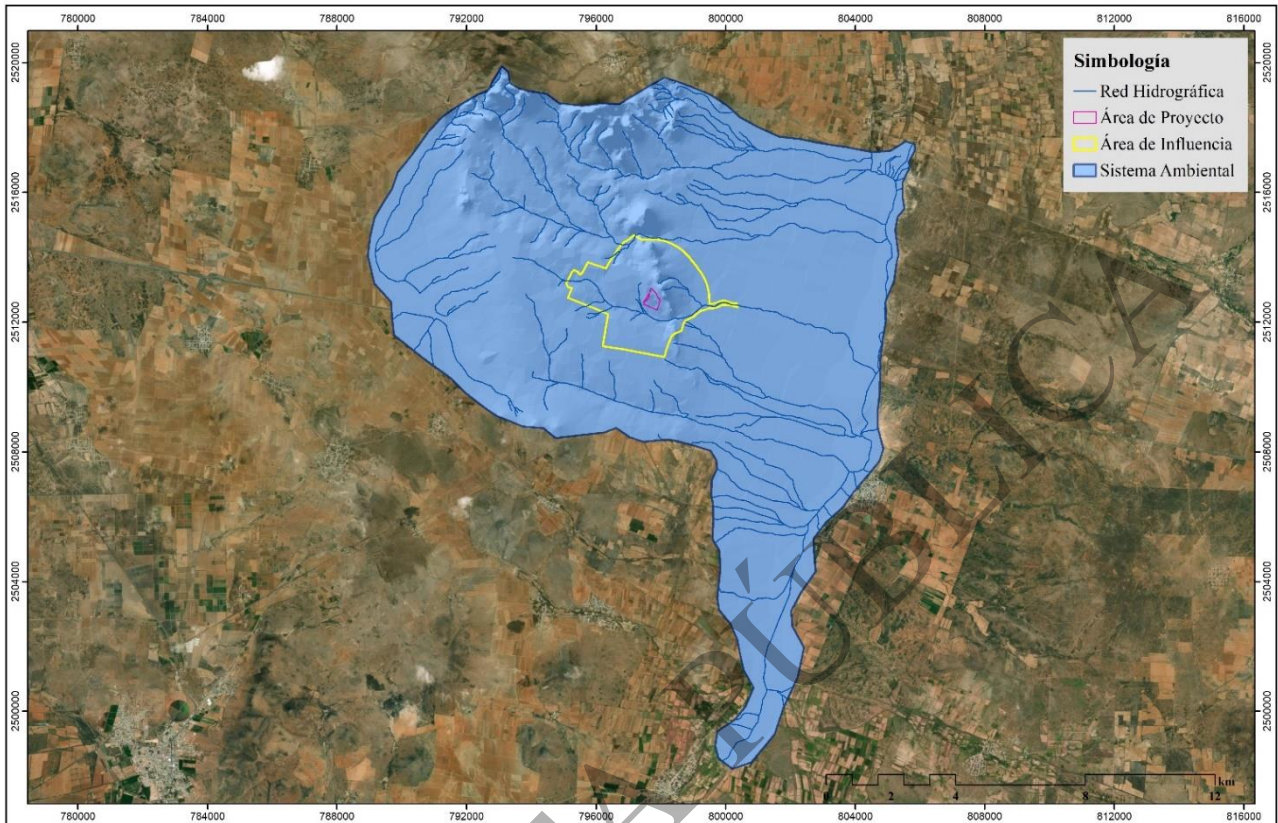
El SA del Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2, se generó a partir del análisis de información ambiental de fuentes oficiales, así como los datos recopilados en las visitas de campo. Para determinar las fronteras del SA, se seleccionaron nanocuencas generadas a partir de curvas de nivel con equidistancia de 10 m, 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.

La red hidrográfica que se muestra en la Figura 4. 2 es el resultado de la recopilación de datos obtenidos del SIATL, el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas de INEGI. A través de esta herramienta se pudo obtener un modelo de cómo se observan los flujos de agua en toda la Región Hidrológica 37, denominada como “El Salado”. Obtenida esta información, se delimitó la red hidrográfica presentada en dicho simulador a la del área del SA, para así tener una representación visual de los flujos presentes en nuestra área de interés.

Atendiendo lo anterior, el SA se delimitó tomando como base a las nanocuencas de incidencia sobre el Proyecto, resultando en un SA con una superficie de **17 609.5486 ha** de tal manera que, el SA supone una relativa homogeneidad en sus características bióticas, abióticas y de uso de suelo.

En la **Figura 4. 2** se presenta de manera gráfica el SA delimitada para este Proyecto, así como los criterios que fueron tomados en cuenta para su delimitación. En el **Anexo Digital** adjunto al presente estudio se podrán consultar las coordenadas del SA en el sistema de coordenadas WGS84, proyección UTM Z13.



**Figura 4. 2. 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 y los diferentes usos de suelo y del agua que hay en las áreas de estudio.

#### ***IV.3.1. Medio abiótico***

##### ***IV.3.1.1. Atmósfera***

###### ***IV.3.1.1.1. Clima***

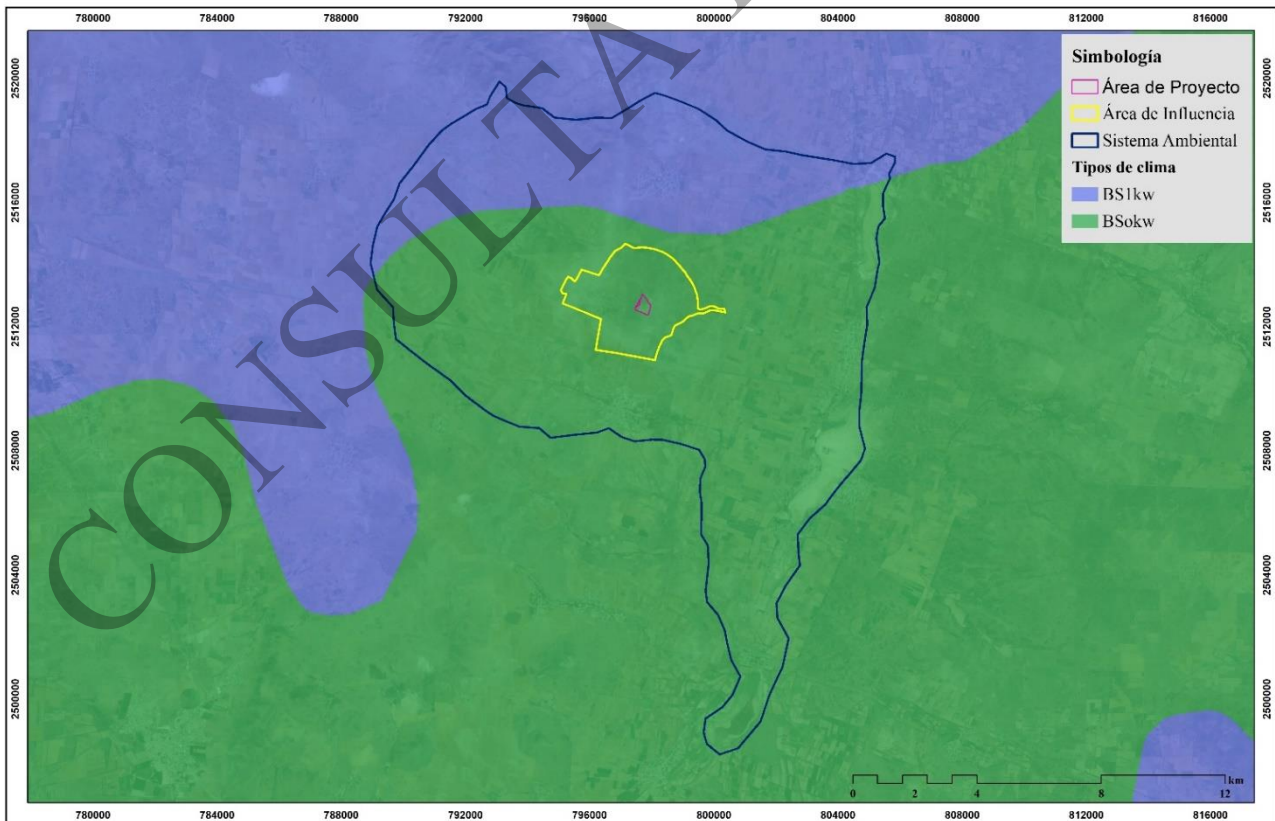
De los factores físicos que forman el medio ambiente, el clima es uno de los más importantes y variables, ya que los fenómenos meteorológicos que actúan para componer un tipo de clima específico se encuentran en función de la latitud, altitud y las geoformas del sitio; contribuyendo a la monotonía o diversidad biológica.

De acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en el estado de Zacatecas el 73% de la entidad presenta clima seco y semiseco, el 17%, presenta clima templado subhúmedo y se localiza hacia el oeste del estado; el 6 % es muy seco se presenta hacia la región norte y noreste, el 4% restante presenta clima cálido subhúmedo y se encuentra hacia el sur y suroeste de la entidad.

Según la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 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 climas (**Figura 4. 3**), los cuales se identifican con las claves BS1kw y BS0kw, la descripción de este tipo de clima se presenta a continuación (Tabla 4. 1).

**Tabla 4. 1. Tipos de clima dentro del Sistema Ambiental**

Tipo de Clima	Descripción temperatura	Descripción precipitación
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.
BS0kw	Corresponde a templado con verano cálido, temperaturas medias, anual 12° a 18 °C, del mes más frío entre - 3° y 18 °C y del mes más cálido >18 °C.	Régimen de lluvia de verano, corresponde a >10.2 para lluvia de verano y <36 para lluvia de invierno.



**Figura 4. 3. Tipo de clima dentro del SA según la CONABIO**



#### IV.3.1.1.2. 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 meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) cercanas al Sistema Ambiental del Proyecto, mediante las cuales se generaron modelos con información más detallada.

A continuación, se presentan los datos de las estaciones meteorológicas que fueron utilizadas para el análisis de las condiciones atmosféricas dentro del SA. En la Tabla 4. 2 se muestra la relación de las estaciones del SMN de las cuales se recopiló y procesó información para la creación de los modelos mencionados.

**Tabla 4. 2. Estaciones meteorológicas utilizadas para modelar los rangos de temperatura y precipitación dentro del Sistema Ambiental**

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

Enseguida en la Figura 4. 4 se presenta de manera gráfica la ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas para generar los modelos de temperatura y precipitación dentro del SA.

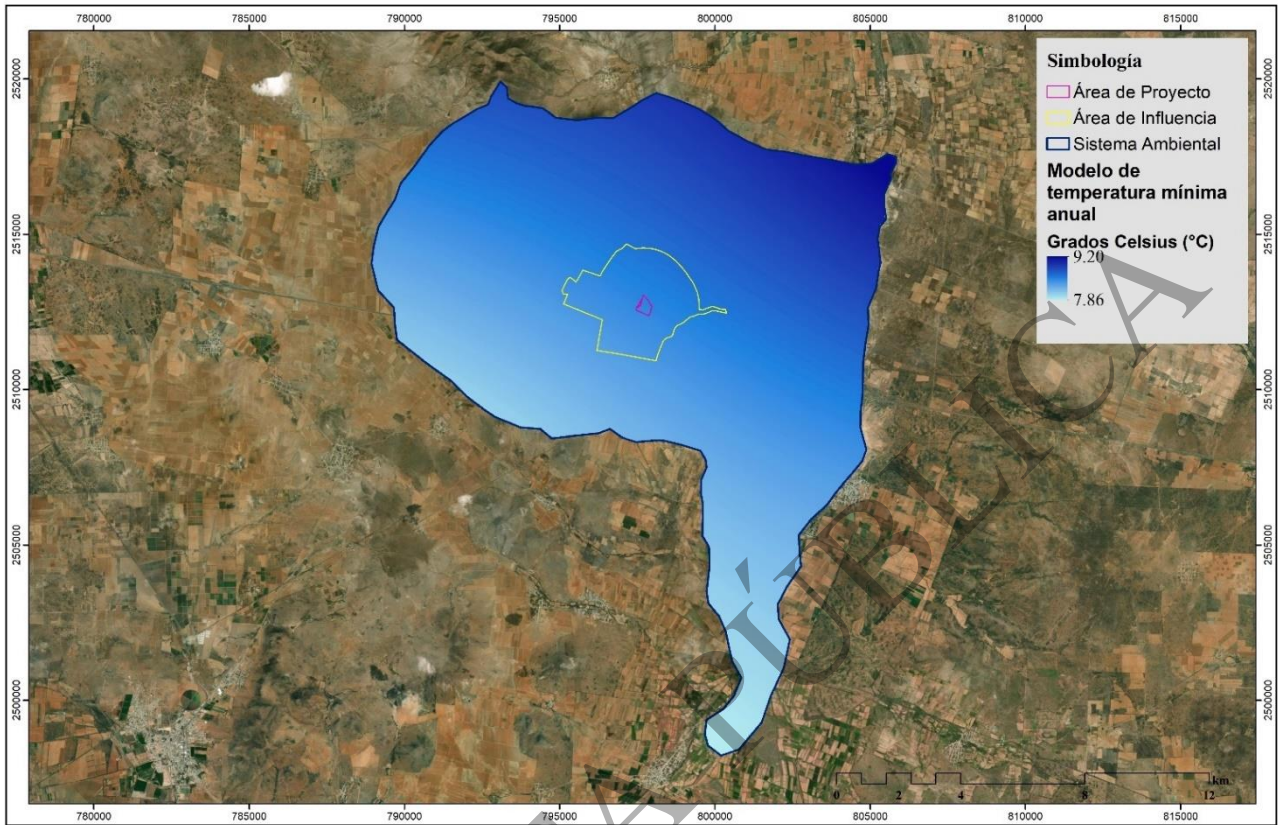


**Figura 4. 4. Ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas para generar el modelo de temperatura y precipitación dentro del SA**

De acuerdo con los modelos elaborados para describir las variables que interactúan en el SA, se determinó que la temperatura mínima va de los 7.86° C a los 9.20°C, mientras que el modelo de temperatura promedio registra temperaturas de 16.28° a 17.04°, por último, la temperatura máxima registrada en el SA presenta un rango que va de los 24.48°C a 25.01°C.

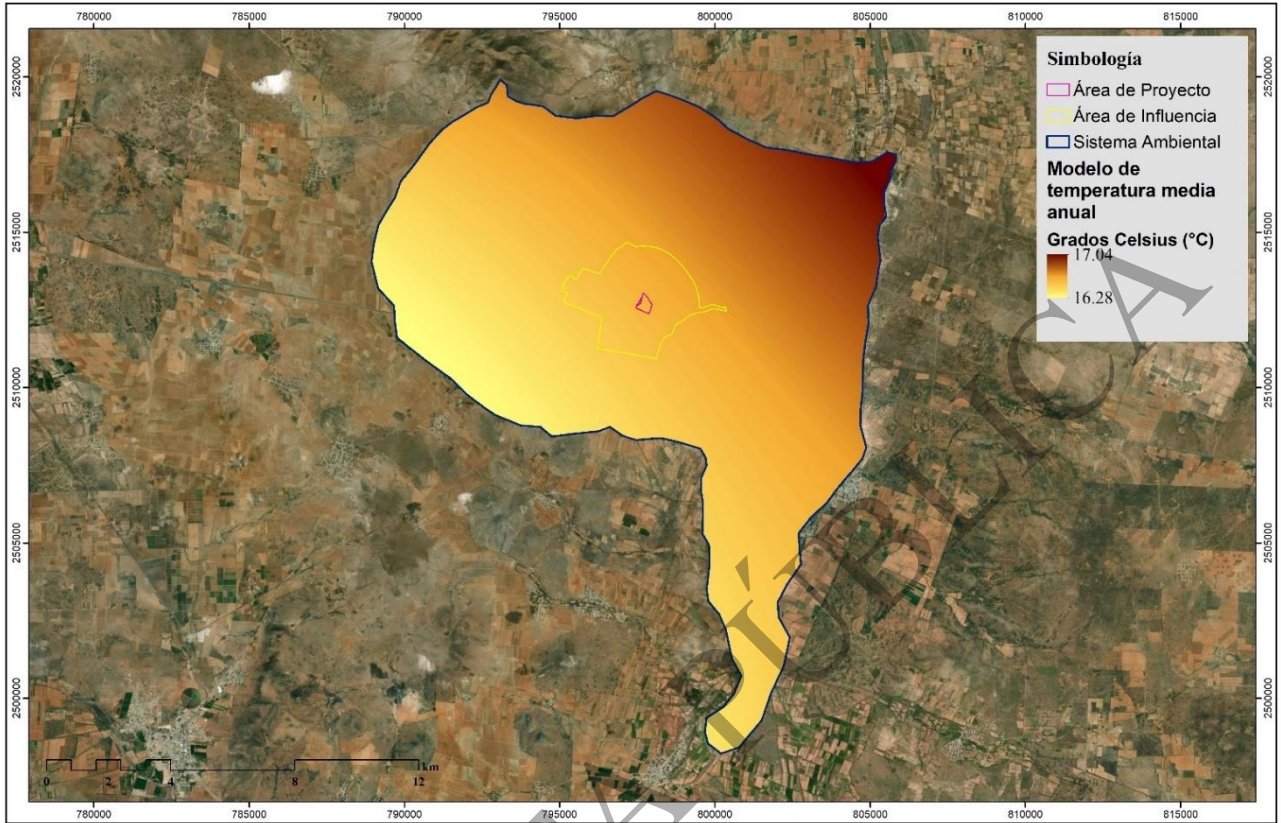
CONSULTA





**Figura 4. 5. Modelo de temperatura mínima dentro del SA**

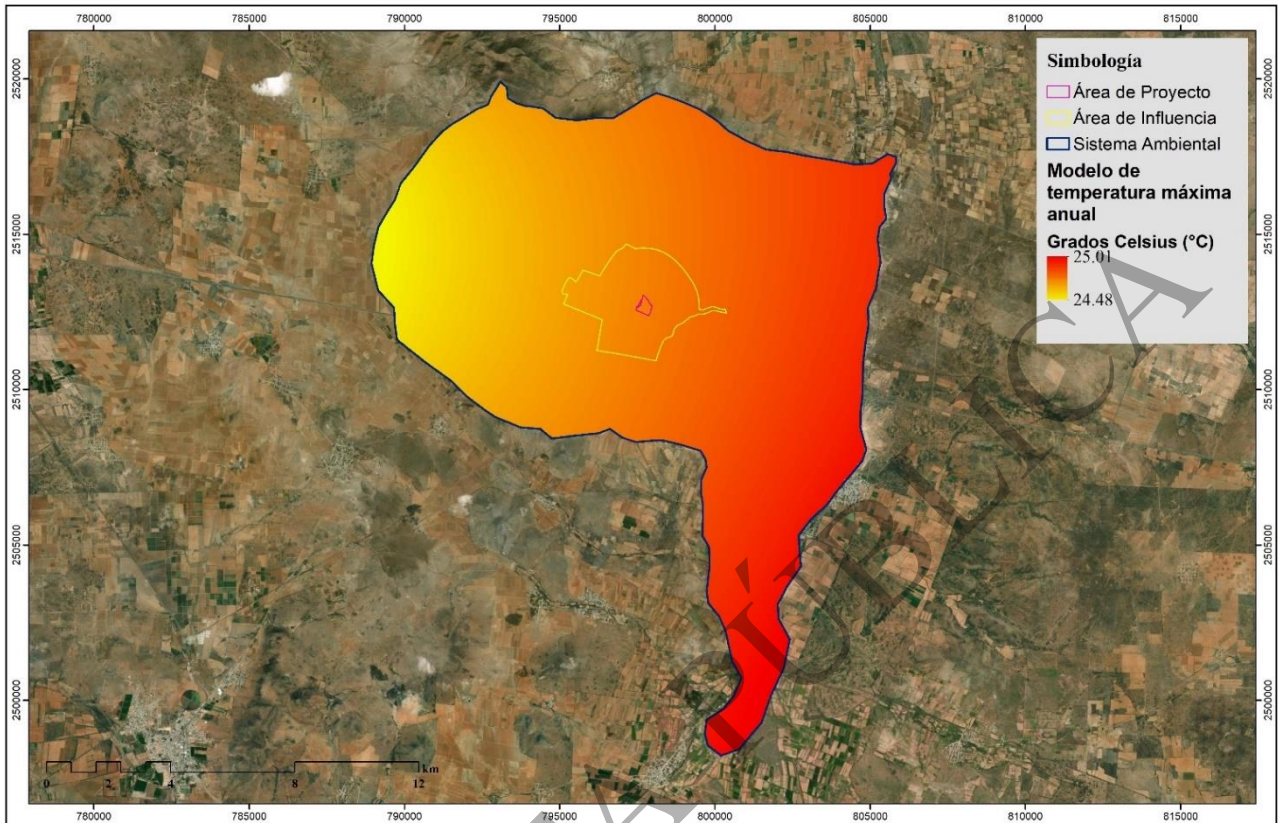
CONSULTA



**Figura 4. 6. Modelo de temperatura media dentro del SA**

CONSULTING



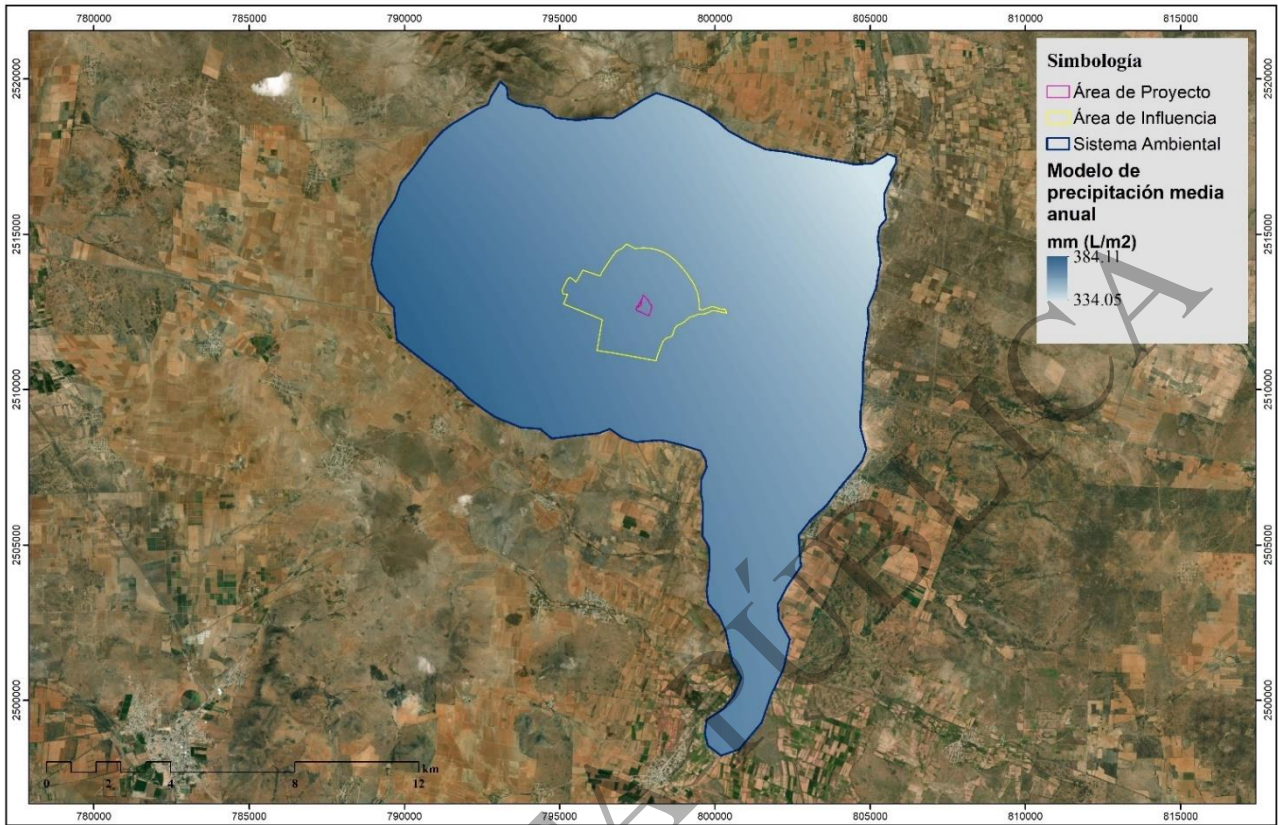


**Figura 4. 7. Modelo de temperatura máxima dentro del SA**

#### **IV.3.1.1.3. Precipitación**

Para determinar la precipitación media anual que ocurre dentro del SA en estudio, fue necesario consultar los datos de las 6 estaciones meteorológicas enlistadas, ello para hacer más preciso el análisis de la precipitación dentro del SA, 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, se observa que el rango de precipitación existente en el SA va de los 334.05 a 384.11 mm anuales (Figura 4. 8)

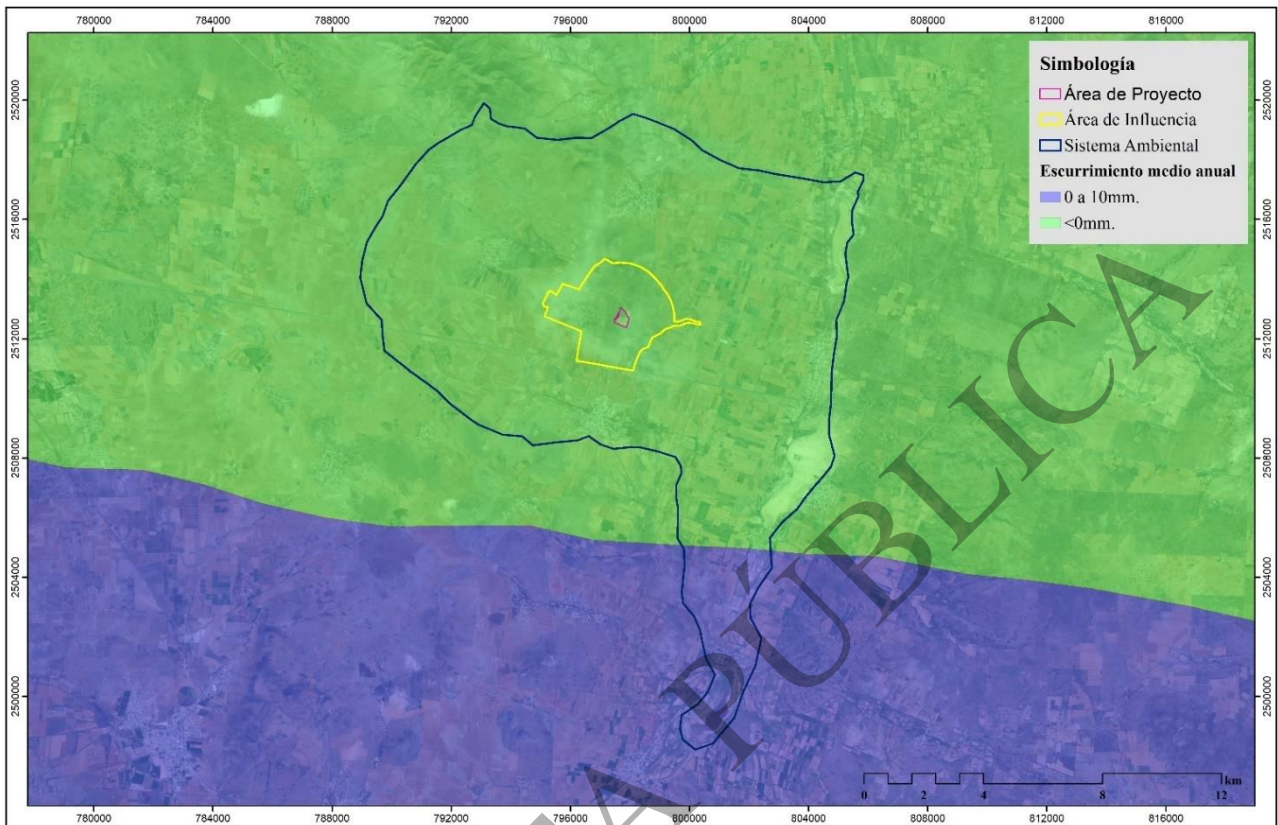


**Figura 4. 8. Precipitación media anual dentro del SA**

**IV.3.1.1.4. Esguerrimiento**

Con base en la información recopilada de CONABIO se elaboró la Figura 4. 9, en ella se expone el esguerrimiento medio anual dentro del Sistema Ambiental del Proyecto, como se puede observar en la figura mencionada, la mayor parte de la superficie del SA se encuentra inmerso dentro del rango de esguerrimiento nulo <0 mm, mientras que una pequeña parte al sur se encuentra dentro del rango de 0 a 10 mm.





**Figura 4. 9. Ecurrimiento medio anual dentro del SA, CONABIO**

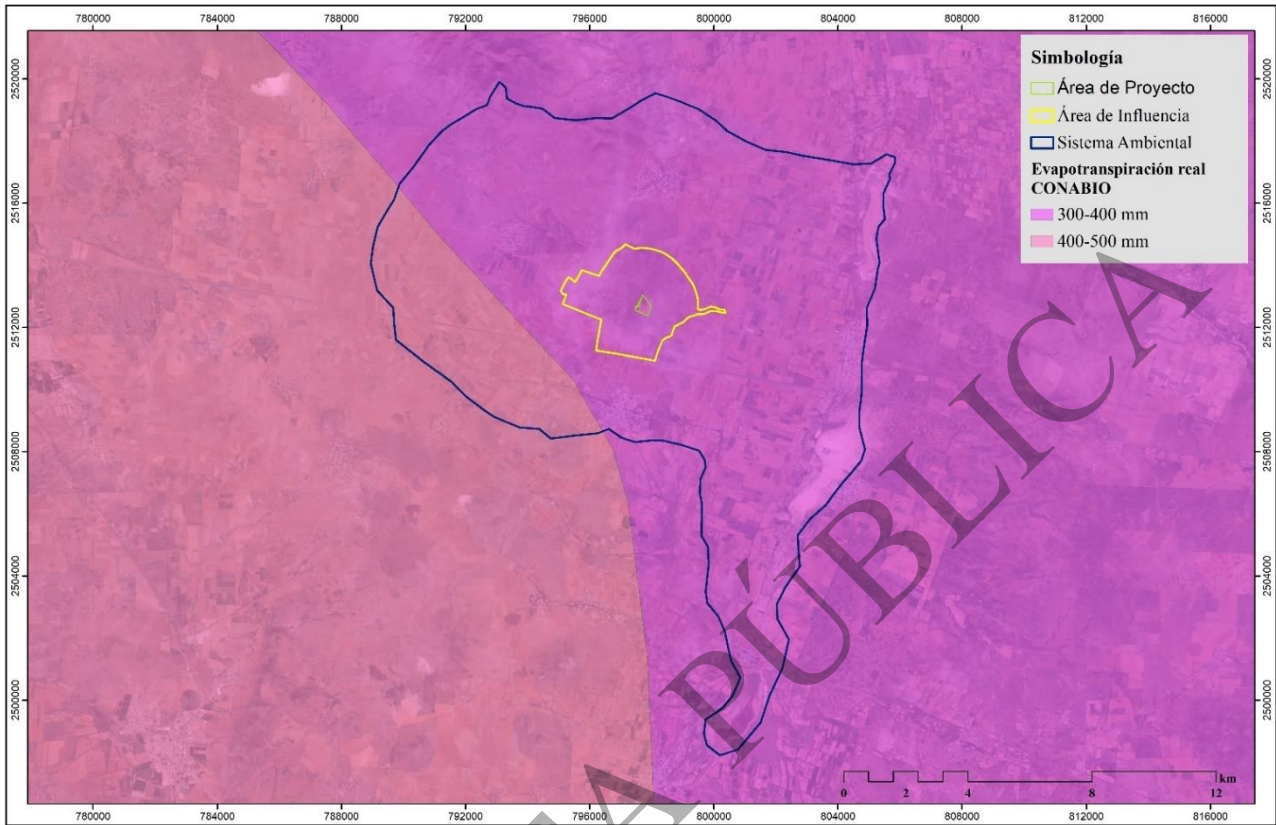
#### **IV.3.1.1.5. Evapotranspiración**

La evapotranspiración es la transmisión de agua de la tierra a la atmósfera por procesos de evaporación de la superficie del suelo y transpiración de las plantas (Wang & Dickinson, 2012). Es un fenómeno complejo que controla el intercambio de masa y energía en el sistema atmosférico global y se considera como una herramienta útil para el monitoreo del cambio de energía y transferencia de humedad del suelo a la atmósfera, pues es gobernado por diversas variables climáticas, como radiación, temperatura, velocidad del viento, humedad atmosférica y su efecto en la humedad del suelo y el albedo (Chen, Liu, & Thomas, 2006; Kousari & Ahani, 2012)

En términos aplicados, quizá una de las más conocidas referencias al fenómeno de evapotranspiración venga de la climatología y de la consideración y utilidad de la evapotranspiración como un indicador de aridez de las distintas zonas, basado en un largo registro de observaciones de los distintos elementos climáticos.

Dentro del SA, de acuerdo con CONABIO se presenta un rango de evapotranspiración media anual de 300 a 400 mm como se muestra en la Figura 4. 10, concentrándose en la mayor parte de la superficie del Sistema Ambiental, solo una pequeña porción al oeste tiene valores de 400 – 500 mm de evapotranspiración.





**Figura 4. 10. Evapotranspiración media anual dentro del SA (CONABIO)**

**IV.3.1.1.6. 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 en la Tabla 4. 3 los resultados del análisis de riesgos hidrometeorológicos para el SA del Proyecto.

**Tabla 4. 3. Riesgos Hidrometeorológicos en el sitio donde se localiza el SA**

Riesgos	Grado de peligro
	General Pánfilo Natera
Sequía	Alto
Tormentas eléctricas	Bajo
Inundaciones	Alto
Ondas cálidas	Medio

Riesgos	Grado de peligro
	General Pánfilo Natera
Ciclones tropicales	Muy Bajo
Bajas temperaturas	Bajo
Sísmico	Bajo

#### *IV.3.1.2. Calidad del aire*

##### *IV.3.1.2.1. Polvos*

La principal fuente de contaminación atmosférica en la zona son las partículas suspendidas en forma de polvos, que se generan debido al tránsito de vehículos y de ganado, la emisión de polvos en suelos de vegetación dispersa y abierta (suelos desnudos) que influyen en la calidad del aire, y a la emisión de partículas por actividad minera:

- 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

En las siguientes figuras se presentan fotografías con ejemplos de actividad minera, así como zonas de baja de vegetación donde es posible la emisión de polvos fugitivos.

CONSULTA PÚBLICA



**Figura 4. 11. Polvos suspendidos a) generados por la emisión en suelos con vegetación dispersa o abierta b) generados por actividad minera**

#### **IV.3.1.2.2. Emisión de partículas**

El criterio de emisión de partículas hace referencia a la generación de polvos, ocasionado por fuentes naturales como el viento, tránsito de fauna o fuentes artificiales como el tránsito de vehículos o movimiento y acarreo de materiales. Para integrar el criterio de emisión de partículas dentro del Diagnostico ambiental (DA), fue necesario contemplar diferentes factores, los cuales son: Uso de suelo (Zonas agrícolas, zonas urbanas, industriales, etc.), ubicación de obras mineras (presa de jales, áreas de acarreo, etc.) y Cobertura por Tipos de vegetación, lo cual se muestra en la Figura 4. 12.

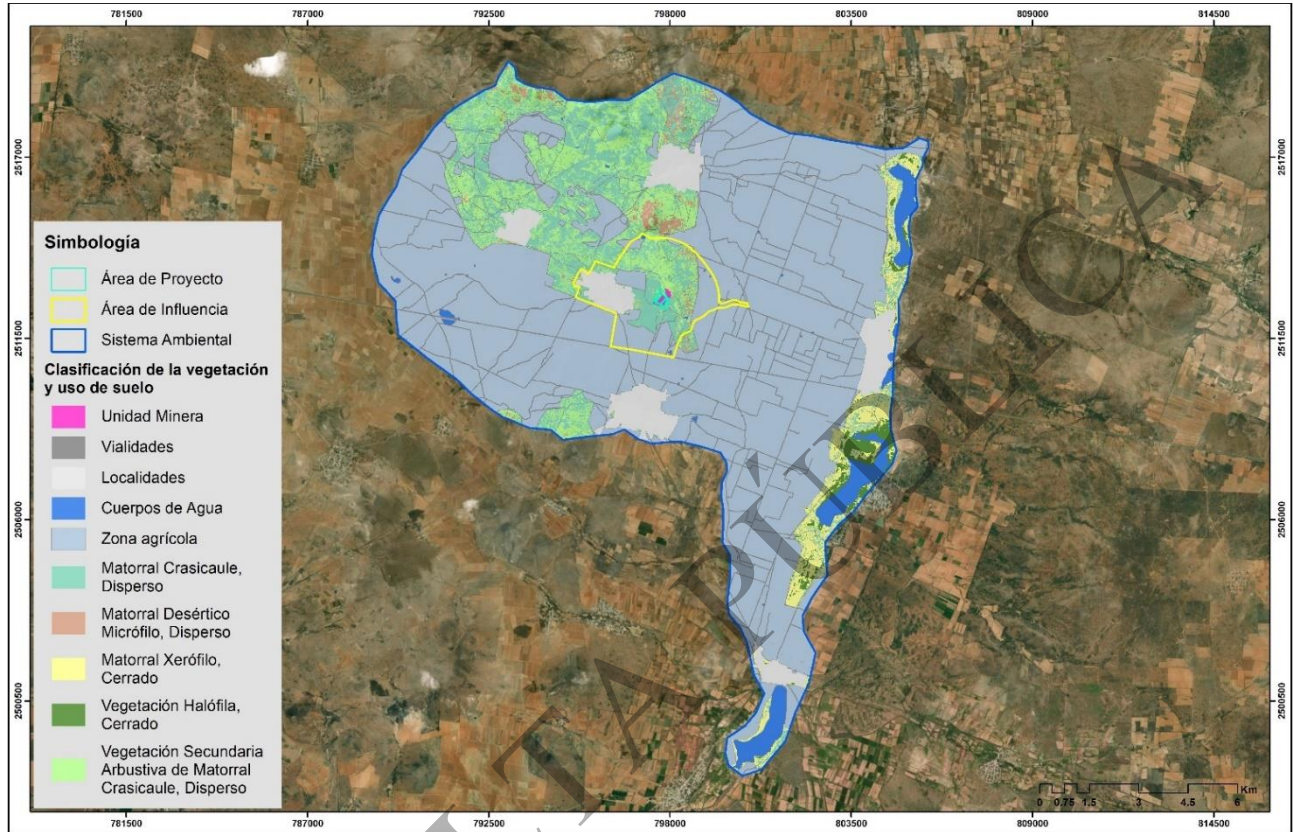
Ligado a lo anterior, las zonas de mayor emisión de polvos son aquellas donde existe presencia antropogénica como la industria, obras mineras, zonas urbanas y caminos, así mismo, las áreas con menor emisión son las exentas de esta condición, lo cual recae principalmente en las áreas con vegetación cerrada.

Las áreas con cobertura vegetal dentro del SA, presentan varios tipos de vegetación, los cuales difieren en composición, estructura y fisonomía, estas últimas características son las de mayor importancia en la relación de vegetación y emisión de polvos ya que la superficie que presente un tipo de vegetación con individuos de coberturas de copa densas y cerradas tendrán menos emisiones, tal es el caso de la Vegetación Halófila y el Mezquital Xerófilo, mientras que la Vegetación Secundaria y los suelos con poca cobertura tendrán mayor número de emisiones.

En la Figura 4. 13 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



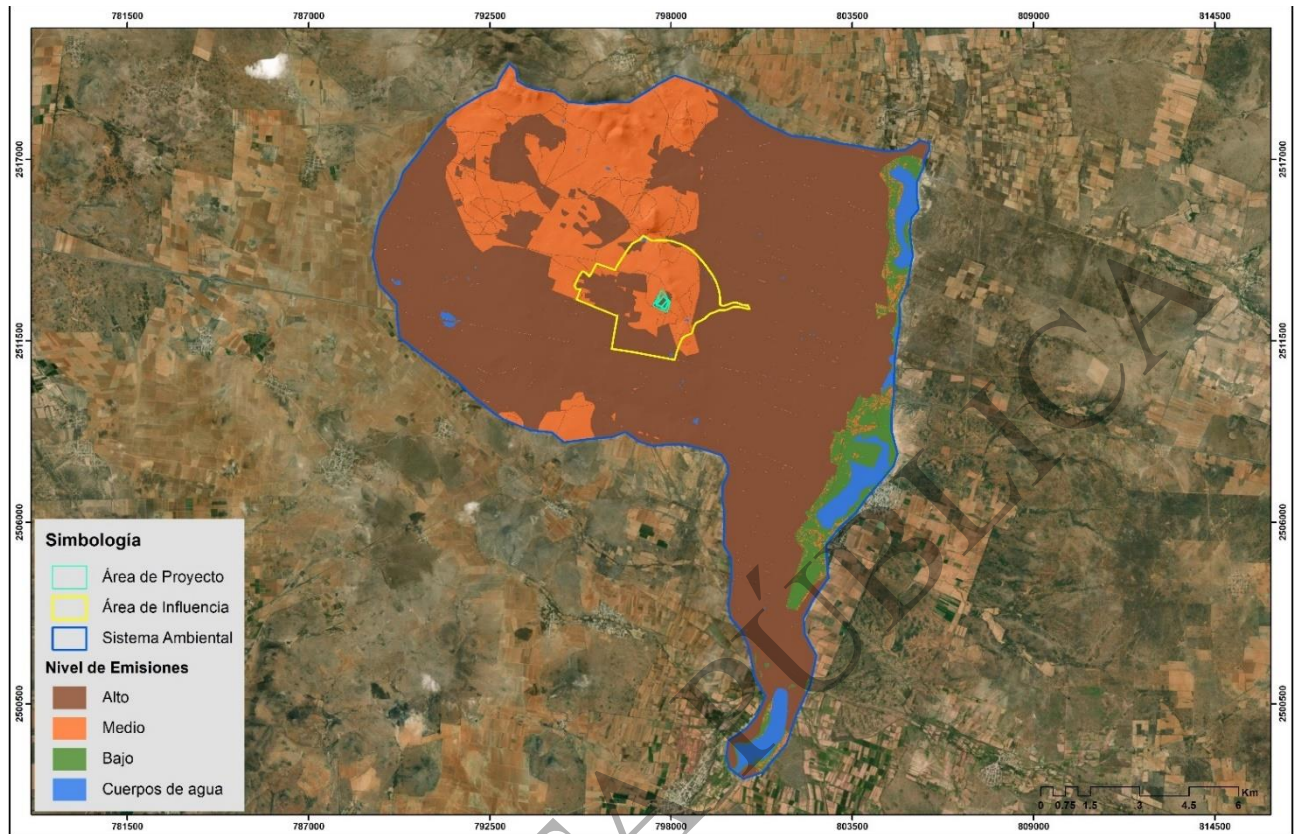
vegetación cerrada tienen un nivel bajo de emisiones, mientras que las áreas sin vegetación o vegetación dispersa tienden a una emisión de partículas mayor.



**Figura 4. 12. Clasificación de la vegetación y uso de suelo**

CONSULTA





**Figura 4. 13. Nivel de emisión de partículas**

**IV.3.1.2.3. Monitoreo de emisiones (fuentes fijas)**

El artículo 17 en su fracción IV de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), establece que el responsable poseedor de una fuente fija debe medir sus emisiones de partículas para el cumplimiento normativo y de estándares en materia de protección de calidad atmosférica.

En respuesta a esto y para el cumplimiento solicitado, Arian Silver de México, S.A. de C.V. cuenta con el monitoreo y las mediciones de partículas emitidas por 3 de sus equipos que descargan a la atmósfera a través de chimeneas, la ubicación y determinación de los nombres propuestos por la promovente se muestran a continuación:

**Tabla 4. 4. Equipos de Fuente Fija con emisión de partículas**

ID	Nombre	Coordenadas UTM Z13	
		X	Y
E1	Colector de polvos nuevo	797833.8999	2512376.8495
E2	Colector de polvos	797823.1577	2512380.6730
E3	Lavador de gases	797810.4127	2512385.5889



**Figura 4. 14. Ubicación fuentes fijas con emisión de partículas**

Como se muestra en la Figura 4. 14, las fuentes fijas se encuentran en el área de laboratorio al sur del proyecto. El monitoreo de emisión de partículas en dichos equipos se llevó a cabo en 2020 y 2021 por INESA, Ingeniería y Estudios Ambientales y Pro-Eco, Profesionalismo Ecológico S.A. de C.V.

En 2020, el equipo colector de polvos nuevo fue medido por INESA, donde se evaluó el parámetro de partículas suspendidas totales (PST) conforme a la metodología establecida en la NMX-AA-010-SCFI-2001, mientras que los equipos colector de polvos y lavador de gases, siguiendo la misma metodología, fueron evaluados por Pro-Eco donde se midieron los parámetros de PST y flujo de emisión; de esta manera se determinan las concentraciones de partículas emitidas por los equipos, las cuales son comparables con el Nivel Máximo Permissible de la NOM-043-SEMARNAT-1993 de acuerdo con el flujo de emisión. Los resultados determinados en 2020 se muestran en la Tabla 4. 5, donde se aprecia que ninguno de los equipos se encuentra por encima del límite de emisión en fuentes fijas de acuerdo con la normatividad.

**Tabla 4. 5. Concentración de partículas emitidas por fuentes fijas, 2020**

Punto de muestreo	Parámetro	Resultado	Límite Máximo Permissible	Unidades
Colector de polvos nuevo	PST	83.445	1,117.923	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ , cn, bs
	Flujo	27.977	NA	$\text{m}^3/\text{min}$
Colector de polvos	PST	2.2	1,068	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ , cn, bs



Punto de muestreo	Parámetro	Resultado	Límite Máximo Permisible	Unidades
	Flujo	31.2	NA	m <sup>3</sup> /min
Lavador de gases	PST	33.7	1,068	µg/m <sup>3</sup> , cn, bs
	Flujo	10.8	NA	m <sup>3</sup> /min
<i>cn: Condición normal de presión (760 mmHg) y temperatura (25°C)</i>				
<i>bs: Base seca</i>				
<i>NA – No aplica</i>				

En 2021, las mediciones de los 3 equipos fueron realizados por INESA, en donde se evaluaron los parámetros de PST y metales (plomo y mercurio) para los equipos colector de polvos y colector de polvos nuevo, mientras que para el lavador de gases se midieron los parámetros dióxido de azufre, ácido sulfúrico y metales (plomo y mercurio), los resultados obtenidos para la emisión de partículas de los colectores se muestran en la Tabla 4. 6 donde se aprecia que ningún parámetro excede su LMP.

**Tabla 4. 6. Concentración de partículas emitidas por fuentes fijas, 2021**

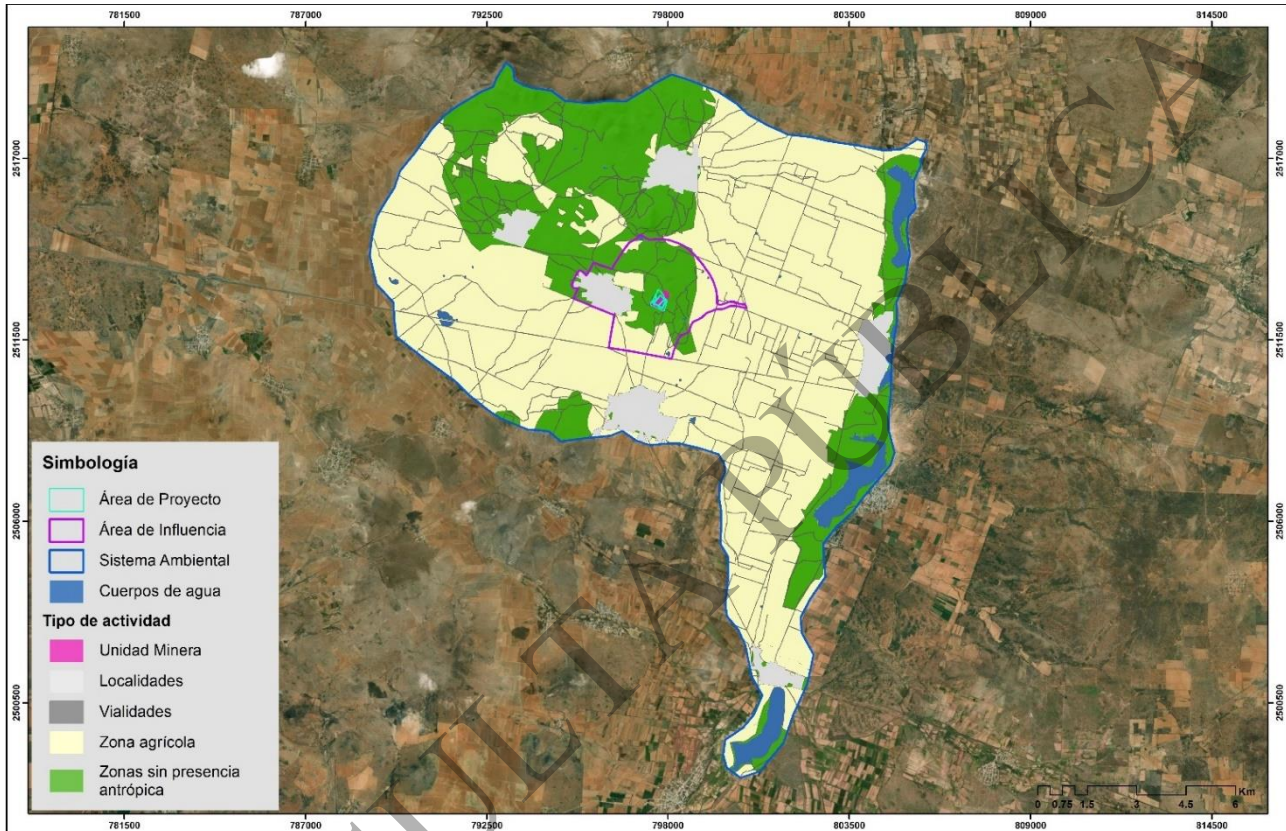
Punto de muestreo	Parámetro	Resultado	Límite Máximo Permisible	Unidades
Colector de polvos nuevo	PST	49.579	792.585	µg/m <sup>3</sup> , cn, bs
	Flujo	63.579	NA	m <sup>3</sup> /min
Colector de polvos	PST	47.242	1,461.572	µg/m <sup>3</sup> , cn, bs
	Flujo	14.779	NA	m <sup>3</sup> /min
<i>cn: Condición normal de presión (760 mmHg) y temperatura (25°C)</i>				
<i>bs: Base seca</i>				
<i>NA – No aplica</i>				

Los resultados de metales obtenidos en los filtros colocados, así como los gases emitidos por el lavador, no cuentan con valor de referencia comparable en la normatividad, para ver dichos resultados, así como los resultados a mayor detalle de las partículas emitidas se pueden consultar los siguientes anexos:

- **Anexo 4.1** Colector de polvos nuevo, 2020
- **Anexo 4.2** Lavador de gases y colector de polvos, 2020
- **Anexo 4.3** Colector de polvos nuevo, 2021
- **Anexo 4.4** Colector de polvos, 2021
- **Anexo 4.5** Lavador de gases, 2021

#### IV.3.1.2.4. Emisión de gases contaminantes

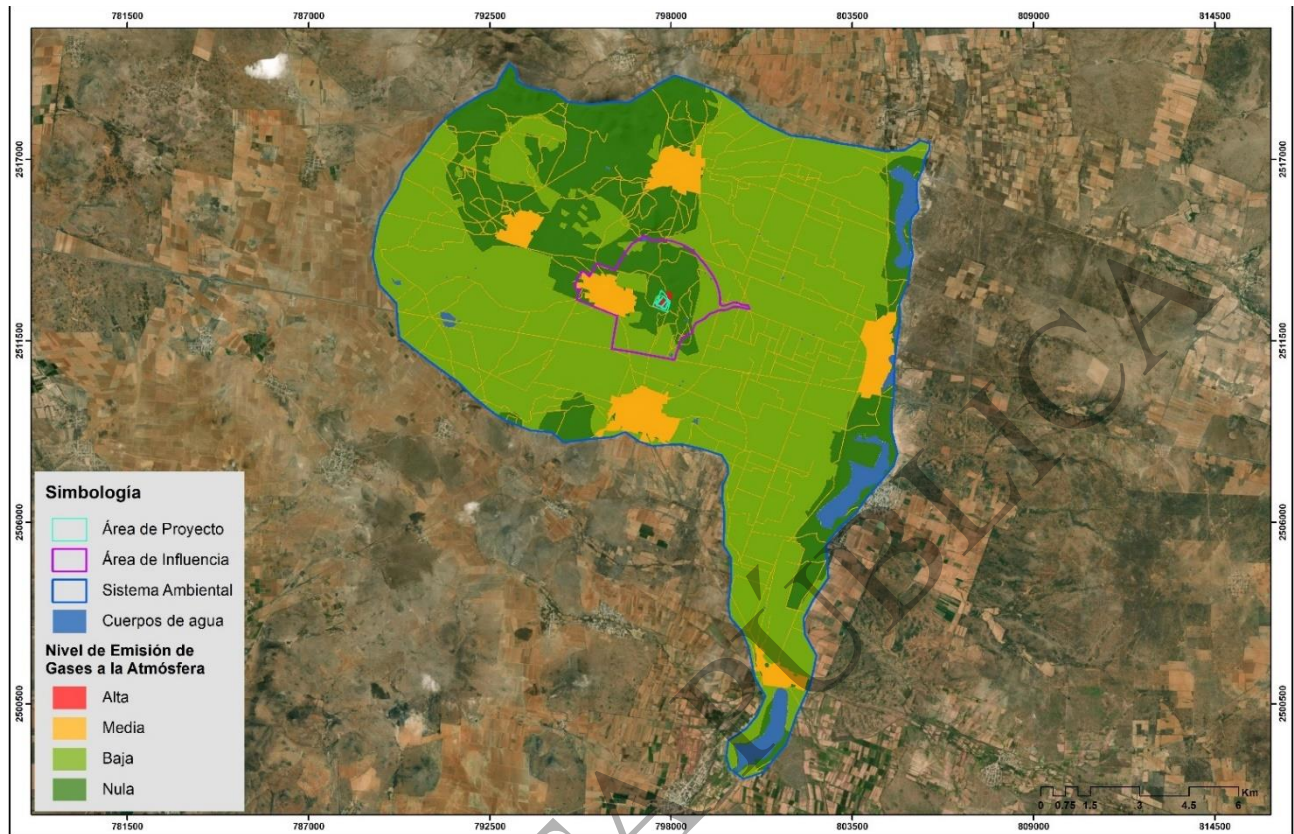
Para la inclusión de este criterio dentro de la descripción del DA, se contemplaron las áreas con presencia antropogénica como localidades, actividades agrícolas e industriales y caminos, como se observa en la Figura 4. 15.



**Figura 4. 15. Insumos considerados para el criterio de emisión de gases contaminantes (tipo de actividad)**

Las áreas con actividad antrópica dentro del SA presentan una mayor relación con la emisión de gases a la atmósfera, es decir, las zonas donde existe actividad antrópica presentan una mayor emisión de gases a la atmósfera que aquellas en las que no existe presencia humana alguna donde la emisión de gases es nula. De esta manera el polígono del proyecto de Mina San José se puede clasificar como nivel alto de emisión de gases a la atmósfera, las localidades con un nivel medio, las zonas agrícolas con un nivel bajo y las zonas sin actividad antrópica como nula (Figura 4. 16).





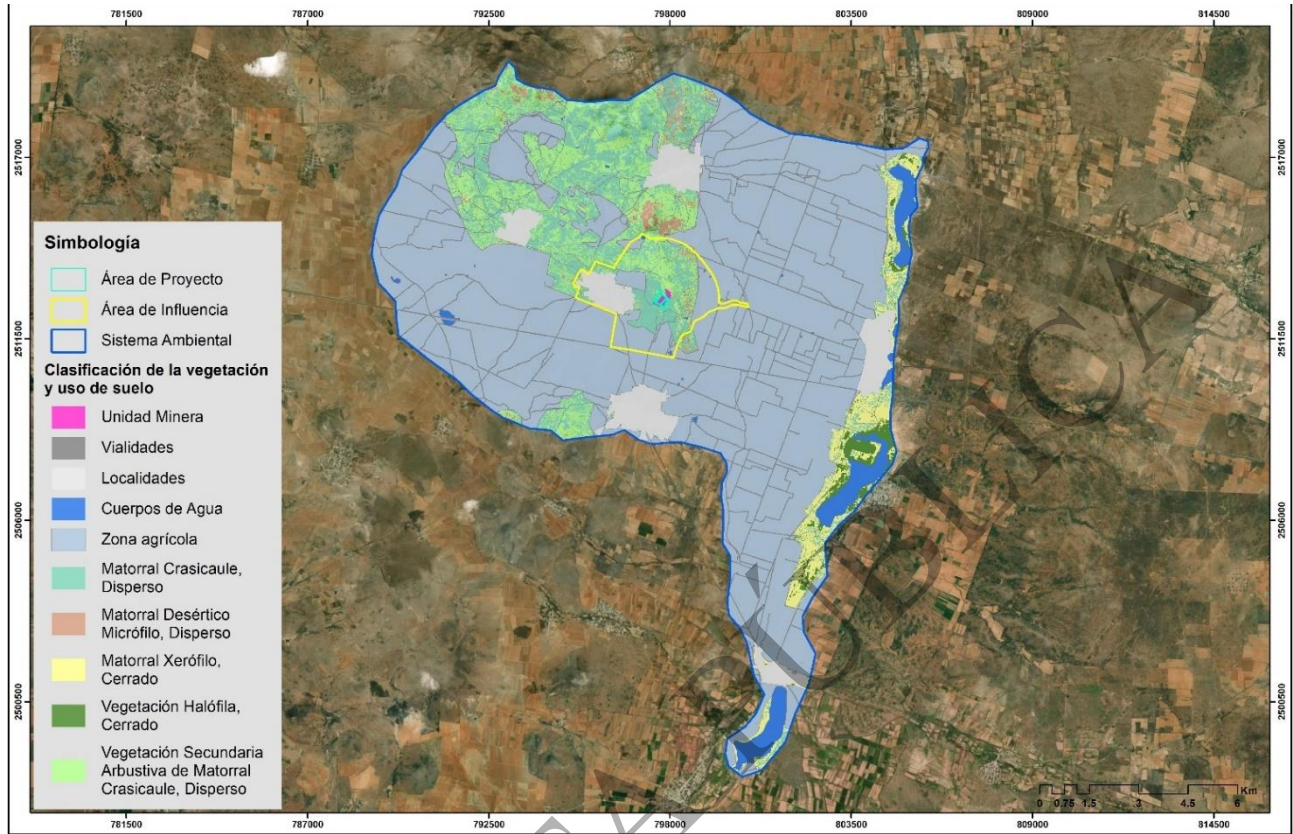
**Figura 4. 16. Nivel de emisión de gases a la atmósfera**

#### **IV.3.1.2.5. Captura de polvos fugitivos**

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

El criterio de captura de polvos fugitivos se refiere a la capacidad del sitio de retener partículas suspendidas. Por lo anterior, la cobertura vegetal es la responsable de tal acción, por lo cual se determinó la cobertura de cada tipo de vegetación presente dentro del SA, que como bien se menciona anteriormente la vegetación cerrada tiene mayor captación por su condición estructural y fisionomía (Figura 4. 17).

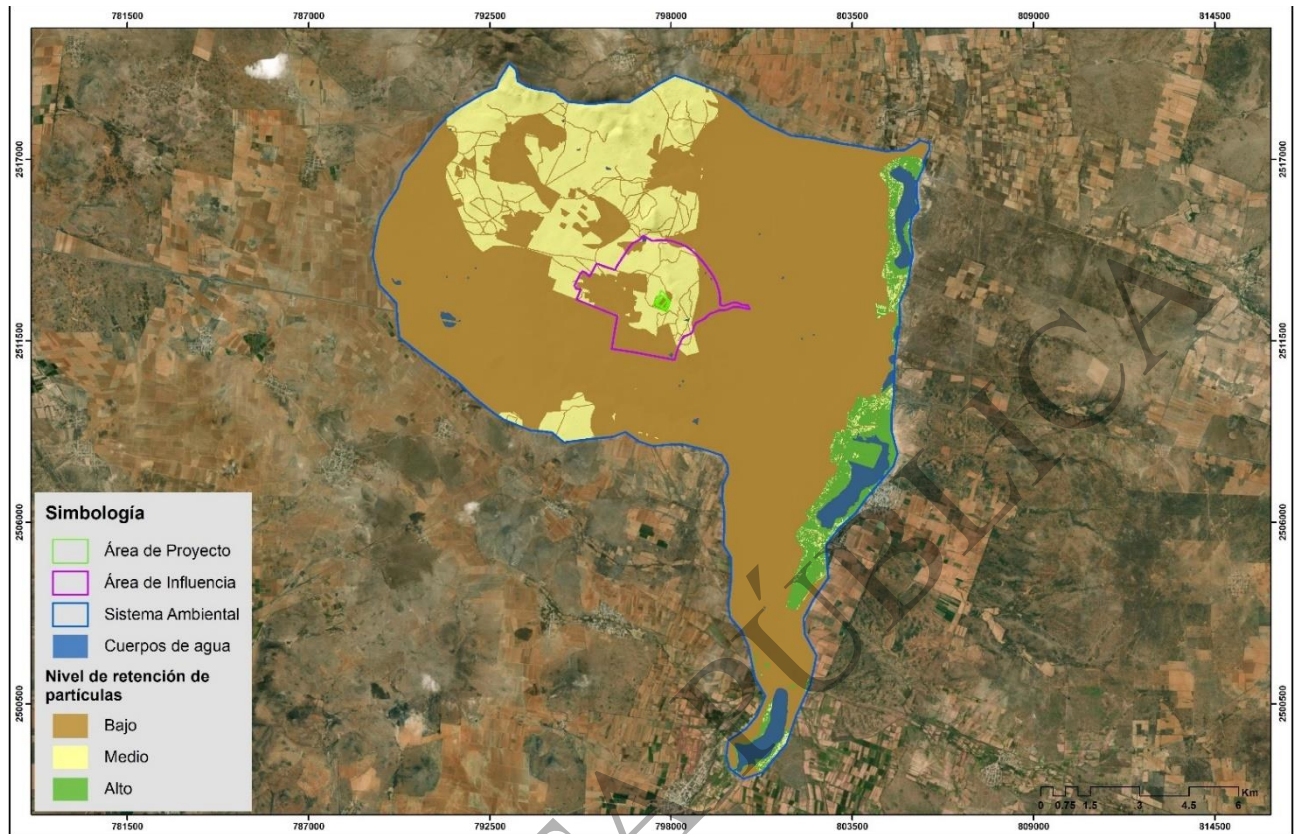
En la **Figura 4. 18** se puede observar el resultado del análisis realizado respecto a la captura de polvos fugitivos con base en la clasificación de la vegetación dentro del Sistema Ambiental, donde las áreas con vegetación cerrada tienen un nivel alto de retención de partículas, mientras que las áreas sin vegetación tienden a una retención de partículas menor.



**Figura 4. 17. Insumos considerados para el criterio de captura de polvos fugitivos (clasificación de vegetación y uso de suelo)**

CONSULTA





**Figura 4. 18. Nivel de retención de partículas**

Para el análisis de emisión y captura de polvos, se realiza un muestreo del material particulado PM10 y PM2.5. El muestreo consiste en la captura de polvos en determinados sitios durante 24 horas con los equipos correspondientes, una vez captadas las partículas en el filtro previamente pesado, se vuelve a pesar y así se obtiene la concentración real de partículas suspendidas totales en la atmósfera.

#### **IV.3.1.2.6. Monitoreo de polvos (PM10 y PM2.5)**

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

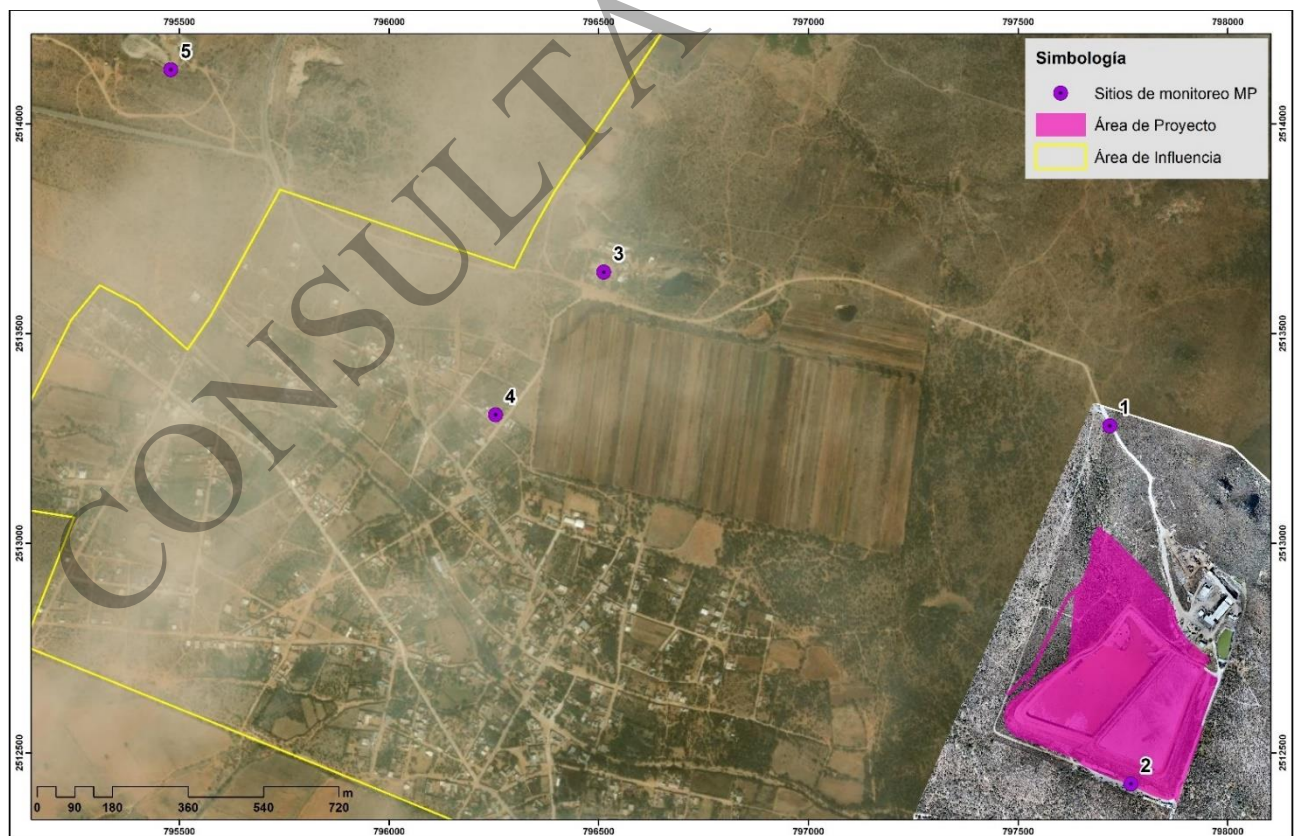
La presencia de este contaminante en la atmósfera ocasiona una variedad de impactos a la vegetación, materiales y el hombre, entre ellos, la disminución visual en la atmósfera, causada por la absorción y dispersión de la luz (Chen, Ying & Kleeman, 2009). Además, la presencia del material particulado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

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

Dentro del SA del proyecto se ha realizado el monitoreo perimetral de partículas menores a 10 micras (PM10) y menores a 2.5 micras (PM2.5). Se colocaron 5 estaciones desde 2020 a 2022 en distintos puntos característicos para el muestreo y de esta manera tener una caracterización en materia de calidad del aire en los alrededores de las actividades mineras de Arian Silver. La ubicación geográfica de los sitios se muestra en la Tabla 4. 7 y en la Figura 4. 19.

**Tabla 4. 7. Sitios de monitoreo PM10 y PM2.5**

ID	Nombre	Coordenadas UTM Z13	
		X	Y
1	Caseta de Vigilancia 2	797718.6298	2513279.6543
2	Zona Sur Presa de Jales	797769.1653	2512426.0009
3	San José	796512.6565	2513646.7908
4	La Tesorera - Casa de Javier	796254.4227	2513306.0068
5	Bocamina Soledad	795480.5149	2514129.3918



**Figura 4. 19. Localización de los sitios de monitoreo de material particulado**



El monitoreo de material particulado se realiza en condiciones de alto volumen (Hi-Vol), el Hi-Vol es un dispositivo utilizado para recolectar volúmenes grandes de material particulado suspendido en la atmósfera haciendo pasar por un filtro volúmenes de aire de un sitio específico. El equipo se conforma por una estructura metálica la cual trabaja con un mecanismo de succión de aire con un medidor de caudal durante 24 horas.

Los equipos utilizados para realizar estas mediciones de material particulado succionan una cantidad medible de aire hacia una caja de muestreo a través de un filtro, durante un periodo de tiempo de 24 horas. El filtro es pesado antes y después del muestreo eliminando las humedades existentes para determinar el peso neto de partículas. El volumen total del aire muestreado se determina a partir de la velocidad promedio de flujo y el tiempo de muestreo. La concentración total de partículas en la atmósfera se calcula como la masa colectada dividida por el volumen de aire muestreado. El controlador de flujo utilizado es de tipo volumétrico.

La toma de muestras y los análisis de las emisiones se realizaron con los parámetros de pesado de filtros en una balanza electrónica y un calibrador de alto volumen que opera con un patrón de transferencia para calibración de muestreador de alto volumen. Los análisis fueron realizados por el personal de INESA, Ingeniería y Estudios Ambientales, mediante procedimientos de muestreo y análisis certificados y normados.

La Tabla 4. 8 muestra los resultados de concentración ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de las partículas PM10 y PM2.5, así como el valor límite de acuerdo con la NOM-025-SSA1-2014 para el material particulado evaluado dentro de las inmediaciones del proyecto. Como se observa, el sitio de La Tesorera medido en septiembre de 2020 fue movido cercano a la Bocamina Soledad debido a la influencia e interés de la actividad minera respecto a la calidad del aire particularmente de dicha bocamina. Los resultados evaluados muestran que ningún sitio excede el LMP de material particulado.

**Tabla 4. 8. Monitoreo de material particulado**

Punto de muestreo	Parámetro	sep-20	dic-20	abr-21	jun-21	sep-21	dic-21	mar-22	Límite Máximo Permissible	Unidades
Caseta de Vigilancia 2	PM10	44	2	36	15	49	14	22	75	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	PM2.5	8	24	22	3	26	2	3	45	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Zona Sur Presa de Jales	PM10	9	2	30	8	2	6	22	75	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	PM2.5	22	6	17	12	6	4	37	45	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
San José	PM10	12	4	27	13	6	8	64	75	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	PM2.5	22	17	16	8	3	1	15	45	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
La Tesorera - Casa de Javier	PM10	17	NA	NA	NA	NA	NA	NA	75	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	PM2.5	37	NA	NA	NA	NA	NA	NA	45	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	PM10	NA	8	27	6	13	3	58	75	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

Punto de muestreo	Parámetro	sep-20	dic-20	abr-21	jun-21	sep-21	dic-21	mar-22	Límite Máximo Permissible	Unidades
Bocamina Soledad	PM2.5	NA	14	12	4	20	9	35	45	µg/m <sup>3</sup>
NA – No aplica										

Los resultados de Material Particulado pueden consultarse a mayor detalle en los siguientes anexos:

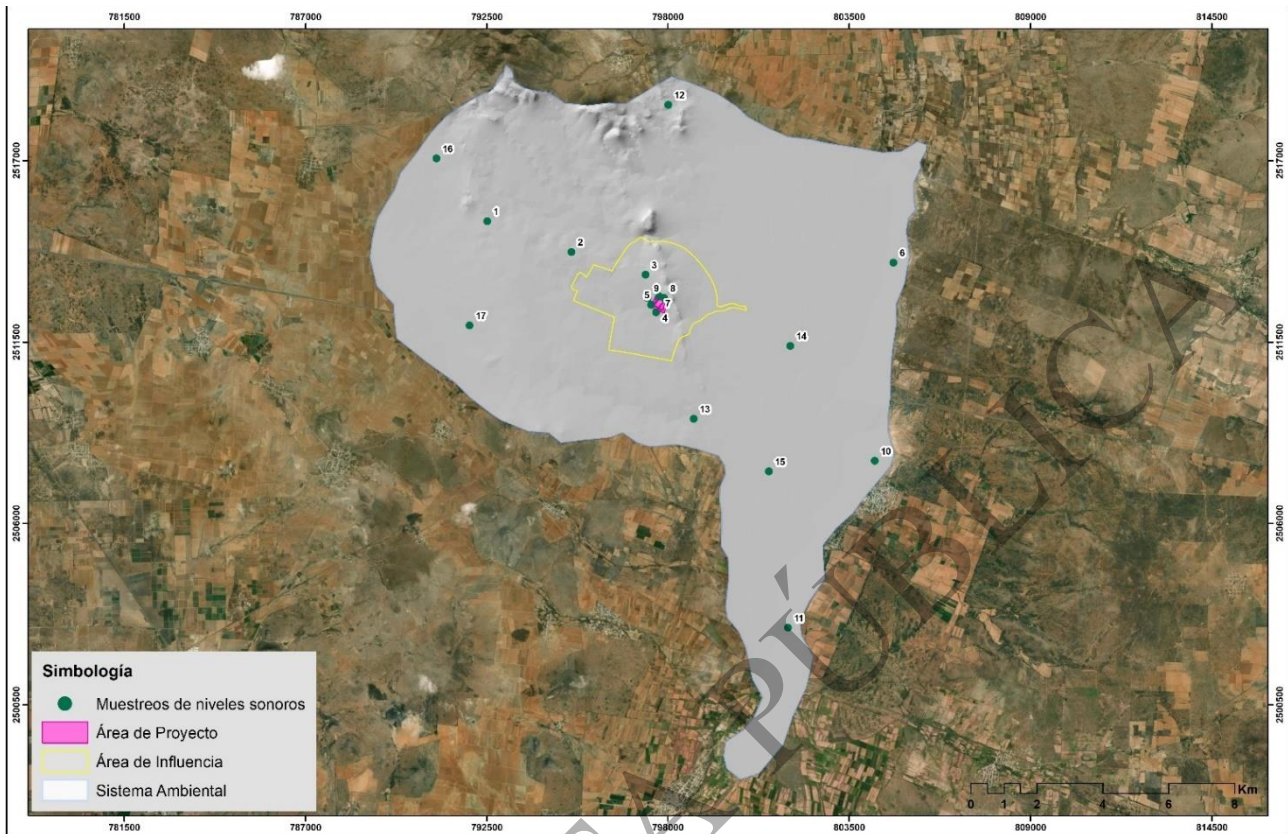
- **Anexo 4.6** Monitoreo de PM10 y PM2.5, 2020
- **Anexo 4.7** Monitoreo de PM10 y PM2.5, 2021
- **Anexo 4.8** Monitoreo de PM10 y PM2.5, 2022

#### IV.3.1.3. Niveles sonoros

El ruido se entiende como cualquier sonido no deseado y que puede tener implicaciones en la salud humana, dicho esto, el nivel sonoro es analizado para conocer los niveles de inmisión en determinadas áreas y situaciones, y así caracterizar el ruido existente y potencial que pueda traer un grado de molestia sobre la población.

Las mediciones para nivel sonoro presente en el SA se realizaron en los trabajos de campo, los cuales se llevaron a cabo del 23 de mayo al 3 de junio del año en curso (2022). Dichas mediciones permiten un análisis espacial del ruido perimetral dentro del Sistema Ambiental. 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 17 mediciones, de las cuales 4 pertenecen a mediciones perimetrales del ruido generado en instalaciones industriales aledañas al proyecto, lo anterior se muestra a continuación en la **Figura 4. 20**.



**Figura 4. 20. Ubicación de los sitios de muestreo de intensidad sonora**

El valor promedio más alto registrado fue de 63.58 dB en el sitio 8, el cual corresponde a la medición más cercana a la planta de procesamiento de Mina San José al norte del proyecto junto al patio de maniobras, los sitios 4, 7 y 17 corresponden a mediciones cuyo valor promedio de ruido excede los 50 dB, siendo notorio la ubicación perimetral al proyecto de los sitios 4 y 7, mientras que el sitio 17 se encuentra al oeste del SA cercano a la autopista que atraviesa dicho polígono. El resto de los sitios no presentan un valor promedio mayor de los 39.59 dB obtenido en el sitio 2. Los valores promedio de intensidad de sonido de cada uno de los sitios muestreados se indica a continuación en la Tabla 4. 9.

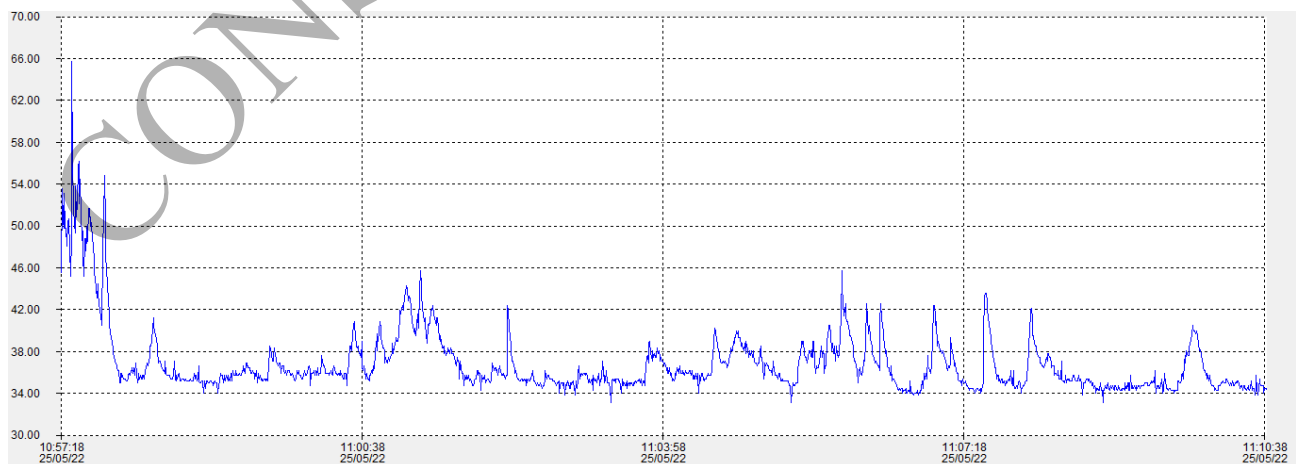
**Tabla 4. 9. Intensidad de sonido en los sitios de muestreo**

Punto	Promedio Nivel Sonoro (dB)	Coordenadas UTM Z13	
		X	Y
1	36.90	792510.0000	2515162.0000
2	39.59	795069.0000	2514226.0000
3	35.68	797313.0000	2513537.0000
4	59.75	797640.0000	2512401.0000
5	41.70	797487.0000	2512628.0000
6	35.84	804836.0000	2513907.0000
7	53.60	797725.0000	2512881.0000

Punto	Promedio Nivel Sonoro (dB)	Coordenadas UTM Z13	
		X	Y
8	63.58	797873.0000	2512830.0000
9	39.34	797375.0000	2512835.0000
10	32.68	804266.0000	2507897.0000
11	36.06	801635.0000	2502840.0000
12	36.57	798004.0000	2518690.0000
13	31.35	798775.0000	2509169.0000
14	31.97	801706.0000	2511383.0000
15	31.71	801053.6235	2507576.9782
16	36.11	790971.0000	2517061.0000
17	55.07	791978.0000	2512000.0000

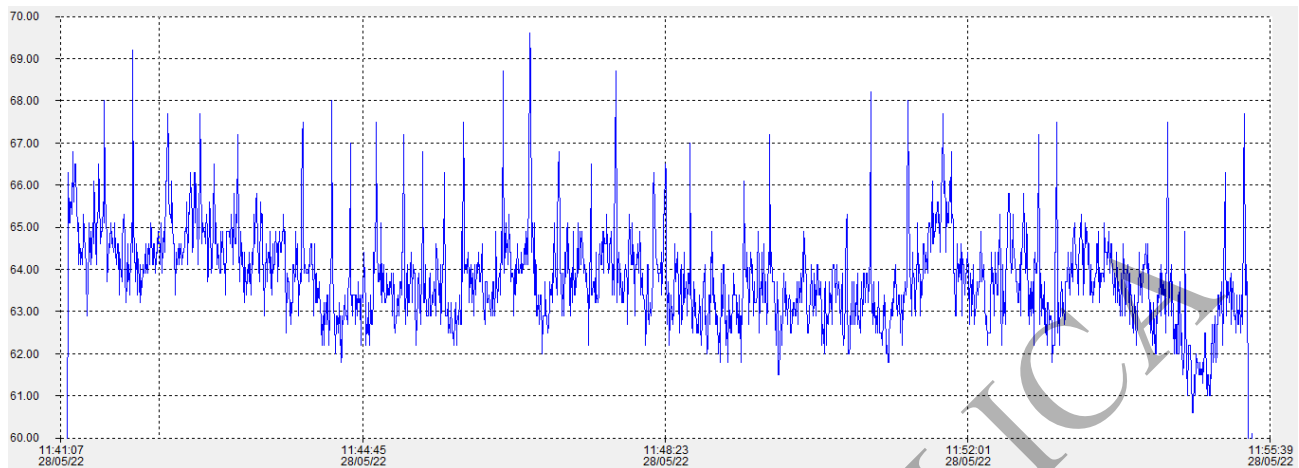
Los valores promedio registrados no se consideran significativos para estimar que la zona sea catalogada de riesgo auditivo; de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud en su documento titulado “Escuchar sin riesgos” (Departamento de enfermedades no transmisibles, discapacidad y prevención de 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 los valores medios medidos, para esto se corroboró que la información obtenida en campo se ajustara a una distribución normal. Como evidencia la **Figura 4. 21** y la **Figura 4. 22** muestran que los datos se ajustan a dicha distribución por lo que no es necesario efectuar ninguna transformación en ellos. Se encuentran algunas excepciones que corresponden a valores específicos en los que los niveles de ruido presentan una variación de amplitud debido al paso de vehículos, ganado, o ruido al colocar y retirar el instrumento de su punto de muestreo.



**Figura 4. 21. Distribución normal de muestreo punto 1**

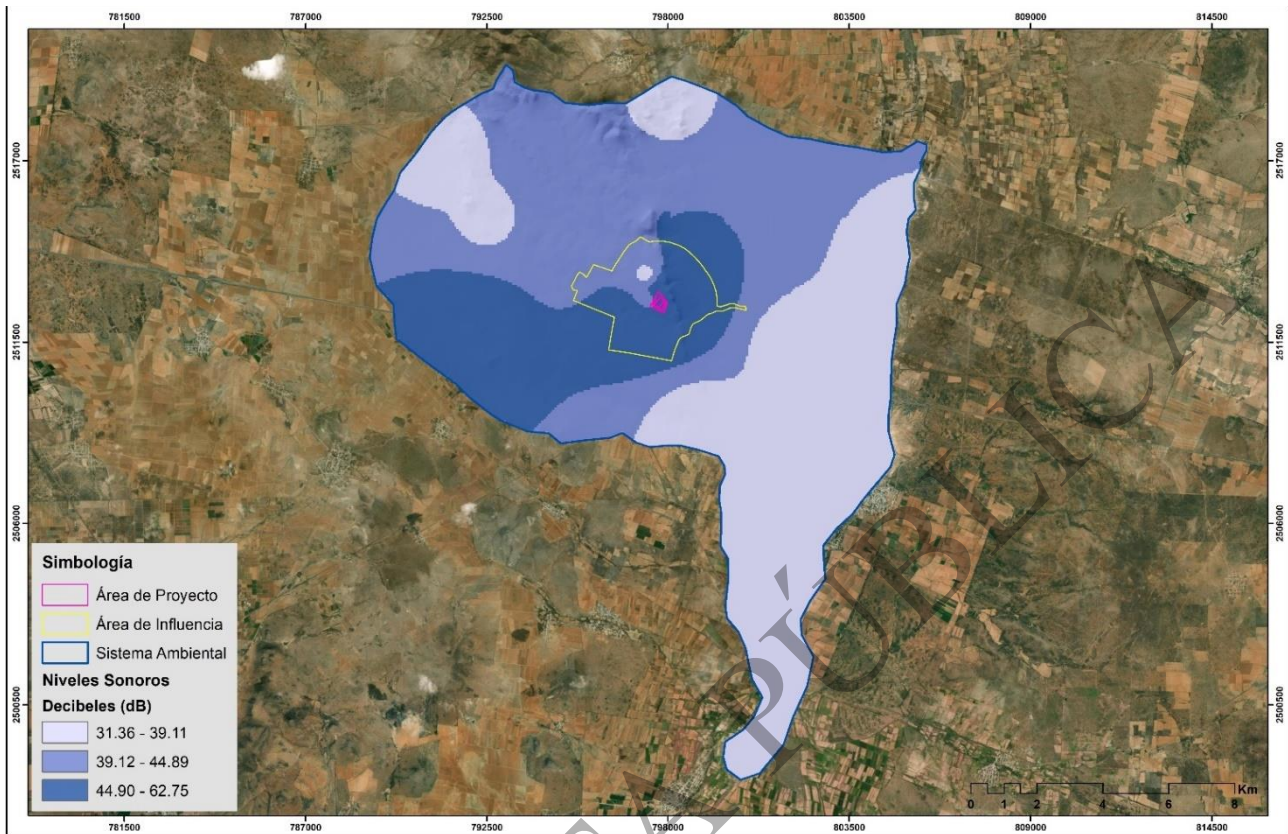




**Figura 4. 22. Distribución normal de muestreo punto 8**

Una vez efectuado el análisis exploratorio de distribución, se genera el mapa de ruido con el método de interpolación de IDW de acuerdo con su distribución geográfica y la cantidad de mediciones, obteniendo así un mapa para los 17 muestreos. En la **Figura 4. 23** se aprecia que el rango promedio más alto corresponde precisamente a la zona industrial perimetral al proyecto y al tránsito vehicular por la autopista federal, este rango corresponde al promedio entre 44.90 y 62.75 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 este hacia el sur la que mayor superficie de rango promedio más bajo tiene con 31.36 a 39.11 decibeles.

CONSULTA PÚBLICA



**Figura 4. 23. Distribución por intensidad de ruido medida en campo**

#### **IV.3.1.3.1. Ruido emitido por fuentes fijas**

Se considera como fuente fija a un elemento o un conjunto de elementos capaces de producir ruido que es emitido hacia el exterior a través de las colindancias por el aire o suelo. La mina San José cuenta con estudios de la evaluación de ruido por fuente fija (ruido hacia las colindancias) de acuerdo con la NOM-081-SEMARNAT-1994, en donde se trabajó de acuerdo con la metodología de la norma, la cual indica la medición perimetral del ruido para determinar las zonas críticas, que se definen como aquellas en donde el nivel de emisión de ruido puede encontrarse por arriba de los límites de la norma para horario diurno y nocturno, dicho límite establecido es de 68 dB para horario diurno y 65 dB para horario nocturno. Estas zonas críticas son las áreas aledañas a la parte exterior de la colindancia del predio de la fuente fija donde ésta produce las mayores emisiones de energía acústica en forma de ruido, estas zonas fueron determinadas de acuerdo a la metodología establecida en la NOM-081-SEMARNAT-1994, la cual consiste en realizar un recorrido con el sonómetro funcionando por la parte externa de las colindancias de la fuente fija con el objeto de localizar las zonas donde existe una mayor intensidad de ruido.

En 2018 se realizaron 48 mediciones perimetrales en fuentes fijas dentro de la zona industrial de la Mina San José, de acuerdo con el reconocimiento con base en la NOM081, se concluye que existen 2 posibles Zonas Críticas (ZC) a evaluar. Los sitios de monitoreo (ZC) y su ubicación se muestran en la Tabla 4. 10., así como la ubicación espacial en la Figura 4. 24. Todos los sitios de monitoreo de ruido de fuentes fijas se encuentran dentro de la zona industrial de la mina.



**Tabla 4. 10. Ubicación de sitios de monitoreo de ruido en fuentes fijas 2018**

ID	Nombre	Coordenadas UTM Z13	
		X	Y
ZC-1	Trituración	797994.7784	2512880.0887
ZC-2	Chimenea (Preparación de muestras)	797849.1444	2512371.8378



**Figura 4. 24. Ubicación de los sitios de monitoreo de ruido en fuentes fijas**

Los muestreos de ruido fueron realizados en horario diurno y nocturno en los distintos sitios de monitoreo y siguiendo la metodología establecida en la norma, la cual evalúa el ruido emitido y de fondo de la fuente fija. Los resultados de los muestreos realizados en 2018 para las Zonas Críticas en la mina San José se muestran en la Tabla 4. 11. En estos resultados se puede apreciar que la ZC-1 Trituración excede los LMP en ambos horarios, mientras la ZC-2 Chimenea no excede el límite en ninguno de los horarios establecidos.



**Tabla 4. 11. Resultados de muestreo de ruido en fuentes fijas, 2018**

Zona crítica	Nombre	Unidad	LMP Diurno	LMP Nocturno	Nivel de Ruido Diurno	Nivel de Ruido Nocturno
ZC-1	Trituración	dB	68	65	71.2	67.7
ZC-2	Chimenea (Preparación de muestras)	dB	68	65	56.9	52.7

Por otra parte, en 2021 se realizaron 38 mediciones perimetrales en fuentes fijas dentro de la zona industrial de la Mina San José, de acuerdo con el reconocimiento con base en la NOM081, se concluye que existe una posible Zona Crítica (ZC) a evaluar. El sitio de monitoreo (ZC) y su ubicación se muestran en la Tabla 4. 1, así como la ubicación espacial en la Figura 4. 25.

**Tabla 4. 12. Ubicación de sitios de monitoreo de ruido en fuentes fijas 2021**

ID	Nombre	Coordenadas UTM Z13	
		X	Y
ZC-1	Espaldas de laboratorio	797813.7042	2512377.1451



**Figura 4. 25. Ubicación de los sitios de monitoreo de ruido en fuentes fijas**

Siguiendo la misma metodología se evaluó la condición de ruido en ambos horarios de la Zona Crítica. Los resultados del muestreo realizado en 2021 se muestran en la Tabla 4. 13. En estos resultados



se puede apreciar que la ZC-1 Espaldas de laboratorio no excede los LMP de la norma en ninguno de los horarios.

**Tabla 4. 13. Resultados de muestreo de ruido en fuentes fijas, 2021**

Zona crítica	Nombre	Unidad	LMP Diurno	LMP Nocturno	Nivel de Ruido Diurno	Nivel de Ruido Nocturno
ZC-1	Espaldas de laboratorio	dB	68	65	53.8	55.0

Para mayor detalle de los resultados de las evaluaciones de ruido realizadas por la empresa Pro-Eco, Profesionalismo Ecológico, S.A. de C.V. con acreditación No. FF-0272-040/11 por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA). para Arian Silver de México, S.A. de C.V. en la Planta San José. se integran los siguientes anexos:

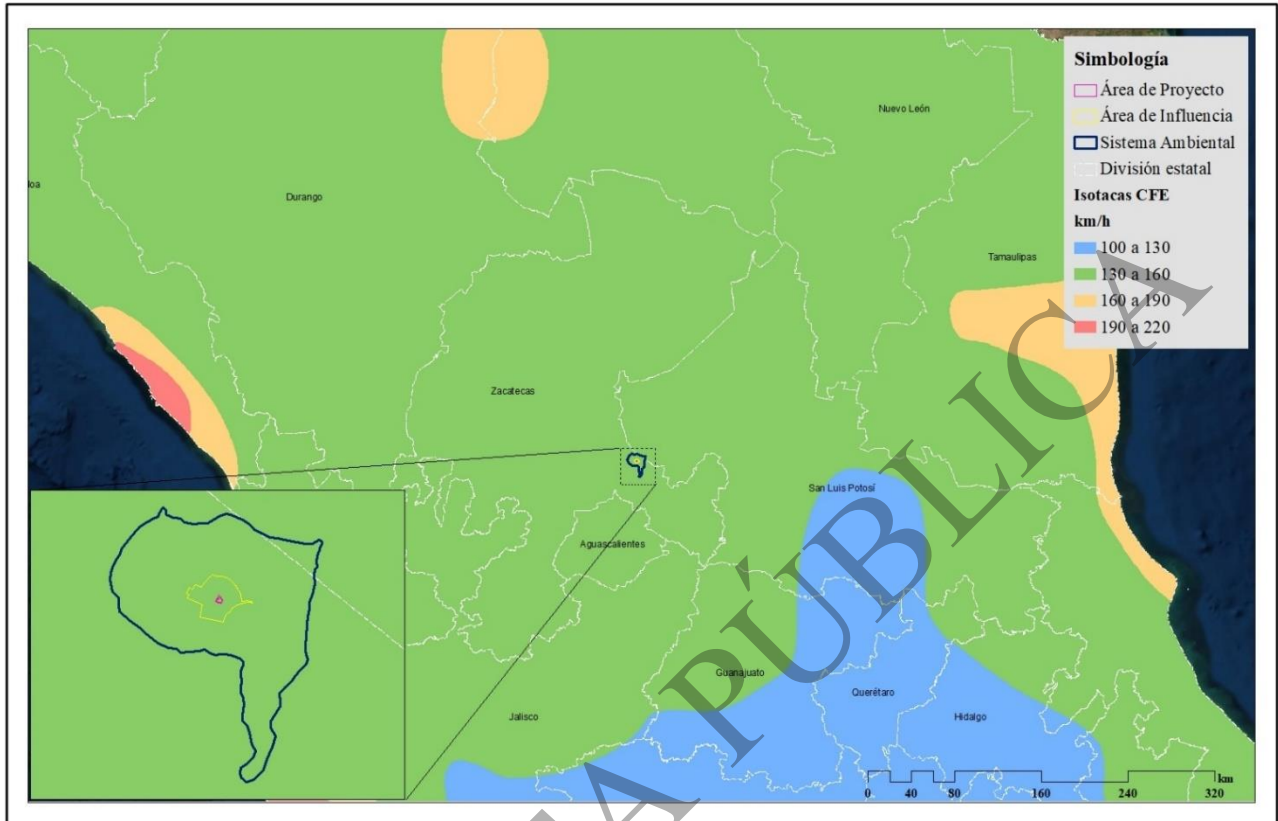
- **Anexo 4.9** Reconocimiento y Evaluación de Ruido Perimetral, 2018
- **Anexo 4.10** Reconocimiento y Evaluación de Ruido Perimetral, 2021

#### **IV.3.1.4. Velocidad y dirección del Viento**

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

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

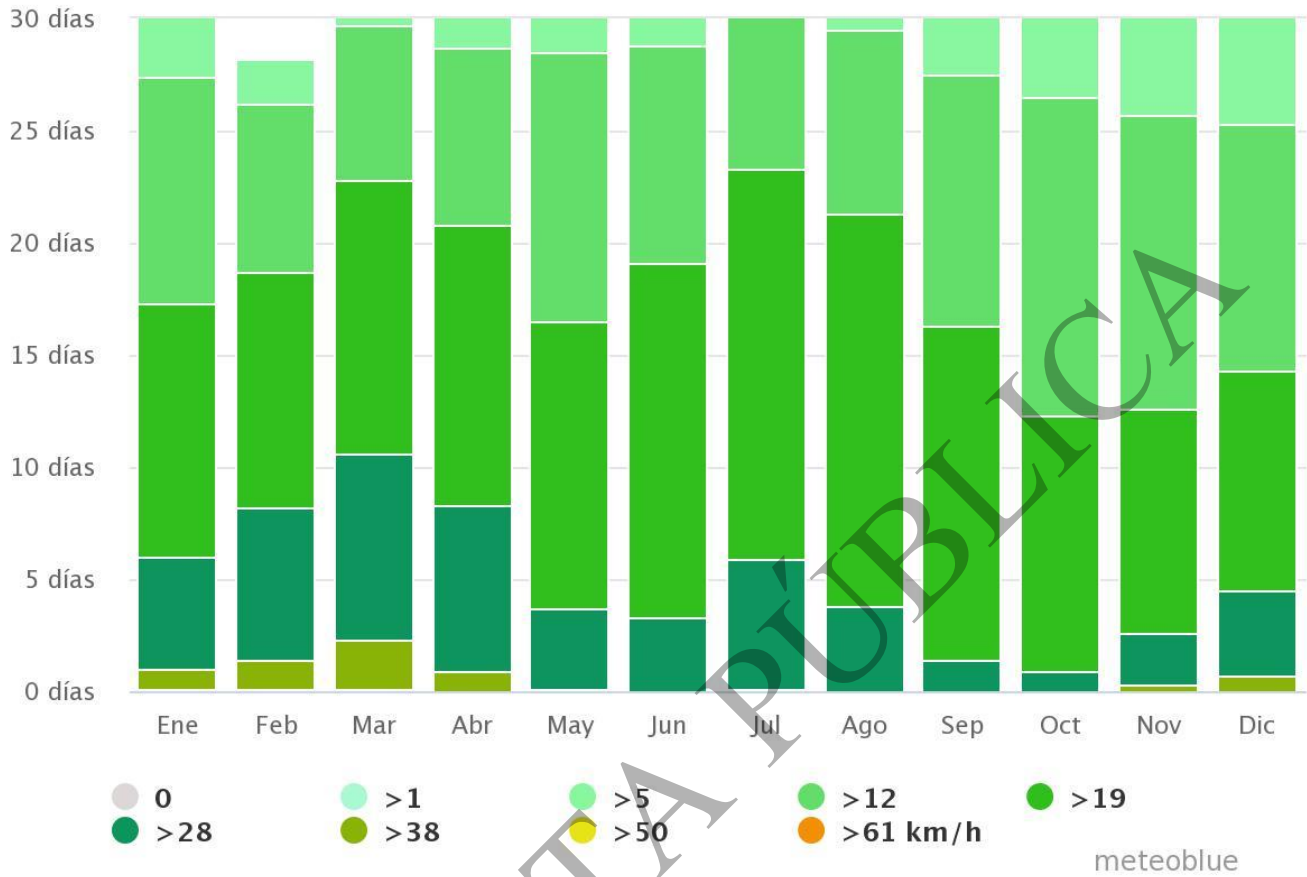
De acuerdo con el mapa de zonificación eólica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el país se divide en cuatro zonas (100-130, 130-160, 160-190, 190-220 Km/h) (CFE, 2008). El Sistema Ambiental se encuentran dentro de la zona donde los vientos máximos van de los 130 a 160 km/h (Figura 4. 26)



**Figura 4. 26. Zonificación eólica CFE**

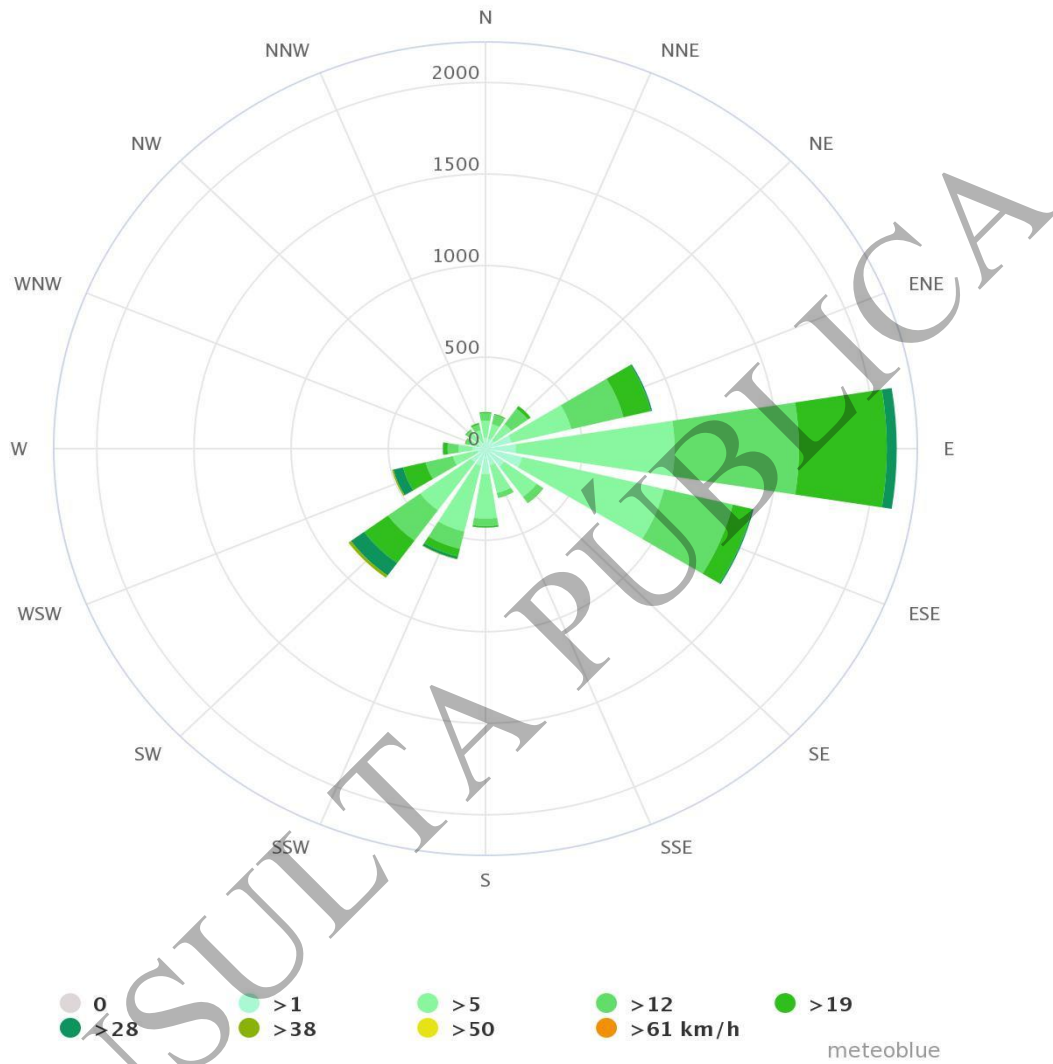
A continuación, se muestra la velocidad y dirección del viento en el municipio donde se localiza el Sistema Ambiental del Proyecto, con base en análisis estadísticos de informes climatológicos y reconstrucciones de modelos de 30 años de datos históricos de simulación del clima (Servicio meteorológico Meteoblue).

En la Figura 4. 27 se observa que en el municipio de General Pánfilo Natera la temporada más ventosa del año ocurre entre diciembre y abril, donde el viento alcanza velocidades superiores a los 38 km/h.



**Figura 4. 27. Velocidad del viento en el municipio de General Pánfilo Natera**

En la Figura 4. 28 se presenta la rosa de los vientos, la cual indica que los vientos dominantes soplan desde el este.



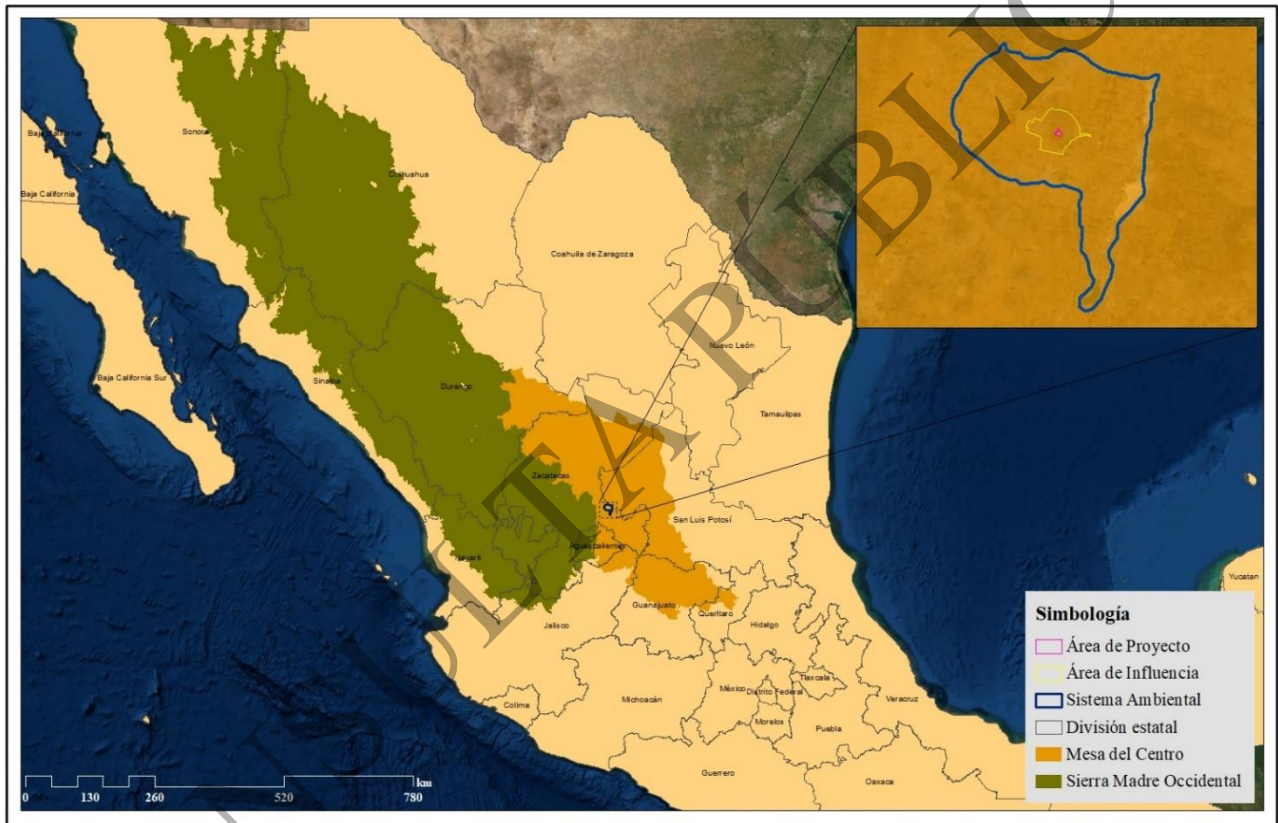
**Figura 4. 28. Rosa de los vientos municipio de General Pánfilo Natera**



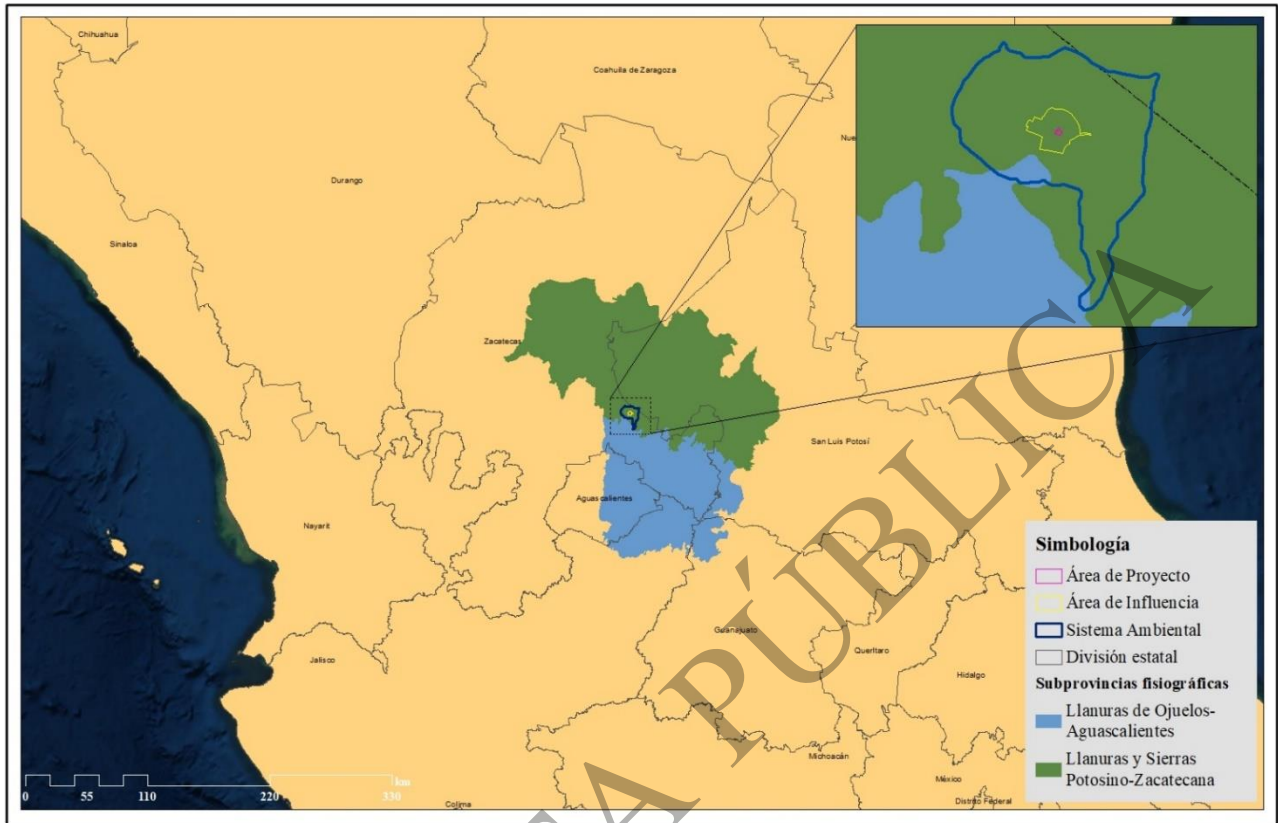
#### IV.3.1.5. Geología y geomorfología

##### IV.3.1.5.1. Provincias y Subprovincias Fisiográficas

La Superficie del Sistema Ambiental, se encuentra dentro de la Provincia Fisiográfica Mesa del Centro como se muestra en la Figura 4. 29; y en las Subprovincias denominadas Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes y Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecana. Algunos de los Sistemas de Topoformas que existen en el territorio municipal son: Lomerío con bajadas, Lomerío de pie de monte con mesetas, Llanura desértica a piso rocoso o cementado y Sierra baja con lomerío por mencionar algunas (Figura 4. 30).



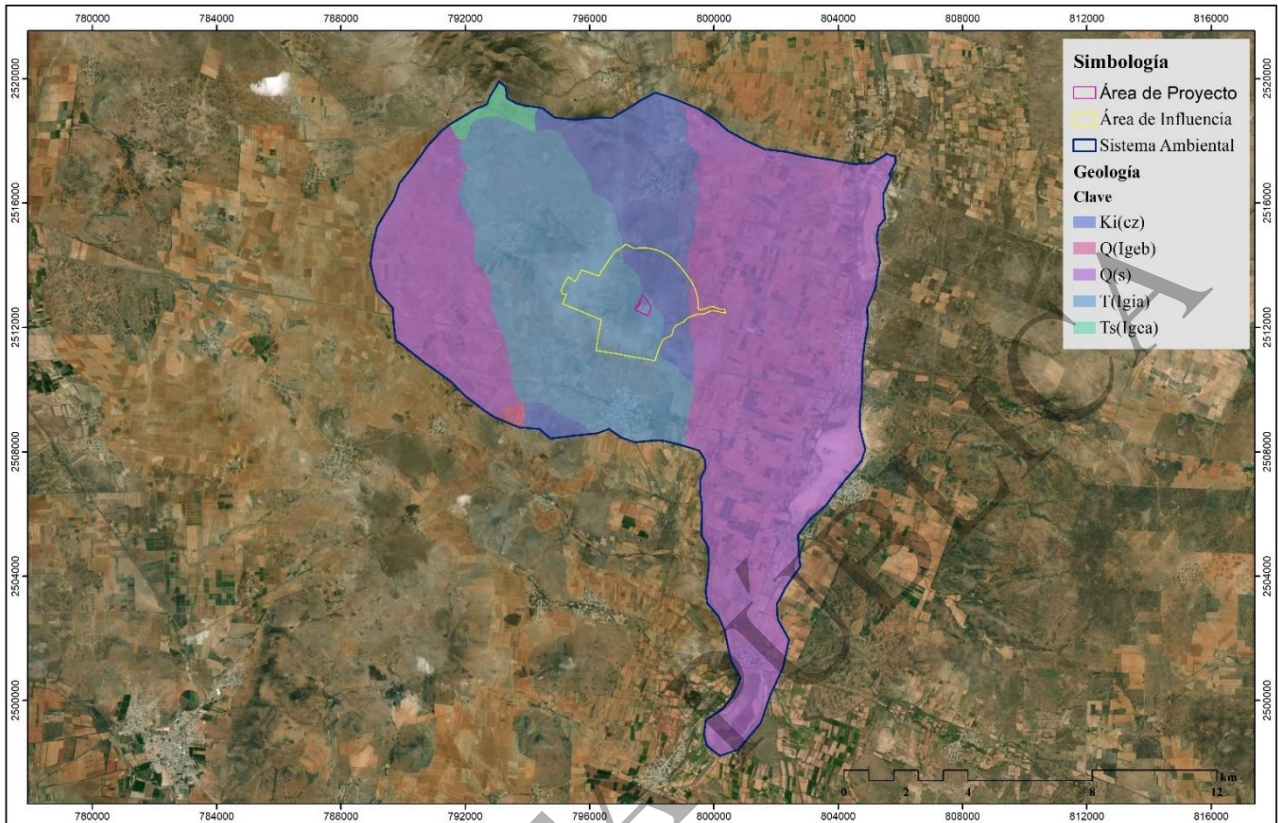
**Figura 4. 29. Ubicación del SA dentro de la Provincia Mesa del Centro (INEGI)**



**Figura 4. 30. Ubicación del SA en las subprovincias Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes y Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecana (INEGI)**

#### **IV.3.1.5.2. Geología**

De acuerdo con los metadatos geológicos del INEGI, dentro de la superficie definida para el Sistema Ambiental del Proyecto, se presenta una conformación de cinco distintos tipos de litología, siendo la Arena aluvial del Cuaternario la que se representa mayor superficie dentro del SA. En la parte central y extendiéndose al norte se tiene un conjunto de rocas ígneas y calizas del cuaternario.



**Figura 4. 31. Geología, INEGI**

A continuación, se describen los compuestos geológicos presentes en el SA y AP.

#### Caliza (Kicz)

La piedra caliza es una roca sedimentaria de la clase conocida como roca sedimentaria química. Se compone principalmente de calcita,  $\text{CaCO}_3$ , 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.

#### Arena Aluvial (Qs)

Son suelos de materiales transportados o depositados en las planicies costeras y valles interiores. Son aluviones estratificados de textura variable. Son suelos recientes o de reciente deposición y carecen de modificaciones de los agentes externos (agua, clima, etc.). Se ubican en áreas ligeramente inclinadas o casi a nivel en las planicies costeras y valles interiores en donde el manto freático está cerca de la superficie y



el drenaje por lo general es pobre. Son suelos de alta productividad permitiendo agricultura intensiva y mecanizada, aptos para toda clase de cultivos. Es factible el uso de riego.

#### 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 SiO<sub>2</sub>.

#### 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 SiO<sub>2</sub>.

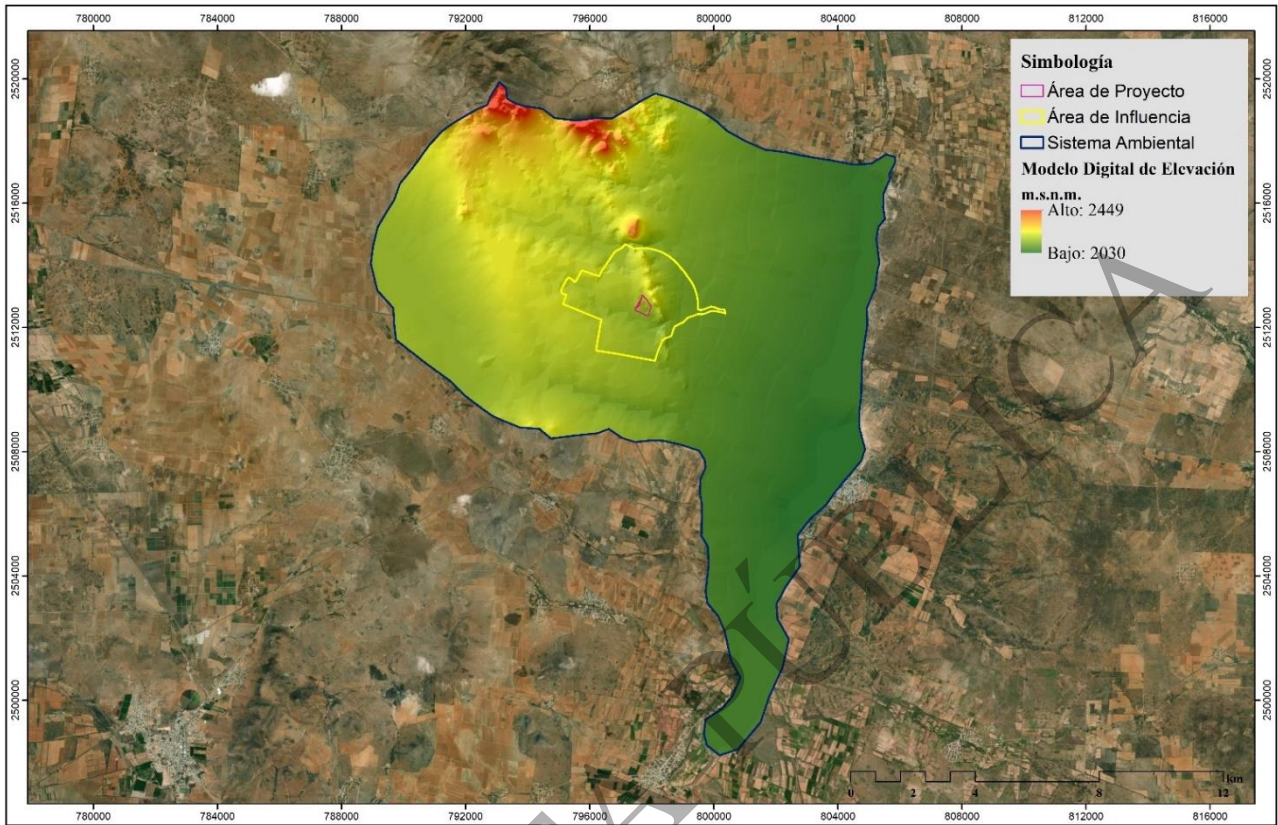
#### **IV.3.1.5.3. *Relieve***

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

Para iniciar con el análisis de la geomorfología, se presenta la Figura 4. 32, en ella se aprecia el modelo digital de elevación elaborado específicamente para el SA donde se localiza el Proyecto.

En general las elevaciones en el SA van de los 2,030 msnm hasta 2,449 msnm. Los sitios con mayor altitud se presentan al Norte y Noroeste del Sistema Ambiental mientras que las partes bajas se presentan en la zona Sur y Este del SA.

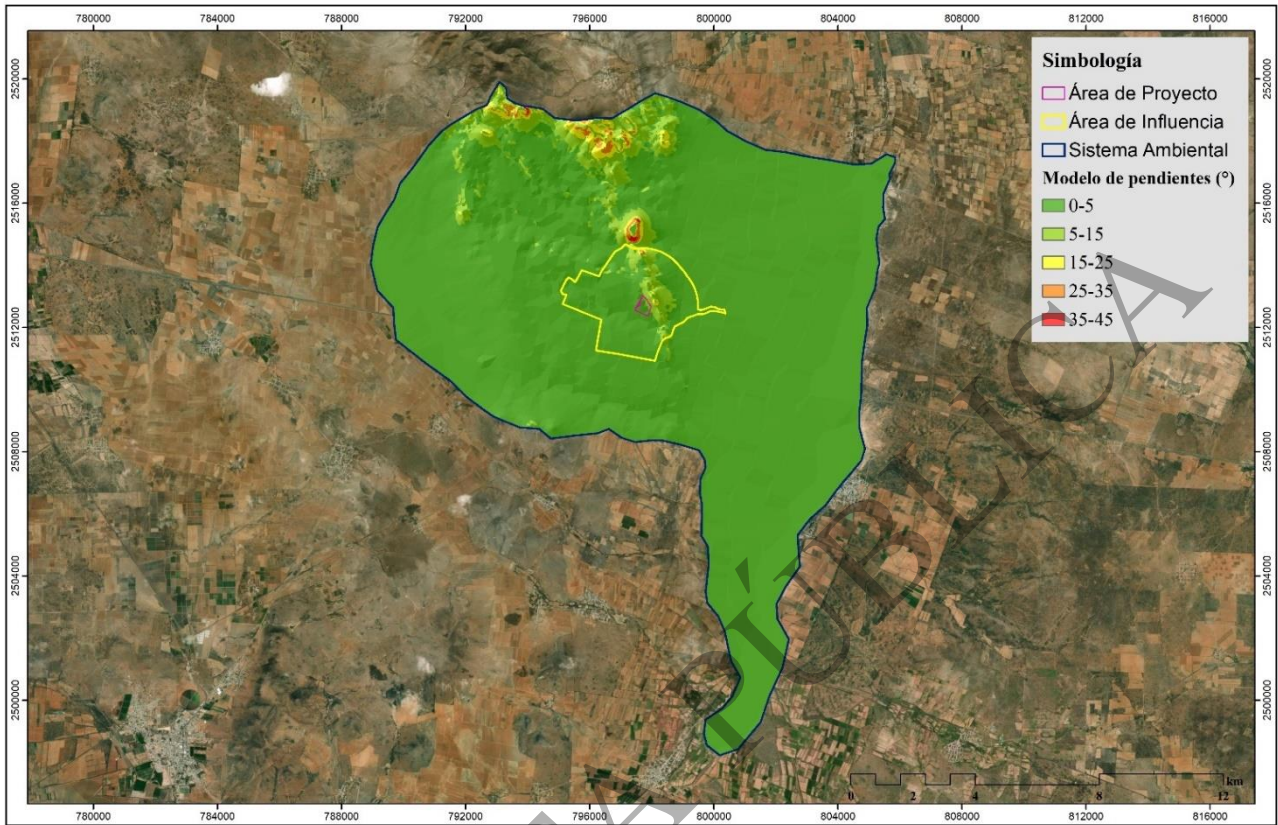




**Figura 4. 32. Modelo digital de elevación del SA, INEGI**

En el SA se presentan extensiones de terreno plano al Este y Sur donde las pendientes van de los 0 a los 15°; en las zonas Norte y Noroeste se observan zonas más inclinadas en las que las pendientes pueden llegar a superar los 30° de inclinación.

CONSULTA



**Figura 4. 33. Modelo de pendiente del SA**

En la siguiente Figura 4. 34 se presenta el Modelo de Pendientes (MDP) correspondiente al área de Proyecto. En dicho MDP se observa que las pendientes en las huellas del Proyecto van desde los 0° hasta los 15° para el polígono localizado en la zona Norte y Noreste, el polígono al Sur registran pendientes que van de los 0° a 5°.

CONSULTA



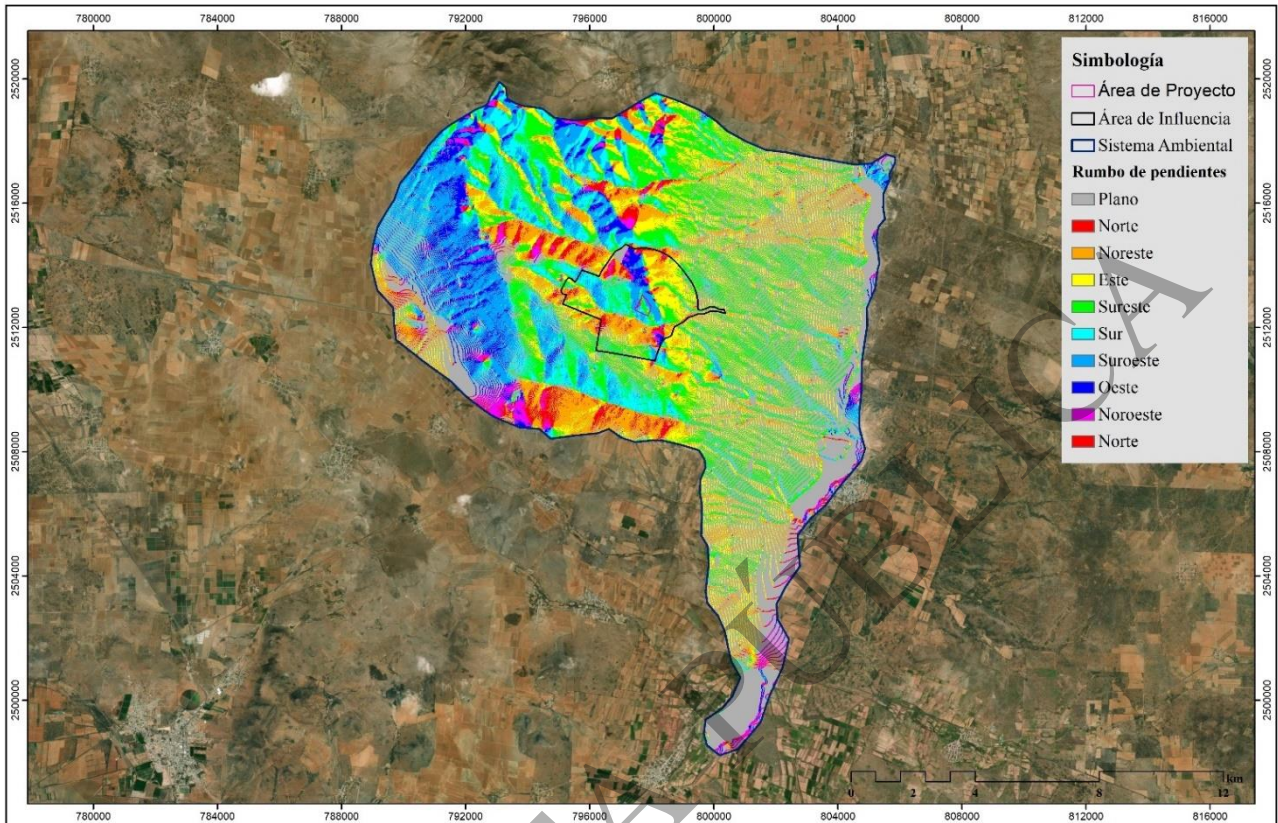


**Figura 4. 34. Modelo de Pendientes correspondiente al área del Proyecto**

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 Sur.

Enseguida se presenta 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 centro del SA toma dominancia el rumbo con dirección Sureste, Sur, Este y Oeste.

En general, el SA delimitado para el Proyecto, presenta un rumbo de pendientes heterogéneo, el cual es dado por el relieve variado del terreno. Se identifican pocas zonas planas en el SA, como se aprecia en la Figura 4. 35.



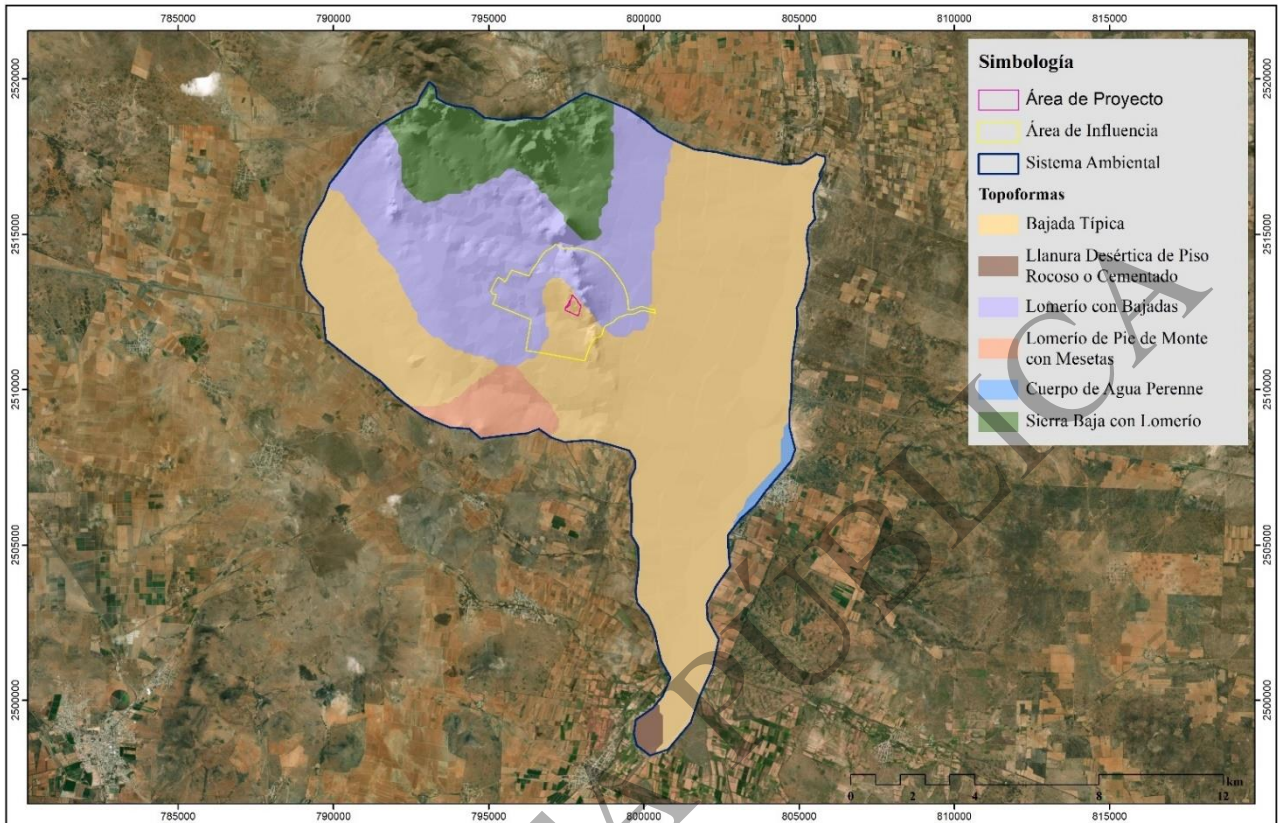
**Figura 4. 35. Modelo de rumbo de pendientes del SA**

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.3.1.5.4. 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. 36 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 Típicas, seguido por los lomeríos de Bajadas en el centro y norte del SA y una porción menor de Sierra baja con Lomerío en la zona norte de la misma. Se encontraron en menor superficie dentro del SA los lomeríos de Pie de Monte con Mesetas al suroeste, Llanura Desértica de piso rocoso o cementado al sur y Cuerpo de agua Perene al este del SA.





**Figura 4. 36. Topoformas dentro del SA**

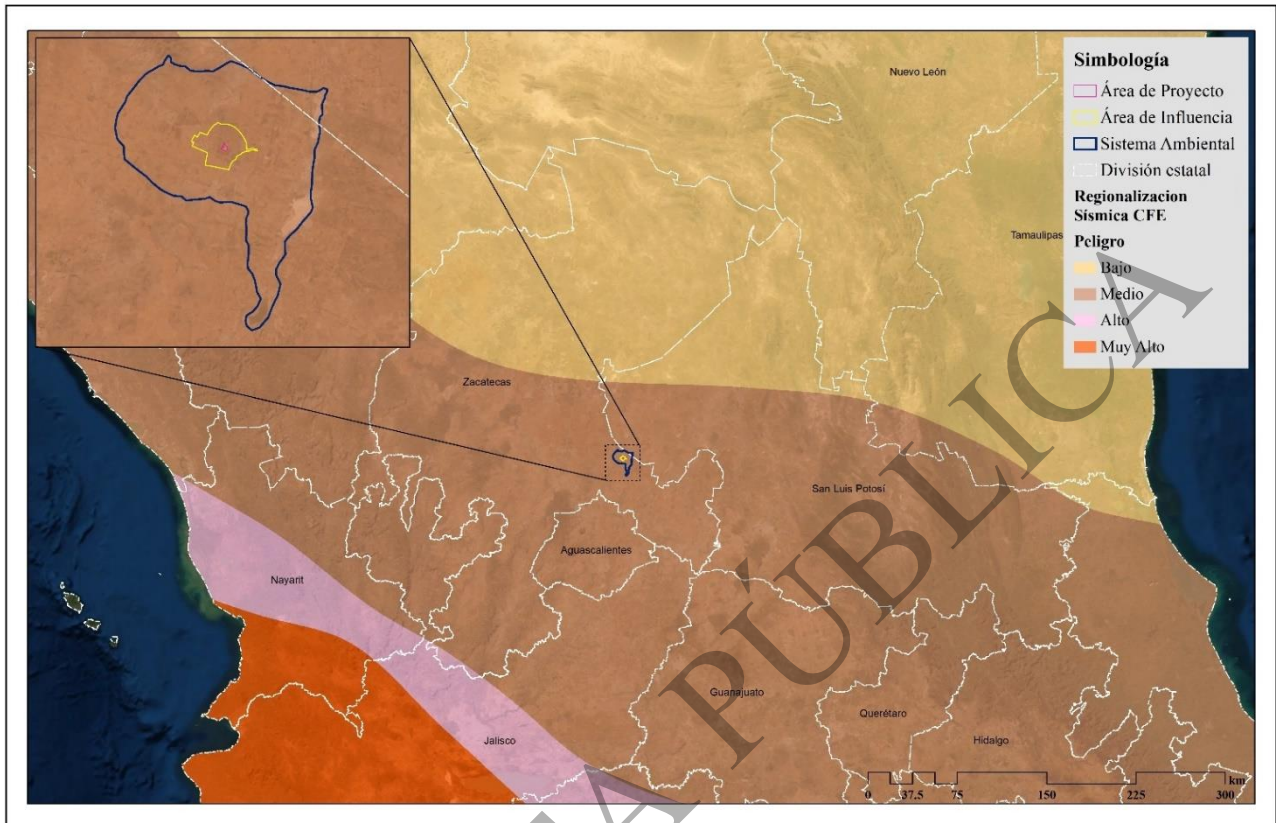
#### **IV.3.1.6. Riesgos geológicos**

##### **IV.3.1.6.1. Regionalización sísmica**

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas (Figura 4. 37). 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 Proyecto se encuentra en la zona sísmica B (zonas con peligro medio), donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

A continuación, se muestra la Figura 4. 37 donde se observa la localización del Proyecto dentro de la zona B.



**Figura 4. 37. Ubicación del SA dentro de la regionalización sísmica de la República Mexicana**

**IV.3.1.6.2. Fallas y Fracturas**

De acuerdo con los metadatos del INEGI, no se reporta la presencia de fallas o fracturas dentro de la superficie que comprende el Sistema Ambiental del Proyecto; por lo tanto, no se presenta riesgo geológico para las instalaciones e infraestructura, esto se muestra en la siguiente Figura 4. 38.

CONSULTA PÚBLICA



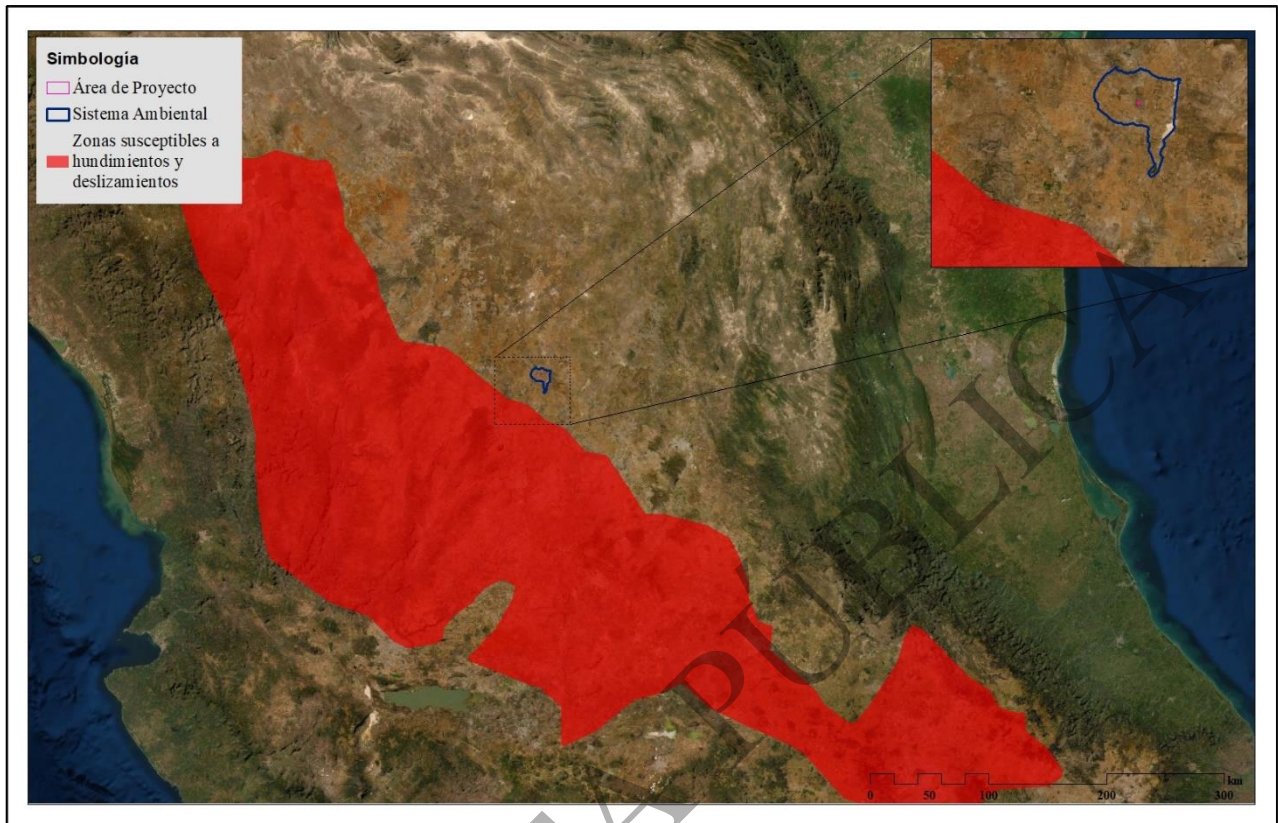


**Figura 4. 38. Fallas y Fracturas, INEGI**

#### **IV.3.1.6.3. 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. 39, 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. 39. Susceptibilidad a Hundimientos y Deslizamientos, CENAPRED**

#### **IV.3.1.7. Suelos**

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.3.1.7.1. Metodología**

Para identificar los tipos de suelo que se encuentran en la superficie del Sistema Ambiental 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. 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 geformas 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 calcáreos, 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.

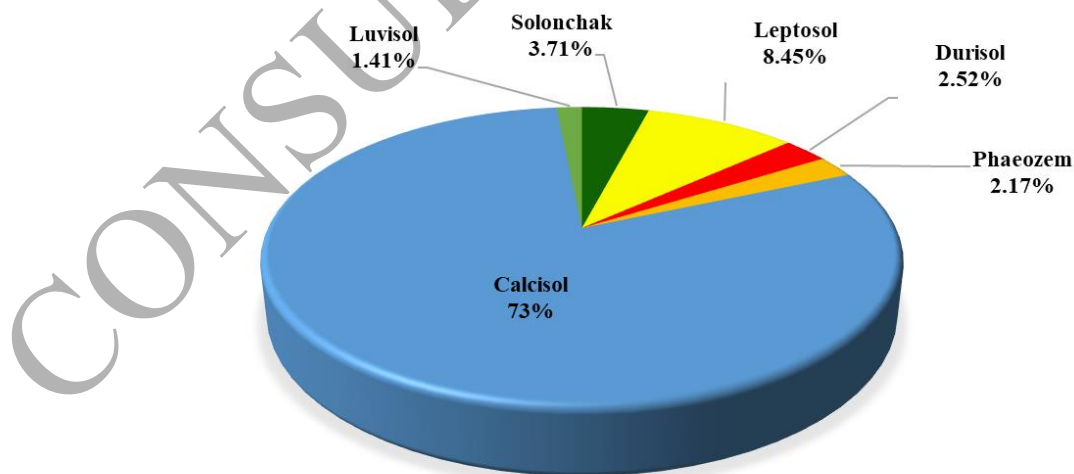
CONSULTA PÚBLICA

**IV.3.1.7.2. Descripción de los tipos de suelos presentes en el Sistema Ambiental**

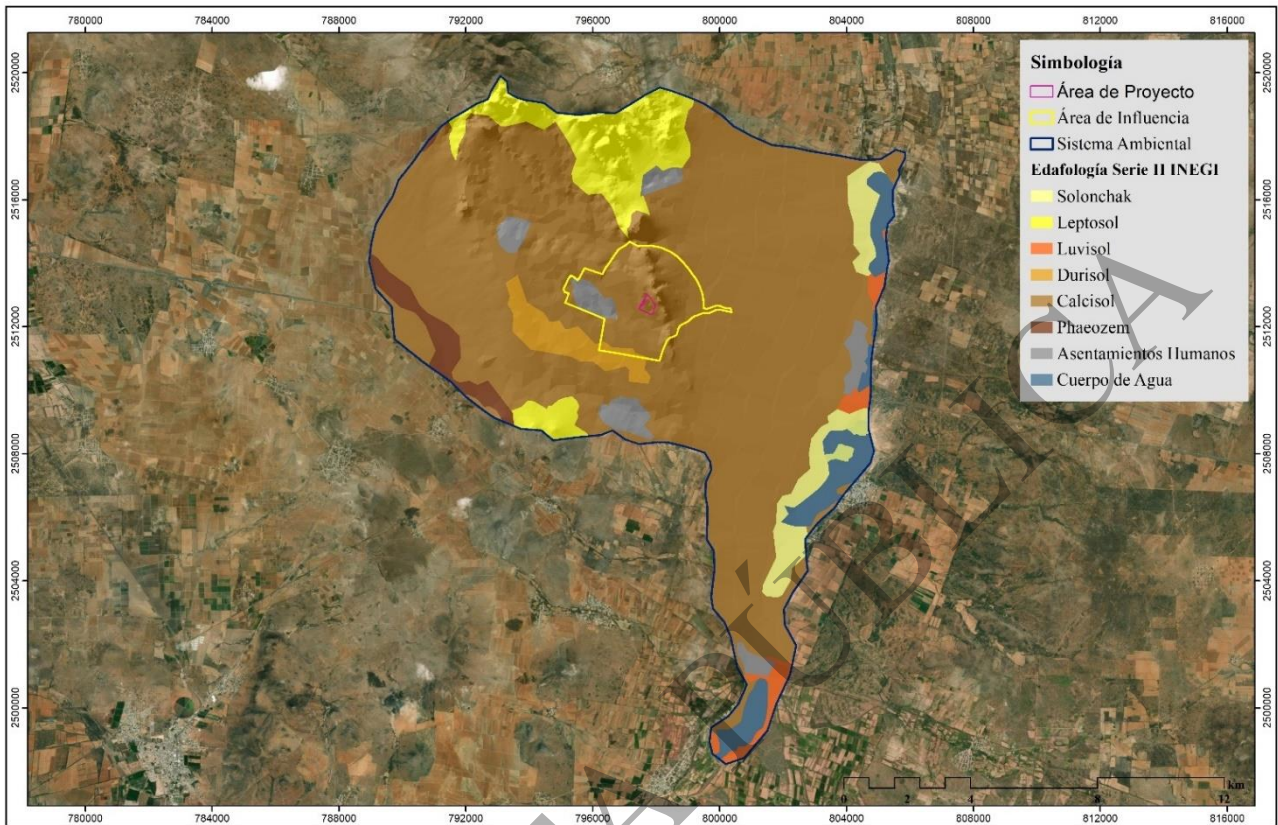
En la clasificación de tipos de suelos de INEGI serie II con escala 1:250 000 (Tabla 4. 14, Figura 4. 41), los suelos que se encuentran en el SA son Solonchak, Leptosol, Durisol, Phaeozem y Calcisol. los suelos que se encuentran con mayor dominancia en el Sistema Ambiental son; Calcisol y Leptosol.

**Tabla 4. 14. Tipos de suelos dominantes en la superficie del Sistema Ambiental**

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
	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	Epipetrocálcico	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
<b>Total</b>				<b>17609.55</b>		<b>100</b>



**Figura 4. 40. Tipos de suelos en la superficie del Sistema Ambiental**



**Figura 4. 41. Edafología serie II, INEGI**

En la siguiente Tabla 4. 15 se presentan los puntos de suelo muestreados y en consideración a la clasificación del sistema WRB 2006, los tipos de suelo que se cataloga cada sitio.

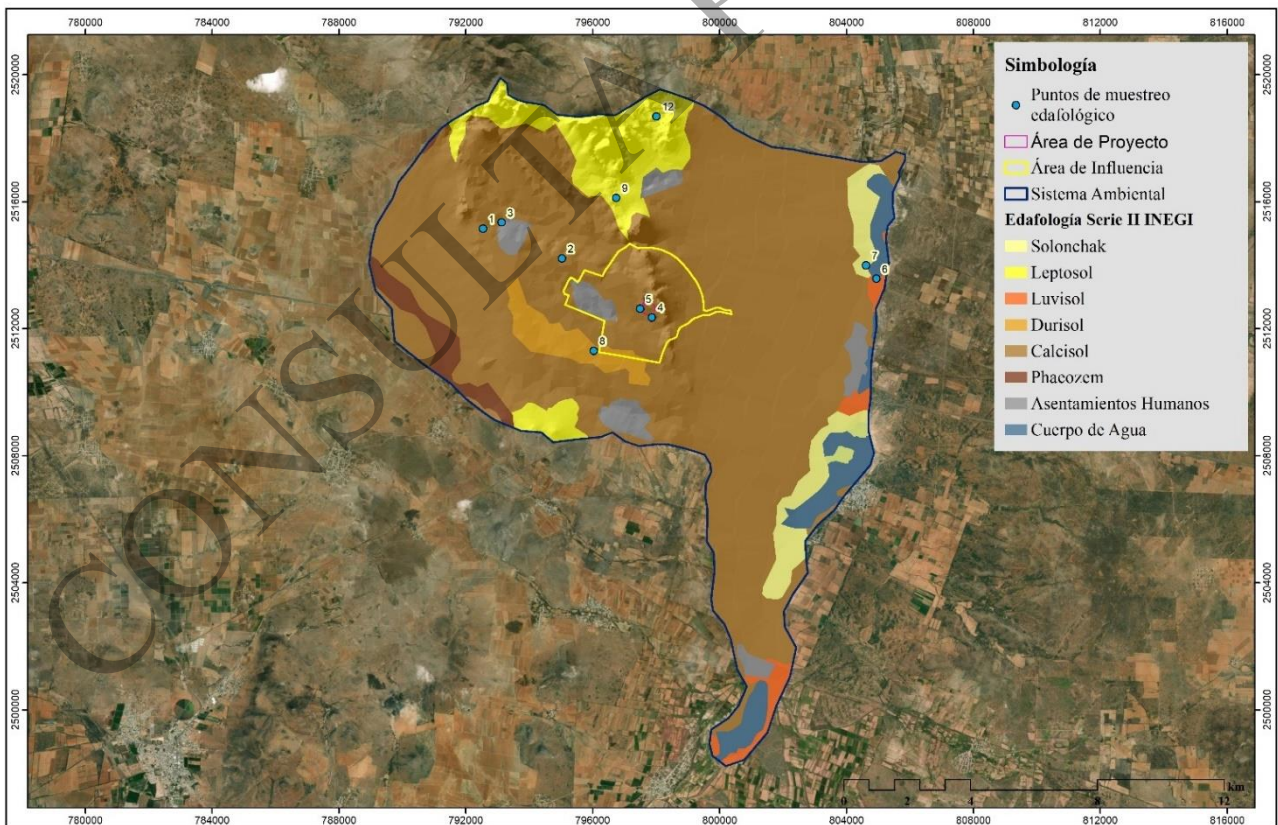
**Tabla 4. 15. Clasificación de suelos de acuerdo con WRB 2006**

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	CLl <sub>xar</sub> /2	Calcisol líxico arénico	Franco arcillo arenoso
2	795028	2514213	CLw <sub>csk</sub> /2	Calcisol hipocálcico esquelético	Franco arcillo arenoso
3	793127	2515348	CL <sub>ar</sub> /2	Calcisol arénico	Franco arenoso
4	797859	2512360	CLh <sub>aar</sub> /2	Calcisol háplico arénico	Franco arenoso
5	797487	2512628	CLw <sub>csk</sub> /2	Calcisol hipocálcico esquelético	Franco
6	804933	2513573	SCc <sub>car</sub> /2	Solonchak cálcico arénico	Franco arenoso



ID Punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS84-13N		Clasificación de suelos WRB 2006		Textura del suelo
	X	Y	Clave	Nombre de suelo	
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

En la Figura 4. 42 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo edafológico efectuados en el Sistema Ambiental.



**Figura 4. 42. Ubicación de puntos de muestreo edafológico**

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.

A continuación, se encuentra la descripción de cada uno de los perfiles de suelo muestreados dentro del Sistema Ambiental:

CONSULTA PÚBLICA

**Descripción del perfil N° 1**

**Tabla 4. 16. Información general del perfil de suelo**

Perfil N°	1	
Clasificación del perfil WRB	CLar/2	
Grupo de suelo	Calcisol arénico	
Coordenadas X	792535	
Coordenadas Y	2515148	
Altitud (msnm)	2190	

**Tabla 4. 17. Descripción morfológica del perfil de suelo**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-3	Presenta separación difusa entre horizontes, de forma irregular. La reacción al ácido clorhídrico es moderada y al agua oxigenada es muy fuerte. El horizonte se encuentra seco. La forma de estructura es en bloques subangulares de tamaño fino, con un desarrollo moderado. El color en seco es 7.5YR 3/4 y en húmedo 7.5YR 2.5/3. La consistencia a la presión del terrón indica que está suelta tanto en seco como en húmedo. La adhesividad y plasticidad es ligera. La textura al tacto es Franco arcillo arenoso. Su esqueleto está formado por gravas (0.2-7.5 cm) subangulares abundantes, guijarros (7.5-25 cm) subangulares escasos y piedras (>25 cm) muy escasas. Contiene raíces finas (<2 mm) abundantes, raíces medias (2-5 mm) frecuentes y raíces gruesas (>5 mm) escasas. El drenaje interno se clasifica como excesivamente drenado.
B	3-9	Presenta separación clara entre horizontes, de forma irregular. La reacción al ácido clorhídrico es fuerte y al agua oxigenada es muy fuerte. El horizonte se encuentra seco. La forma de estructura es en bloques subangulares de tamaño fino, con un desarrollo débil. El color en seco es 5YR 4/3 y en húmedo 5YR 3/2. La consistencia a la presión del terrón



		indica que está suelta tanto en seco como en húmedo. La adhesividad y plasticidad es ligera. La textura al tacto es Franco. Su esqueleto está formado por gravas (0.2-7.5 cm) subangulares escasas. Contiene raíces finas (<2 mm) frecuentes. El drenaje interno se clasifica como excesivamente drenado.
C	>9	Se presenta de forma irregular. La reacción al ácido clorhídrico es muy débil y al agua oxigenada es fuerte. El horizonte se encuentra seco. La forma de estructura es en bloques subangulares de tamaño fino, con un desarrollo débil. El color en seco es 5YR 3/4 y en húmedo es 5YR 3/3. La consistencia a la presión del terrón es suelta en seco y en húmedo. La adhesividad y plasticidad es ligera. La textura al tacto es arenosa. Su esqueleto está formado por gravas (0.2-7.5 cm) subangulares muy escasas. Contiene raíces finas (<2 mm) frecuentes. El drenaje interno se clasifica como drenado.

**Tabla 4. 18. Determinaciones del perfil del suelo**

Alt Campo ID:

Campo ID:

Numero Lab. 04280

Muestra P1-HA 792535 2515148


Firma















Determinaciones	Método	Resultados	CALIFICACION					Capacidad Int.catiónica
			Muy Bajo	Bajo	Medio	Optimo	Muy Alto	
pH Suelo	pH1:1	7.8						28.8 meq/100g
Indice de Encalado								Saturación Catiónica
Materia orgánica	Comb.	2.1 % ENL 68						%sat meq
Fósforo (P)	M3	71 ppm						K 4.1 1.2
Potasio (K)	M3	457 ppm						Ca 90.1 25.9
Calcio (Ca)	M3	5188 ppm						Mg 5.8 1.7
Magnesio (Mg)	M3	199 ppm						H 0.0 0.0
Azufre (S-SO4)	M3	20 ppm						Na 0.2 0.1
Boro (B)	M3	1.1 ppm						K/Mg: 0.70
Cobre (Cu)	M3	1.5 ppm						Ca/Mg: 15.53
Hierro (Fe)	M3	43 ppm						<b>Textura</b>
Manganeso (Mn)	M3	115 ppm						%Arena %Limo %Arcilla
Zinc (Zn)	M3	6.0 ppm						47 23 30
Sodio (Na)	M3	16 ppm						Clasificación de la Textura
Conductividad	SS1:2	0.17 dS/m						Franco arcillo arenoso
Nitrógeno-Nitrato	NNO3	7 ppm						Análisis de Densidad Aparente: 1.41 g/cm3

Alt Campo ID:  
Numero Lab. 04281


Campo ID:  
Muestra P1-HB 792535 2515148

Firma 

Determinaciones	Método	Resultados	CALIFICACION					Capacidad Int.catiónica
			Muy Bajo	Bajo	Medio	Optimo	Muy Alto	16.3 meq/100g
pH Suelo	pH1:1	8.1						Saturación Catiónica
Indice de Encalado								
Materia orgánica	Comb.	2.1 % ENL 69						%sat meq
Fósforo (P)	M3	18 ppm						K 6.6 1.1
Potasio (K)	M3	420 ppm						Ca 86.2 14.1
Calcio (Ca)	M3	2811 ppm						Mg 6.6 1.1
Magnesio (Mg)	M3	130 ppm						H 0.0 0.0
Azufre (S-SO4)	M3	8 ppm						Na 0.4 0.1
Boro (B)	M3	0.5 ppm						K/Mg: 0.99
Cobre (Cu)	M3	1.0 ppm						Ca/Mg: 13.06
Hierro (Fe)	M3	34 ppm						<b>Textura</b>
Manganeso (Mn)	M3	67 ppm						%Arena %Limo %Arcilla
Zinc (Zn)	M3	1.3 ppm						45 31 24
Sodio (Na)	M3	16 ppm						Clasificación de la Textura
Conductividad	SS1:2	0.14 dS/m						Franco
Nitrógeno-Nitrato	NNO3	15 ppm						Análisis de Densidad Aparente: 1.43 g/cm3

**Descripción del perfil N° 2**

**Tabla 4. 19. Información general del perfil de suelo**

Perfil N°	2	
Clasificación del perfil WRB	CLwesk/1	
Grupo de suelo	Calcisol hipocálcico esquelético	
Coordenadas X	795028	
Coordenadas Y	2514213	
Altitud (msnm)	2180	

**Tabla 4. 20. Descripción morfológica del perfil del suelo**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-14	Presenta separación gradual entre horizontes, de forma irregular. La reacción al ácido clorhídrico es moderada y al agua oxigenada es muy fuerte. El horizonte se encuentra seco. La forma de estructura es en bloques subangulares de tamaño fino, con un desarrollo moderado. El color en seco es 10YR 4/4 y en húmedo 10YR 3/3. La consistencia a la presión del terrón

		indica que está blanda en seco mientras que en húmedo es suelta. La adhesividad y plasticidad es moderada. La textura al tacto es Franco arcillo arenoso. Su esqueleto está formado por gravas (0.2-7.5 cm) subangulares dominantes, guijarros (7.5-25 cm) subangulares abundantes y piedras (>25 cm) subangulares frecuentes. Contiene raíces finas (<2 mm) abundantes, raíces medias (2-5 mm) abundantes y raíces gruesas (>5 mm) frecuentes. El drenaje interno se clasifica como muy drenado.
Ck	>14	Horizonte micro cálcico enriquecido en carbonatos secundarios, se caracteriza por la acumulación de carbonato edáfico en el horizonte C.

**Tabla 4. 21. Determinaciones del perfil del suelo**

Alt Campo ID:

Campo ID:

Numero Lab. 04282

Muestra P2-HA 795028 2514213


Firma

Determinaciones	Método	Resultados	CALIFICACION					Capacidad Int.catiónica
			Muy Bajo	Bajo	Medio	Optimo	Muy Alto	
pH Suelo	pH1:1	6.6						19.5 meq/100g
Indice de Encalado								Saturación Catiónica
Materia orgánica	Comb.	2.6% ENL 78						%sat meq
Fósforo (P)	M3	15 ppm						K 3.3 0.6
Potasio (K)	M3	252 ppm						Ca 86.2 16.8
Calcio (Ca)	M3	3361 ppm						Mg 3.9 0.8
Magnesio (Mg)	M3	92 ppm						H 6.2 1.2
Azufre (S-SO4)	M3	10 ppm						Na 0.3 0.1
Boro (B)	M3	0.5 ppm						K/Mg: 0.84
Cobre (Cu)	M3	0.8 ppm						Ca/Mg: 22.10
Hierro (Fe)	M3	29 ppm						<b>Textura</b>
Manganeso (Mn)	M3	56 ppm						%Arena %Limo %Arcilla
Zinc (Zn)	M3	1.8 ppm						46 25 29
Sodio (Na)	M3	15 ppm						Clasificación de la Textura
Conductividad	SS1:2	0.16 dS/m						Franco arcillo arenoso
Nitrógeno-Nitrato	NNO3	20 ppm						Análisis de Densidad Aparente: 1.41 g/cm3

CONSULTA PÚBLICA

**Descripción del perfil N° 3**

**Tabla 4. 22. Información general del perfil de suelo**

Perfil N°	3	
Clasificación del perfil WRB	CLar/2	
Grupo de suelo	Calcisol arénico	
Coordenadas X	793127	
Coordenadas Y	2515348	
Altitud (msnm)	2176	

**Tabla 4. 23. Descripción morfológica del perfil de suelo**


Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-20	Presenta separación abrupta entre horizontes, de forma irregular. La reacción al ácido clorhídrico es moderada y al agua oxigenada es muy fuerte. El horizonte se presenta seco. La forma de estructura es en bloques subangulares de tamaño fino, con un desarrollo débil. El color en seco es 7.5YR 4/4 y en húmedo 7.5YR 3/4. La consistencia a la presión del terrón es suelta en seco y en húmedo. La adhesividad y plasticidad es moderada. La textura al tacto es arenosa. Su esqueleto está formado por gravas (0.2-7.5 cm) subangulares abundantes, guijarros (7.5-25 cm) subangulares escasos y piedras (>25 cm) subangulares muy escasas. Contiene raíces finas (<2mm) abundantes, raíces medias (2-5 mm) abundantes y raíces gruesas (>5 mm) escasas. El drenaje interno se clasifica como drenado.
B	20-50	Presenta separación clara entre horizontes, de forma irregular. La reacción al ácido clorhídrico es moderada y al agua oxigenada es fuerte. El horizonte se presenta seco. La forma de estructura es migajosa muy fina, con un desarrollo débil. El color en seco es 7.5YR 3/1 y en húmedo 7.5YR 2.5/1. La consistencia a la presión del terrón es suelta en seco y en húmedo. La adhesividad y plasticidad es ligera. La textura al tacto es franco arenoso. Su esqueleto está formado por gravas (0.2-7.5 cm) subangulares escasas. Contiene raíces finas (<2mm) frecuentes y raíces medias (2-5 mm) escasas. El drenaje interno se clasifica como muy drenado.



C	>50	Se presenta de forma irregular. La reacción al ácido clorhídrico es muy débil y al agua oxigenada es muy fuerte. El horizonte se presenta seco. La forma de estructura es columnar gruesa, con un desarrollo fuerte. El color en seco es 7.5YR 3/3 y en húmedo 7.5YR 5/3. La consistencia a la presión del terrón es muy dura en seco y friable en húmedo. La adhesividad y plasticidad es ligera. La textura al tacto es franco arenoso. Su esqueleto está formado por gravas (0.2-7.5 cm) subangulares escasas. Contiene raíces finas (<2mm) escasas y raíces medias (2-5 mm) escasas. El drenaje interno se clasifica como drenado.
---	-----	--

**Descripción del perfil N° 4**

**Tabla 4. 24. Información general del perfil de suelo**

Perfil N°	4	
Clasificación del perfil WRB	CLhaar/1	
Grupo de suelo	Calcisol háplico arénico	
Coordenadas X	797859	
Coordenadas Y	2512360	
Altitud (msnm)	2126	


**Tabla 4. 25. Descripción morfológica del perfil de suelo**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-40	Se presenta de forma irregular. La reacción al ácido clorhídrico es muy fuerte y al agua oxigenada es fuerte. El horizonte se presenta seco. La forma de estructura es en bloques subangulares de tamaño fino, con un desarrollo débil. El color en seco es 7.5YR 4/2 y en húmedo 7.5YR 2.5/2. La consistencia a la presión del terrón es suelta en seco y en húmedo. La adhesividad y plasticidad es moderada. La textura al tacto es franco arenoso. Su esqueleto está formado por gravas (0.2-7.5 cm) subangulares

		abundantes y guijarros (7.5-25 cm) subangulares escasos. Contiene raíces finas (<2mm) abundantes, raíces medias (2-5 mm) abundantes y raíces gruesas (>5 mm) abundantes. El drenaje interno se clasifica como muy drenado.
--	--	--

**Descripción del perfil N° 5**

**Tabla 4. 26. Información general del perfil de suelo**


Perfil N°	5	
Clasificación del perfil WRB	CLwesk/1	
Grupo de suelo	Calcisol hipocálcico esquelético	
Coordenadas X	797487	
Coordenadas Y	2512628	
Altitud (msnm)	2136	

**Tabla 4. 27. Descripción morfológica del perfil de suelo**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
C	0-10	Presenta separación gradual entre horizontes, de forma irregular. La reacción al ácido clorhídrico es muy fuerte y al agua oxigenada es fuerte. El horizonte se encuentra seco. La forma de estructura es en bloques subangulares de tamaño muy fino, con un desarrollo débil. El color en seco es 7.5YR 4/3 y en húmedo 7.5YR 2.5/2. La consistencia a la presión del terrón indica que está blanda en seco mientras que en húmedo es suelta. La adhesividad y plasticidad es ligera. La textura al tacto es Franco. Su esqueleto está formado por gravas (0.2-7.5 cm) subangulares dominantes, guijarros (7.5-25 cm) subangulares abundantes y piedras (>25 cm) subangulares abundantes. Contiene raíces finas (<2 mm) abundantes, raíces medias (2-5 mm) abundantes y raíces gruesas (>5 mm) escasas. El drenaje interno se clasifica como muy drenado.

Ck	>10	Horizonte micro cálcico enriquecido en carbonatos secundarios, se caracteriza por la acumulación de carbonato edáfico en el horizonte C.
----	-----	--

**Tabla 4. 28. Determinaciones del perfil del suelo**


Alt Campo ID:			Campo ID:					Firma 	
Numero Lab. 04283			Muestra P5-HA 797487 2512628						
Determinaciones	Método	Resultados	CALIFICACION					Capacidad Int.catiónica	
			Muy Bajo	Bajo	Medio	Optimo	Muy Alto		
pH Suelo	pH1:1	7.8						30.1 meq/100g	
Indice de Encalado								Saturación Catiónica	
Materia orgánica	Comb.	2.6 % ENL 78						%sat meq	
Fósforo (P)	M3	25 ppm						K	2.6 0.8
Potasio (K)	M3	305 ppm						Ca	91.9 27.7
Calcio (Ca)	M3	5533 ppm						Mg	5.0 1.5
Magnesio (Mg)	M3	181 ppm						H	0.0 0.0
Azufre (S-SO4)	M3	15 ppm						Na	0.4 0.1
Boro (B)	M3	1.3 ppm						K/Mg: 0.51	
Cobre (Cu)	M3	1.0 ppm						Ca/Mg: 18.38	
Hierro (Fe)	M3	25 ppm						<b>Textura</b>	
Manganeso (Mn)	M3	33 ppm						%Arena %Limo %Arcilla	
Zinc (Zn)	M3	12.8 ppm						40 35 25	
Sodio (Na)	M3	28 ppm						Clasificación de la Textura	
Conductividad	SS1:2	0.15 dS/m						Franco	
Nitrógeno-Nitrato	NNO3	11 ppm						Análisis de Densidad Aparente: 1.41 g/cm3	

**Descripción del perfil N° 6**

**Tabla 4. 29. Información general del perfil de suelo**

Perfil N°	6
Clasificación del perfil WRB	SCccar/2
Grupo de suelo	Solonchak cálcico arénico
Coordenadas X	804933
Coordenadas Y	2513573



<p>Altitud (msnm)</p>	<p>2039</p>	
-----------------------	-------------	---


**Tabla 4. 30. Descripción morfológica del perfil de suelo**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-50	Se presenta de forma irregular. La reacción al ácido clorhídrico es muy fuerte mientras que para el agua oxigenada es muy débil. El horizonte se presenta seco. La forma de estructura es migajosa fina, con un desarrollo débil. El color en seco es 10YR 8/1 y en húmedo 10YR 7/4. La consistencia a la presión del terrón en seco y en húmedo es suelta. La adhesividad y plasticidad es moderada. La textura al tacto es franco arenoso. El esqueleto del horizonte está compuesto por gravas (0.2-7.5 cm) subangulares dominantes y guijarros (7.5-25 cm) subangulares frecuentes. Contiene raíces finas (<2mm) escasas y raíces medias (2-5mm) escasas. El drenaje interno se clasifica como drenado.

**Descripción del perfil N° 7**

**Tabla 4. 31. Información general del perfil de suelo**



Perfil N°	7	
Clasificación del perfil WRB	CLcen/2	
Grupo de suelo	Calcisol endoarcílico	
Coordenadas X	804614	
Coordenadas Y	2514001	
Altitud (msnm)	2037	

**Tabla 4. 32. Descripción morfológica del perfil de suelo**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-26	Presenta separación clara entre horizontes, de forma irregular. La reacción al ácido clorhídrico y al agua oxigenada es muy fuerte. El horizonte se presenta seco. La forma de estructura es en bloques subangulares de tamaño fino, con un desarrollo débil. El color en seco es 10YR 6/3 y en húmedo 10YR 4/4. La consistencia a la presión del terrón es blanda en seco y suelta en húmedo. La adhesividad y plasticidad es moderada. La textura al tacto es arenosa. El esqueleto del horizonte está compuesto por gravas (0.2-7.5 cm) subangulares abundantes y guijarros (7.5-25 cm) subangulares escasos. Contiene raíces finas (<2mm) frecuentes y raíces medias (2-5mm) escasas. El drenaje interno se clasifica como drenado.
B	>26	Se presenta de forma irregular. La reacción al ácido clorhídrico y al agua oxigenada es muy fuerte. El horizonte se presenta seco. La forma de estructura es en bloques subangulares de tamaño fino, con un desarrollo moderado. El color en seco es 10YR 6/4 y en húmedo 10YR 5/6. La consistencia a la presión del terrón es blanda en seco y suelta en húmedo. La adhesividad y plasticidad es fuerte. La textura al tacto es franco arcilloso. El esqueleto del horizonte está compuesto por gravas (0.2-7.5 cm) subangulares escasas. Contiene raíces finas (<2mm) escasas. El drenaje interno se clasifica como drenado.

**Descripción del perfil N° 8**

**Tabla 4. 33. Información general del perfil de suelo**

Perfil N°	8	
Clasificación del perfil WRB	DUptnce/2	
Grupo de suelo	Durisol endopétrico arcílico	
Coordenadas X	796027	
Coordenadas Y	2511306	
Altitud (msnm)	2149	

**Tabla 4. 34. Descripción morfológica del perfil de suelo**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-40	Se presenta de forma irregular. La reacción al ácido clorhídrico es nula mientras que al agua oxigenada es moderada. El horizonte se presenta seco. La forma de estructura es bloques subangulares de tamaño fino, con un desarrollo moderado. El color en seco es 5YR 4/6 y en húmedo 5YR 3/4. La consistencia a la presión del terrón en seco es ligeramente dura y en húmedo es friable La adhesividad y plasticidad es moderada. La textura al tacto es franco arcilloso arenoso. El esqueleto del horizonte está compuesto por gravas (0.2-7.5 cm) subangulares escasas y guijarros (7.5-25 cm) subangulares muy escasos. Contiene raíces finas (<2mm) abundantes, y raíces medias (2-5mm) abundantes. El drenaje interno se clasifica como drenado.

**Tabla 4. 35. Determinaciones del perfil del suelo**

Alt Campo ID:

Campo ID:

Numero Lab. 04284

Muestra P8-HA 796027 2511306


Firma



Determinaciones	Método	Resultados	CALIFICACION					Capacidad Int.catiónico
			Muy Bajo	Bajo	Medio	Optimo	Muy Alto	10.4 meq/100g
pH Suelo	pH1:1	6.7						Saturación Catiónica
Indice de Encalado								%sat meq
Materia orgánica	Comb.	1.4 % ENL 63						K 6.3 0.7
Fósforo (P)	M3	6 ppm						Ca 79.6 8.3
Potasio (K)	M3	256 ppm						Mg 8.4 0.9
Calcio (Ca)	M3	1656 ppm						H 4.8 0.5
Magnesio (Mg)	M3	105 ppm						Na 0.7 0.1
Azufre (S-SO4)	M3	6 ppm						K/Mg: 0.75
Boro (B)	M3	0.4 ppm						Ca/Mg: 9.48
Cobre (Cu)	M3	1.3 ppm						<b>Textura</b>
Hierro (Fe)	M3	33 ppm						%Arenas %Limo %Arcilla
Manganeso (Mn)	M3	81 ppm						49 21 30
Zinc (Zn)	M3	7.7 ppm						Clasificación de la Textura
Sodio (Na)	M3	16 ppm						Franco arcillo arenoso
Conductividad	SS1:2	0.11 dS/m						Análisis de Densidad
Nitrógeno-Nitrato	NNO3	3 ppm						Aparente: 1.42 g/cm3

**Descripción del perfil N° 9**

**Tabla 4. 36. Información general del perfil de suelo**

Perfil N°	9	
Clasificación del perfil WRB	LPhkca/2	
Grupo de suelo	Leptosol hiperesquelético calcárico	
Coordenadas X	796737	
Coordenadas Y	2516123	
Altitud (msnm)	2199	



**Tabla 4. 37. Descripción morfológica del perfil de suelo**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-22	Presenta separación abrupta entre horizontes, de forma irregular. La reacción al ácido clorhídrico y al agua oxigenada es muy fuerte. El horizonte se presenta seco. La forma de estructura es en bloques subangulares de tamaño fino, con un desarrollo moderado. El color en seco es 10YR 3/1 y en húmedo 10YR 2/1. La consistencia a la presión del terrón es blanda en seco y suelta en húmedo. La adhesividad y plasticidad es moderada. La textura al tacto es franco. El esqueleto del horizonte está compuesto por gravas (0.2-7.5 cm) subangulares dominantes, guijarros (7.5-25 cm) subangulares dominantes y piedras (>25 cm) subangulares abundantes. Contiene raíces finas (<2mm) abundantes, raíces medias (2-5mm) frecuentes y raíces gruesas (>5 mm) escasas. El drenaje interno se clasifica como drenado.
C	>22	Horizonte de compuesto por roca suelta

**Tabla 4. 38. Determinaciones del perfil del suelo**

Alt Campo ID:

Campo ID:

Numero Lab. 04285

Muestra P9-HA 796737 2516123

Firma




Determinaciones	Método	Resultados	CALIFICACION					Capacidad Int.catiónica
			Muy Bajo	Bajo	Medio	Optimo	Muy Alto	
pH Suelo	pH1:1	7.6						45.8 meq/100g
Indice de Encalado								Saturación Catiónica
Materia orgánica	Comb.	3.5% ENL 108						%sat meq
Fósforo (P)	M3	23 ppm						K 1.4 0.7
Potasio (K)	M3	256 ppm						Ca 97.0 44.4
Calcio (Ca)	M3	8881 ppm						Mg 1.5 0.7
Magnesio (Mg)	M3	80 ppm						H 0.0 0.0
Azufre (S-SO4)	M3	22 ppm						Na 0.2 0.1
Boro (B)	M3	1.6 ppm						K/Mg: 0.98
Cobre (Cu)	M3	1.9 ppm						Ca/Mg: 64.67
Hierro (Fe)	M3	15 ppm						Textura
Manganeso (Mn)	M3	53 ppm						%Arena %Limo %Arcilla
Zinc (Zn)	M3	1.9 ppm						39 36 25
Sodio (Na)	M3	24 ppm						Clasificación de la Textura
Conductividad	SS1:2	0.26 dS/m						Franco
Nitrógeno-Nitrato	NNO3	19 ppm						Análisis de Densidad Aparente: 1.40 g/cm3



**Descripción del perfil N° 10**

**Tabla 4. 39. Información general del perfil de suelo**

Perfil N°	10	
Clasificación del perfil WRB	CLhask/1	
Grupo de suelo	Calcisol háplico esquelético	
Coordenadas X	797735	
Coordenadas Y	2512928	
Altitud (msnm)	2147	

**Tabla 4. 40. Descripción morfológica del perfil de suelo**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-40	Se presenta de forma irregular. La reacción al ácido clorhídrico es muy débil mientras que para el agua oxigenada es fuerte. El horizonte se presenta seco. La forma de estructura es en bloques subangulares de tamaño fino, con un desarrollo débil. El color en seco 10YR 3/3, y en húmedo es 10YR 2/2. La consistencia a la presión del terrón en seco y en húmedo es suelta. La adhesividad y plasticidad es moderada. La textura al tacto es franca. El esqueleto del horizonte está compuesto por gravas (0.2-7.5 cm) subangulares abundantes, guijarros (7.5-23 cm) subangulares abundantes y piedras (>25cm) subangulares escasas. Contiene raíces finas (<2mm) abundantes, raíces medias (2-5mm) abundantes y raíces gruesas (>5mm) abundantes. El drenaje interno se clasifica como drenado.

**Tabla 4. 41. Determinaciones del perfil del suelo**

Alt Campo ID:

Campo ID:

Numero Lab. 04286

Muestra P10-HA 797735 2512928

Firma



Determinaciones	Método	Resultados	CALIFICACION					Capacidad Int.catiónico
			Muy Bajo	Bajo	Medio	Optimo	Muy Alto	14.5 meq/100g
pH Suelo	pH1:1	6.6						Saturación Catiónica
Indice de Encalado								%sat meq
Materia orgánica	Comb.	3.0 % ENL 89						K 3.3 0.5
Fósforo (P)	M3	70 ppm						Ca 82.9 12.0
Potasio (K)	M3	188 ppm						Mg 6.7 1.0
Calcio (Ca)	M3	2405 ppm						H 6.2 0.9
Magnesio (Mg)	M3	116 ppm						Na 0.6 0.1
Azufre (S-SO4)	M3	8 ppm						K/Mg: 0.49
Boro (B)	M3	0.3 ppm						Ca/Mg: 12.37
Cobre (Cu)	M3	2.5 ppm						<b>Textura</b>
Hierro (Fe)	M3	70 ppm						%Arena %Limo %Arcilla
Manganeso (Mn)	M3	106 ppm						37 41 22
Zinc (Zn)	M3	5.9 ppm						Clasificación de la Textura
Sodio (Na)	M3	20 ppm						Franco
Conductividad	SS1:2	0.1 dS/m						Análisis de Densidad Aparente: 1.41 g/cm3
Nitrógeno-Nitrato	NNO3	9 ppm						

**Descripción del perfil N° 11**

**Tabla 4. 42. Información general del perfil de suelo**

Perfil N°	11
Clasificación del perfil WRB	LPhkca/1
Grupo de suelo	Leptosol hiperesquelético calcárico
Coordenadas X	798004
Coordenadas Y	2518690
Altitud (msnm)	1245



**Tabla 4. 43. Descripción morfológica del perfil de suelo**

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-50	Se presenta de forma irregular. La reacción al ácido clorhídrico y al agua oxigenada es muy fuerte. El horizonte se presenta seco. La forma de estructura es en bloques subangulares de tamaño fino, con un desarrollo moderado. El color en seco 10YR 3/1, y en húmedo es 10YR 2/1. La consistencia a la presión del terrón en seco es blanda y en húmedo es suelta. La adhesividad y plasticidad es moderada. La textura al tacto es franco arenoso. El esqueleto del horizonte está compuesto por gravas (0.2-7.5 cm), guijarros (7.5-23 cm) y piedras (>25cm) subangulares dominantes. Contiene raíces finas (<2mm) abundantes, raíces medias (2-5mm) frecuentes y raíces gruesas (>5mm) escasas. El drenaje interno se clasifica como drenado.

#### **IV.3.1.7.3. Susceptibilidad a la erosión hídrica en el Sistema Ambiental**

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

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

Donde:

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

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

*K* representa la erosionabilidad del suelo en [ton h / Mj·mm]

*LS* representa el factor topográfico longitud-pendiente [adimensional]

*C* representa el factor de cubierta vegetal [adimensional]

*P* representa el factor de prácticas de conservación de suelos [adimensional]

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

Es importante aclarar que la pérdida de suelo por erosión hídrica se calcula en el medio natural, por lo que las superficies de origen antrópico dentro del Sistema Ambiental se consideran carentes de suelo y no fueron tomadas en cuenta en esta estimación.

#### **Erosividad de la lluvia (Factor R)**

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



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

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

Para estimar la precipitación media anual dentro del 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. 43** se presenta la ubicación y la identificación de las estaciones utilizadas



**Figura 4. 43. Estaciones meteorológicas cercanas al SA**

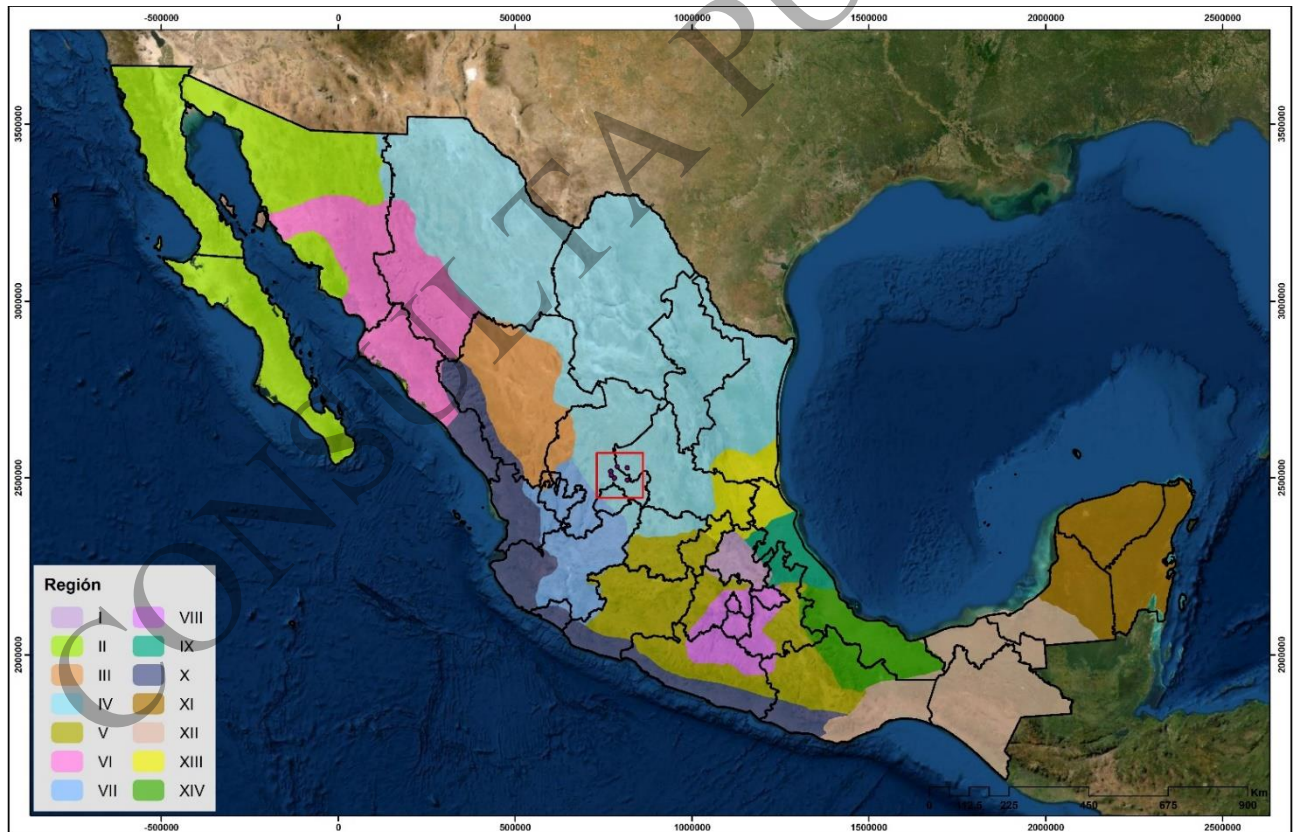
En la **Tabla 4. 44** se detalla la información obtenida de las estaciones con las normales climatológicas históricas de 60 años (1951 a 2010).



**Tabla 4. 44. Datos de estaciones meteorológicas**

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

Posteriormente, se determinó en cuál de las 14 regiones de erosividad propuestas por Cortés (1991) se encontraba cada una de las estaciones y se les aplicó su regresión lineal correspondiente. En la **Figura 4. 44** se presenta la ubicación de las estaciones respecto a las 14 regiones y en la Tabla 4. 45 se muestran las ecuaciones correspondientes a la regresión de cada región junto con su respectivo coeficiente de determinación.



**Figura 4. 44. Estaciones meteorológicas respecto a regiones de Cortés (1991)**

**Tabla 4. 45. Modelos de erosividad de la lluvia de Cortés (1991)**

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

Como se observa en la **Figura 4. 44**, la región en la que se ubica el proyecto es la Región IV, por lo que se procedió a calcular la erosividad de la lluvia anual para cada estación, utilizando los datos de la **Tabla 4. 44** y el modelo de regresión correspondiente:

$$\text{Factor } R = 2.8559 P + 0.002983 P^2$$

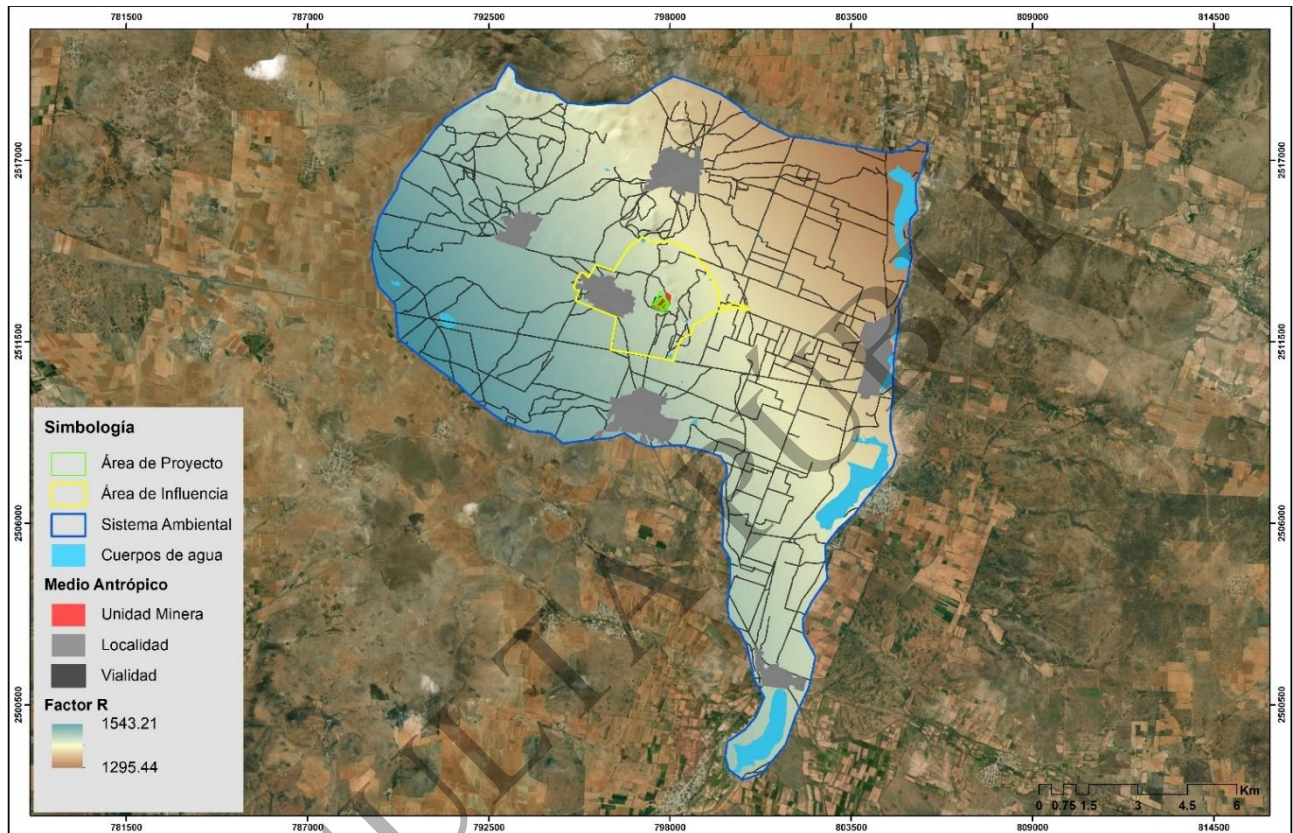
En la **Tabla 4. 46** se presenta el resultado del modelo aplicado a cada una de las estaciones.

**Tabla 4. 46. Factor R calculado por estación**

ID	Nombre	Precipitación Anual (mm)	Factor R
24059	Villa de Ramos II	271.9	997.051
24152	Sauz de Calera	345.3	1341.812
32058	Trancoso	437.3	1819.328
32126	Palmillas	415.6	1702.1463
32041	Ojocaliente	388.1	1557.679
32114	Villa González Ortega	357	1399.737

Utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG), para conocer la distribución del valor del Factor R dentro del SA, se realizó una interpolación utilizando la herramienta *Inverse Distance Weighted (IDW)* del programa ArcMap®.

Se utilizó este método debido a que asume que la influencia de la variable que se mapea decrece entre mayor sea la distancia del punto de muestra (ESRI, s.f.). El tamaño de celda del ráster generado se estableció en 10 m por 10 m, con una potencia de 2 y el radio de búsqueda de 12 puntos sin un máximo de distancia. En la **Figura 4. 45** se presenta el resultado de la interpolación dentro del SA.



**Figura 4. 45. Factor R en el SA**

### ***Erosionabilidad del suelo (Factor K)***

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

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



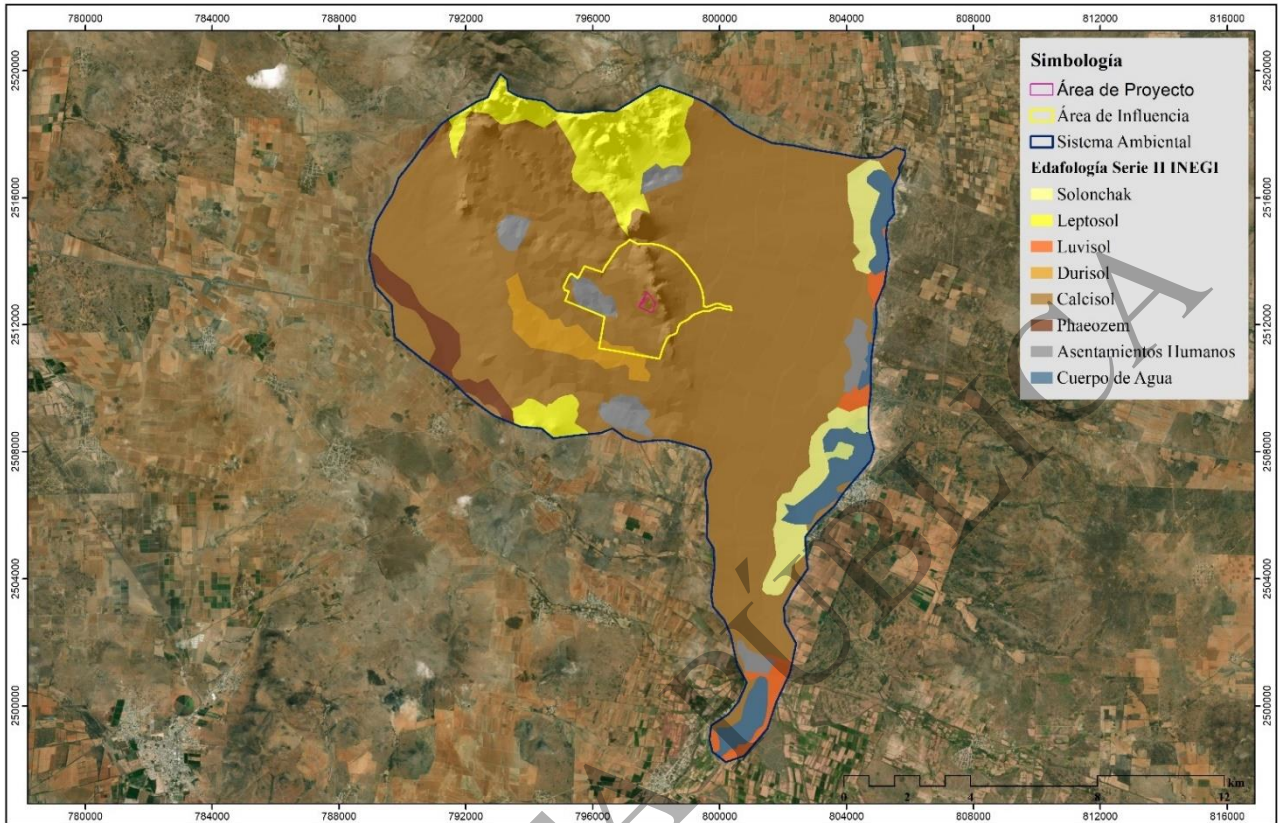
En la Tabla 4. 47 se muestran los valores del Factor K dependiendo del tipo de suelo en la clasificación WRB y la textura.

**Tabla 4. 47. Factor K por tipo de suelo y textura**

Tipo de suelo		Textura		
Nombre	Símbolo	Gruesa	Media	Fina
Acrisol	AC	0.026	0.04	0.013
Albeluvisol	AL	0.026	0.04	0.013
Andosol	AN	0.026	0.04	0.013
Arenosol	AR	0.013	0.02	0.007
Chernozem	CH	0.013	0.02	0.007
Calcisol	CL	0.053	0.079	0.026
Cambisol	CM	0.026	0.04	0.013
Durisol	DU	0.053	0.079	0.026
Fluvisol	FL	0.026	0.04	0.013
Ferralsol	FR	0.013	0.02	0.007
Gleysol	GL	0.026	0.04	0.013
Gypsisol	GY	0.053	0.079	0.026
Histosol	HS	0.053	0.02	0.007
Kastanozem	KS	0.026	0.04	0.013
Leptosol	LP	0.013	0.02	0.007
Luvisol	LV	0.026	0.04	0.013
Lixisol	LX	0.013	0.02	0.007
Nitisol	NT	0.013	0.02	0.007
Phaeozem	PH	0.013	0.02	0.007
Planosol	PL	0.053	0.079	0.026
Plinthosol	PT	0.026	0.04	0.013
Regosol	RG	0.026	0.04	0.013
Solonchak	SC	0.026	0.04	0.013
Solonetz	SN	0.053	0.079	0.026
Umbrisol	UM	0.026	0.04	0.013
Vertisol	VR	0.053	0.079	0.026

En la **Figura 4. 46** se presenta la clasificación de los suelos dentro del SA según la información vectorial de INEGI. A su vez, para detallar más la información edafológica se realizaron visitas al sitio y se tomaron muestras de suelo y descripción de los perfiles.



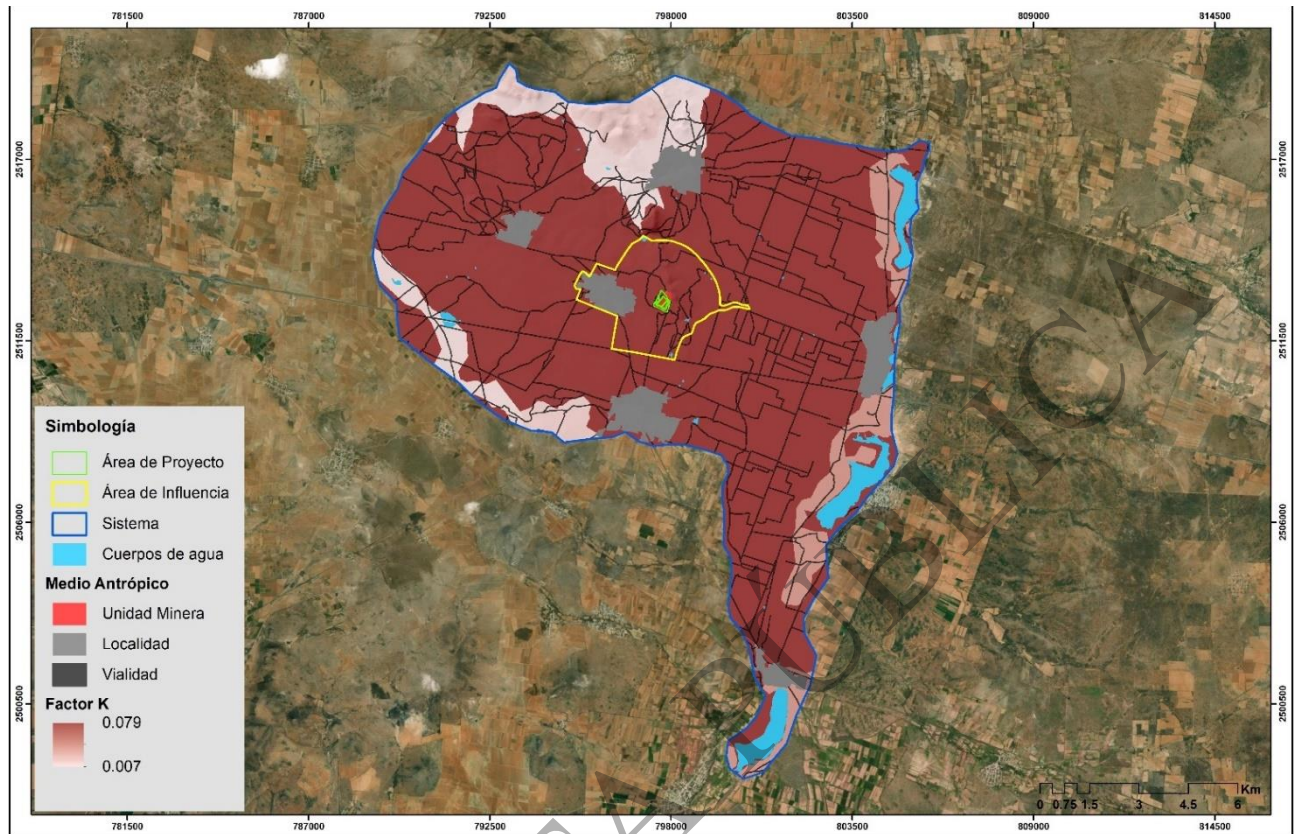


**Figura 4. 46. Clasificación del suelo en el SA**

A partir de la información recabada, se le asignó un valor del Factor K a cada una de las clasificaciones de suelo presentes en el SA.

Para utilizar la EUPS, es necesario tener la información recabada en formato ráster. Por lo que se utilizó la herramienta de *Polygon to Raster* del SIG ArcMap® para convertir la información vectorial a tipo ráster, la configuración para utilizar la herramienta fue: Tipo de asignación de celda: centro de celda; campo de prioridad: ninguno; tamaño de celda: 10 m.

En la **Figura 4. 47** se presenta la distribución final del factor K dentro del SA.



**Figura 4. 47. Distribución del Factor K en el SA**

**Factor topográfico Longitud-Pendiente (Factor LS)**

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

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

Donde:

*Flow Accumulation* es el número de celdas que contribuyen al flujo en una celda dada.

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

*Sin (Pendiente)* es el seno de la pendiente en radianes.

**Pendiente en radianes (Factor S)**

Para obtener el Factor S se requiere de un Modelo Digital de Elevación (MDE) de la superficie, en la **Figura 4. 48** se muestra el MDE con tamaño de celda de 10 m por 10 m del área de estudio obtenido del INEGI. Posteriormente, se utilizó la herramienta de *Slope* del SIG ArcMap® con la siguiente

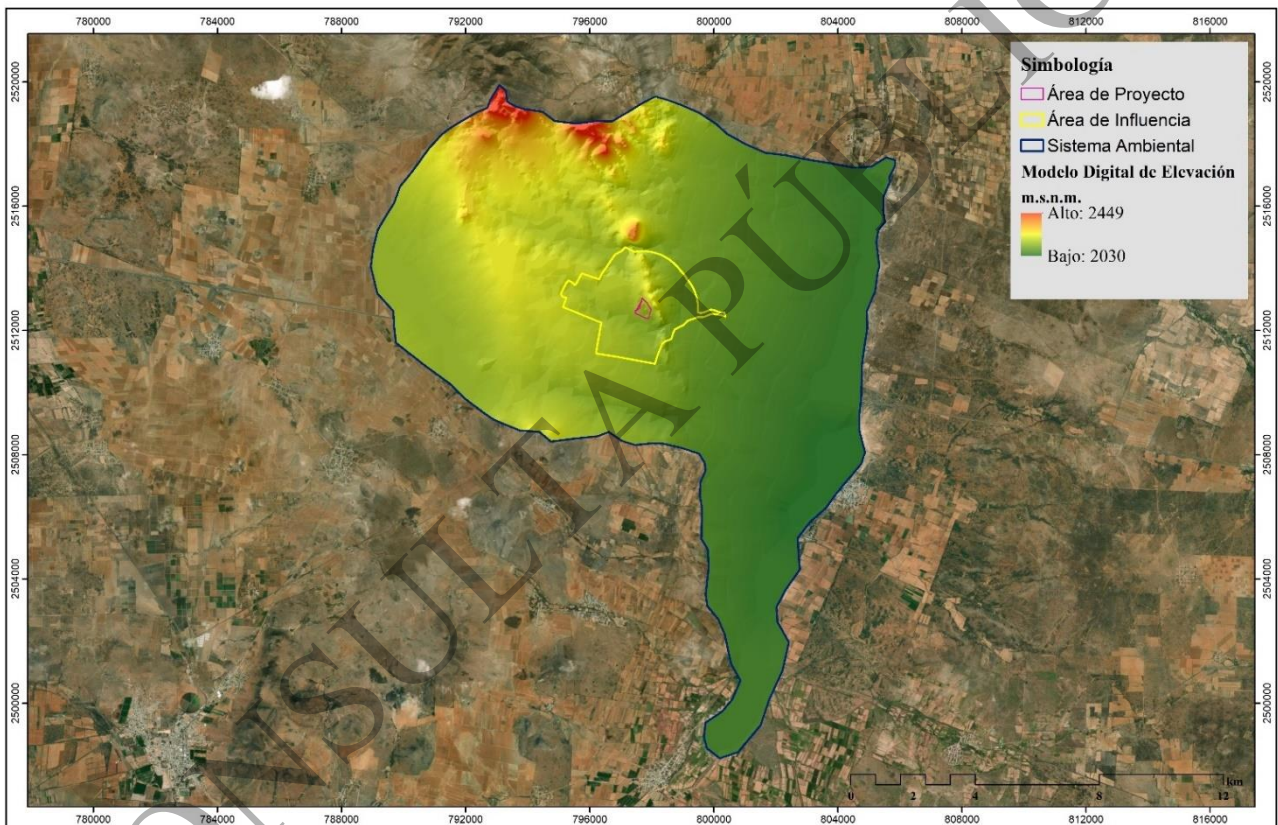


configuración Medición de salida: Grados; Factor Z: 1 para obtener el modelo de pendientes dentro del SA. El cual se presenta en la **Figura 4. 49**.

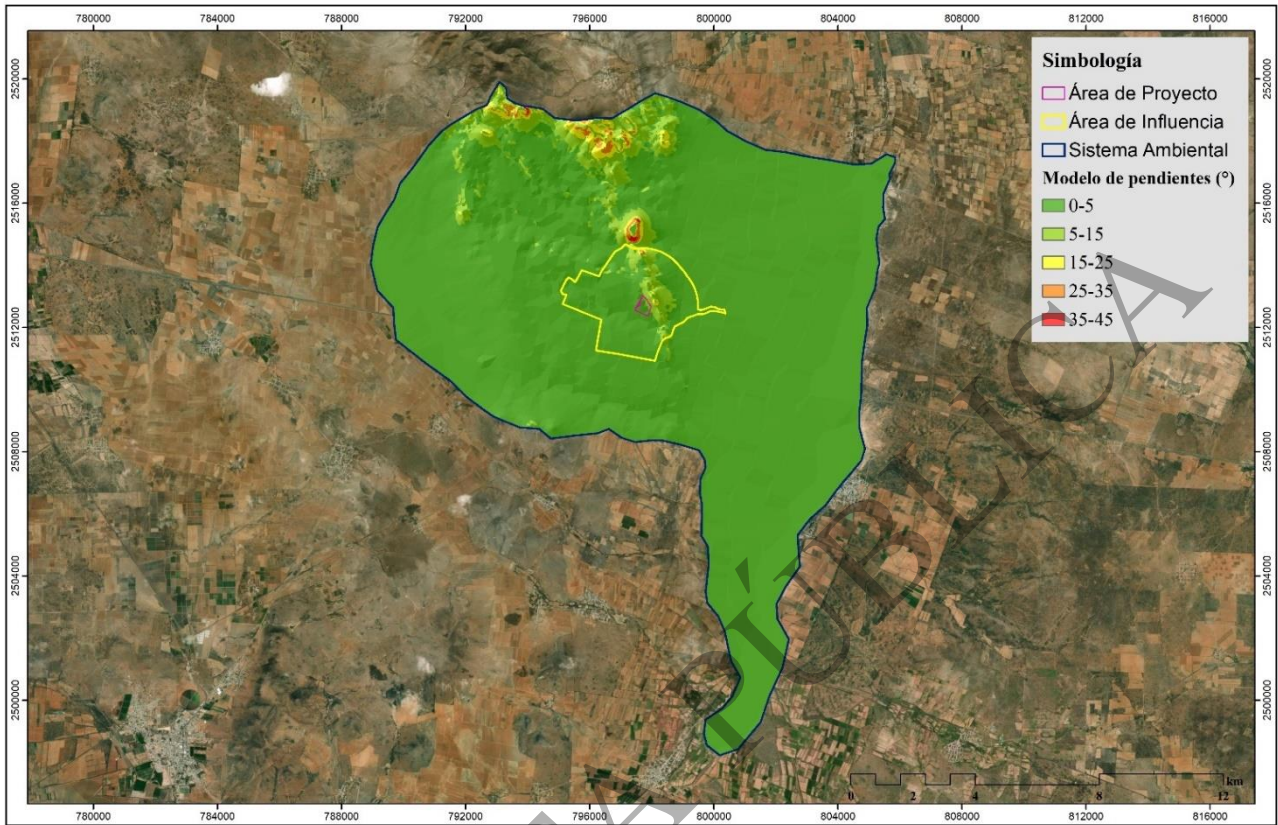
Finalmente, se utilizó la herramienta *Raster Calculator* del software ArcMap® para convertir el modelo de pendientes de grados a radianes utilizando la siguiente expresión:

$$\text{Factor } S = \text{Pendiente [Grad]} \times \left( \frac{\pi}{180} \right)$$

El modelo final de pendientes en radianes (factor S) se presenta en la **Figura 4. 50**.



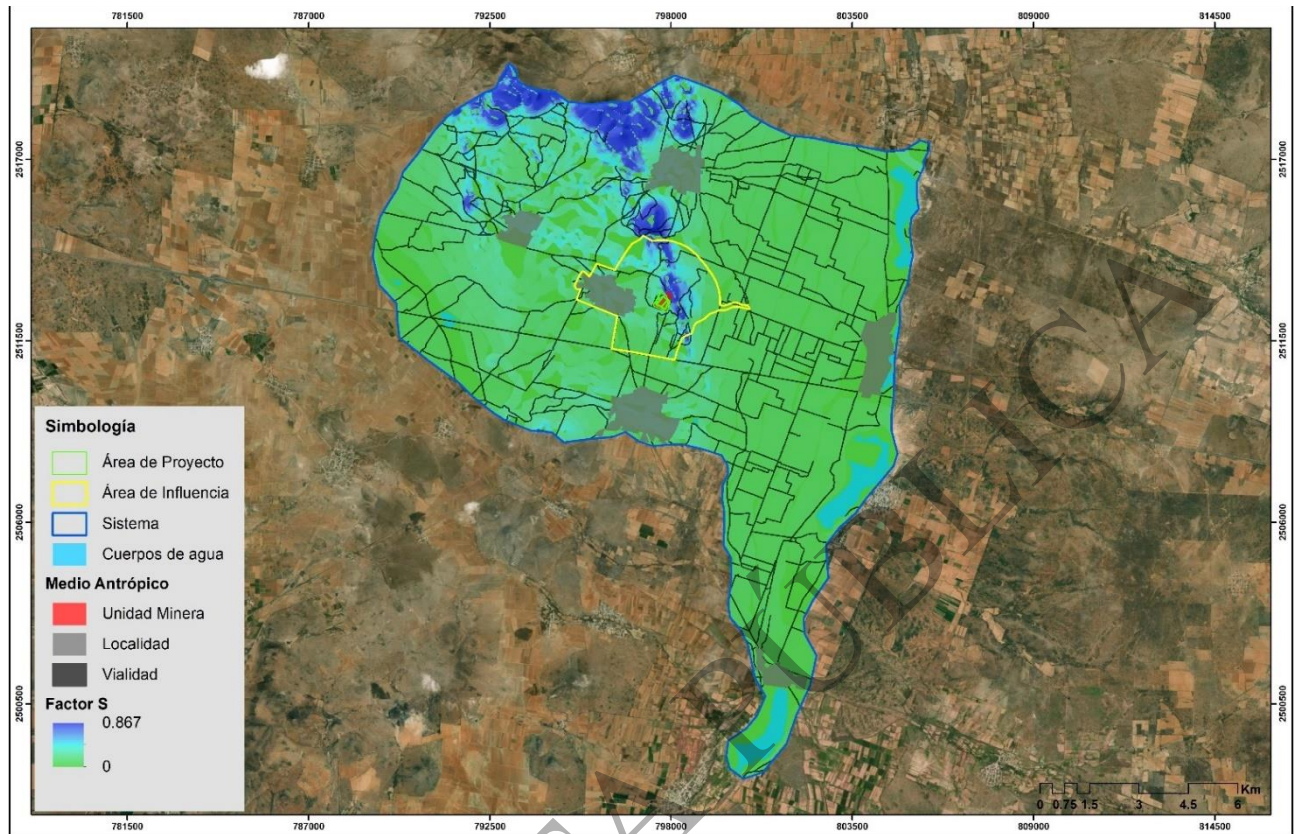
**Figura 4. 48. Modelo digital de elevación**



**Figura 4. 49. Modelo de pendientes (grados) en el SA**

CONSULTA





**Figura 4. 50. Factor S (radianes) en el SA**

***Longitud de ladera (Factor L)***

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

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

$$MDE \rightarrow \text{Relleno de sumideros} \rightarrow \text{Dirección de flujo} \rightarrow \text{Acumulación de flujo}$$

Un sumidero es una celda o un conjunto de celdas conectadas espacialmente a la que no se le puede asignar una dirección de flujo, por lo tanto, para garantizar la representación correcta de cuencas y arroyos hay que realizar el relleno de sumideros (Benayas Polo, 2019). Para generar esta capa ráster, se utilizó la herramienta *Fill* del programa ArcMap®. La capa resultante se puede considerar como un MDE corregido.

El siguiente paso consiste en obtener el Mapa de Direcciones de Flujo. A partir de un MDT que contiene los datos de altitud de cada celda, se obtiene la dirección que seguirá el flujo y se le asigna un

valor concreto en función de la dirección que presenta (Benayas Polo, 2019). Se utilizó la herramienta *Flow Direction* de ArcMap® para generar esta capa a partir de la capa del MDE corregido.

La dirección de flujo está determinada por la dirección del descenso más empinado, o la caída máxima, desde cada celda. Existen ocho direcciones de salida válidas que se relacionan con las ocho celdas adyacentes hacia donde puede ir el flujo. Este enfoque comúnmente se denomina el modelo de flujo de ocho direcciones (D8) (ESRI, s. f.). En la siguiente figura se presenta la codificación de las direcciones desde cada celda.



**Figura 4. 51. Codificación de direcciones de flujo**

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

Para generar esta capa ráster se utilizó la capa anteriormente generada de dirección de flujo en el SIG ArcMap®, particularmente con la herramienta de *Flow Accumulation* con la especificación del Tipo de datos de salida: Float.

La fórmula para obtener el Factor LS implica que hay que multiplicar la acumulación de flujo por el tamaño de la celda, lo que representa la longitud de escurrimiento. Al ser el valor máximo de escurrimiento un valor de tal magnitud, al multiplicarlo por la longitud de la celda (10 m) daría como resultado una longitud de escurrimiento irreal. Benayas (2019) propone que la longitud máxima de escurrimiento sea de 250 metros, lo que dividido entre el tamaño de celda equivale a 25, es decir, se debe de restringir el valor máximo de acumulación de flujo a 25.

Para obtener esta capa de acumulación de flujo corregida, Benayas (2019) crea dos capas a partir de la capa original llamadas genéricamente Capa A y Capa B utilizando la herramienta de ArcMap® *Reclassify*, de modo que:

- Capa A: Si acumulación de flujo  $\leq 25$ , toma el valor de 1 y si acumulación de flujo  $> 25$ , tomará el valor 0.
- Capa B: Si acumulación de flujo  $\leq 25$ , tomará el valor de 0 y si Fac  $> 25$  tomará el valor 25.

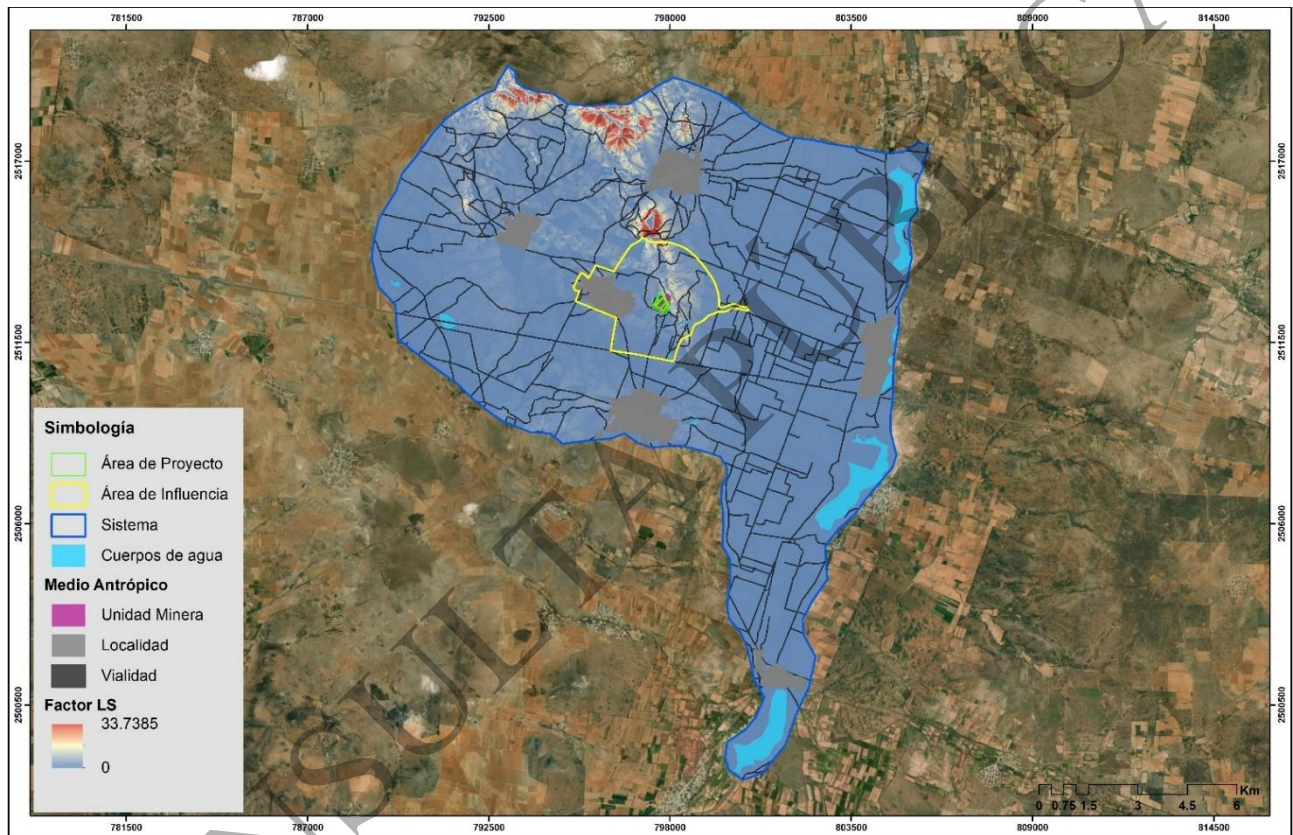
Después, utilizando la herramienta de *Raster Calculator* de ArcMap®, se multiplicó la capa original por la Capa A, obteniendo raster que conserva los valores originales a excepción de aquellas celdas donde el valor original era mayor de 25, que ahora será 0. Una vez hecho esto, a esta nueva capa se le sumó la



Capa B, de manera que las celdas con valor de 0 tomaron ahora el valor de 25, que es el máximo que queremos fijar.

### **Factor LS**

Finalmente, se sustituyeron las variables en la ecuación para calcular el factor LS en la herramienta *Raster Calculator* de ArcMap® para obtener el ráster de final de dicho factor. En la **Figura 4. 52** se presenta el ráster final del factor LS:



**Figura 4. 52. Factor LS en SA**

**Factor de cubierta vegetal (factor C)**

El factor C representa la efectividad de las plantas como cubierta protectora del suelo frente a la energía de impacto de las gotas de lluvia y a la fuerza del flujo superficial (Benayas Polo, 2019). Para el cálculo de este factor, se clasifica el tipo de vegetación y la cobertura de suelo de acuerdo con la Tabla 4.48, propuesta por Wischmeier & Smith (1978) La tabla clasifica al tipo de vegetación de acuerdo con el porcentaje de cobertura que presenta un área determinada y el porcentaje de suelo cubierto por hierbas.

**Tabla 4.48. Clasificación de factor C (Wischmeier & Smith, 1978)**

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

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

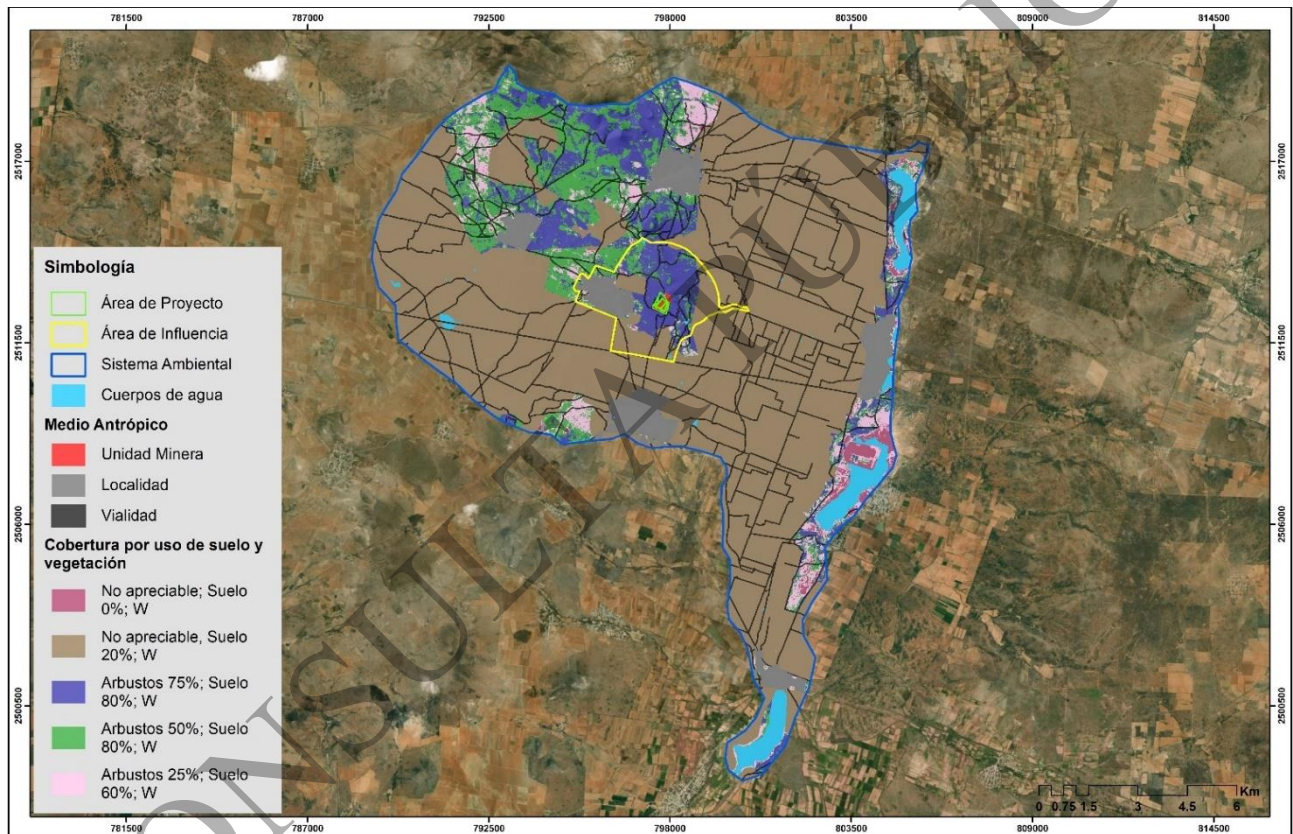
Para determinar la cobertura por tipo de vegetación dentro del SA, y poder clasificar los valores para el cálculo del factor C, se siguió el método de clasificación no supervisada mediante Sistemas de Información Geográfica, el cual se describe a continuación.

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 realizó una clasificación de 10 componentes las cuales fueron reagrupadas visualmente con apoyo de información recolectada y observada en campo. Así, finalmente se obtiene un ráster de clasificación de cobertura por uso de suelo y vegetación, el cual se muestra en la **Figura 4. 53**.

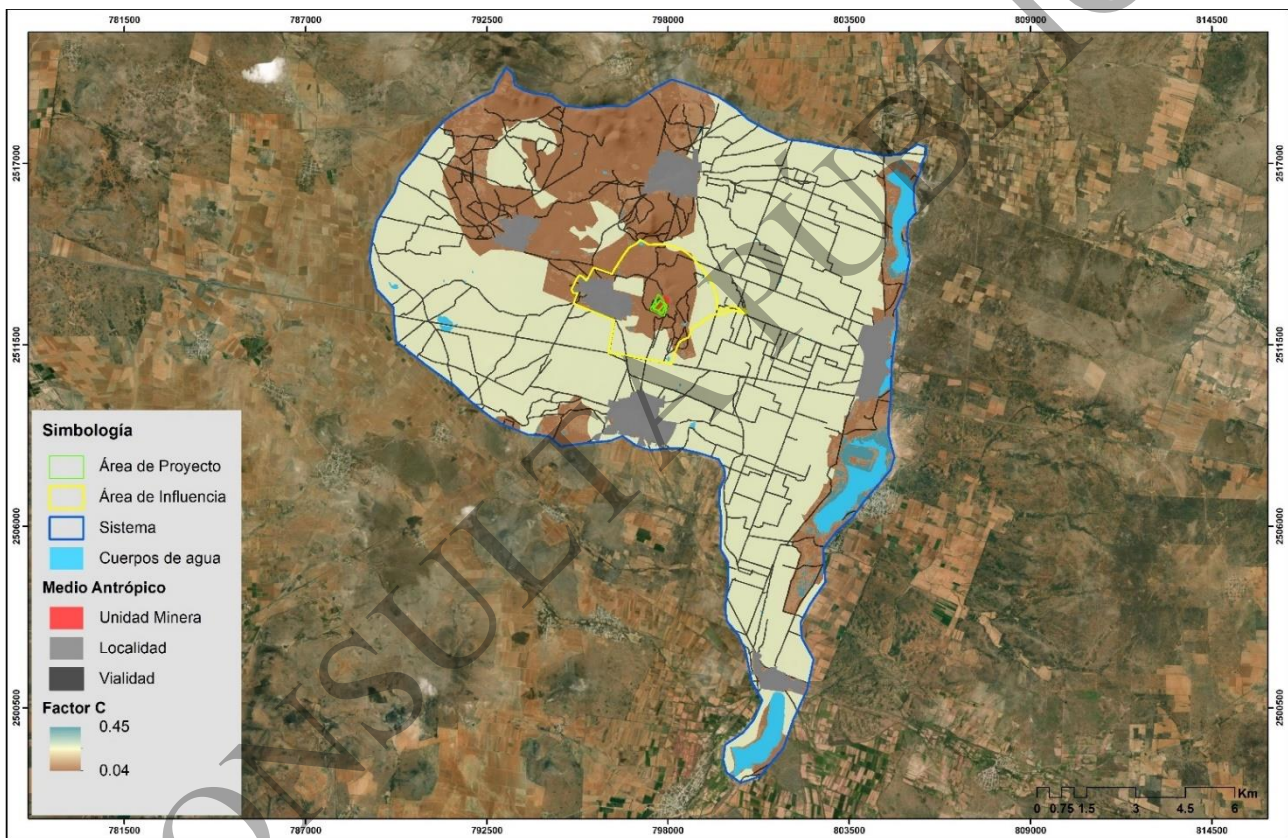


**Figura 4. 53. Clasificación por uso de suelo y vegetación**

Con la clasificación de coberturas y utilizando lo descrito en la Tabla 4. 48, se puede asignar los valores para obtener el factor C dentro del SA, la clasificación de valores se muestra en la Tabla 4. 49 mientras que la capa ráster generada se muestra en la **Figura 4. 54**.

**Tabla 4. 49. Factor C asignado al SA**

Tipo de vegetación y cobertura	Factor C
No apreciable; Suelo 0%; W	0.45
No apreciable; Suelo 20%; W	0.24
Arbustos 75%; Suelo 80%; W	0.04
Arbustos 50%; Suelo 80%; W	0.041
Arbustos 25%; Suelo 60%; W	0.087



**Figura 4. 54. Factor C dentro del SA**

### *Factor de prácticas de conservación de suelos (Factor P)*

Como última alternativa para reducir la erosión de los suelos se tiene el uso de las prácticas de conservación de suelos para que se las pérdidas por erosión hídrica sean las mínimas posibles.

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



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

### ***Erosión hídrica actual***

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

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

Donde:

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

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

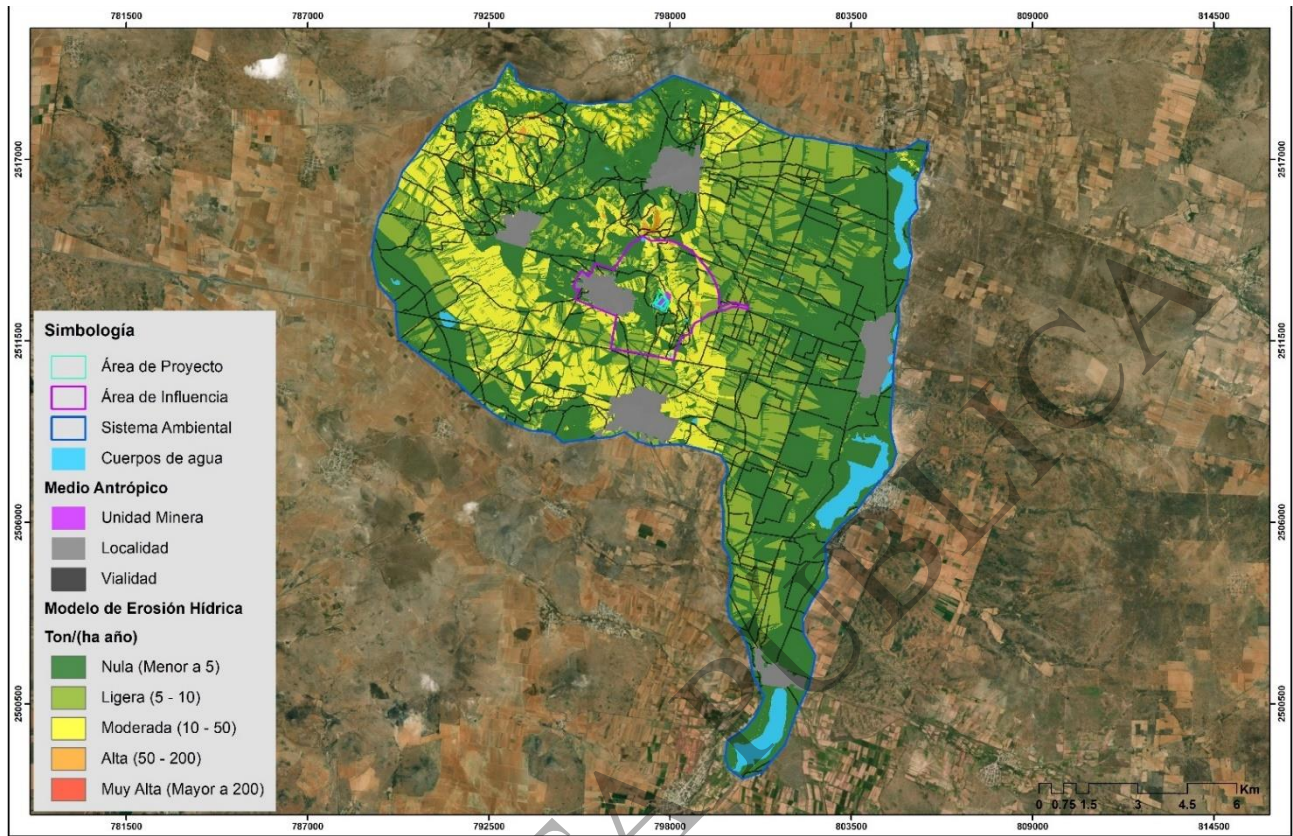
*K* representa la erosionabilidad del suelo en [ton h / Mj·mm].

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

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

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

En la **Figura 4. 55** se presenta la tasa de erosión hídrica resultante dentro del SA. A su vez, en la Tabla 4. 50 se muestran las tasas de erosión y las superficies del SA las cuales están sujetas a esas tasas.



**Figura 4. 55. Erosión hídrica dentro del SA**

**Tabla 4. 50. Tasa de erosión hídrica en el SA**

Grado de erosión	Toneladas / (Hectárea x Año)	Superficie de SA (ha)	Superficie de SA(%)
Nula	< 5	8523.1913	48.40%
Ligera	5 - 10	4415.7113	25.08%
Moderada	10 - 50	2730.5213	15.51%
Alta	50 - 200	74.2113	0.42%
Muy Alta	> 200	15.0513	0.09%
Medio Antrópico	NA	1345.9244	7.64%
Cuerpos de Agua	NA	504.9378	2.87%
<b>Total</b>		17609.5486	100.00%

Al tener la información ráster de la capa en ton/ (ha año) representada en píxeles de 100 m<sup>2</sup>, si se divide la suma de los píxeles entre 100, se puede obtener la tasa de erosión anual dentro de todo el SA, esto debido a que:

$$1 \text{ ha} = 100 (100 \text{ m}^2) \therefore \frac{1 \text{ ha}}{100} = 100 \text{ m}^2$$



Así, se obtiene que la tasa de erosión hídrica anual en el SA:

$$E = 99,050.5546 \text{ ton/año}$$

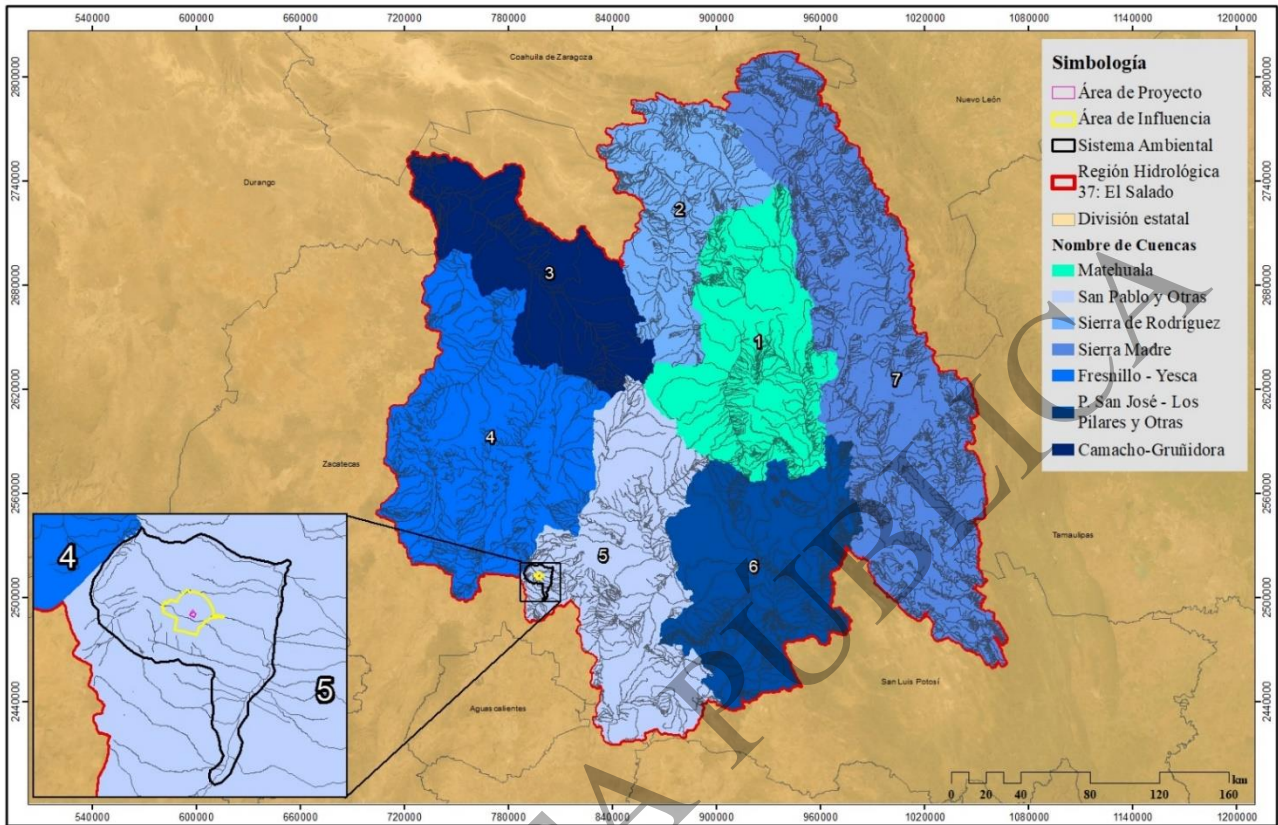
#### ***IV.3.1.8. Hidrología y Geohidrología***

##### ***IV.3.1.8.1. Hidrología superficial***

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 Sistema Ambiental (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 ubicado 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, esto es, que no tienen salida hacia el mar, lo cual origina la existencia de lagunas intermitentes en la región.

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

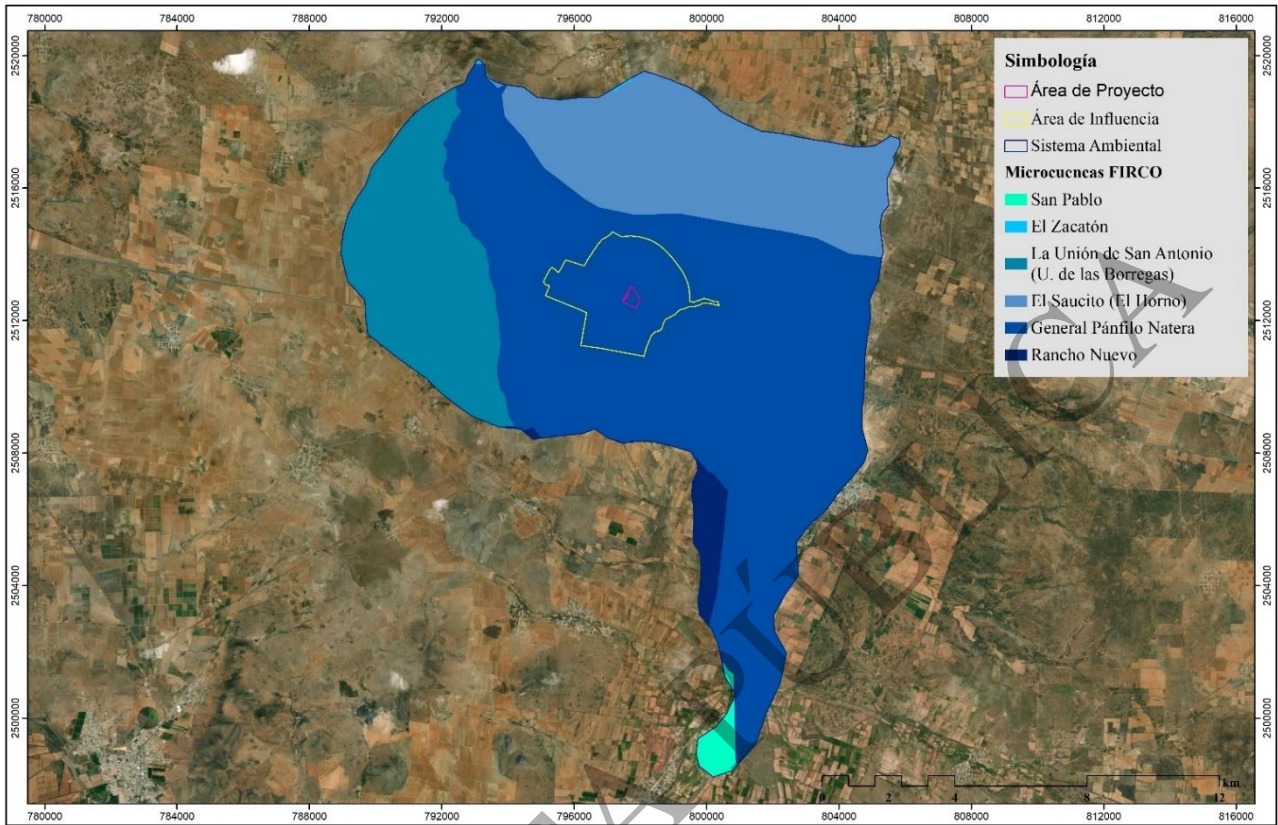
CONSULTA PÚBLICA



**Figura 4. 56. Ubicación del Sistema Ambiental dentro del contexto hidrológico nacional.**

A una escala hidrológica menor el SA se puede dividir en microcuencas, de acuerdo con las microcuencas FIRCO dentro del 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. 57.

CONSULTORIA

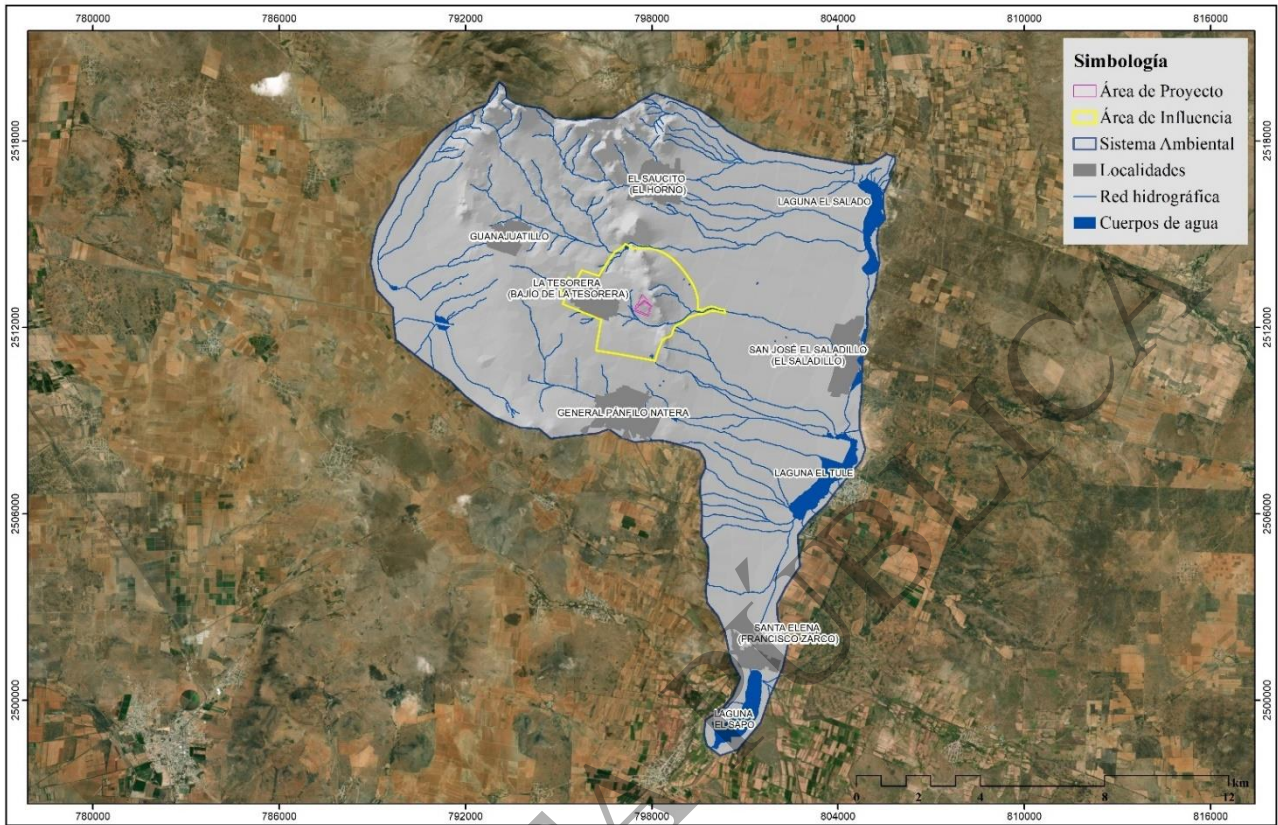


**Figura 4. 57. Microcuencas FIRCO dentro del SA**

La hidrología superficial dentro del Sistema Ambiental se caracteriza por la presencia de arroyos intermitentes que se originan a partir de las zonas altas de las partes montañosas al norte del SA, 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.

En la Figura 4. 58 se muestra el modelo de corrientes de INEGI 1:50,000; en el cual 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.



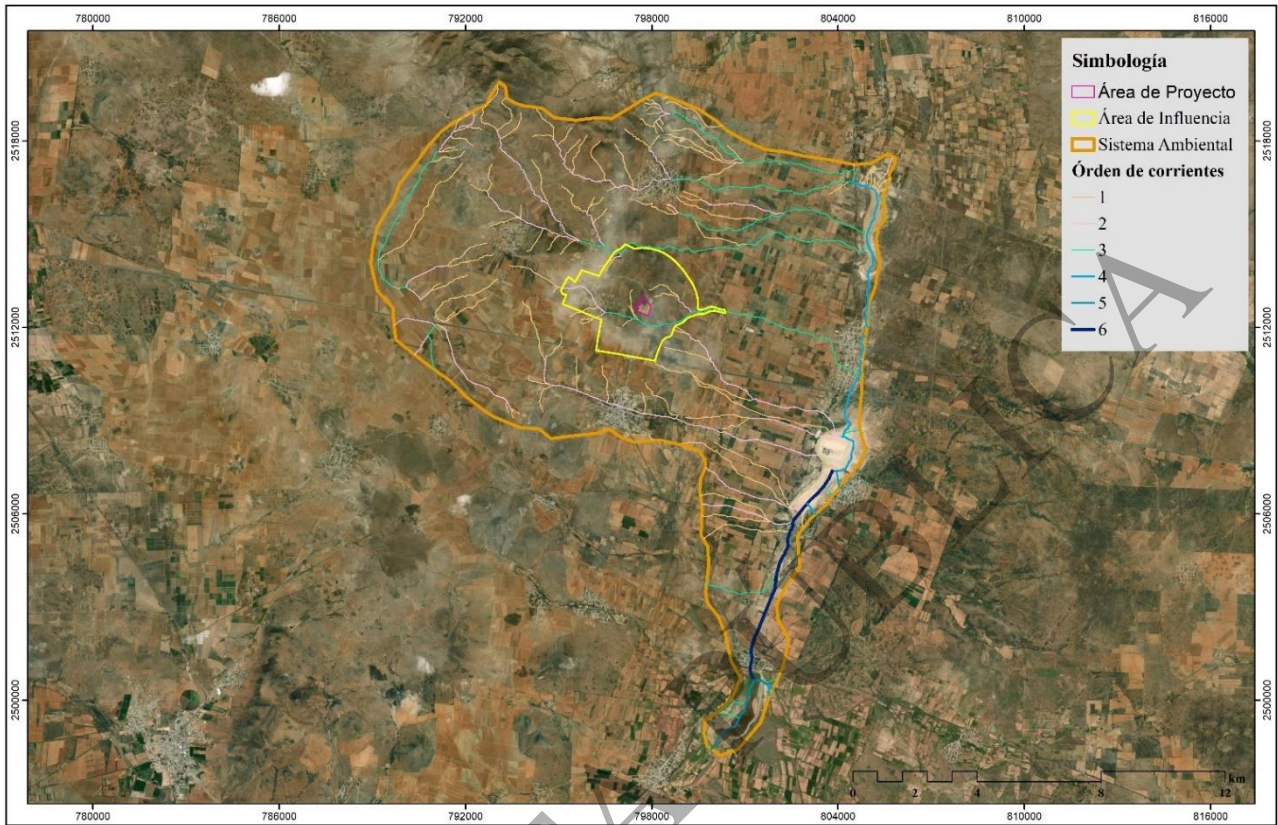


**Figura 4. 58. Hidrología superficial dentro del SA, INEGI**

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 del 1ro al 6to orden (Figura 4. 59).

CONSULTA





**Figura 4. 59. 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 como se muestra en la Figura 4. 60. 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 (Figura 4. 61). También se puede encontrar con algunas presas pequeñas como es la presa de Pánfilo Natera la cual se aprecia en la Figura 4. 62.

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. 60. Bordo de agua dentro del SA**

CONSULTA PÚBLICA





**Figura 4. 61. Lagunas de El Tule, El Sapo y El Saladillo**



**Figura 4. 62. Presa Pánfilo Natera y su flujo de descarga**

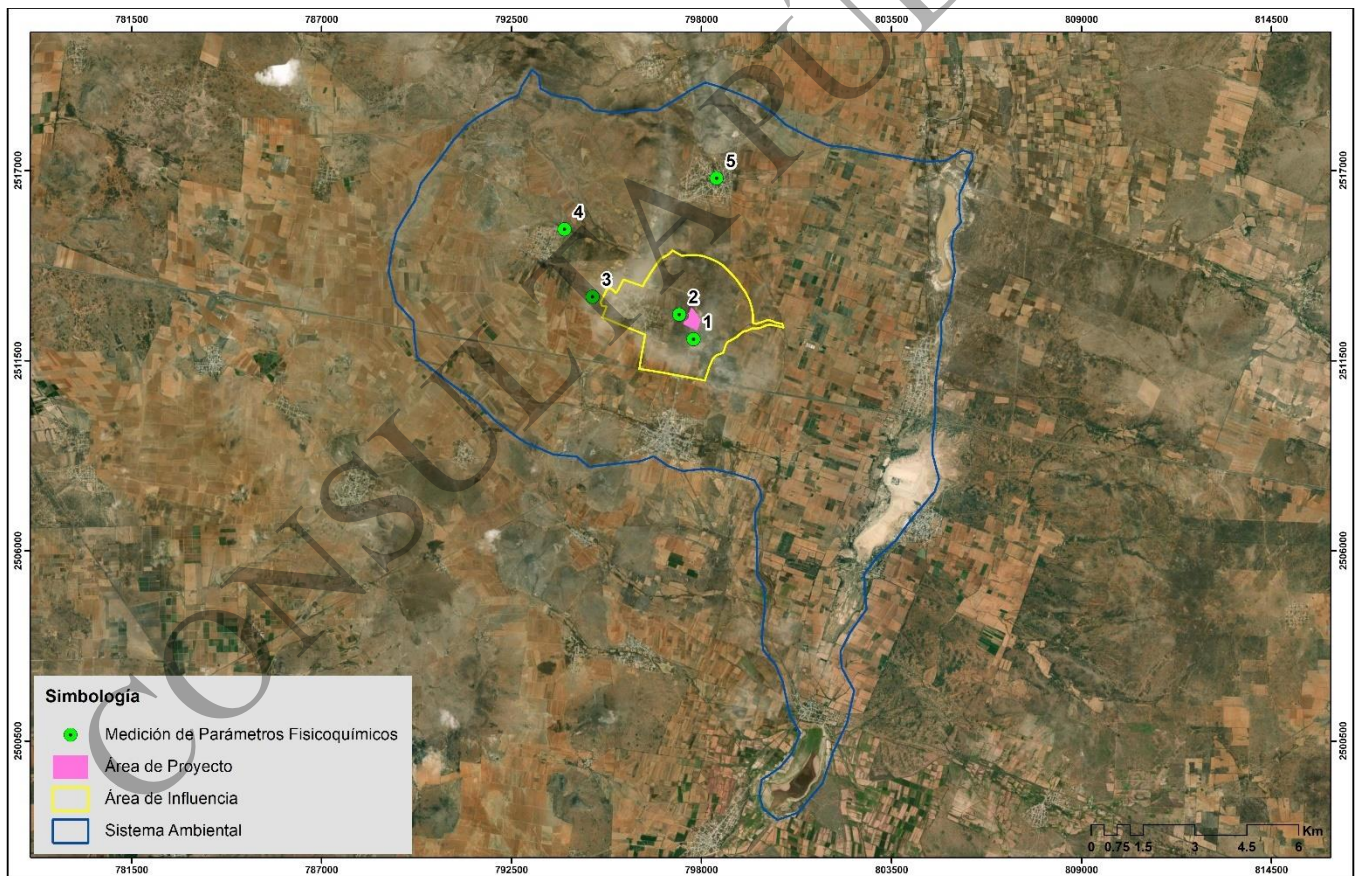


#### IV.3.1.8.1.1. Calidad del agua superficial

Se realizaron mediciones de parámetros fisicoquímicos en dos cuerpos de agua superficial, las mediciones se realizaron en los trabajos de campo en junio de 2022, los resultados capturados, así como la localización de los puntos se muestra en la Tabla 4. 51 y su ubicación geográfica se aprecia en la Figura 4. 63.

**Tabla 4. 51. 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	797772	2512117	Arroyo Sur	7.37	26.1	770	1552
2	797364	2512834	Bordo Predio	9.45	27.6	404	907



**Figura 4. 63. Ubicación de los sitios de medición de parámetros fisicoquímicos**

A partir de las mediciones se puede observar que el pH del Arroyo Sur es circumneutro, mientras que en el caso del Bordo Predio el agua presenta un pH alcalino. La medición de Sólidos Disueltos Totales en el Arroyo Sur es mayor al del Bordo Predio, esto gracias a que el Arroyo Sur presenta descarga de



aguas residuales provenientes de la comunidad La Tesorera, esto también tiene relación con la conductividad eléctrica medida.

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. 52, donde se puede a partir de dicha clasificación se puede catalogar el agua de ambos sitios como permisible.

**Tabla 4. 52. Clasificación de la calidad de agua para riego agrícola de Jenkins (1983)**

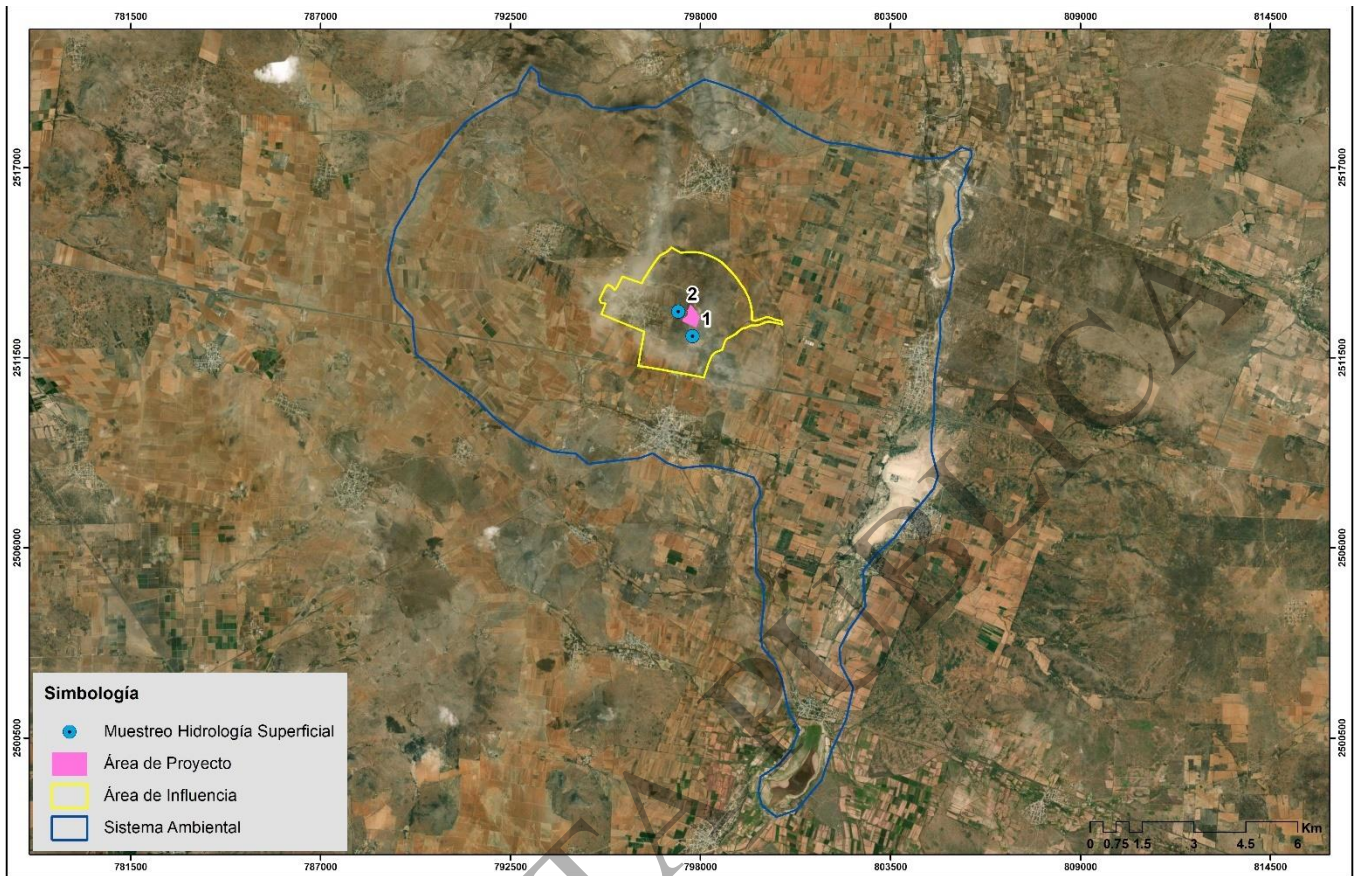
Clasificación de Jenkins
Excelente <250 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Buena 250-750 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Permisible 750-2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Uso dudoso 2000-3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Inapropiada >3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Además de los parámetros fisicoquímicos medidos en campo, los sitios de agua superficial cuentan con muestreos particulares respecto a parámetros comparables con la norma NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los Límites Máximos Permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales para riego agrícola.

Las coordenadas de los sitios de muestreo y su ubicación respecto al SA se muestran en la Tabla 4. 53 y la **Figura 4. 64**, respectivamente.

**Tabla 4. 53. Coordenadas de sitios de muestreo de agua superficial**

ID	Nombre	Coordenadas UTM Z13	
		X	Y
1	Arroyo Sur	797772	2512117
2	Bordo Predio	797364	2512834



**Figura 4. 64. Ubicación de los sitios de muestreo de agua superficial**

El sitio Arroyo Sur cuenta con 4 muestreos distribuidos periódicamente en 3 años desde el 2020 al 2022, las muestras fueron enviadas para su análisis al Laboratorio Microlab Industrial, S.A. de C.V. y los resultados fueron comparados con la NOM-001-SEMARNAT-1996 para calificar los cuerpos de agua muestreados de acuerdo con su condición para uso en riego agrícola de ríos en un periodo diario.

En la Tabla 4. 54 se muestran los resultados de laboratorio de cada muestreo del sitio divididos por columnas, así como los Límites Máximos Permisibles (LMP) de las concentraciones establecidos en la NOM-001. Los resultados resaltados en negritas indican que la concentración del parámetro en la muestra excede el LMP. Se muestra que únicamente las Coliformes Fecales presentan excedencias respecto al LMP establecido en la norma.

**Tabla 4. 54. Resultados de los muestreos de Arroyo Sur y su comparativa respecto a la NOM-001**

Parámetro	Unidades	jul-20	mar-21	jul-21	mar-22	LMP NOM001
Temperatura en campo	°C	18	21	19	17	NA
pH	U de pH	7.7	7.9	7.8	8	5 - 10
Materia flotante en campo		Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Grasas y Aceites	mg/L	5.14	<3	3.01	<3	25
Sólidos Sedimentables	mg/L	<0.10	0.2	<0.10	<0.10	2
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	26	21	<10	<10	200
DBO5	mg/L	33	39.2	15.9	14.03	200
Nitrógeno Total	mg/L	53.29	39.71	26.9	39.53	60
Fósforo Total	mg/L	10.558	7.522	<1	7.615	30
Arsénico	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.4
Cadmio	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.4
Cianuros	mg/L	<0.026	<0.026	<0.026	<0.027	3
Cobre	mg/L	<0.05	<0.05	0.0892	<0.05	6
Cromo Total	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	1.5
Mercurio	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.02
Níquel	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	4
Plomo	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	1
Zinc	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	20
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	<b>&gt;=240000</b>	<b>&gt;=240000</b>	<b>110000</b>	<b>9300</b>	2000
Huevos de Helminto	Huevos/L	<1	<1	<1	<1	5
DQO-TS	mg/L	93.92	99.92	37.28	35.33	500

*Los resultados en negritas representan una concentración por encima de alguno de los Límites Máximos Permisibles.*  
*ND - Parámetro no detectado.*  
*NA - Parámetro no aplicable a la NOM-001-SEMARNAT-1996*

Por otra parte, el sitio Bordo Predio cuenta con un muestreo en 2022 realizado por personal de Natural Environment en los trabajos de campo, la muestra fue enviada para su análisis a Laboratorios ABC Química Investigación y Análisis, S.A. De C.V. y los resultados fueron comparados con la NOM-001-SEMARNAT-1996 para uso en riego agrícola de ríos en periodo diario.

En la Tabla 4. 55 se muestran los resultados de laboratorio para cada parámetro divididos por columnas, así como los Límites Máximos Permisibles (LMP) de las concentraciones establecidos en la NOM-001. Los resultados resaltados en negritas indican que la concentración del parámetro en la muestra excede el LMP.

Como se observa en la Tabla 4. 55, el muestreo realizado para el Bordo Predio únicamente presenta un parámetro que supera el LMP de la NOM-001-SEMARNAT-1996 el cual corresponde a Sólidos Suspendidos Totales.

**Tabla 4. 55. Resultados del muestreo de Bordo Predio y su comparativa respecto a la NOM-001**

Parámetro	Unidades	Jun-22	LMP NOM001
Arsénico Total	mg/L	0.0628	0.4
Cadmio Total	mg/L	ND	0.4
Cianuros Totales	mg/L	0.0152	3
Cromo Total	mg/L	0.0042	1.5
Cobre Total	mg/L	0.0202	6
Dureza Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	171.6	NA
Mercurio Total	mg/L	0.000112	0.02
Níquel Total	mg/L	0.0064	4
Plomo Total	mg/L	ND	1
Zinc Total	mg/L	0.0372	20
Conductividad Electrolítica	µS/cm	1025	NA
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	40	2000



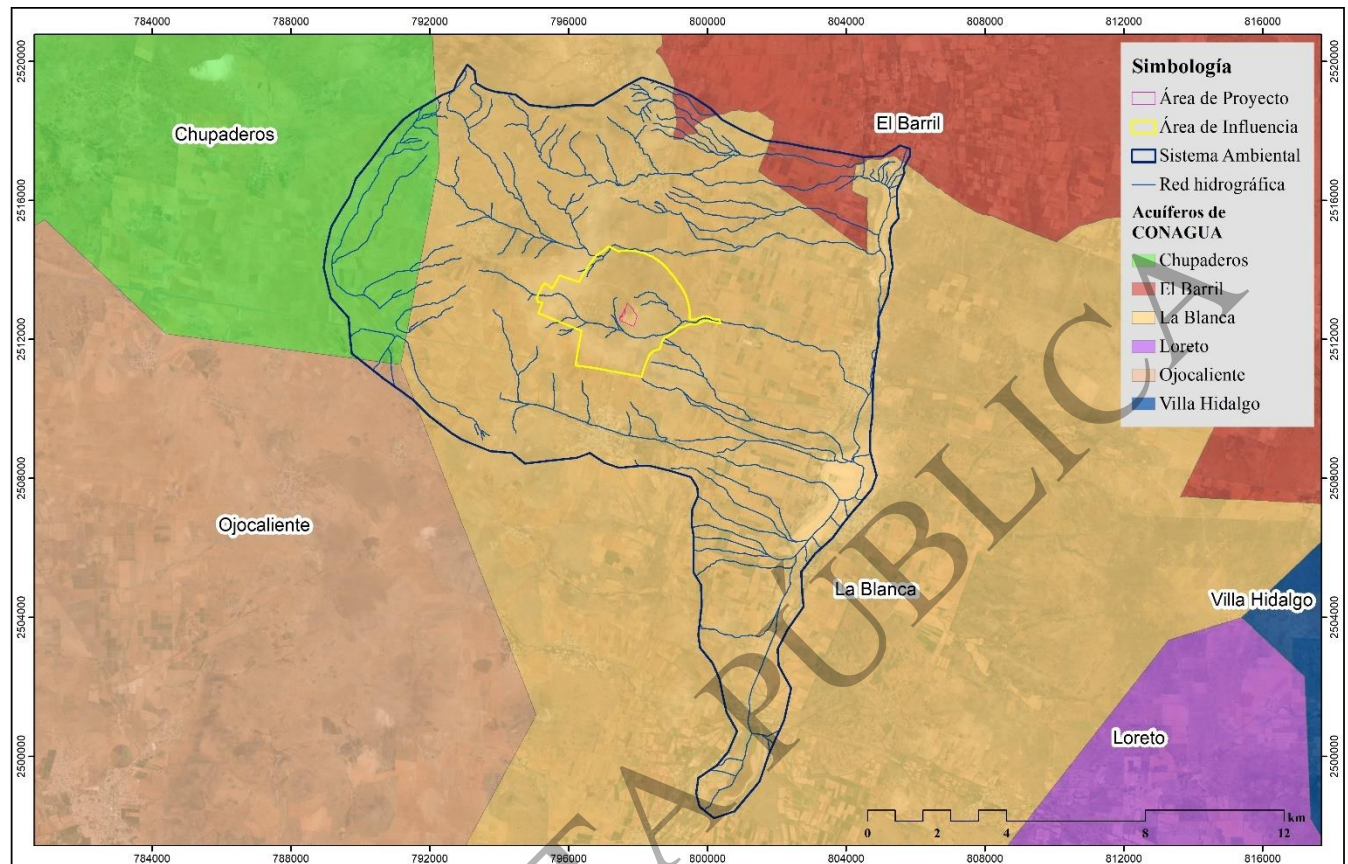
Parámetro	Unidades	Jun-22	LMP NOM001
DQO Total	mg/L	443	500
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	814	NA
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	<b>630</b>	200
Nitrógeno Total	mg/L	16.471	60
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	29.3	NA
Alcalinidad Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	248.5	NA
Bicarbonatos	mg/L CaCO <sub>3</sub>	190	NA
Carbonatos	mg/L CaCO <sub>3</sub>	59	NA
Hidroxilos	mg/L CaCO <sub>3</sub>	0	NA
<p><i>Los resultados en negritas representan una concentración por encima de alguno de los Límites Máximos Permisibles.</i></p> <p><i>ND - Parámetro no detectado.</i></p> <p><i>NA - Parámetro no aplicable a la NOM-001-SEMARNAT-1996</i></p>			

Para consultar todas las pruebas que se les realizaron a las muestras, así como los informes expedidos por los laboratorios, consultar los siguientes anexos:

- **Anexo 4.11** Informes de laboratorio Arroyo Sur
- **Anexo 4.12** Informe de laboratorio Bordo predio, Pozo Guanajuatillo, Noria Saucito

#### **IV.3.1.8.2. Geohidrología**

El SA del Proyecto, se encuentra ubicado 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. 65, mismos que se describen a continuación:



**Figura 4. 65. Ubicación del SA respecto a los acuíferos**

### ***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 a la actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea de la CONAGUA publicada en el Diario Oficial de la Federación en diciembre de 2020 el acuífero La Blanca tiene un volumen de recarga total media anual de 19 Hm<sup>3</sup>, una descarga natural comprometida de 0 Hm<sup>3</sup> anuales y un volumen de extracción de aguas subterráneas de 29.008 Hm<sup>3</sup>; por lo que el acuífero Corrales presenta una disponibilidad media anual de -10.008 Hm<sup>3</sup> como se describe en la Tabla 4. 56.

**Tabla 4. 56. Disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero La Blanca (3228)**

Clave	Significado	Volumen (Hm <sup>3</sup> )
R	Recarga total media anual.	19.0
DNC	Descarga natural comprometida.	0.0
VEAS	Volumen de extracción de aguas subterráneas.	29.008
DMA	Disponibilidad media anual de agua del subsuelo.	-10.008

*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 km<sup>2</sup> 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 km<sup>2</sup>, y Santo Domingo con una superficie aproximada de 1 681 km<sup>2</sup>, además de una pequeña parte del municipio de Salinas, siendo la superficie total del acuífero de 3,270 km<sup>2</sup>.

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 hm<sup>3</sup> /año, de los cuales 1.38 hm<sup>3</sup> /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 diciembre de 2020 el acuífero El Barril tiene un volumen de recarga total media anual de 31.6 Hm<sup>3</sup>, una descarga natural comprometida de 0.0 Hm<sup>3</sup> anuales y un volumen de extracción de aguas subterráneas de 93.646220 Hm<sup>3</sup>; por lo que el acuífero presenta una disponibilidad media anual de -62.046220 Hm<sup>3</sup> como se describe en la siguiente tabla.

**Tabla 4. 57. Disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero El Barril (2402)**

Clave	Significado	Volumen (Hm <sup>3</sup> )
R	Recarga total media anual.	31.6
DNC	Descarga natural comprometida.	0.0
VEAS	Volumen de extracción de aguas subterráneas.	93.646220
DMA	Disponibilidad media anual de agua del subsuelo.	-62.046220
<i>Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" (fracciones 3.10, 3.12, 3.18 y 3.25), y "4" (fracción 4.3), de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.</i>		

De acuerdo con la información antes presentada, se indica que 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 Tacoaleche, 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 diciembre de 2020 el acuífero Chupaderos tiene un volumen de recarga total media anual de 86.6 Hm<sup>3</sup>, una descarga natural comprometida de 0.0 Hm<sup>3</sup> anuales y un volumen de extracción de aguas subterráneas de 186.72 Hm<sup>3</sup>; por lo que el acuífero presenta una disponibilidad media anual de -100.12 Hm<sup>3</sup> como se describe en la siguiente tabla.

**Tabla 4. 58. Disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero Chupaderos (3226)**

Clave	Significado	Volumen (Hm <sup>3</sup> )
R	Recarga total media anual.	86.6
DNC	Descarga natural comprometida.	0.0
VEAS	Volumen de extracción de aguas subterráneas.	186.72
DMA	Disponibilidad media anual de agua del subsuelo.	-100.12
<i>Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" (fracciones 3.10, 3.12, 3.18 y 3.25), y "4" (fracción 4.3), de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.</i>		

De acuerdo con la información antes presentada, se indica que 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 diciembre de 2020 el acuífero Ojocaliente tiene un volumen de recarga total media anual de 51.0 Hm<sup>3</sup>, una descarga natural comprometida de 3.1 Hm<sup>3</sup> anuales y un volumen de extracción de aguas subterráneas de 65.7556 Hm<sup>3</sup>; por lo que el acuífero presenta una disponibilidad media anual de -17.8556 Hm<sup>3</sup> como se describe en la siguiente tabla.

**Tabla 4. 59. Disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero Ojocaliente (3212)**

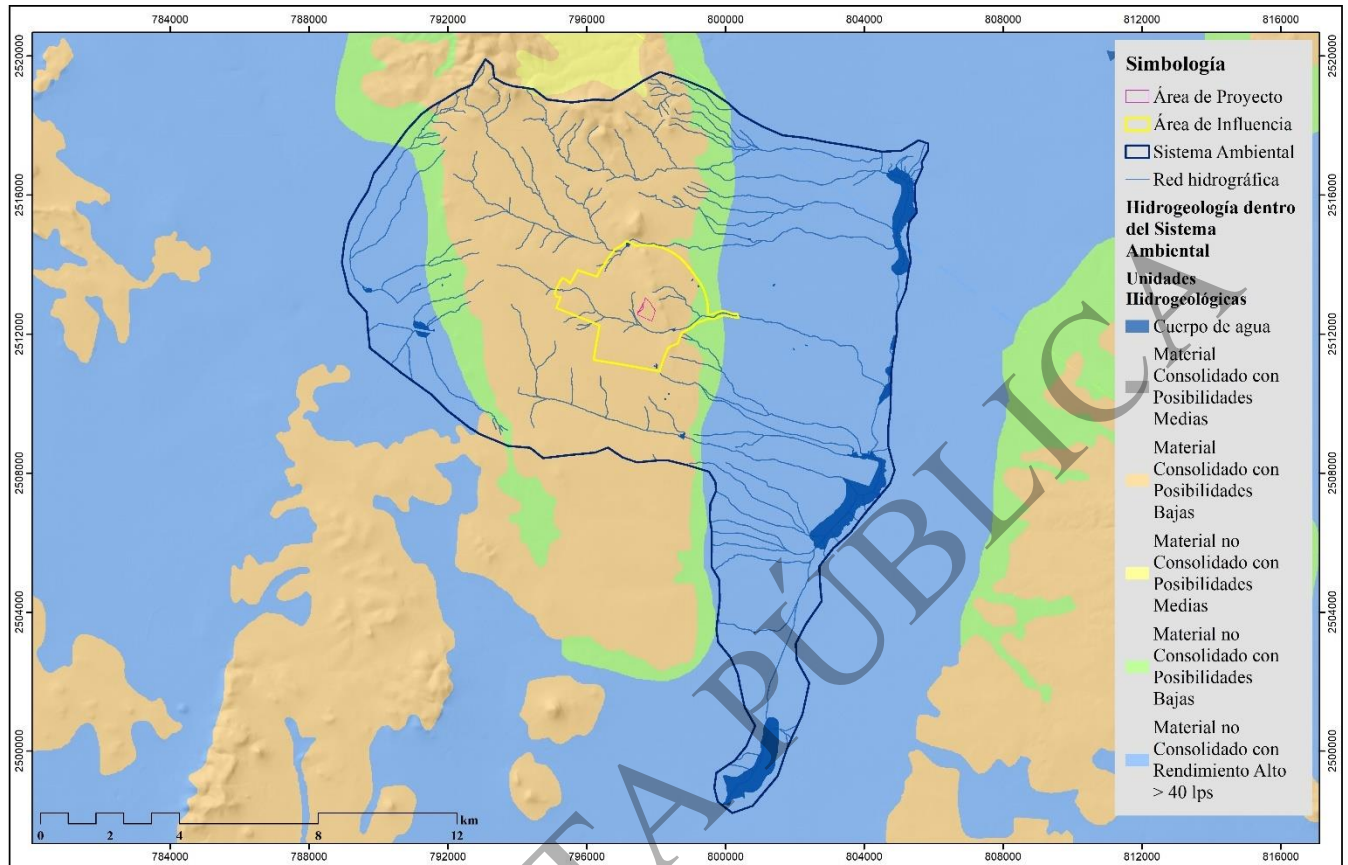
Clave	Significado	Volumen (Hm <sup>3</sup> )
R	Recarga total media anual.	51.0
DNC	Descarga natural comprometida.	3.1
VEAS	Volumen de extracción de aguas subterráneas.	65.7556
DMA	Disponibilidad media anual de agua del subsuelo.	-17.8556

*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.3.1.8.2.1. 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. 66).



**Figura 4. 66. Geohidrología dentro del SA, INEGI**

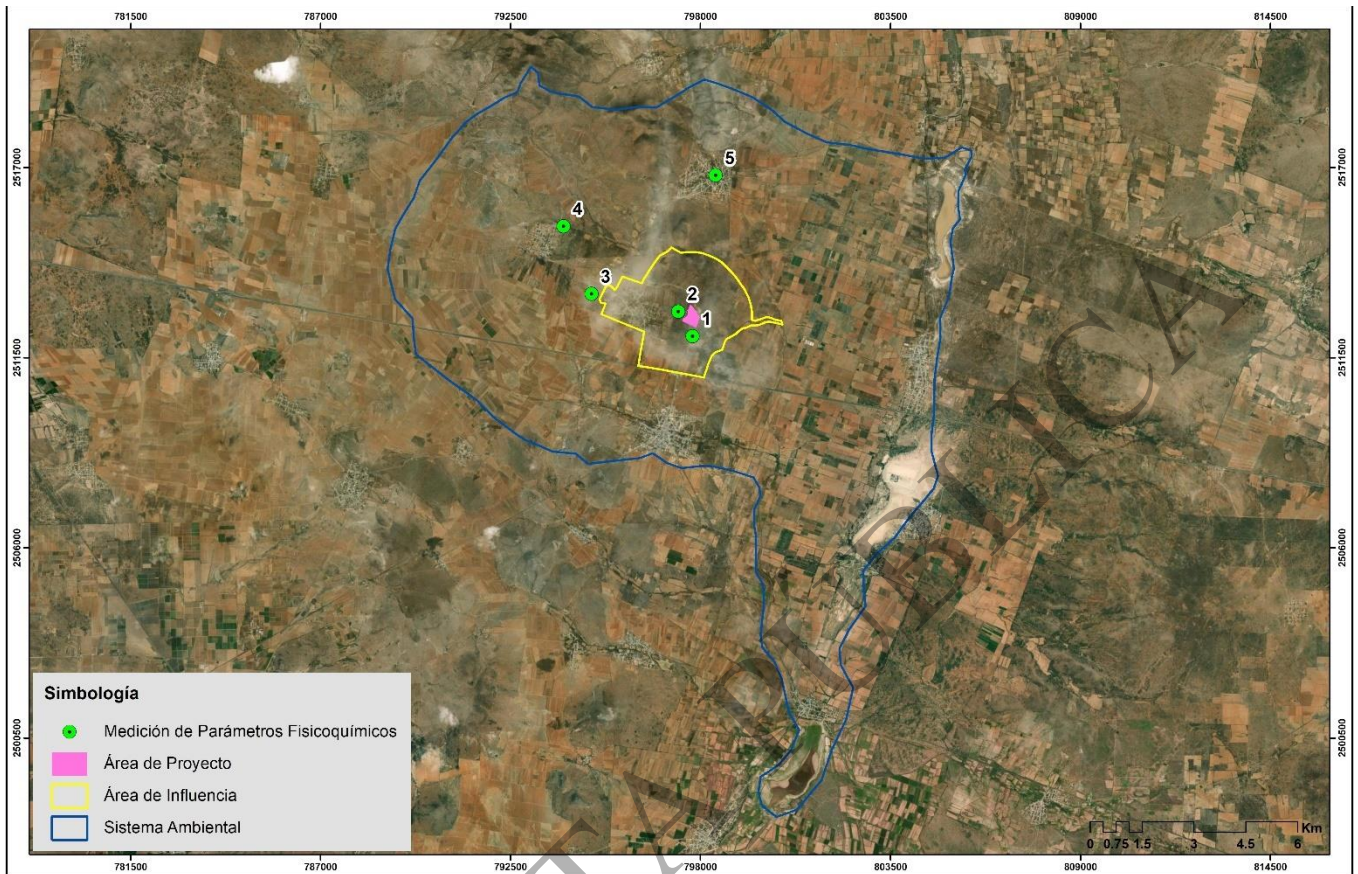
**IV.3.1.8.2.2. Calidad del agua subterránea**

Se realizaron mediciones de parámetros fisicoquímicos en tres sitios de agua subterránea: Noria La Tesorera, Pozo Guanajuatillo y Noria Saucito, las mediciones se realizaron en los trabajos de campo en junio de 2022, los resultados capturados, así como la localización de los puntos se muestra en la Tabla 4. 60 y su ubicación geográfica se aprecia en la Figura 4. 67.

**Tabla 4. 60. 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					
3	794847	2513343	Noria La Tesorera	8.03	18.5	295	588
4	794040	2515299	Pozo Guanajuatillo	7.68	21.6	297	597
5	798441	2516774	Noria Saucito	7.07	20.7	875	1754





**Figura 4. 67. Ubicación de los sitios de medición de parámetros físicoquímicos**

A partir de los resultados de las mediciones obtenidas se observa que el Pozo Guanajuatillo y Noria Saucito presentan un pH circumneutral, y la Noria La Tesorera presenta un pH alcalino. De estos tres sitios, el que presenta una mayor cantidad de Sólidos Disueltos Totales es la Noria Saucito lo que significa que tiene una mayor cantidad de sales disueltas en el agua en comparación a los otros dos sitios, esto también corresponde al valor obtenido en el parámetro de conductividad eléctrica. En relación con la conductividad que presentan los sitios medidos, esta es comparada con la clasificación de calidad de agua para riego agrícola de Jenkins (1983) la cual se presenta en la Tabla 4. 61, de acuerdo con dicha clasificación el Pozo Guanajuatillo y la Noria La Tesorera presentan buena calidad de agua para riego, mientras que en el caso de la Noria Saucito es de calidad permisible.

**Tabla 4. 61. 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 $\mu\text{S}/\text{cm}$

<b>Clasificación de Jenkins</b>
Uso dudoso 2000-3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Inapropiada $>3000 \mu\text{S}/\text{cm}$

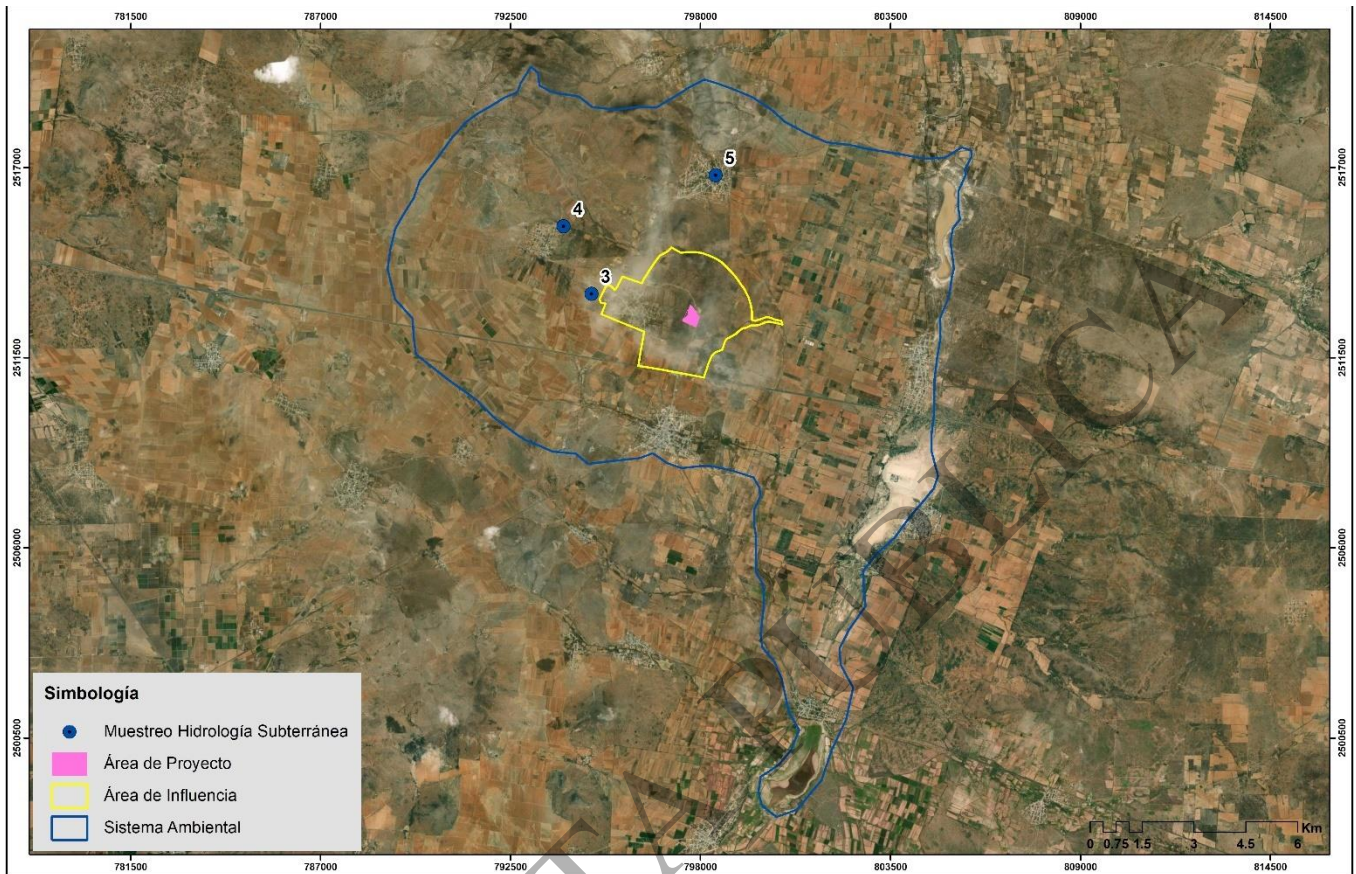
Además de los parámetros fisicoquímicos medidos en campo, los sitios de agua subterránea cuentan con muestreos particulares respecto a parámetros comparables con la normativa de calidad ambiental en materia de agua, como son la NOM-127-SEMARNAT-1994 en su modificación publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de noviembre del 2000 y la NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los Límites Máximos Permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales para riego agrícola. Lo anterior, para calificar a los cuerpos de agua muestreados como aptos para uso y consumo humano y uso en riego agrícola de ríos en su periodo diario.

Las coordenadas de los sitios de muestreo y su ubicación respecto al SA se muestran en la Tabla 4. 62 y la **Figura 4. 68**, respectivamente.

**Tabla 4. 62. Coordenadas de sitios de muestreo de agua subterránea**

<b>ID</b>	<b>Nombre</b>	<b>Coordenadas UTM Z13</b>	
		<b>X</b>	<b>Y</b>
3	Noria La Tesorera	794847	2513343
4	Pozo Guanajuatillo	794040	2515299
5	Noria Saucito	798441	2516774





**Figura 4. 68. Ubicación de los sitios de muestreo de agua subterránea**

El sitio ubicado en la Noria La Tesorera cuenta con 4 muestreos distribuidos periódicamente en 3 años desde el 2020 al 2022, las muestras fueron enviadas para su análisis al Laboratorio Microlab Industrial, S.A. de C.V. y los resultados fueron comparados con la NOM-127-SEMARNAT-1994 y con la NOM-001-SEMARNAT-1996.

En la Tabla 4. 63 se muestran los resultados de laboratorio de cada muestreo del sitio divididos por columnas, así como los Límites Máximos Permisibles (LMP) de las concentraciones establecidos en la NOM-127 y NOM-001. Los resultados resaltados en negritas indican que la concentración del parámetro en la muestra excede el LMP.

Se muestra que únicamente las Coliformes Fecales presentan excedencias respecto al LMP establecido en la NOM-127 en sólo un muestreo, esto se debe a que el análisis de laboratorio no se efectuó dentro de las 24 horas posteriores al muestreo, por lo que las condiciones propiciaron la reproducción de estos.

**Tabla 4. 63. Resultados de los muestreos de Noria La Tesorera y su comparativa respecto a la Normativa**

Parámetro	Unidades	jul-20	mar-21	jul-21	mar-22	LMP NOM001	LMP NOM127
Temperatura en campo	°C	20	19	21	16	NA	NA
pH	U de pH	7.5	7.7	7.7	7.7	5 - 10	6.5 - 8.5
Materia flotante en campo		Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	NA
Grasas y Aceites	mg/L	<3.00	<3.00	<3.00	4.44	25	NA
Sólidos Sedimentables	mg/L	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	2	NA
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	200	NA
DBO5	mg/L	<10.0	<10.0	13.73	<10.0	200	NA
Nitrógeno Total	mg/L	10.76	10.66	6.07	16.08	60	NA
Fósforo Total	mg/L	<1.00	<1.00	1.093	<1.00	30	NA
Arsénico	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.4	0.05
Cadmio	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.4	0.005
Cianuros	mg/L	<0.026	<0.026	<0.026	<0.027	3	0.07
Cobre	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	6	2
Cromo Total	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	1.5	0.05
Mercurio	mg/L	<0.003*	<0.003*	<0.003*	<0.003*	0.02	0.001
Níquel	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	4	NA
Plomo	mg/L	<0.05*	<0.05*	<0.05*	<0.05*	1	0.01
Zinc	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	20	5
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	<b>300</b>	< 300*	< 300*	< 300*	2000	Ausencia
Huevos de Helminto	Huevos/L	<1	<1	<1	<1	5	NA
DQO-TS	mg/L	<30	<30	32.92	<30	500	NA



*Los resultados en negritas representan una concentración por encima de alguno de los Límites Máximos Permisibles.*

*ND - Parámetro no detectado.*

*NA - Parámetro no aplicable a la NOM-001-SEMARNAT-1996 o a la NOM-127-SEMARNAT-1994*

*\* No se puede determinar si excede o no el LMP de la NOM-127 debido a que su límite de detección es mayor*

Por otra parte, los sitios Pozo Guanajuatillo y Noria Saucito cuentan con un muestreo cada uno en 2022 realizado por personal de Natural Environment en los trabajos de campo, las muestras fueron enviadas para su análisis a Laboratorios ABC Química Investigación y Análisis, S.A. De C.V. y los resultados fueron comparados con la NOM-001-SEMARNAT-1996 y con la NOM-001-SEMARNAT-1996.

En la Tabla 4. 64 se muestran los resultados de laboratorio para cada muestra divididos por columnas, así como los Límites Máximos Permisibles (LMP) de las concentraciones establecidos en las normas. Los resultados resaltados en negritas indican que la concentración del parámetro en la muestra excede el LMP de alguna de las NOM.

Los Coliformes Fecales son el único parámetro que excede el LMP en ambos sitios para la NOM127, la Noria Saucito cuenta con excedencia respecto al LMP de la NOM127 en Sólidos Disueltos Totales y en Nitrógeno Total respecto a la NOM001.

CONSULTA PÚBLICA

**Tabla 4. 64. Resultados de los muestreos de Pozo Guanajuatillo y Noria Saucito y su comparativa respecto a la Normativa**

Parámetro	Unidades	Pozo Guanajuatillo junio 2022	Noria Saucito junio 2022	LMP NOM001	LMP NOM127
Arsénico Total	mg/L	0.0183	ND	0.4	0.05
Cadmio Total	mg/L	ND	ND	0.4	0.005
Cianuros Totales	mg/L	0.0208	0.0037	3	0.07
Cromo Total	mg/L	0.0026	0.0037	1.5	0.05
Cobre Total	mg/L	0.0066	0.0068	6	2
Dureza Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	231.4	805.9	NA	500
Mercurio Total	mg/L	ND	0.000082	0.02	0.001
Níquel Total	mg/L	ND	ND	4	NA
Plomo Total	mg/L	ND	ND	1	0.01
Zinc Total	mg/L	0.0042	0.0087	20	5
Conductividad Electrolítica	µS/cm	661	1979	NA	NA
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	<b>430</b>	<b>930</b>	2000	Ausencia
DQO Total	mg/L	ND	3	500	NA
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	446	<b>1704</b>	NA	1000
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	ND	ND	200	NA
Nitrógeno Total	mg/L	15.504	<b>125.97</b>	60	NA

Parámetro	Unidades	Pozo Guanajuatillo junio 2022	Noria Saucito junio 2022	LMP NOM001	LMP NOM127
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	0.084	0.298	NA	NA
Alcalinidad Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	220.2	232.3	NA	NA
Bicarbonatos	mg/L CaCO <sub>3</sub>	220	232	NA	NA
Carbonatos	mg/L CaCO <sub>3</sub>	0	0	NA	NA
Hidroxilos	mg/L CaCO <sub>3</sub>	0	0	NA	NA

*Los resultados en negritas representan una concentración por encima de alguno de los Límites Máximos Permisibles.*

*ND - Parámetro no detectado.*

*NA - Parámetro no aplicable a la NOM-001-SEMARNAT-1996 o a la NOM-127-SEMARNAT-1994*

*\* No se puede determinar si excede o no el LMP de la NOM-127 debido a que su límite de detección es mayor*

Para consultar todas las pruebas que se les realizaron a las muestras, así como los informes expedidos por los laboratorios, consultar los siguientes anexos:

- **Anexo 4.13** Informes de laboratorio Noria La Tesorera
- **Anexo 4.12** Informe de laboratorio Bordo predio, Pozo Guanajuatillo, Noria Saucito

#### **IV.3.1.8.2.3. Vulnerabilidad del acuífero**

Para determinar la vulnerabilidad del acuífero en el que se encuentra delimitada el área del SA, se utilizó la metodología GOD desarrollada en la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003 (NOM 141) que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales. En esta norma se establece que, en los procesos de preparación de la infraestructura se deben realizar actividades dirigidas a disminuir las condiciones de vulnerabilidad a la contaminación, dicha vulnerabilidad se refiere al conjunto de condiciones geológicas que definen la capacidad de defensa o de amortiguamiento del acuífero ante una situación de amenaza ocasionada por el manejo de los jales. Cuando en el sitio seleccionado para establecer una presa de jales exista un acuífero, se debe evaluar la vulnerabilidad de éste de acuerdo con el Anexo Normativo 2 de la NOM 141 antes mencionada que establece la metodología GOD a utilizar.

Las variables utilizadas para la generación del modelo, las cuales forman el acrónimo del nombre de la metodología, son:

G (Groundwater occurrence): tipo de acuífero, es decir, grado de confinamiento hidráulico.

O (Overall aquifer class): ocurrencia del estrato subyacente o litología de la zona no saturada; se evalúa teniendo en cuenta el grado de consolidación y las características litológicas y de forma indirecta y relativa, la porosidad, permeabilidad y contenido o retención específica de humedad de la zona no saturada.

D (Depth to groundwater): distancia o profundidad al agua subterránea en metros.

Estos índices fueron establecidos considerando las características y la facilidad de cualquier contaminante para infiltrarse y desplazarse más rápidamente hacia el agua subterránea.

Los valores asignados van del 0 (nivel despreciado) al 1 (nivel máximo). Una vez asignados los valores a los factores, se multiplican las tres variables para obtener el modelo de vulnerabilidad del acuífero a la contaminación:

Índice GOD=G\*O\*D

El resultado final del Índice GOD presenta valores entre 0 y 1 donde el rango de 0 a 0.1 representa una categoría de "Muy baja" vulnerabilidad, de 0.11 a 0.3 "Baja", de 0.31 a 0.5 "Moderada", de 0.51 a 0.7 "Alta" y de 0.71 a 1 una categoría de "Muy alta". Las siguientes tablas muestran los valores asignados por la NOM 141 (2003) para cada factor de cada variable y la clasificación de la vulnerabilidad.

**Tabla 4. 65. índice de ocurrencia del agua subterránea (O)**

Ocurrencia del agua subterránea	Índice
Ausente	0.0
Surgente o artesiana	0.0
Confinada	0.2
Semiconfinada	0.4
Libre o freática	0.6
Subálvea o freática aflorante	1.0

**Tabla 4. 66. Índice de estratos sobreyacentes (G)**

Estratos sobreyacentes			Índice
No consolidadas	Consolidadas		
(sedimentos)	(rocas porosas)	(rocas densas)	
Arcillas lacustres/estuarinas, suelos residuales			0.4
Limos aluviales, loess, till glacial	Lutitas, pizarras		0.5
Arenas aluviales y fluvio-glaciales	Limolitas, toba volcánica	Formaciones ígneas/metamórficas y volcánicas antiguas	0.6
Arena eólica	Areniscas	---	0.7
Gravas aluviales y eluviales	---	Lavas recientes	0.8



---	Caliche, calcarenitas	---	0.9
---	---	Calcretitas y calizas karstificadas	1.0

**Tabla 4. 67. Índice de profundidad del agua subterránea (D)**

Profundidad	Índice
Mayor a 50 m	0.60
Entre 20 y 50 m	0.70
Entre 5 y menos de 20 m	0.80
Menor a 5 m	0.90

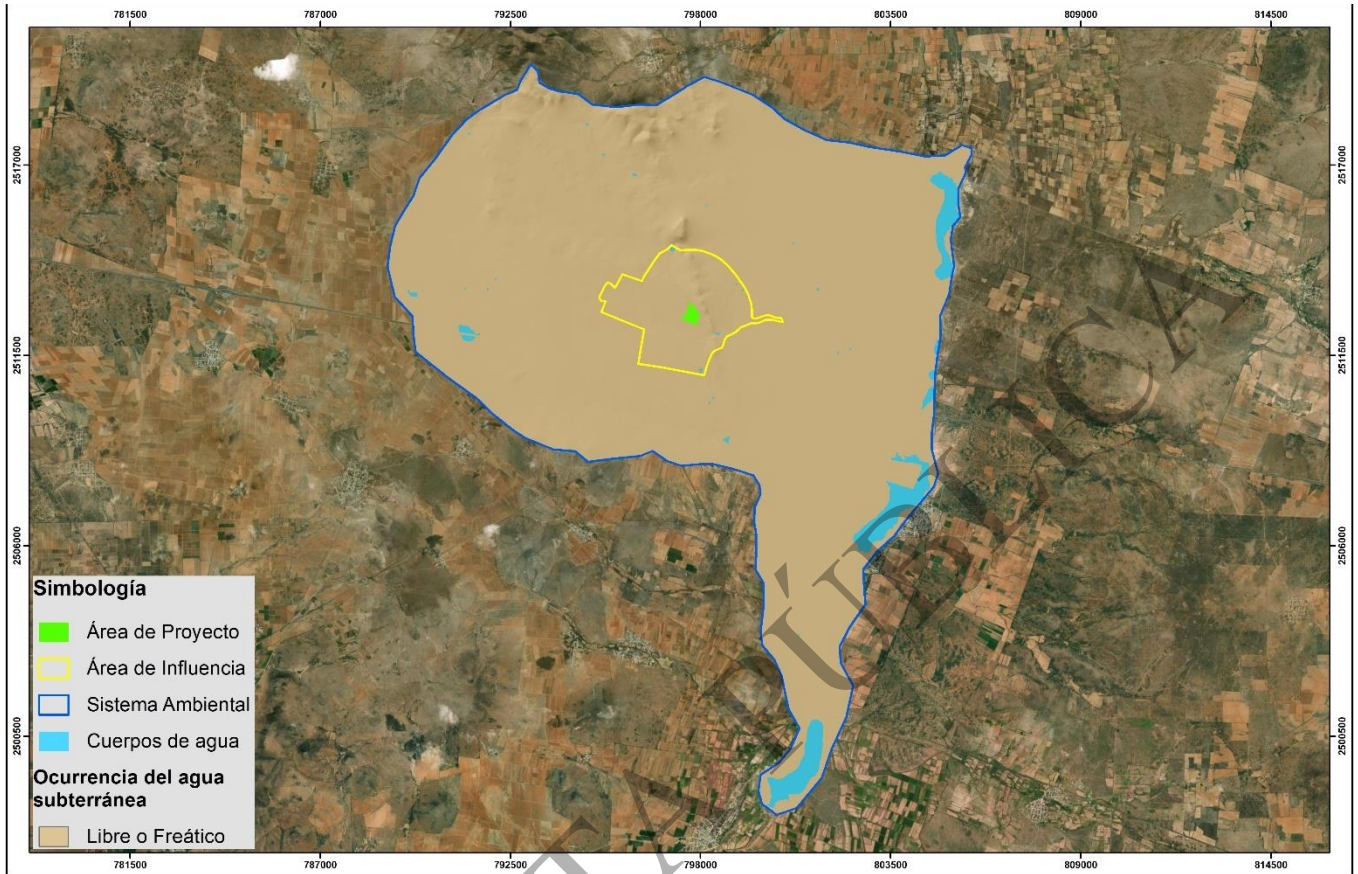
Grado de confinamiento hidráulico (G):

El Sistema Ambiental del proyecto se encuentra delimitado en su mayoría dentro del acuífero “La Blanca” de acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), particularmente el proyecto “Reforzamiento y Ampliación del depósito de Jales 1 y 2” se encuentra inmerso dentro de este acuífero. Debido a la ubicación del proyecto, el análisis de vulnerabilidad a la contaminación sujeto a la NOM 141 se realiza bajo las condiciones hidrogeológicas de dicho acuífero.

De acuerdo con CONAGUA (2020) en su documento “Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero La Blanca (3228) Estado de Zacatecas”, el acuífero es de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, esto debido a las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas de correlación con otros acuíferos vecinos que tienen el mismo origen, evolución y constitución geológica. El acuífero está constituido por un medio granular y otro fracturado en donde la porción superior está conformada por sedimentos aluviales, depósitos lacustres y conglomerados polimícticos cuyo espesor puede alcanzar varios cientos de metros en el centro del valle; esta porción (unidad) representa la principal explotación para satisfacer las necesidades de agua de la región. Por otra parte, la porción inferior se aloja en una secuencia de rocas volcánicas y sedimentarias de permeabilidad secundaria por fracturamiento, esto puede representar condiciones de semiconfinamiento a mayor profundidad.

Existen tres medios por donde el agua subterránea presenta circulación, el medio poroso con permeabilidad primaria y secundaria, el medio fracturado con permeabilidad secundaria y el medio de doble porosidad con permeabilidad combinada.

De acuerdo con la NOM 141, los acuíferos libres al ser más susceptibles a la contaminación se les otorga el valor de 0.6, como se observa en la **Figura 4. 69** y en la **Tabla 4. 68**.



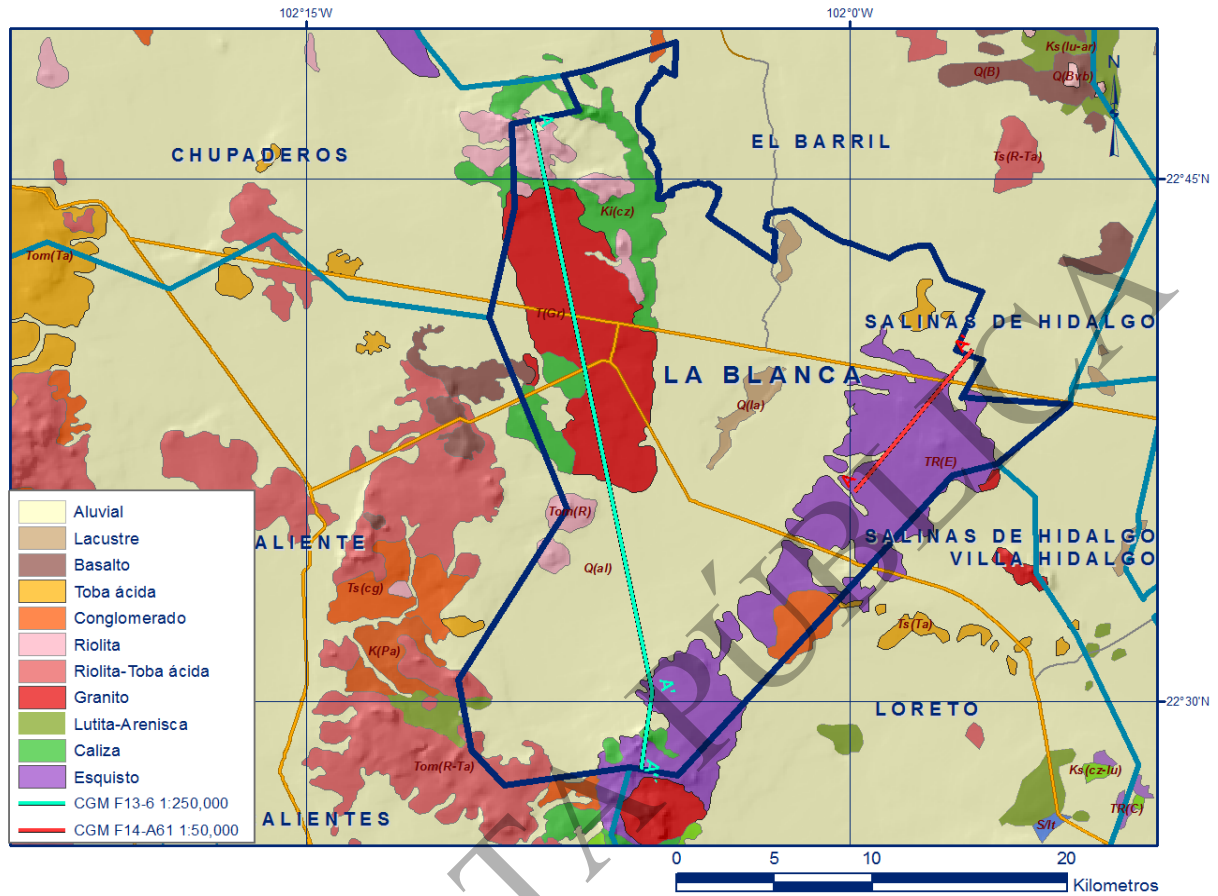
**Figura 4. 69. Tipo de acuífero**

**Tabla 4. 68. Valor asignado para G**

Tipo de acuífero	Valor
Libre o Freático	0.6

Ocurrencia del estrato subyacente (O):

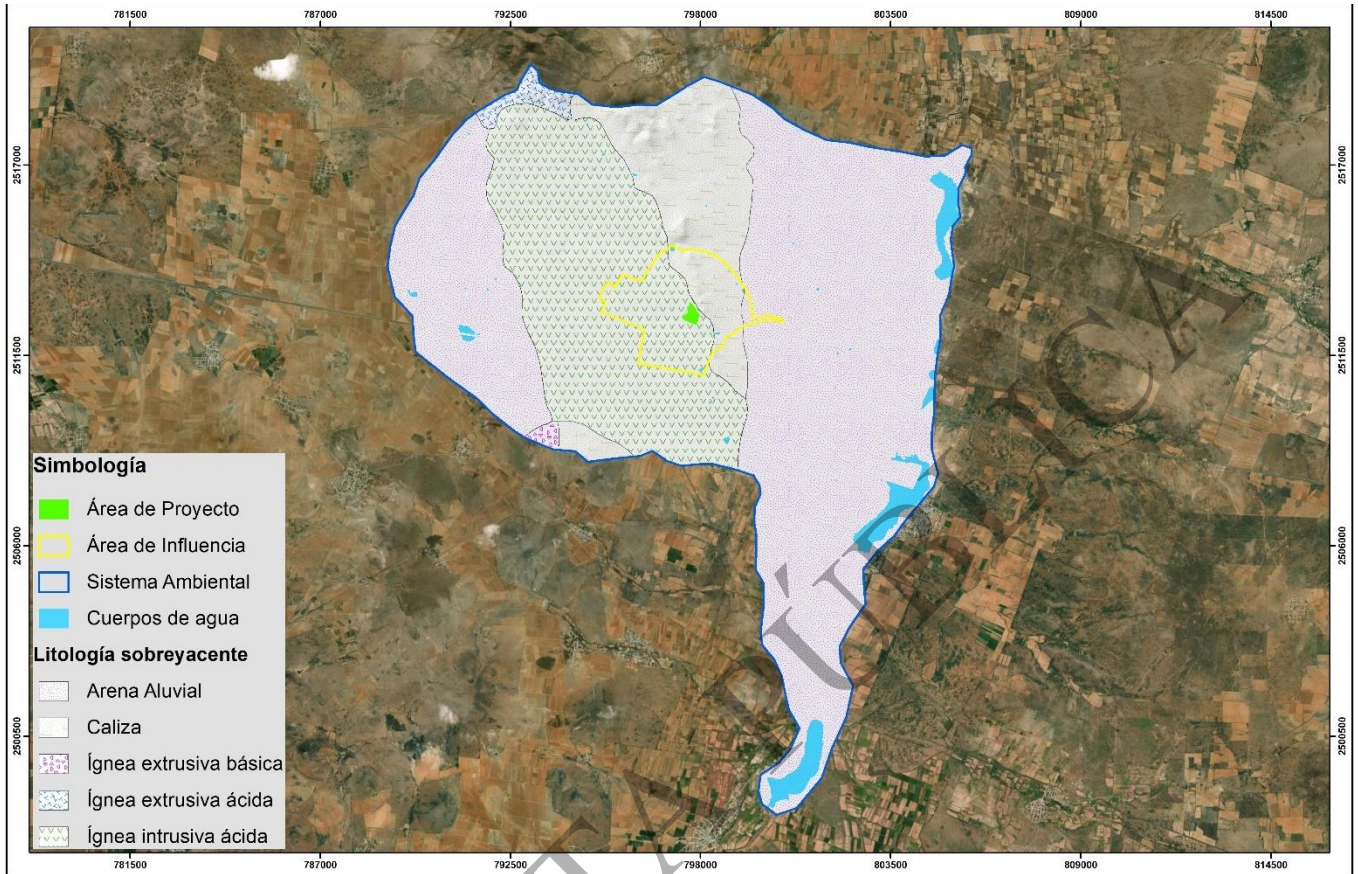
El marco geológico regional de la zona del acuífero La Blanca, se encuentra representado por los eventos relacionados con el establecimiento de la Sierra Madre Occidental y la evolución del Terreno Guerrero, por lo que la estratigrafía del área presenta diferencias notables en conformación (CONAGUA,2020). El acuífero se encuentra constituido en su porción superior, por los depósitos granulares aluviales y fluviales de granulometría variada, conglomerados polimícticos y depósitos lacustres que rellenan la cuenca. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas volcánicas de composición riolítica, entre las que predominan las tobas ácidas, riolitas e ignimbritas, y rocas sedimentarias (calizas, lutitas y areniscas) 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 por lutitas y limolitas. Lo anterior se representa en la **Figura 4. 70**.



**Figura 4. 70. Geología general del acuífero (CONAGUA, 2020)**

De acuerdo con lo anterior y con la delimitación geológica de INEGI, se definió la composición litológica presente en el Sistema Ambiental, la cual y en concordancia con la Tabla 4. 66, se clasificó con los valores respectivos y correspondientes al tipo de roca que influyen en mayor o menor medida a la vulnerabilidad del acuífero, dicha caracterización y valorización se aprecia en la Figura 4. 71 y en la Tabla 4. 69.





**Figura 4. 71. Tipo de litología**

**Tabla 4. 69. Valor asignado para O**

Litología	Valor
Arena Aluvial	0.6
Caliza	0.9
Ígnea extrusiva básica	0.6
Ígnea extrusiva ácida	0.6
Ígnea intrusiva ácida	0.6

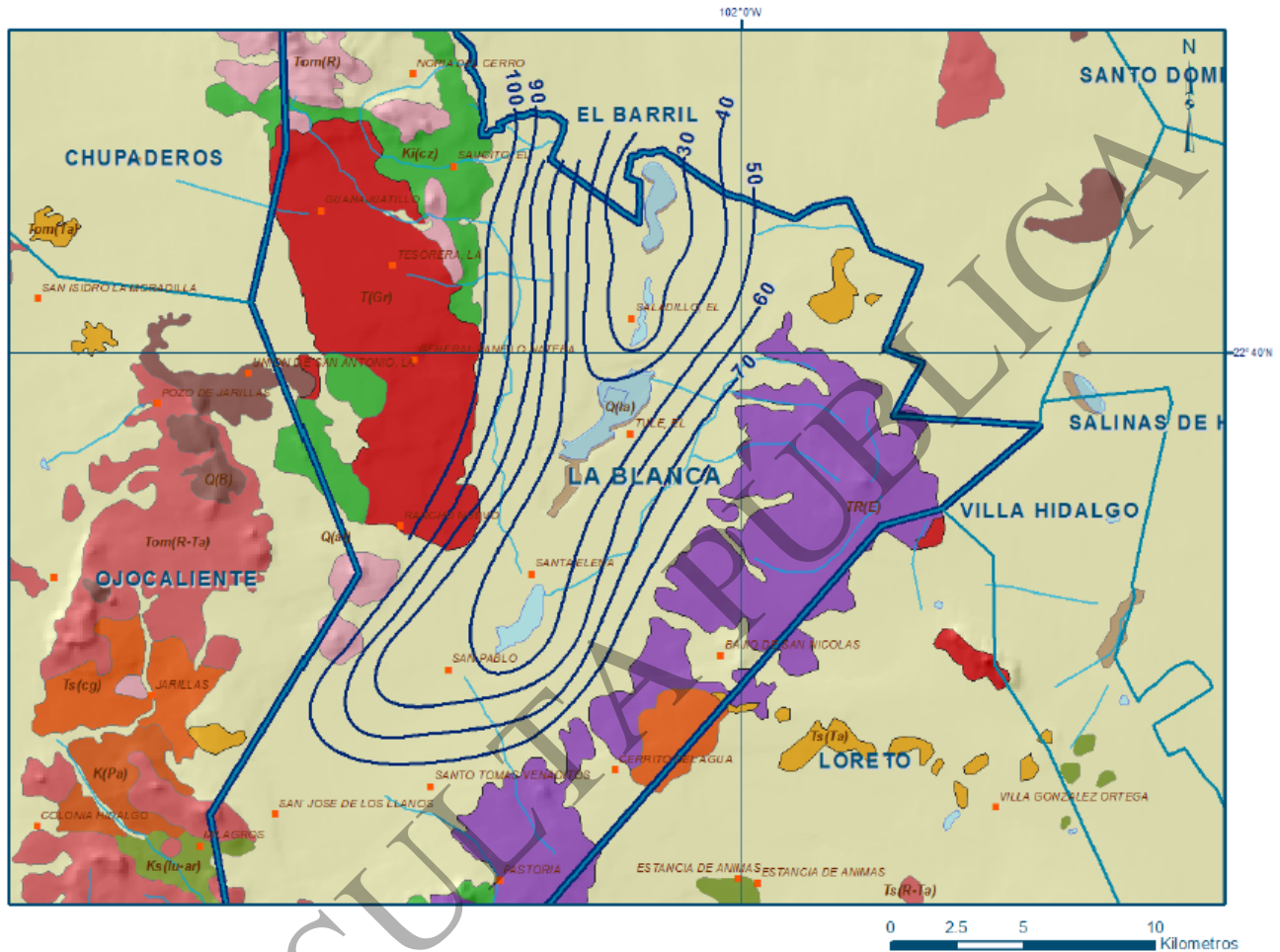
La mayor parte de la litología del SA presenta un valor de 0.6, con litológicas correspondientes a rocas ígneas, metamórficas y volcánicas antiguas. La litología con mayor índice en el área de estudio corresponde a la caliza por su carácter de mayor permeabilidad respecto a las rocas volcánicas.

*Distancia o profundidad al agua subterránea (D):*

Los estudios piezométricos realizados y presentados por CONAGUA (2020), indican que para el año 2015, el nivel estático presentaba variaciones importantes en profundidad (30-100 m), los cuales se relacionan con la topografía y geomorfología de la zona. Los niveles estáticos más someros, de 30 a 50 m, se presentan en la porción central del acuífero y en torno a los cuerpos de agua como la Laguna del Sapo,



El Tule y El Saladillo. Por otro lado, los valores más profundos, de 90 a 100 m, se registran hacia los flancos montañosos (**Figura 4. 72**).



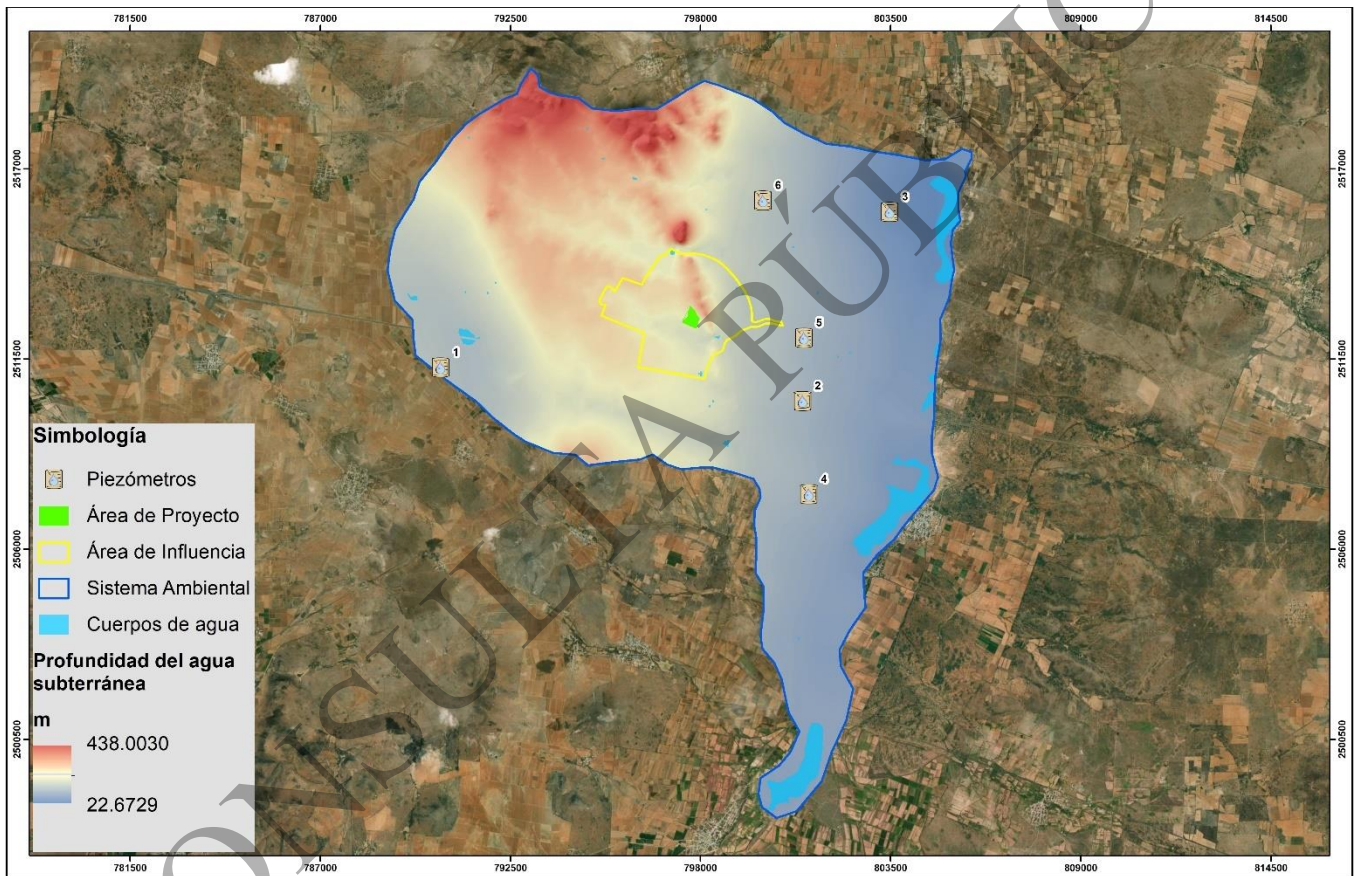
**Figura 4. 72. Profundidad al nivel estático en m (CONAGUA,2020)**

Para el modelo de la piezometría, se utilizaron los datos piezométricos de CONAGUA correspondientes a piezómetros que se encuentran dentro del SA. Los datos de los piezómetros se muestran en la Tabla 4. 70. Para el modelo, se utilizó la información de la distancia del suelo al nivel del agua medido, la cual es restada del valor de altitud representada en el Modelo Digital de Elevación (MDE), esto simboliza la profundidad del agua real respecto a la geomorfología de la zona. Se interpolaron los valores con el método IDW con coeficiente 2 en el Software ArcGIS de ESRI, y así se obtiene el modelo el cual se observa en la Figura 4. 73.

**Tabla 4. 70. Niveles piezométricos de pozos**

Nombre o Identificación	Ubicación (coordenadas UTM)		Altitud	Elevación del Nivel Estático (m)
	X	Y		
Pozo N-4	790484	2511258	2138	2046.65

Nombre o Identificación	Ubicación (coordenadas UTM)		Altitud	Elevación del Nivel Estático (m)
	X	Y		
Pozo 93	800957	2510289	2058	1982.89
Pozo Los Dávila	803476	2515757	2049	2021.1
Pozo 116	801135	2507592	2041	1975.7
Pozo 128	800992	2512118	2067	1993.48
Pozo A.P. El Saucito	799808	2516085	2105	2004.82



**Figura 4. 73. Modelo de piezometría**

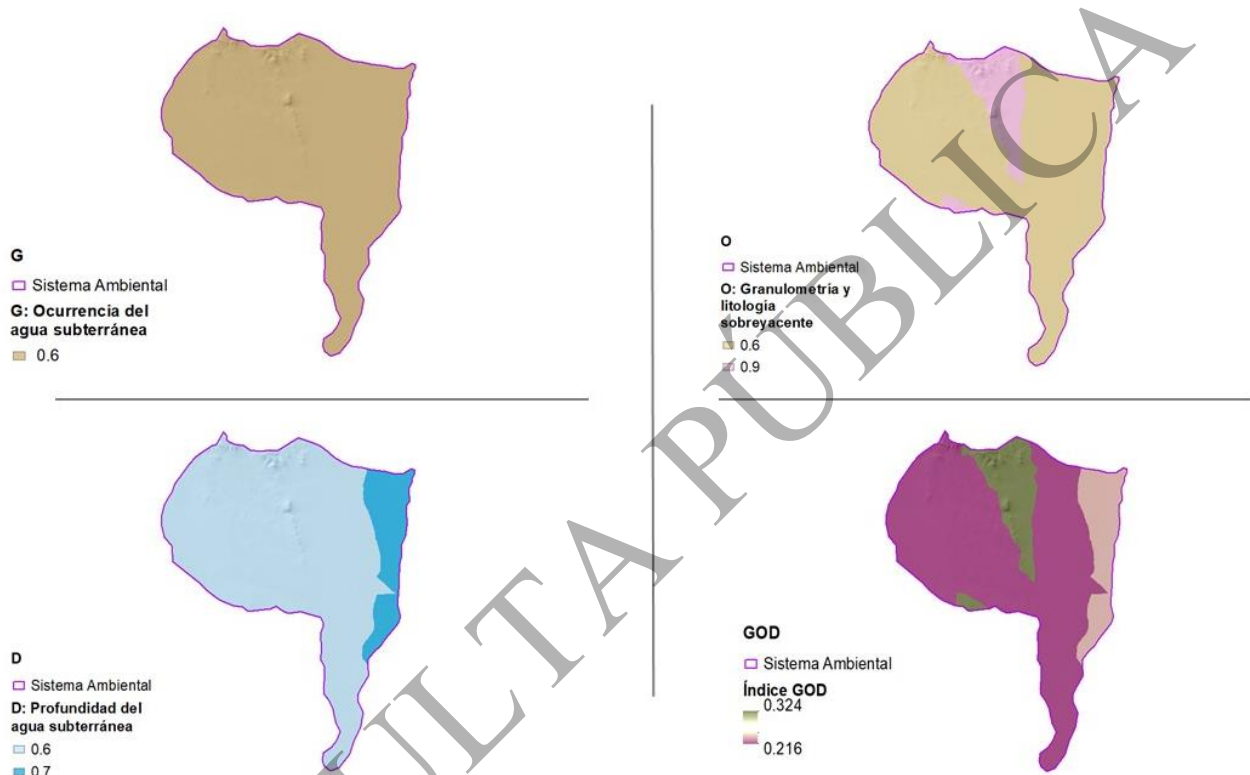
Posteriormente se crearon rangos de profundidad y se les asignó el valor correspondiente según la NOM 141 (Tabla 4. 71).

**Tabla 4. 71. Valor asignado para D**

Distancia al nivel de agua subterránea (m)	Valor
20 - 50	0.7
>50	0.6

## Resultados

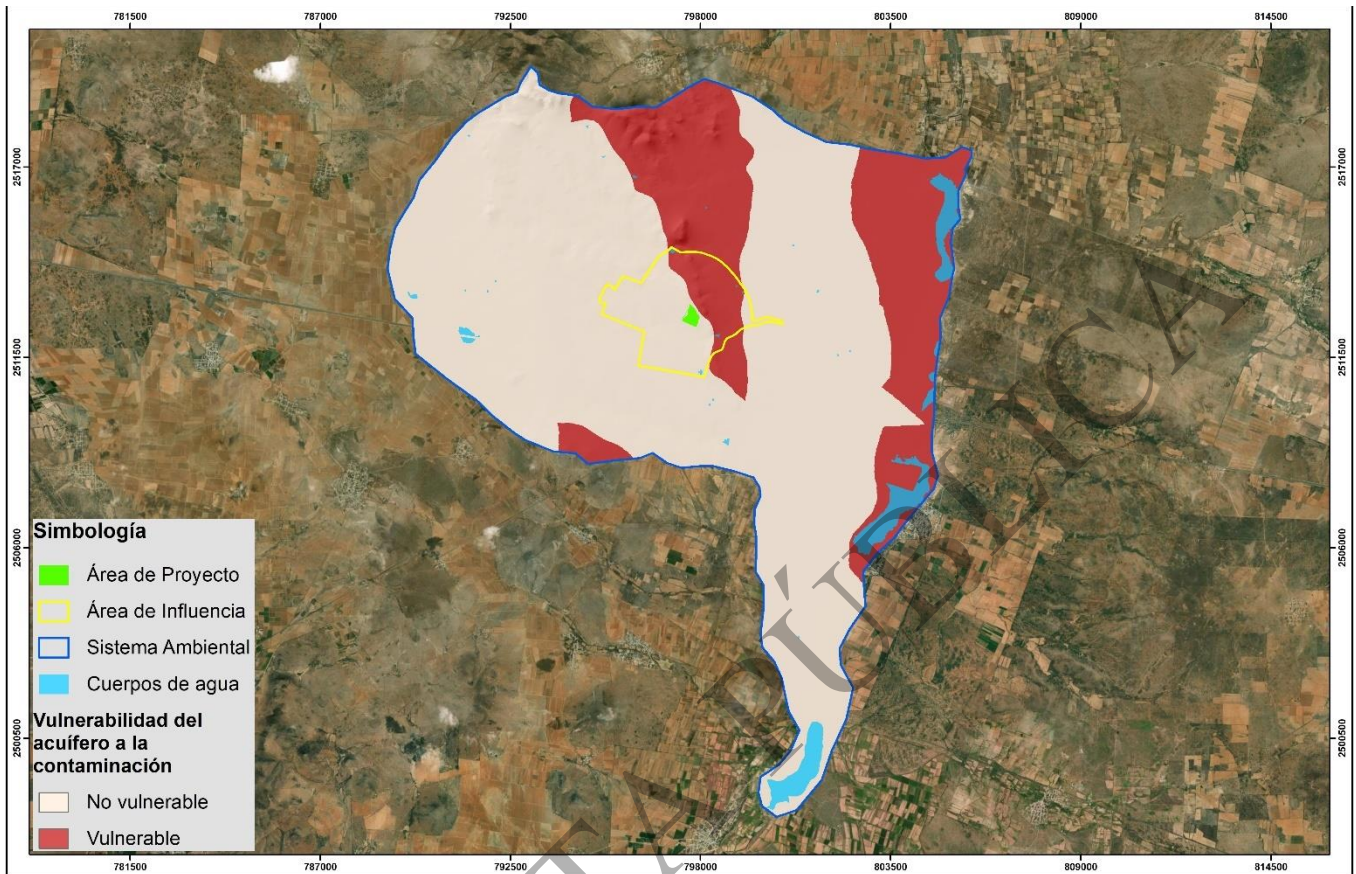
Una vez asignados los valores de los factores correspondientes a cada variable y visualizados a manera gráfica en la **Figura 4. 74**, se procede a utilizar el álgebra de mapas donde se multiplicaron las tres variables y se obtuvo el modelo final de la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación para la delimitación del SA.



**Figura 4. 74. Asignación de valores metodológicos para el análisis GOD de vulnerabilidad**

De acuerdo con el modelo generado (Figura 4. 75), se obtuvo que el área de estudio presenta dos escenarios de vulnerabilidad a la contaminación del acuífero: sin vulnerabilidad en la mayor parte del área de estudio y vulnerable en las zonas montañosas con litología caliza y en las zonas cercanas a los cuerpos de agua con profundidades del nivel del agua bajas. La categoría sin vulnerabilidad se debe principalmente a la litología cuyo valor máximo de clasificación fue 0.6 lo que implica rocas poco permeables, así mismo, las profundidades medidas demuestran que las condiciones menos profundas ocurren sobre el lecho de las lagunas, mientras que conforme la elevación es mayor el agua se encuentra a mayor profundidad.





**Figura 4. 75. Modelo de vulnerabilidad del acuífero a la contaminación**

#### **IV.3.1.8.3. Balance Hídrico del Sistema Ambiental**

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:

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

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

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

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



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

Para realizar este análisis hidrológico en la superficie del SA, se utilizó el apoyo del Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcMap®. Mediante algebra 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 m<sup>2</sup> en el terreno.

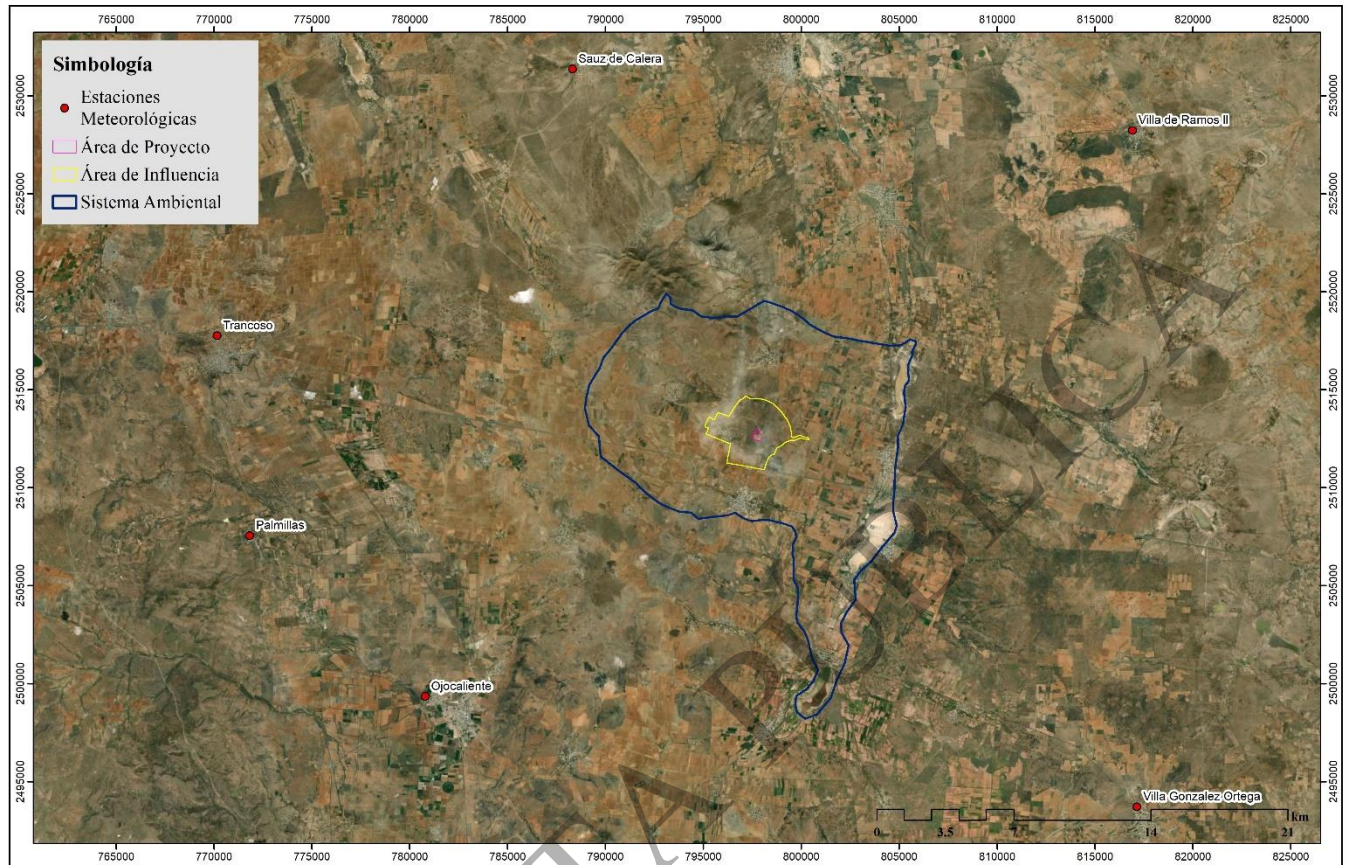
Para el presente análisis de balance hídrico se excluyó el área correspondiente a los cuerpos de agua (laguna El Saladillo, El Tule y El Sapo), debido a que las metodologías utilizadas no permiten estimar el proceso de balance hídrico dentro de estos cuerpos de agua.

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 m<sup>2</sup>.

#### **IV.3.1.8.3.1. 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. 76** se presenta la ubicación y la identificación de las estaciones utilizadas.

CONSULTA PÚBLICA



**Figura 4. 76. Estaciones Meteorológicas cercanas al SA**

En la Tabla 4. 72 se detalla la información obtenida de las estaciones con las normales climatológicas históricas de 60 años (1951 a 2010).

**Tabla 4. 72. 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:



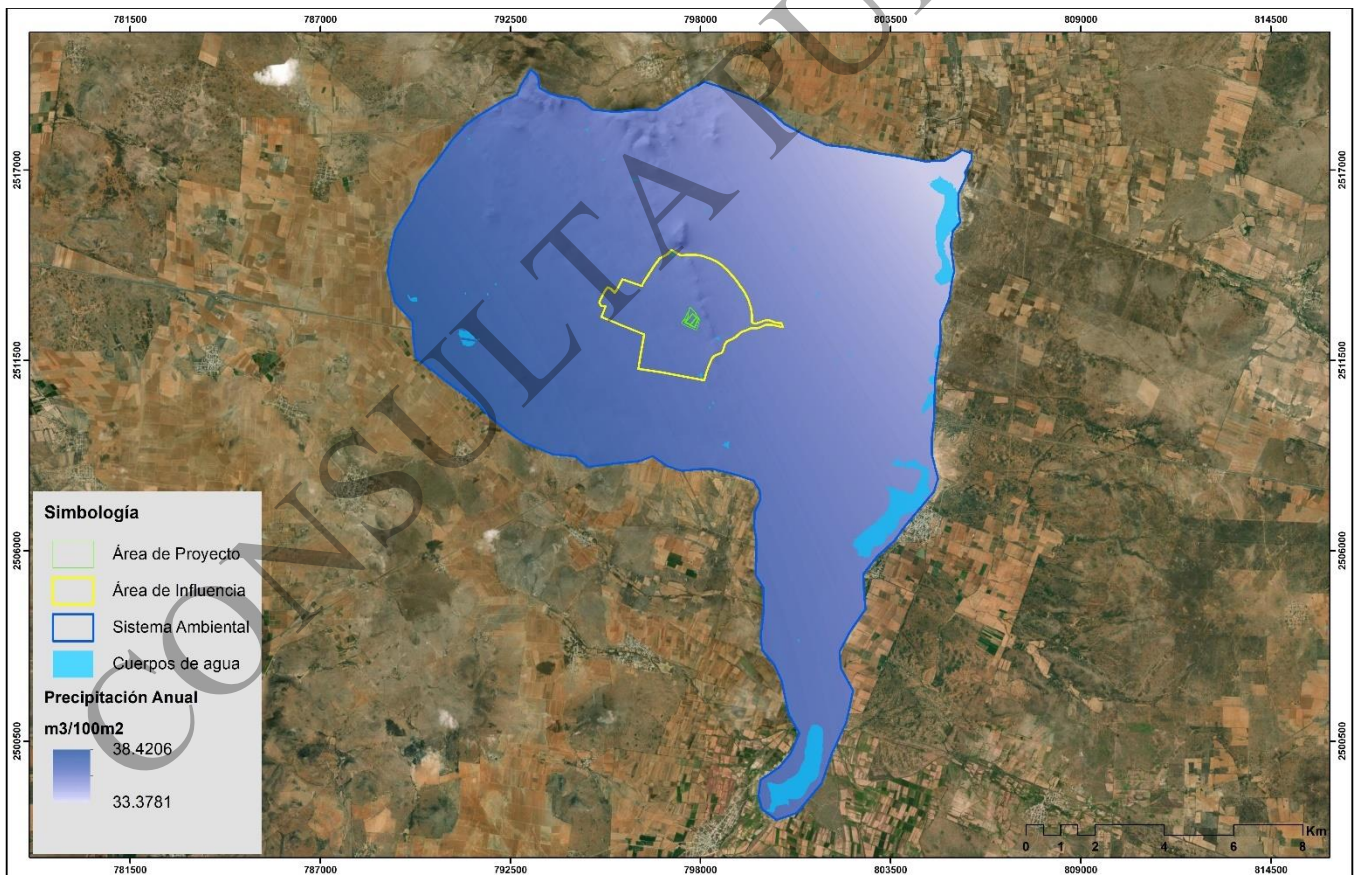
$$1 \text{ mm de lluvia} = \frac{1 \text{ l}}{\text{m}^2} \quad \text{y,} \quad \frac{1,000 \text{ l}}{\text{m}^2} = \frac{1 \text{ m}^3}{\text{m}^2}$$

Tal que:

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

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

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. 77**.



**Figura 4. 77. 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.3.1.8.3.2. Volumen de escurrimiento

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:

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

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. 73 para calcularlo a partir de un Valor K.

**Tabla 4. 73. Cálculo de  $Ce$ , a partir de Valor K**

<b>K: Parámetro que depende del tipo y uso de suelo</b>	<b>Coeficiente de Escurrimiento (<math>Ce</math>)</b>
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. 74. Valores de K, en función del tipo y uso de suelo (DOF, 2015)**

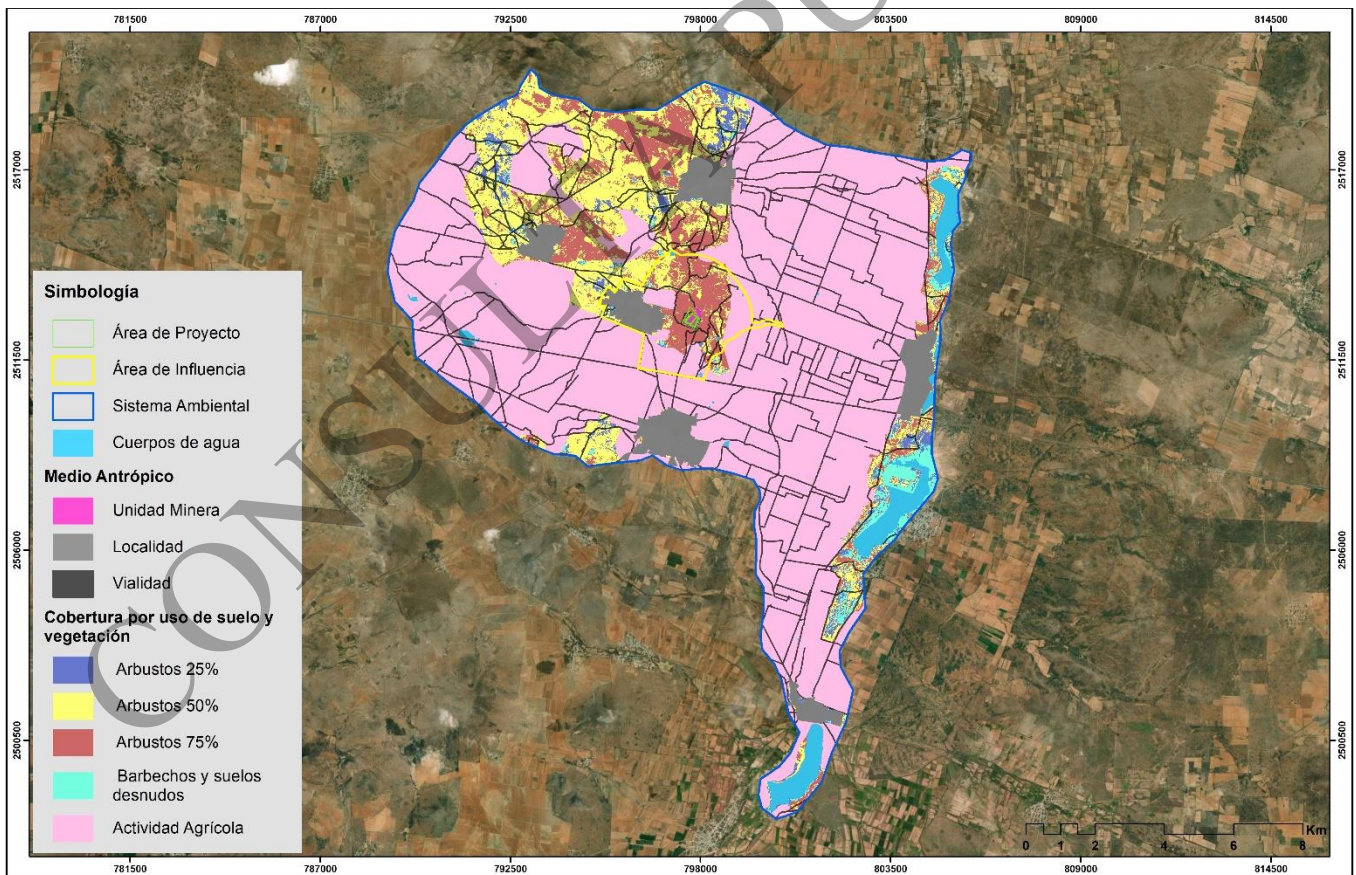
Tipo de suelo		Características		
A		Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos		
B		Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos.		
C		Suelos casi impermeables, 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	
<b>Cultivos:</b>				
En Hileras	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	
<b>Pastizal (% de suelo cubierto o pastoreo):</b>				
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	
<b>Bosque</b>				
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	
<b>Otros</b>				
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.

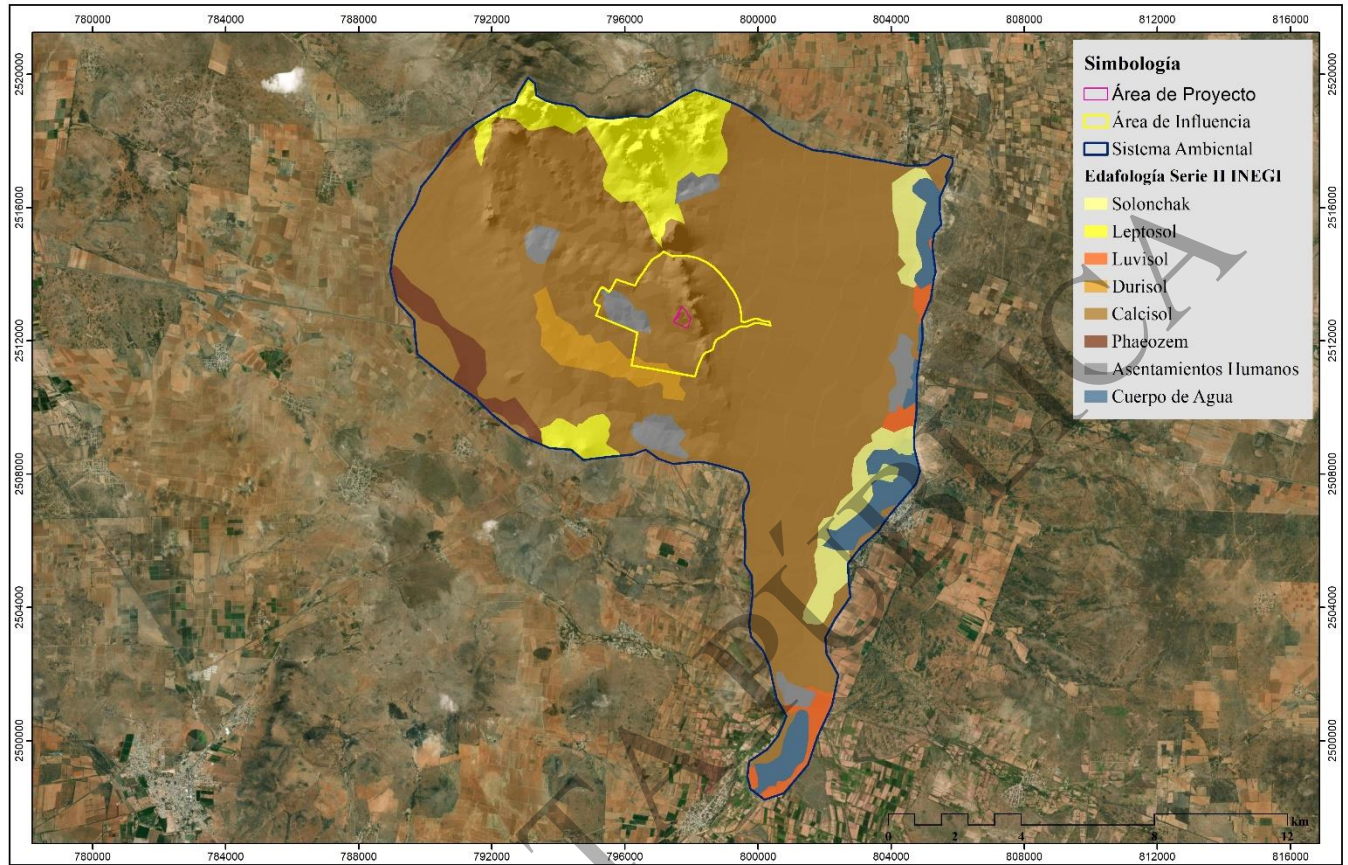
Con la imagen satelital, y específicamente para lo observable dentro del SA, se utilizó la herramienta de análisis espacial *Iso Cluster Unsupervised Classification* del componente ArcMap® del SIG, la cual clasifica en un determinado número de valores a la imagen tomando en cuenta las variaciones de 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. 78**.



**Figura 4. 78. Clasificación por Uso de Suelo y Vegetación**

En la **Figura 4. 79** se muestran los tipos de suelo presentes en el SA según la información vectorial de INEGI.

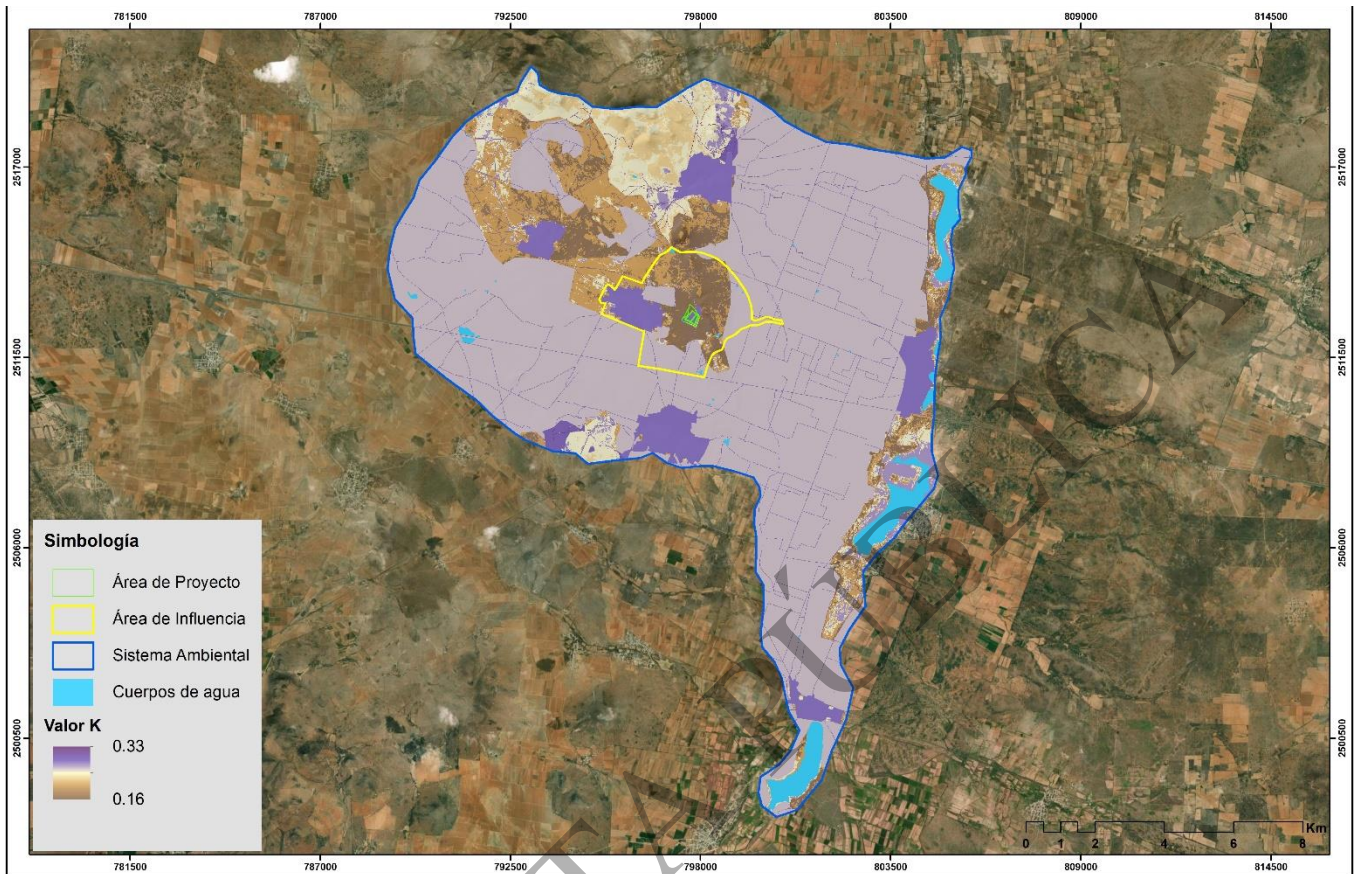




**Figura 4. 79. Tipos de suelo en el SA**

En la **Figura 4. 80** se presenta la capa ráster de los valores K asignados a la superficie del SA.

CONSULTA



**Figura 4. 80. Valores K en el SA**

Debido a que todos los valores de K resultaron mayores a 0.15, según la Tabla 4. 73 se aplica la siguiente ecuación en el SIG para obtener el Coeficiente de escurrimiento. Tomando la capa ráster de precipitación media anual en milímetros.

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

Donde:

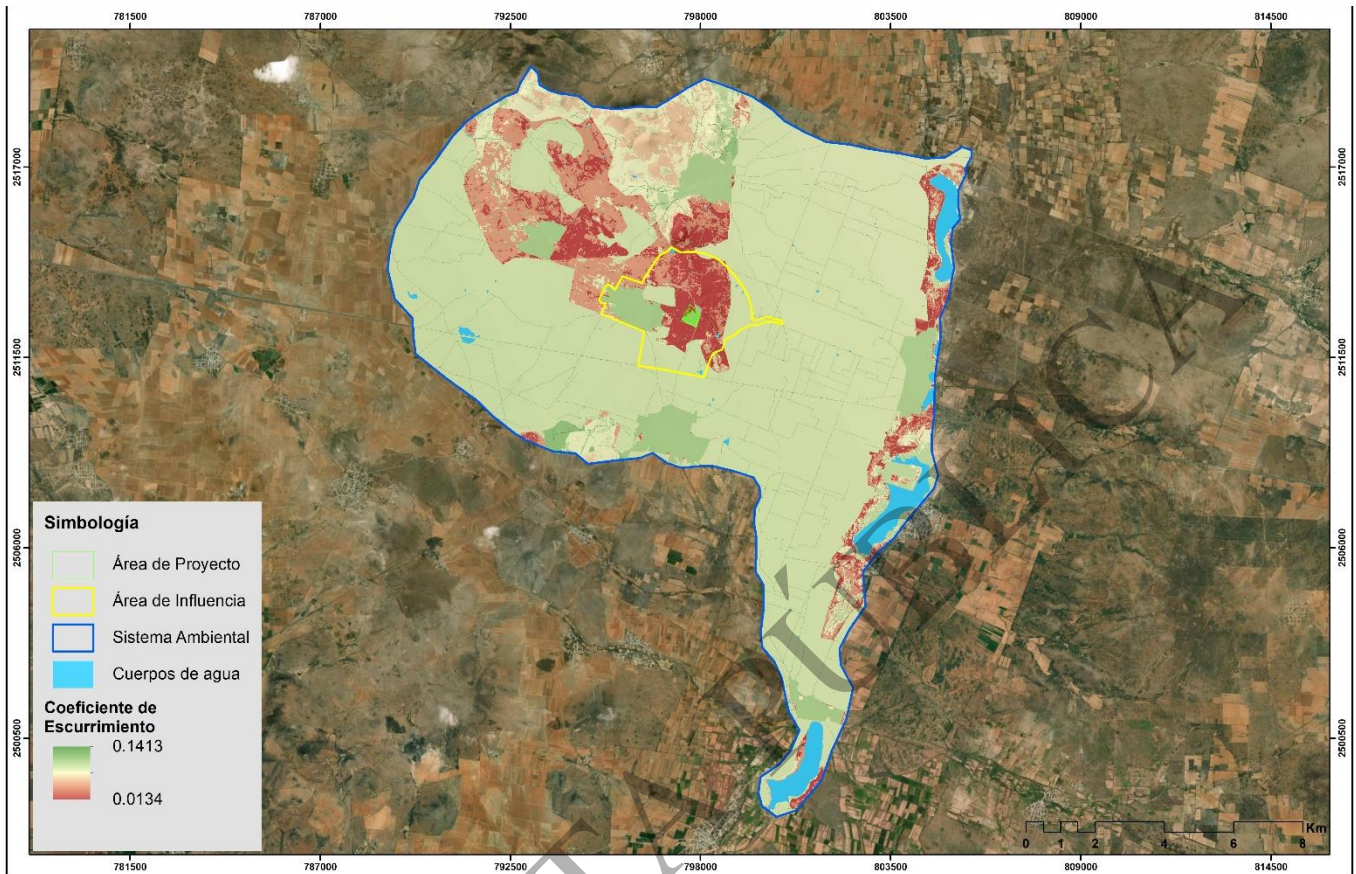
$C_e$  corresponde al Coeficiente de escurrimiento [adimensional].

$K$  corresponde al Valor K [adimensional].

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

En la **Figura 4. 81** se presenta la capa ráster resultante del Coeficiente de escurrimiento para la superficie del SA.





**Figura 4. 81. 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:

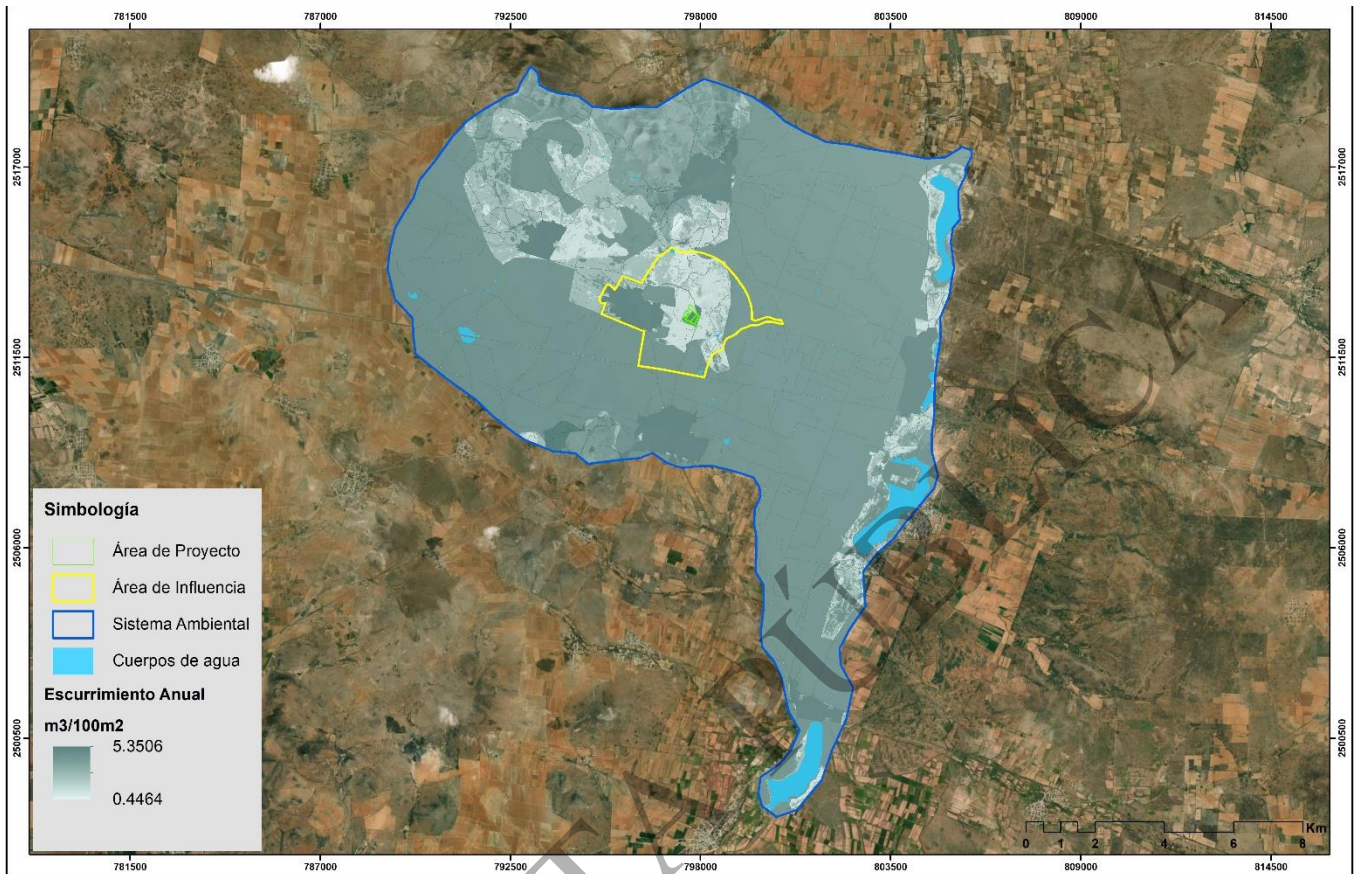
$Vm$  corresponde al volumen medio anual de escurrimiento superficial [ $m^3$ ]

$P$  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. 82** se muestra el resultado del escurrimiento superficial dentro del SA, los resultados se muestran por unidad de área de la celda ráster.



**Figura 4. 82. Escorrentía superficial (m<sup>3</sup>/100m<sup>2</sup>) 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 escorrentía total anual dentro del SA:

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

#### IV.3.1.8.3.3. Evapotranspiración

Por definición, se puede entender a la evapotranspiración como aquella humedad perdida de la superficie de la atmósfera mediante la combinación de los procesos de evaporación y transpiración (Reyes González *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 [°C]

Para calcular la temperatura media anual se utilizó la información de las estaciones meteorológicas del SMN descritas en la Tabla 4. 72. 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:

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

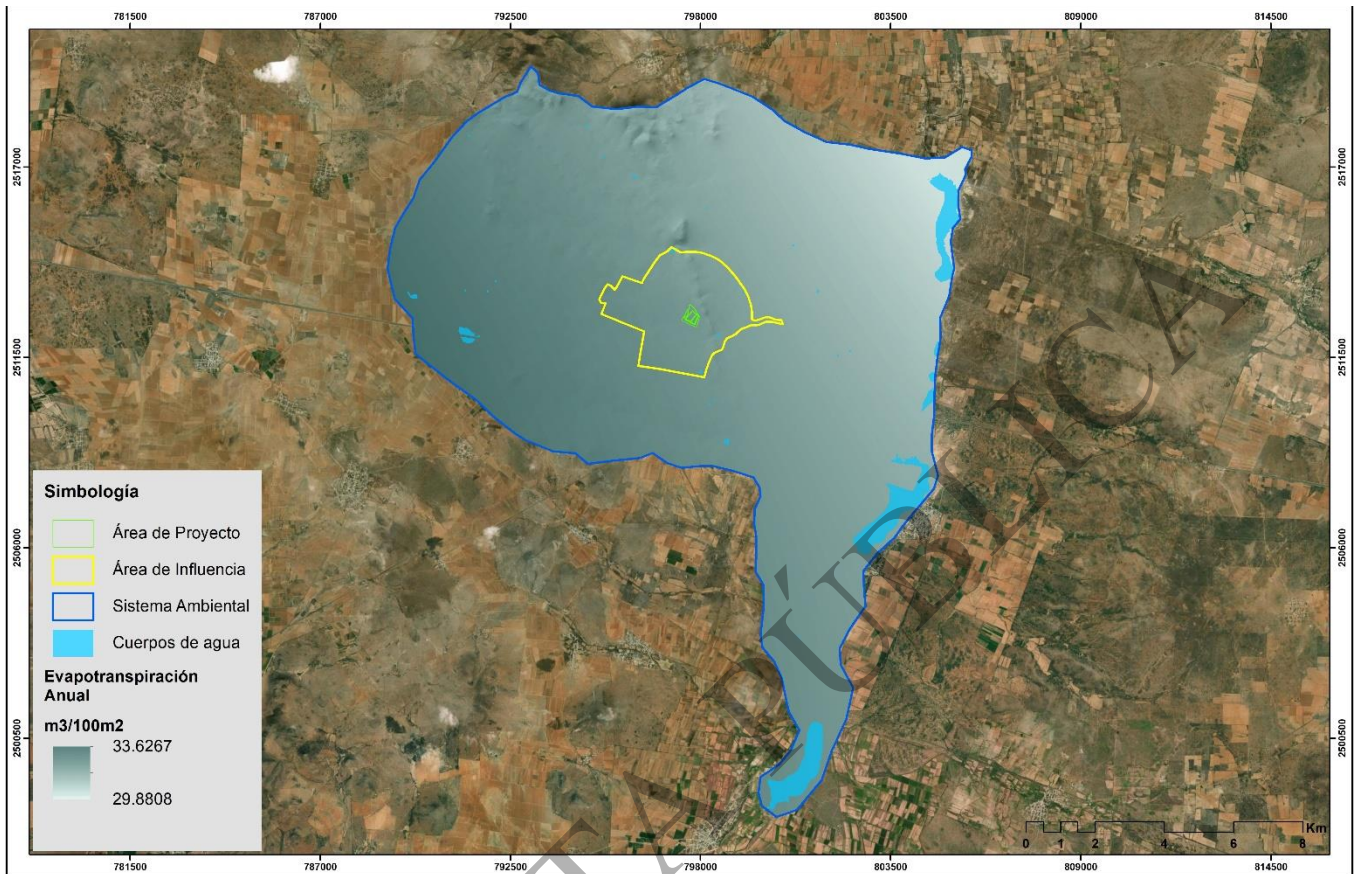
Entonces:

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

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. 83** se presenta la capa ráster final de evapotranspiración dentro del SA.



**Figura 4. 83. Evapotranspiración anual (m<sup>3</sup>/100m<sup>2</sup>) 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.3.1.8.3.4. 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 [ $m^3/100m^2$ ].

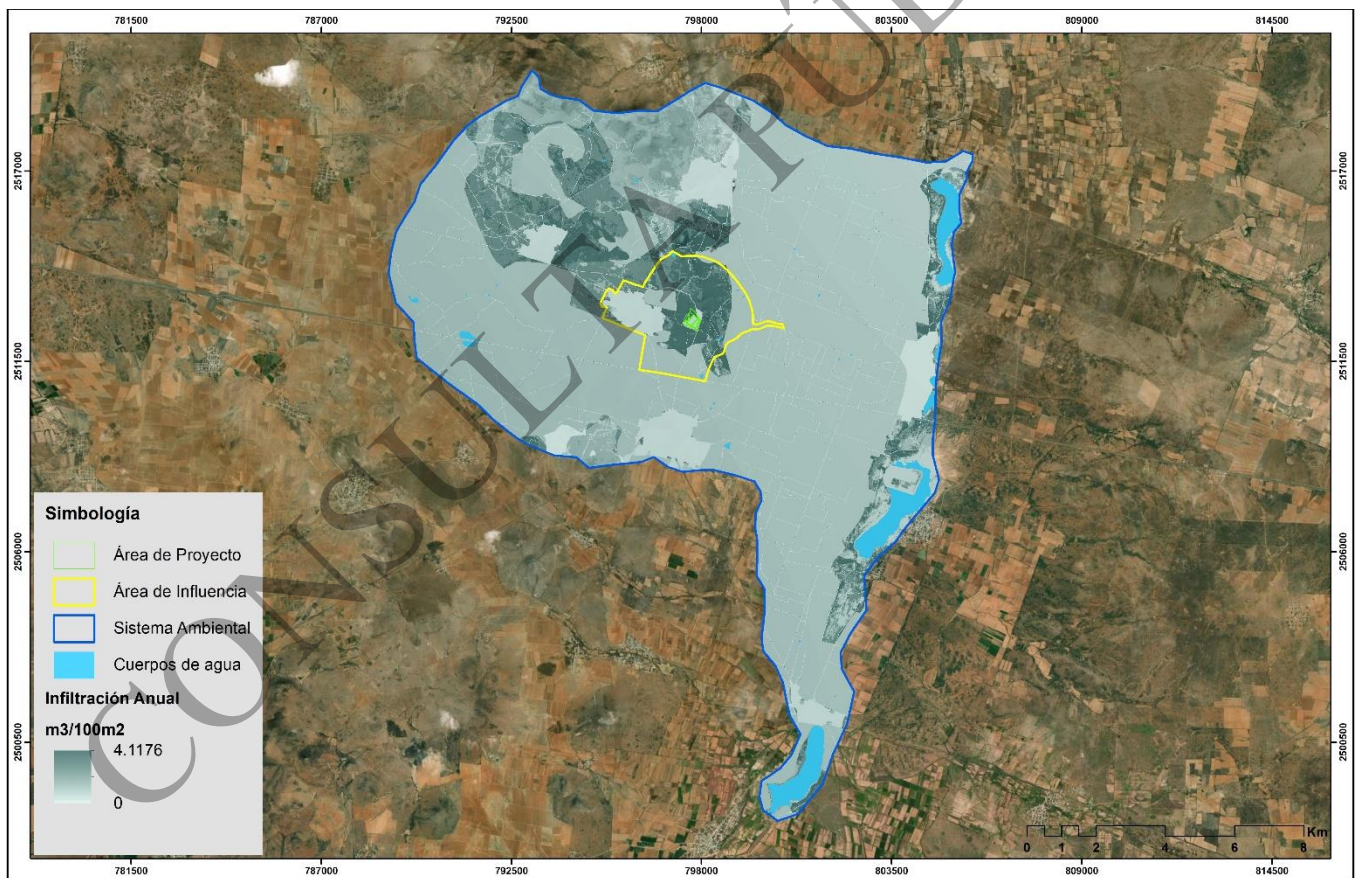
*P* corresponde a la precipitación media anual dentro del SA [ $m^3/100m^2$ ].

*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 en el 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. 84**.



**Figura 4. 84. 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:

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

#### **IV.3.1.8.3.5. Balance Hídrico Actual**

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 en el SA. Así, los valores finales de los componentes se muestran en la Tabla 4. 75.

**Tabla 4. 75. Balance Hídrico en el SA**

<b>Precipitación (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>Escurrimiento (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>Evapotranspiración (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>Infiltración (m<sup>3</sup>/año)</b>
62,346,045.6948	5,468,451.5362	55,060,808.7896	1,816,785.3690

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 y que forma una dinámica característica. 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. Alberga cerca del 70% de las especies del planeta, por lo que 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 ha 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, revisiones taxonómicas, catálogos de flora y fauna y estudios regionales de composición de especies (Ramírez et al., 2016).

Sobre la ubicación geográfica de Zacatecas convergen cuatro 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.

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 “Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2” y de las áreas colindantes que se pueden ver influenciadas por tal actividad.

##### ***IV.3.2.1.2. Metodología***

###### ***IV.3.2.1.2.1. Formato del análisis general de flora***

El orden y presentación de los datos, del análisis de la vegetación de las áreas del SA, AI y AP de la MIA fueron establecidos con base en el formato y la guía para la presentación de “Manifestación de Impacto Ambiental” Modalidad Particular, dirigida a la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).



#### ***IV.3.2.1.2.2. Tipos de vegetación***

##### ***Búsqueda y recopilación de información***

Con el fin de analizar de manera objetiva la flora y vegetación de las áreas del presente estudio, se realizó la consulta exhaustiva de literatura. Algunos de los trabajos consultados para la elaboración del presente apartado son: *Catálogo de las plantas vasculares nativas de México* (Villaseñor, 2016); *La familia Asteraceae en el estado de Zacatecas (México)* (Balleza & Villaseñor, 2002); *Flora de Jalisco y áreas colindantes* (diversos fascículos); *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes* (diversos fascículos); *Flora del cerro de Piñones, Juchipila, Zacatecas, México* (Balleza & Villaseñor, 2001); *Flora y vegetación de la Sierra de Órganos, Municipio de Sombrerete, Zacatecas, México* (Enríquez *et al.*, 2003); *Gramíneas de Zacatecas, México* (Herrera *et al.*, 2010); *Vegetación de la reserva de la Biósfera “La Michilia”, Durango, México* (González-Elizondo *et al.*, 1993); entre otros. Asimismo, se descargaron imágenes digitalizadas satelitales y modelos vectoriales para su uso en un sistema de información geográfica, obtenidos de las páginas oficiales de INEGI y CONABIO. Tales datos fueron procesados en el software ArcGIS v.10.5.

##### ***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***

En el presente apartado se detalla la metodología seguida para la elaboración de la clasificación espectral de los tipos de vegetación de las áreas de análisis.

1. Pre-procesamiento de la imagen digital

Se utilizó una imagen satelital Sentinel 2 tomada en mayo del 2022 con una resolución de 10 m.

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. Estos polígonos fungieron como base para determinar la firma espectral de cada uso de suelo.

### 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 y se compararon los píxeles de los polígonos previamente identificados con los obtenidos en la reclasificación. De esta forma se le asignó un valor a cada píxel, mismo que se traduce en determinado tipo de vegetación o uso de suelo.

### 4. Exclusión de áreas desprovistas de vegetación

Se excluyó de la clasificación aquella superficie desprovista de vegetación como caminos, zonas agrícolas, zonas rurales y cuerpos de agua.

### 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

Una vez validada la clasificación por los especialistas en campo, se procedió a vectorizar la clasificación y así obtener la superficie comprendida por cada uso de suelo.

#### **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).

Se realizó el cálculo del tamaño de muestra con un pre-muestreo, también llamado muestreo preliminar de poca intensidad, que fue constituido por 42 sitios correspondientes a los siguientes tipos de vegetación:

- 10 sitios de pre-muestreo aleatorio para el matorral crasicaule.
- 6 sitios de pre-muestreo aleatorios para el matorral desértico micrófilo.
- 6 sitios de pre-muestreo aleatorio para el mezquital xerófilo.
- 10 sitios de pre-muestreo para la vegetación halófila.
- 10 sitios de pre-muestreo para la vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule.

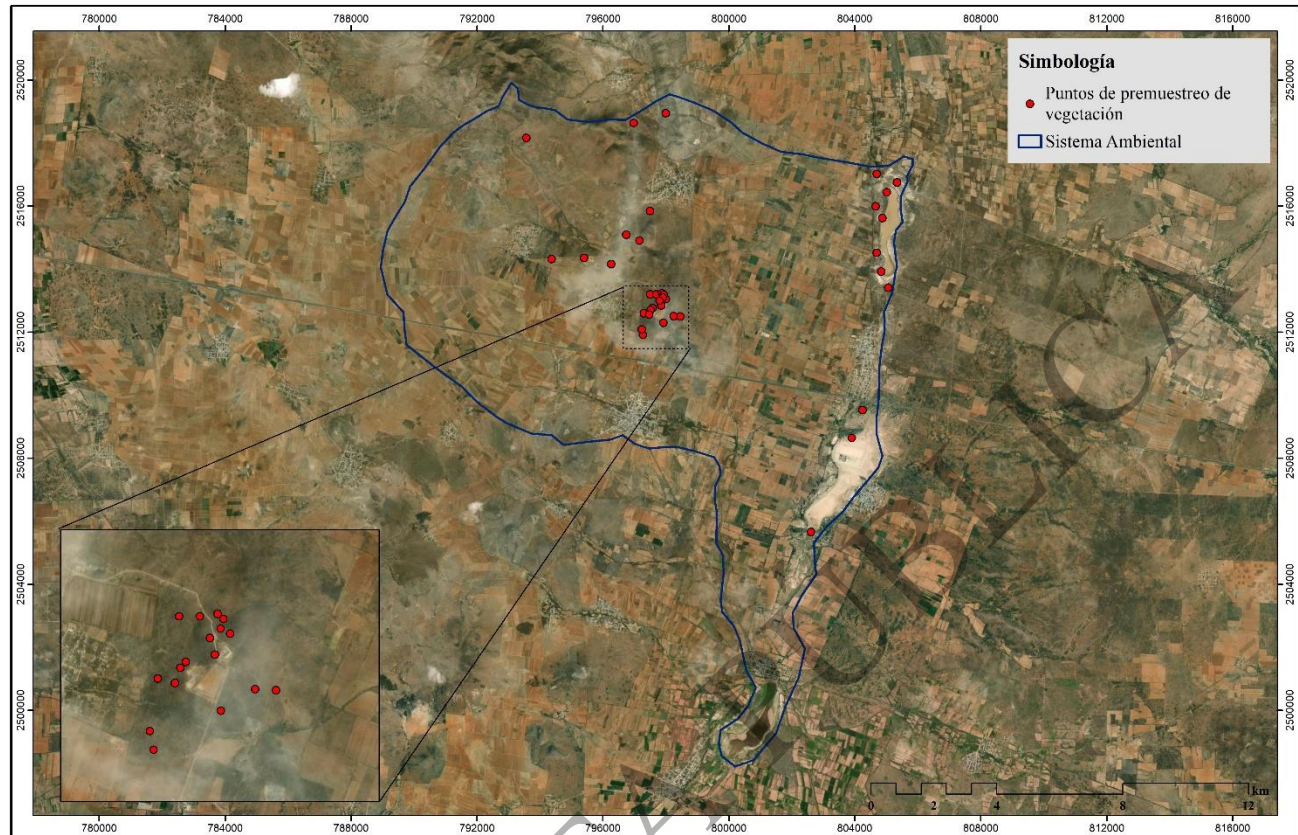
A continuación, en la Tabla 4. 76 se presentan las coordenadas de la ubicación de los sitios del pre-muestreo, por tipo de vegetación.



**Tabla 4. 76. Coordenadas de los sitios del pre-muestreo por tipo de vegetación**

No.	X UTM	Y UTM	Tipo de vegetación	No.	X UTM	Y UTM	Tipo de vegetación
1	797495.0000	2513202.0000	MC	23	803899.1639	2508643.8221	VH
2	797299.0000	2512598.0000		24	805009.3918	2516444.9848	
3	797919.0000	2512301.0000		25	802603.0390	2505661.9858	
4	795399.0000	2514356.0000		26	804829.0000	2513928.0000	
5	794363.0000	2514325.0000		27	804871.7081	2515620.4609	
6	796255.0000	2514163.0000		28	803899.1639	2508643.8221	
7	797696.0000	2513205.0000		29	805009.3918	2516444.9848	
8	797994.0000	2513047.0000		30	802603.0390	2505661.9858	
9	797273.0000	2511908.0000		31	804829.0000	2513928.0000	
10	797233.0000	2512089.0000		32	804871.7081	2515620.4609	
11	798451.0000	2512507.0000	MDM	33	797870.0000	2513234.0000	VSAMC
12	798248.0000	2512514.0000		34	797928.0000	2513185.0000	
13	796731.0000	2515095.0000		35	797901.0000	2513093.0000	
14	797154.0000	2514903.0000		36	797569.0000	2512766.0000	
15	793565.0000	2518159.0000		37	797850.0000	2512841.0000	
16	797992.0000	2518944.0000		38	797800.0000	2513000.0000	
17	805054.0000	2513412.0000		39	797516.0000	2512705.0000	
18	804690.7000	2517019.4000		40	797491.0000	2515848.0000	
19	804663.1397	2515994.6155	41	797466.0000	2512558.0000		
20	804693.6752	2514518.8043	MKX	42	796970.0000	2518630.0000	
21	805336.1497	2516748.7361					
22	804240.4000	2509528.5000					

A continuación, se presenta la ubicación de los sitios de pre-muestreo en la Figura 4. 85



**Figura 4. 85. Sitios de pre-muestreo de la vegetación**

En el **Anexo 4.14** se presenta el plano de los sitios de pre-muestreo de la vegetación.

Derivado de lo anterior, se estimó el número de sitios requeridos para cada tipo de vegetación, cumpliendo con el nivel de confianza y error ya mencionado. Los resultados de la estimación del tamaño de muestra para cada tipo de vegetación son mostrados a continuación. Así, el número de sitios del AP fue comparado con igual número de sitios por tipo de vegetación presentes en el AI y el SA.

#### ***Matorral Crasicaule (MC)***

En este tipo de vegetación se realizó un análisis de pre-muestreo con 10 sitios, los cuales indican un resultado de 5 muestras requeridas para alcanzar la confiabilidad deseada del 95 % con un 10 % de error (Tabla 4. 77).

**Tabla 4. 77. Cálculo de tamaño de muestra del tipo de vegetación MC**

Nº de sitio	Número de especies por sitio	Y	S	CV	E %	f	T	Número de muestras
1	19	15.60	1.51	9.65	10.00	9.00	2.26	4.77
2	17							
3	16							
4	16							
5	15							
6	15							
7	15							
8	15							
9	14							
10	14							

Y = Promedio muestral, S= Desviación estándar, CV= Coeficiente de variación, E= Error de muestreo, f= Grados de libertad, T= T de prueba de Student.

**Matorral desértico micrófilo (MDM)**

En este tipo de vegetación se realizó un análisis de pre-muestreo con 6 sitios, los cuales indican un resultado de 5 muestras requeridas para alcanzar la confiabilidad deseada del 95% con un 10% de error (Tabla 4. 78).

**Tabla 4. 78. Cálculo de tamaño de muestra del tipo de vegetación MDM**

Nº de sitio	Número de especies por sitio	Y	S	CV	E %	f	T	Número de muestras
1	20	17.33	1.37	7.88	10.00	5.00	2.57	4.11
2	17							
3	17							
4	17							
5	17							
6	16							

Y = Promedio muestral, S= Desviación estándar, CV= Coeficiente de variación, E= Error de muestreo, f= Grados de libertad, T= T de prueba de Student.

**Mezquital Xerófilo (MKX)**

En este tipo de vegetación se realizó un análisis de pre-muestreo con 6 sitios, los cuales indican un resultado de 11 muestras requeridas para alcanzar la confiabilidad deseada del 95% con un 10% de error (Tabla 4. 79).

**Tabla 4. 79. Cálculo de tamaño de muestra del tipo de vegetación MKX**

Nº de sitio	Número de especies por sitio	Y	S	CV	E %	f	T	Número de muestras
1	12	10.00	1.26	12.65	10.00	5.00	2.57	10.58
2	11							
3	10							
4	9							



5	9							
6	9							

**Y = Promedio muestral, S= Desviación estándar, CV= Coeficiente de variación, E= Error de muestreo, f= Grados de libertad, T= T de prueba de Student.**

**Vegetación halófila (VH)**

En este tipo de vegetación se realizó un análisis de pre-muestreo con 10 sitios, los cuales indican un resultado de 7 muestras requeridas para alcanzar la confiabilidad deseada del 95% con un 10% de error (Tabla 4. 80).

**Tabla 4. 80. Cálculo de tamaño de muestra del tipo de vegetación VH**

Nº de sitio	Número de especies por sitio	Y	S	CV	E %	f	T	Número de muestras
1	5	4.80	0.45	9.32	10.00	4.00	2.78	<b>6.69</b>
2	5							
3	5							
4	5							
5	4							

**Y = Promedio muestral, S= Desviación estándar, CV= Coeficiente de variación, E= Error de muestreo, f= Grados de libertad, T= T de prueba de Student.**

**Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule (VsaMC)**

En este tipo de vegetación se realizó un análisis de pre-muestreo con 10 sitios, los cuales indican un resultado de 10 muestras requeridas para alcanzar la confiabilidad deseada del 95% con un 10% de error (Tabla 4. 81).

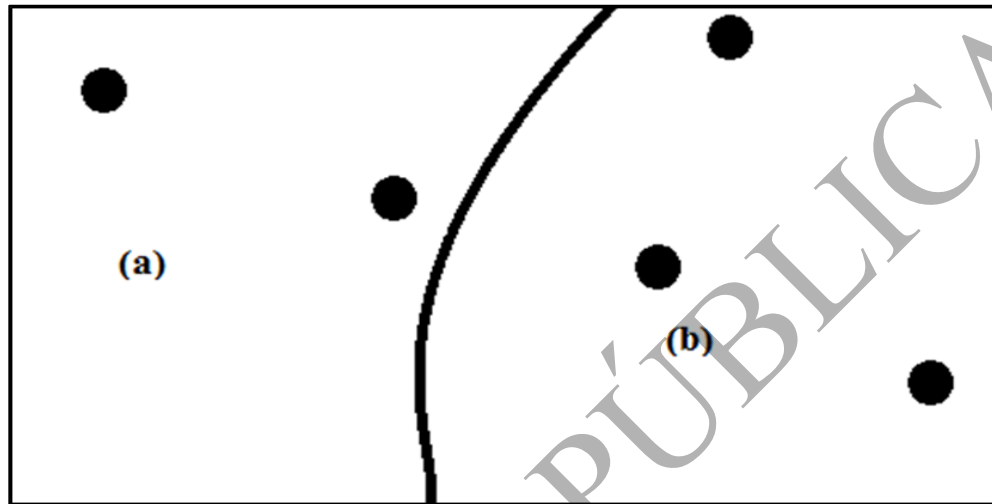
**Tabla 4. 81. Cálculo de tamaño de muestra del tipo de vegetación VsaMC**

Nº de sitio	Número de especies por sitio	Y	S	CV	E %	f	T	Número de muestras
1	25	20.80	2.86	13.75	10.00	9.00	2.26	<b>9.67</b>
2	24							
3	23							
4	21							
5	21							
6	21							
7	20							
8	19							
9	19							
10	15							

**Y = Promedio muestral, S= Desviación estándar, CV= Coeficiente de variación, E= Error de muestreo, f= Grados de libertad, T= T de prueba de Student.**

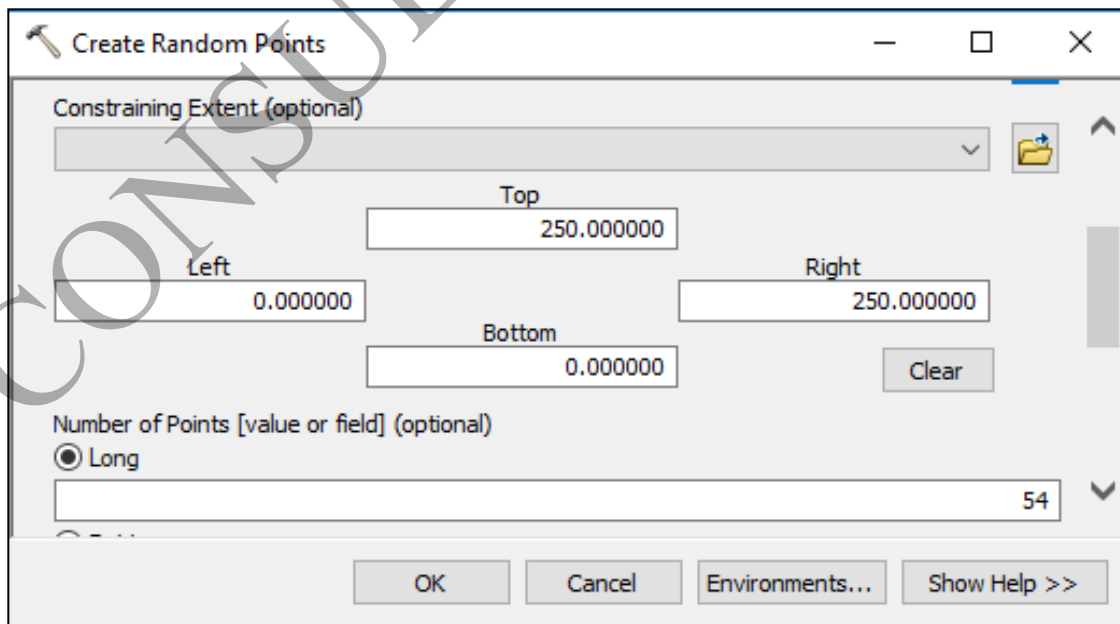
#### IV.3.2.1.2.4. Diseño de muestreo

Se efectuó un diseño de 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. 86).



**Figura 4. 86. 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. 87.



**Figura 4. 87. Herramienta para generar puntos aleatorios “*Create Random Point*”**

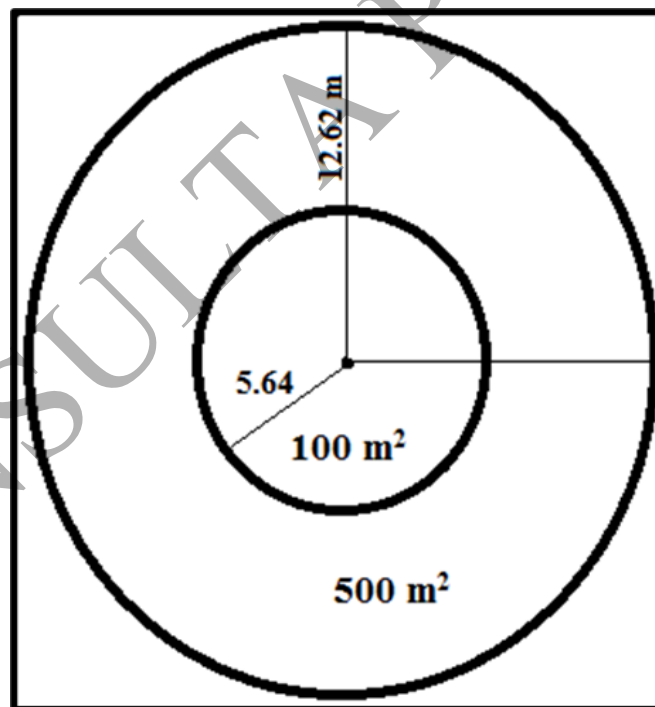
#### IV.3.2.1.2.5. Sitios de muestreo

##### *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 & Cadengo, 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 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> con 5.64 m de radio para cuantificar y describir las especies del estrato herbáceo.

En la Figura 4. 88 se muestra el esquema de muestreo propuesto por Rodríguez (1953) y modificado por Natural Environment SC.



**Figura 4. 88. Esquema del sitio de muestreo**

##### *Distribución de los sitios de muestreo*

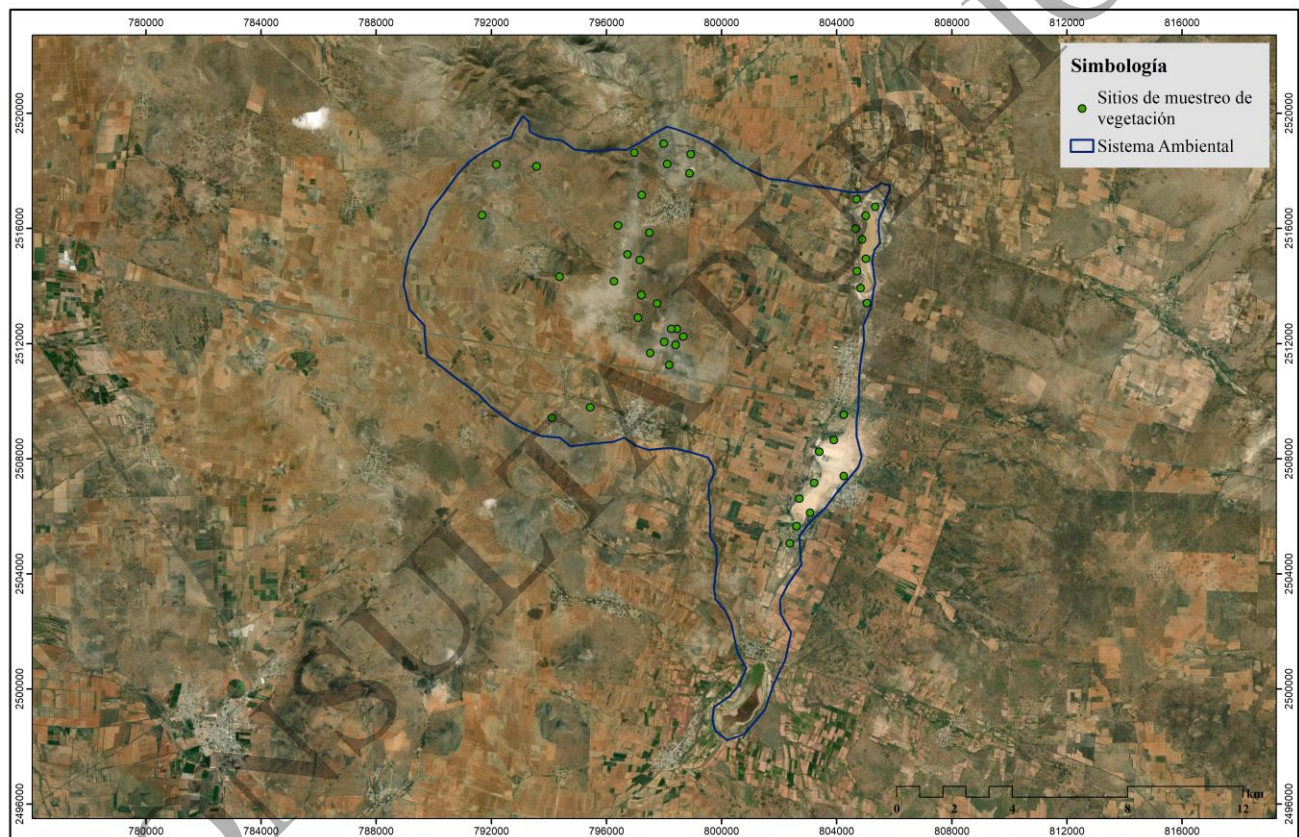
Como se indica en el apartado “IV.3.2.2.1.2.3 Diseño de muestreo”, la distribución de los muestreos fue estratificada por tipo de vegetación y los muestreos fueron aleatorios a las áreas con presencia de cobertura vegetal, con el fin de analizar de manera objetiva los tipos de vegetación dentro de



los polígonos del estudio. Se realizó el mismo número de muestreos en cada área de análisis de acuerdo con el tipo de vegetación, con la finalidad de poder comparar las condiciones de la vegetación de cada área.

#### *Sitios de muestreo en el SA*

Dentro de la superficie con vegetación natural dentro del SA, se realizó un total de 37 muestreos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la curva de acumulación de especies y retomando la confiabilidad del 95% y 10% de error. De ellos, cinco sitios pertenecen al MC, cuatro al MDM, 11 al MKX, siete a la VH y 10 a la VsaMC (Figura 4. 89).

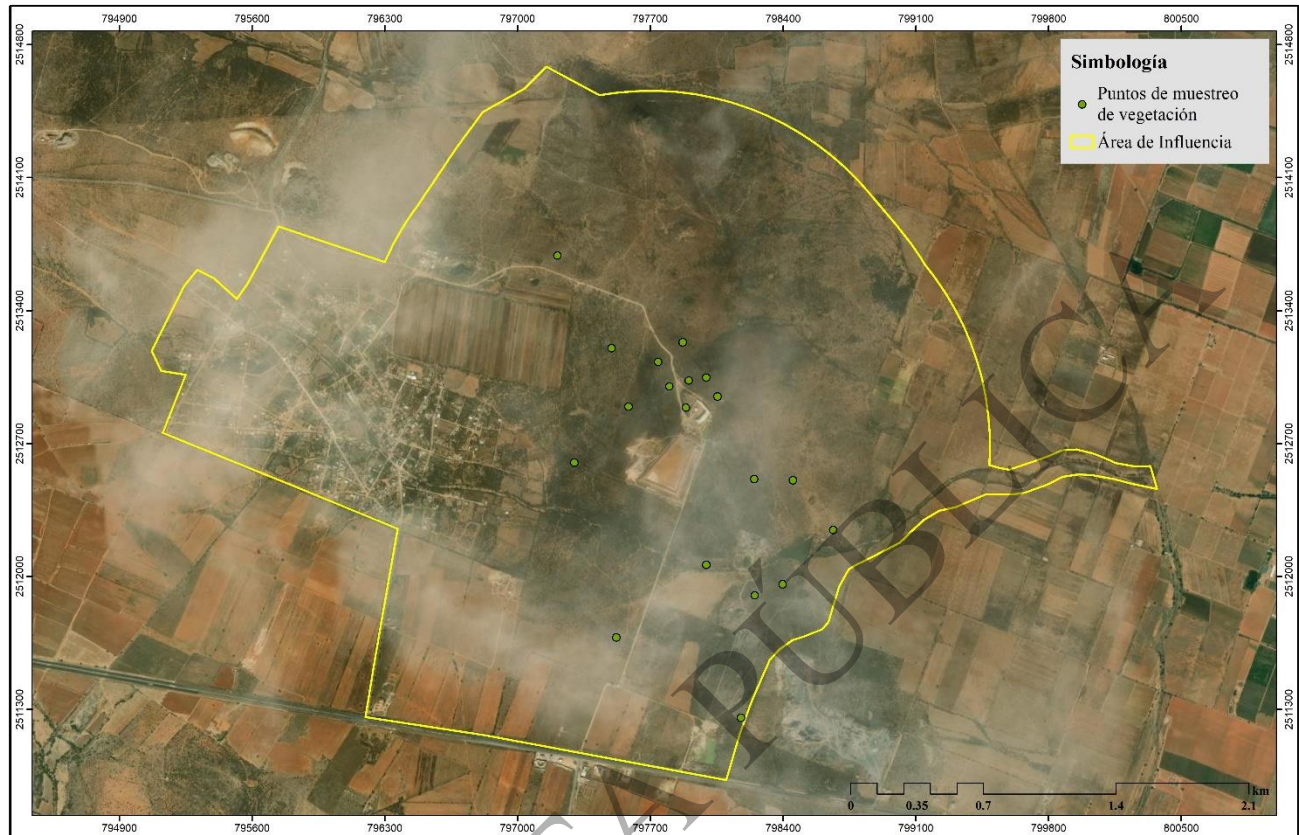


**Figura 4. 89. Sitios de muestreo de vegetación en el SA**

En el **Anexo 4.15** se presenta el plano general de sitios de muestreos del SA.

#### *Sitios de muestreo en el AI*

Dentro de la superficie con vegetación natural dentro del AI, se realizó un total de 19 muestreos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la curva de acumulación de especies y retomando la confiabilidad del 95% y 10% de error. De ellos, 5 sitios pertenecen al MC, 4 al MDM y 10 a la VsaMC (Figura 4. 90).



**Figura 4. 90. Sitios de muestreo de vegetación en el AI**

En el **Anexo 4.16** se presenta el plano general, de sitios de muestreo de vegetación del AI.

#### *Sitios de muestreo en el AP*

Dentro de la superficie con vegetación natural dentro del AP se realizó un total de 15 muestreos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la curva de acumulación de especies y retomando la confiabilidad del 95% y 10% de error. De ellos, cinco sitios pertenecen al MC y 10 a la VsaMC (Figura 4. 91).





**Figura 4. 91 Sitios de muestreo de vegetación en el AP**

En el **Anexo 4.17** se presenta el plano general de sitios de muestreo de vegetación del AP.

#### **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 formula 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 (2021), que se basa en la clasificación filogenética de APG IV (2016). En el caso de los nombres comunes, se consultó Naturalista (2021). 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 ( $S$ ) la cual es la forma más sencilla de medir la biodiversidad (número de especies presentes), para el análisis ecológico de la vegetación del SA, AI y Área de Proyecto, se utilizó el Índice de equidad de Shannon o índice de Shannon-Wiener (Moreno-Ortega, 2001), el cual 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 este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia de todas las especies de la muestra de comunidad, por lo tanto, a mayor valor del índice de Shannon, la uniformidad en los valores refleja una distribución equilibrada de las especies, y por lo tanto diversidad de especies, sin embargo, al arrojar valores en cero o cerca del cero cuando la diversidad es baja y existe presencia solo de una o unas cuantas especies.

El índice de Shannon-Wiener adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie y el logaritmo de  $S$  (riqueza específica), cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

La fórmula para calcular el índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = - \sum p_i \log p_i$$

Dónde:

$H'$  = 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 Área del Proyecto, se realizó por tipo de vegetación y por estrato, así mismo, se calcularon los siguientes datos: densidad absoluta y relativa, dominancia absoluta y relativa y frecuencia absoluta y relativa. Estos resultados, a su vez, permitieron obtener el índice de Valor de Importancia (IVI). El IVI es utilizado en diversos trabajos (Orozco & Brumér, 2002) y define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura ecológica del ecosistema, con lo que se determina cuáles especies son las más importantes (Cottam & Curtis, 1956).

Las fórmulas y parámetros utilizados en la descripción de la estructura de la vegetación del SA 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:

$$D=N/A$$

Dónde:

$D$  = Densidad Absoluta

$N$  = Número total de individuos

$A$  = Superficie muestreada en ha

#### *Densidad relativa*

La densidad relativa se refiere al número de individuos de una especie expresado como una proporción de la densidad total de todas las especies. Se calcula a través de la siguiente formula:

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

Dónde:

$D_r$  = Densidad relativa

$D_i$  = Densidad por especie

$\sum D_i$  = Sumatoria de las Densidades de todas las especies.

#### *Dominancia*

La dominancia 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 pertenecen las plantas.

**Árboreo:** Se calcula a través del área basal individual, que es la superficie de la sección transversal de un árbol a la altura de pecho, y es calculada como el área de la sección circular; utilizando el valor del diámetro a esa altura se emplea la siguiente formula:

$$AB= (\pi/4) D^2 = 0.7854 * D^2$$

Dónde:

$AB$  = 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 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.

$$C=Dc=D+d/2$$

Dónde:

$C$  = Cobertura

$Dc$  = Media del diámetro de copa

$D$  = Longitud del diámetro mayor

$d$  = Longitud del diámetro menor

#### *Dominancia absoluta*

La dominancia absoluta es la suma del área basal o Cobertura del total de individuos por especie.

#### *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 formula:

$$Dom = Di / (\sum Di) * 100$$

Dónde:

$Dom$  = 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:

$$F = J/N$$

Dónde:

$F$  = Frecuencia de la especie

$J$  = Número de unidades de muestreo en las que ocurre la especie

$N$  = Número total de sitios muestreados

#### *Frecuencia relativa*

La frecuencia relativa es la Frecuencia absoluta de una especie con respecto a la Frecuencia de todas las especies. Se calcula utilizando la siguiente formula:

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

Dónde:

$Fr$  = Frecuencia relativa de la especie

$F$  = Frecuencia absoluta de la especie

$\sum F$  = Sumatoria de todas las frecuencias de todas las especies

#### **IV.3.2.1.2.12. Índice de Integridad Ecológica Vegetativa I.I.E.V.**

El Índice de Integridad Ecológica de la Vegetación (IIEV) permite generar información con base en el previo trabajo de campo para la evaluación de las características ambientales de las áreas de estudio. Este índice está basado en lo descrito por Shoji-Sanchez (2005).

El IIEV considera diferentes variables asociadas al tipo de vegetación (métricas), con valores cuantitativos los cuales permiten calificar la integridad de la zona. Aunado a lo anterior, para la generación del IIEV de las áreas de estudio del proyecto se utilizaron las siguientes siete métricas:

##### *1. Similitud de especies en la comunidad*

Hace referencia a que la estructura de la comunidad podría cambiar con relación al incremento del disturbio. Aunado a ello, este cambio se representaría como una pérdida de las especies dentro del ecosistema.

Para el cálculo de esta métrica es necesario generar un listado de las especies encontradas en la región o en el total de los sitios de muestreo y, posteriormente, obtener el porcentaje de especies compartidas.

La fórmula para calcular lo anterior descrito se muestra a continuación:

$$SEC = \frac{OS_c}{T_i}$$

Donde:

$SEC$  = Similitud de especies en la comunidad

$OS_c$  = Número de especies por sitio de muestreo

$T_i$  = Inventario total de especies

La métrica, en términos originales, mide la similitud o porcentaje de especies compartidas con respecto al total de especies de la comunidad de referencia. Sin embargo, en muchos casos no existe un patrón de referencia con quien comparar y, por lo tanto, para el caso del presente estudio, se tomó el total de especies inventariadas como el número de especies totales.

## 2. *Riqueza de Taxa*

Refiere a la riqueza específica presente en cada sitio de muestreo. Los sitios mejor conservados o con menor grado de disturbio deberían presentar mayor diversidad de especies.

El concepto de esta métrica se basa en que el número total de especies cambiará en función del incremento del disturbio. Generalmente cuanto más saludable se encuentra un ecosistema, la riqueza de taxa será mayor. Sin embargo, la repuesta de está métrica puedes ser variable, debido a que la riqueza puede incrementarse o declinar dependiendo de distintas circunstancias. En algunas ocasiones se incrementa la riqueza de taxa debido a un aumento en el número de especies invasoras y secundarias; no obstante, este efecto es casi siempre temporal en función de la permanencia del agente de disturbio. De este modo y dentro del presente análisis, las especies oportunistas, exóticas o con afinidad al disturbio, se consideraron como otra métrica.

Para el cálculo de la riqueza de taxa se utilizó la siguiente formula:

$$ÓS_c - T_i$$

Donde:

$ÓS_c$ = Número de especies por sitio de muestreo

$T_i$ = Inventario total de especies

## 3. *Biomasa persistente*

Para la determinación de esta métrica se tomó en cuenta la abundancia total por sitio de especies con atributos fisonómicos perennes, es decir, especies que presenten hojas o follaje durante todo el año.

La consideración anterior descrita se debe a que el follaje de las especies vegetales provee un importante soporte a la cadena alimenticia y a la estructura del hábitat de la zona.

## 4. *Especies endémicas y nativas*

Dentro de esta métrica se consideraron las especies endémicas y nativas al hábitat, municipio, estado y país. Las especies endémicas tienden a disminuir su abundancia, en función del grado de disturbio o alteración, de tal modo que efectos negativos en la comunidad o en el hábitat provocan una declinación en sus poblaciones.

El cálculo se realizó a partir de la abundancia total de especies endémicas y nativas. Al igual que en la métrica anterior, se hace necesario un inventario de todas aquellas especies de la zona que cumplan esta métrica, con el fin de contabilizarlas y determinar su distribución en la zona.

## 5. *Condición de desarrollo (Especies oportunistas)*

La aplicación de esta métrica está basada en el concepto de sucesión de especies dentro de un ecosistema. Por lo tanto, en esta variable se cuantificó la presencia y desarrollo de las especies oportunistas.

Las especies oportunistas son aquellas que ocupan nuevas áreas con vegetación que se encuentra inestable o con potencial a degradación, se establecen con facilidad y se extienden con rapidez, con el fin de colonizar o persistir dentro de esta vegetación. El establecimiento de las especies oportunistas en una comunidad vegetal se encuentra ligado al disturbio, de tal forma que, entre mayor número de especies oportunistas o invasoras presente un sitio, el grado de sucesión o degradación es mayor.

#### 6. *Dominancia / Abundancia de especies*

Hace referencia a la proporción de las especies que muestran una mayor densidad poblacional o en su caso una mayor cobertura de la superficie de la comunidad. Para fines del presente análisis, se tomó en cuenta la abundancia del total de individuos por sitio de muestreo, respecto al total de individuos en todos los muestreos. El disturbio o la afectación propician que un mayor número de especies de la comunidad disminuya su densidad y que solo algunas cuantas especies incrementen su número, de tal manera que se establece un desequilibrio en la comunidad.

El cálculo se realizó con la suma de los individuos de las tres especies más abundantes dividida por el total de individuos, esto por cada sitio. A continuación, se presenta la fórmula utilizada:

$$S_1+S_2+S_3/Tb$$

Donde:

$S_1$ = Individuos de la primera especie más abundante del sitio

$S_2$ = Individuos de la segunda especie más abundante del sitio

$S_3$ = Individuos de la tercera especie más abundante del sitio

$Tb$ = Total de individuos por sitio de muestreo

#### 7. *Categoría de protección o estatus*

Se refiere a las especies bajo protección de la NOM-059, su respuesta es conforme se incrementan los factores de alteración se incrementará el número de especies comunes y disminuirá el número de especies en categoría especial. De manera que, generalmente los sitios que presentan mayor número de especies en NOM-059 son los sitios menos perturbados, dado que las condiciones del hábitat se mantienen estables.

Las métricas o variables anteriores se sometieron al método de ordenación. Se seleccionó un rango de valores en una escala ordinal de 0 a 6 y se utilizó la distribución de valores de los percentiles donde a los valores de cada métrica por debajo del percentil 25 se les asigna el valor de 0, a los valores de las métricas entre el percentil 25 y el 50 se asigna el valor de 2, a los del percentil 50 al 75 se asigna el valor de 4 y mayores al percentil 75 se asigna el valor de 6, con base a la metodología desarrollada por (Shoji-Sanchez, 2005).

Cabe mencionar que, para el análisis anterior descrito, se utilizó la información recabada en campo con base al error de muestro del 10% y confiabilidad del 95%. Se realizaron 122 sitios de muestreo de vegetación, además se realizaron curvas de acumulación de especies para comprobar la eficiencia del



muestreo, la descripción completa de metodología de muestreo se presenta en el apartado “IV.2.1.2.1.2 Metodología”.

### ***Cálculos de las métricas aplicadas***

Con los datos obtenidos por métrica, se realizó una matriz de valoración para presentar la relación que existe entre cada uno de los sitios de muestro y las métricas estudiadas, así mismo se calculó el valor del IIEV bruto y el IIEV final, en lo cual se utilizó la formula siguiente:

$$V_b = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 \dots$$

Donde:

$V_b$  = Valor bruto del IIEV

$P_n$  = Puntaje de cada una de las métricas en el bloque

Y para el valor final del Índice de Integridad Ecológica de la Vegetación fue calculado a partir de la fórmula:

$$V_f = V_b * 100 / 42$$

Donde:

$V_f$  = Valor final del IIEV

42 = Valor constante asignado resultado de la calificación mayor posible, es decir 6 y las métricas utilizadas 7.

Con el resultado del IIEV final fue posible categorizar la condición de cada uno de los sitios de muestreo, en la cual se asignó una calificación cualitativa a cada valor, con base al cálculo de percentiles (Tabla 4. 82).

**Tabla 4. 82. Asignación de condición de la integridad ecológica de la vegetación**

Condición	Excelente	Buena	Regular	Pobre
Valor	> 47.62	47.62 – 42.86	38.10 – 33.33	< 33.33
Percentil de los valores finales de IIEV	0.75	0.5		0.25

### ***Modelo de Interpolación del IIEV***

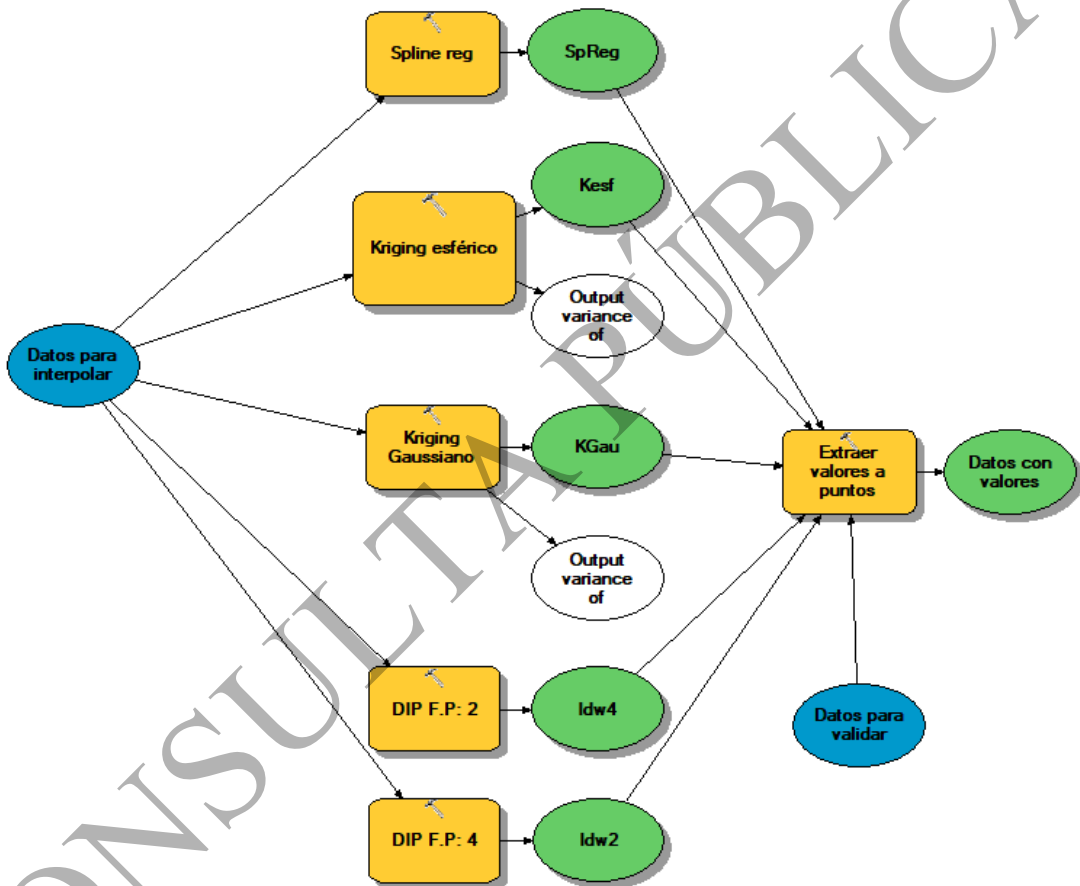
Para reflejar de manera puntual y visible el resultado del IIEV se realizó un Modelo de Interpolación del Valor del índice por cada sitio de muestreo, mediante la metodología de “Selección de método de interpolación por método de validación cruzada”.

### ***Selección de datos***

Para la validación de los datos se seleccionó el 10% de los mismos y el 90% para realizar la interpolación.

**Modelación de datos**

Se procedió a realizar la validación cruzada, mediante el programa “ArcGIS 10.5”, con la herramienta de “ModelBuilder”, el cual es un método estadístico que consiste en dividir datos en dos segmentos: uno utilizado para entrenar un modelo y otro utilizado para validarlo (Refaeilzadeh-P, 2009). Se evaluaron los algoritmos de Distancia inversa ponderada con factor de ponderación de 2 (IDW, por sus siglas en inglés), Kriging ordinario esférico (KOE), Kriging ordinario gaussiano (KOG), Kriging universal con regresión lineal (KUL) y Spline de regularización con un factor de peso de 0.1 (Figura 4. 92).



**Figura 4. 92. Validación cruzada con “ModelBuilder” en ArcGIS.**

#### ***IV.3.2.1.3. Resultados***

En el presente apartado se presentan los resultados de la composición, estructura y diversidad de la vegetación de las áreas de estudio.

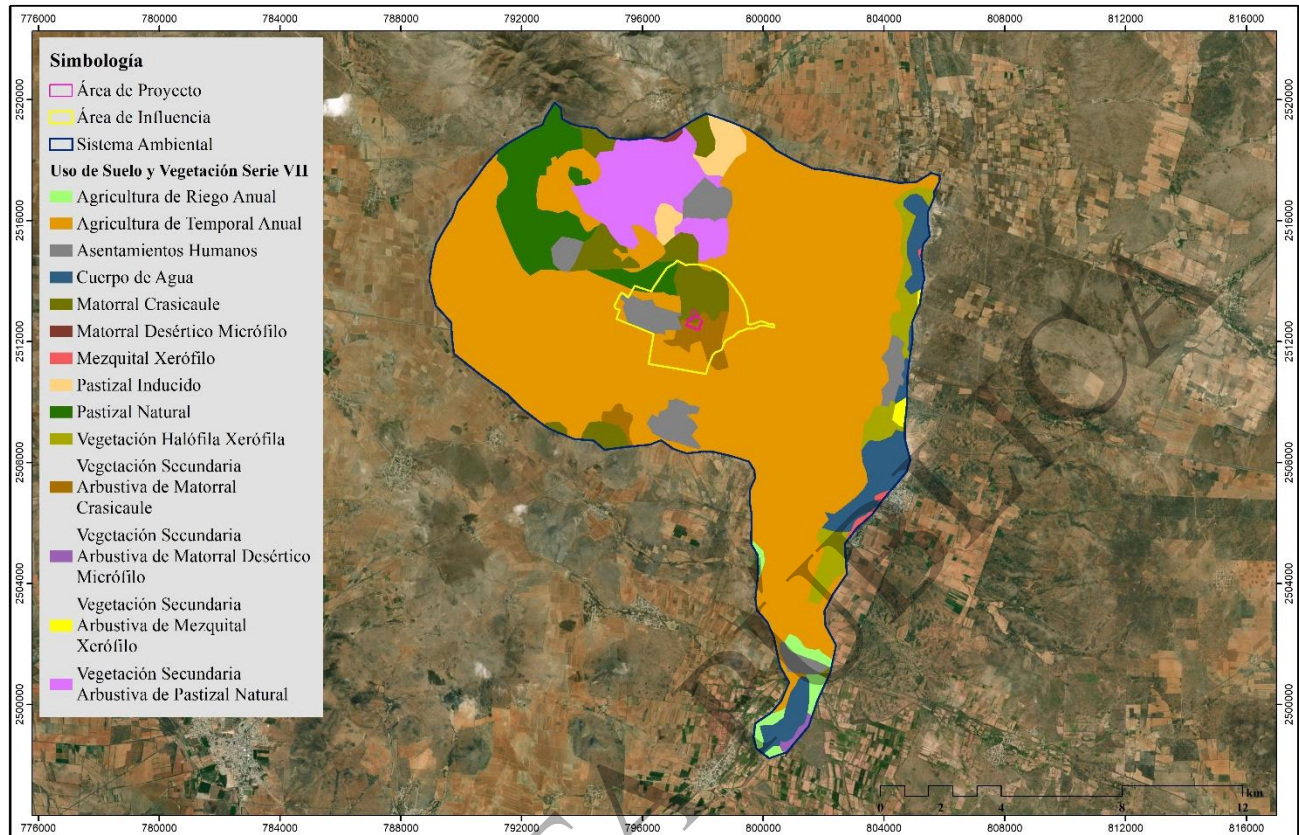
#### ***IV.3.2.1.3.1. Descripción y caracterización de la vegetación en el Sistema Ambiental***

#### ***IV.3.2.1.3.1.1. Tipos de vegetación en el Sistema Ambiental***

La clasificación más reciente propuesta por INEGI en la información temática de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII (INEGI, 2018) muestra que los tipos de vegetación presentes en el SA son los siguientes (Figura 4. 93):

- 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 arbustiva de mezquital xerófilo
- Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural

CONSULTA PÚBLICA

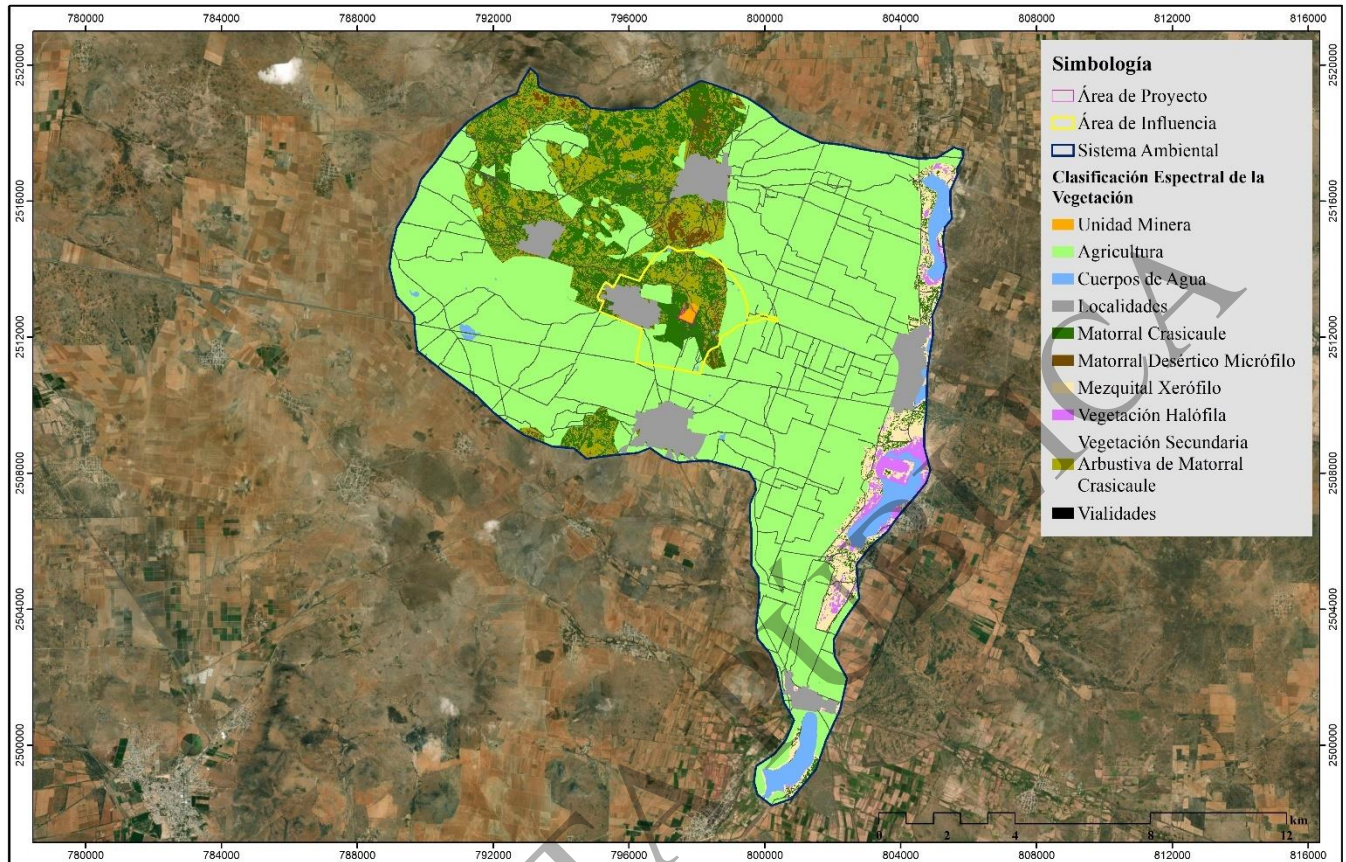


**Figura 4. 93. Uso de suelo y vegetación Serie VII INEGI en el SA**

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 dentro el SA (Figura 4. 94), los cuales son:

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





**Figura 4. 94. Distribución de los tipos de vegetación para el SA con base en el trabajo de campo y clasificación espectral**

En el **Anexo 4.18** se presentan la clasificación espectral de la vegetación del SA.

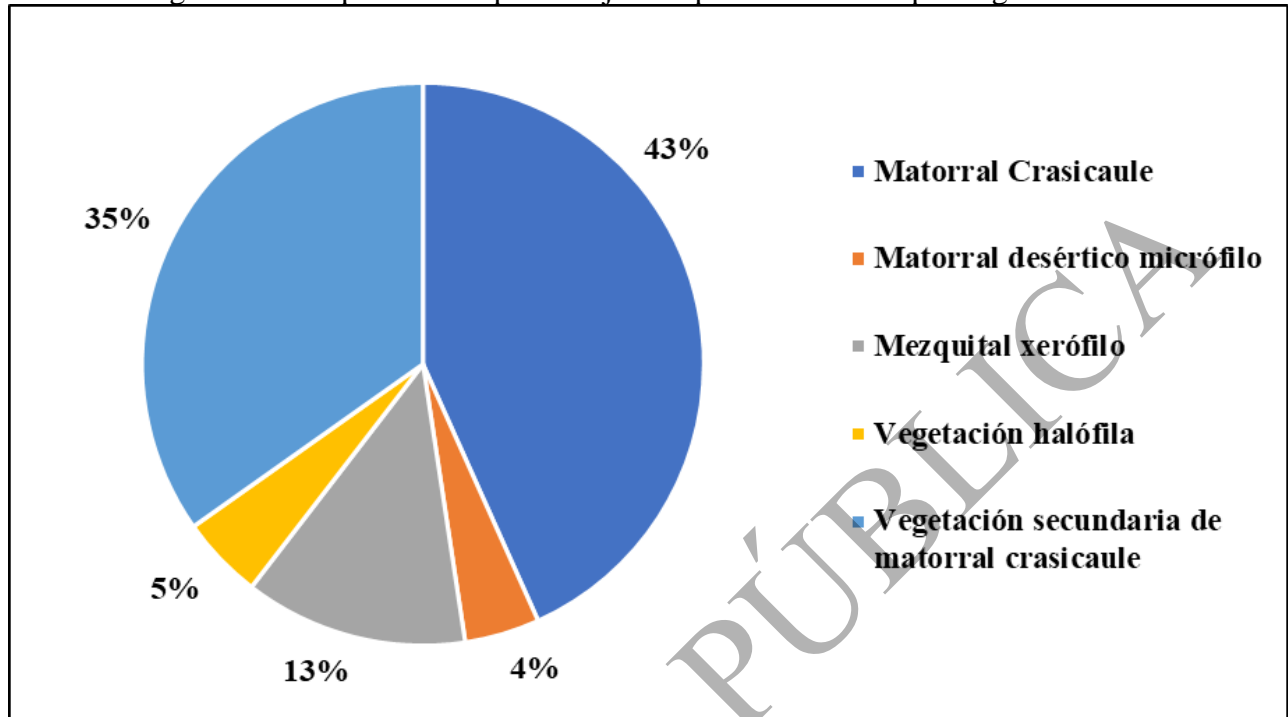
En el **Anexo 4.19** se presentan fotografías con algunas especies y los tipos de vegetación observados en el SA.

A continuación, en la Tabla 4. 83 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. 83. Superficie por tipo de vegetación dentro del SA**

No.	Tipo de Vegetación	Área (ha)
1	Matorral Crasicaule	1949.71
2	Matorral desértico micrófilo	194.59
3	Mezquital xerófilo	579.26
4	Vegetación halófila	214.53
5	Vegetación secundaria de matorral crasicaule	1567.10
<b>Total</b>		<b>4505.19</b>

En la Figura 4. 95 se presenta en porcentaje la superficie cubierta por vegetación del SA.



**Figura 4. 95. Porcentaje de superficie de los tipos de vegetación del SA**

#### *Matorral crasicaule (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*, *Acacia*, *Dalea*, *Prosopis*, *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 “Calsisoles”, los cuales son suelos con acumulación secundaria sustancial de carbonatos de calcio con presencia de un horizonte petrocalcico. 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*, *Acacia* 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 *Atriplex* spp., *Suaeda* spp., *Frankenia* y *Limonium*, así como en menor proporción *Sesuvium* spp. y *Eragrostis obtusiflora*.

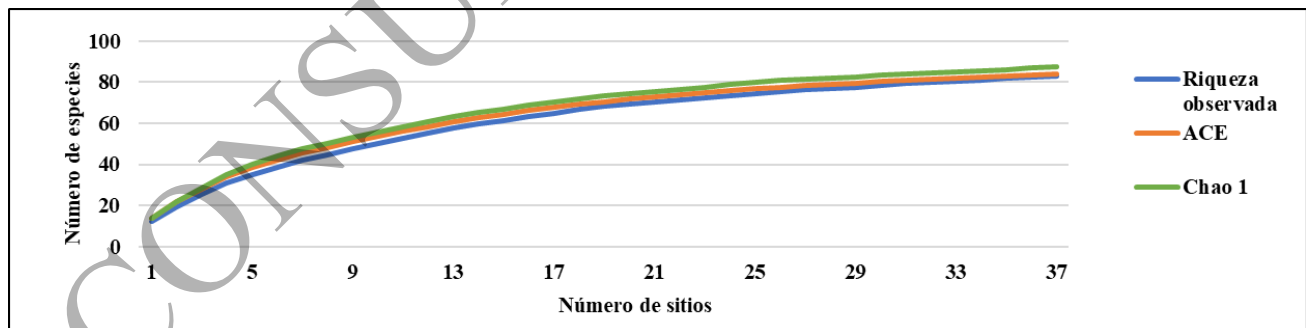
#### *Vegetación secundaria de matorral crasicaule (VsaMC)*

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 VsaMC, 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.3.2.1.3.1.2. 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 83 especies de plantas vasculares, la cual alcanza una asíntota definida a partir de los 37 sitios de muestreo (Figura 4. 96).



**Figura 4. 96. Curva de acumulación de especies observadas y estimadas del SA**

Respecto a lo estimado por ACE y Chao 1, se obtuvo una representatividad del 99.74% y 99.43 % 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 SA.

#### IV.3.2.1.3.1.3. Riqueza florística del Sistema Ambiental

La riqueza florística del SA incluye 30 familias, 65 géneros y 83 especies de plantas vasculares. En la Tabla 4. 84 se presenta el listado florístico para el SA.

**Tabla 4. 84. Listado florístico del Sistema Ambiental**

No.	Familia	Genero	Especie	Autor	Nombre común
1	Aizoaceae	Sesuvium	<i>Sesuvium verrucosum</i>	Raf.	Romerillos
2	Amaranthaceae	Salsola	<i>Salsola kali</i>	L.	Rodadora
3		Suaeda	<i>Suaeda nigra</i>	(Raf.) J.F. Macbr.	Romerito
4	Anacardiaceae	Rhus	<i>Rhus microphylla</i>	Engelm.	Agrillo
5	Apocynaceae	Asclepias	<i>Asclepias linaria</i>	Cav.	Pinillo
6	Asparagaceae	Dasyliion	<i>Dasyliion acrotrichum</i>	(Schiede) Zucc.	Sotol verde
7		Yucca	<i>Yucca carnerosana</i>	(Trel.) McKelvey	Chochas
8			<i>Yucca filifera</i>	Chabaud	Palma china
9		Agave	<i>Agave scabra</i>	Ortega	Maguey áspero
10	Asphodelaceae	Asphodelus	<i>Asphodelus fistulosus</i>	L.	Cebollín del Mediterráneo
11	Asteraceae	Ageratum	<i>Ageratum corymbosum</i>	Zuccagni	Cielitos
12		Brickellia	<i>Brickellia veronicifolia</i>	(Kunth) A. Gray	Peisto
13		Dyssodia	<i>Dyssodia papposa</i>	(Vent.) Hitchc.	Flamenquilla
14		Flourensia	<i>Flourensia cernua</i>	DC.	Hojasen
15		Gymnosperma	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	(Spreng.) Less.	Tatalencho
16		Isocoma	<i>Isocoma veneta</i>	(Kunth) Greene	Falsa damiana
17		Parthenium	<i>Parthenium incanum</i>	Kunth	Mariola
18		Thymophylla	<i>Thymophylla pentachaeta</i>	(DC.) Small	Limoncillo
19			<i>Thymophylla setifolia</i>	Lag.	Parraleña
20		Trixis	<i>Trixis angustifolia</i>	DC.	Hierba del aire
21		Xanthisma	<i>Xanthisma spinulosum</i>	(Pursh) D.R. Morgan & R.L. Hartm.	S/N
22		Zinnia	<i>Zinnia acerosa</i>	(DC.) A. Gray	Zinia del desierto
23		Brassicaceae	Lepidium	<i>Lepidium virginicum</i>	L.
24	Bromeliaceae	Hechtia	<i>Hechtia podantha</i>	Mez	Córdon
25		Tillandsia	<i>Tillandsia recurvata</i>	(L.) L.	Paixtle
26	Cactaceae	Coryphantha	<i>Coryphantha hintoniorum</i>	Dicht & A. Lüthy	Biznaga partida
27		Cylindropuntia	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	(Haw.) F.M. Knuth	Cardenchi
28			<i>Cylindropuntia tunicata</i>	(Lehm.) F.M. Knuth	Abrojo
29		Echinocactus	<i>Echinocactus horzonthalonius</i>	Lem.	Biznaga meloncillo
30		Echinocereus	<i>Echinocereus pectinatus</i>	(Scheidw.) Engelm.	Alicoche peine
31			<i>Echinocereus stramineus</i>	(Engelm.) F. Seitz	Alicoche sanjuanero



No.	Familia	Genero	Especie	Autor	Nombre común
32		Ferocactus	<i>Ferocactus histrix</i>	Lindsay	Biznaga barril de acitrón
33			<i>Ferocactus latispinus</i>	(Haw.) Britton & Rose	Biznaga ganchuda
34		Grusonia	<i>Grusonia bulbispina</i>	(Engelm.) H. Rob.	Choya perritos
35		Mammillaria	<i>Mammillaria crinita</i> subsp. <i>crinita</i>	DC.	Biznaga de espinas pubescentes
36			<i>Mammillaria magnimamma</i>	Haw.	Biznaga de espina solitaria
37			<i>Mammillaria uncinata</i>	Zucc. ex Pfeiff.	Biznaga ganchuda
38		Opuntia	<i>Opuntia microdasys</i>	(Lehm.) Pfeiff.	Nopal cegador
39			<i>Opuntia rastrera</i>	F.A.C. Weber	Nopal rastrero
40			<i>Opuntia robusta</i>	H.L. Wendl. ex Pfeiff.	Nopal camueso
41			<i>Opuntia streptacantha</i>	Lem.	Nopal cardón
42			<i>Opuntia leucotricha</i>	DC.	Nopal duraznillo
43			<i>Opuntia engelmannii</i>	Salm-Dyck ex Engelm.	Nopal cuijo
44		Stenocactus	<i>Stenocactus phyllacanthus</i>	(Mart.) A. Berger ex A.W. Hill	Biznaga ondulada de espinas planas
45		Convolvulaceae	Evolvulus	<i>Evolvulus alsinoides</i>	(L.) L.
46	Ipomoea		<i>Ipomoea purpurea</i>	(L.) Roth	Campanilla morada
47	Ephedraceae	Ephedra	<i>Ephedra compacta</i>	Rose	Sanguinaria
48	Euphorbiaceae	Astragalus	<i>Astragalus mollissimus</i>	Torr.	Hierba loca morada
49		Jatropha	<i>Jatropha dioica</i>	Sessé ex Cerv.	Sangre de drago
50	Fabaceae	Calliandra	<i>Calliandra eriophylla</i>	Benth.	Charrasquillo
51		Dalea	<i>Dalea bicolor</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Engordacabra
52		Mimosa	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Ortega	Espino
53		Prosopis	<i>Prosopis laevigata</i>	(Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	Mezquite blanco
54		Vachellia	<i>Vachellia constricta</i>	(Benth.) Seigler & Ebinger	Chaparro prieto
55	<i>Vachellia schaffneri</i>		(S. Watson) Seigler & Ebinger	Huizache chino	
56	Heliotropiaceae	Heliotropium	<i>Heliotropium curassavicum</i>	L.	Hierba de fuego
57	Lamiaceae	Salvia	<i>Salvia ballotiflora</i>	Benth.	Mejorana
58			<i>Salvia tiliifolia</i>	Vahl	Salvia hoja de tilo
59	Loasaceae	Mentzelia	<i>Mentzelia hispida</i>	Willd.	Zazalic
60	Oleaceae	Forestiera	<i>Forestiera</i> aff. <i>phillyreoides</i>	(Benth.) Torr.	S/N
61	Plantaginaceae	Maurandya	<i>Maurandya antirrhiniflora</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Hierba del corazón

No.	Familia	Genero	Especie	Autor	Nombre común
62	Poaceae	Aristida	<i>Aristida adscensionis</i>	L.	S/N
63			<i>Aristida divaricata</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Tres barbas abierto
64		Bouteloua	<i>Bouteloua hirsuta</i>	Lag.	Gramma
65		Cenchrus	<i>Cenchrus ciliaris</i>	L.	Pasto buffel
66		Distichlis	<i>Distichlis spicata</i>	(L.) Greene	Huizapol
67		Eragrostis	<i>Eragrostis mexicana</i>	(Hornem.) Link	Zacate de agua
68			<i>Eragrostis intermedia</i>	Hitchc.	Zacaté llanero
69		Erioneuron	<i>Erioneuron pulchellum</i>	(Kunth) Tateoka	Pasto borreguero
70		Muhlenbergia	<i>Muhlenbergia emersleyi</i>	Vasey	Cola de zorra
71		Polemoniaceae	Loeselia	<i>Loeselia caerulea</i>	(Cav.) G. Don
72	Portulacaceae	Portulaca	<i>Portulaca oleracea</i>	L.	Verdolaga
73	Pteridaceae	Astrolepis	<i>Astrolepis sinuata</i>	(Lag. ex Sw.) D.M. Benham & Windham	Doradilla ondulada
74	Rhamnaceae	Ceanothus	<i>Ceanothus greggii</i>	A. Gray	Palo de zorrillo
75	Rubiaceae	Bouvardia	<i>Bouvardia ternifolia</i>	(Cav.) Schtdl.	Trompetilla
76	Sapindaceae	Dodonaea	<i>Dodonaea viscosa</i>	Jacq.	Chapulixtle
77	Scrophulariaceae	Buddleja	<i>Buddleja marrubifolia</i>	Benth.	Azafrán
78			<i>Buddleja scordioides</i>	Kunth	Escobilla
79	Solanaceae	Lycium	<i>Lycium berlandieri</i>	Dunal	Cilindrillo
80		Solanum	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Cav.	Pera
81			<i>Solanum rostratum</i>	Dunal	Ayohuiztle
82	Verbenaceae	Aloysia	<i>Aloysia gratissima</i>	(Gillies & Hook.) Tronc.	Vara dulce
83	Zygophyllaceae	Larrea	<i>Larrea tridentata</i>	(DC.) Coville	Gobernadora

La familia del SA mejor representada es Cactaceae con 9 géneros y 19 especies, que representa el 22% del total de especies enlistadas, seguido de Asteraceae con 11 géneros y 12 especies, que representa el 14% y, en tercer lugar, Poaceae con 7 géneros y 9 especies, es decir, el 10% del total enlistado. Los grupos de plantas mejor representados son característicos de los diversos tipos de vegetación presentes en este polígono.

#### **IV.3.2.1.3.1.4. Especies catalogadas bajo protección y de importancia para su conservación en el Sistema Ambiental**

Para la identificación de las especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana 059 SEMARNAT 2010, se revisó la publicación más reciente con una modificación del Anexo normativo III, publicada en el Diario Oficial de la Federación con fecha del 14/11/2019.

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, mismas que se describen a continuación.

En los sitios de muestreo realizados en el Sistema Ambiental, se logró identificar la presencia de tres especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana 059- SEMARNAT-2010 (Tabla 4. 85). Una de ellas pertenece a la familia Asparagaceae y dos a Cactaceae.

**Tabla 4. 85. Listado de especies vegetales bajo protección dentro del Sistema Ambiental**

No.	Familia	Género	Especie	Autor	Nombre común	Nom-059 Categoría	Nom-059 Distribución
1	Asparagaceae	Dasyllirion	<i>Dasyllirion acrotrichum</i>	(Schiede) Zucc.	Sotol verde	A	Endémica
2	Cactaceae	Mammillaria	<i>Mammillaria crinita</i> subsp. <i>crinita</i>	DC.	Biznaga de espinas pubescentes	Pr	Endémica
3		Ferocactus	<i>Ferocactus histrix</i>	Lindsay	Biznaga barril de acitrón	Pr	Endémica

Categoría de riesgo: (E) Probablemente extinta en el medio silvestre, (P) En peligro de extinción, (A) Amenazadas, (Pr) Sujetas a protección especial

#### IV.3.2.1.3.1.5. Estructura de la vegetación del Sistema Ambiental

En este apartado se presentan los resultados de los análisis ecológicos en los tipos de vegetación presentes en el SA para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo.

##### *Matorral crasicauale (MC)*

##### *Estrato arbóreo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato arbóreo del tipo de vegetación MC del SA.

**Tabla 4. 86. 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 <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Pro9sopsis laevigata</i>	Mezquite blanco	2	20	100	0.2155923	100	2.00	100.00	300.00
<b>Total</b>			<b>2</b>	<b>20.00</b>	<b>100.00</b>	<b>0.22</b>	<b>100.00</b>	<b>2.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

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

##### *Estrato arbustivo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato arbustivo del tipo de vegetación MC del SA.

**Tabla 4. 87. 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 <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	954	3816.00	56.32	320.10	36.23	5.00	8.20	100.74
2	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Espino	398	1592.00	23.49	268.00	30.33	5.00	8.20	62.02
3	<i>Vachellia constricta</i>	Chaparro prieto	87	348.00	5.14	136.90	15.49	5.00	8.20	28.83
4	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal cuijo	73	292.00	4.31	39.35	4.45	5.00	8.20	16.96
5	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenchi	48	192.00	2.83	33.35	3.77	5.00	8.20	14.80
6	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	36	144.00	2.13	26.60	3.01	5.00	8.20	13.33
7	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite blanco	8	32.00	0.47	12.20	1.38	4.00	6.56	8.41
8	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	8	32.00	0.47	11.40	1.29	3.00	4.92	6.68
9	<i>Asclepias linaria</i>	Pinillo	6	24.00	0.35	3.10	0.35	2.00	3.28	3.98
10	<i>Manfreda scabra</i>	Maguey áspero	4	16.00	0.24	2.30	0.26	2.00	3.28	3.78
11	<i>Ferocactus latispinus</i>	Biznaga ganchuda	4	16.00	0.24	0.82	0.09	2.00	3.28	3.61
12	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal camueso	7	28.00	0.41	8.10	0.92	1.00	1.64	2.97
13	<i>Mammillaria crinita subsp. crinita</i>	Biznaga de espinas pubescentes	20	80.00	1.18	0.63	0.07	1.00	1.64	2.89
14	<i>Grusonia bulbispina</i>	Choya perritos	14	56.00	0.83	1.40	0.16	1.00	1.64	2.62
15	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache chino	4	16.00	0.24	4.70	0.53	1.00	1.64	2.41
16	<i>Lycium berlandieri</i>	Cilindrillo	3	12.00	0.18	3.60	0.41	1.00	1.64	2.22
17	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	2	8.00	0.12	3.50	0.40	1.00	1.64	2.15
18	<i>Yucca filifera</i>	Palma china	3	12.00	0.18	1.50	0.17	1.00	1.64	1.99
19	<i>Parthenium incanum</i>	Mariola	2	8.00	0.12	1.50	0.17	1.00	1.64	1.93
20	<i>Trixis angustifolia</i>	Hierba del aire	1	4.00	0.06	1.20	0.14	1.00	1.64	1.83
21	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	2	8.00	0.12	0.60	0.07	1.00	1.64	1.83
22	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga de espina solitaria	2	8.00	0.12	0.45	0.05	1.00	1.64	1.81
23	<i>Echinocactus horizonthalonius</i>	Biznaga meloncillo	2	8.00	0.12	0.20	0.02	1.00	1.64	1.78
24	<i>Isocoma veneta</i>	Falsa damiana	1	4.00	0.06	0.70	0.08	1.00	1.64	1.78
25	<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo	1	4.00	0.06	0.70	0.08	1.00	1.64	1.78
26	<i>Cylindropuntia tunicata</i>	Abrojo	1	4.00	0.06	0.30	0.03	1.00	1.64	1.73
27	<i>Echinocereus stramineus</i>	Alicoche sanjuanero	1	4.00	0.06	0.20	0.02	1.00	1.64	1.72
28	<i>Echinocereus pectinatus</i>	Alicoche peine	1	4.00	0.06	0.10	0.01	1.00	1.64	1.71
29	<i>Mammillaria uncinata</i>	Biznaga ganchuda	1	4.00	0.06	0.05	0.01	1.00	1.64	1.70
<b>Total</b>			<b>1694</b>	<b>6776.00</b>	<b>100.00</b>	<b>883.55</b>	<b>100.00</b>	<b>61.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

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

#### Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato herbáceo del tipo de vegetación MC del SA.



**Tabla 4. 88. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato herbáceo presente en el MC del SA**

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Erioneuron pulchellum</i>	Pasto borreguero	5037	125925.00	69.96	503.70	39.66	4.00	25.00	134.62
2	<i>Aristida divaricata</i>	Tres barbas abierto	707	17675.00	9.82	425.90	33.54	3.00	18.75	62.11
3	<i>Aristida adscensionis</i>	S/N	325	8125.00	4.51	162.50	12.80	1.00	6.25	23.56
4	<i>Loeselia caerulea</i>	Jarillo	504	12600.00	7.00	16.46	1.30	2.00	12.50	20.80
5	<i>Bouteloua hirsuta</i>	Gramma	213	5325.00	2.96	85.20	6.71	1.00	6.25	15.92
6	<i>Asphodelus fistulosus</i>	Cebollín del Mediterráneo	87	2175.00	1.21	43.50	3.43	1.00	6.25	10.88
7	<i>Tillandsia recurvata</i>	Paixtle	132	3300.00	1.83	13.20	1.04	1.00	6.25	9.12
8	<i>Zinnia acerosa</i>	Zinia del desierto	73	1825.00	1.01	7.30	0.57	1.00	6.25	7.84
9	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	70	1750.00	0.97	7.00	0.55	1.00	6.25	7.77
10	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Pera	52	1300.00	0.72	5.20	0.41	1.00	6.25	7.38
<b>Total</b>			<b>7200</b>	<b>180000.00</b>	<b>100.00</b>	<b>1269.96</b>	<b>100.00</b>	<b>16.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

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

En cuanto a la abundancia de cada uno de los elementos en comparación con el resto de las especies, las más importantes entre los estratos superior (arbóreo) y medio (arbustivo) son *Jatropha dioica*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Vachellia constricta*, respectivamente. A pesar de que el estrato arbóreo está presente, no se considera que tenga una alta representatividad, pues la única especie ocurrida es *Prosopis laevigata*. Estas especies son comúnmente propias de este tipo de vegetación (Rzedowski, 2006). Asimismo, en las especies herbáceas se presenta baja representatividad, además de algunas especies catalogadas como malezas. Lo anterior sugiere un comportamiento ecológico con una estructura y composición de la vegetación estable.

*Matorral desértico micrófilo (MDM)*

*Estrato arbóreo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato arbóreo del MDM del SA.

**Tabla 4. 89. 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 <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Yucca filifera</i>	Palma china	1	20.00	100.00	0.79	100.00	1.00	100.00	300.00
<b>Total</b>			<b>1</b>	<b>20.00</b>	<b>100.00</b>	<b>0.79</b>	<b>100.00</b>	<b>1.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

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

*Estrato arbustivo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato arbustivo del MDM del SA.

**Tabla 4. 90. 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 <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	585	2925.00	30.71	176.90	19.93	4.00	8.70	59.33
2	<i>Manfreda scabra</i>	Doradilla ondulada	350	1750.00	18.37	123.00	13.85	1.00	2.17	34.40
3	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Espino	189	945.00	9.92	119.70	13.48	4.00	8.70	32.10
4	<i>Flourensia cernua</i>	Hojasen	150	750.00	7.87	119.00	13.40	1.00	2.17	23.45
5	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	76	380.00	3.99	86.90	9.79	4.00	8.70	22.47
6	<i>Hechtia podantha</i>	Córdon	173	865.00	9.08	86.70	9.77	1.00	2.17	21.02
7	<i>Calliandra eriophylla</i>	Charrasquillo	150	750.00	7.87	59.10	6.66	2.00	4.35	18.88
8	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenchi	31	155.00	1.63	12.70	1.43	4.00	8.70	11.75
9	<i>Salvia ballotiflora</i>	Mejorana	54	270.00	2.83	28.30	3.19	2.00	4.35	10.37
10	<i>Vachellia constricta</i>	Chaparro prieto	16	80.00	0.84	20.50	2.31	3.00	6.52	9.67
11	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal cuijo	17	85.00	0.89	8.75	0.99	2.00	4.35	6.23
12	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Peisto	13	65.00	0.68	5.30	0.60	2.00	4.35	5.63
13	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	7	35.00	0.37	7.20	0.81	2.00	4.35	5.53
14	<i>Ferocactus histrix</i>	Biznaga barril de acitrón	43	215.00	2.26	9.22	1.04	1.00	2.17	5.47
15	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite blanco	2	10.00	0.10	1.00	0.11	2.00	4.35	4.57
16	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	13	65.00	0.68	10.20	1.15	1.00	2.17	4.01
17	<i>Ephedra compacta</i>	Sanguinaria	20	100.00	1.05	2.00	0.23	1.00	2.17	3.45
18	<i>Rhus microphylla</i>	Agrillo	3	15.00	0.16	4.10	0.46	1.00	2.17	2.79
19	<i>Yucca filifera</i>	Palma china	3	15.00	0.16	1.10	0.12	1.00	2.17	2.46
20	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache chino	1	5.00	0.05	1.90	0.21	1.00	2.17	2.44
21	<i>Opuntia microdasys</i>	Nopal cegador	3	15.00	0.16	0.90	0.10	1.00	2.17	2.43
22	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	1	5.00	0.05	1.80	0.20	1.00	2.17	2.43
23	<i>Buddleja scordioides</i>	Escobilla	2	10.00	0.10	1.20	0.14	1.00	2.17	2.41
24	<i>Echinocactus horizonthalonius</i>	Biznaga meloncillo	1	5.00	0.05	0.10	0.01	1.00	2.17	2.24
25	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga de espina solitaria	1	5.00	0.05	0.10	0.01	1.00	2.17	2.24
26	<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo	1	5.00	0.05	0.10	0.01	1.00	2.17	2.24
<b>Total</b>			<b>1905</b>	<b>9525.00</b>	<b>100.00</b>	<b>887.77</b>	<b>100.00</b>	<b>46.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

*Estrato herbáceo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato herbáceo del MDM del SA.

**Tabla 4. 91. 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 <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Aristida adscensionis</i>	S/N	650	16250.00	22.26	400.00	49.68	2.00	20.00	91.94
2	<i>Erioneuron pulchellum</i>	Pasto borreguero	1080	27000.00	36.99	108.00	13.41	2.00	20.00	70.40
3	<i>Aristida divaricata</i>	Tres barbas abierto	600	15000.00	20.55	180.00	22.36	1.00	10.00	52.91
4	<i>Loeselia caerulea</i>	Jarillo	240	6000.00	8.22	12.10	1.50	3.00	30.00	39.72
5	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Pasto buffel	250	6250.00	8.56	100.00	12.42	1.00	10.00	30.98
6	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	100	2500.00	3.42	5.00	0.62	1.00	10.00	14.05
<b>Total</b>			<b>2920</b>	<b>73000.00</b>	<b>100.00</b>	<b>805.10</b>	<b>100.00</b>	<b>10.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

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 del IVI. Se enlistan además especies que normalmente representan otros tipos de vegetación comúnmente asociados al MDM, por ejemplo, *Echinocactus horizonthalonius* y *Hechtia podantha* (Rzedowski, 2006). Derivado de lo anterior, se asume que el comportamiento ecológico para este tipo de vegetación no es estable y posiblemente se encuentre en fase de sucesión.

#### *Mezquital Xerófilo (MKX)*

#### *Estrato arbóreo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato arbóreo del MKX del SA.

**Tabla 4. 92. 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 <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite blanco	59	168.57	85.51	3.75	74.45	7.00	70.00	229.96
2	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	8	22.86	11.59	1.24	24.55	1.00	10.00	46.14
3	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache chino	2	5.71	2.90	0.05	1.00	2.00	20.00	23.90
<b>Total</b>			<b>69</b>	<b>197.14</b>	<b>100.00</b>	<b>5.04</b>	<b>100.00</b>	<b>10.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

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

#### *Estrato arbustivo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato arbustivo del MKX del SA.

**Tabla 4. 93. 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 <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite blanco	349	634.55	34.52	634.75	66.37	11.00	14.29	115.18
2	<i>Isocoma veneta</i>	Falsa damiana	183	332.73	18.10	72.60	7.59	7.00	9.09	34.78
3	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal cuijo	25	45.45	2.47	13.00	1.36	9.00	11.69	15.52
4	<i>Parthenium incanum</i>	Mariola	79	143.64	7.81	35.00	3.66	3.00	3.90	15.37
5	<i>Vachellia constricta</i>	Chaparro prieto	43	78.18	4.25	50.90	5.32	3.00	3.90	13.47
6	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenchi	28	50.91	2.77	14.70	1.54	7.00	9.09	13.40
7	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	76	138.18	7.52	23.80	2.49	1.00	1.30	11.30
8	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Espino	36	65.45	3.56	32.60	3.41	3.00	3.90	10.87
9	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	28	50.91	2.77	30.50	3.19	3.00	3.90	9.85
10	<i>Asphodelus fistulosus</i>	Cebollín del Mediterráneo	50	90.91	4.95	11.40	1.19	2.00	2.60	8.74
11	<i>Buddleja scordioides</i>	Escobilla	13	23.64	1.29	3.90	0.41	4.00	5.19	6.89
12	<i>Echinocereus pectinatus</i>	Alicoche peine	20	36.36	1.98	0.81	0.08	3.00	3.90	5.96
13	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Peisto	8	14.55	0.79	2.70	0.28	3.00	3.90	4.97
14	<i>Echinocereus stramineus</i>	Alicoche sanjuanero	8	14.55	0.79	2.35	0.25	2.00	2.60	3.63
15	<i>Grusonia bulbispina</i>	Choya perritos	22	40.00	2.18	1.10	0.12	1.00	1.30	3.59
16	<i>Forestiera aff. phillyreoides</i>	S/N	4	7.27	0.40	2.80	0.29	2.00	2.60	3.29
17	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache chino	2	3.64	0.20	2.10	0.22	2.00	2.60	3.01
18	<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo	2	3.64	0.20	1.40	0.15	2.00	2.60	2.94
19	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	11	20.00	1.09	4.40	0.46	1.00	1.30	2.85
20	<i>Ferocactus latispinus</i>	Biznaga ganchuda	2	3.64	0.20	0.25	0.03	2.00	2.60	2.82
21	<i>Buddleja marrubifolia</i>	Azafrán	6	10.91	0.59	3.60	0.38	1.00	1.30	2.27
22	<i>Cylindropuntia tunicata</i>	Abrojo	8	14.55	0.79	1.30	0.14	1.00	1.30	2.23
23	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	2	3.64	0.20	5.80	0.61	1.00	1.30	2.10
24	<i>Dalea bicolor</i>	Engordacabra	4	7.27	0.40	2.80	0.29	1.00	1.30	1.99
25	<i>Yucca filifera</i>	Palma china	1	1.82	0.10	1.20	0.13	1.00	1.30	1.52
26	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	1	1.82	0.10	0.60	0.06	1.00	1.30	1.46
<b>Total</b>			<b>1011</b>	<b>1838.18</b>	<b>100.00</b>	<b>956.36</b>	<b>100.00</b>	<b>77.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

*Estrato herbáceo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato herbáceo del MKX del SA.



**Tabla 4. 94. 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 <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Aristida divaricata</i>	Tres barbas abierto	2200	20000.00	24.55	1366.00	51.63	5.00	17.24	93.42
2	<i>Eragrostis intermedia</i>	Zacate llanero	963	8754.55	10.75	463.20	17.51	3.00	10.34	38.60
3	<i>Tillandsia recurvata</i>	Paixtle	1780	16181.82	19.86	86.00	3.25	3.00	10.34	33.46
4	<i>Eragrostis mexicana</i>	Zacate de agua	1170	10636.36	13.06	294.00	11.11	1.00	3.45	27.62
5	<i>Aristida adscensionis</i>	S/N	1300	11818.18	14.51	195.00	7.37	1.00	3.45	25.33
6	<i>Salvia tiliifolia</i>	Salvia hoja de tilo	300	2727.27	3.35	66.90	2.53	4.00	13.79	19.67
7	<i>Erioneuron pulchellum</i>	Pasto borreguero	700	6363.64	7.81	70.00	2.65	1.00	3.45	13.91
8	<i>Parthenium incanum</i>	Mariola	79	718.18	0.88	32.30	1.22	2.00	6.90	9.00
9	<i>Dyssodia papposa</i>	Flamenquilla	120	1090.91	1.34	10.00	0.38	2.00	6.90	8.61
10	<i>Ceanothus greggii</i>	Palo de zorrillo	160	1454.55	1.79	16.00	0.60	1.00	3.45	5.84
11	<i>Lepidium virginicum</i>	Lentejilla	60	545.45	0.67	18.00	0.68	1.00	3.45	4.80
12	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	60	545.45	0.67	6.00	0.23	1.00	3.45	4.34
13	<i>Thymophylla setifolia</i>	Parraleña	40	363.64	0.45	8.00	0.30	1.00	3.45	4.20
14	<i>Astragalus mollissimus</i>	Hierba loca morada	12	109.09	0.13	7.20	0.27	1.00	3.45	3.85
15	<i>Maurandya antirrhiniflora</i>	Hierba del corazón	7	63.64	0.08	5.60	0.21	1.00	3.45	3.74
16	<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga	10	90.91	0.11	1.75	0.07	1.00	3.45	3.63
<b>Total</b>			<b>8961</b>	<b>81463.64</b>	<b>100.00</b>	<b>2645.95</b>	<b>100.00</b>	<b>29.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

El estrato arbóreo y arbustivo para este tipo de vegetación muestra representantes propios de ella con los valores más altos del IVI. *Prosopis 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 y el IVI calculado para el estrato herbáceo de la VH del SA.

**Tabla 4. 95. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato herbáceo presente en la VH del SA**

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Distichlis spicata</i>	Huizapol	2053	29328.57	39.12	205.30	46.90	6.00	20.69	106.71
2	<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga	832	11885.71	15.85	59.53	13.60	5.00	17.24	46.69
3	<i>Heliotropium curassavicum</i>	Hierba de fuego	541	7728.57	10.31	46.46	10.61	4.00	13.79	34.71
4	<i>Xanthisma spinulosum</i>	S/N	312	4457.14	5.95	21.10	4.82	3.00	10.34	21.11
5	<i>Suaeda nigra</i>	Romerito	290	4142.86	5.53	21.87	5.00	3.00	10.34	20.87
6	<i>Eragrostis mexicana</i>	Zacate de agua	550	7857.14	10.48	27.50	6.28	1.00	3.45	20.21
7	<i>Maurandya antirrhiniflora</i>	Hierba del corazón	264	3771.43	5.03	20.14	4.60	2.00	6.90	16.53
8	<i>Thymophylla pentachaeta</i>	Limoncillo	194	2771.43	3.70	21.10	4.82	2.00	6.90	15.41
9	<i>Sesuvium verrucosum</i>	Romerillos	168	2400.00	3.20	9.16	2.09	1.00	3.45	8.74
10	<i>Evolvulus alsinoides</i>	Pico de pájaro	32	457.14	0.61	3.20	0.73	1.00	3.45	4.79
11	<i>Astragalus mollissimus</i>	Hierba loca morada	12	171.43	0.23	2.40	0.55	1.00	3.45	4.23
<b>Total</b>			<b>5248</b>	<b>74971.43</b>	<b>100.00</b>	<b>437.76</b>	<b>100.00</b>	<b>29.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

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 de Matorral Crasicaule (VsaMC)*

*Estrato arbóreo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato arbóreo de la VsaMC del SA.

**Tabla 4. 96. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en la VsaMC del SA**

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite blanco	2	20.00	66.67	0.11	63.43	1.00	50.00	180.10
2	<i>Yucca filifera</i>	Palma china	1	10.00	33.33	0.06	36.57	1.00	50.00	119.90
<b>Total</b>			<b>3</b>	<b>30.00</b>	<b>100.00</b>	<b>0.17</b>	<b>100.00</b>	<b>2.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

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

*Estrato arbustivo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato arbustivo de la VsamC del SA.

**Tabla 4. 97. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbustivo presente en la VsamC del SA**

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	1934	3868	40.26	594.95	24.43	9	7.63	72.32
2	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Espino	1234	2468	25.69	921.4	37.84	9	7.63	71.16
3	<i>Dalea bicolor</i>	Engordacabra	347	694	7.22	210.4	8.64	5	4.24	20.1
4	<i>Vachellia constricta</i>	Chaparro prieto	145	290	3.02	154.8	6.36	8	6.78	16.16
5	<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo	159	318	3.31	62.85	2.58	7	5.93	11.82
6	<i>Hechtia podantha</i>	Córdon	273	546	5.68	92.1	3.78	1	0.85	10.31
7	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenchi	36	72	0.75	24.05	0.99	9	7.63	9.36
8	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal cuijo	78	156	1.62	41.15	1.69	7	5.93	9.25
9	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	44	88	0.92	53.5	2.2	7	5.93	9.05
10	<i>Calliandra eriophylla</i>	Charrasquillo	172	344	3.58	59.8	2.46	3	2.54	8.58
11	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite blanco	23	46	0.48	40.3	1.66	6	5.08	7.22
12	<i>Thymophylla pentachaeta</i>	Limoncillo	79	158	1.64	50.1	2.06	2	1.69	5.4
13	<i>Aloysia gratissima</i>	Vara dulce	34	68	0.71	50.6	2.08	2	1.69	4.48
14	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	35	70	0.73	18.3	0.75	3	2.54	4.02
15	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga de espina solitaria	22	44	0.46	3.85	0.16	4	3.39	4.01
16	<i>Ferocactus histrix</i>	Biznaga barril de acitrón	11	22	0.23	3.04	0.12	4	3.39	3.74
17	<i>Astrolepis sinuata</i>	Doradilla ondulada	22	44	0.46	5.2	0.21	3	2.54	3.21
18	<i>Senocactus phyllacanthus</i>	Biznaga ondulada de espinas planas	47	94	0.98	3.87	0.16	2	1.69	2.83
19	<i>Yucca filifera</i>	Palma china	6	12	0.12	3.1	0.13	3	2.54	2.79
20	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache chino	3	6	0.06	10.7	0.44	2	1.69	2.2
21	<i>Cylindropuntia tunicata</i>	Abrojo	9	18	0.19	1.35	0.06	2	1.69	1.94
22	<i>Ageratum corymbosum</i>	Cielitos	28	56	0.58	10.1	0.41	1	0.85	1.85
23	<i>Trixis angustifolia</i>	Hierba del aire	3	6	0.06	0.9	0.04	2	1.69	1.79
24	<i>Coryphantha hintoniorum</i>	Biznaga partida	2	4	0.04	0.1	0	2	1.69	1.74

25	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Peisto	10	20	0.21	5.4	0.22	1	0.85	1.28
26	<i>Grusonia bulbispina</i>	Choya perritos	18	36	0.37	1.2	0.05	1	0.85	1.27
27	<i>Dasylyrion acrotrichum</i>	Sotol verde	4	8	0.08	2.6	0.11	1	0.85	1.04
28	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	5	10	0.1	1.6	0.07	1	0.85	1.02
29	<i>Mammillaria crinita subsp. crinita</i>	Biznaga de espinas pubescentes	7	14	0.15	0.31	0.01	1	0.85	1.01
30	<i>Dodonea viscosa</i>	Chapulixtle	1	2	0.02	2.1	0.09	1	0.85	0.95
31	<i>Salvia ballotiflora</i>	Mejorana	2	4	0.04	1.3	0.05	1	0.85	0.94
32	<i>Opuntia microdasys</i>	Nopal cegador	3	6	0.06	0.3	0.01	1	0.85	0.92
33	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal camueso	1	2	0.02	1.1	0.05	1	0.85	0.91
34	<i>Isocoma veneta</i>	Falsa damiana	1	2	0.02	0.8	0.03	1	0.85	0.9
35	<i>Yucca carnerosana</i>	Chochas	1	2	0.02	0.7	0.03	1	0.85	0.9
36	<i>Echinocereus pectinatus</i>	Alicoche peine	2	4	0.04	0.11	0	1	0.85	0.89
37	<i>Manfreda scabra</i>	Maguey áspero	1	2	0.02	0.3	0.01	1	0.85	0.88
38	<i>Echinocereus stramineus</i>	Alicoche sanjuanero	1	2	0.02	0.3	0.01	1	0.85	0.88
39	<i>Ferocactus latispinus</i>	Biznaga ganchuda	1	2	0.02	0.22	0.01	1	0.85	0.88
<b>Total</b>			<b>480</b>	<b>9608</b>	<b>100</b>	<b>2434.8</b>	<b>100</b>	<b>118</b>	<b>100</b>	<b>300</b>
			<b>4</b>			<b>5</b>				
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

### Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato herbáceo de la VsaMC del SA.



**Tabla 4. 98. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato herbáceo presente en la VsaMC del SA**

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Aristida divaricata</i>	Tres barbas abierto	3125	31250.00	22.51	1191.00	31.76	6.00	17.65	71.91
2	<i>Aristida adscensionis</i>	S/N	3602	36020.00	25.94	1262.80	33.67	3.00	8.82	68.44
3	<i>Erioneuron pulchellum</i>	Pasto borreguero	3500	35000.00	25.21	350.00	9.33	4.00	11.76	46.31
4	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	750	7500.00	5.40	125.00	3.33	5.00	14.71	23.44
5	<i>Muhlenbergia emersleyi</i>	Cola de zorra	400	4000.00	2.88	240.00	6.40	1.00	2.94	12.22
6	<i>Solanum rostratum</i>	Ayohuiztle	457	4570.00	3.29	85.70	2.29	2.00	5.88	11.46
7	<i>Bouteloua hirsuta</i>	Gramma	450	4500.00	3.24	180.00	4.80	1.00	2.94	10.98
8	<i>Loeselia caerulea</i>	Jarillo	242	2420.00	1.74	11.00	0.29	3.00	8.82	10.86
9	<i>Eragrostis intermedia</i>	Zacate llanero	199	1990.00	1.43	81.80	2.18	2.00	5.88	9.50
10	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Pasto buffel	500	5000.00	3.60	100.00	2.67	1.00	2.94	9.21
11	<i>Salsola kali</i>	Rodadora	52	520.00	0.37	11.20	0.30	2.00	5.88	6.56
12	<i>Dyssodia papposa</i>	Flamenquilla	200	2000.00	1.44	60.00	1.60	1.00	2.94	5.98
13	<i>Tillandsia recurvata</i>	Paixtle	300	3000.00	2.16	9.00	0.24	1.00	2.94	5.34
14	<i>Mentzelia hispida</i>	Zazálic	80	800.00	0.58	32.00	0.85	1.00	2.94	4.37
15	<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanilla morada	27	270.00	0.19	10.80	0.29	1.00	2.94	3.42
<b>Total</b>			<b>13884</b>	<b>138840.00</b>	<b>100.00</b>	<b>3750.30</b>	<b>100.00</b>	<b>34.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

La presencia de *Prosopis laevigata* con el valor más alto del IVI, así como las especies enlistadas en el estrato herbáceo, deja en evidencia la alteración de la vegetación primaria original. Tomando en cuenta que la definición de la vegetación secundaria es la perturbación de una vegetación original (INEGI, 2018), se considera estable la composición ecológica.

#### **IV.3.2.1.3.1.6. Diversidad de la vegetación en el Sistema Ambiental**

A continuación, se presentan los resultados de los índices de riqueza y diversidad en el SA para cada tipo de vegetación, con base en los trabajos de campo realizados.

#### **Índice de diversidad en el Matorral Crasicaule**

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado para el MC en el SA por estrato se muestra en la **Tabla 4. 99**.

**Tabla 4. 99. Índice de diversidad de las especies por estrato del MC presente en el SA**

Árboreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	1	Riqueza (S)	29	Riqueza (S)	10
H Calculada	0.00	H Calculada	1.46	H Calculada	1.16
H max = Ln S	0.00	H max = Ln S	3.37	H max = Ln S	2.30
Equidad = H/Hmax	0.00	Equidad = H/Hmax	0.43	Equidad = H/Hmax	0.50

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 (0.50) el cual presenta especies características de la vegetación con un alto valor de importancia. Por tanto, la estructura y composición de la comunidad vegetal, se encuentra con considerables abundancias y dominancia de especies arbustivas. Por lo anterior, la diversidad de la vegetación se observa estable.

***Índice de diversidad en matorral desértico micrófilo***

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado para el MDM en el SA por estrato se muestra en la Tabla 4. 100.

**Tabla 4. 100. Índice de diversidad de las especies por estrato del MDM presente en el SA**

Árboreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	1	Riqueza (S)	26	Riqueza (S)	6.00
H Calculada	0.00	H Calculada	2.18	H Calculada	1.55
H max = Ln S	0.00	H max = Ln S	3.26	H max = Ln S	1.79
Equidad = H/Hmax	0.00	Equidad = H/Hmax	0.67	Equidad = H/Hmax	0.87

El valor mayor del índice de diversidad de Shannon, obtenido de la vegetación de MDM, lo presenta el estrato arbustivo, seguido por el 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 herbáceo, seguido del estrato arbustivo. Por lo tanto, la estructura y composición de la comunidad vegetal se encuentra en condiciones estables.

***Índice de diversidad en el mezquital xerófilo***

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado por estrato para el MKX en el SA por estrato se muestra en la **Tabla 4. 101.**

**Tabla 4. 101. 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)	26	Riqueza (S)	16
H Calculada	0.49	H Calculada	2.28	H Calculada	2.05
H max = Ln S	1.10	H max = Ln S	3.26	H max = Ln S	2.77
Equidad = H/Hmax	0.44	Equidad = H/Hmax	0.70	Equidad = H/Hmax	0.74

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 herbáceo, seguido del estrato arbustivo lo que indica un equilibrio en la representación de especies, de la comunidad y estructura vegetal.

#### *Índice de diversidad en la vegetación halófila*

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado por estrato para el VH en el SA por estrato se muestra en la Tabla 4. 102.

**Tabla 4. 102. Índice de diversidad de las especies por estrato de la VH presente en el SA**

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

#### *Índice de diversidad en la vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule*

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado por estrato para el VsaMC en el SA por estrato se muestra en la Tabla 4. 103Tabla 4. 102.

**Tabla 4. 103. Índice de diversidad de las especies por estrato de la VsaMC presente en el SA**

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	2	Riqueza (S)	39	Riqueza (S)	15
H Calculada	0.01	H Calculada	1.97	H Calculada	1.97
H max = Ln S	0.64	H max = Ln S	3.66	H max = Ln S	2.71
Equidad = H/Hmax	0.01	Equidad = H/Hmax	0.54	Equidad = H/Hmax	0.73

En la VsaMC, el estrato que presenta el mayor índice de diversidad calculado es el estrato herbáceo, seguido del arbustivo en el que la especie característica de la vegetación son especies favorecidas por el disturbio. La equidad calculada con el valor alto lo presenta el estrato herbáceo, seguido del estrato arbustivo lo que indica un equilibrio en la representación de especies, de la comunidad y estructura vegetal.

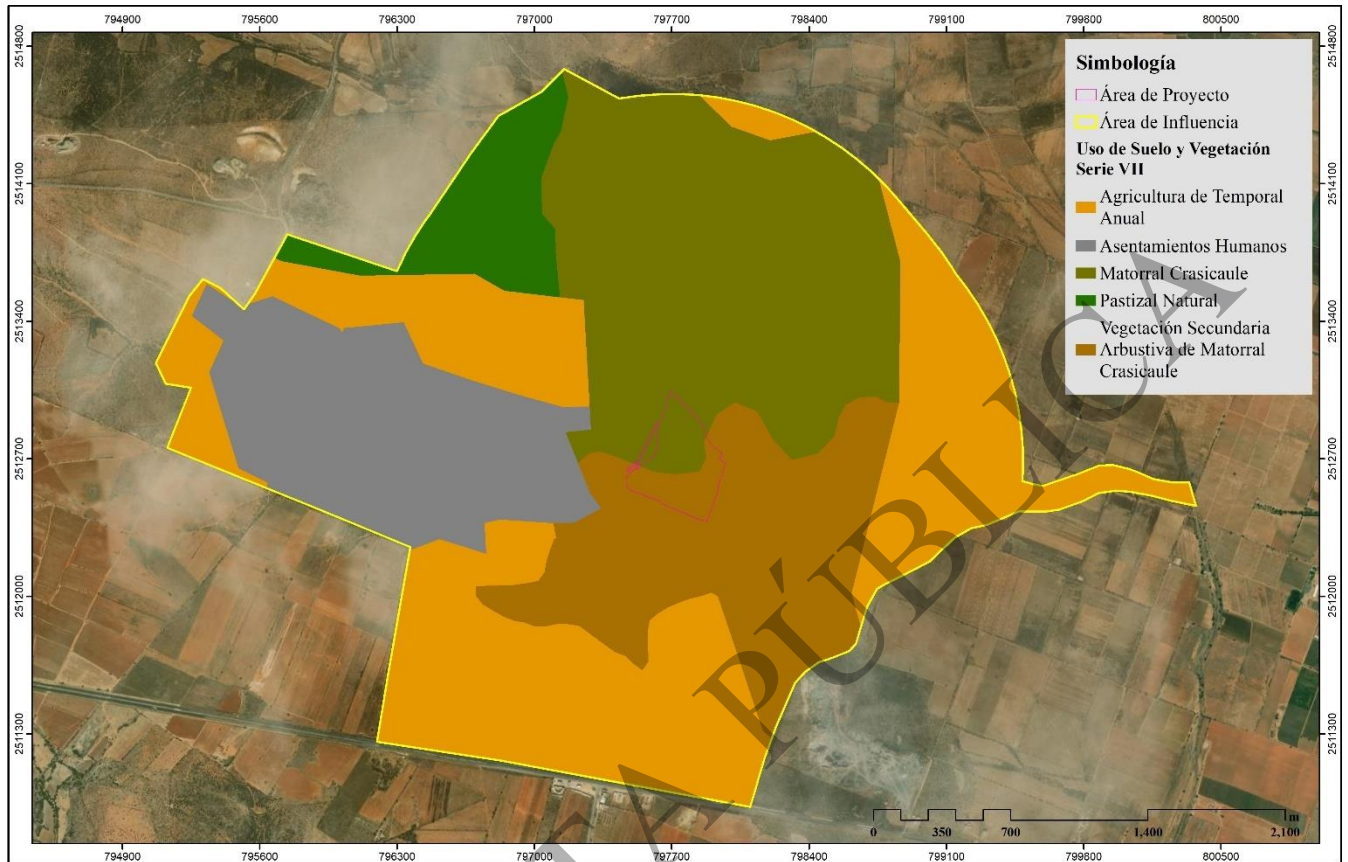
#### ***IV.3.2.1.3.2. Descripción y caracterización de la vegetación en el Área de Influencia***

##### ***IV.3.2.1.3.2.1. Tipos de vegetación presentes en el Área de Influencia***

La clasificación más reciente propuesta por INEGI en la información temática de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII (INEGI, 2018) muestra que los tipos de vegetación presentes en el AI son los siguientes (Figura 4. 97):

- Matorral crasicaule
- Pastizal natural
- Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule





**Figura 4. 97. Uso de suelo y vegetación Serie VII INEGI en el AI**

No obstante, de acuerdo con lo observado en campo y con base en la clasificación espectral de la vegetación, se determinó que existen tres tipos de vegetación dentro el AI (

CONSULTA PÚBLICA

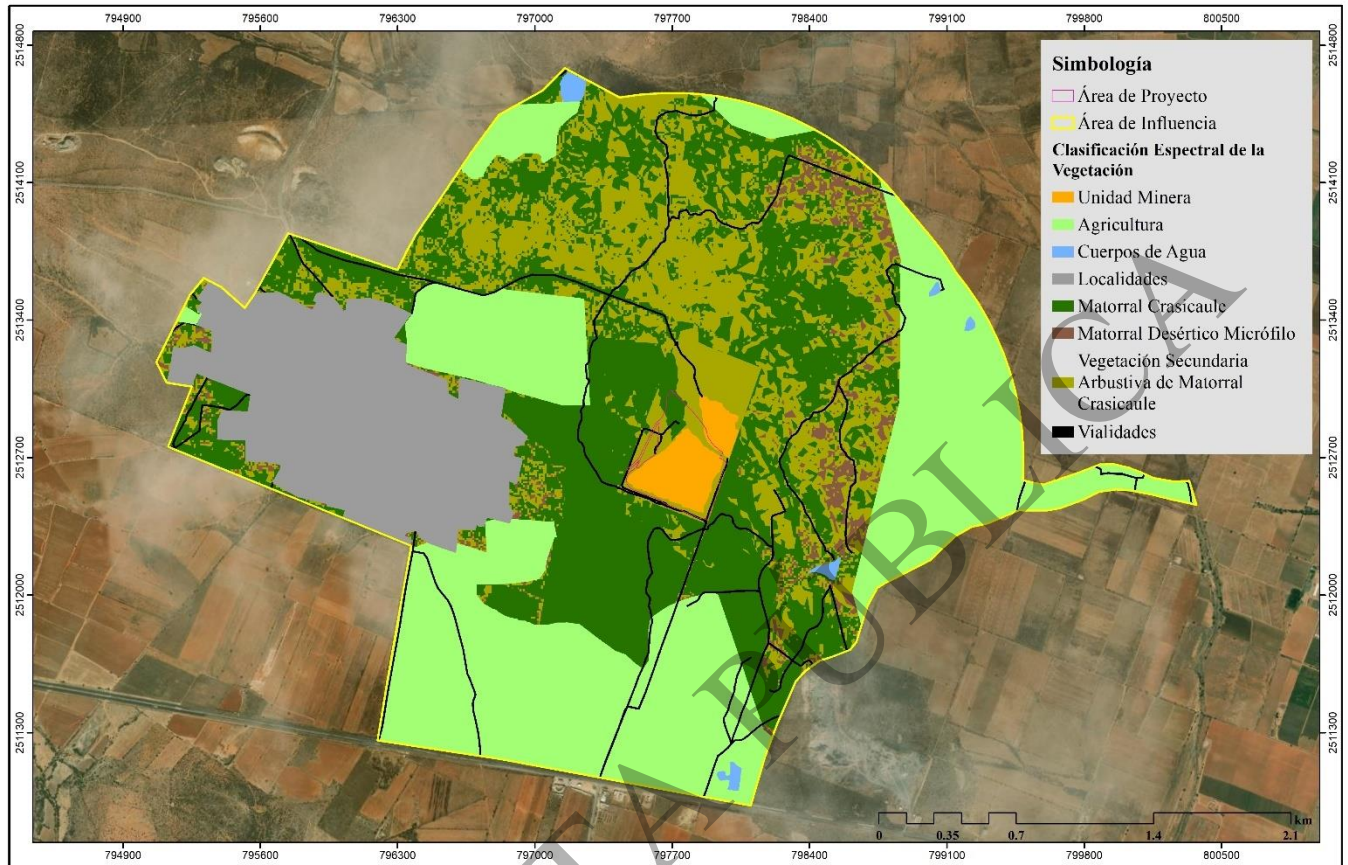
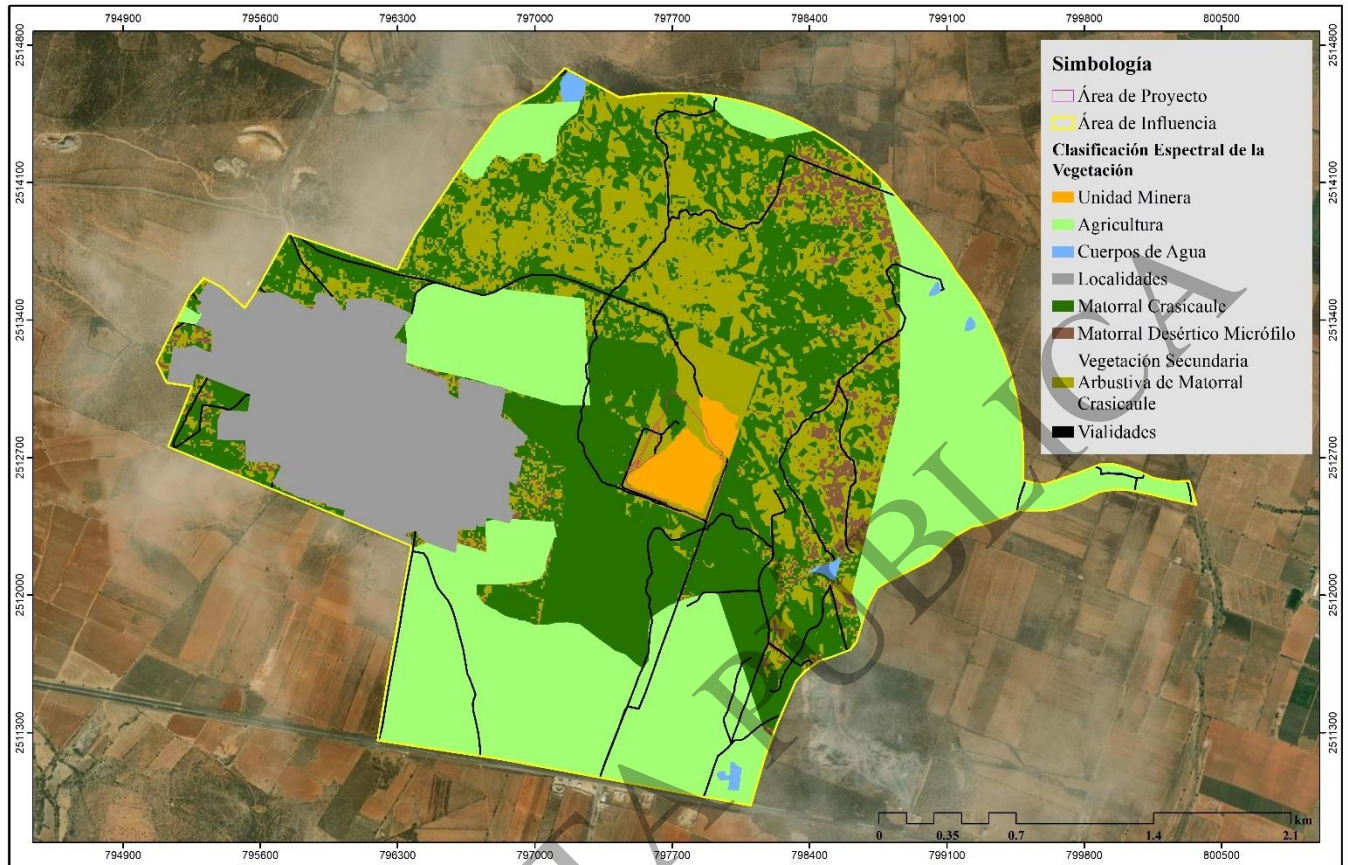


Figura 4. 98), los cuales son:

- Matorral crasicaule
- Matorral desértico micrófilo
- Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule





**Figura 4. 98. Distribución de los tipos de vegetación para el AI con base en el trabajo de campo y clasificación espectral**

En el **Anexo 4.20**, se presentan la clasificación espectral de la vegetación del AI.

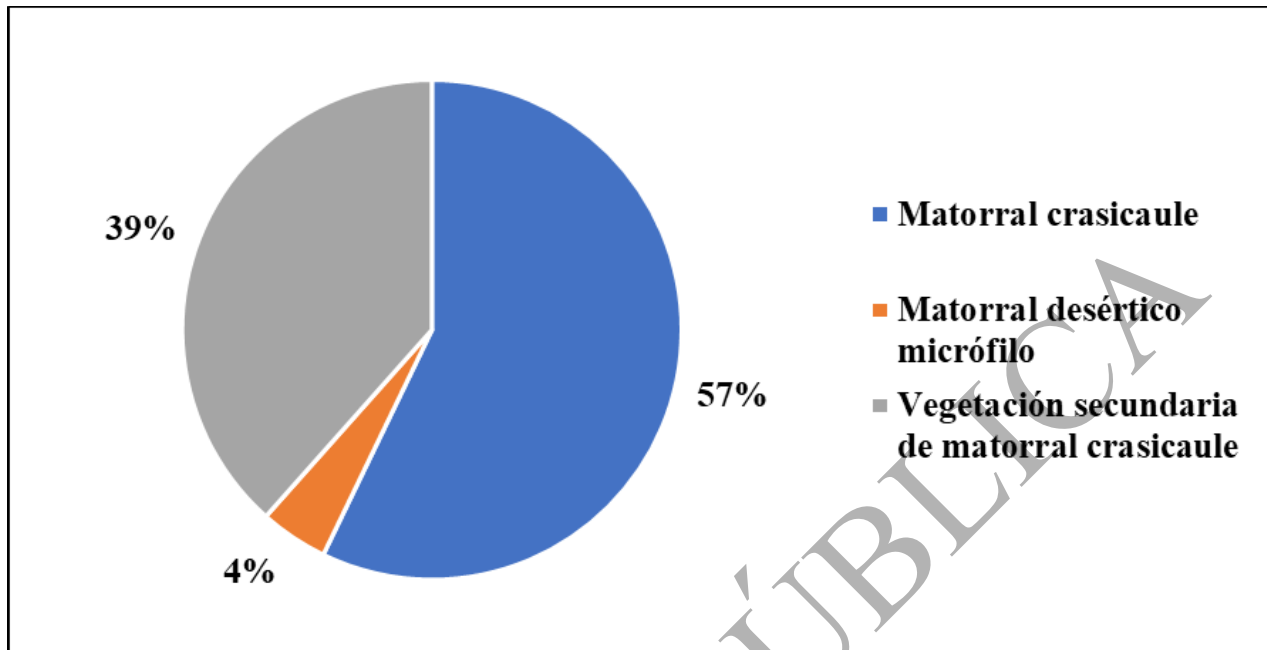
En el **Anexo 4.21** se presentan fotografías de áreas con los tipos de vegetación observados en el AI.

A continuación, en la **Tabla 4. 104** 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. 104. Superficie por tipo de vegetación dentro del AI**

No.	Tipo de vegetación	Área (ha)
1	Matorral crasicaule	293.20
2	Matorral desértico micrófilo	22.63
3	Vegetación secundaria	197.01
<b>Total</b>		<b>512.84</b>

En la Figura 4. 99 se presenta en porcentaje la superficie cubierta de vegetación del AI.



**Figura 4. 99. Porcentaje de superficie de los tipos de vegetación del AI**

#### *Matorral crasicaule (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*, *Acacia*, *Dalea*, *Prosopis*, *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 "Calsisoles", los cuales son suelos con acumulación secundaria sustancial de carbonatos de calcio con presencia de un horizonte petrocalcico. Otras especies que comúnmente componen este tipo de vegetación son *Parthenium incanum* y *Mimosa emoryana*.

#### *Vegetación secundaria de matorral crasicaule (VsaMC)*

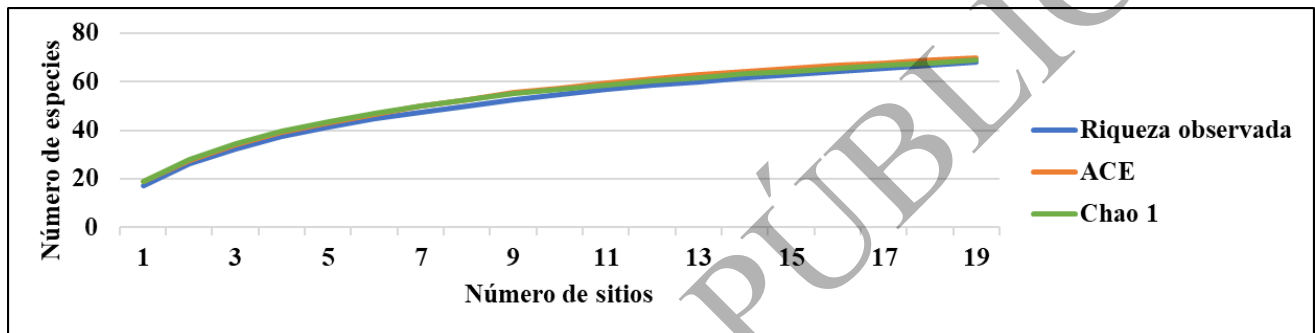
Cualquier tipo de vegetación secundaria se asocia a la eliminación o alteración de la vegetación primaria debido a diversos factores humanos o naturales. Surge una comunidad vegetal con estructura y composición florística heterogénea. En el caso de la VsaMC, es distribuida en pequeñas porciones entre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



#### IV.3.2.1.3.2.2. Curva de acumulación de especies del 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 68 especies de plantas vasculares, la cual alcanza una asíntota definida a partir de los 19 sitios de muestreo (Figura 4. 100).



**Figura 4. 100. 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.3.2.1.3.2.3. Riqueza florística de la vegetación presente en el Área de Influencia

La riqueza florística del AI incluye 25 familias, 58 géneros y 68 especies de plantas vasculares. En la Tabla 4. 105 se presenta el listado florístico para el AI.

**Tabla 4. 105. Listado florístico del Área de Influencia**

No.	Familia	Género	Especie	Autor	Nombre común
1	Amaranthaceae	Salsola	<i>Salsola kali</i>	L.	Rodadora
2	Anacardiaceae	Rhus	<i>Rhus microphylla</i>	Engelm.	Agrillo
3	Asparagaceae	Agave	<i>Agave scabra</i>	Ortega	Maguey áspero
4		Dasyliirion	<i>Dasyliirion acrotrichum</i>	(Schiede) Zucc.	Sotol verde
5		Yucca	<i>Yucca filifera</i>	Chabaud	Palma china
6	Asteraceae	Argemone	<i>Argemone ochroleuca</i>	Sweet	Cardo santo
7		Brickellia	<i>Brickellia veronicifolia</i>	(Kunth) A. Gray	Peísto
8		Dyssodia	<i>Dyssodia papposa</i>	(Vent.) Hitchc.	Flamenquilla
9			<i>Dyssodia pinnata</i>	(Cav.) B.L. Rob.	Rosilla
10		Gymnosperma	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	(Spreng.) Less.	Tatalencho
11		Parthenium	<i>Parthenium incanum</i>	Kunth	Mariola
12		Piqueria	<i>Piqueria trinervia</i>	Cav.	Altareina
13		Pseudognaphalium	<i>Pseudognaphalium canescens</i>	(DC.) Anderb.	Manzanilla de río
14		Sanvitalia	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Lam.	Ojo de gallo
15		Thymophylla	<i>Thymophylla pentachaeta</i>	(DC.) Small	Limoncillo
16		Trixis	<i>Trixis angustifolia</i>	DC.	Árnica
17	Viguiera	<i>Viguiera dentata</i>	(Cav.) Spreng.	Chamiso	
18	Zaluzania	<i>Zaluzania triloba</i>	(Ortega) Pers.	Hediondilla	
19	Brassicaceae	Lepidium	<i>Lepidium virginicum</i>	L.	Lentejilla
20	Bromeliaceae	Hechtia	<i>Hechtia podantha</i>	Mez	Córdon
21		Tillandsia	<i>Tillandsia recurvata</i>	(L.) L.	Paixtle
22	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera fagaroides</i>	(Kunth) Engl.	Torote
23	Cactaceae	Coryphantha	<i>Coryphantha hintoniorum</i>	Dicht & A. Lüthy	Biznaga partida
24		Cylindropuntia	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	(Haw.) F.M. Knuth	Cardenchi
25			<i>Cylindropuntia tunicata</i>	(Lehm.) F.M. Knuth	Abrojo
26		Echinocereus	<i>Echinocereus stramineus</i>	(Engelm.) F. Seitz	Alicoche sanjuanero
27			<i>Echinocereus pectinatus</i>	(Scheidw.) Engelm.	Alicoche peine
28		Ferocactus	<i>Ferocactus histrix</i>	Lindsay	Biznaga barril de acitrón
29		Grusonia	<i>Grusonia bulbispina</i>	(Engelm.) H. Rob.	Choya perritos
30		Mammillaria	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Haw.	Biznaga de espina solitaria
31			<i>Mammillaria uncinata</i>	Zucc. ex Pfeiff.	Biznaga ganchuda

No.	Familia	Género	Especie	Autor	Nombre común
32			<i>Mammillaria crinita</i> subsp. <i>crinita</i>	DC.	Biznaga de espinas pubecentes
33			<i>Opuntia streptacantha</i>	Lem.	Nopal cardón
34			<i>Opuntia rastrera</i>	F.A.C. Weber	Nopal rastrero
35		Opuntia	<i>Opuntia leucotricha</i>	DC.	Nopal duraznillo
36			<i>Opuntia engelmannii</i>	Salm-Dyck ex Engelm.	Nopal cuijo
37		Stenocactus	<i>Stenocactus phyllacanthus</i>	(Mart.) A. Berger ex A.W. Hill	Biznaga ondulada de espinas planas
38	Convolvulaceae	Ipomea	<i>Ipomea purpurea</i>	(L.) Roth	Campanilla morada
39	Crassulaceae	Echeveria	<i>Echeveria paniculata</i>	A. Gray	S/N
40	Ephedraceae	Ephedra	<i>Ephedra compacta</i>	Rose	Sanguinaria
41	Euphorbiaceae	Jatropha	<i>Jatropha dioica</i>	Sessé ex Cerv.	Sangre de drago
42		Calliandra	<i>Calliandra eriophylla</i>	Benth.	Charrasquillo
43		Dalea	<i>Dalea bicolor</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Engordacabra
44		Mimosa	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Ortega	Espino
45	Fabaceae	Prosopis	<i>Prosopis laevigata</i>	(Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	Mezquite blanco
46		Vachellia	<i>Vachellia constricta</i>	(Benth.) Seigler & Ebinger	Chaparro prieto
47		Vachellia	<i>Vachellia schaffneri</i>	(S. Watson) Seigler & Ebinger	Huizache chino
48	Fouquieriaceae	Fouquieria	<i>Fouquieria splendens</i>	Engelm.	Ocotillo
49			<i>Salvia ballotiflora</i>	Benth.	Mejorana
50	Lamiaceae	Salvia	<i>Salvia tiliifolia</i>	Vahl	Salvia hoja de tilo
51	Loasaceae	Mentzelia	<i>Mentzelia hispida</i>	Willd.	Zazálic
52	Oleaceae	Forestiera	<i>Forestiera aff. phillyreoides</i>	(Benth.) Torr.	S/N
53			<i>Aristida adscensionis</i>	L.	S/N
54		Aristida	<i>Aristida divaricata</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Tres barbas abierto
55		Bouteloua	<i>Bouteloua gracilis</i>	Lag. ex Steud.	Navajita
56	Poaceae	Cenchrus	<i>Cenchrus ciliaris</i>	L.	Pasto buffel
57		Chloris	<i>Chloris virgata</i>	Sw.	Barbas de indio
58		Eragrostis	<i>Eragrostis intermedia</i>	Hitchc.	Zacate llanero
59		Erioneuron	<i>Erioneuron pulchellum</i>	(Kunth) Tateoka	Pasto borreguero
60		Lycurus	<i>Lycurus phleoides</i>	Kunth	Zacate lobero
61	Polemoniaceae	Loeselia	<i>Loeselia caerulea</i>	(Cav.) G. Don	Jarillo

No.	Familia	Género	Especie	Autor	Nombre común
62	Pteridaceae	Astrolepis	<i>Astrolepis sinuata</i>	(Lag. ex Sw.) D.M. Benham & Windham	Doradilla ondulada
63	Rubiaceae	Bouvardia	<i>Bouvardia ternifolia</i>	(Cav.) Schltld.	Trompetilla
64	Scrophulariaceae	Buddleja	<i>Buddleja scordioides</i>	Kunth	Escobilla
65	Solanaceae	Solanum	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Cav.	Pera
66		Solanum	<i>Solanum rostratum</i>	Dunal	Ayohuiztle
67	Verbenaceae	Aloysia	<i>Aloysia gratissima</i>	(Gillies & Hook.) Tronc.	Vara dulce
68	Zygophyllaceae	Larrea	<i>Larrea tridentata</i>	(DC.) Coville	Gobernadora

La familia del AI mejor representada es Cactaceae con 8 géneros y 22 especies, que representa el 22% del total de especies enlistadas, seguido de Asteraceae con 12 géneros y 13 especies, que representa el 19% y, en tercer lugar, Poaceae con 7 géneros y 8 especies, es decir, el 12% del total enlistado. Los grupos de plantas mejor representados son característicos de los diversos tipos de vegetación presentes en este polígono.

#### IV.3.2.1.3.2.4. Especies catalogadas bajo protección y de importancia para su conservación del AI

Para la identificación de las especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana 059 SEMARNAT 2010, se revisó la más reciente con una modificación del Anexo normativo III, publicada en el Diario Oficial de la Federación con fecha del 14/11/2019.

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, mismas que se describen a continuación.

En los sitios de muestreo realizados en el AI, se logró identificar la presencia de tres especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana 059- SEMARNAT-2010 (Tabla 4. 106). Una de ellas pertenece a la familia Asparagaceae y dos a Cactaceae.

**Tabla 4. 106. Listado de especies bajo protección dentro del Área del Influencia**

No.	Familia	Especie	Autor	Nombre común	Nom-059 Categoría	Nom-059 Distribución
1	Asparagaceae	<i>Dasyilirion acrotrichum</i>	(Schiede) Zucc.	Sotol verde	A	Endémica
2	Cactaceae	<i>Ferocactus histrix</i>	Lindsay	Biznaga barril de acitrón	Pr	Endémica
3		<i>Mammillaria crinita</i> subsp. <i>crinita</i>	DC.	Biznaga de espinas pubescentes	Pr	Endémica



#### IV.3.2.1.3.2.5. Estructura de la vegetación del Área de Influencia

En este apartado se presentan los resultados de los análisis ecológicos en los tipos de vegetación presentes en el AI para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo.

##### *Matorral crasicaule (MC)*

##### *Estrato arbóreo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato arbóreo del MC del AI.

**Tabla 4. 107. 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 <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	7	46.67	63.64	2.32	93.55	1.00	25.00	182.19
2	<i>Yucca filifera</i>	Palma china	3	20.00	27.27	0.06	2.56	2.00	50.00	79.84
3	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache chino	1	6.67	9.09	0.10	3.88	1.00	25.00	37.97
<b>Total</b>			<b>11</b>	<b>73.33</b>	<b>100.00</b>	<b>2.48</b>	<b>100.00</b>	<b>4.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

##### *Estrato arbustivo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato arbustivo del MC del AI.

**Tabla 4. 108. 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 <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Aloysia gratissima</i>	Vara Dulce	86	344	3.29	160.5	9.92	3	4.62	17.8 3
2	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	710	2,840.00	27.17	291.1	18	4	6.15	51.3 2
3	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Espino	373	1,492.00	14.27	277.1	17.13	5	7.69	39.1
4	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	132	528	5.05	274.9	16.99	5	7.69	29.7 4
5	<i>Dalea bicolor</i>	Engordacabra	185	740	7.08	113.9	7.04	5	7.69	21.8 1
6	<i>Hechtia podantha</i>	Córdon	315	1,260.00	12.06	107.2	6.63	1	1.54	20.2 2
7	<i>Astrolepis sinuata</i>	Doradilla ondulada	268	1,072.00	10.26	74	4.57	2	3.08	17.9 1

No	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
8	<i>Calliandra eriophylla</i>	Charrasquillo	228	912	8.73	83.2	5.14	1	1.54	15.41
9	<i>Vachellia constricta</i>	Chaparro prieto	58	232	2.22	55.6	3.44	3	4.62	10.27
10	<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo	25	100	0.96	39.7	2.45	4	6.15	9.56
11	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenche	10	40	0.38	12.5	0.77	4	6.15	7.31
12	<i>Ferocactus histrix</i>	Biznaga barril de acitrón	74	296	2.83	18.96	1.17	2	3.08	7.08
13	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite blanco	16	64	0.61	28.6	1.77	2	3.08	5.46
14	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga de espina solitaria	24	96	0.92	2.76	0.17	2	3.08	4.17
15	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	14	56	0.54	5.1	0.32	2	3.08	3.93
16	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	5	20	0.19	5.6	0.35	2	3.08	3.61
17	<i>Stenocactus phyllacanthus</i>	Biznaga ondulada de espinas planas	12	48	0.46	1.13	0.07	2	3.08	3.61
18	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache chino	2	8	0.08	4.7	0.29	2	3.08	3.44
19	<i>Yucca filifera</i>	Palma china	17	68	0.65	15.6	0.96	1	1.54	3.15
20	<i>Bursera fagaroides</i>	Torote	13	52	0.5	17.2	1.06	1	1.54	3.1
21	<i>Zaluzania triloba</i>	Hediondilla	10	40	0.38	6.4	0.4	1	1.54	2.32
22	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal cuijo	9	36	0.34	5.2	0.32	1	1.54	2.2
23	<i>Rhus microphylla</i>	Agrillo	3	12	0.11	5.1	0.32	1	1.54	1.97
24	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	5	20	0.19	3.5	0.22	1	1.54	1.95
25	<i>Echinocereus stramineus</i>	Aliecoche Sanjuanero	6	24	0.23	2.7	0.17	1	1.54	1.94
26	<i>Dasylyrion acrotrichum</i>	Sotol verde	2	8	0.08	2.8	0.17	1	1.54	1.79
27	<i>Cylindropuntia tunicata</i>	Abrojo	3	12	0.11	0.6	0.04	1	1.54	1.69
28	<i>Coryphantha hintoniorum</i>	Biznaga partida	3	12	0.11	0.06	0	1	1.54	1.66
29	<i>Ephedra compacta</i>	Sanguinaria	1	4	0.04	0.7	0.04	1	1.54	1.62
30	<i>Mammillaria crinita subsp. crinita</i>	Biznaga de espinas pubescentes	2	8	0.08	0.04	0	1	1.54	1.62
31	<i>Buddleja scordioides</i>	Escobilla	1	4	0.04	0.6	0.04	1	1.54	1.61
32	<i>Thymophylla pentachaeta</i>	Limoncillo	1	4	0.04	0.5	0.03	1	1.54	1.61
<b>Total</b>			<b>2,613</b>	<b>10,452.00</b>	<b>100</b>	<b>1,617.55</b>	<b>100</b>	<b>65</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

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

### Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato herbáceo del MC del AI.

**Tabla 4. 109. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato herbáceo presente en el MC del AI**

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Aristida adscensionis</i>	S/N	950	19,000.00	20.43	550.00	39.79	2.00	9.09	69.31
2	<i>Aristida divaricata</i>	Tres barbas abierto	630	12,600.00	13.55	279.00	20.18	2.00	9.09	42.82
3	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Pasto buffel	630	12,600.00	13.55	252.00	18.23	1.00	4.55	36.33
4	<i>Eragrostis intermedia</i>	Zacate llanero	460	9,200.00	9.89	46.00	3.33	2.00	9.09	22.31
5	<i>Chloris virgata</i>	Barbas de indio	530	10,600.00	11.40	53.00	3.83	1.00	4.55	19.78
6	<i>Bouteloua gracilis</i>	Navajita	410	8,200.00	8.82	41.00	2.97	1.00	4.55	16.33
7	<i>Dyssodia pinnata</i>	Rosilla	202	4,040.00	4.35	14.10	1.02	2.00	9.09	14.46
8	<i>Piqueria trinervia</i>	Altarreina	122	2,440.00	2.62	48.80	3.53	1.00	4.55	10.70
9	<i>Salvia tiliifolia</i>	Salvia hoja de tilo	200	4,000.00	4.30	20.00	1.45	1.00	4.55	10.29
10	<i>Lepidium virginicum</i>	Lentejilla	70	1,400.00	1.51	14.00	1.01	1.00	4.55	7.06
11	<i>Loeselia caerulea</i>	Jarillo	100	2,000.00	2.15	3.00	0.22	1.00	4.55	6.91
12	<i>Dyssodia papposa</i>	Flamenquilla	80	1,600.00	1.72	8.00	0.58	1.00	4.55	6.84
13	<i>Argemone ochroleuca</i>	Cardo santo	40	800.00	0.86	16.00	1.16	1.00	4.55	6.56
14	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Ojo de gallo	70	1,400.00	1.51	7.00	0.51	1.00	4.55	6.56
15	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Pera	70	1,400.00	1.51	7.00	0.51	1.00	4.55	6.56
16	<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanilla morada	30	600.00	0.65	18.00	1.30	1.00	4.55	6.49
17	<i>Mentzelia hispida</i>	Zazálic	30	600.00	0.65	3.00	0.22	1.00	4.55	5.41
18	<i>Pseudognaphalium canescens</i>	Manzanilla del río	25	500.00	0.54	2.50	0.18	1.00	4.55	5.26
<b>Total</b>			<b>4,649</b>	<b>92,980.00</b>	<b>100.00</b>	<b>1,382.40</b>	<b>100.00</b>	<b>22.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

La presencia de diversos pastos, algunos de ellos invasores, así como otras herbáceas catalogadas como malezas indica un grado de disturbio para el matorral crasicauale (Rzedowski, 2006). En cuanto a la abundancia de cada uno de los elementos en comparación con el resto de las especies, las más importantes entre los estratos superior (arbóreo) y medio (arbustivo) son *Aloysia gratissima*, *Jatropha dioica*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Opuntia streptacantha*. Se considera estable la estructura y composición para este tipo de vegetación.

*Matorral desértico micrófilo (MDM)*

*Estrato arbóreo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato arbóreo del MDM del AI.

**Tabla 4. 110. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el MDM del AI**

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite blanco	1	20.00	100.00	0.02	100.00	1.00	100.00	300.00
<b>Total</b>			<b>1</b>	<b>20.00</b>	<b>100.00</b>	<b>0.02</b>	<b>100.00</b>	<b>1.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

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

*Estrato arbustivo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato arbustivo del MDM del AI.

**Tabla 4. 111. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbustivo presente en el MDM del AI**

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Espino	345	1,725.00	23.03	268.4	27.24	4	6.35	56.62
2	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	434	2,170.00	28.97	167	16.95	4	6.35	52.27
3	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	112	560	7.48	158.5	16.09	3	4.76	28.32
4	<i>Dalea bicolor</i>	Engordacabra	169	845	11.28	95.5	9.69	4	6.35	27.32
5	<i>Calliandra eriophylla</i>	Charrasquillo	101	505	6.74	53	5.38	4	6.35	18.47
6	<i>Vachellia constricta</i>	Chaparro prieto	42	210	2.8	44.9	4.56	4	6.35	13.71
7	<i>Salvia ballotiflora</i>	Mejorana	43	215	2.87	29.6	3	3	4.76	10.64
8	<i>Aloystia gratissima</i>	Vara dulce	26	130	1.74	39.2	3.98	2	3.17	8.89
9	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	33	165	2.2	14.5	1.47	3	4.76	8.44
10	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenchi	25	125	1.67	18	1.83	3	4.76	8.26
11	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	11	55	0.73	18.3	1.86	3	4.76	7.35
12	<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo	9	45	0.6	14	1.42	3	4.76	6.78
13	<i>Ephedra compacta</i>	Alicoche peine	47	235	3.14	3.4	0.35	2	3.17	6.66
14	<i>Parthenium incanum</i>	Mariola	28	140	1.87	14.1	1.43	2	3.17	6.47
15	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga de espina solitaria	13	65	0.87	2.14	0.22	3	4.76	5.85
16	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	7	35	0.47	5.5	0.56	3	4.76	5.79



No	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
17	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal cuijo	16	80	1.07	9.9	1	2	3.17	5.25
18	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite blanco	4	20	0.27	9.2	0.93	2	3.17	4.38
19	<i>Rhus microphylla</i>	Mejorana	7	35	0.47	7.7	0.78	1	1.59	2.84
20	<i>Astrolepis sinuata</i>	Doradilla ondulada	12	60	0.8	2.4	0.24	1	1.59	2.63
21	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	3	15	0.2	6.4	0.65	1	1.59	2.44
22	<i>Agave scabra</i>	Maguey áspero	2	10	0.13	1.8	0.18	1	1.59	1.9
23	<i>Cylindropuntia tunicata</i>	Abrojo	3	15	0.2	0.3	0.03	1	1.59	1.82
24	<i>Forestiera aff. phillyreoides</i>	S/N	1	5	0.07	1.2	0.12	1	1.59	1.78
25	<i>Echinocereus pectinatus</i>	Alicoche peine	2	10	0.13	0.15	0.02	1	1.59	1.74
26	<i>Echeveria paniculata</i>	Engordacabra	2	10	0.13	0.1	0.01	1	1.59	1.73
27	<i>Ferocactus histrix</i>	Sanguinaria	1	5	0.07	0.12	0.01	1	1.59	1.67
<b>Total</b>			<b>1,498</b>	<b>7,490.00</b>	<b>100</b>	<b>985.31</b>	<b>100</b>	<b>63</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

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

#### Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato herbáceo del MDM del AI.

**Tabla 4. 112. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato herbáceo presente en el MDM del AI**

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Aristida divaricata</i>	Tres barbas abierto	1,570	39,250.00	27.14	951	49.74	2	12.5	89.39
2	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Pasto buffel	1,680	42,000.00	29.05	591	30.91	2	12.5	72.46
3	<i>Eragrostis intermedia</i>	Zacate llanero	892	22,300.00	15.42	237.8	12.44	2	12.5	40.36
4	<i>Dyssodia pinnata</i>	Rosilla	413	10,325.00	7.14	26.15	1.37	3	18.75	27.26
5	<i>Loeselia caerulea</i>	Jarillo	282	7,050.00	4.88	17.6	0.92	3	18.75	24.55
6	<i>Erioneuron pulchellum</i>	Pasto borreguero	800	20,000.00	13.83	40	2.09	1	6.25	22.17
7	<i>Mentzelia hispida</i>	Zazalic	60	1,500.00	1.04	24	1.26	1	6.25	8.54
8	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	70	1,750.00	1.21	14	0.73	1	6.25	8.19
9	<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanilla morada	17	425	0.29	10.2	0.53	1	6.25	7.08
<b>Total</b>			<b>5,784</b>	<b>144,600.00</b>	<b>100</b>	<b>1,911.75</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

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

La diversidad de especies presente en las tablas indica que las especies presentes dominantes y con los más altos valores del IVI son propias para este tipo de vegetación (INEGI, 2018). A diferencia de los resultados obtenidos para el SA, en donde se encontraron algunas especies pertenecientes a otros tipos de vegetación que, aunque similares, no es común encontrar en el MDM. Se considera estable la estructura y composición para este tipo de vegetación.

*Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule (VsaMC)*

*Estrato arbóreo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato arbóreo de la VsaMC del AI.

**Tabla 4. 113. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en la VsaMC del AI**

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite blanco	36	120.00	25.90	3.19	42.09	5.00	50.00	117.99
2	<i>Yucca filifera</i>	Palma china	30	100.00	21.58	2.87	37.79	5.00	50.00	109.38
<b>Total</b>			<b>66</b>	<b>220.00</b>	<b>47.48</b>	<b>6.06</b>	<b>79.88</b>	<b>10.00</b>	<b>100.00</b>	<b>227.37</b>
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

*Estrato arbustivo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato arbustivo de la VsaMC del AI.

**Tabla 4. 114. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbustivo presente en la VsaMC del AI**

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	2080	4,160.00	31.25	668.65	19.56	9	7.03	57.85
2	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Espino	1285	2,570.00	19.31	938.2	27.45	10	7.81	54.57
3	<i>Dalea bicolor</i>	Engordacabra	1197	2,394.00	17.99	724.2	21.19	9	7.03	46.2
4	<i>Astrolepis sinuata</i>	Doradilla ondulada	734	1,468.00	11.03	268.9	7.87	7	5.47	24.36
5	<i>Calliandra eriophylla</i>	Charrasquillo	507	1,014.00	7.62	246	7.2	5	3.91	18.72
6	<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo	217	434	3.26	156.97	4.59	9	7.03	14.88

No	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
7	<i>Vachellia constricta</i>	Chaparro prieto	128	256	1.92	118.4	3.46	8	6.25	11.64
8	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenchi	30	60	0.45	18.62	0.54	9	7.03	8.03
9	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite blanco	23	46	0.35	39.2	1.15	8	6.25	7.74
10	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	49	98	0.74	47.14	1.38	7	5.47	7.58
11	<i>Salsola kali</i>	Rodadora	162	324	2.43	49.8	1.46	2	1.56	5.45
12	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal cuijo	27	54	0.41	12.1	0.35	6	4.69	5.45
13	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga de espina solitaria	18	36	0.27	3.28	0.1	6	4.69	5.05
14	<i>Ferocactus histrix</i>	Biznaga barril de acitrón	30	60	0.45	9.71	0.28	5	3.91	4.64
15	<i>Aloysia gratissima</i>	Vara dulce	36	72	0.54	51.6	1.51	3	2.34	4.39
16	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	7	14	0.11	9.5	0.28	4	3.13	3.51
17	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Peisto	11	22	0.17	6.4	0.19	4	3.13	3.48
18	<i>Salvia ballotiflora</i>	Mejorana	35	70	0.53	29.4	0.86	2	1.56	2.95
19	<i>Cylindropuntia tunicata</i>	Abrojo	19	38	0.29	2.85	0.08	2	1.56	1.93
20	<i>Stenocactus phyllacanthus</i>	Biznaga ondulada de espinas planas	19	38	0.29	1.33	0.04	2	1.56	1.89
21	<i>Rhus microphylla</i>	Agrillo	11	22	0.17	6.6	0.19	1	0.78	1.14
22	<i>Grusonia bulbispina</i>	Choya perritos	18	36	0.27	1.2	0.04	1	0.78	1.09
23	<i>Yucca filifera</i>	Palma pita	3	6	0.05	2.1	0.06	1	0.78	0.89
24	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache chino	1	2	0.02	2.3	0.07	1	0.78	0.86
25	<i>Forestiera aff. phillyreoides</i>	S/N	1	2	0.02	1.1	0.03	1	0.78	0.83
26	<i>Buddleja scordioides</i>	Escobilla	1	2	0.02	0.9	0.03	1	0.78	0.82
27	<i>Mammillaria crinita subsp. crinita</i>	Biznaga de espinas pubescentes	2	4	0.03	0.2	0.01	1	0.78	0.82
28	<i>Trixis angustifolia</i>	Árnica	1	2	0.02	0.7	0.02	1	0.78	0.82
29	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	1	2	0.02	0.6	0.02	1	0.78	0.81
30	<i>Mammillaria uncinata</i>	Biznaga ganchuda	1	2	0.02	0.12	0	1	0.78	0.8
31	<i>Coryphantha hintoniorum</i>	Biznaga partida	1	2	0.02	0.03	0	1	0.78	0.8
<b>Total</b>			<b>665</b>	<b>13,310.0</b>	<b>100</b>	<b>3,418.1</b>	<b>100</b>	<b>128</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

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

*Estrato herbáceo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato herbáceo de la VsamC del AI.

**Tabla 4. 115. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato herbáceo presente en el VsamC del AI**

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Aristida adscensionis</i>	S/N	2,150	21,500.00	9.91	770.00	12.38	3.00	7.14	29.44
2	<i>Aristida divaricata</i>	Tres barbas abierto	1,933	19,330.00	8.91	784.80	12.62	3.00	7.14	28.68
3	<i>Bouteloua gracilis</i>	Navajita	1,800	18,000.00	8.30	720.00	11.58	3.00	7.14	27.02
4	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Pasto buffel	4,100	41,000.00	18.90	1,610.00	25.90	4.00	9.52	54.32
5	<i>Dyssodia papposa</i>	Flamenquilla	740	7,400.00	3.41	74.00	1.19	3.00	7.14	11.74
6	<i>Dyssodia pinnata</i>	Rosilla	370	3,700.00	1.71	71.00	1.14	2.00	4.76	7.61
7	<i>Eragrostis intermedia</i>	Zacate llanero	4,229	42,290.00	19.49	1,529.80	24.61	5.00	11.90	56.00
8	<i>Erioneuron pulchellum</i>	Pasto borreguero	2,000	20,000.00	9.22	115.00	1.85	2.00	4.76	15.83
9	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	2,580	25,800.00	11.89	258.00	4.15	6.00	14.29	30.33
10	<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanilla morada	27	270.00	0.12	10.80	0.17	1.00	2.38	2.68
11	<i>Loeselia caerulea</i>	Jarillo	220	2,200.00	1.01	16.00	0.26	2.00	4.76	6.03
12	<i>Lycurus phleoides</i>	Zacate lobo	300	3,000.00	1.38	30.00	0.48	1.00	2.38	4.25
13	<i>Mentzelia hispida</i>	Zazálic	460	4,600.00	2.12	168.00	2.70	3.00	7.14	11.97
14	<i>Solanum rostratum</i>	Ayohuiztle	180	1,800.00	0.83	18.00	0.29	1.00	2.38	3.50
15	<i>Tillandsia recurvata</i>	Paixtle	600	6,000.00	2.77	39.00	0.63	2.00	4.76	8.15
16	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	7	70.00	0.03	2.80	0.05	1.00	2.38	2.46
<b>Total</b>			<b>21,696</b>	<b>216,960.00</b>	<b>100.00</b>	<b>6,217.20</b>	<b>100.00</b>	<b>42.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Las especies que mostraron los más altos valores para el IVI suelen formar asociaciones estables en la vegetación primaria de MC (Rzedowski, 2006). Sin embargo, el registro de pastos y otras herbáceas



oportunistas dejan en evidencia el nivel de disturbio para las zonas donde se registra este tipo de vegetación. La vegetación secundaria por sí misma refleja algún nivel de perturbación (INEGI, 2018), por lo que se considera estable en la estructura y composición.

#### **IV.3.2.1.3.2.6. Diversidad de la vegetación en el Área de Influencia**

A continuación, se presentan los resultados de los índices de riqueza y diversidad en el AI para cada tipo de vegetación, con base en los trabajos de campo realizados.

##### **Índice de diversidad en el matorral crasicale**

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado para el MC en el AI por estrato se muestra en la

Tabla 4. 116

**Tabla 4. 116 Índice de diversidad de las especies por estrato del MC presente en el AI**

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	3	Riqueza (S)	32	Riqueza (S)	18
H Calculada	0.86	H Calculada	2.35	H Calculada	2.40
H max = Ln S	1.10	H max = Ln S	3.47	H max = Ln S	2.89
Equidad = H/Hmax	0.78	Equidad = H/Hmax	0.68	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 equidad calculada lo presenta el estrato herbáceo. La mayor riqueza es para el estrato arbustivo 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 en el matorral desértico micrófilo**

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado para el MDM en el AI por estrato se muestra en la Tabla 4. 117.

**Tabla 4. 117. Índice de diversidad de las especies por estrato del MDM presente en el AI**

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	1	Riqueza (S)	27	Riqueza (S)	9
H Calculada	0.00	H Calculada	2.25	H Calculada	1.73
H max = Ln S	0.00	H max = Ln S	3.30	H max = Ln S	2.20
Equidad = H/Hmax	0.00	Equidad = H/Hmax	0.68	Equidad = H/Hmax	0.79

El valor mayor del índice de diversidad de Shannon obtenido de la vegetación de MDM lo presenta el estrato herbáceo, seguido por el estrato arbustivo. Lo anterior denota una distribución con equilibrio y una diversidad alta de esta forma biológica. Las especies que se registran son propias de esa vegetación. Por tanto, la estructura y composición de la comunidad vegetal se encuentra en condiciones estables, a pesar del alto valor de equidad de las herbáceas debido a que las especies presentan una alta abundancia.

***Índice de diversidad en la vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule (VsaMC)***

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado para el VsaMC en el AI por estrato se muestra en la Tabla 4. 118.

**Tabla 4. 118. Índice de diversidad de las especies por estrato del VsaMC presente en el AI**

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	2.00	Riqueza (S)	31.00	Riqueza (S)	16.00
H Calculada	0.69	H Calculada	2.00	H Calculada	2.28
H max = Ln S	0.69	H max = Ln S	3.43	H max = Ln S	2.77
Equidad = H/Hmax	1.00	Equidad = H/Hmax	0.58	Equidad = H/Hmax	0.82

Para la VsaMC, la forma biológica dominante es el arbusto. Sin embargo, el valor más alto de equidad ocurre en el estrato herbáceo. De acuerdo con el índice de diversidad de Shannon obtenido para este tipo de vegetación, Por tanto, la estructura y composición de la comunidad vegetal se considera estable.

***IV.3.2.1.3.3. Descripción de la vegetación en el Área del Proyecto***

***IV.3.2.1.3.3.1. Tipos de vegetación presentes en el Área del Proyecto***

La clasificación más reciente propuesta por INEGI en la información temática de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII (INEGI, 2018) muestra que los tipos de vegetación presentes en el AP son los siguientes (

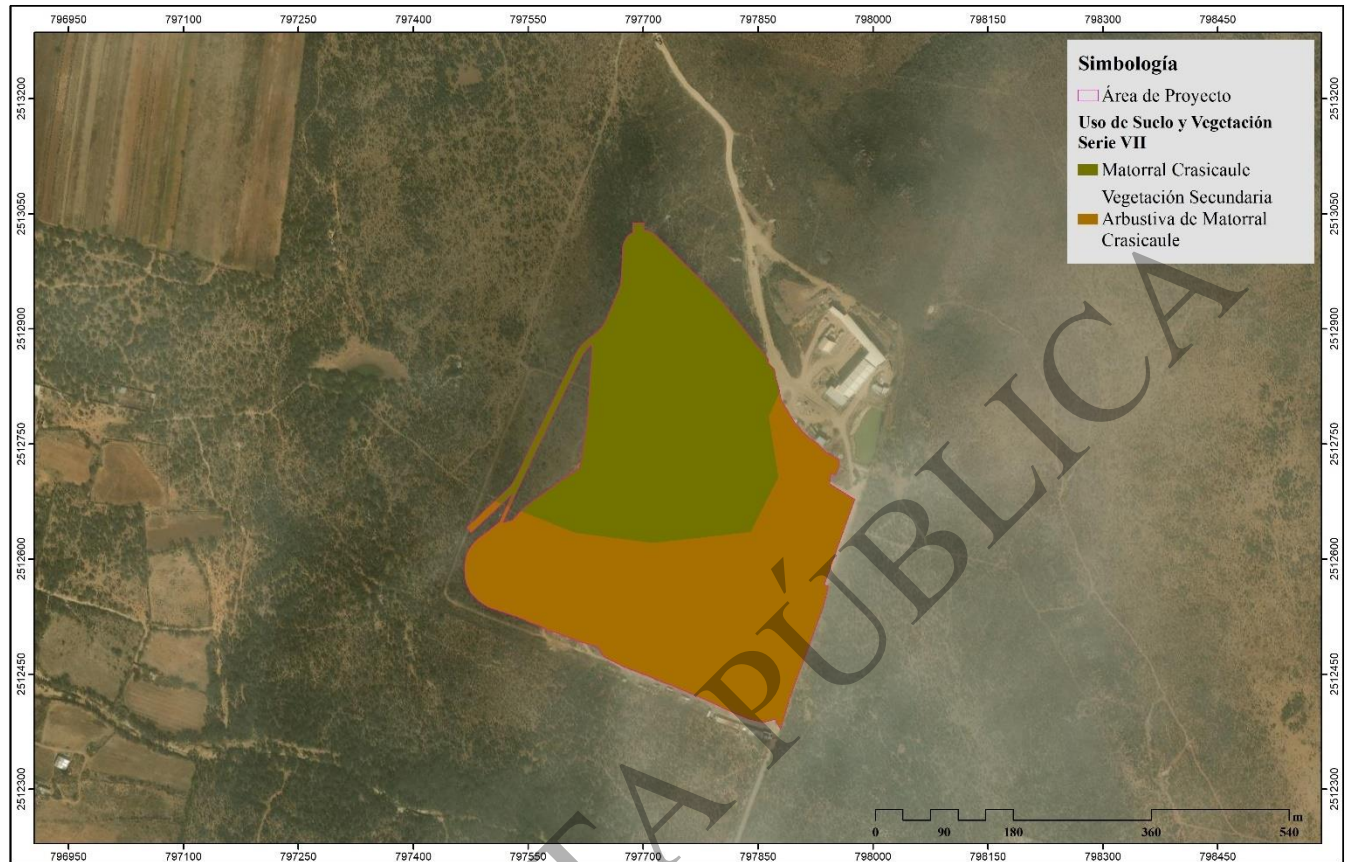
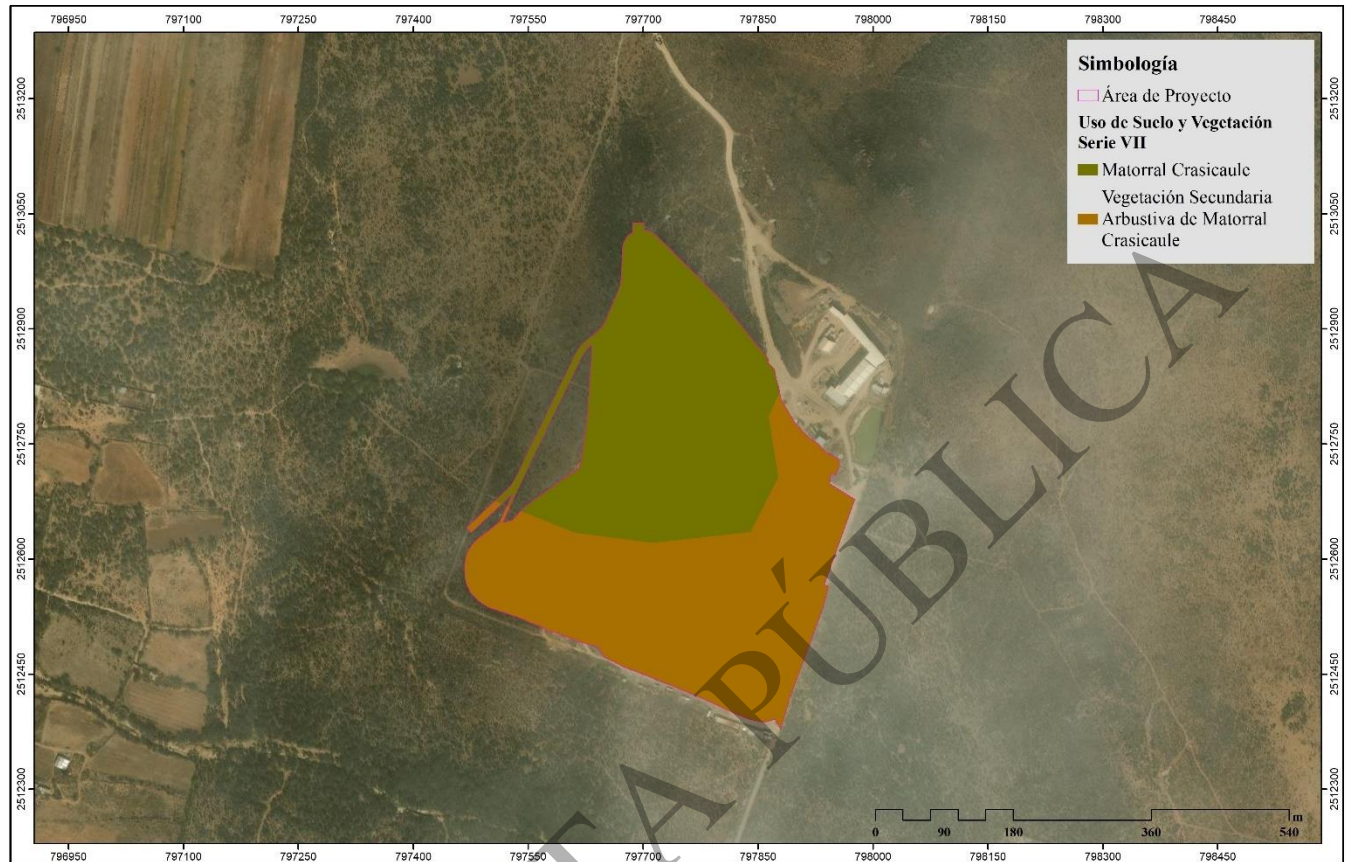


Figura 4. 101):

- Matorral crasicaule
- Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule

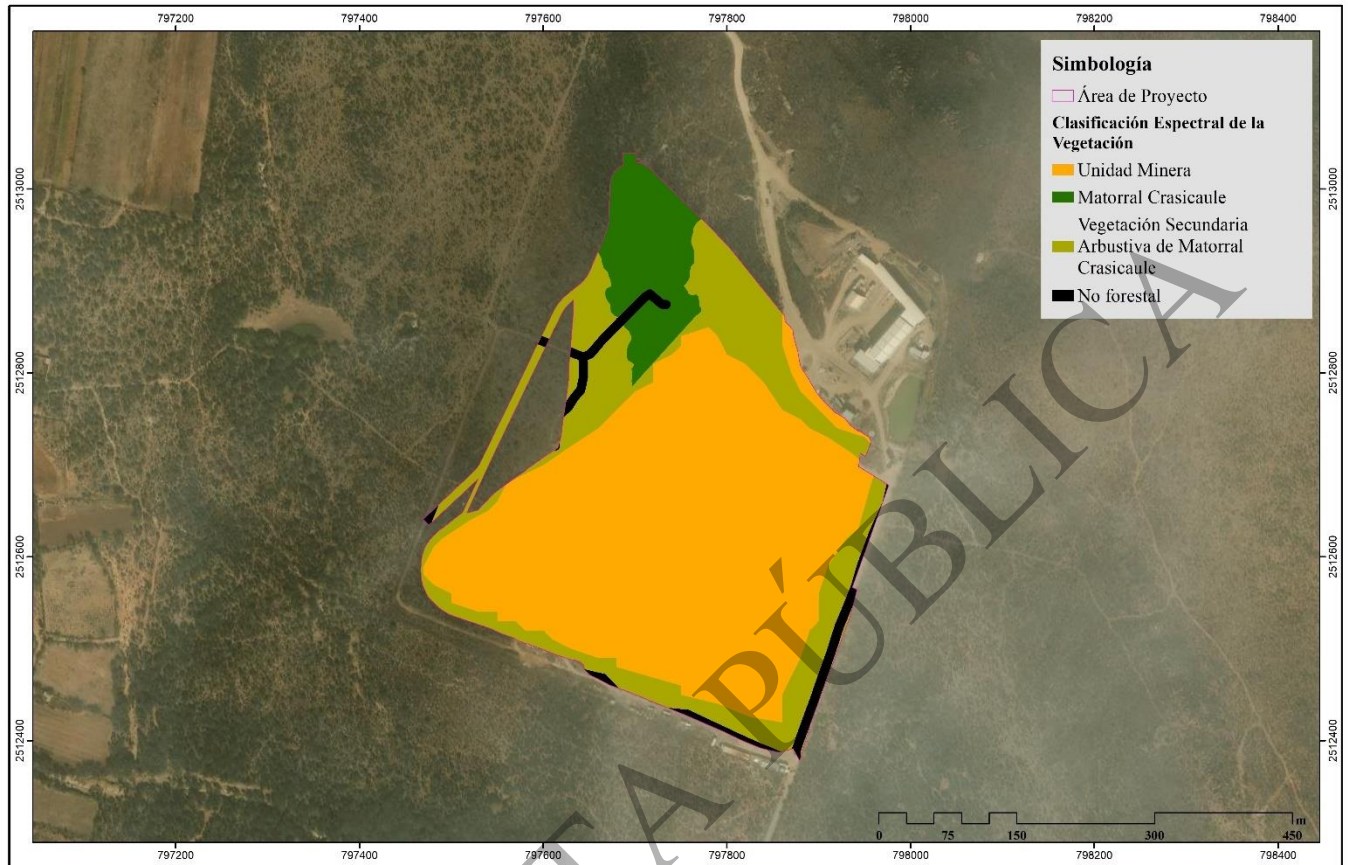


**Figura 4. 101 Uso de suelo y vegetación Serie VII INEGI en el AP**

No obstante, de acuerdo con lo observado en campo y con base en la clasificación espectral de la vegetación, se determinó que existen dos tipos de vegetación dentro el AP (Figura 4. 102), los cuales son:

- Matorral crasicaule
- Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule





**Figura 4. 102 Distribución de los tipos de vegetación para el AP con base en el trabajo de campo y clasificación espectral**

En el **Anexo 4.22**, se presentan la clasificación espectral de la vegetación del AP.

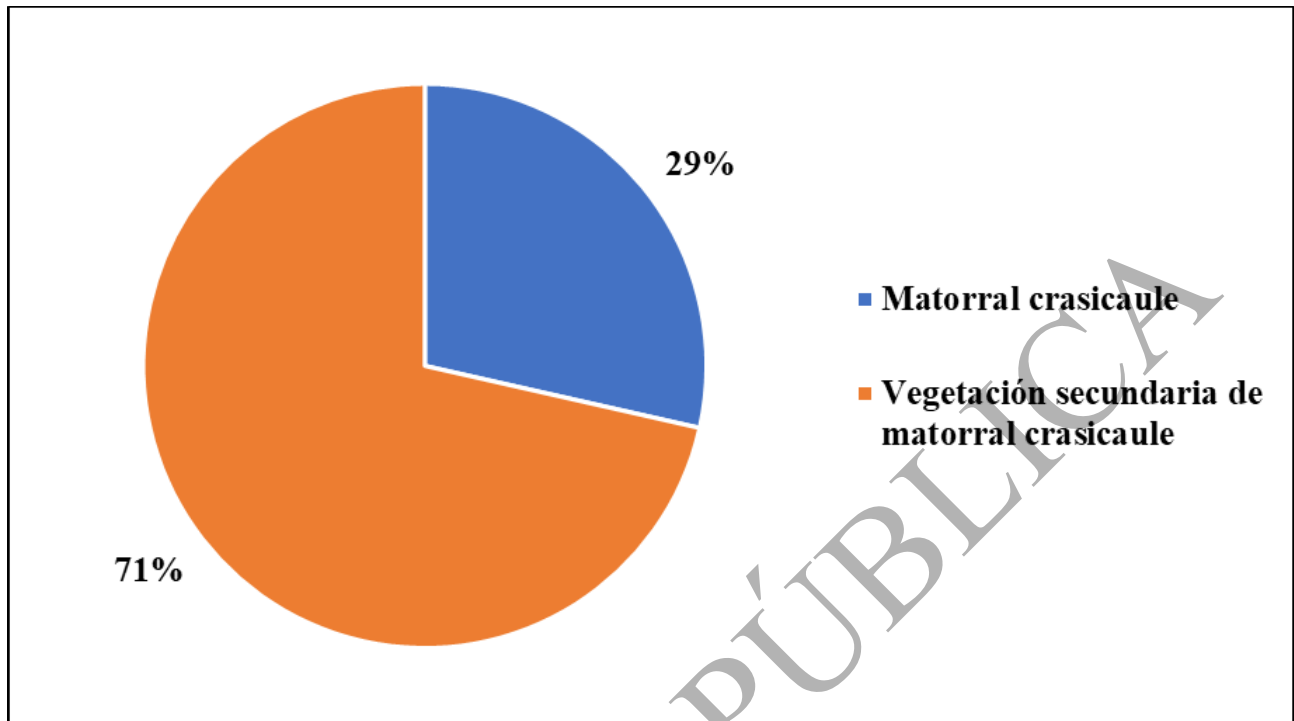
En el **Anexo 4.23** se presentan fotografías de áreas con los tipos de vegetación observados en el AP.

A continuación, en la Tabla 4. 119 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. 119. Superficie por tipo de vegetación dentro del AP**

No.	Tipo de vegetación	Área (ha)
1	Matorral crasicaule	1.65
2	Vegetación secundaria de matorral crasicaule	4.14
<b>TOTAL</b>		<b>5.79</b>

En la Figura 4. 103 se presenta en porcentaje la superficie cubierta de vegetación del AP.



**Figura 4. 103 Porcentaje de superficie de los tipos de vegetación del AP**

#### *Matorral crasicaule (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*, *Acacia*, *Dalea*, *Prosopis*, *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.

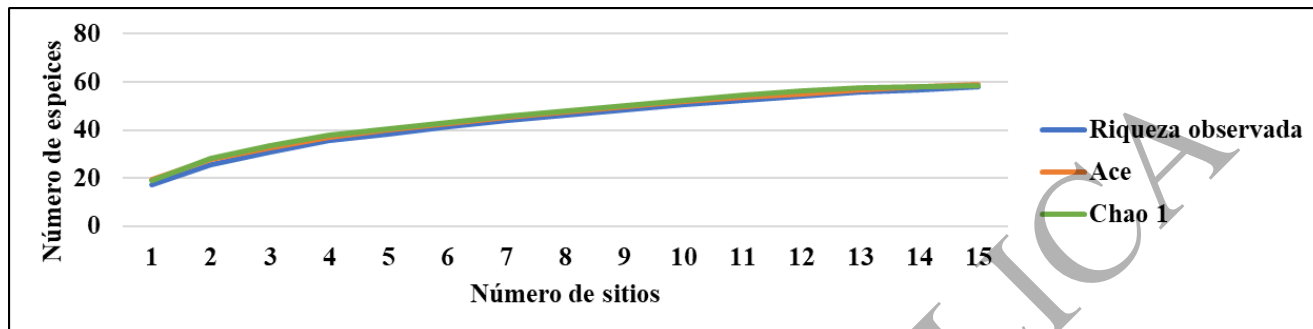
#### *Vegetación secundaria de matorral crasicaule (VsaMC)*

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 VsaMC, 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.3.2.1.3.3.2. Curva de acumulación de especies del Área del Proyecto**

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 58 especies de plantas vasculares, la cual alcanza una asíntota definida a partir de los 15 sitios de muestreo (Figura 4. 104).



**Figura 4. 104. Curva de acumulación de especies observadas y estimadas del AP**

Respecto a lo estimado por ACE y Chao 1, se obtuvo una representatividad del 98.69 % y 98.86 % 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 AP.

#### IV.3.2.1.3.3.3. Riqueza florística de la vegetación presente en el Área del Proyecto

La riqueza florística del AP incluye 19 familias, 47 géneros y 58 especies de plantas vasculares. En la Tabla 4. 120 se presenta el listado florístico para el AP.

**Tabla 4. 120. Listado florístico de especies vegetales registradas en el Área del Proyecto**

No.	Familia	Género	Especie	Autor	Nombre común
1	Amaranthaceae	Salsola	<i>Salsola kali</i>	L.	Rodadora
2	Anacardiaceae	Rhus	<i>Rhus microphylla</i>	Engelm.	Agrillo
3	Asparagaceae	Yucca	<i>Yucca filifera</i>	Chabaud	Palma china
4	Asteraceae	Ambrosia	<i>Ambrosia confertiflora</i>	DC.	Estafiate
5		Brickellia	<i>Brickellia veronicifolia</i>	(Kunth) A. Gray	Peisto
6		Dyssodia	<i>Dyssodia pinnata</i>	(Cav.) B.L. Rob.	Rosilla
7			<i>Dyssodia papposa</i>	(Vent.) Hitchc.	Flamenquilla
8		Erigeron	<i>Erigeron zacatensis</i>	G.L. Nesom	S/N
9		Gymnosperma	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	(Spreng.) Less.	Tatalencho
10		Heterotheca	<i>Heterotheca inuloides</i>	Cass.	Árnica mexicana
11		Isocoma	<i>Isocoma veneta</i>	(Kunth) Greene	Falsa damiana
12		Lactuca	<i>Lactuca serriola</i>	L.	Escariola Mediterránea

No.	Familia	Género	Especie	Autor	Nombre común
13		Parthenium	<i>Parthenium incanum</i>	Kunth	Mariola
14		Viguiera	<i>Viguiera dentata</i>	(Cav.) Spreng.	Chamiso
15		Xanthisma	<i>Xanthisma spinulosum</i>	(Pursh) D.R. Morgan & R.L. Hartm.	S/N
16			<i>Xanthisma gymnocephalum</i>	(DC.) D.R. Morgan & R.L. Hartm.	Árnica rosa
17		Zaluzania	<i>Zaluzania triloba</i>	(Ortega) Pers.	Hediondilla
18	Bromeliaceae	Tillandsia	<i>Tillandsia recurvata</i>	(L.) L.	Paixtle
19	Cactaceae	Coryphantha	<i>Coryphantha hintoniorum</i>	Dicht & A. Lüthy	Biznaga partida
20		Cylindropuntia	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	(Haw.) F.M. Knuth	Cardenchi
21		Ferocactus	<i>Ferocactus latispinus</i>	(Haw.) Britton & Rose	Biznaga ganchuda
22			<i>Ferocactus histrix</i>	Lindsay	Biznaga barril de acitrón
23		Mammillaria	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Haw.	Biznaga de espina solitaria
24			<i>Mammillaria uncinata</i>	Zucc. ex Pfeiff.	Biznaga ganchuda
25		Opuntia	<i>Opuntia streptacantha</i>	Lem.	Nopal cardón
26			<i>Opuntia rastrera</i>	F.A.C. Weber	Nopal rastrero
27			<i>Opuntia robusta</i>	H.L. Wendl. ex Pfeiff.	Nopal camueso
28			<i>Opuntia engelmannii</i>	Salm-Dyck ex Engelm.	Nopal cuijo
29	<i>Opuntia leucotricha</i>		DC.	Nopal duraznillo	
30	Euphorbiaceae	Jatropha	<i>Jatropha dioica</i>	Sessé ex Cerv.	Sangre de drago
31	Fabaceae	Calliandra	<i>Calliandra eriophylla</i>	Benth.	Charrasquillo
32		Dalea	<i>Dalea bicolor</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Engordacabra
33		Mimosa	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Ortega	Espino
34		Prosopis	<i>Prosopis laevigata</i>	(Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	Mezquite blanco



No.	Familia	Género	Especie	Autor	Nombre común
35		Vachellia	<i>Vachellia constricta</i>	(Benth.) Seigler & Ebinger	Chaparro prieto
36	Lamiaceae	Salvia	<i>Salvia ballotiflora</i>	Benth.	Mejorana
37		Teucrium	<i>Teucrium cubense</i>	Jacq.	Agrimonia
38	Loasaceae	Mentzelia	<i>Mentzelia hispida</i>	Willd.	Zazalic
39	Malvaceae	Abutilon	<i>Abutilon abutiloides</i>	(Jacq.) Garcke	S/N
40	Poaceae	Cenchrus	<i>Cenchrus ciliaris</i>	L.	Pasto buffel
41		Aristida	<i>Aristida divaricata</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Tres barbas abierto
42			<i>Aristida adscensionis</i>	L.	S/N
43		Bouteloua	<i>Bouteloua hirsuta</i>	Lag.	Gramma
44		Chloris	<i>Chloris virgata</i>	Sw.	Barbas de indio
45		Eragrostis	<i>Eragrostis intermedia</i>	Hitchc.	Zacate llanero
46		Lycurus	<i>Lycurus phleoides</i>	Kunth	Zacate lobero
47	Polemoniaceae	Loeselia	<i>Loeselia caerulea</i>	(Cav.) G. Don	Jarillo
48	Pteridaceae	Astrolepis	<i>Astrolepis sinuata</i>	(Lag. ex Sw.) D.M. Benham & Windham	Doradilla ondulada
49	Rubiaceae	Bouvardia	<i>Bouvardia ternifolia</i>	(Cav.) Schltdl.	Trompetilla
50	Scrophulariaceae	Buddleja	<i>Buddleja scordioides</i>	Kunth	Escobilla
51	Solanaceae	Datura	<i>Datura stramonium</i>	L.	Toloache
52		Nicotiana	<i>Nicotiana glauca</i>	Graham	Tabaquillo Sudamericano
53		Solanum	<i>Solanum rostratum</i>	Dunal	Ayohuiztle
54			<i>Solanum nigrum</i>	L.	Tomatillo del Diablo
55			<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Cav.	Pera
56	Verbenaceae	Aloysia	<i>Aloysia gratissima</i>	(Gillies & Hook.) Tronc.	Vara dulce
57		Verbena	<i>Verbena canescens</i>	Kunth	Verbena gris
58	Zygophyllaceae	Larrea	<i>Larrea tridentata</i>	(DC.) Coville	Gobernadora

La familia del AP mejor representada es Asteraceae con 12 géneros y 18 especies, que representa el 31% del total de especies enlistadas, seguido de Cactaceae con 5 géneros y 11 especies, que representa el 19% y, en tercer lugar, Fabaceae con 5 géneros y 5 especies, es decir, el 9% del total enlistado. Los

grupos de plantas mejor representados son característicos de los diversos tipos de vegetación presentes en este polígono.

#### **IV.3.2.1.3.3.4. Especies catalogadas bajo protección y de importancia para su conservación**

Para la identificación de las especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana 059 SEMARNAT 2010, se revisó la más reciente con una modificación del Anexo normativo III, publicada en el Diario Oficial de la Federación con fecha del 14/11/2019.

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, mismas que se describen a continuación.

En los sitios de muestreo realizados en el AP, se logró identificar la presencia de una especie enlistada en la Norma Oficial Mexicana 059- SEMARNAT-2010 (Tabla 4. 121).

**Tabla 4. 121. Listado de especies bajo protección dentro del Área del Proyecto**

No.	Familia	Especie	Autor	Nombre común	Nom-059 Categoría	Nom-059 Distribución
1	Cactaceae	<i>Ferocactus histrix</i>	Lindsay	Biznaga barril de acitrón	Pr	Endémica
Categoría de riesgo: (E) Probablemente extinta en el medio silvestre, (P) En peligro de extinción, (A) Amenazadas, (Pr) Sujetas a protección especial						

#### **IV.3.2.1.3.3.5. Estructura de la vegetación del Área del Proyecto**

En este apartado se presentan los resultados de los análisis ecológicos en los tipos de vegetación presentes en el AP para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo.

*Matorral crasicaule (MC)*

*Estrato arbóreo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato arbóreo del MC del AP.

**Tabla 4. 122. 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 <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	11	44.00	64.71	2.30	75.88	3	50.00	190.58
2	<i>Yucca filifera</i>	Palma china	5	20.00	29.41	0.32	10.69	2	33.33	73.44
3	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite blanco	1	4.00	5.88	0.41	13.43	1	16.67	35.98
<b>Total</b>			<b>17</b>	<b>68.00</b>	<b>100.00</b>	<b>3.03</b>	<b>100.00</b>	<b>6.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

*Estrato arbustivo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato arbustivo del MC del AP.

**Tabla 4. 123. 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 <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Dalea bicolor</i>	Engordacabra	926	3,704.00	34.80	684.20	28.22	5.00	10.20	73.22
2	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Espino	480	1,920.00	18.04	498.80	20.57	5.00	10.20	48.81
3	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	293	1,172.00	11.01	642.60	26.50	5.00	10.20	47.72
4	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	538	2,152.00	20.22	236.00	9.73	5.00	10.20	40.16
5	<i>Astrolepis sinuata</i>	Doradilla ondulada	55	220.00	2.07	29.50	1.22	5.00	10.20	13.49
6	<i>Aloysia gratissima</i>	Vara dulce	61	244.00	2.29	160.30	6.61	2.00	4.08	12.99
7	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	149	596.00	5.60	59.30	2.45	2.00	4.08	12.13
8	<i>Vachellia constricta</i>	Chaparro prieto	18	72.00	0.68	26.68	1.10	4.00	8.16	9.94
9	<i>Salsola kali</i>	Rodadora	80	320.00	3.01	40.00	1.65	1.00	2.04	6.70
10	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga de espina solitaria	3	12.00	0.11	0.94	0.04	3.00	6.12	6.27
11	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Peisto	15	60.00	0.56	11.20	0.46	2.00	4.08	5.11
12	<i>Buddleja scordioides</i>	Escobilla	14	56.00	0.53	9.80	0.40	2.00	4.08	5.01
13	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite blanco	4	16.00	0.15	8.90	0.37	2.00	4.08	4.60
14	<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo	4	16.00	0.15	3.80	0.16	2.00	4.08	4.39
15	<i>Calliandra eriophylla</i>	Charrasquillo	12	48.00	0.45	3.60	0.15	1.00	2.04	2.64
16	<i>Yucca filifera</i>	Palma china	5	20.00	0.19	3.70	0.15	1.00	2.04	2.38
17	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	2	8.00	0.08	4.20	0.17	1.00	2.04	2.29
18	<i>Salvia ballotiflora</i>	Mejorana	2	8.00	0.08	1.20	0.05	1.00	2.04	2.17
<b>Total</b>			<b>2,661</b>	<b>10,644.00</b>	<b>100.00</b>	<b>2,424.72</b>	<b>100.00</b>	<b>49.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

*Estrato herbáceo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato herbáceo del MC del AP.

**Tabla 4. 124. 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 <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Pasto buffel	6,300	126,000.00	71.13	3,840.00	90.16	5.00	33.33	194.62
2	<i>Dyssodia pinnata</i>	Rosilla	1,950	39,000.00	22.02	282.00	6.62	3.00	20.00	48.64
3	<i>Ambrosia confertiflora</i>	Estafiate	300	6,000.00	3.39	60.00	1.41	1.00	6.67	11.46
4	<i>Abutilon abutiloides</i>	S/N	70	1,400.00	0.79	49.00	1.15	1.00	6.67	8.61
5	<i>Solanum rostratum</i>	Ayohuiztle	87	1,740.00	0.98	8.70	0.20	1.00	6.67	7.85
6	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Pera	80	1,600.00	0.90	8.00	0.19	1.00	6.67	7.76
7	<i>Mentzelia hispida</i>	Zazálic	60	1,200.00	0.68	6.00	0.14	1.00	6.67	7.48
8	<i>Zaluzania triloba</i>	Hediondilla	8	160.00	0.09	4.00	0.09	1.00	6.67	6.85
9	<i>Datura stramonium</i>	Toloache	2	40.00	0.02	1.40	0.03	1.00	6.67	6.72
<b>Total</b>			<b>8,857</b>	<b>177,140.00</b>	<b>100.00</b>	<b>4259.10</b>	<b>100.00</b>	<b>15.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

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

Las especies arbustivas mejor representadas son *Dalea bicolor*, *Opuntia streptacantha*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Jatropha dioica*. A pesar de que el estrato arbóreo está presente, no se considera que tenga una alta representatividad, pues la única especie ocurrida es *Prosopis laevigata*. Estas especies son comúnmente propias de este tipo de vegetación. Asimismo, en las especies herbáceas se presenta baja representatividad y algunas de ellas están catalogadas como malezas (Villaseñor, 2004). Lo anterior sugiere un comportamiento ecológico con una estructura y composición de la vegetación estable.

*Vegetación secundaria de matorral crasicaule (VsaMC)*

*Estrato arbóreo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato arbóreo del VsaMC del AP.

**Tabla 4. 125. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el VsaMC del AP**

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Espino	1	10.00	50.00	0.01	69.23	1.00	50.00	169.23
2	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite blanco	1	10.00	50.00	0.01	30.77	1.00	50.00	130.77
<b>Total</b>			<b>2</b>	<b>20.00</b>	<b>100.00</b>	<b>0.02</b>	<b>100.00</b>	<b>2.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

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

*Estrato arbustivo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato arbustivo del VsaMC del AP.



**Tabla 4. 126. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbustivo presente en el VsaMC del AP**

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m <sup>2</sup> )	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Dalea bicolor</i>	Engordacabra	1782	3564.00	31.43	1291.80	32.46	10.00	7.35	71.24
2	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Espino	986	1972.00	17.39	942.40	23.68	10.00	7.35	48.42
3	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	1160	2320.00	20.46	463.89	11.65	10.00	7.35	39.47
4	<i>Salsola kali</i>	Rodadora	423	846.00	7.46	296.70	7.45	6.00	4.41	19.33
5	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	364	728.00	6.42	196.50	4.94	5.00	3.68	15.03
6	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	112	224.00	1.98	160.38	4.03	9.00	6.62	12.62
7	<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo	175	350.00	3.09	143.59	3.61	8.00	5.88	12.58
8	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Peisto	185	370.00	3.26	122.30	3.07	7.00	5.15	11.48
9	<i>Vachellia constricta</i>	Chaparro prieto	103	206.00	1.82	129.53	3.25	7.00	5.15	10.22
10	<i>Astrolepis sinuata</i>	Doradilla ondulada	96	192.00	1.69	45.30	1.14	7.00	5.15	7.98
11	<i>Calliandra eriophylla</i>	Charrasquillo	87	174.00	1.53	35.80	0.90	5.00	3.68	6.11
12	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	8	16.00	0.14	13.70	0.34	6.00	4.41	4.90
13	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenchi	11	22.00	0.19	6.40	0.16	6.00	4.41	4.77
14	<i>Buddleja scordioides</i>	Escobilla	29	58.00	0.51	19.30	0.48	4.00	2.94	3.94
15	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	41	82.00	0.72	23.40	0.59	3.00	2.21	3.52
16	<i>Salvia ballotiflora</i>	Mejorana	10	20.00	0.18	9.40	0.24	4.00	2.94	3.35
17	<i>Aloysia gratissima</i>	Vara dulce	6	12.00	0.11	10.00	0.25	4.00	2.94	3.30
18	<i>Nicotiana glauca</i>	Tabaquillo Sudamericano	12	24.00	0.21	18.60	0.47	3.00	2.21	2.88
19	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite blanco	9	18.00	0.16	9.70	0.24	3.00	2.21	2.61
20	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	8	16.00	0.14	8.30	0.21	3.00	2.21	2.56
21	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal cuijo	3	6.00	0.05	2.40	0.06	3.00	2.21	2.32
22	<i>Xanthisma spinulosum</i>	S/N	22	44.00	0.39	10.00	0.25	2.00	1.47	2.11
23	<i>Xanthisma gymnocephalum</i>	Arnica rosa	15	30.00	0.26	5.90	0.15	2.00	1.47	1.88
24	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal camueso	6	12.00	0.11	2.10	0.05	2.00	1.47	1.63
25	<i>Rhus microphylla</i>	Agrillo	3	6.00	0.05	5.70	0.14	1.00	0.74	0.93
26	<i>Lactuca serriola</i>	Escariola Mediterránea	5	10.00	0.09	2.90	0.07	1.00	0.74	0.90
27	<i>Isocoma veneta</i>	Falsa damiana	4	8.00	0.07	2.90	0.07	1.00	0.74	0.88
28	<i>Ferocactus latispinus</i>	Biznaga ganchuda	2	4.00	0.04	0.36	0.01	1.00	0.74	0.78
29	<i>Ferocactus histrix</i>	Biznaga barril de acitrón	1	2.00	0.02	0.80	0.02	1.00	0.74	0.77
30	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga de espina solitaria	1	2.00	0.02	0.10	0.00	1.00	0.74	0.76
31	<i>Mammillaria uncinata</i>	Biznaga ganchuda	1	2.00	0.02	0.10	0.00	1.00	0.74	0.76
<b>Total</b>			<b>5670</b>	<b>11340.00</b>	<b>100.00</b>	<b>3980.25</b>	<b>100.00</b>	<b>136.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

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

*Estrato herbáceo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos y el IVI calculado para el estrato herbáceo del VsaMC del AP.

**Tabla 4. 127 Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato herbáceo presente en el VsaMC del AP**

No	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Pasto buffel	5604	56040.00	34.92	2416.40	40.05	7.00	14.29	89.25
2	<i>Bouteloua hirsuta</i>	Gramma	3100	31000.00	19.32	1110.00	18.40	2.00	4.08	41.79
3	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho	2697	26970.00	16.80	739.10	12.25	6.00	12.24	41.30
4	<i>Dyssodia papposa</i>	Flamenquilla	361	3610.00	2.25	62.80	1.04	7.00	14.29	17.58
5	<i>Aristida divaricata</i>	Tres barbas abierto	863	8630.00	5.38	387.80	6.43	2.00	4.08	15.89
6	<i>Eragrostis intermedia</i>	Zacate llanero	763	7630.00	4.75	305.20	5.06	2.00	4.08	13.89
7	<i>Lycurus phleoides</i>	Zacate lobero	713	7130.00	4.44	427.80	7.09	1.00	2.04	13.57
8	<i>Mentzelia hispida</i>	Zazalic	333	3330.00	2.07	158.90	2.63	4.00	8.16	12.87
9	<i>Solanum rostratum</i>	Ayohuiztle	464	4640.00	2.89	114.40	1.90	3.00	6.12	10.91
10	<i>Chloris virgata</i>	Barbas de indio	620	6200.00	3.86	152.00	2.52	2.00	4.08	10.46
11	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	77	770.00	0.48	72.30	1.20	3.00	6.12	7.80
12	<i>Heterotheca inuloides</i>	Árnica mexicana	83	830.00	0.52	24.90	0.41	1.00	2.04	2.97
13	<i>Solanum nigrum</i>	Tomatillo del Diablo	100	1000.00	0.62	10.00	0.17	1.00	2.04	2.83
14	<i>Erigeron zacatensis</i>	S/N	63	630.00	0.39	12.60	0.21	1.00	2.04	2.64
15	<i>Loeselia caerulea</i>	Jarillo	75	750.00	0.47	7.50	0.12	1.00	2.04	2.63
16	<i>Teucrium cubense</i>	Agrimonia	38	380.00	0.24	15.20	0.25	1.00	2.04	2.53
17	<i>Verbena canescens</i>	Verbena gris	47	470.00	0.29	9.40	0.16	1.00	2.04	2.49
18	<i>Loeselia mexicana</i>	Espinosilla	40	400.00	0.25	4.00	0.07	1.00	2.04	2.36
19	<i>Datura stramonium</i>	Toloache	5	50.00	0.03	2.00	0.03	1.00	2.04	2.11
20	<i>Ambrosia confertiflora</i>	Estafiate	2	20.00	0.01	1.00	0.02	1.00	2.04	2.07
21	<i>Zaluzania triloba</i>	Hediondilla	1	10.00	0.01	0.50	0.01	1.00	2.04	2.06
<b>Total</b>			<b>1604</b>	<b>160490.0</b>	<b>100.0</b>	<b>6033.8</b>	<b>100.0</b>	<b>49.00</b>	<b>100.0</b>	<b>300.0</b>
			<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>0</b>	<b>0</b>

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

La diversidad de especies herbáceas es alta e indica que existen nichos que normalmente no ocurren en la vegetación primaria de MC (Rzedowski, 2006). Además de ello, el estrato arbustivo conserva algunas especies propias de este tipo de vegetación, como *Dalea bicolor*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Jatropha dioica*. Se concluye que la composición y estructura para la VsaMC se encuentra en condiciones estables.

**IV.3.2.1.3.3.6. Diversidad de la vegetación en el Área del Proyecto**

A continuación, se presentan los resultados de la diversidad, para cada tipo de vegetación, con base en los trabajos de campo realizados en el AP.

### ***Índice de diversidad del Matorral crasicale (MC) del Área del Proyecto***

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado para el MC en el AP por tipo de estrato, se muestra en la Tabla 4. 128.

**Tabla 4. 128 Índice de diversidad de especies por estratos del MC presente en el AP**

Árboreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	3	Riqueza (S)	18	Riqueza (S)	9
H Calculada	0.81	H Calculada	1.84	H Calculada	0.86
H max = Ln S	1.10	H max = Ln S	2.89	H max = Ln S	2.20
Equidad = H/Hmax	0.74	Equidad = H/Hmax	0.64	Equidad = H/Hmax	0.39

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 arbustivo. Por tanto, la estructura y composición de la comunidad vegetal, se encuentra en condiciones estables.

### ***Índice de diversidad de la Vegetación secundaria de matorral crasicale (VsaMC) del Área del Proyecto***

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado para el VsaMC en el AP por tipo de estrato, se muestra en la Tabla 4. 129.

**Tabla 4. 129 Índice de diversidad de especies por estratos del VsaMC presente en el AP**

Árboreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	2	Riqueza (S)	31	Riqueza (S)	21.00
H Calculada	0.69	H Calculada	2.07	H Calculada	2.00
H max = Ln S	0.69	H max = Ln S	3.43	H max = Ln S	3.04
Equidad = H/Hmax	1.00	Equidad = H/Hmax	0.60	Equidad = H/Hmax	0.66

En la VsaMC el estrato que presenta el mayor índice de diversidad calculado es el estrato arbóreo, sin embargo, es el arbustivo quien resalta en cantidad de especies, pues algunas de ellas característica de la vegetación presentan alto valor de abundancia. Lo anterior indica un equilibrio en la representación de especies, de la comunidad y estructura vegetal.

#### ***IV.3.2.1.3.4. Índice de Integridad Ecológica Vegetativa I.I.E.V.***

Derivado de lo anterior, se realizó el cálculo del error cuadrático medio (ECM) para el resultado de cada modelo. El ECM es la suma de los cuadrados de la diferencia entre los datos estimados y los medidos. A continuación, se presenta la tabla de resultados del ECM por modelo.

**Tabla 4. 130 Tabla de resultados de error cuadrático medio**

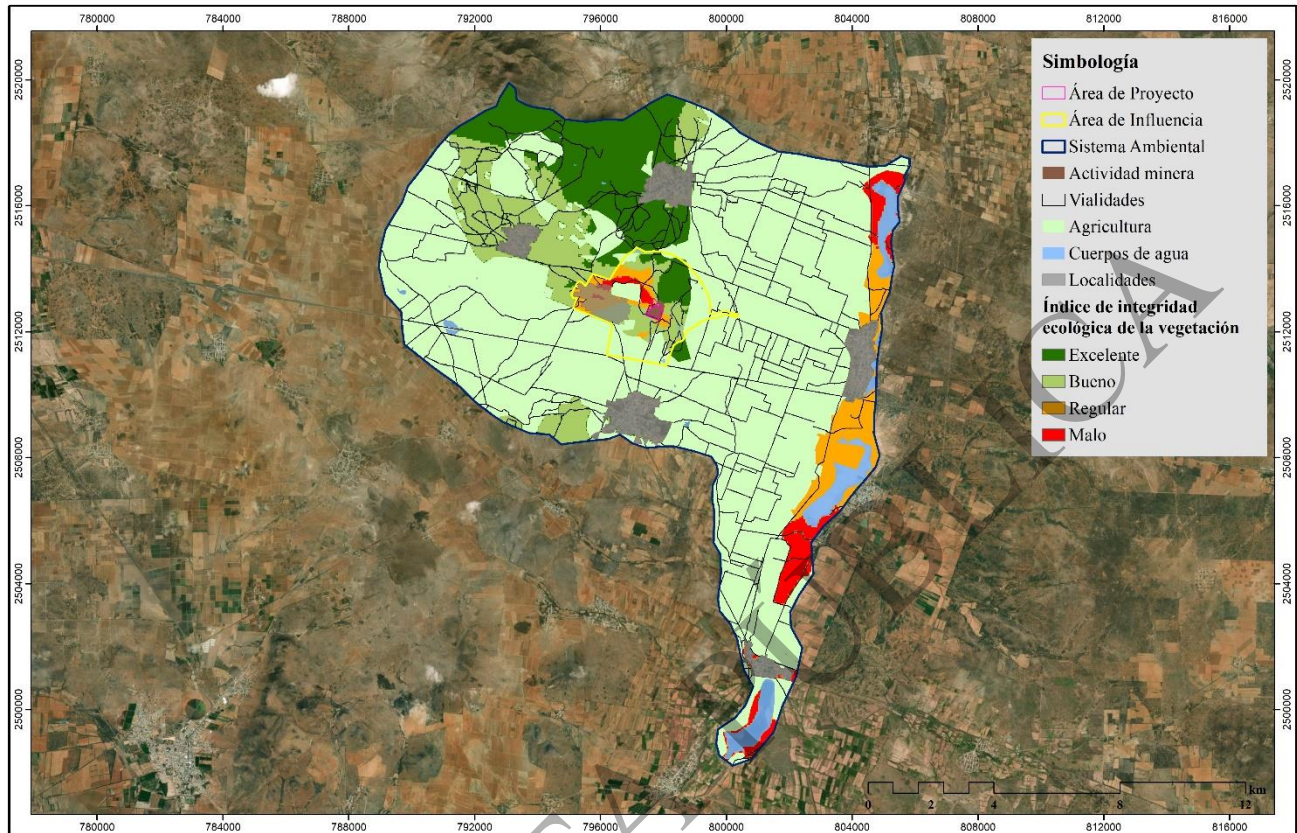
N° Muestra	ECM SpReg	ECM Kesf	ECM KGau	ECM Idw4	ECM Idw2
12	6008.41	33.93	6.72	116.54	40.75
47	371	366.41	425.91	361.29	365.96
11	984.58	25.24	28.09	38.85	39.28
101	49.81	139.56	180.75	39.71	96.04
106	79	0	0	10.39	0.37
107	1.59	10.93	2.48	196.85	115.6
9	222.38	1.9	35.21	203.58	163.93
113	27.87	248.12	330.19	24.87	68.89
1	1636.51	99.57	111.85	197.13	176.02
50	275.21	93.49	73.47	120.87	100.74
121	377.47	70.61	103.7	0.24	19.61
124	127.13	0.18	0.59	55.3	12.18
6	24.7	51.93	59.39	54.26	70.62
<b>Resultado ECM</b>	<b>10185.66</b>	<b>1141.86</b>	<b>1358.35</b>	<b>1419.89</b>	<b>1269.99</b>

Como se observa en la tabla anterior, el menor error cuadrático medio lo presenta el modelo Kriging esférico, que lo hace el mejor método a utilizar con base en la metodología de validación cruzada.

Con base a la modelación del IIEV calculado mediante la información por sitio recabada en campo, se presenta la Figura 4. 105. En ella se observan la condición ecológica de la vegetación, de las áreas de estudio.

CONSULTA PÚBLICA





**Figura 4. 105. IIEV en las áreas de estudio**

#### **IV.3.2.1.4. Conclusión del análisis de la vegetación**

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 presentan tres tipos de vegetación anidados en los del SA: matorral crasicaule, matorral desértico micrófilo y vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule. Asimismo, dentro del AP la vegetación que se observa es matorral crasicaule y 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 mezquites.

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 arbustivas, 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 30 familias, 65 géneros y 83 especies de plantas vasculares, dentro de las cuales destacan con mayor número de géneros y especies las familias Cactaceae, Asteraceae y Poaceae; para el AI se registraron 25 familias, 58 géneros y 68 especies, de las cuales las familias mejor representadas son las mismas que en el SA. Por último, en el AP se registraron 22 familias, 19 familias, 47 géneros y 58 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*, *Mammillaria crinita* subsp. *crinita* y *Ferocactus histrix*.

Respecto al índice de Integridad Ecológica Vegetal, se concluye que la condición ecológica de la vegetación en la mayor superficie del SA es excelente, la distribución de esta condición se presenta al Este. Dentro del AI se concluye que la condición que predomina en superficie es la regular, con un 59% del total de superficie, seguido de condición buena con el 23 % y finalmente excelente y pobre.

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**

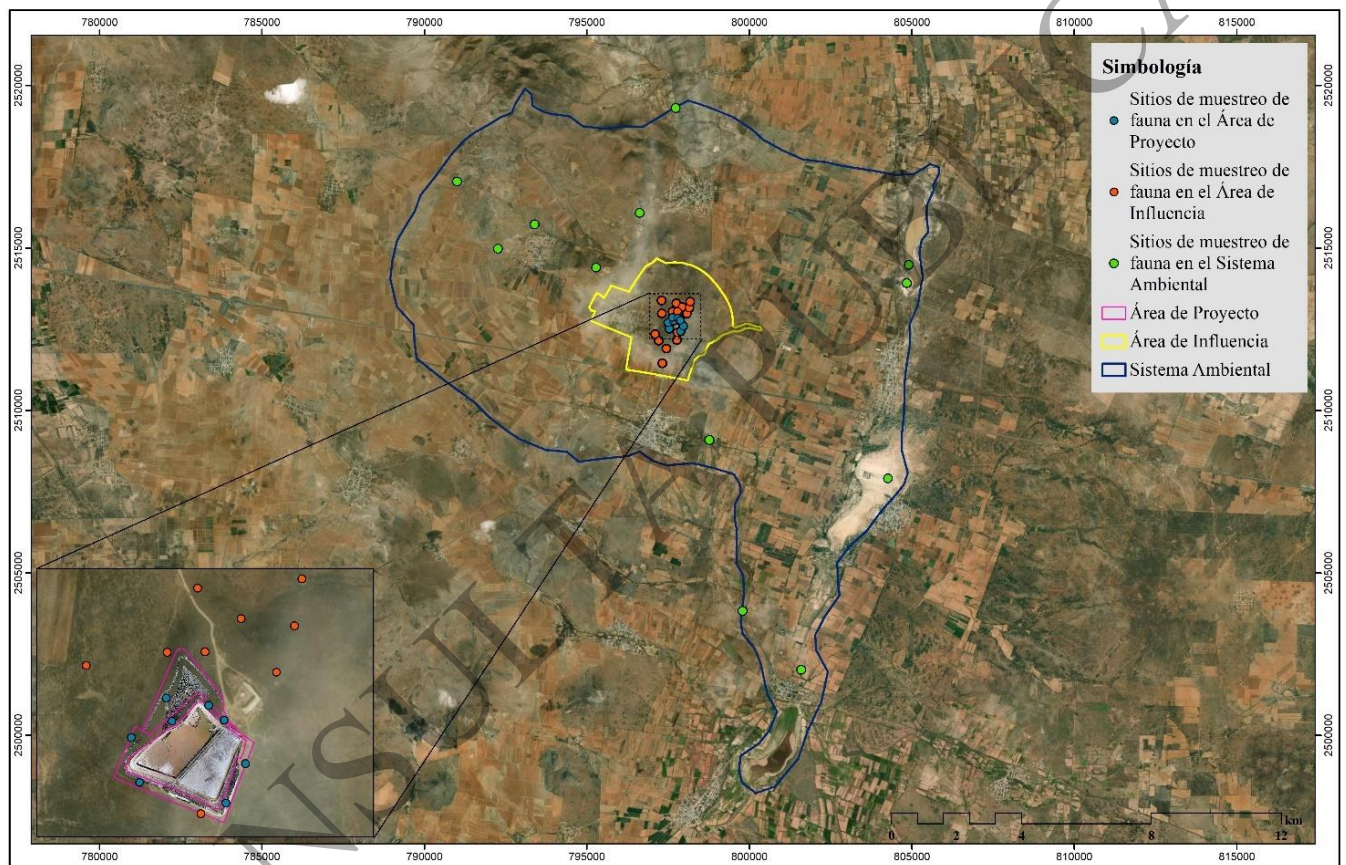
Zacatecas es uno de los estados menos estudiados en el tema de biodiversidad. Los estudios de los recursos naturales y en particular los que se refieren a la fauna silvestre son escasos (Rodríguez-Maturino *et al.*, 2018; De la Trinidad, 2020). Si bien aún no existen listados de especies para la mayor parte de los



municipios, es todavía más marcada la carencia de estudios sobre sus tendencias poblacionales (Sígala-Rodríguez *et al.*, 2020).

#### IV.3.2.2.1. Metodología de muestreo

Se realizó trabajo de campo del 23 de mayo al 03 de junio de 2021. Los muestreos faunísticos se realizaron en parcelas 35 de 200 metros, las parcelas se ubicaron dentro del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área de Proyecto. En la siguiente figura se muestra la localización de las parcelas.



**Figura 4.106. Localización de las parcelas de muestreo para fauna silvestre**

A continuación, se describen las distintas variantes de metodologías para cada uno de los grupos de vertebrados terrestres (reptiles, aves y mamíferos). Para los nombres comunes se consultó la página web de Enciclovida (2022) para que fuesen uniformes entre todos los grupos analizados.

##### IV.3.2.2.1.1. Reptiles

Para el caso del registro de la herpetofauna se realizó la remoción de 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 se muestrearon con material herpetológicos (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.3.2.2.1.2. Mamíferos**

Para el registro de los mamíferos terrestres se consideraron las señales que las especies dejan de su presencia y actividades (plumas, huellas, excretas, marcas, cadáveres, etc.). El terreno determina la permanencia y la claridad de los rastros principalmente las huellas. Para la identificación de los rastros (especies) se utilizó el trabajo de Aranda-Sánchez (2012) y Ceballos y Oliva (2005).

Se utilizaron 6 cámaras de fototrampeo para el muestreo de especies de carácter críptico o raras, debido a que permiten ampliar nuestras observaciones de las especies en el tiempo y el espacio sin interferir con su conducta, generando así información muy valiosa sobre la biología y ecología de estas especies, que de otra manera sería más difícil de obtener si utilizáramos métodos tradicionales. En la siguiente figura se muestra la localización de las cámaras trampa. Se consideró en el análisis sólo registros independientes. Un registro independiente fue considerado como 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.



**Figura 4.107. Localización de las cámaras trampa**

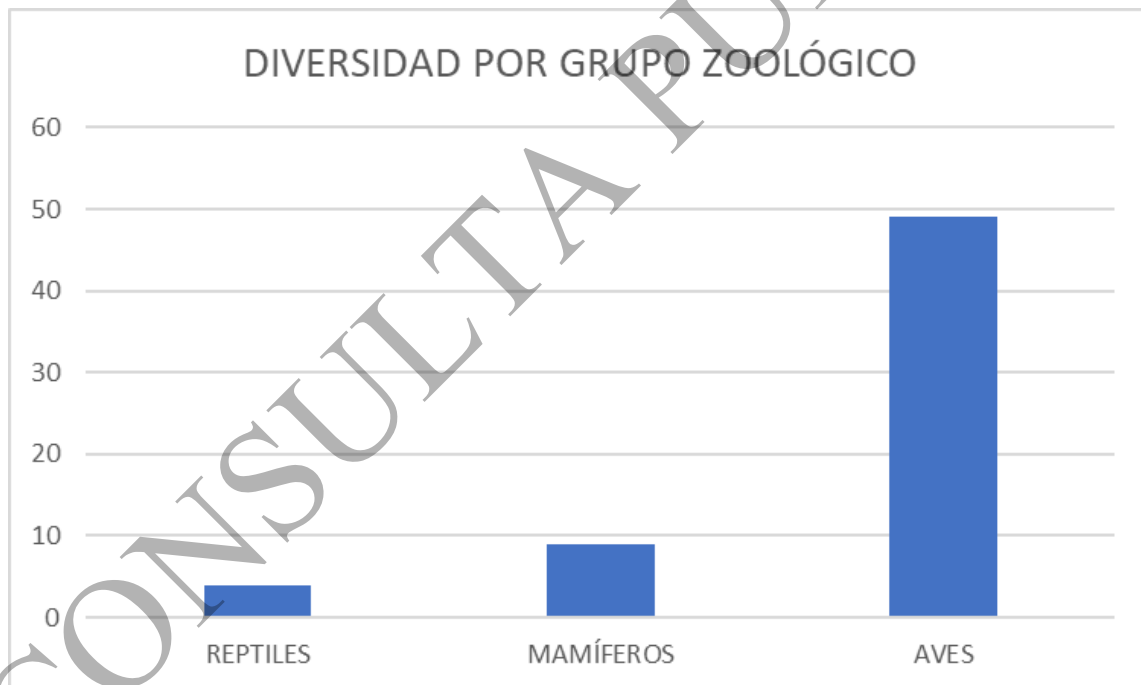


**IV.3.2.2.1.3. Aves**

Para el caso de aves los registros se realizaron dentro de cada una de las parcelas, a través de detecciones visuales y auditivas, ya que este método es el más efectivo pues permite obtener listas de especies lo más completas y representativas posibles, es altamente eficiente ya que maximiza la información obtenida por unidad de tiempo y esfuerzo (Villareal et al., 2004). Para esta actividad se utilizaron binoculares de la marca Vortex 8X42, y las guías de campo de Howell y Webb (1995) y Dunn and Alderfer (2017), para determinación de las especies.

**IV.3.2.2.2. Resultados**

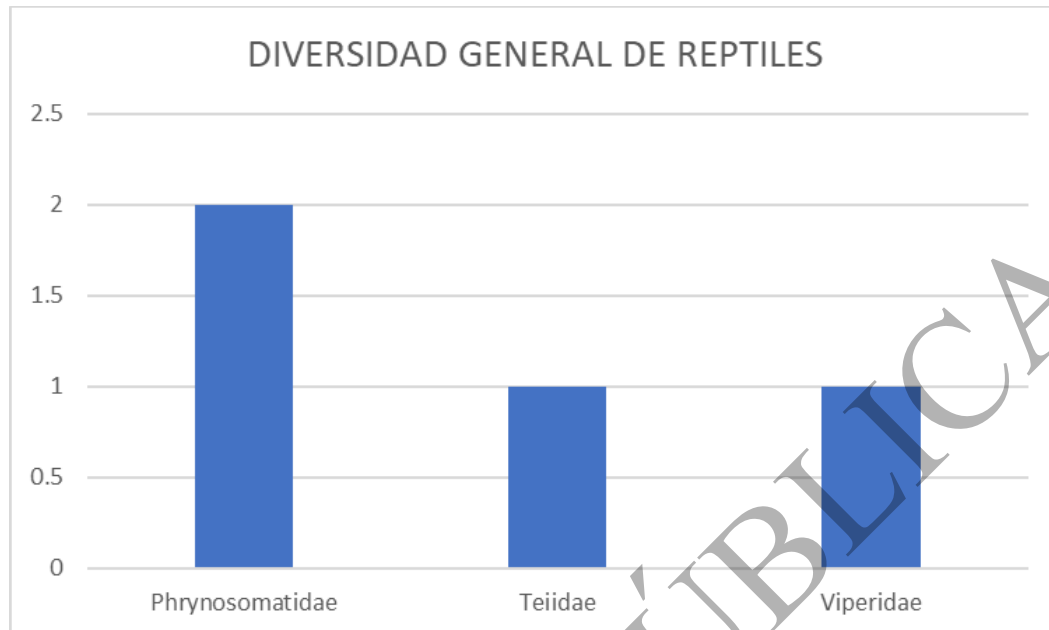
Durante los muestreos que se realizaron para el Proyecto se lograron documentar un total de 62 especies de vertebrado (Figura 4.108). El grupo de las aves fue el mejor representado, con un total de 49 especies, seguido del grupo de los mamíferos con 9 especies. El grupo de los reptiles registro un total de 4 especies. En el **Anexo 4.24** se presenta un reporte fotográfico de algunas de las especies registradas durante los muestreos.



**Figura 4.108. Diversidad por grupo faunístico**

**IV.3.2.2.2.1. Reptiles**

De acuerdo con los datos obtenidos en campo, los reptiles presentaron una riqueza específica de 4 especies, pertenecientes a dos Subordenes de los cuales Lacertilia que presentó el mayor número de especies. Los reptiles se encuentran divididos en tres familias siendo Phrynosomatidae la que cuenta con mayor riqueza de especies con 2. Las Familias Teiidae y Viperidae presentaron una especie cada una, una. Dos especies se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla 4. 131).

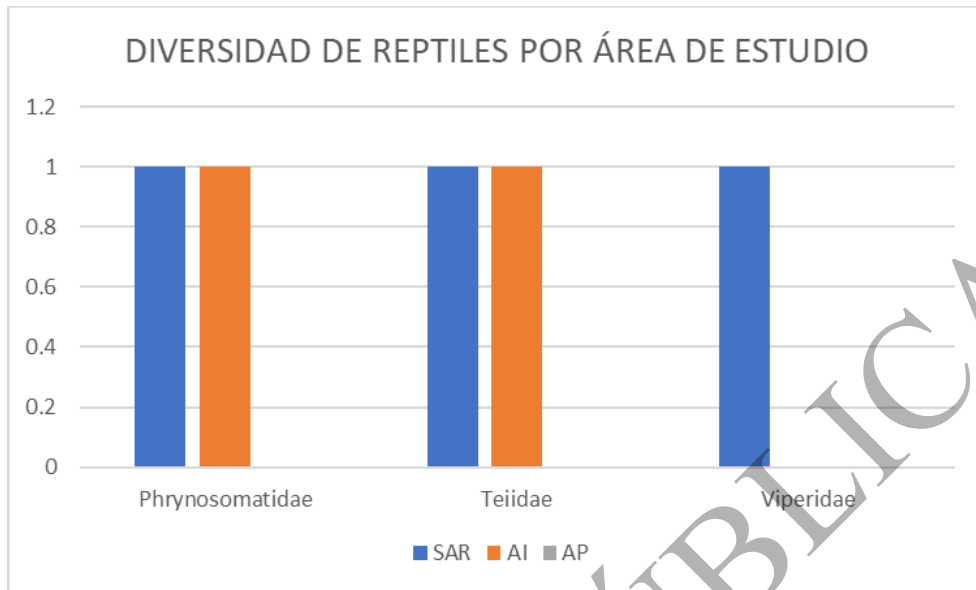


**Figura 4.109. Diversidad general de reptiles por familia**

**Tabla 4. 131. Especies de reptiles registrados en el presente Proyecto**

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	E	SA	AI	AP
Squamata (Lacertilia)	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija espinosa del mezquite	Pr	-	-	X	-
		<i>Phrynosoma modestum</i>	Tapayatxin	-	-	X	-	-
	Teiidae	<i>Aspidoscelis gularis</i>	Huico pinto del noreste	-	-	X	X	-
Squamata (Serpentes)	Viperidae	<i>Crotalus lepidus</i>	Cascabel gris	Pr	-	X	-	-

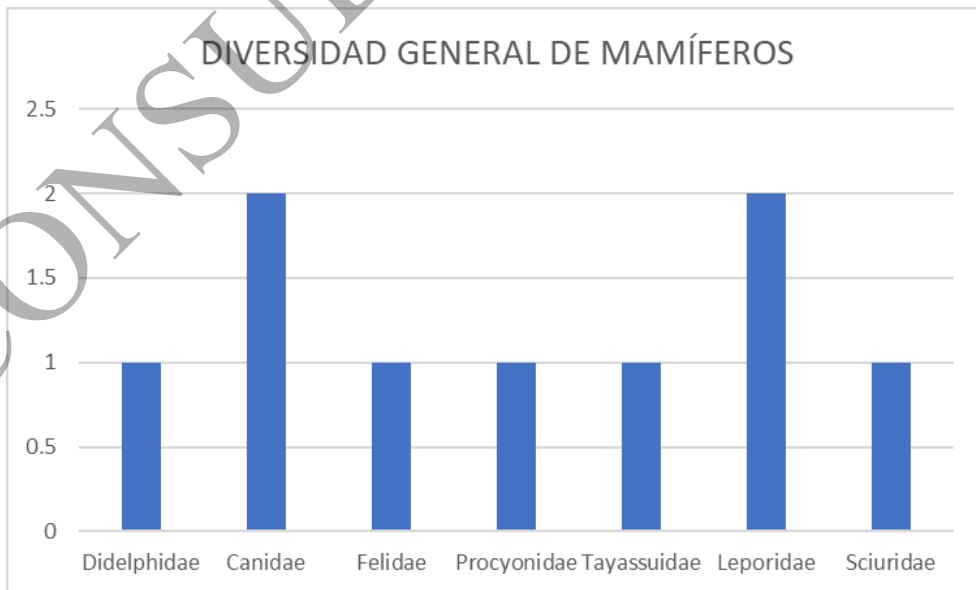
La mayor diversidad de especies se registró en el Sistema Ambiental (SA) con 3 especies, seguido del Área de Influencia (AI) con 2 especies, mientras que el Área de proyecto (AP) no se presentaron registros.



**Figura 4.110. Diversidad de reptiles por área de estudio**

**IV.3.2.2.2. Mamíferos**

El grupo de los mamíferos presento una riqueza de 9 especies, pertenecientes a cuatro órdenes, de los cuales el orden Carnívora fue el más diverso con 4 especies, seguido por Lagomorpha con 2 especies. Los mamíferos se encuentran representados en 7 familias, de las cuales las familias Canidae y Laeporidae fueron las más diversas con 2 especies cada una. Las familias Didelphidae, Procyonidae, Felidae, Tayassuidae y Sciuridae, se encontraron representadas equitativamente con una especie (Figura 4.111). Ninguna especie se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla 4. 132).

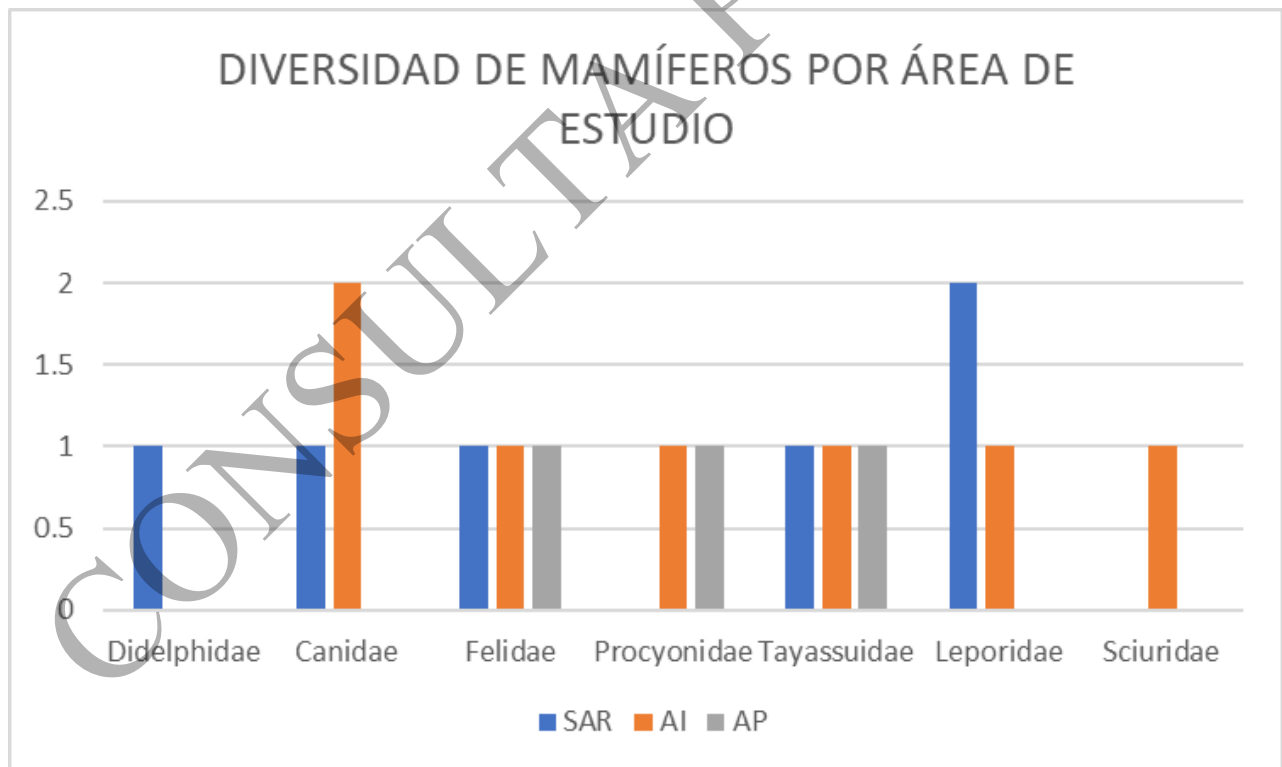


**Figura 4.111. Diversidad de mamíferos por familia**

**Tabla 4. 132. Especies de mamíferos registradas para el presente Proyecto**

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM 059	E	SA	AI	AP
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	-	-	X	-	-
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	-	-	X	X	X
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	-	-	-	X	X
	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Lince	-	-	X	X	X
	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	-	-	-	X	X
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de Collar	-	-	X	X	X
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	-	-	X	-	-
		<i>Lepus californicus</i>	Liebre Cola Negra	-	-	X	X	-
Rodentia	Sciuridae	<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardilla	-	-	-	X	-

La mayor diversidad de especies se registró en el Área de Influencia (AI) con 7 especies, seguido del Sistema Ambiental (SA) con 6 especies, mientras que el Área de proyecto (AP) presentaron 5 especies.



**Figura 4.112. Diversidad de mamíferos por área de estudio**



IV.3.2.2.2.3. Aves

Este grupo fue el mejor representado durante los muestreos, se registraron un total de 49 especies, pertenecientes a diez órdenes, de los cuales los Passeriformes son los más diversos con 26 especies, contrariamente los Galliformes, Pelecaniformes, Apodiformes, Cuculiformes y Strigiformes que solo presentaron una especie. Se encuentran presentes 25 familias, siendo la familia Columbidae la que presento la mayor riqueza de especies con 5 (spp.) (Figura 4.113). Se registraron 3 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, 2 bajo la categoría de “Protección especial” (*Parabuteo unicinctus* y *Geranoetus albicaudatus*) y una especie en la categoría “Amenazada” (*Anas diazi*). A continuación, en la siguiente tabla se presenta el listado de especies registradas para el Proyecto (Tabla 4. 133).

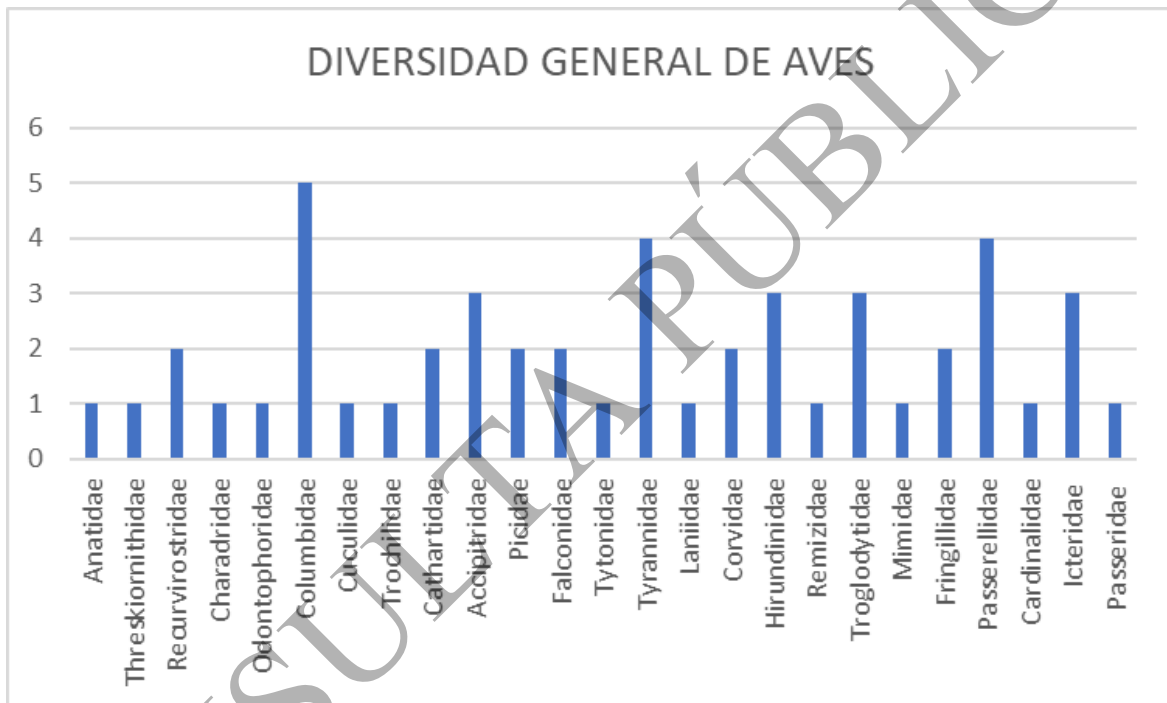


Figura 4.113. Riqueza de aves por familia

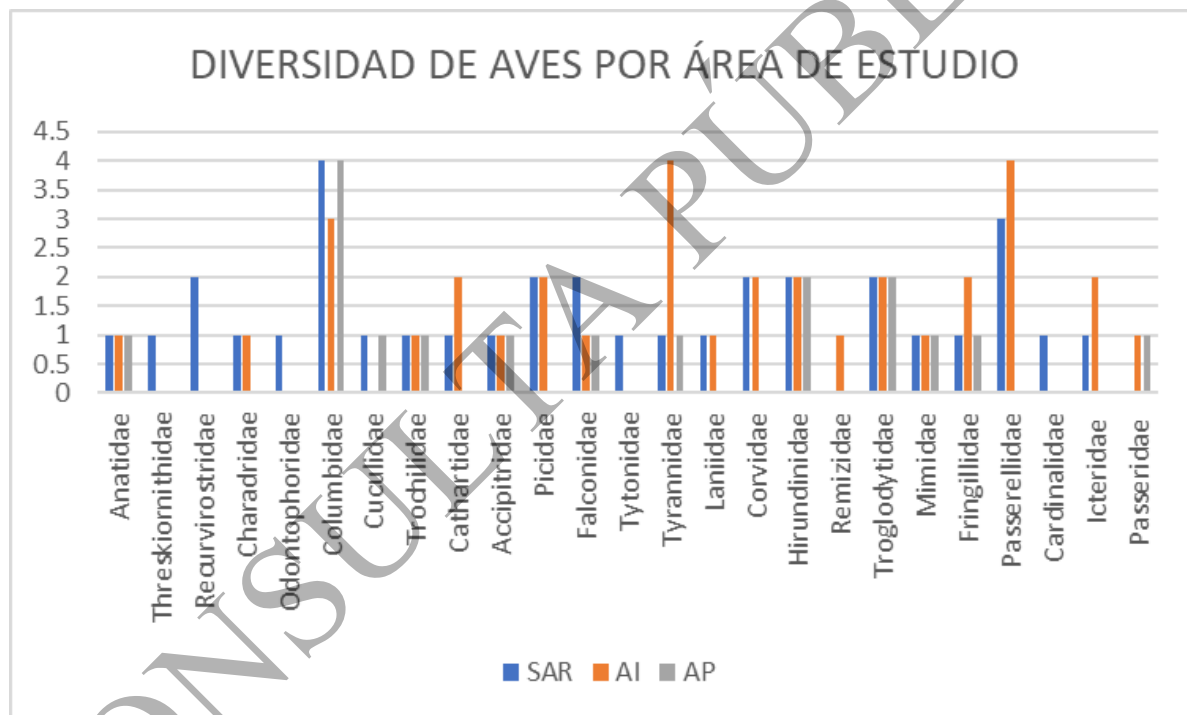
**Tabla 4. 133. Especies de aves registrados para el presente Proyecto**

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	E	SAR	AI	AP
Anceriformes	Anatidae	<i>Anas diazi</i>	Pato mexicano	A	E	X	X	X
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	Ibis Ojos Rojos	-	-	X	-	-
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Monjita Americana	-	-	X	-	-
		<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta Americana	-	-	X	-	-
	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlito tildío	-	-	X	X	-
Galliformes	Odontophoridae	<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz escamosa	-	-	X	-	-
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma común	-	-	-	-	X
		<i>Columbina inca</i>	Tórtola Cola Larga	-	-	X	-	X
		<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de Alas Blancas	-	-	X	X	X
		<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota	-	-	X	X	X
		<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar turca	-	-	X	X	-
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	-	-	X	-	X
Apodiformes	Trochilidae	<i>Cyanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	-	-	X	X	X
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	-	-	-	X	-
		<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	-	-	X	X	-
Accipitriforme	Accipitridae	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	Pr	-	-	-	X
		<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Cola Roja	-	-	X	-	-
		<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla Rojinegra	Pr	-	-	X	-
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	-	-	X	X	-
		<i>Dryobates scalaris</i>	Carpintero mexicano	-	-	X	X	-
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Caracara moñudo	-	-	X	X	X
		<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo	-	-	X	-	-
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de Campanario	-	-	X	-	-
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas Llanero	-	-	X	X	X

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	E	SAR	AI	AP
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	-	-	-	X	-
		<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano gritón	-	-	-	X	-
		<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas Garganta Ceniza	-	-	-	X	-
	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudon verdugo	-	-	X	X	-
	Corvidae	<i>Corvus cryptoleucus</i>	Cuervo Llanero	-	-	X	X	-
		<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	-	-	X	X	-
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	-	-	X	X	X
		<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera	-	-	X	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	X	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	X
	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito Dominicó	-	-	-	X	-
		<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón Mexicano	-	-	X	X	X
	Passerellidae	<i>Melospiza fusca</i>	Rascador viejita	-	-	X	X	-
		<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero corona canela	-	-	-	X	-
		<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta negra	-	-	X	X	-
		<i>Spizella atrogularis</i>	Gorrión Barba Negra	-	-	X	X	-
	Cardinalidae	<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal desértico	-	-	X	-	-
	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	-	-	X	-	-

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	E	SAR	AI	AP
		<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	-	-	-	X	-
		<i>Sturnella neglecta</i>	Pradero del Oeste	-	-	-	X	-
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión domestico	-	-	-	X	X

La mayor diversidad de especies se registró en el Sistema Ambiental (SA) y en el Área de Influencia (AI) con 34 especies para cada una, mientras que el Área de proyecto (AP) presentaron 17 especies.



**Figura 4.114. Diversidad de aves por área de estudio**

#### IV.3.2.2.3. Análisis de los resultados del muestreo de fauna dentro del Sistema Ambiental (SA), Área de Influencia (AI) y Área de proyecto mediante el Índice de diversidad de Shannon

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:



$$H' = - \sum p_i \log p_i$$

Dónde:

$S$  – número de especies (la riqueza de especies)

$p_i$  – proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie  $i$ ):  $n_i/N$

$n_i$  – número de individuos de la especie  $i$

$N$  – número de todos los individuos de todas las especies

El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de “ $S$ ” especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes  $S-1$  especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las  $S$  especies fueran igualmente abundantes. O sea, al tomar al azar un individuo, en el primer caso tendremos un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie.

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

En la siguiente Tabla, se presenta el desglose de los resultados de diversidad obtenidos a partir de los datos levantados durante el muestreo faunístico para el SA, se presentan las especies registradas por cada grupo zoológico, el número de individuos por especie, su abundancia relativa y el índice de diversidad obtenido por grupo zoológico.

**Tabla 4. 134. 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>Aspidoscelis gularis</i>	8	0.8000	0.2231	0.1785
<i>Phrynosoma modestum</i>	1	0.1000	2.3026	0.2303
<i>Crotalus lepidus</i>	1	0.1000	2.3026	0.2303
Total	10		H=	0.6390
SISTEMA AMBIENTAL (MAMÍFEROS)				
Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
<i>Canis latrans</i>	3	0.1364	1.9924	0.2717
<i>Didelphis virginiana</i>	1	0.0455	3.0910	0.1405
<i>Lepus californicus</i>	7	0.3182	1.1451	0.3644

<i>Lynx rufus</i>	3	0.1364	1.9924	0.2717
<i>Pecari tajacu</i>	3	0.1364	1.9924	0.2717
<i>Sylvilagus audubonii</i>	5	0.2273	1.4816	0.3367
Total	22		H=	1.6567
SISTEMA AMBIENTAL (AVES)				
Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
<i>Amphispiza bilineata</i>	14	0.0761	2.5759	0.1960
<i>Anas diazi</i>	6	0.0326	3.4232	0.1116
<i>Buteo jamaicensis</i>	1	0.0054	5.2149	0.0283
<i>Callipepla squamata</i>	1	0.0054	5.2149	0.0283
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	18	0.0978	2.3246	0.2274
<i>Caracara plancus</i>	5	0.0272	3.6055	0.0980
<i>Cardinalis sinuatus</i>	1	0.0054	5.2149	0.0283
<i>Cathartes aura</i>	3	0.0163	4.1163	0.0671
<i>Charadrius vociferus</i>	4	0.0217	3.8286	0.0832
<i>Columbina inca</i>	3	0.0163	4.1163	0.0671
<i>Corvus cryptoleucus</i>	5	0.0272	3.6055	0.0980
<i>Corvus corax</i>	4	0.0217	3.8286	0.0832
<i>Cyananthus latirostris</i>	1	0.0054	5.2149	0.0283
<i>Dryobates scalaris</i>	1	0.0054	5.2149	0.0283
<i>Falco sparverius</i>	2	0.0109	4.5218	0.0491
<i>Geococcyx californianus</i>	1	0.0054	5.2149	0.0283
<i>Haemorhous mexicanus</i>	1	0.0054	5.2149	0.0283
<i>Himantopus mexicanus</i>	15	0.0815	2.5069	0.2044
<i>Hirundo rustica</i>	14	0.0761	2.5759	0.1960
<i>Lanius ludovicianus</i>	1	0.0054	5.2149	0.0283
<i>Melanerpes aurifrons</i>	1	0.0054	5.2149	0.0283
<i>Melospiza fusca</i>	6	0.0326	3.4232	0.1116
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	3	0.0163	4.1163	0.0671
<i>Plegadis chihi</i>	1	0.0054	5.2149	0.0283
<i>Quiscalus mexicanus</i>	3	0.0163	4.1163	0.0671
<i>Recurvirostra americana</i>	1	0.0054	5.2149	0.0283
<i>Sayornis saya</i>	4	0.0217	3.8286	0.0832
<i>Spizella atrogularis</i>	5	0.0272	3.6055	0.0980
<i>Streptopelia decaocto</i>	1	0.0054	5.2149	0.0283
<i>Thryomanes bewickii</i>	4	0.0217	3.8286	0.0832
<i>Toxostoma curvirostre</i>	13	0.0707	2.6500	0.1872
<i>Tyto alba</i>	1	0.0054	5.2149	0.0283
<i>Zenaida asiatica</i>	35	0.1902	1.6596	0.3157
<i>Zenaida macroura</i>	5	0.0272	3.6055	0.0980
Total	184		H=	2.9608

En la siguiente Tabla se presenta el desglose de los resultados de diversidad obtenidos a partir de los datos levantados durante el muestreo faunístico para el AI. En la tabla se exponen las especies registradas por cada grupo zoológico en el AI, el número de individuos registrados, su abundancia relativa, y finalmente el índice de diversidad obtenido por grupo zoológico.

**Tabla 4. 135. 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>	2	0.2222	1.5041	0.3342
<i>Sceloporus grammicus</i>	7	0.7778	0.2513	0.1955
Total	9		H=	0.5297
ÁREA DE INFLUENCIA (MAMÍFEROS)				
Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
<i>Canis latrans</i>	7	0.3182	1.1451	0.3644
<i>Lepus californicus</i>	5	0.2273	1.4816	0.3367
<i>Lynx rufus</i>	3	0.1364	1.9924	0.2717
<i>Otospermophilus variegatus</i>	1	0.0455	3.091	0.1405
<i>Pecari tajacu</i>	2	0.0909	2.3979	0.218
<i>Procyon lotor</i>	2	0.0909	2.3979	0.218
<i>Sylvilagus audubonii</i>	2	0.0909	2.3979	0.218
Total	22		H=	1.7673
ÁREA DE INFLUENCIA (AVES)				
Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
<i>Aimophila ruficeps</i>	1	0.0052	5.2523	0.0275
<i>Amphispiza bilineata</i>	8	0.0419	3.1728	0.1329
<i>Anas diazi</i>	3	0.0157	4.1537	0.0652
<i>Auriparus flaviceps</i>	1	0.0052	5.2523	0.0275
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	11	0.0576	2.8544	0.1644
<i>Caracara plancus</i>	2	0.0105	4.5591	0.0477
<i>Cathartes aura</i>	4	0.0209	3.866	0.081
<i>Charadrius vociferus</i>	4	0.0209	3.866	0.081
<i>Coragyps atratus</i>	3	0.0157	4.1537	0.0652
<i>Corvus cryptoleucus</i>	2	0.0105	4.5591	0.0477
<i>Corvus corax</i>	3	0.0157	4.1537	0.0652
<i>Cyananthus latirostris</i>	5	0.0262	3.6428	0.0954

<i>Dryobates scalaris</i>	1	0.0052	5.2523	0.0275
<i>Haemorhous mexicanus</i>	4	0.0209	3.866	0.081
<i>Hirundo rustica</i>	53	0.2775	1.282	0.3557
<i>Lanius ludovicianus</i>	1	0.0052	5.2523	0.0275
<i>Melanerpes aurifrons</i>	6	0.0314	3.4605	0.1087
<i>Melospiza fusca</i>	6	0.0314	3.4605	0.1087
<i>Molothrus aeneus</i>	1	0.0052	5.2523	0.0275
<i>Myiarchus cinerascens</i>	3	0.0157	4.1537	0.0652
<i>Parabuteo unicinctus</i>	1	0.0052	5.2523	0.0275
<i>Passer domesticus</i>	24	0.1257	2.0742	0.2606
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	2	0.0105	4.5591	0.0477
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	3	0.0157	4.1537	0.0652
<i>Sayornis saya</i>	1	0.0052	5.2523	0.0275
<i>Spinus psaltria</i>	5	0.0262	3.6428	0.0954
<i>Spizella atrogularis</i>	1	0.0052	5.2523	0.0275
<i>Streptopelia decaocto</i>	1	0.0052	5.2523	0.0275
<i>Sturnella neglecta</i>	2	0.0105	4.5591	0.0477
<i>Thryomanes bewickii</i>	5	0.0262	3.6428	0.0954
<i>Toxostoma curvirostre</i>	3	0.0157	4.1537	0.0652
<i>Tyrannus vociferans</i>	2	0.0105	4.5591	0.0477
<i>Zenaida asiatica</i>	17	0.089	2.4191	0.2153
<i>Zenaida macroura</i>	2	0.0105	4.5591	0.0477
Total	191		H=	2.8007

En la siguiente tabla se presenta el desglose de los resultados de diversidad obtenidos a partir de los datos levantados durante el muestreo faunístico para el Área de Proyecto, la tabla se exponen las especies registradas por cada grupo zoológico en el Área de Proyecto (AP), el número de individuos registrados, su abundancia relativa, y finalmente el índice de diversidad obtenido por grupo zoológico.

**Tabla 4. 136. Estimación de parámetros de Shannon-Wiener para los distintos grupos zoológicos en el Área de Proyecto**

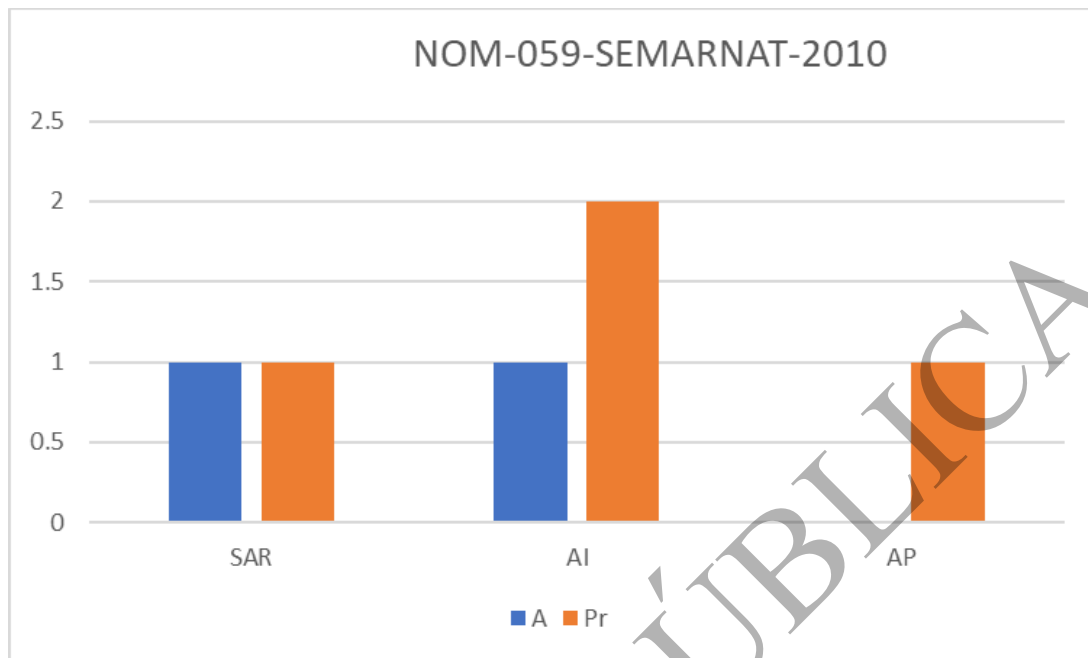
PROYECTO (MAMÍFEROS)				
Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
<i>Canis latrans</i>	8	0.2759	1.2879	0.3553
<i>Lynx rufus</i>	5	0.1724	1.7579	0.3031
<i>Pecari tajacu</i>	8	0.2759	1.2879	0.3553
<i>Procyon lotor</i>	5	0.1724	1.7579	0.3031
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	3	0.1034	2.2687	0.2347
Total	29		H=	1.5514



PROYECTO (AVES)				
Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
<i>Anas diazi</i>	13	0.2281	1.4781	0.3371
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	2	0.0351	3.3499	0.1175
<i>Caracara plancus</i>	1	0.0175	4.0431	0.0709
<i>Columba livia</i>	2	0.0351	3.3499	0.1175
<i>Columbina inca</i>	2	0.0351	3.3499	0.1175
<i>Cynanthus latirostris</i>	2	0.0351	3.3499	0.1175
<i>Geococcyx californianus</i>	1	0.0175	4.0431	0.0709
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	1	0.0175	4.0431	0.0709
<i>Haemorhous mexicanus</i>	3	0.0526	2.9444	0.1550
<i>Hirundo rustica</i>	7	0.1228	2.0971	0.2575
<i>Passer domesticus</i>	7	0.1228	2.0971	0.2575
<i>Salpinctes obsoletus</i>	1	0.0175	4.0431	0.0709
<i>Sayornis saya</i>	1	0.0175	4.0431	0.0709
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	2	0.0351	3.3499	0.1175
<i>Thryomanes bewickii</i>	2	0.0351	3.3499	0.1175
<i>Toxostoma curvirostre</i>	1	0.0175	4.0431	0.0709
<i>Zenaida asiatica</i>	7	0.1228	2.0971	0.2575
<i>Zenaida macroura</i>	2	0.0351	3.3499	0.1175
Total	57		H=	2.5131

**IV.3.2.2.4. Especies registradas en los muestreos y enlistadas en la Norma Oficial Mexicana 059 SEMARNAT 2010 con alguna categoría de riesgo, o endémicas**

Se registraron doce especies enlistadas en la NOM-059 SEMARNAT 2010, seis especies bajo la categoría de Amenazada (A), mientras que cuatro especies en la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr) y una en la categoría de Peligro de extinción (Figura 4.115). Las especies catalogadas como “Endémicas” corresponde 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. Solo el pato mexicano (*Anas diazi*) es endémica al país.



**Figura 4.115. Especies de fauna silvestre incluidas en la NOM-059 por categoría de protección/área de análisis**

**IV.3.2.2.5. Especies de valor cinegético, comercial, ecológico, etc.**

Del total de aves y mamíferos registrados durante los muestreos, se concluye que nueve especies; tres aves y seis de mamíferos, se enlistan en el calendario oficial de “**épocas hábiles de aprovechamiento de aves y mamíferos silvestres para la temporada 2021-2022**” para el Estado de Zacatecas (SEMARNAT, 2021) (Tabla 4. 137).

**Tabla 4. 137. Especies de interés cinegético en el SAR**

Especies de Interés cinegético (CALENDARIO DE ÉPOCAS HÁBILES 2021-2022)		
Grupo	Especie	Especie registrada durante el muestreo
Aves	Agachona Común ( <i>Gallinago delicata</i> )	-
	Codorniz escamosa ( <i>Callipepla squamata</i> )	X
	Ganga ( <i>Bartramia longicauda</i> )	-
	Gansos ( <i>Anser albifrons</i> )	-
	Ganso blanco ( <i>Anser caerulescens</i> )	-
	Grulla gris ( <i>Grus canadensis</i> )	-
	Guajolote silvestre ( <i>Meleagris gallopavo</i> )	-
	Paloma alas blancas ( <i>Zenaida asiatica</i> )	X
	Paloma de collar ( <i>Patagioenas fasciata</i> )	-
	Paloma huilota ( <i>Zenaida macroura</i> )	X

Especies de Interés cinegético (CALENDARIO DE ÉPOCAS HÁBILES 2021-2022)		
Grupo	Especie	Especie registrada durante el muestreo
	Patos y Cercetas ( <i>Anas acuta</i> , <i>Anas americana</i> , <i>Anas clypeata</i> , <i>Anas crecca</i> , <i>Anas cyanoptera</i> , <i>Anas discors</i> , <i>Anas platyrhynchos</i> , <i>Anas strepera</i> , <i>Anas diazii</i> , <i>Bucephala albeola</i> , <i>Oxyura jamaicensis</i> ).	X
Mamíferos	Conejo del Desierto ( <i>Sylvilagus audubonii</i> )	X
	Conejo ( <i>Sylvilagus floridanus</i> )	-
	Coyote ( <i>Canis latrans</i> )	X
	Liebre de Cola Negra ( <i>Lepus californicus</i> )	X
	Mapache ( <i>Procyon lotor</i> )	X
	Pécari de collar ( <i>Pecari tajacu</i> )	X
	Venado Cola Blanca ( <i>Odocoileus virginianus</i> )	-

Para determinar la importancia de las especies se realizó un análisis se calificó a cada uno de los taxones registrados durante el trabajo de campo. Los parámetros que se evaluaron, categorías de protección para aquellas incluidas en la NOM-059; Protección especial (Pr), Amenazada (A) y Peligro (P); el segundo parámetro fue su distribución, aquellas de distribución amplia en el país (especies generalistas), de distribución pequeña (aquellas especies que aun cuando se presentan poblaciones en varias provincias biogeográficas tienen parámetros muy específicos que restringen su distribución, y finalmente de distribución restringida (aquellas que necesitan condiciones muy específicas para su establecimiento, es decir que el ecosistema donde se encuentran ocupan es muy reducido por sus características propias). Se integraron los tipos de vegetación como un parámetro distinto, y se dividió de la siguiente manera, si se presenta en un tipo de vegetación; si se presenta en dos tipos de vegetación; o si se presentan en tres o más tipos de vegetación. Cabe aclarar que en el caso el uso de suelo correspondiente a caminos fue considerado un área desprovista de vegetación, ya que, si bien no es un hábitat urbano, 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 incluyeron dos categorías adicionales siendo: Endémicas con un valor de +4, si son especies endémicas a México (Tabla 4. 138).

**Tabla 4. 138. 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

La sumatoria de todos los valores adquiridos para cada una de las especies representa la importancia de las especies dentro del Sistema Ambiental (VIES= Valor de Importancia de la Especie) (Tabla 4. 139).

**Tabla 4. 139. Valor de Importancia de la Especie en el Sistema Ambiental (VIES)**

ESPECIE	Pr	A	P	E	D Restringida	D Pequeña	D Amplia	TVEG 1	TVEG 2	TVEG +3	VIES
<i>Sceloporus grammicus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0	4
<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>Crotalus lepidus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0	4
<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>Pecari 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>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>Anas diazi</i>	0	2	0	1	0	0	1	3	0	1	8
<i>Plegadis chihi</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<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	1	5
<i>Charadrius vociferus</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>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>Buteo albicaudatus</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



ESPECIE	Pr	A	P	E	D Restringida	D Pequeña	D Amplia	TVEG 1	TVEG 2	TVEG +3	VIES
<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>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 cryptoleucus</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
<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>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>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>Passer domesticus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2

El pato mexicano (*Anas diazi*) resulto ser la especie de vertebrado de mayor valor importancia (13), seguido de la Avoceta americana (*Recurvirostra americana*).

#### **IV.3.2.2.6. Estado de conservación de la zona para la fauna**

La fragmentación del hábitat constituye una de las formas más comunes de degradación del hábitat forestal, aunada a la disminución de la superficie forestal, la fragmentación provoca un aislamiento progresivo entre las especies silvestres. A menudo los fragmentos de vegetación quedan aislados entre sí por un paisaje muy modificado o degradado. La fragmentación implica generalmente una reducción severa del hábitat, pero esto también puede generarse destruyendo una pequeña fracción del hábitat original si éste se divide por caminos, líneas ferroviarias, canales, líneas de energía, cercas, líneas de petróleo, líneas cortafuegos u otras barreras al movimiento libre de especies.

Los fragmentos difieren del hábitat original en dos importantes aspectos: (1) los fragmentos tienen una mayor cantidad de borde que área de hábitat y (2) el centro de cada fragmento está cercano a un borde. Además de una reducción del área de hábitat original, una mayor proporción de borde y menor distancia al borde más cercano, la fragmentación del hábitat amenaza la persistencia de las especies en otras formas menos evidentes.

Primero, la fragmentación del hábitat crea barreras para los procesos de dispersión y colonización de las poblaciones. Cuando un hábitat se fragmenta, muchas especies de anfibios, reptiles, mamíferos, aves e insectos del interior del bosque no cruzarán distancias, aunque cortas, en áreas abiertas (debido al peligro que correrían de depredación, de atropellamiento, o a la mera incapacidad física de cruzar estas áreas).

Cuando la movilidad de los mamíferos y aves se reduce por la fragmentación del hábitat, también se afecta la dispersión de las especies de plantas con frutos carnosos consumidos por vertebrados o semillas que se adhieren a ellos.

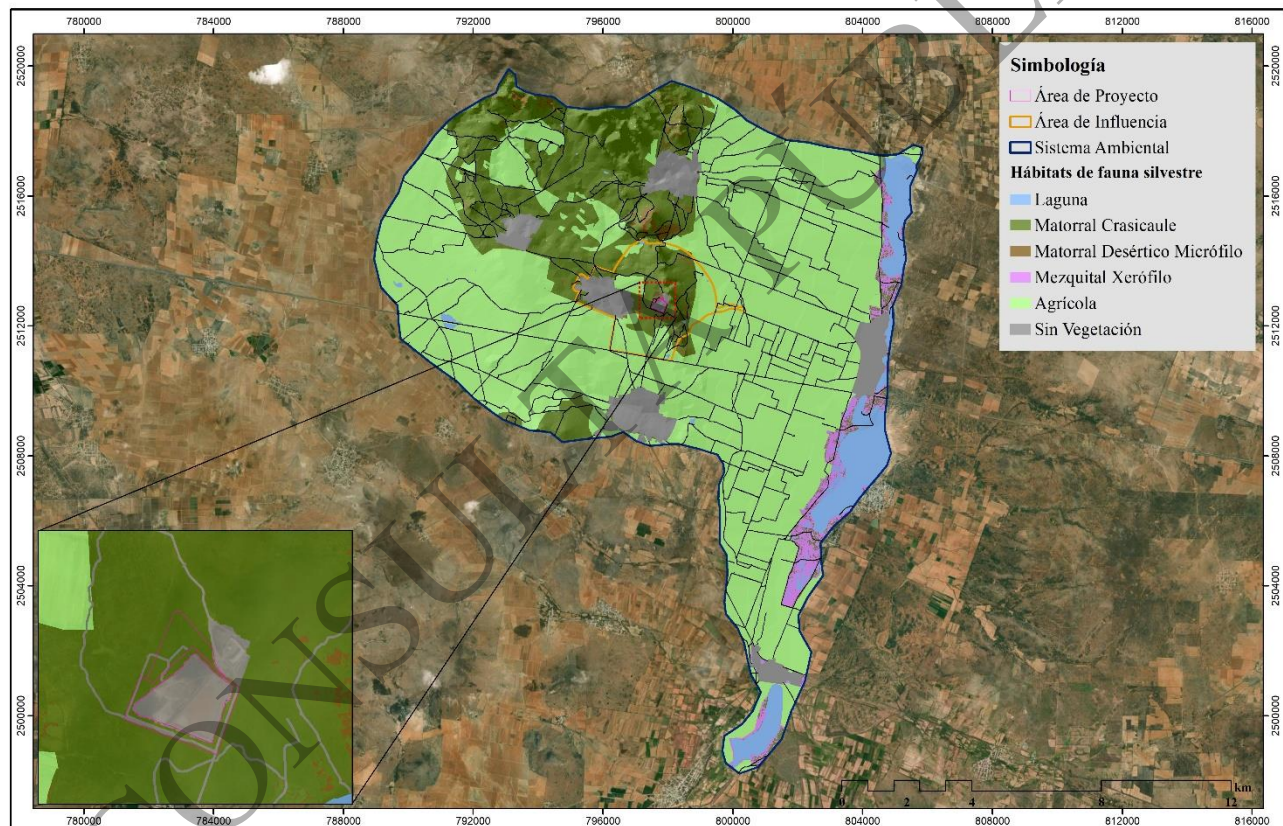
Segundo, la fragmentación del hábitat reduce la capacidad de los animales para buscar alimento. Muchas especies animales requieren moverse a través del paisaje para alimentarse. Un recurso dado puede necesitarse solo durante unas pocas semanas al año, incluso solo una vez en varios años. Cuando el hábitat 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.

El deterioro del ecosistema en el Sistema Ambiental se presenta de manera heterogénea, por lo que se decidió crear un análisis que nos permitiera visualizar cuales son aquellas áreas que aún son prioritarias o de mayor importancia para la fauna silvestre, esto refleja en parte la calidad de los hábitats disponibles. Posteriormente utilizará esta información para la elaboración del Diagnostico Ambiental, la valoración de

impactos ambientales y finalmente la generación de propuestas de medidas de mitigación y compensación que tengan alcances reales.

El Valor de Importancia de la Especie en el Sistema Ambientan (VIES) previamente asignado, se utilizará para evaluar finalmente la importancia de cada uno de los hábitats identificados, sumando los valores de 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 asigno 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 Diagnostico Ambiental. Cabe aclarar que la Vegetación Halófila se integró con las lagunas debido a que el conjunto de estas conforma un hábitat específico para las aves acuáticas, así como para algunas especies de reptiles por lo que se denominó como “Laguna”.



**Figura 4.116. Tipos de hábitat 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.

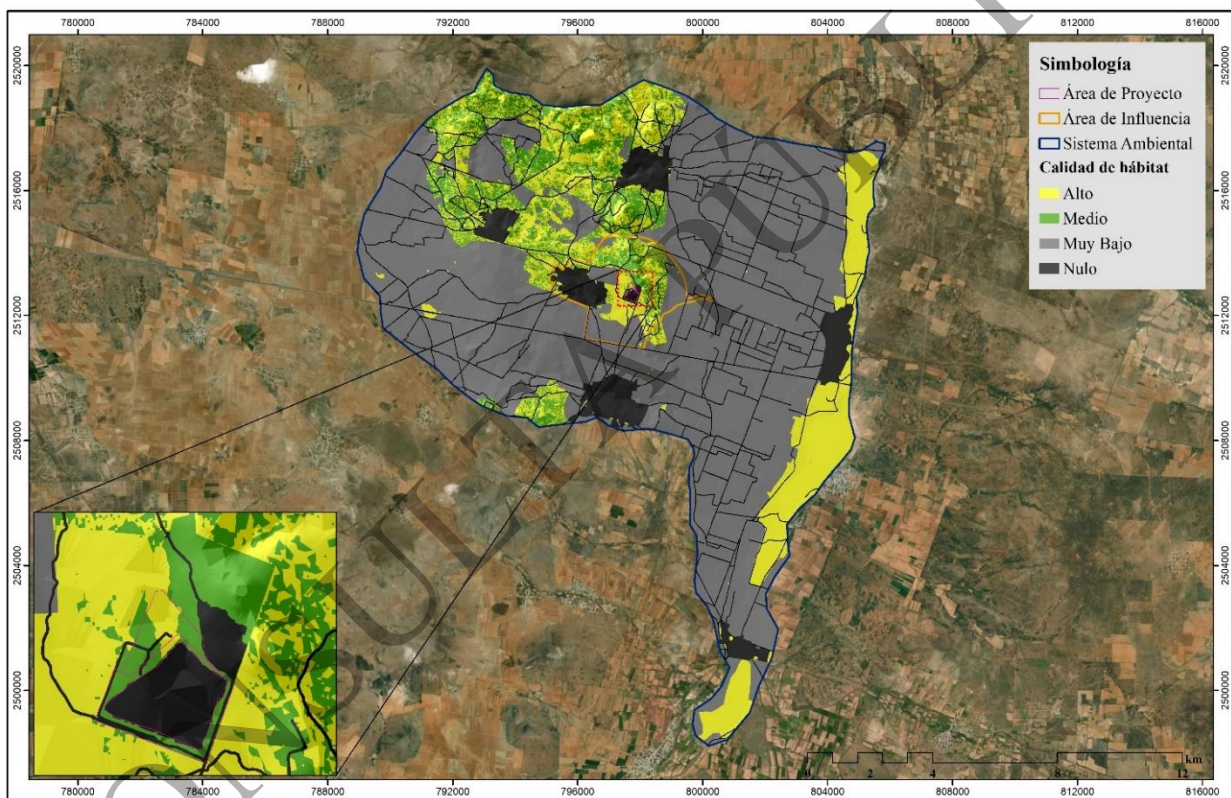
Los hábitats con calidad alta son matorral crasicaule, mezquital xerófilo, matorral desértico micrófilo y el hábitat de Laguna. Este último presentó los valores más altos calificación más alta. La vegetación secundaria del matorral presentó una calificación media mientras que lo agrícola presentó una calidad muy baja (Figura 4.115).



**Tabla 4. 140. Calidad del hábitat obtenido**

RANGOS DE VALORACION DEL HABITAT	LAGUNA	AGRICOLA	MC	MEZQUITAL XEROFILO	MDM	VS A MC
<b>Nulo (0-26)</b>	<b>ALTO</b>	<b>MUY BAJO</b>	<b>ALTO</b>	<b>ALTO</b>	<b>ALTO</b>	<b>MEDIO</b>
<b>Muy Bajo (26-52)</b>						
<b>Bajo (52-79)</b>						
<b>Medio (79-105)</b>						
<b>Alto (105-131)</b>						

MC = Matorral Crasicaule; MD = Matorral Crasicaule, MDM= Matorral Desértico Micrófilo, VSMC= Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule

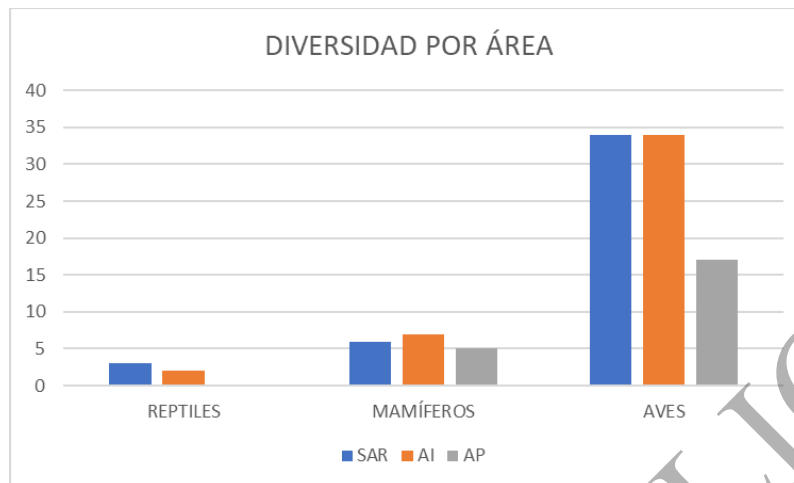


**Figura 4.117. Calidad de hábitat evaluados para la fauna silvestre**

#### IV.3.2.2.7. Discusión

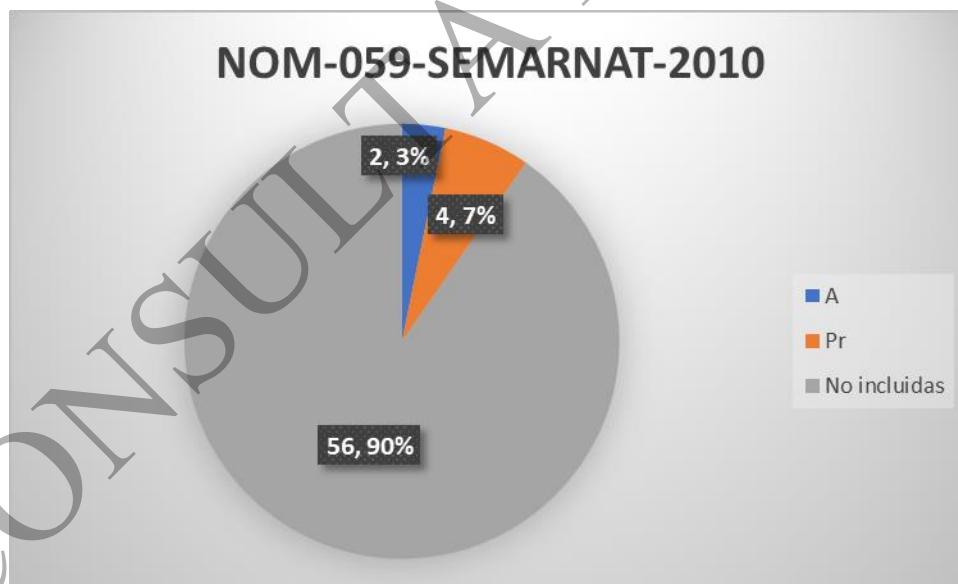
La diversidad por área de análisis se muestra una mayor riqueza de especies en el Sistema Ambiental (SA) para todos los grupos (Figura 4.118) y esto se debe en gran medida a la superficie de cada una de las áreas, misma que, a su vez, cuenta con una mayor diversidad de hábitats disponibles, mientras que, caso contrario, en el AP se registraron los valores más bajos y esto se debe al grado de perturbación con la que se cuenta actualmente dentro de esta área.





**Figura 4.118. Diversidad de la fauna silvestre por área de análisis**

Se registró un número importante de especies (6 spp.) que se encuentran enlistadas en la NOM-059 lo que representa un 10% de la riqueza total de especies, con representantes de los grupos de las aves y reptiles (Figura 4.119). Esto se debe en gran parte a que en el SA viven especies de hábitat muy restringido en el país, o bien que muchas de ellas son aprovechadas para distintos usos en todo el territorio mexicano y necesitan ser protegidas de alguna manera por la normatividad ambiental.



**Figura 4.119. Porcentaje de la fauna silvestre incluidas en la NOM-050-SEMARNAT-2010**

En lo que respecta a los índices de diversidad obtenidos, las aves destacan entre los demás grupos presentando los valores más altos en el SA y AI. De igual mamíferos presentaron una diversidad media para el SA y AP, mientras que el grupo de los reptiles contaron con una diversidad baja en las tres áreas. Aun así, todos los grupos presentaron ligeramente valores numéricos más altos en el SA (Tabla 4. 141).

**Tabla 4. 141. 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	3	2	0	10	9	0	0.6390	0.5297	0	BAJA	BAJA	
Mamíferos	6	7	5	22	22	29	1.6567	1.7673	1.5514	MEDIA	MEDIA	BAJA
Aves	34	34	18	184	191	57	2.9608	2.8007	2.5131	MEDIA	MEDIA	MEDIA

La obtención de valores más altos para el SA, al igual que la riqueza puede deberse a varios factores o la combinación de todos ellos como lo es la mayor superficie con respecto a las otras áreas, la mayor diversidad de hábitats disponibles para la fauna silvestre, así como un mayor rango altitudinal presente.

Aun cuando existe una fuerte alteración de la vegetación por las actividades antropogénicas en el SAR, la calidad del hábitat para la fauna silvestre es buena (Media) en su mayoría. La vegetación halófila presentó la mayor calidad observada, y esto es importante para tomar en cuenta en las acciones de prevención y mitigación de los impactos que se pudieran generar en ellos se alberga una gran cantidad de especies.

#### IV.2.3.2.8. Conclusiones

Se registró un total de 62 especies de vertebrados, 49 de aves, 4 de reptiles y 9 de mamíferos.

Seis especies se encuentran en listadas en la NOM-059; dos en la categoría de Amenazadas, cuatro especies en la categoría de Protección especial.

No se registra la presencia de una especie endémica (*Anas diazi*).

El pato mexicano (*Anas diazi*) resultó ser la especie de vertebrado de mayor valor importancia (13), seguido de la Avoceta americana (*Recurvirostra americana*).

El Sistema Ambiental y el Área de Influencia obtuvieron los mismos valores del índice de diversidad de Shannon para los tres grupos zoológicos, mientras que para el Área de Proyecto el grupo de las aves obtuvo una diversidad media, los mamíferos presentaron una diversidad baja, para el grupo de los reptiles, no se registró ninguna especie.

El hábitat de Laguna se considera como el hábitat con mayor importancia para la conservación para la fauna silvestre.

### ***IV.3.3. Paisaje***

#### ***IV.3.3.1. Metodología de evaluación***

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.

#### ***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 & 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 definitorios del paisaje. Para determinar una UP se puede seguir el siguiente procedimiento (Muñoz, Pedreros, 2004): (a) determinar el componente central, que es el más representativo en el área de estudio, por ejemplo, puede tomarse la vegetación o el relieve; (b) cartografiar el área de estudio y generar unidades homogéneas con base al elemento central escogido; (c) agregar los componentes restantes del paisaje a las unidades homogéneas ya generadas. Es así como se obtuvo un plano cartográfico con las unidades de paisaje, las cuales mantienen las mismas características de relieve, formaciones rocosas, presencia de agua, patrones de vegetación, asentamientos humanos, actividades agropecuarias, etc.

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. 142:



**Tabla 4. 142. 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%)
<b>Valores:</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2 / 1</b>
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
<b>Valores:</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
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
<b>Valores:</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
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
<b>Valores:</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
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
<b>Valores:</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
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
<b>Valores:</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
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

Elemento valorado	Calidad visual paisajística		
	Alta	Media	Baja
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. 143)

**Tabla 4. 143. 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 & 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. 144 se presentan los factores analizados y valorados.

**Tabla 4. 144. 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).

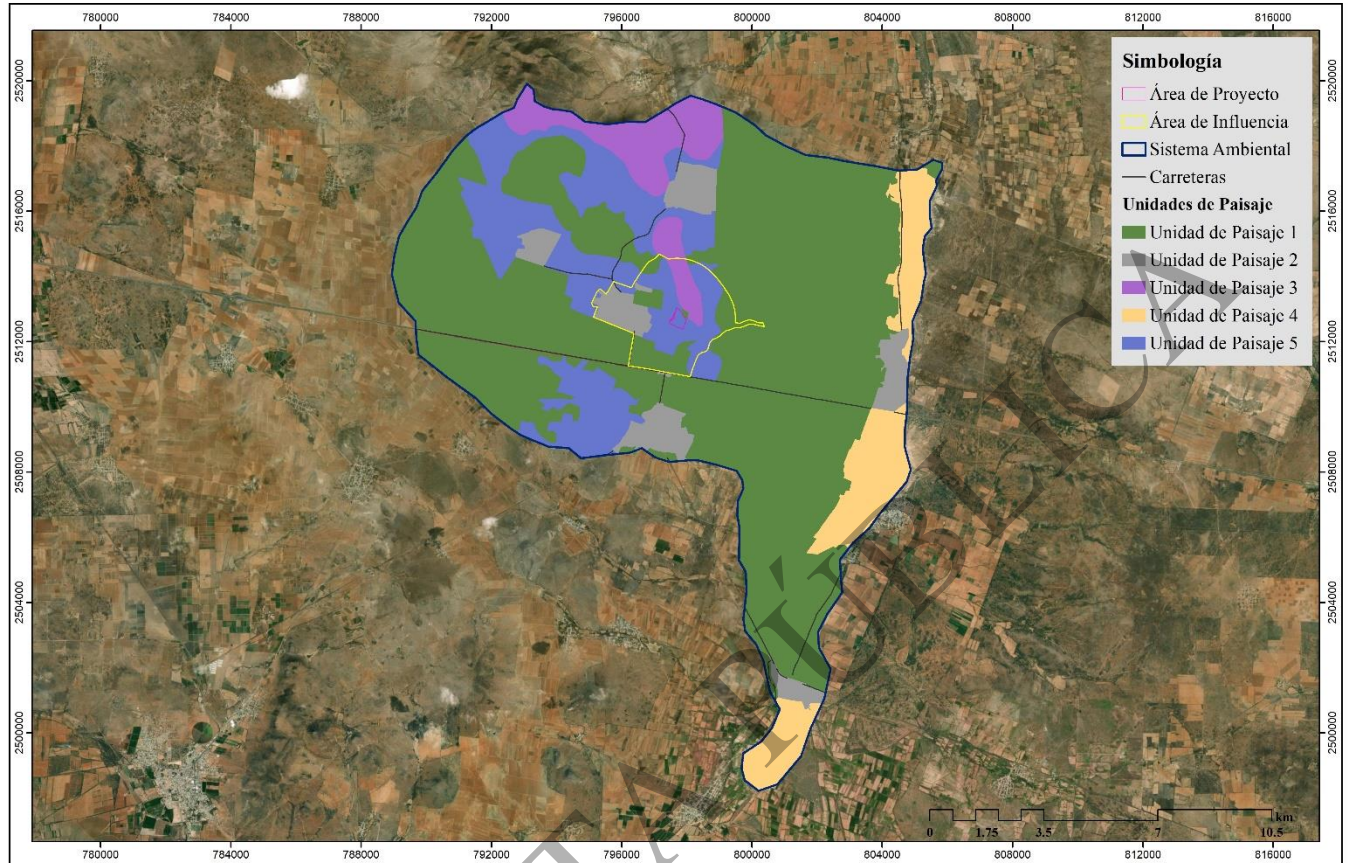
#### ***IV.3.3.2. Unidades del Paisaje***

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 Sistema Ambiental (Figura 4. 120, Figura 4. 121).

- 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

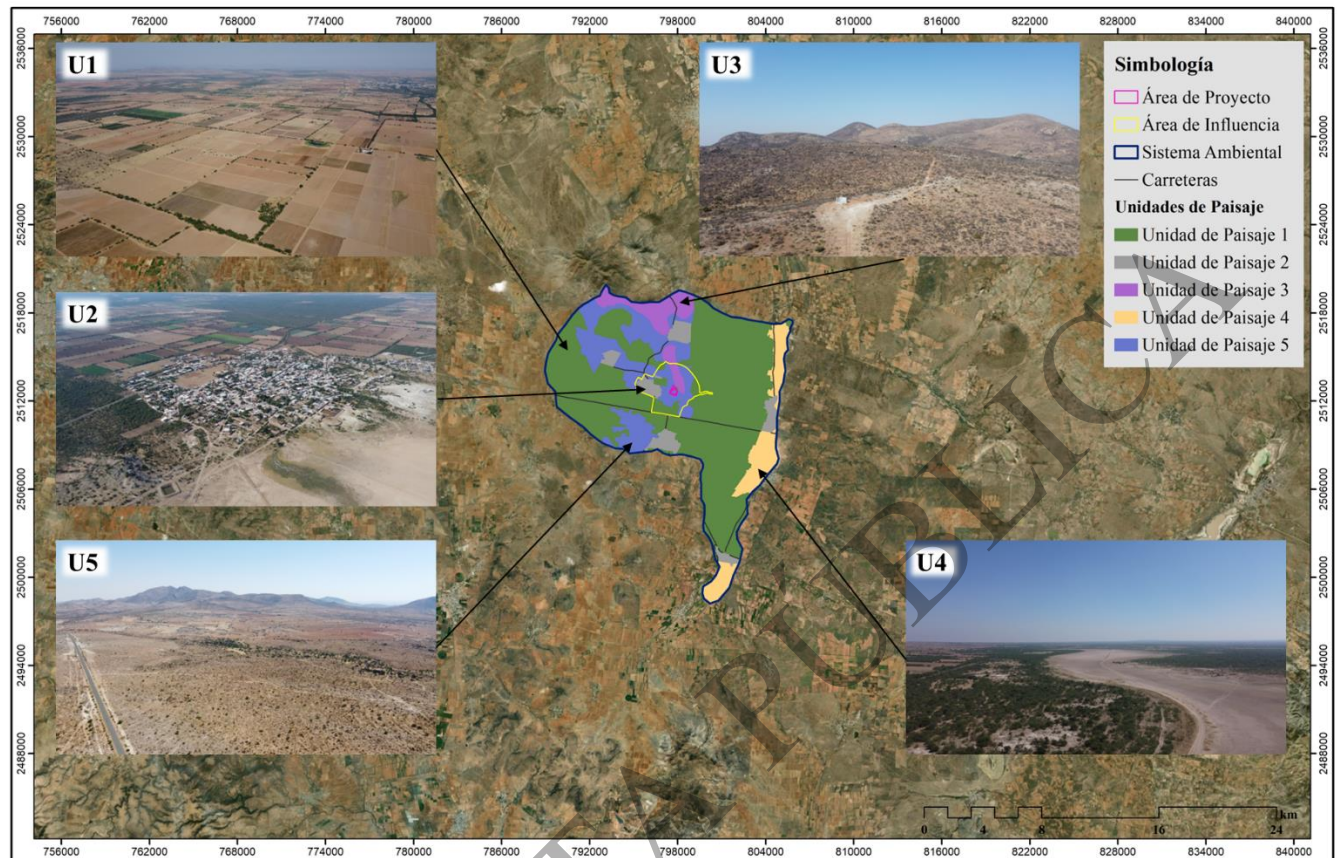




**Figura 4. 120. Unidades de paisaje**

En el **Anexo 4.25** se presenta un reporte fotográfico del paisaje que existe en el Sistema Ambiental del Proyecto.

CONSULTA



**Figura 4. 121. Unidades de paisaje y área del Proyecto**

#### 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 4.26**), 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 (caminos, 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 Sistema Ambiental con el 64% como se puede apreciar en la **Figura 4. 122**.

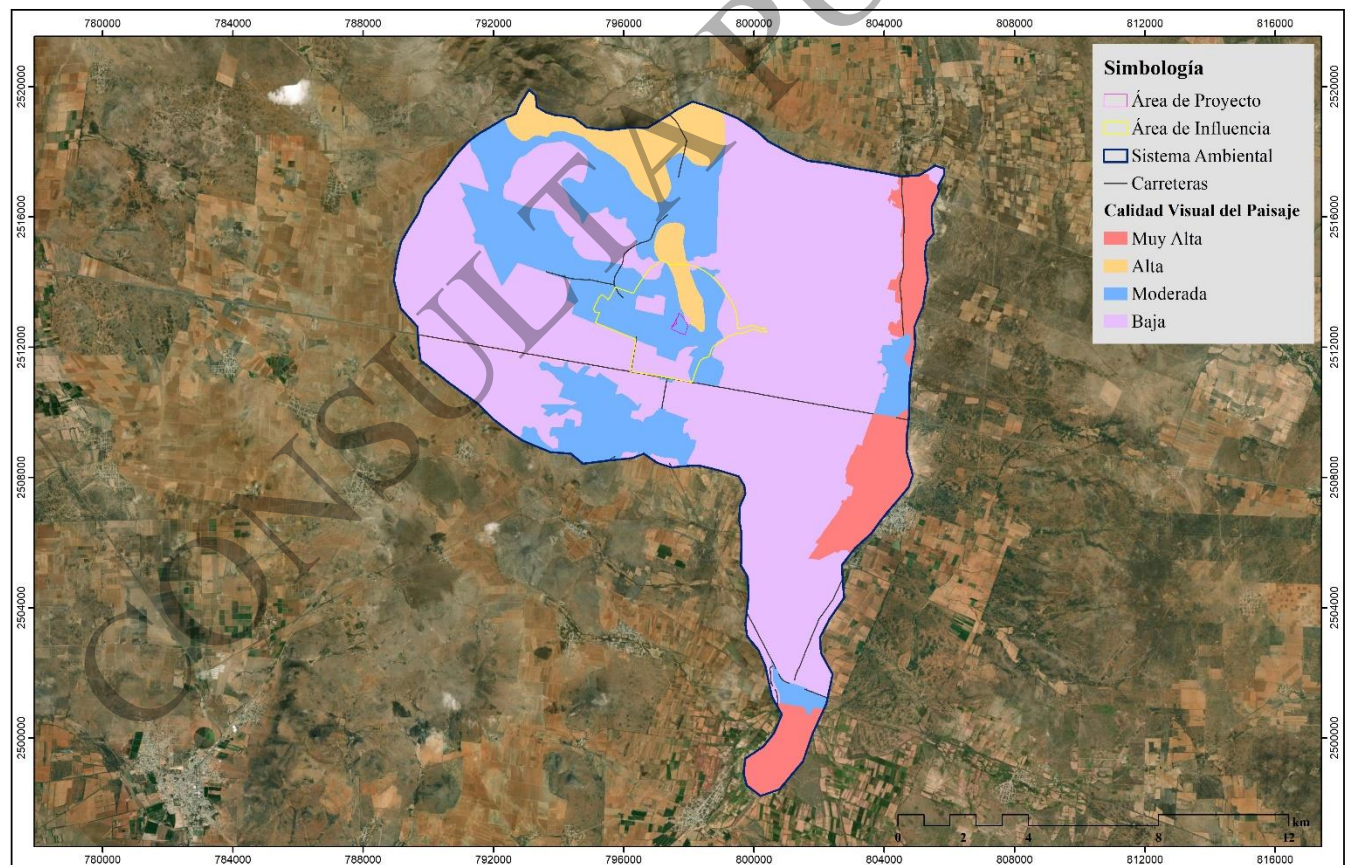
Las unidades de paisaje 2 y 5 cuentan con una alta calidad de paisaje en cuanto a la variedad y presencia de vegetación, color, forma, sin embargo, otros elementos evaluados como la presencia de agua, las pequeñas modificaciones por las actividades antrópicas, la presencia esporádica de ganado, bajas 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 Sistema Ambiental.



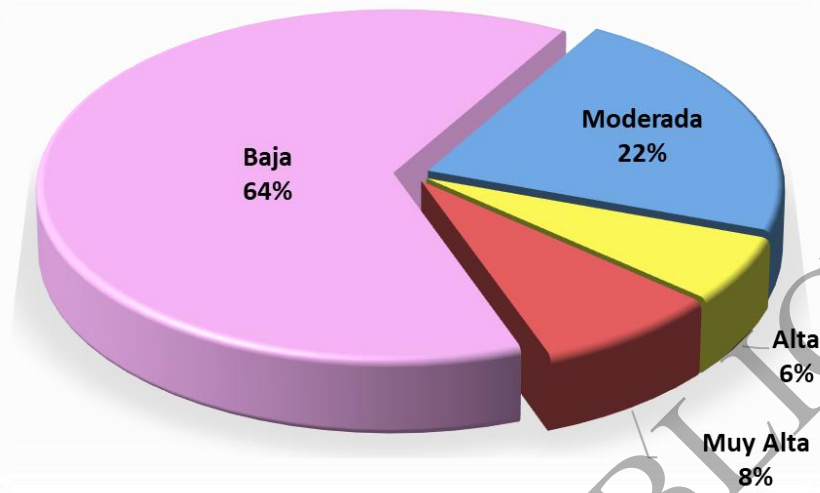
La unidad de paisaje 3 fue clasificada con una calidad de paisaje Alta por las características del sitio, como las pendientes mayores a 30°, cobertura de vegetación, poca alteración antrópica y algunas variedades de color y contraste con la roca, suelo y vegetación. Sin embargo, esta unidad de paisaje 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 Sistema Ambiental.

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 Sistema Ambiental.

En la Figura 4. 122, Figura 4. 123, se muestra el resultado del análisis de la calidad visual del paisaje del Sistema Ambiental:



**Figura 4. 122. Calidad visual del paisaje**



**Figura 4. 123. Calidad visual del paisaje en la superficie del Sistema Ambiental**

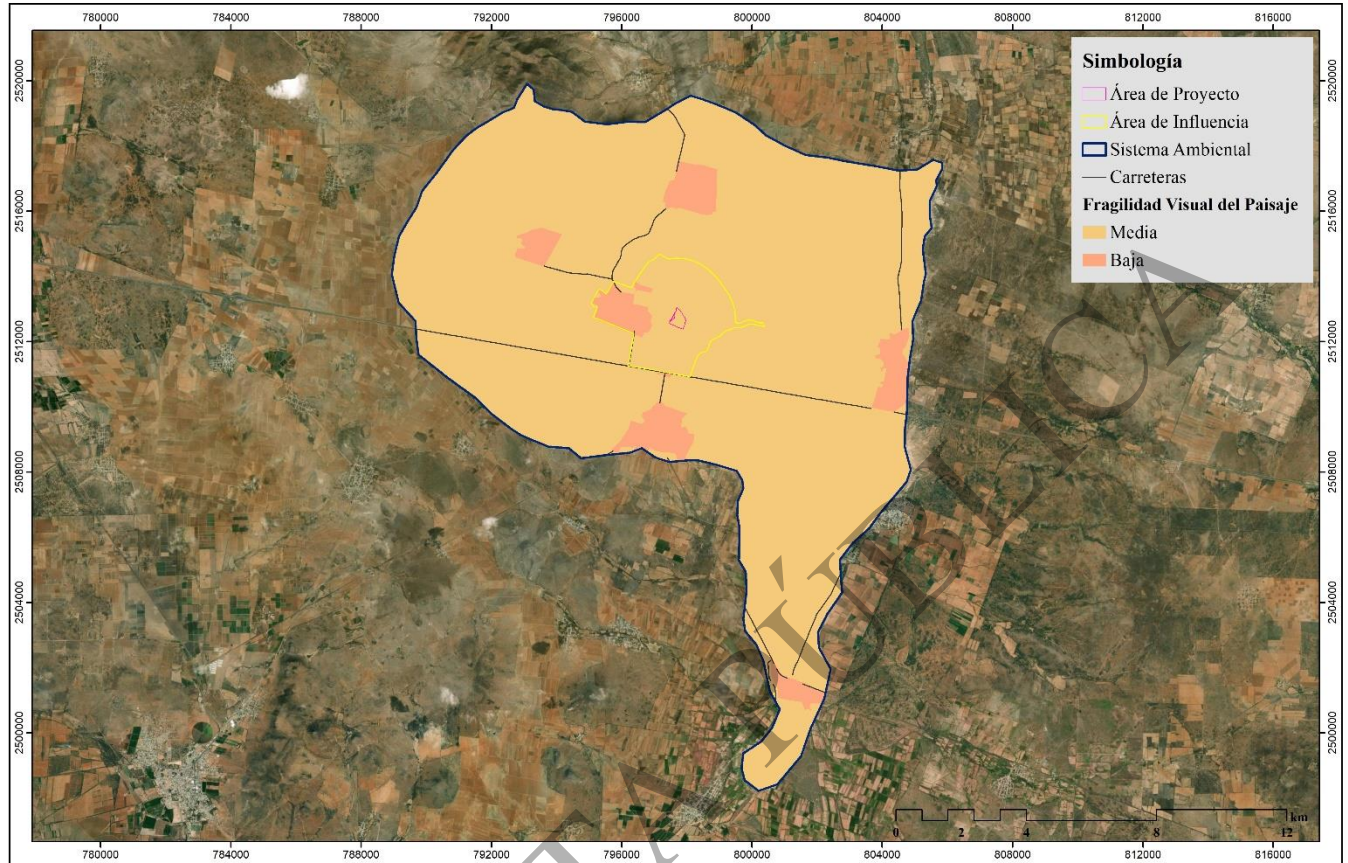
#### **IV.3.3.4. Fragilidad Visual**

De acuerdo con la valoración de fragilidad visual hecha para cada Unidad de Paisaje delimitada para el Sistema Ambiental (**Anexo 4.27**), 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 Sistema Ambiental.

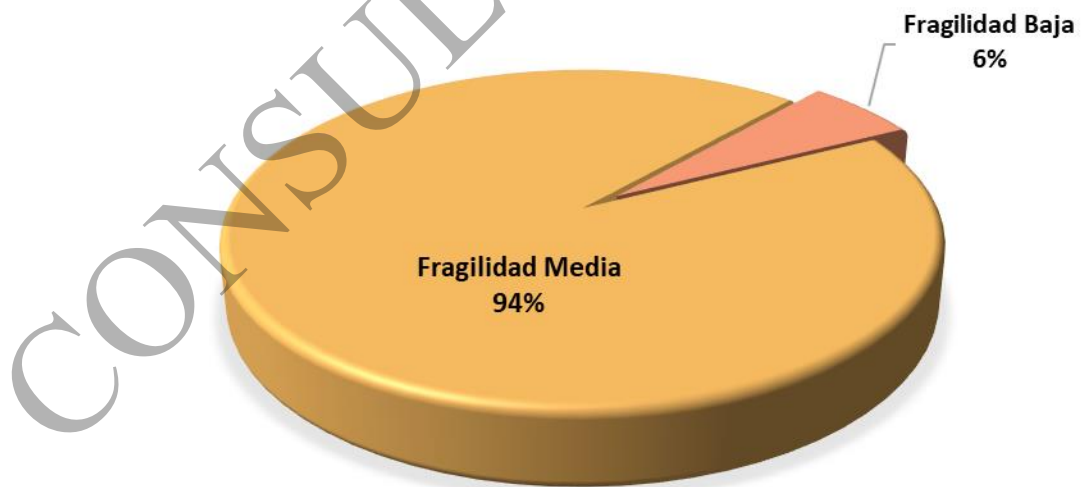
La Unidad de Paisaje 2 cuenta con una fragilidad visual Baja, ya que, esta unidad ha sido totalmente sometida al cambio con la intervención de actividades antrópicas (minería, agricultura y urbanización). Poseen baja singularidad y cuentan con pendientes nulas o muy bajas (<20%). Esta unidad representa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

En la Figura 4. 124, Figura 4. 125, se muestra el resultado del análisis de la fragilidad visual del paisaje dentro del Sistema Ambiental:





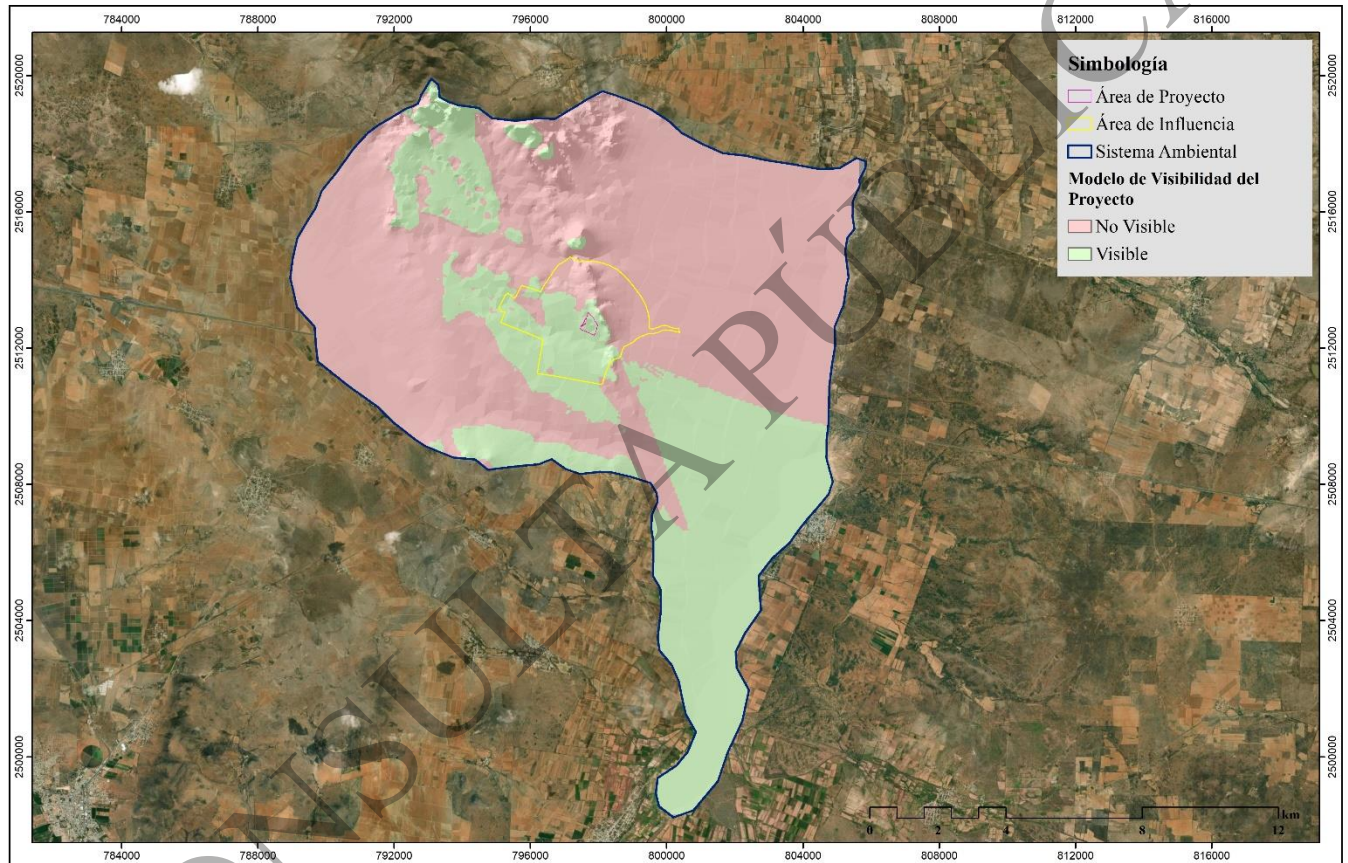
**Figura 4. 124. Fragilidad visual del paisaje**



**Figura 4. 125. Fragilidad visual del paisaje en la superficie del Sistema Ambiental**

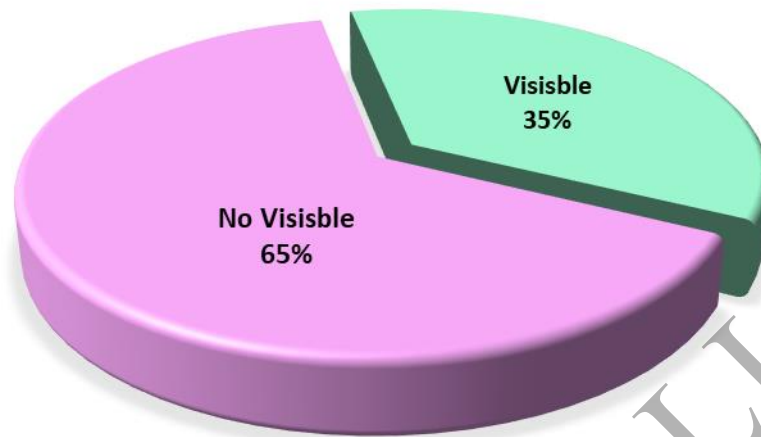
**IV.3.3.5. Cuenca Visual (Modelo de visibilidad)**

El modelo generado muestra que en el 65% de la superficie del Sistema Ambiental no se podrá percibir visualmente el área donde se contempla desarrollar el Proyecto, a diferencia del 35% 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. 126 y Figura 4. 127 se muestran el resultado del modelo de visibilidad del Proyecto con la delimitación del Sistema Ambiental:



**Figura 4. 126. Modelo de visibilidad del Proyecto en el Sistema Ambiental**



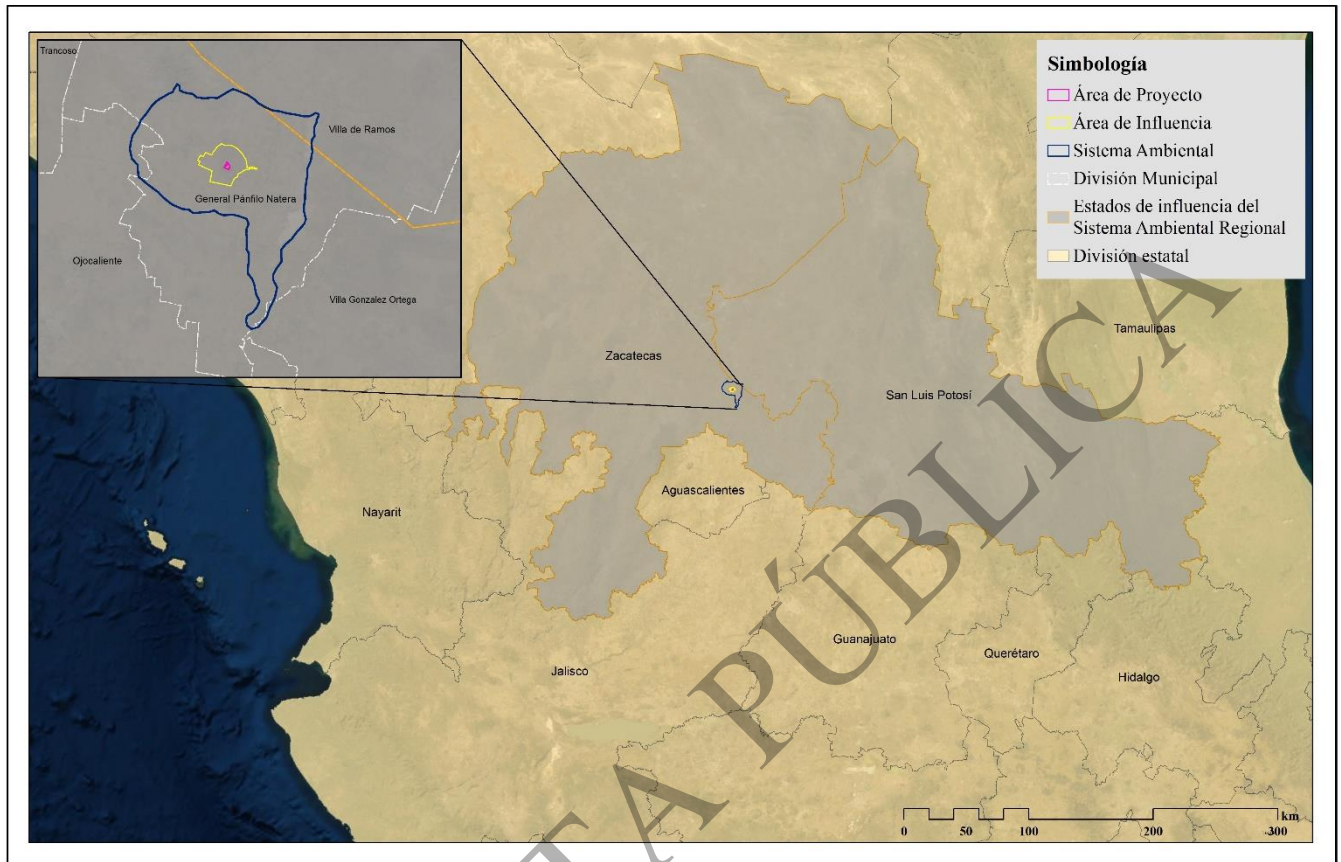


**Figura 4. 127. Visibilidad del Proyecto en la superficie del Sistema Ambiental**

#### ***IV.3.4. Medio socioeconómico***

El SA del Proyecto se localiza en el estado de Zacatecas, enseguida en la Figura 4. 128 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 Sistema Ambiental 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. 128. Ubicación del SA respecto a los limites estatales y municipales**



**Figura 4. 129. Ubicación del Proyecto respecto a la localidad de General Pánfilo Natera**



A continuación, se describe el estado actual de los distintos componentes del medio socioeconómico del municipio de General Pánfilo Natera.

### **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%.

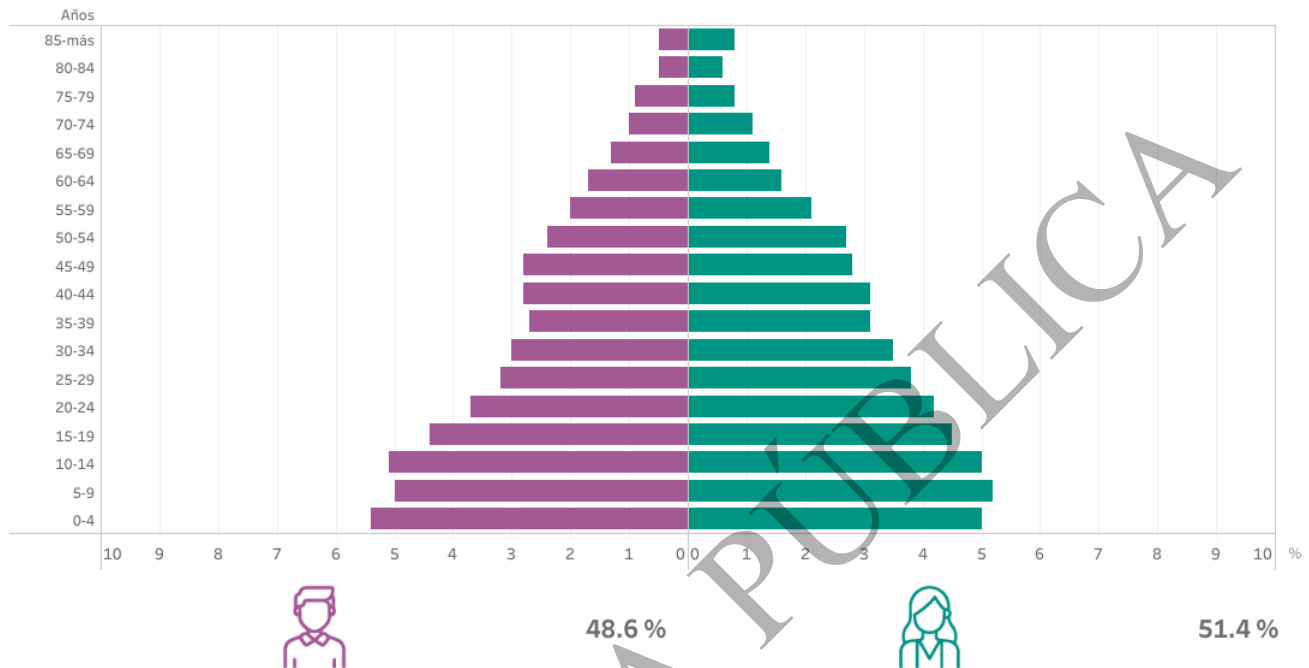
**Tabla 4. 145. Población por grupos de edad en el municipio de General Pánfilo Natera, 2020**

<b>Grupo de edad</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Total</b>	<b>% Hombres</b>	<b>% Mujeres</b>
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	50.34
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

Entidad:  
Zacatecas

Municipio:  
General Pánfilo Natera

**Composición por edad y sexo**



**Figura 4. 130. Distribución de la población por grupos de edad municipio de General Pánfilo Natera, INEGI 2020**

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.

**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.

**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.

**Migración**

El estado de Zacatecas ocupa el lugar número 1 en el contexto nacional en cuanto a la intensidad migratoria, en el municipio de General Pánfilo Natera para el año 2015, como se muestra en la Figura 4.

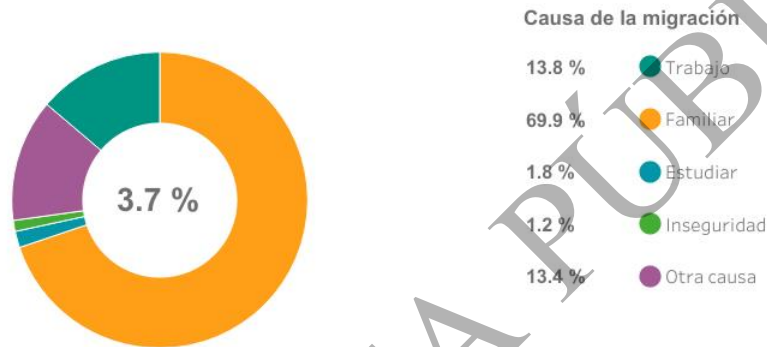
131 existen distintas causas por las cuales el 3.7% de la población migró a otros lugares, las principales causas son reunirse con la familia con un 69.9%, por motivos de trabajo con un 13.8%, por temas de estudios y educación con un 1.8% y para finalizar el 1.2% de las personas migran por la inseguridad, además del 13.4% restante del cual no se tiene registro.

Entidad:  
Zacatecas

Municipio:  
General Pánfilo Natera

### Migración

Población con lugar de residencia en marzo de 2015 distinto al actual\*



\*De 5 años y más.

**Figura 4. 131. Grado de intensidad migratoria, INEGI 2015**

### *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.

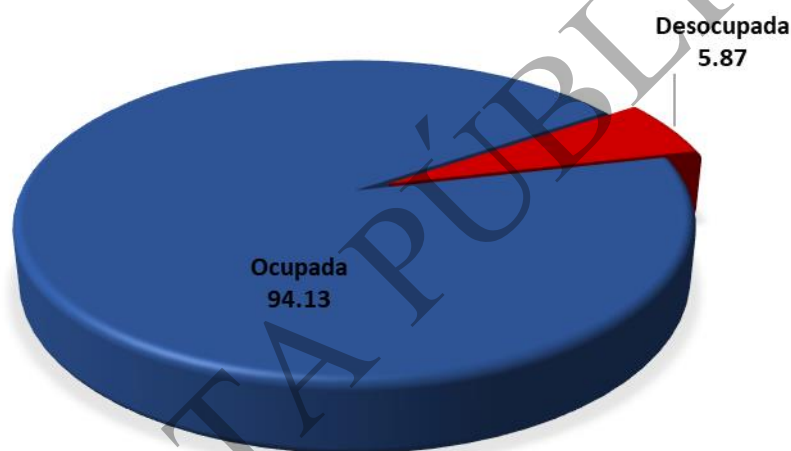
El concepto de Población Ocupada (PO) comprende a los individuos que ejercen una actividad profesional remunerada, o sin remuneración directa cuando se trata de auxiliares de personas de la familia, se refiere, en consecuencia, a la población efectivamente absorbida por alguna actividad.

Enseguida se presenta la Tabla 4. 146 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. 146. 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. 132).



**Figura 4. 132. 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. 147).

**Tabla 4. 147. 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. 148 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. 148. 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

### Servicios

### Educación

En la Tabla 4. 149 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. 149. 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. 150. 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%

### Salud

Como se puede observar en la Tabla 4. 151 las cifras muestran que en el municipio de General Pánfilo Natera el 85.7% de la población no tiene seguridad social.

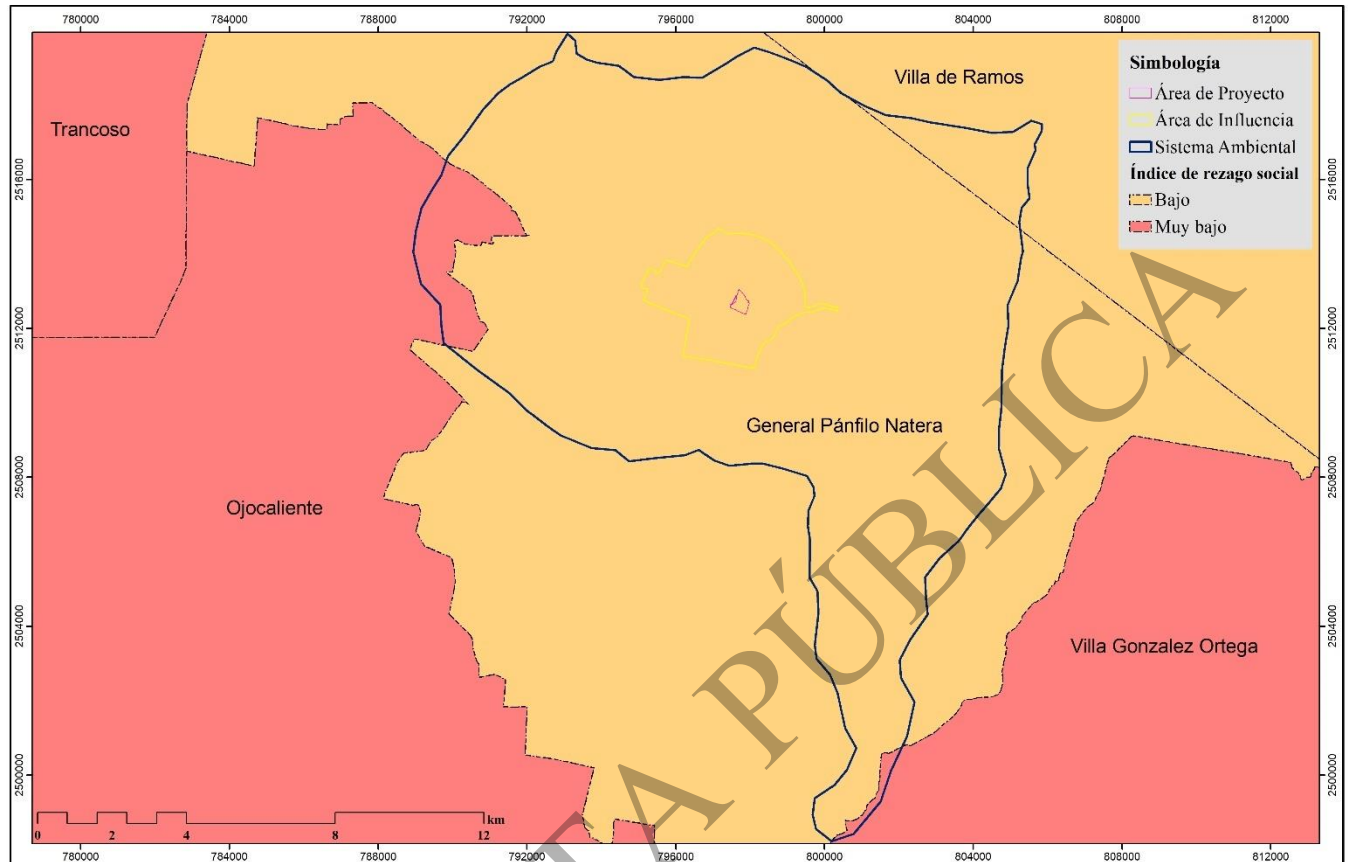
**Tabla 4. 151. Seguridad social, SSZ (2017)**

	<b>Estado</b>	<b>General Pánfilo Natera</b>
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%
<b>Población con Seguridad Social 2017</b>	<b>629,088</b>	<b>3,326</b>
%	<b>39.30%</b>	<b>14.30%</b>
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%
<b>Población sin Seguridad Social 2017</b>	<b>971,324</b>	<b>19,909</b>
%	<b>60.70%</b>	<b>85.70%</b>

***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. 133 se muestra que dentro del SA el índice de rezago social es bajo para el municipio de General Pánfilo Natera.



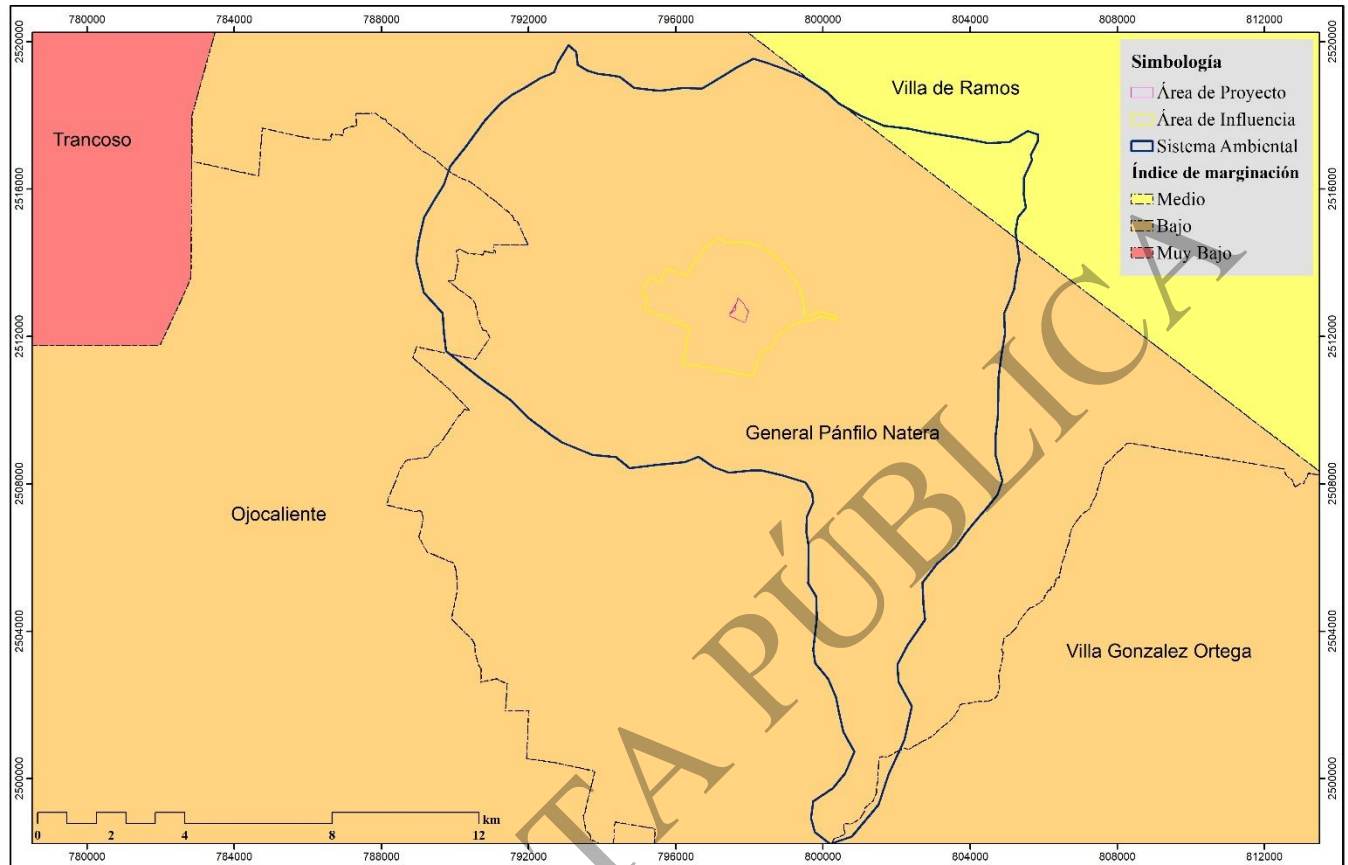
**Figura 4. 133. Rezago Social dentro del municipio de General Pánfilo Natera**

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, 2015) 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. 152 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 “Bajo” Figura 4. 134, 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. 134. Marginación social dentro del Sistema Ambiental**

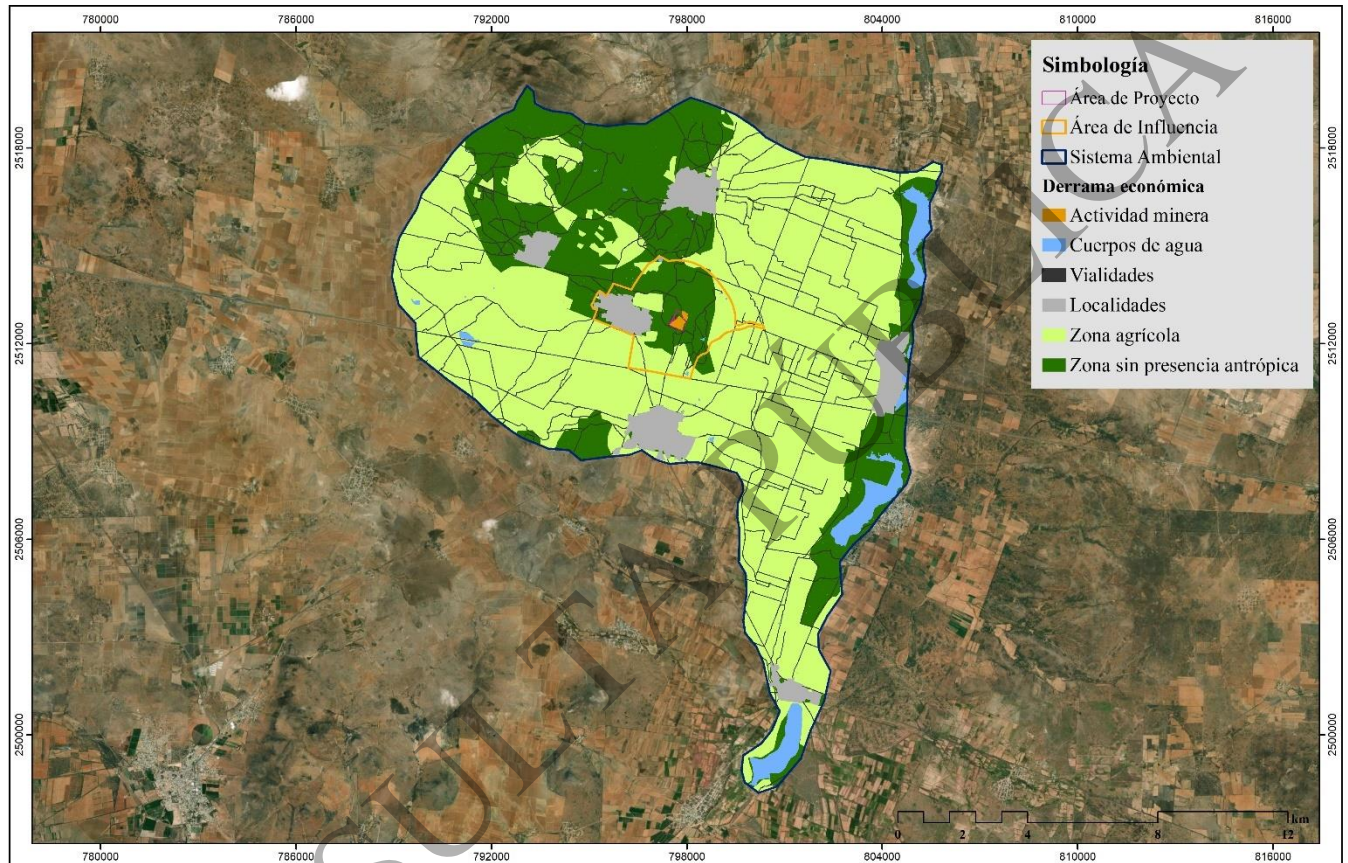
**Tabla 4. 152. Marginación y Rezago Social del Municipio de General Pánfilo Natera, 2020**

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 la escuela	% de población de 15 años y más sin primaria completa	% de población sin derecho a servicios de salud	% de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	% de viviendas con piso de tierra	% de Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	% de Ocupantes en viviendas que no disponen de agua entubada	% de Ocupantes en viviendas que no disponen de energía eléctrica	% Población ocupada con ingresos menores a 2 salarios mínimos	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



*Derrama económica*

A continuación, en la Figura 4. 135 se observan los factores considerados para el componente Socioeconómico y cultural del criterio “Derrama económica” dentro del DA. Las áreas consideradas para la evaluación de este criterio son todas aquellas que presentan actividades antropogénicas.



**Figura 4. 135. 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. 136. 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. 137. 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. 138. 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. 139. 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. 140. El Saladillo

CONSULTA PÚBLICA

#### ***IV.4. Diagnóstico ambiental***

La descripción de los componentes ambientales en el sitio del Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2, presentada en el Capítulo IV de la MIA y en sus respectivos anexos, es una recopilación de la información obtenida y la generada en el sitio, con la que se ofrece una caracterización preoperacional del área donde se establecerá el proyecto, y que además funge como base para la identificación de los impactos potenciales (Capítulo V), y para el establecimiento de medidas de prevención y mitigación (Capítulo VI).

El Diagnóstico Ambiental (DA) aquí presentado, es un complemento de esa caracterización del medio biótico y abiótico dentro del Sistema Ambiental (SA), delimitado para el estudio y evaluación de impactos derivados de la ejecución del Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2; a través del cual, además, se ha de identificar con mayor precisión la problemática ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto.

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

##### ***IV.4.1. Metodología para la elaboración del DA***

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

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

El AHP, es una metodología de análisis multicriterio desarrollada a fines de la década del 70 por Thomas L. Saaty. De forma sintetizada, la metodología que ha sido empleada para la ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en el Sistema Ambiental es explicada en los siguientes pasos (Saaty, 1994; Saaty & Vargas, 1994; Bhushan & Rai, 2004).

1. Se plantea la meta global, que para este caso es la jerarquización de los componentes ambientales en el SA 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. 153.

**Tabla 4. 153. 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).



3. 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 4. 141.

	C1	C2	C3
C1	1		
C2		1	
C3			1

**Figura 4. 141. Matriz de comparación por pares genérica**

4. Se calculan los pesos de los criterios. Para ello se realizan las siguientes operaciones:
- 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.
5. 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 ( $\lambda$ ) que es el promedio del vector de consistencia. El cálculo de este índice se basa en la observación de que  $\lambda$  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 Sistema Ambiental del Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2, 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. 154**. 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. 154 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 Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2.

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

Una vez definida la lista de criterios y factores a considerar, se repartió el valor del peso ponderado de cada componente entre los criterios que lo integran, de acuerdo 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 del Sistema Ambiental del Proyecto, los cuales van desde un rango bajo a un rango alto, pasando por valores intermedios (medio bajo, medio y medio alto). En otras palabras, el rango de calidad para la clasificación del área por componente resulta de la sumatoria del valor de las cualidades esperadas, o por el contrario, la carencia de 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. 155**,

**Tabla 4. 155. 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	
	Captura de polvos fugitivos 1.5	Cobertura dispersa		1.00	2.00
				0.50	1.00
		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	
			1.40	2.10	

Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de importancia	Valor Ponderado	
	Emisión de gases contaminantes	Localidades	0.40	0.84	
		2.1 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	Erosión actual	Muy baja	18.90	357.21
18.9 18.9 Baja			15.00	283.50	
Media			10.00	189.00	
Alta			5.00	94.50	
Muy alta			1.00	18.90	
Hidrología	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
			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			Material NO consolidado con posibilidades altas	2.50	6.25
	infiltración en función del material	Material NO consolidado con posibilidades medias	2.00	5.00	

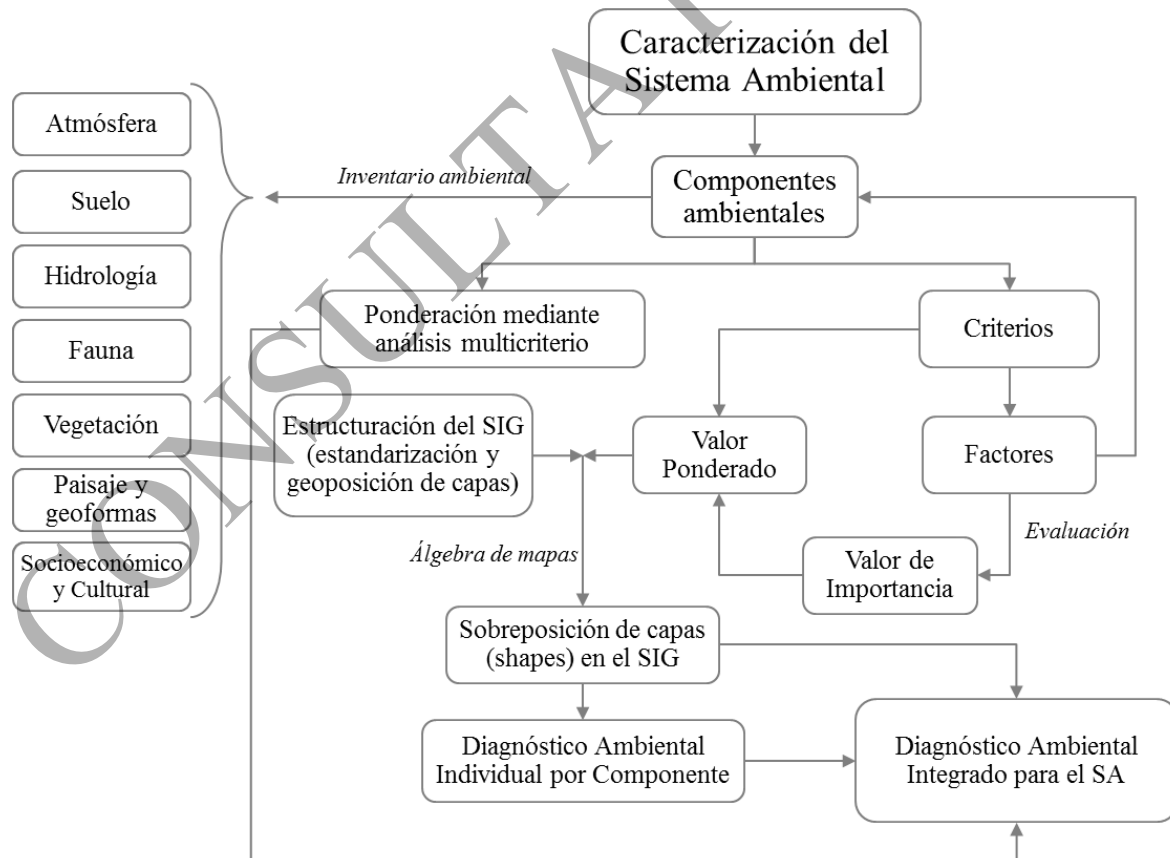


Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de importancia	Valor Ponderado	
	2.5	Material NO consolidado con posibilidades bajas	1.50	3.75	
		Material Consolidado con posibilidades bajas	0.50	1.25	
	Zonas con potencial de infiltración en función de las pendientes	1.7	0° - 5°	1.70	2.89
			6° - 10°	1.50	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	Vulnerable	0.50
	1.9	No vulnerable	1.90	3.23	
Vegetación 22.8	Indice de integridad ecológica 22.8	Excelente	22.80	519.84	
		Bueno	18.00	410.40	
		Regular	15.00	342.00	
		Malo	10.00	228.00	
Fauna 22.8	Calidad del hábitat 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 9.4	Calidad visual del paisaje 4.7	Alta	3.00	14.10	
		Media	2.00	9.40	
		Baja	1.00	4.70	
	Fragilidad visual del paisaje 4.7	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	Muy bajo	1.00	4.15	

Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de importancia	Valor Ponderado
	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, se les asignó a cada uno en el SIG su correspondiente peso ponderado, relativo a su relevancia dentro del SA; y en seguida se integraron todos en un solo modelo, que se realizó sobreponiendo los shapes de los Diagnósticos Individuales, haciendo luego una sumatoria con los Grids y clasificando los valores resultantes en cinco rangos equidistantes, generando así el Diagnóstico Ambiental Integrado (DA-I) del SA del Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2.

Con la finalidad de resumir y esquematizar la metodología empleada para la elaboración del DA-I, en la Figura 4. 142 se presenta el procedimiento seguido que dio origen a los Diagnósticos Individuales de los 7 componentes ambientales y finalmente al Diagnóstico Ambiental Integrado. Figura 4. 141.



**Figura 4. 142 Procedimiento para la generación del Diagnóstico Ambiental Integrado**

A continuación, se describe el diagnóstico de los componentes ambientales dentro del Sistema Ambiental del Proyecto Reforzamiento y Ampliación de del Depósito de Jales 1 y 2, y se presentan las imágenes generadas en el SIG que muestran la calidad de cada componente.

CONSULTA PÚBLICA

#### ***IV.4.2. Diagnóstico Ambiental por componentes***

##### ***IV.4.2.1. Atmósfera***

De acuerdo con los criterios considerados (Tabla 4. 155) la calidad atmosférica, particularmente dentro del Sistema Ambiental, 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. 143, el estado de calidad atmosférica que se presenta en el AI va desde los rangos Bajos hasta Altos. Las zonas que presentan Alta y Media Alta calidad son áreas con el potencial suficiente para reducir contaminantes atmosféricos. Los sitios donde se desarrollan actividades antrópicas, se generan emisiones de gases, ruido artificial, altos niveles lumínicos polvos; donde el tipo de uso de suelo, junto con el tipo de cobertura, no ofrece barreras contra la dispersión de éstos en el entorno inmediato, por lo cual, la calidad atmosférica es estos sitios se catalogan como Media Baja a Baja calidad.



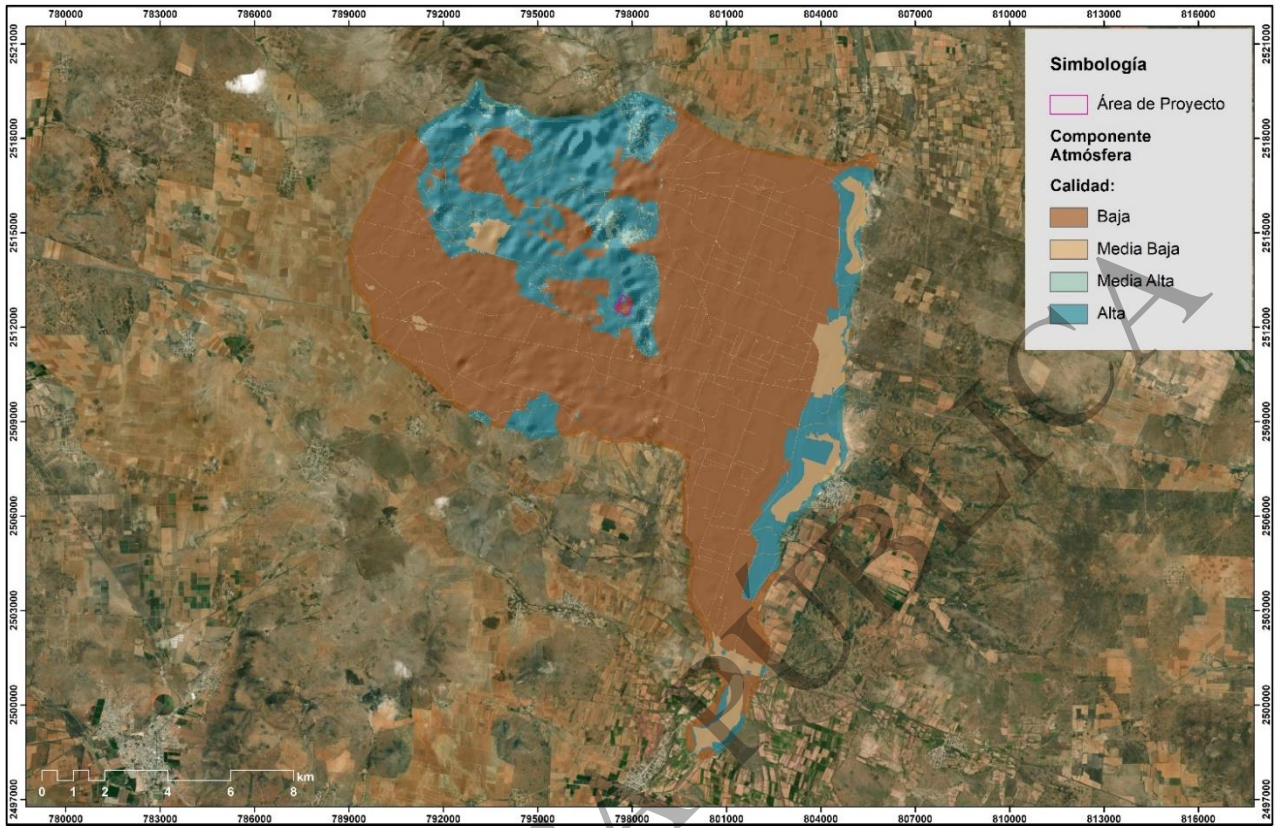


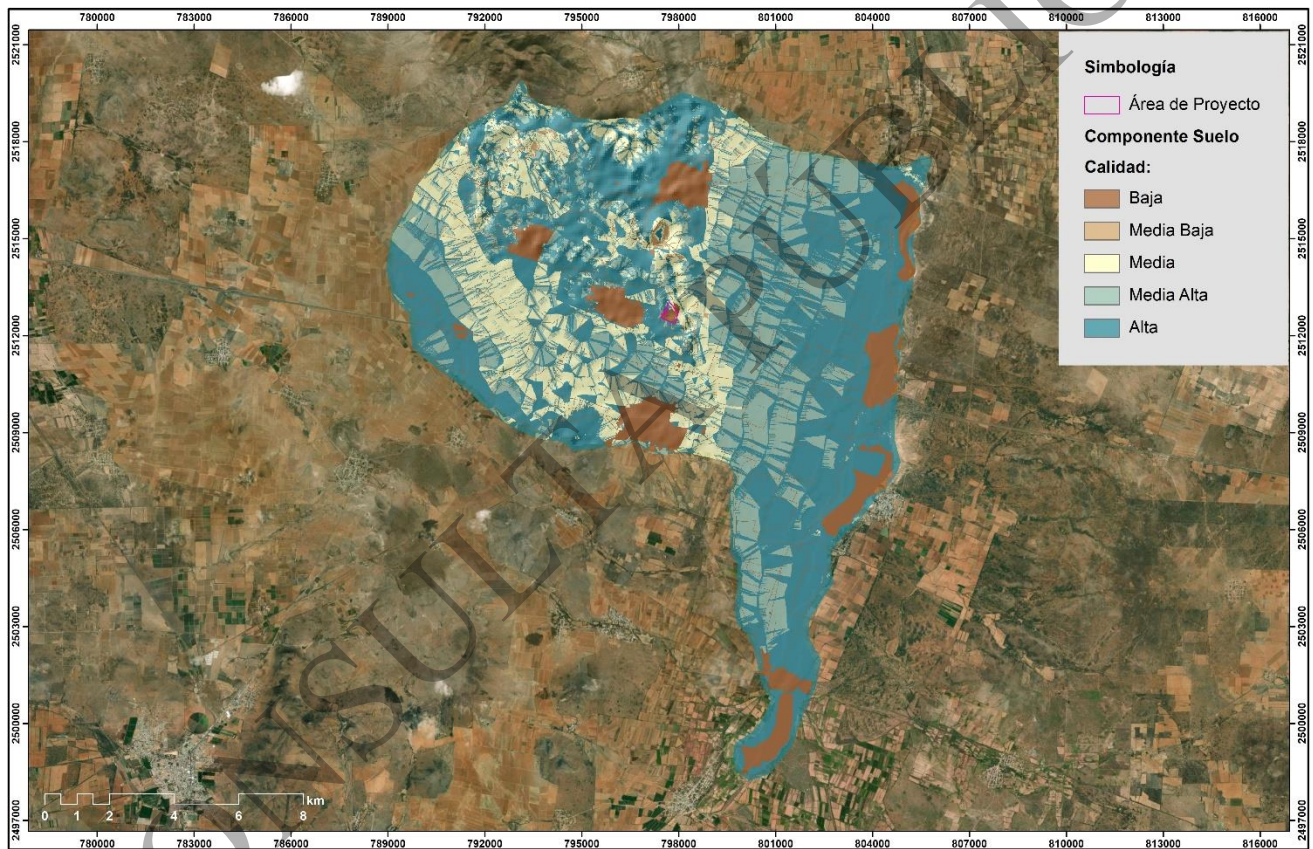
Figura 4. 143. Diagnóstico Individual para el componente Atmósfera

CONSULTA

#### IV.4.2.2. Suelo

La calidad catalogada al componente suelo está determinada por la erosión de suelo 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).

El diagnóstico ambiental de suelo predomina valores de calidad Alta, Media-Alta (Figura 4. 144) estos sitios han sido catalogados con un grado de erosión hídrica baja, o 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.



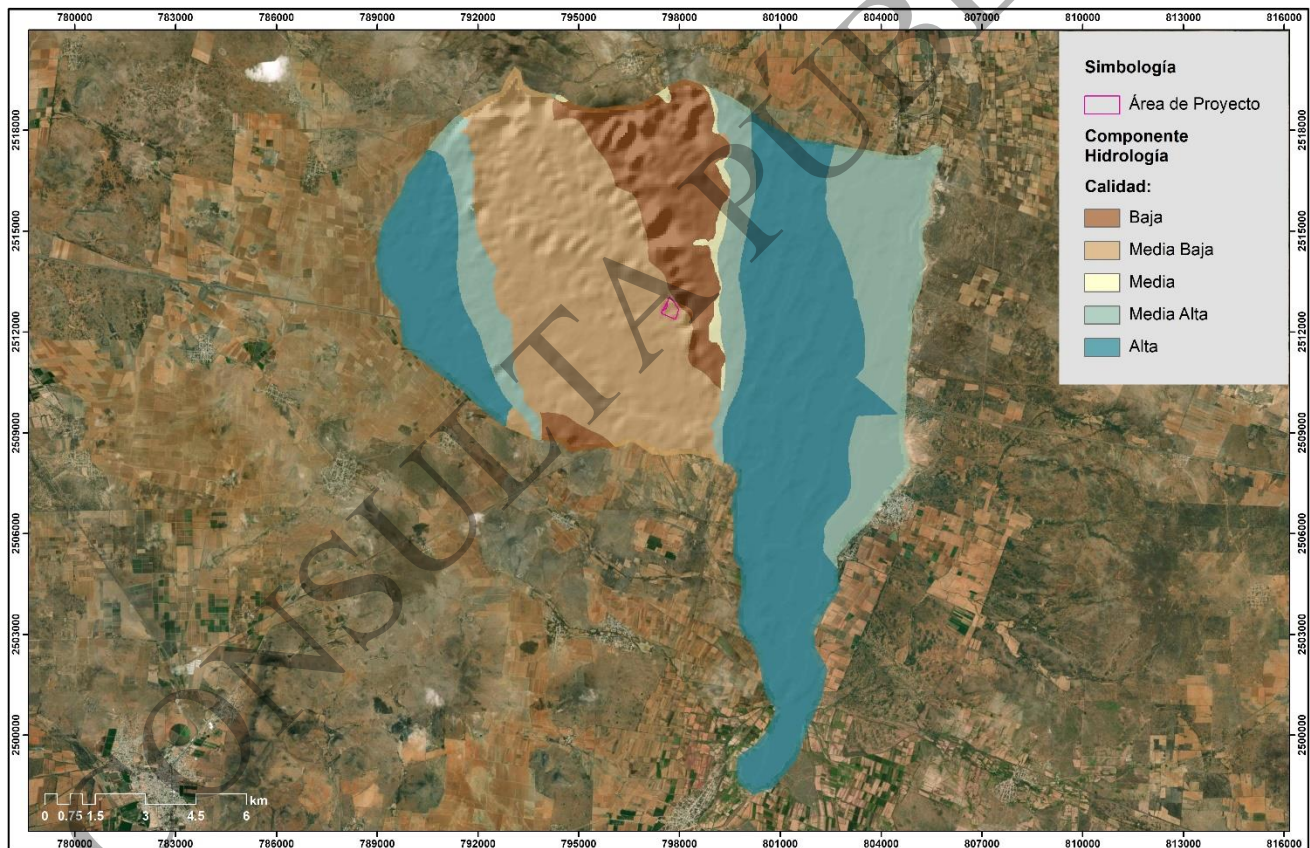
**Figura 4. 144. Diagnóstico Individual para el componente Suelo**



#### IV.4.2.3. Hidrología

Para valorar la calidad del componente hidrológico dentro del AI, 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 rangos de Baja a Alta calidad. Los sitios con calidad Baja son sitios que presentan baja precipitación, baja retención de agua, alta evapotranspiración, dando como resultado que los cuerpos de agua que se presenten sean de forma intermitente. Los sitios con Media Alta y Alta calidad en hidrología, son sitios con mayor captación, retención y menor escurrimiento de agua (Figura 4. 145)

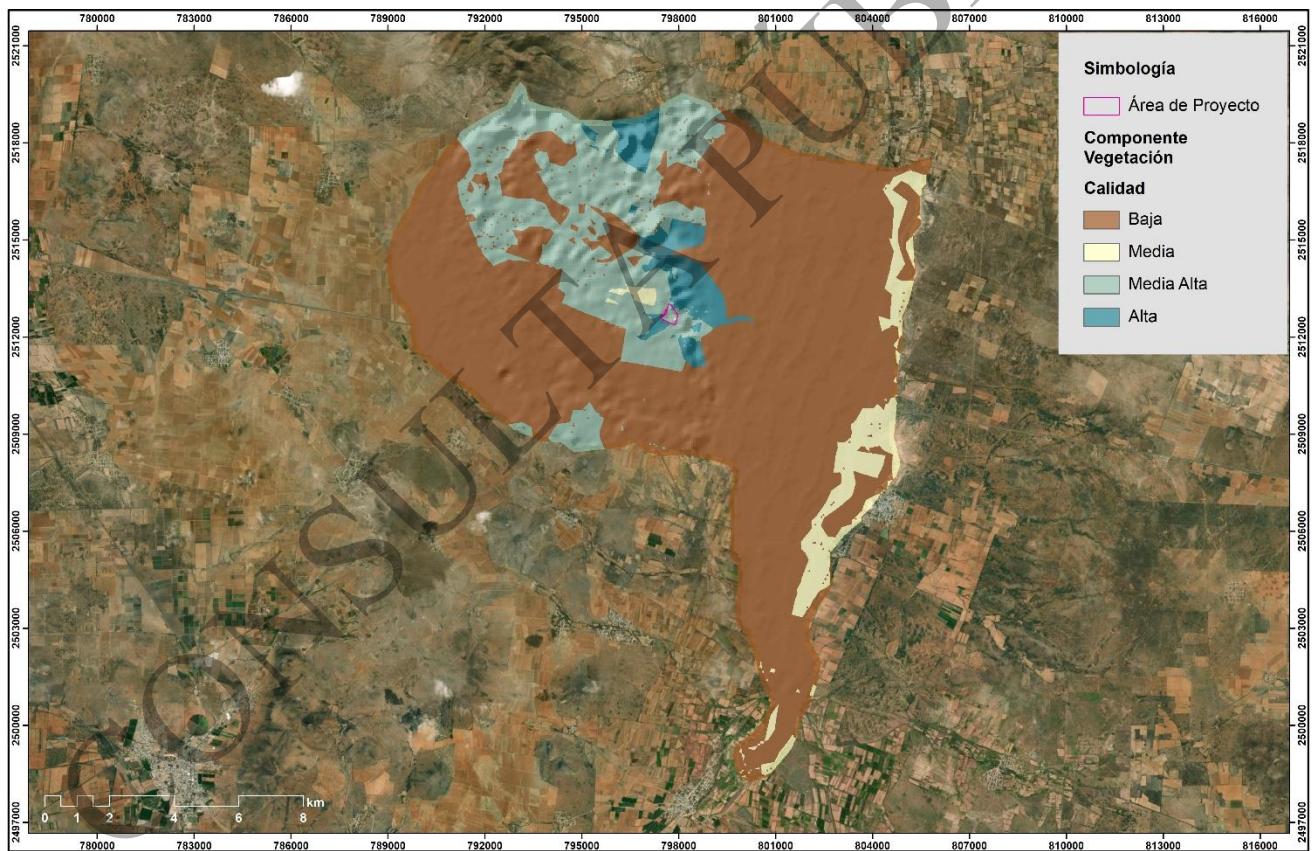


**Figura 4. 145. Diagnóstico Individual para el componente Hidrología**

#### IV.4.2.4. Vegetación

La valoración del componente vegetación se ha considerado la índice de integridad ecológica, en el cual dentro de este índice se evalúan: tipo de vegetación, especies en Nom-059, perennes, endémicas, nativas o malezas y abundancias el cual se ha categorizado como Excelente, Bueno, Regular y Malo.

Los valores obtenidos para este factor representan lo siguiente; en los rangos Alta y Media Alta, simbolizan una excelente condición, 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 y fisonomía de la vegetación presenta indicios de perturbación, en el rango Bajo se localizan las zonas pobres en diversidad, estructura, fisonomía y especies de interés, principalmente por la interacción con las actividades antropogénicas, aquellas zonas las cuales son de uso no forestal, es decir, localidades, área de mina, caminos, áreas agrícolas, etc. (Figura 4. 146).



**Figura 4. 146. Diagnóstico Individual para el componente Vegetación**



#### **IV.4.2.5. Fauna**

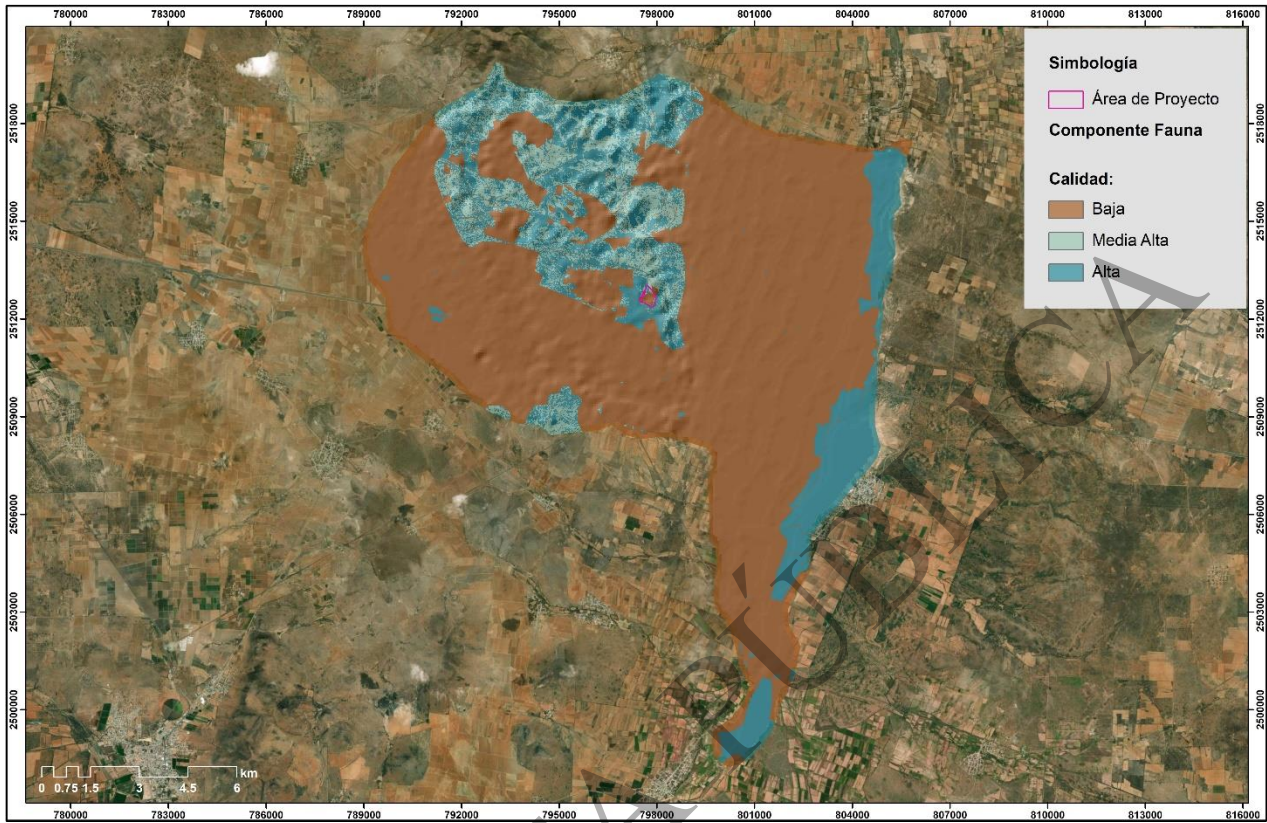
La calidad del componente fauna fue evaluada con base a la Calidad del Hábitat en base a la clasificación espectral de la vegetación considerando los caminos, zonas agrícolas, minería, localidades y zonas con presencia de actividades antrópicas, con valores Alto, Medio, Bajo, Muy Bajo y Nulo.

El SA a través de la historia la actividad del hombre ha modificado los espacios naturales, principalmente por actividades de subsistencia, como lo es la agricultura, y la ganadería. Actualmente la mayor superficie se conserva en gran medida la vegetación clímax. Se presentan superficies que han modificado en su totalidad su condición natural, es decir de ha transformado la vegetación natural a campos agricultura, caminos o brechas, degradando y disminuyendo los hábitats para la fauna silvestre.

La fragmentación del hábitat constituye una de las formas más comunes de degradación del hábitat forestal, 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.

Lo valores que predominan para este factor es Baja donde la fragmentación del hábitat, áreas que se encuentran desprovistas de vegetación, así como las áreas ocupadas por infraestructura, caminos, asentamientos humanos y actividades antropogénicas. Las áreas de Media Alta y Alta calidad son áreas con alta cobertura vegetal y Baja influencia humana. (Figura 4. 147)



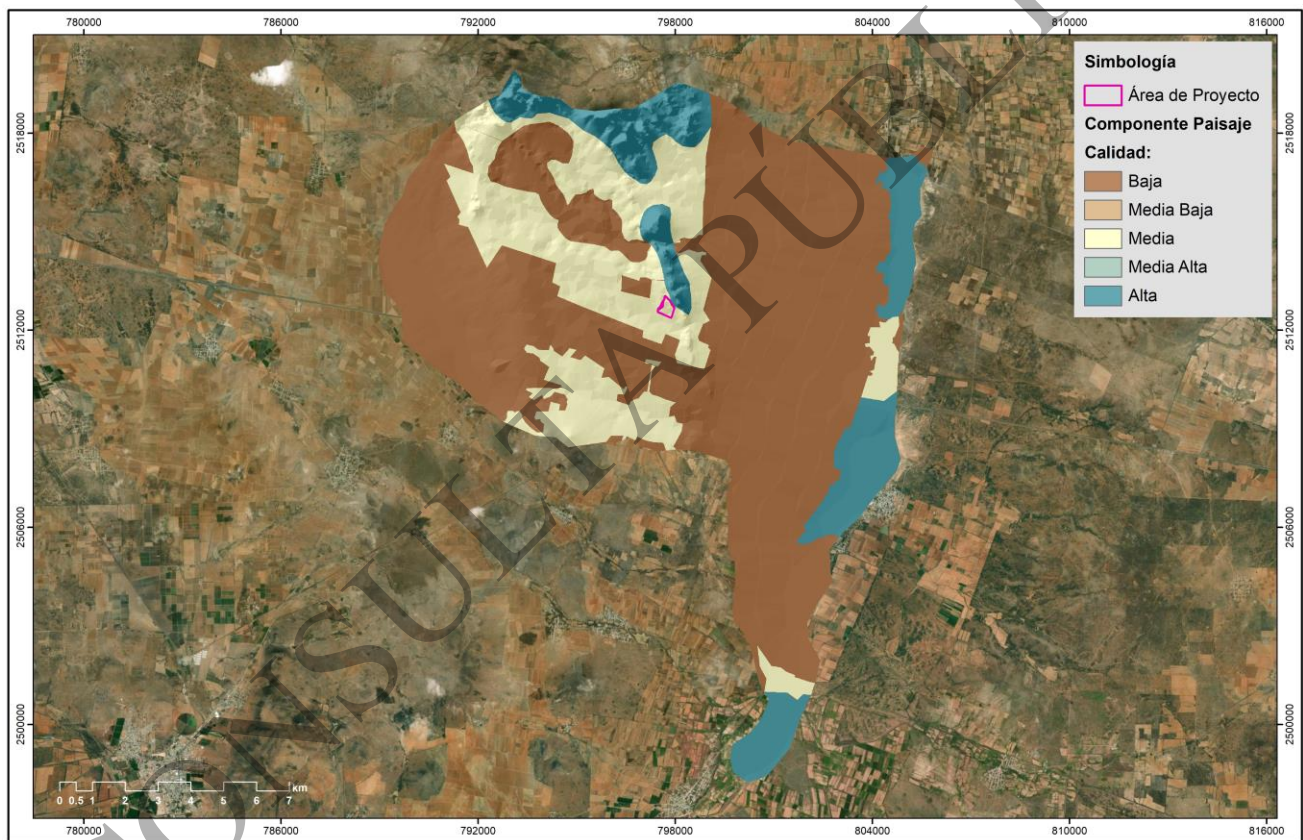
**Figura 4. 147. Diagnóstico Individual para el componente Fauna**

CONSULTA

#### IV.4.2.6. 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, se categorizo con calidad Media son sitios que se presenta con estructura morfológica con pendientes mayores a 30%, combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre el suelo, vegetación y rocas, presencia de fauna nativa y áreas de nidificación, reproducción y nidificación, libre a casi libre de acciones antrópicas estéticamente no deseables.



**Figura 4. 148. Diagnóstico Individual para el componente Paisaje**



#### IV.4.2.7. Socioeconómico y Cultural

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.

Los municipios que inciden en el SA del proyecto presentan una calidad socioeconómica y cultural con una valoración medio- alto para el municipio de General Pánfilo Natera y Villa Ramos lo que indica un índice de rezago social bajo, y los municipios que presentan una calidad socioeconómica cultural alta que indican un rezago social muy bajo son: Ojocaliente y Villa González Ortega.

El componente Socioeconómico y Cultural presenta buena calidad ya que se presenta bajo rezago social (Figura 4. 149).



**Figura 4. 149. Diagnóstico Individual para el componente Socioeconómico y Cultural**

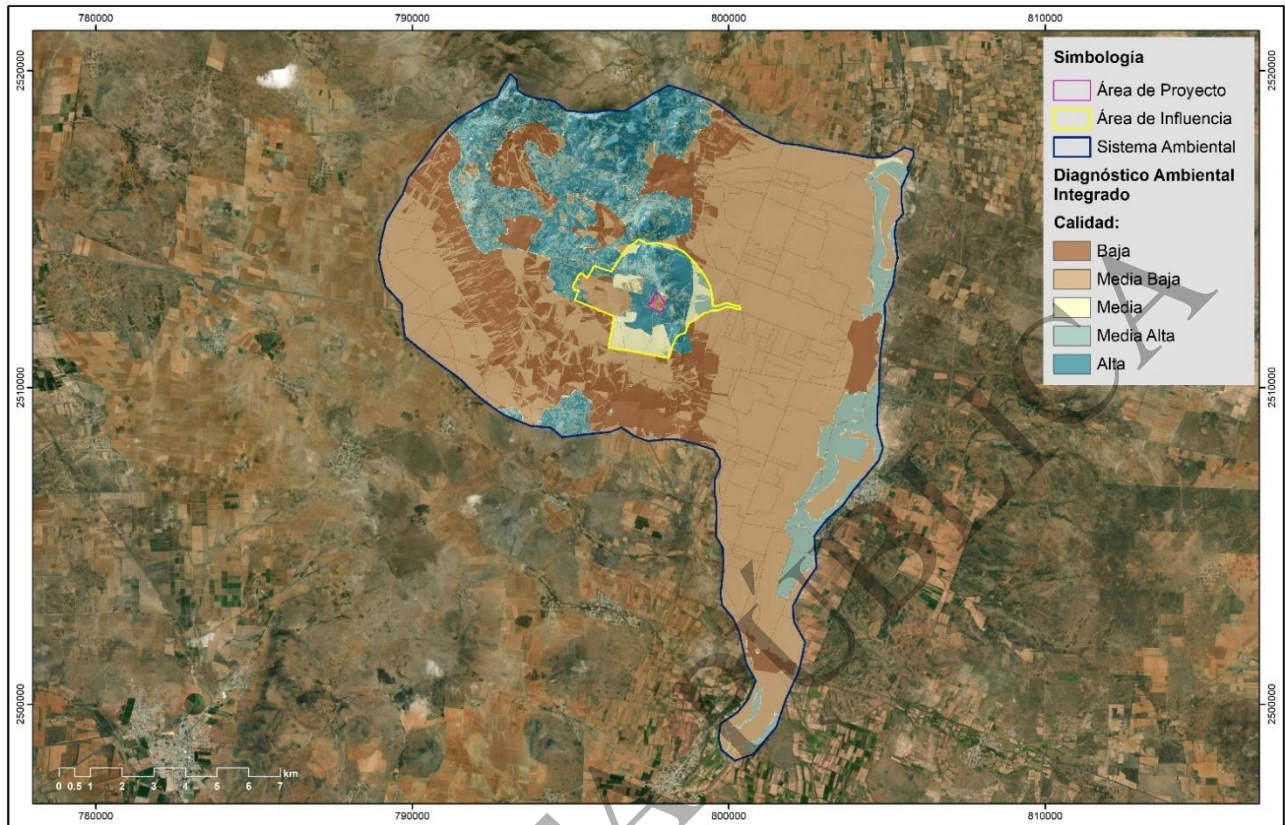


#### ***IV.4.3. Diagnóstico Ambiental Integrado***

Para la integración de los diagnósticos individuales que dan origen al diagnóstico ambiental general del SA y AI, 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. 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. 153 , 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 AI. Como se puede observar en la siguiente Figura 4. 151, la mayor parte de la superficie presenta Media, Media Alta y Baja calidad ambiental.



**Figura 4. 150. Diagnóstico Ambiental Integrado para el SA**

A continuación, se presenta el análisis de las zonas categorizadas con Media Alta y Alta calidad ambiental. Dichas áreas presentan;

- Sitios con menor escurrimiento y, por ende, mayor infiltración de agua al subsuelo.
- Alta calidad atmosférica donde 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 Media-Baja y 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 la alta actividades antrópicas donde se genera ruido artificial esporádico y constante, además de generación de polvo, gases, entre otros.
- Baja calidad del suelo puesto a 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 puesto 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, esto 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.4.4. Problemática ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto***

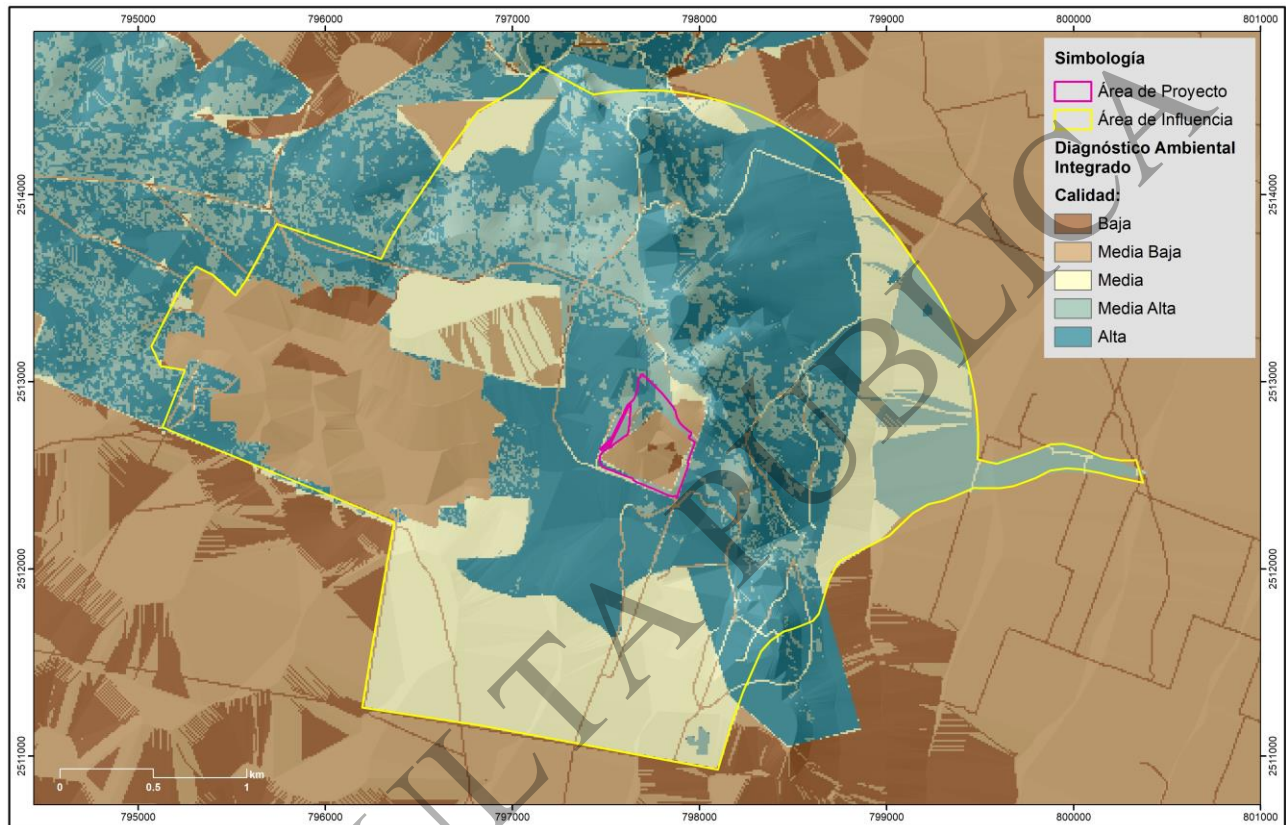
Al integrar los componentes ambientales que se encuentran en la superficie del AI, se determinó la problemática ambiental que se presenta en dicha área.

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.
- 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 principalmente, 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.



En las superficies con Media Alta y Alta calidad, distribuidos en la superficie del Área de Influencia, son sitios donde se encuentran manchones de cobertura cerrada de vegetación, mayor presencia de fauna, mayor conservación del suelo, mayor calidad visual del paisaje, mayor infiltración, menor escurrimiento, etc.



**Figura 4. 151. Problemática ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto**

## 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 Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2, sobre dichos recursos y los daños que pudiera provocar al ambiente, o contribuir en la consolidación de los procesos de cambio existentes dentro del Área de Influencia del Proyecto.



## V.1. Identificación de Impactos

### V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

En la predicción de los impactos se analizaron las actividades que se ejecutarán en el Proyecto y su relación con cada factor ambiental dentro del Área de Influencia del proyecto, estableciendo su comportamiento en forma cualitativa según la opinión conjugada de los expertos de diversas disciplinas, es decir, la identificación y evaluación de impactos ambientales se hizo a través de un enfoque multidisciplinario, a través de un grupo de especialistas de entre los que se puede mencionar, un ingeniero forestal, biólogos especialistas en flora y fauna, un edafólogo y un ingeniero ambiental, quienes proporcionaron su juicio profesional para el análisis de cada impacto identificado.

#### V.1.1.1. Factores ambientales

Para el análisis del medio dentro del Área de Influencia, el ambiente fue dividido en dos Sistemas: Físico y Socioeconómico, y cinco Subsistemas: Inerte, Biótico, Perceptual, Sociocultural y Económico. A cada uno de estos Subsistemas pertenecen una serie de Componentes Ambientales susceptibles de recibir impactos, es decir, los elementos o cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por las acciones impactantes del Proyecto (Tabla 5. 1).

**Tabla 5. 1. Componentes del entorno**

Sistema	Subsistema	Componente ambiental
Medio Físico	Medio Inerte	Atmósfera
		Geomorfología
		Hidrología
		Suelo
	Medio Biótico	Flora
		Fauna
Medio Perceptual	Paisaje	
Medio Socioeconómico	Medio Sociocultural	Infraestructura
		Cultura
	Medio Económico	Medio Económico

Posteriormente, de cada Componente Ambiental se identificaron y seleccionaron los principales factores ambientales que serán potencialmente afectados por las obras o actividades del Proyecto durante las etapas de preparación, construcción y operación.

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: endeble, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor
- Continuidad: necesidad de conservación
- Insustituible: imposibilidad de ser remplazado
- Clímax: proximidad al punto de más alto valor ambiental de un proceso
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
- Interés histórico-cultural: por su peculiaridad histórico-monumental-cultural
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual
- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado
- Significación: importancia para la zona del entorno

Los Factores ambientales seleccionados se muestran en la Tabla 5. 2.

**Tabla 5. 2. Factores ambientales considerados para el análisis ambiental**

Componente Ambiental	Factor ambiental
Atmósfera	Calidad del aire - Material particulado (PST, PM-10)
	Calidad del aire- Emisiones (NOx, SOx, COX)
	Niveles sonoros
	Niveles lumínicos
	Microclima
Geomorfología	Topografía
Hidrología	Cauces
	Escurremientos
	Calidad del agua – Sedimentos
	Calidad del agua – Química

	Infiltración
Suelo	Profundidad efectiva del suelo
	Potencial de erosión
	Cobertura
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
	Generación de residuos
Cultura	Capacitación, educación y programas
Medio Económico	Desarrollo económico
	Uso del territorio para actividades productivas
	Vocación del suelo

Una vez identificados los factores del medio susceptibles de ser impactados por las obras y actividades del Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2, se procedió al reconocimiento de sus indicadores ambientales.

#### ***V.1.1.2. 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 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.
- Ser de fácil identificación.

Los indicadores ambientales identificados se muestran en la Tabla 5. 3 y fueron utilizados en la medida en la que fue posible cuantificarlos, para la valoración de cada uno de los impactos ambientales.

#### ***V.1.1.3. 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**

<b>Factor</b>	<b>Indicador Ambiental</b>
Calidad del aire	Número de unidades móviles
	Tamaño de unidades móviles
	Número de fuentes fijas
	Turnos laborados
	Cantidad y/o intensidad de movimientos de tierras
Niveles sonoros	Cantidad y tipo de equipos utilizados
	Presencia de trabajadores y gente a los alrededores
Niveles lumínicos	Turnos nocturnos
	Instalaciones y edificaciones
	Tráfico nocturno
Microclima	Estimación de zonas con microclima (cañadas, bosque)
Topografía	Pendientes
	Curvas de nivel (corte, excavación, relleno, apilamiento)
	Geomorfología de la zona
Cauces	Intermitentes o perenes
Escurremientos	Escorrentía (relleno, desviación, cortes)
	Intermitentes o perennes
	Cantidad de materia orgánica (MO) de desmonte
Calidad del agua	Cantidad de Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Sólidos Disueltos Totales (SDT)
	Calidad química del agua
	Área de captación por nanocuenca
Infiltración	Pendiente
	Permeabilidad
	Textura de suelo
	Superficie despalmada
Profundidad efectiva del suelo	Volumen de suelo removido
	Cobertura vegetal
Potencial de Erosión	Pendiente
	Tipo de suelo
	Superficie compactada
Cobertura del suelo	Distribución espacial de la vegetación
Distribución espacial y temporal de la vegetación	Tipo de cobertura (abierta, cerrada o dispersa)
Cobertura vegetal	Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010
Especies protegidas o de interés especial (flora)	Especies de interés comercial, Cultural, u otro
	Localización potencial de fauna silvestre
Distribución espacial y temporal de la fauna	Integridad estimada de hábitat



Factor	Indicador Ambiental
Hábitat de fauna	Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010
Especies protegidas o de interés especial	Especies de interés internacional (CITES)
	Especies de baja movilidad
	Especies Migratorias
Cualidades estéticas	Estimación de las cualidades escénicas de las nanocuenclas (estimación cualitativa)
Continuidad paisajística	Cuenca visual
Servicios e infraestructura	Infraestructura de utilidad únicamente para la unidad minera
Generación de residuos	Tipo y cantidad de residuos generados
Capacitación, educación y programas	Programas
	Capacitación/Educación
Desarrollo económico	Número de empleos directos generados
	Número de empleos indirectos generados
	Derrama económica
	Recaudación
Uso del territorio para actividades productivas	Actividad
	Intensidad
Vocación del suelo	Uso potencial al final de cada etapa: Agrícola, Pecuaria, Habitacional, Industrial, Vida Silvestre, etc.

Los indicadores ambientales identificados fueron utilizados de forma variable, considerando valores, números o intensidades estimadas para cuantificarlos y lograr una valoración de cada uno de los impactos ambientales del Proyecto.

#### ***V.1.1.3.1. Criterios para la evaluación del impacto ambiental***

Para la recolección de información y la caracterización del entorno, se utilizaron diversos criterios y metodologías, entre las que resaltan:

- Superposición cartográfica de los diferentes Componentes Ambientales y del Proyecto.
- Recorridos, observaciones y levantamiento de información *in situ*.
- Criterios de diseño, construcción y operación del proyecto.
- Fotografías aéreas y satelitales de la zona de distintas fechas.
- Información estatal y municipal sobre datos socioeconómicos, áreas naturales protegidas y planes de desarrollo.
- Análisis de mapas y planos existentes de la zona.
- Análisis y revisión de estudios del medio natural existentes de la zona (varios realizados por Natural Environment, S.C. misma empresa que desarrolla el presente documento).

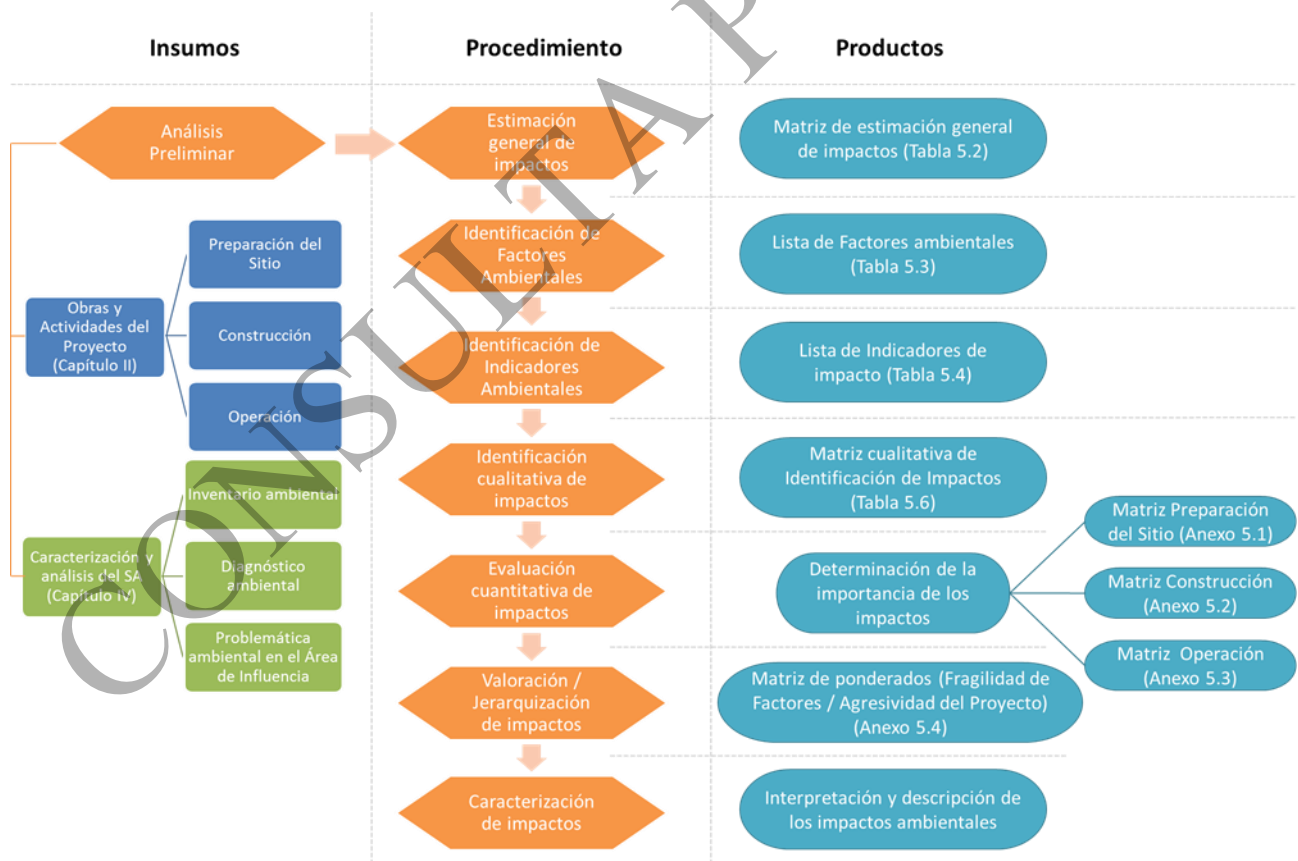
A continuación, se describe la metodología empleada para el análisis de la interrelación de los factores del medio identificados anteriormente (Tabla 5. 2) con las obras y actividades del Proyecto. La evaluación se fundamentó en la aplicación de las técnicas mencionadas anteriormente y la utilización de sucesiones de distintas matrices causa-efecto, cualitativas y semicuantitativas.

### V.1.1.3.2. Metodologías de evaluación del impacto ambiental empleadas

El procedimiento seleccionado para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se basó en el trabajo de un grupo multidisciplinario que analizó las interacciones entre el Área de Influencia y las acciones para el desarrollo del Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2.

La metodología empleada consistió, como primer paso, en el acotamiento del universo de análisis; es decir, una delimitación espacial del entorno identificando los factores ambientales específicos del Proyecto (Sección V.1.1.1) y sus indicadores (Secciones V.1.1.2 y V.1.1.3). Posteriormente se identificaron de manera cualitativa los impactos ambientales y se determinaron cuáles de los factores serían los más afectados. A continuación, se estableció la importancia de cada uno de los impactos estimando su magnitud con base en los indicadores conocidos. Finalmente, se realizó una valoración de impactos ponderando el valor de peso de cada uno de los factores ambientales afectados y la descripción de estos.

En la Figura 5. 1. se presenta un diagrama que esquematiza el procedimiento general empleado para la identificación, evaluación e interpretación de los impactos ambientales del Proyecto.



**Figura 5. 1. Procedimiento utilizado para la identificación y evaluación de impactos**

### ***V.1.1.3.3. Actividades impactantes***

Para fines de hacer más puntual el análisis sobre los tipos de influencia que ejercerán los elementos del Proyecto sobre los componentes ambientales, a través de las matrices de doble entrada (Factores ambientales vs. elementos del Proyecto), en la Tabla 5.4 se enlistan las actividades que podrán ejercer en mayor o menor grado, algún tipo de impacto negativo o positivo sobre el sitio y/o Área de Influencia, considerando la categorización propuesta en el Capítulo II de esta MIA.

La presente evaluación de los impactos ambientales del Proyecto contempla las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

Las actividades que competen a la etapa de operación serán principalmente basadas en el monitoreo de funcionamiento y mantenimiento para el caso de las obras hidráulicas y para el depósito, el cual se opera a la vez que se construye; por lo tanto; desde la etapa de construcción se llevan a cabo actividades de monitoreo.

Para el caso específico del abandono y cierre del Proyecto, se llevarán a cabo las distintas obras y actividades propuestas en el Plan de Restitución y Cierre Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2, en el que se incluyen todas y cada una de las obras mineras dentro de la Unidad y contempla las obras necesarias para hacer un cierre y abandono gradual del área, así como sus tiempos de ejecución y los costos de estas, por lo que como tal no se evalúa una etapa de abandono. Además, se llevarán a cabo distintas actividades para la restitución del sitio al finalizar la vida útil del Proyecto que consiste en la estabilización física, química y biológica del Área del Proyecto.

A continuación, se presentan las actividades y Componentes como serán considerados para la evaluación de impactos en cada etapa del Proyecto.

#### ***Preparación del terreno***

- Delimitación de las áreas de preparación.
- Rescate selectivo de flora (semillas, individuos, esquejes).
- Desmonte de área de ocupación.
- Utilización de maquinaria pesada para movimientos de materiales.
- Despalme de suelo de terreno, con recuperación y acopio de tierra orgánica.
- Movimiento de materiales para la nivelación del terreno (cortes y rellenos).
- Acarreo de materiales de roca, suelos y material orgánico.
- Empleo del material producto de la excavación para la reconfiguración de los bordos de los depósitos de jales.
- Acondicionamiento de taludes desde un punto de vista geotécnico y aseguramiento.
- 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; ejecución de actividades de rescate y reubicación de flora).

### **Construcción**

- Utilización de maquinaria pesada.
- Incremento de personal trabajando.
- Incremento de tráfico vehicular.
- Incremento de polvos y emisiones a la atmósfera.
- Aumento en la generación de residuos por el incremento de personal.
- Mantenimiento de maquinaria y vehículos.
- Acarreo de materiales para el reforzamiento de los bordos.
- Incremento en la implementación de actividades de supervisión ambiental, tanto a personal de la unidad minera como a contratistas.
- Implementación de las actividades del Programa de Vigilancia Ambiental correspondientes a la etapa de construcción.

### **Operación**

- Mantenimiento de caminos, vialidades y brechas.
- Mantenimiento preventivo, correctivo de equipos y maquinaria.
- Llenado gradual del depósito de jales, incluyendo bombeo de jales y recuperación de agua de presa para reutilización en proceso.
- Inspección y vigilancia del depósito de jales.
- Tráfico vehicular frecuente y constante.
- Mantenimiento de depósitos de suelo orgánico.
- Generación y almacenamiento de residuos.
- Desarrollo y aplicación de programas de educación ambiental y capacitación a trabajadores.
- Supervisión y control ambiental.

### **Cierre y abandono**

El Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2, en la etapa de cierre y abandono, contemplará a las maniobras necesarias para estabilizar, revegetar y evitar la generación de impactos residuales, considerando la:

- a) Estabilización física;
- b) Estabilización química y;
- c) Estabilización biológica.

Esta etapa no corresponde a una actividad impactante, sino al resarcimiento de las modificaciones derivadas del Proyecto con base en las obras propuestas.

De acuerdo con lo anterior, la evaluación de los impactos ambientales del Proyecto se realizó considerando las actividades a ejecutar en cada una de las etapas (Preparación del terreno, Construcción y Operación), en consideración de las obras y actividades que incluye. Para la etapa de cierre y abandono del Proyecto, se preparará un Plan de Restitución y Cierre, el cual será actualizado de forma periódica con



base en el avance de las actividades operativas y resultados derivados de las actividades de supervisión ambiental.

#### ***V.1.1.3.4. Tipos e intensidad de las alteraciones ambientales***

La identificación de los impactos del Proyecto se hizo primero en forma cualitativa considerando al Área de Influencia como unidad de análisis, los criterios utilizados fueron los siguientes:

- 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 la población.
- Importancia del impacto.
  - Mayor: cuando se provoca una modificación profunda en la naturaleza o en el uso de un elemento ambiental de gran resistencia y estimado por la mayoría de la población del Área de Influencia.
  - 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.
  - Menor: cuando hay una alteración local de la naturaleza o del uso de un elemento ambiental con resistencia baja y que, repercute en un grupo muy pequeño de la población del área.
- Signo del impacto:
  - Positivo (+): Cuando los impactos son favorables
  - Negativo (-): Cuando los impactos son desfavorables
  - Sin Impacto (0): Cuando los impactos sean nulos

A continuación, se presenta la Tabla 5. 4 de impactos generales obtenida:

**Tabla 5. 4. Estimación general de impactos**

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

De la tabla anterior se desprenden las siguientes observaciones:

- Se estima que serán los Componentes Ambientales de Suelo y Flora dentro del Área de Influencia del Proyecto los que recibirán impactos adversos de importancia mayor e intensidad alta, debido a la necesidad de un cambio de uso de suelo (desmonte y despalme), los cuales tendrán una amplitud puntual. Así mismo, se estima la Fauna es el tercer Componente que recibirá impactos adversos de mayor importancia, los cuales tendrán una amplitud local e intensidad media.
- Se estima que solo los impactos sobre los componentes Infraestructura, Cultura y Medio Económico tendrán una repercusión benéfica a escala regional.
- Los impactos de importancia mayor que fueron identificados y que serán de tipo positivo, recaerán sobre los Componentes Medio Económico e Infraestructura, pues se estima que con el desarrollo del Proyecto se continua con la operación optimizada de una obra de sumo interés en la Mina San José para dar continuidad a las operaciones de beneficio. Esto a pesar de que dentro del Componente de Infraestructura también se estiman impactos adversos relacionados con la generación de residuos.
- En lo que respecta a los Componentes bióticos, estos recibirán impactos desfavorables (negativos) principalmente por las actividades de desmonte y despalme, los impactos sobre estos componentes se estima que sean de una intensidad Media y Alta para los componentes restantes en esta primera evaluación, que van desde amplitud puntual a local sin estimarse casos de amplitud regional.
- Respecto al Componente Paisaje, durante el desarrollo del Proyecto y sus etapas se estima que el impacto sea de intensidad media y amplitud local, puesto que el presente Proyecto se refiere al reforzamiento y ampliación del depósito de jales 1 y 2, y la zona donde se pretende establecer

el Proyecto da continuidad y optimiza a obras mineras preexistentes (presa de jales 1 y 2, caminos de acceso, áreas de maniobras, planta de beneficio, entre otras).

- El Componente Ambiental denominado Cultura recibirá impactos positivos de intensidad media pues habrá capacitación, educación ambiental y programas de desarrollo para el personal involucrado en el Proyecto, se espera que los impactos sean a una escala local y de importancia media.

#### ***V.1.1.3.5. 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.

En la Tabla 5. 5 se presenta la Matriz de identificación de impactos del Proyecto; y en la Tabla 5. 6 se muestra el balance numérico de los impactos por etapa.

CONSULTA PÚBLICA

Etapa		
P	C	O
r	o	p
e	n	e
p	s	r
a	t	a
r	r	c
a	r	i
c	u	ó
i	o	n
ó	n	
n		

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTORES IMPACTADOS	P	C	O	
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE - Material particulado (PST, PM-10)	A	A	a	
			CALIDAD DEL AIRE - Emisiones (NOx, SOx, COX)	A	A	A	
			NIVELES SONOROS	A	A	a	
			NIVELES LUMÍNICOS	ND	a	A	
			MICROCLIMA	A	a	ND	
		GEOMORFOLOGÍA	TOPOGRAFÍA	a	A	A	
			HIDROLOGÍA	CAUCES	ND	ND	ND
		ESCURRIMIENTOS		a	A	ND	
		CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL - Sedimentos		A	A	a	
		CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL - Química (DAM, DAR, Met.)		a	A	A	
		SUELO	INFILTRACIÓN	a	A	ND	
			PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO	A	ND	ND	
			POTENCIAL DE EROSIÓN	A	a	ND	
		MEDIO BIÓTICO	FLORA	COBERTURA	A	ND	ND
				DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL	A	ND	ND
	COBERTURA VEGETAL			A	ND	ND	
	FAUNA		ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL	A	ND	ND	
			DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL	A	A	a	
			HÁBITAT	A	ND	ND	
			ESPECIES PROTEGIDAS	A	a	a	
			MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJE	a	a	a
				CUALIDADES ESTÉTICAS	A	a	a
	CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA			a	a	a	
	MEDIO SOCIO-ECONÓMICO		MEDIO SOCIO-CULTURAL	INFRAESTRUCTURA	ND	b	B
				SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	a	A	A
		CULTURAL	GENERACIÓN DE RESIDUOS	a	A	A	
			CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS	B	B	b	
MEDIO ECONÓMICO		MEDIO ECONÓMICO	DESARROLLO ECONÓMICO	B	B	B	
		USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	a	b	B		
		VOCACIÓN DEL SUELO	a	b	B		

A = Impacto adverso principal  
a = Impacto adverso secundario  
ND = Sin impacto  
B = Impacto benéfico principal  
b = Impacto benéfico secundario

**Tabla 5. 5. Matriz de Identificación de Impactos del Proyecto por Etapas**

**Tabla 5. 6. Balance de impactos por etapas**

Impacto / Etapas	Impacto				
	Adverso Principal	Adverso Secundario	Benéfico Principal	Benéfico Secundario	No determinado
<b>Preparación del sitio</b>	15	8	2	0	3
<b>Construcción</b>	10	6	2	3	7
<b>Operación</b>	5	7	4	1	11
<b>Total</b>	30	21	8	4	21
<b>Total por tipo</b>	51		12		21



En el Glosario de esta MIA (Sección VII.2.1), se ofrecen las definiciones que diferencian los impactos principales de los impactos secundarios y los adversos significativos.

De la matriz de identificación de impactos en la Tabla 5. 5 y de la Tabla 5. 6, se obtiene estas conclusiones:

- Con la Matriz de identificación de impactos fue posible determinar que durante el desarrollo del Proyecto pudieran acontecer 51 impactos adversos (30 principales y 21 secundarios).
- En un análisis detallado de las interacciones del Proyecto con los factores de cada Componente Ambiental, se concluyó que pudieran acontecer 30 impactos adversos principales, lo que representaría el 35.71% de los posibles impactos.
- Los impactos que se prevén por el desarrollo del Proyecto durante sus tres etapas serían benéficos, los cuales representarían el 14.29% de los impactos identificados.
- En 21 casos, no se identifica la aparición de impactos (ver claves ND en la Tabla 5. 5), lo que representa el 25% de la totalidad de los potenciales impactos.
- De los 12 impactos benéficos que acontecerían por el desarrollo del proyecto, 8 serían benéficos principales y 4 benéficos secundarios, todos sobre los Componentes Infraestructura, Cultural y Medio Económico.
- La etapa de preparación del sitio se estima presentará la mayor cantidad de impactos adversos principales y secundarios.
- Habrá durante la construcción y operación una influencia positiva pero secundaria para los Componentes de Infraestructura, Medio Económico y Cultural debido a los servicios de mina y capacitación, educación y programas, así como para el desarrollo económico.
- Los impactos benéficos principales durante el Proyecto recaerán sobre los Subsistemas Medio Sociocultural y el Medio Económico, teniendo un gran impacto positivo pues el desarrollo del Proyecto permitirá alargar la vida útil de la Mina San José.

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.1.1.3.6. Determinación de la importancia y jerarquización de los impactos ambientales***

Una vez que se han identificado Componentes afectados y etapas, se procede a la aplicación de una Matriz de Leopold Cuantitativa modificada por Clifton Associates Ltd. Natural Environment S.C., en la cual se evalúa cada Componente y actividades del Proyecto en relación con cada Componente Ambiental y en cada una de las dos etapas del Proyecto. Cada actividad u obra del Proyecto con relación a un Componente Ambiental e indicador, es evaluado con base en diez atributos o parámetros de referencia (criterios de calificación numérica), para la caracterización de la importancia de cada impacto:

- Intensidad (IN)
- Extensión (EX)
- Momento (MO)
- Persistencia (PE)
- Reversibilidad (RV)
- Sinergia (SI)
- Acumulación (AC)
- Efecto (EF)
- Periodicidad (PR)
- Recuperabilidad (MC)

Así entonces, las casillas de cruce de las matrices de impactos ambientales están ocupadas por los valores correspondientes a estos diez atributos determinados, utilizando sus indicadores ambientales respectivos (Tabla 5. 3).

A partir de los parámetros anteriores, la valoración cuantitativa de la importancia de un impacto en particular fue obtenida mediante la siguiente fórmula:

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

El signo del impacto hace alusión al carácter benéfico (+), o perjudicial (-) de la naturaleza de las acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

A continuación, se describe cada uno de los atributos empleados para la determinación del grado de importancia de los impactos:

#### *Intensidad (IN) – Grado de destrucción*

Grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que se actúa. El parámetro de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del Factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 la afección mínima. Los valores comprendidos entre estos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

#### *Extensión (EX)*

Se refiere al Área de Influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter Puntual (1), si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación como impacto Parcial (2) y Extenso (4). En el caso de que el efecto se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de una a cuatro unidades por encima del que le correspondería en función de la extensión en que se manifiesta.

#### *Momento (MO)*

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el Factor del medio considerado.

Cuando el tiempo transcurrido sea nulo o inferior a un año, el momento será Inmediato o a Corto Plazo, asignándole un valor (4) en ambos casos. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años, Largo Plazo (1).

Si ocurre alguna circunstancia que haga crítico el momento del impacto, se le debe atribuir un valor de una a cuatro unidades por encima de las especificadas.

#### *Persistencia (PE)*

Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto a partir de su aparición. Si dura menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, se considera el efecto como Permanente asignándole un valor (4).

#### *Reversibilidad (RV)*

La posibilidad de reconstrucción del Factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

Si es a Corto Plazo, se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es irreversible (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos periodos son los mismos asignados en el parámetro Persistencia.

#### *Sinergia (SI)*

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos posibles. El Componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior al que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un Factor no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la importancia del impacto.

#### *Acumulación (AC)*

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Por acumulativo también se entenderá la adición de

unidades de medición de la magnitud del efecto (parámetros de calidad del aire, del agua, o cualquier otra unidad de medición aplicable), a los posibles efectos similares presentes en el sitio por actividades previas o ajenas a las del proyecto, y/o el incremento de las fuentes que lo originan dentro del SA.

Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa (4).

#### *Efecto (EF)*

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto; es decir, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser Directo o Primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta.

En el caso de que el efecto sea Indirecto o Secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.

Este término toma valor (1) en caso de que el efecto sea secundario y el valor (4) cuando sea directo.

#### *Periodicidad (PR)*

La periodicidad se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (Periódico), de forma impredecible en el tiempo (Irregular), o constante en el tiempo (Continuo).

A los efectos Continuos se les asigna valor (4), a los Periódicos (2) y a los de aparición irregular y discontinuos (1).

#### *Recuperabilidad (MC)*

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del Factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana.

Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna un valor de (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a mediano plazo, si lo es parcialmente, el efecto es Mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) se le asigna el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias el valor adoptado será (4).

En la Tabla 5. 7 se resumen los valores asignables a cada uno de los atributos mencionados:



**Tabla 5. 7. Valores asignables a los atributos de importancia del impacto**

Atributo	Características	Valor
Intensidad (IN)	Baja	1
	Media	2
	Alta	4
	Muy alta	8
	Total	12
Extensión (EX)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	4
	Total	8
	Crítico	(+4)
Momento (MO)	Largo plazo	1
	Medio plazo	2
	Inmediato	4
	Crítico	(+4)
Persistencia (PE)	Fugaz	1
	Temporal	2
	Permanente	4
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
	Medio plazo	2
	Irreversible	4
Sinergia (SI)	Sin sinergismo	1
	Sinérgico	2
	Muy sinérgico	4
Acumulación (AC)	Simple	1
	Acumulativo	4
Efecto (EF)	Indirecto (secundario)	1
	Directo	4
Periodicidad (PR)	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
	Periódico	2
	Continuo	4
Recuperabilidad (MC)	Recuperable de manera inmediata	1
	Recuperable a mediano plazo	2
	Mitigable	4
	Irrecuperable	8

La evaluación llevada a cabo crea un índice que refleja las características cuantitativas y cualitativas del impacto, describiendo la interacción en términos de magnitud e importancia. La importancia del impacto toma entonces valores entre 13 y 100, lo que permite hacer comparaciones numéricas y jerarquizar los impactos. Los impactos con valores de importancia inferiores a 26 son clasificados como “irrelevantes”, es decir compatibles. Los impactos “Moderados” presentan una importancia en el rango entre 26 y 50. Son “Severos” cuando la importancia se encuentra entre 51 y 75, y

“Críticos” cuando el valor es superior a 76. Según su clasificación, los impactos son marcados en la matriz de importancia con un color que los distingue: amarillo para los moderados, naranja para los severos y rojo para los impactos críticos.

**Tabla 5. 8. Clasificación de la importancia de los impactos**

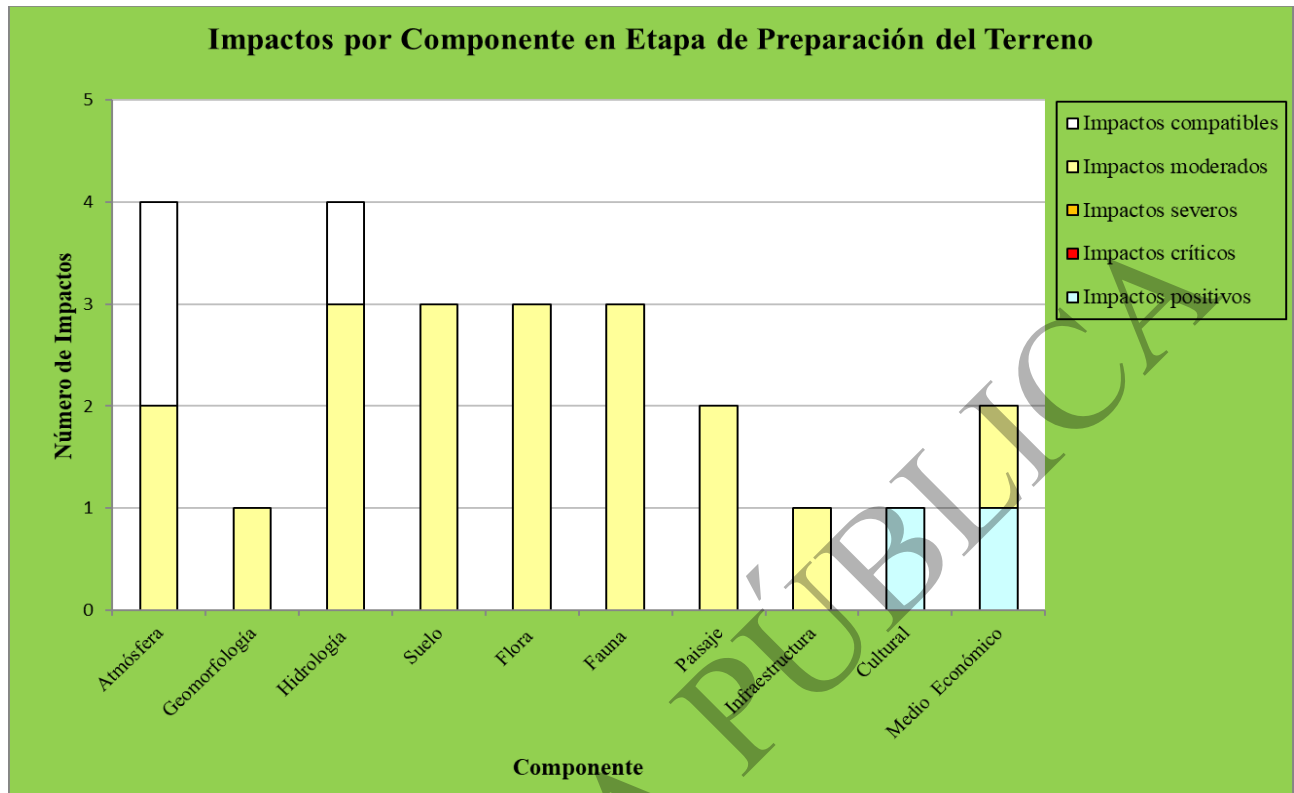
Valor de importancia	Clasificación / Color de identificación
De 13 a 25	Compatible
De 26 a 50	Moderados
De 51 a 75	Severos
De 76 a 100	Críticos

En los **Anexos 5.1, 5.2 y 5.3** se presentan las matrices de importancia de los impactos de cada una de las etapas del Proyecto (Preparación del Terreno, Construcción y Operación). Del análisis de estas matrices se concluye lo siguiente.

#### ***Preparación del Terreno***

En el **Anexo 5.1** se presenta la matriz de evaluación de impactos ambientales para la etapa de preparación del sitio, en la cual se engloban las actividades impactantes descritas con anterioridad y su interacción con el medio en el que se desarrolla el Proyecto.

Considerando todas las actividades que se desarrollarán durante la preparación del sitio tales como el desmonte, despalme, recuperación del suelo, cortes y nivelación, entre otras, se prevé que en el desarrollo de esta etapa se presenten impactos de importancia Compatible, Moderada y Benéficos, sin presentarse impactos Severos o Críticos.



**Figura 5. 2. Tipo de impactos identificados y anticipados para la etapa de Preparación del Sitio**

Durante la etapa de preparación del sitio se estima ocurran el mayor número de impactos adversos, se estima se generen impactos moderados en los componentes: atmósfera, geomorfología, hidrología, suelos, fauna, paisaje, infraestructura y medio económico, no se detectaron impactos severos o críticos.

Considerando los impactos máximos que se generarían por factores en la etapa de preparación del sitio, se esperan las siguientes afectaciones:

### **Atmósfera**

La calidad del aire tendrá modificaciones de intensidad alta y extensión parcial con respecto a la emisión de partículas suspendidas como de gases producto de la combustión, esto como resultado del movimiento de materiales (generación de polvos) y uso de maquinaria, principalmente con las actividades de desmonte, despalme, excavaciones, cortes y rellenos. Por la naturaleza de estos impactos, sus efectos son inmediatos, fugaces, reversibles por medios naturales a corto plazo, sin sinergismo, irregulares o aperiódicos y recuperables de manera inmediata, los impactos sobre estos factores serán moderados.

Se estiman impactos moderados respecto al incremento de los niveles sonoros en el área del Proyecto durante la preparación del terreno. Las alteraciones en este factor ambiental corresponden al uso constante de maquinaria y de personal en el sitio, principalmente para el desmonte y el despalme en cada uno de los polígonos en los que las actividades antrópicas alterarán los niveles normales de ruido ambiental. Este impacto es de importancia compatible por su intensidad baja, es reversible y recuperable de manera inmediata.

No se presentarán alteraciones en el factor niveles lumínicos durante esta etapa debido a que las actividades únicamente se desarrollan en horarios diurnos.

Se ha estimado la alteración al microclima en función de la superficie con cobertura vegetal que será desmontada para dar paso al Proyecto. Entre los atributos evaluados, este impacto tiene un efecto inmediato, permanente y continuo, por lo que su importancia resultó moderada.

### ***Geomorfología***

La topografía será alterada particularmente en el área de ampliación y reforzamiento de bordos, canal y camino de mantenimiento, el área de la presa ya se encuentra previamente impactada por la presa de jales, por lo tanto; este impacto presentará una intensidad baja durante esta etapa, extensión puntual, permanente y de efecto directo.

### ***Hidrología***

El Proyecto no implica afectaciones a cauces.

Durante esta etapa los patrones de drenaje natural tendrán impactos de intensidad baja debido al desmonte y despalme específicamente el polígono de ampliación el cual interceptará los escurrimientos intermitentes para evitar el contacto con la presa de jales tendrá una extensión puntual, permanente, irreversible durante esta etapa, acumulativa y continua.

El componente hidrológico presentará un impacto de importancia moderada sobre el posible decremento de la calidad de agua superficial por el arrastre de materia orgánica y sedimentos derivado del despalme y movimiento de tierras en el área del Proyecto.

Las actividades de desmonte y despalme se estima una disminución en la infiltración puntual de las superficies afectadas, además de la compactación por el paso de maquinaria, este efecto tendrá una intensidad media, extensión puntual, permanente, sinérgico de efecto directo, continuo sobre el factor e irreversible durante esta etapa.

### ***Suelo***

Los impactos estimados sobre el componente suelo resultaron de importancia moderada sobre los tres factores evaluados, considerados en modificaciones de alta intensidad sobre el incremento en el potencial de erosión y sobre la cobertura, por la actividad de despalme, este efecto será puntual.

### ***Flora***

El componente flora recibirá impactos moderados sobre su distribución espacial y temporal, debido al desmonte de las zonas con vegetación forestal, este impacto tendrá una intensidad alta, extensión puntual, de manera inmediata, permanente, irreversible, sinérgico, acumulativo, de efecto directo e irrecuperable durante esta etapa.



El factor cobertura vegetal tendrá efectos negativos de importancia moderada en el límite de importancia severa, debido a que la cobertura vegetal será removida en la totalidad de la superficie del área de ampliación y reforzamiento de bordo, la intensidad sobre el impacto se estima con intensidad alta, extensión puntual, persistencia permanente, irreversible, sinérgica, de efecto directo sobre el componente.

Se estima un impacto moderado sobre este factor debido a que se registró una especie vegetal categorizada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*Ferocactus histrix*) en el área del Proyecto.

### ***Fauna***

La distribución espacial y temporal de la fauna se verá impactada de manera directa al iniciar las faenas de remoción de la vegetación, acontecerá un ahuyentamiento por las actividades de desmonte (presencia de personal, uso de maquinaria y tránsito de vehículos), ocasionando que los individuos de las diferentes especies se desplacen de la zona, este impacto tendrá una intensidad alta, extensión parcial, con un efecto inmediato, sinérgico, acumulativo, de efecto directo y aperiódico.

Al iniciar las actividades de desmonte, el hábitat de la fauna se verá impactado de manera directa siendo este el impacto con mayor importancia durante el desarrollo de la etapa de preparación del sitio, disminuyendo así las probabilidades de que las especies retornen a los sitios donde se han llevado a cabo los desmontes y despalmes, por ello el impacto al hábitat de la fauna se considera de una intensidad alta, puntual, sinérgico, acumulable de efecto directo sobre el factor y que puede ser mitigado por la implementación de medidas, que considera este Proyecto (Cap. VI).

Los factores de especies protegidas y de interés especial de fauna se verán impactados durante el desarrollo de la preparación del sitio, esto 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 los desmontes, desplazamiento, cambio de áreas de anidación, alimentación, reproducción, entre otras. El impacto a este Factor será de intensidad Alta para distribución espacial y temporal y media para especies protegidas debido a que en el área del Proyecto únicamente se registró una especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de extensión parcial, permanente, sinérgico, acumulativo, de efecto indirecto, continuo y mitigable por medio del rescate y reubicación, antes del inicio de las actividades de desmonte.

### ***Paisaje***

El componente paisaje será modificado con la preparación del terreno en los factores cualidades estéticas y continuidad paisajística, sin embargo: su intensidad será media debido a que el Proyecto se ubica en la Unidad Minera San José en una zona previamente impactada con actividades mineras (presa de jales 1 y 2), pero al realizar las actividades de desmonte y despalme de las áreas conservadas de tal zona, además del incremento de maquinaria y presencia humana, el impacto en este componente y para ambos factores se considera un impacto moderado, permanente, irreversible, sinérgico, acumulativo, de efecto directo, continuo e irrecuperable durante esta etapa.

### ***Medio Socioeconómico***

Durante el desarrollo de esta etapa de preparación del sitio el factor de servicios e infraestructura analizado no sufrirá algún impacto, puesto que en esta etapa se busca adecuar y propiciar el sitio o polígonos solicitados para que posteriormente puedan ser empleados como infraestructura de operación para el beneficio de minerales.

Se generarán empleos temporales directos e indirectos para el desarrollo del desmonte y despalme.

Durante esta etapa serán generados residuos debido a las actividades humanas (personal que labore en el sitio) y el uso de maquinaria, por lo que se presentará un impacto adverso de intensidad media, extensión puntual y de persistencia temporal.

### ***Cultural***

El Componente de Cultura se verá beneficiado en esta etapa pues se llevarán a cabo capacitaciones enfocadas en seguridad, salud y medio ambiente, lo que dará como resultado una concientización ambiental directa a los trabajadores y personal (contratistas) involucrados en el Proyecto, así como una actualización de las mejores técnicas y procedimientos durante las jornadas laborales en la etapa de preparación del terreno.

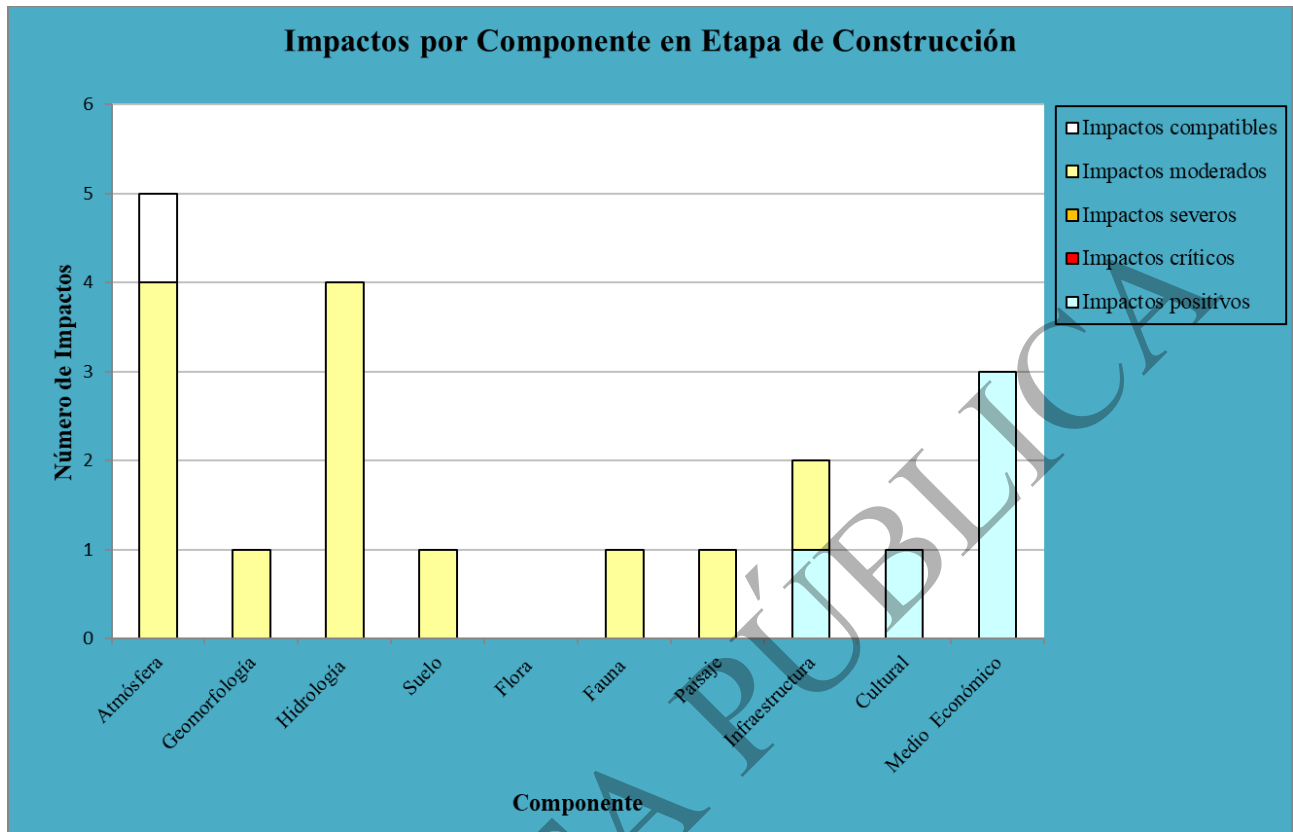
El Factor uso del territorio para actividades productivas no recibirá impactos.

La vocación del suelo se verá afectada con una intensidad alta debido a que una parte de la superficie del Proyecto se encuentra sobre áreas con actividades mineras preexistentes, por lo tanto, una fracción del Proyecto cuenta con vocación industrial y otra vocación forestal. El impacto benéfico será acumulativo, puntual, directo, continuo e irreversible durante la etapa de preparación del sitio y se iniciará con el desmonte de los polígonos autorizados para el desarrollo del Proyecto.

### **Construcción**

De acuerdo con la evaluación de las etapas del proyecto, en la etapa de construcción se presentarán impactos adversos compatibles y moderados, sin identificarse impactos severos ni críticos (**Anexo 5.2**)

En la Figura 5.3 se presenta a manera de resumen gráfico la categorización de la importancia de los impactos identificados para la etapa de construcción.



**Figura 5. 3. Tipo de impactos identificados y anticipados para la etapa de Construcción**

Considerando los máximos impactos que se generarían por factores en la etapa de construcción, se esperan las siguientes modificaciones:

CONSULTA PÚBLICA

### ***Atmósfera***

La calidad del aire seguirá siendo afectada de forma moderada respecto a los factores evaluados (generación de polvos y emisión de gases), debido al incremento de actividades en la zona que implica un mayor número de vehículos y maquinaria operando en el lugar, presentándose también un incremento de los niveles sonoros resultado de las actividades de construcción, el microclima tendrá afectaciones de intensidad baja debido a que el impacto de mayor intensidad para este factor se presentó en la etapa previa. Las actividades de construcción se realizarán en jornadas diurnas y nocturnas, por lo tanto; el factor niveles lumínicos se verá afectado por el incremento en la intensidad lumínica con una importancia media, extensión parcial, de efecto inmediato, persistencia fugaz, reversible a corto plazo, sin sinergia, periódico y recuperable de manera inmediata.

### ***Geomorfología***

El factor topografía se verá afectado durante la etapa de construcción debido a los cortes y rellenos necesarios para la construcción de planchas de concreto y cimentación de obras, además del crecimiento de la presa de jales debido al impacto preexistente; este impacto tendrá una intensidad media, de extensión puntual, permanente, irreversible, sinérgico, acumulativo, de efecto directo, continuo e irreversible en esta etapa.

### ***Hidrología***

Durante la etapa de construcción se estiman afectaciones en el Factor de escurrimientos, debido a la construcción de un canal de derivación que interceptará los escurrimientos para evitar el contacto del agua pluvial con el depósito, la intensidad de este impacto se estima sea baja, de extensión parcial, persistencia permanente, irreversible, sinérgico, acumulativo, efecto directo, e irrecuperable.

El Factor de Calidad de agua se estima que tendrá afectaciones en la calidad superficial por arrastre de sedimentos debido al movimiento de tierras para las actividades de construcción, por lo que se espera una intensidad baja, extensión parcial, reversible a mediano plazo, sinérgico, acumulativo, de efecto directo, periódico y mitigable.

Debido a las actividades de construcción se verá afectada la infiltración en la huella del Proyecto donde habrá compactación por las obras y actividades a desarrollar además de la cimentación de concreto, el Proyecto presenta un impacto preexistente, la intensidad de este impacto es medio, permanente, irreversible, sinérgico, acumulativo, de efecto directo, continuo e irrecuperable.

### ***Suelo***

Durante esta etapa este componente no presentara impactos debido a que los impactos fueron recibidos durante la etapa de preparación del sitio.



### ***Flora***

La vegetación no será afectada durante la construcción del Proyecto, debido a que el área fue desmontada en la etapa previa.

### ***Fauna***

En relación a la fauna principalmente la tolerante al disturbio , se estima un impacto de importancia moderada, con intensidad baja, y extensión parcial, esto debido al ahuyentamiento involuntario e indirecto derivado del aumento de la presencia humana y maquinaria, el hábitat no presentara impactos adicionales debido a que el desmonte fue realizado durante la etapa previa y con la pérdida de la cobertura vegetal el área del Proyecto perdió las posibilidades de ser un hábitat funcional para la fauna.

Se estima que al concluir las actividades de construcción la fauna tolerante al disturbio tendrá presencia ocasional en el sitio, principalmente aves y mamíferos pequeños.

### ***Paisaje***

La calidad visual del sitio y la continuidad paisajística y visibilidad se verán alteradas durante esta etapa, por la construcción de obras de diversas dimensiones, por el incremento de tráfico vehicular, del personal trabajando, uso de maquinaria pesada, el impacto durante esta etapa tendrá una intensidad baja debido al impacto preexistente en el área, tendrá una extensión parcial, momento inmediato, permanente e irreversible durante esta etapa, de efecto directo y acumulativo, continuo e irrecuperable.

### ***Infraestructura***

El impacto sobre el factor servicios e infraestructura será positivo de intensidad alta, extensión parcial, momento inmediato, permanente, irreversible, sinérgico, acumulativo, de efecto directo, continuo e irrecuperable.

Con respecto a la generación de residuos el impacto tendrá una intensidad alta debido al incremento de actividades en la zona, mayor personal en operación y uso de materiales para la construcción, serán generados residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos, el impacto tendrá una extensión puntual, persistencia temporal, sinérgico, acumulativo, periódico y mitigable.

### ***Cultural***

Durante esta etapa seguirán presentándose impactos positivos en el factor capacitación, ya que esta actividad será realizada de manera periódica al personal que labore en la construcción del Proyecto, tendrá un impacto de intensidad alta, extensión parcial, momento inmediato, permanente, sinérgico, acumulativo e irrecuperable.

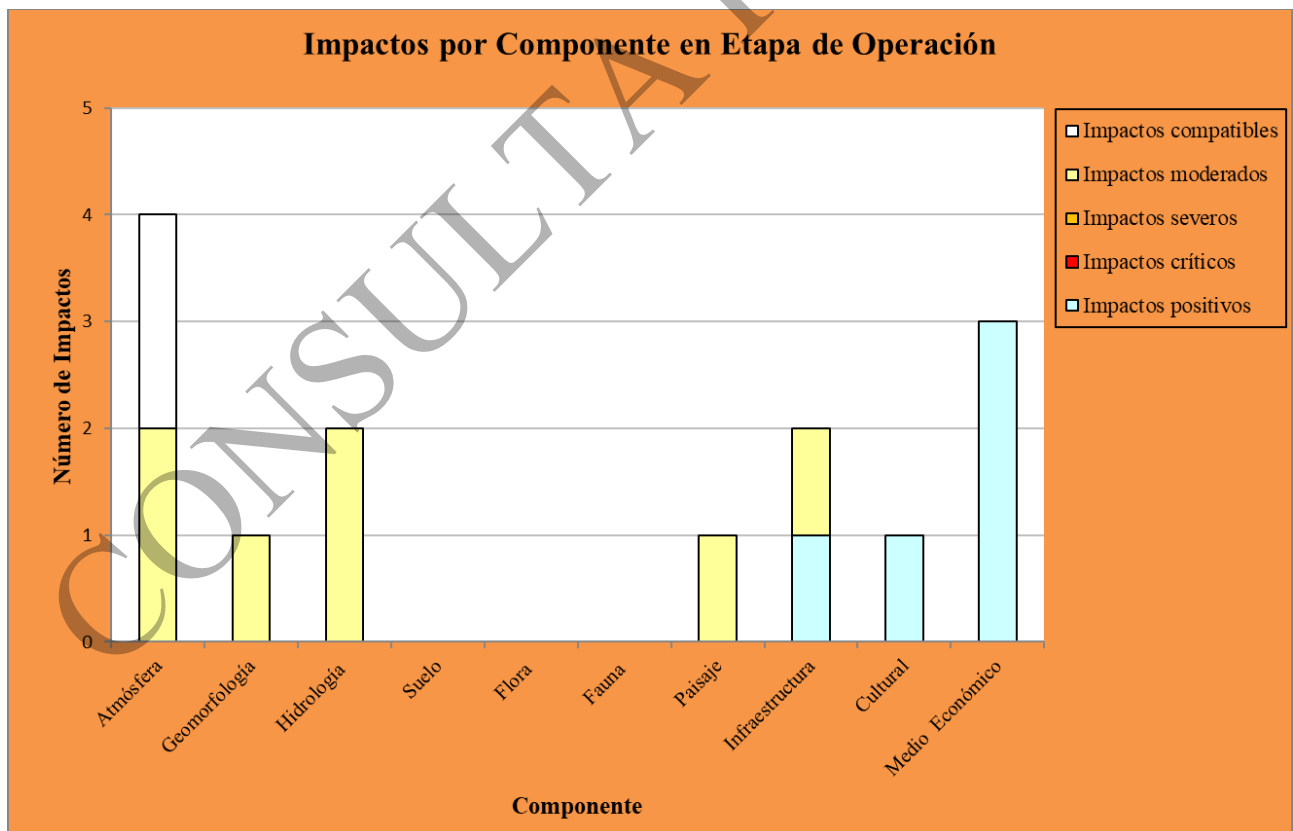
### Medio Económico

En esta etapa continuarán presentándose los impactos benéficos de importancia alta debido al incremento del personal para actividades de construcción y el beneficio directo e indirecto para las zonas aledañas, los efectos positivos para la unidad minera al poder dar continuidad al proceso de beneficio, por lo tanto; la extensión del impacto será regional. El uso del territorio para actividades productivas tendrá una importancia de alta intensidad, y la vocación del suelo con un impacto de alta intensidad.

### Operación

En la etapa de operación se presentarán impactos adversos compatibles y moderados, sin identificarse impactos severos o críticos. Los impactos benéficos se presentan con valores de importancia en el mismo rango de los moderados y severos (**Anexo 5.3**).

En la etapa de operación se presentarán impactos adversos moderados y compatibles, sin identificarse impactos severos o críticos. Los impactos benéficos se presentan con valores de importancia en el mismo rango que los moderados y severos, casi en la categoría equivalente a los críticos. En la tabla 5.4 se presenta a manera de resumen gráfico la categorización de la importancia de los impactos identificados para la etapa de operación.



**Figura 5. 4. Tipo de impactos identificados y anticipados para la etapa de Operación**

De la matriz de caracterización de la importancia de impactos de la etapa de Operación del Proyecto se destacan las siguientes conclusiones:

### ***Atmósfera***

La atmósfera seguirá recibiendo efectos adversos sobre la calidad del aire por las emisiones fugitivas de material particulado (polvos) esto debido al tránsito de vehículos y maquinaria al depósito, así como el mantenimiento y vigilancia a las obras del Proyecto, lo que conlleva un constante levantamiento de polvos fugitivos. A lo anterior se suma un impacto negativo por la emisión de gases contaminantes. Ambos impactos se consideran compatibles y de extensión parcial, y podrán ser mitigado a través de buenas prácticas, el mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipo, el riego de caminos, entre otros.

Los niveles sonoros tendrán un impacto de importancia compatible, debido a que durante la operación la presencia de maquinaria y vehículos es menor que en la etapa previa, por lo tanto, el impacto sobre este factor es de baja intensidad extensión parcial, persistencia fugaz, reversible de manera inmediata, sin sinergismo, simple, irregular o discontinuo, y recuperable de manera inmediata.

Para esta etapa se estima se presenten alteraciones en los niveles lumínicos en el sitio de importancia compatible, ya que podrán presentarse actividades en horarios nocturnos además del uso de iluminación adicional en el área del Proyecto. Este impacto es compatible, periódico y es mitigable con reversibilidad inmediata.

### ***Geomorfología***

Se estima se presenten impactos moderados de alta intensidad sobre el factor topografía debido a la elevación del depósito de jales durante la etapa de operación del Proyecto, tendrá una extensión puntual, a mediano plazo, permanente, irreversible, sinérgico, acumulativo, de efecto directo e irrecuperable.

### ***Hidrología***

Durante el desarrollo de esta etapa de operación el componente Hidrología mantendrá la naturaleza de sus impactos en menor medida, todos siendo representados como impactos compatibles y moderados con características mitigables. En el caso de la infiltración no se generarán impactos adicionales a los presentados en la etapa anterior.

### ***Suelo***

Durante la etapa de operación No se estiman impactos sobre este componente, ya que este componente se recuperó del área de despalle y resguardo durante la etapa de preparación del terreno.

### ***Flora***

El componente Flora no presentará impactos durante la etapa de operación del Proyecto, puesto que los impactos ambientales a la cobertura, especies de interés y distribución de la vegetación se presentarán en la primera etapa del Proyecto (preparación del terreno).

### ***Fauna***

Los impactos sobre este componente se mantendrán sobre los factores distribución espacial y temporal y especies protegidas debido a la presencia permanente de vehículos y personal, en los turnos nocturnos se generará el ahuyentamiento en especies con hábitos nocturnos debido al ruido y la iluminación artificial.

### ***Paisaje***

Esta etapa mantendrá los impactos sobre los factores debido a que durante la operación del Proyecto permanecerá el tránsito vehicular y personal de manera permanente, pero con una menor intensidad y densidad.

En la etapa de operación es cuando se presentan los impactos benéficos de mayor importancia del Proyecto en los siguientes componentes:

### ***Infraestructura***

El Factor servicios e infraestructura presentara un impacto positivo de alta intensidad debido a que la operación del Proyecto prevé de infraestructura vital para el fortalecimiento de las actividades de beneficio de la Unidad Minera San José.

El factor generación de residuos mantendrá un impacto negativo durante toda la operación del Proyecto por la generación de residuos sólidos urbanos debido a la presencia humana, residuos de manejo especial producidos por el uso de equipo de protección fuera de uso, y materiales de mantenimiento de maquinaria y equipo como chatarra o llantas y residuos peligrosos debido a los residuos de mantenimiento de vehículos y maquinaria como grasas, aceite gastado, entre otros.

### ***Cultural***

Este Componente recibirá impactos positivos conforme avanza la operación del Proyecto debido a la generación de empleos permanentes y permanencia de los ya existentes en la unidad minera los efectos positivos serán perceptibles a nivel regional debido a la optimización del beneficio de minerales en la Unidad Minera San José.



### *Uso de Territorio para Actividades Productivas*

El impacto sobre este factor tendrá un impacto de alta intensidad debido al soporte de operatividad que da el Proyecto a las actividades de beneficio de la Unidad Minera San José.

#### *V.1.1.3.7. 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 datos obtenidos del valor de importancia de cada uno de los impactos para cada etapa del Proyecto (**Anexos 5.1, 5.2 y 5.3**), traspasándolos a la matriz de valoración mostrada en el **Anexo 5.4**. 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 asigna 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 Área de Influencia.

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 y, por tanto, su “Fragilidad” ante el proyecto. La suma por columnas nos da una valoración relativa del efecto que el conjunto de actividades y Componentes para cada etapa producirá en el medio y, por tanto, su “Agresividad”.

De la matriz de valoración de impactos con ponderación de los factores ambientales del Proyecto (**Anexo 5.4**), se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Por la magnitud del impacto adverso absoluto que reciben los factores ambientales, estos pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como aparecen en la Tabla 5. 9
- Por la magnitud del impacto adverso relativo que reciben los factores ambientales, estos pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como aparecen en la Tabla 5. 10.

**Tabla 5. 9. Factores impactados por valor absoluto ordenados de mayor a menor vulnerabilidad**

ID	Factor
1	Topografía
2	Cualidades Estéticas
3	Generación de Residuos
4	Calidad del Agua Superficial - Sedimentos
5	Infiltración
6	Niveles Sonoros
7	Microclima
8	Calidad del Aire - Material Particulado (pst, pm-10)
9	Potencial de Erosión
10	Escurremientos
11	Calidad del Aire - Emisiones (nox, sox, cox)
12	Calidad del Agua Superficial Q (dam, dar, net.)
13	Distribución Espacial y Temporal de la Fauna
14	Profundidad Efectiva del Suelo
15	Hábitat
16	Niveles Lumínicos
17	Cobertura
18	Distribución Espacial y Temporal de la Flora
19	Cobertura Vegetal
20	Continuidad Paisajística
21	Especies Protegidas y/o de Interés Especial de Flora
22	Especies Protegidas de Fauna
23	Cauces

**Tabla 5. 10. Factores impactados por valor relativo ordenados de mayor a menor vulnerabilidad**

ID	Factor
1	Topografía
2	Cualidades Estéticas
3	Generación de Residuos
4	Distribución Espacial y Temporal de la F.
5	Calidad del Aire - Material Particulado (pst, pm10)
6	Distribución Espacial y Temporal de la Flora
7	Profundidad Efectiva del Suelo
8	Calidad del Agua Superficial - Sedimentos
9	Infiltración
10	Niveles Sonoros
11	Microclima
12	Potencial de Erosión
13	Escurremientos
14	Calidad del Aire - Emisiones (nox, sox, cox)
15	Calidad del Agua Superficial Q(dam,dar,net.)
16	Cauces
17	Hábitat
18	Niveles Lumínicos
19	Cobertura
20	Cobertura Vegetal
21	Continuidad Paisajística
22	Especies Protegidas y/o de Interés Especial de Flora
23	Especies Protegidas de Fauna

- Por la magnitud del impacto Benéfico Absoluto que reciben, los Componentes Ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor importancia, como sigue: Desarrollo Económico, Capacitación, Educación y Programas, Vocación del Suelo, Servicios e Infraestructura y 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 Inerte y Medio Perceptual.
- El Medio Inerte recibirá impactos Adversos Compatibles y Moderados. No se estimaron impactos Severos o Críticos.

- El Medio Biótico recibirá impactos Adversos Compatibles y Moderados. No se estimaron impactos Severos o Críticos.
- El Medio Perceptual recibirá impactos Moderados en su etapa de preparación del sitio y moderados en las etapas de construcción y operación del Proyecto.
- El Medio Socioeconómico recibirá impactos Benéficos en la misma escala de los Moderados y Severos, durante el desarrollo de las tres etapas del Proyecto.

Así, los impactos identificados y anticipados para la cada una de las etapas del Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2, abarcan afectaciones compatibles y moderadas en toda su vida útil, además de impactos benéficos de alto impacto; lo cual se presenta a manera de resumen gráfico en la siguiente Figura.

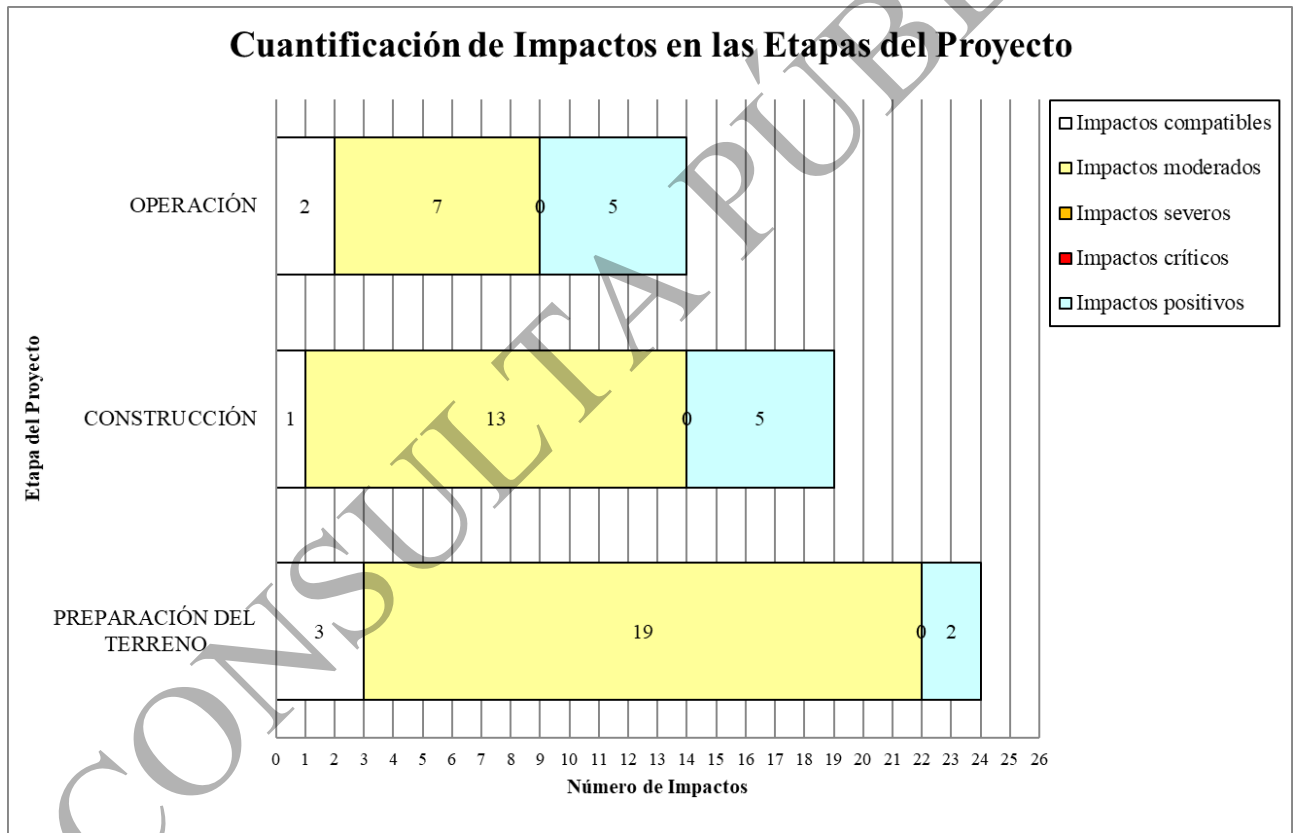


Figura 5. 5. Tipos de impacto identificados y anticipados para las tres etapas del Proyecto

**V.1.1.4. Caracterización de los impactos**

**V.1.1.4.1. Descripción de los impactos potenciales significativos o relevantes identificados**

De acuerdo a las definiciones integradas en el Glosario de esta MIA (Sección VIII.2.1) y con base en el Artículo 3o, Fracción IX del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, un impacto ambiental significativo o

relevante es aquel que “provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales”.

Conforme al Proceso de Evaluación de los Impactos Ambientales (PEIA) 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.

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 del Proyecto. Asimismo, la ponderación y jerarquización de los impactos permitió discernir entre los impactos Principales (de mayor importancia) y los impactos Secundarios (de menor importancia). A continuación, se presenta una descripción de los impactos potenciales Principales identificados a través del PEIA, a los cuales se les ha designado un código, seguido del impacto generado y la importancia del impacto en cuestión, los cuales se muestran en la Tabla 5. 11.

**Tabla 5. 11. Principales Impactos adversos potenciales identificados (NO se identifican impactos Severos o Críticos en este Proyecto)**

<b>Componente Ambiental</b>	<b>Código</b>	<b>Impacto Potencial</b>	<b>Importancia del Impacto</b>
Geomorfología	<b>Geo-01</b>	Aumento de la Modificación a la Topografía	<b>Moderado</b>
Suelo	<b>S-01</b>	Aumento del Potencial de Erosión del Suelo	<b>Moderado</b>
	<b>S-02</b>	Remoción de la Cobertura del Suelo en su Profundidad Efectiva	<b>Moderado</b>
Flora	<b>Fl-01</b>	Pérdida de la Cobertura Vegetal en el Área del Proyecto	<b>Moderado</b>
Fauna	<b>Fa-01</b>	Afectación a la Distribución Espacial y Temporal de Fauna	<b>Moderado</b>
	<b>Fa-02</b>	Perdida del Hábitat para la Fauna de Manera Puntual	<b>Moderado</b>
	<b>Fa-03</b>	Afectación a Especies Protegidas	<b>Moderado</b>
Infraestructura	<b>Inf-01</b>	Generación de Residuos	<b>Moderado</b>

#### **V.1.1.4.2. Impactos Adversos**

Como se identifica en los **Anexos 5.1, 5.2 y 5.3** durante la ejecución del Proyecto en cada una de sus etapas, no se esperan impactos adversos severos o críticos, se estiman sean compatibles o moderados, en este sentido, los impactos que se describirán a continuación resultan ser los impactos principales estimados por el desarrollo del Proyecto.



## **Geomorfología**

### ***Geo-01 Alteraciones a la topografía por modificación de las curvas de nivel***

Conforme a la evaluación y determinación de los impactos ambientales que se presentarán con el desarrollo del presente Proyecto, tomando en consideración la ponderación del impacto se determinó que el impacto que se ejercerá sobre el componente Geomorfología en su factor Topografía, ocasionado principalmente por las actividades propias de la ampliación del depósito de jales y la construcción de los bordos de reforzamiento, además de la alteración necesaria para la construcción de las obras hidráulicas y de mantenimiento necesarias para la operación del Proyecto.

Este impacto podrá verse ejercido desde las actividades de desmonte y despalme que podrán reducir las variaciones en las curvas de nivel, sin embargo, será más notorio y de relevancia durante la etapa de construcción y operación, lo cual alterará de manera constante e irreparable las curvas de nivel naturales del sitio por la ampliación de la presa de jales y la elevación de los bordos.

El impacto sobre la geomorfología es de carácter acumulativo por las características actuales del sitio, en donde se han presentado a lo largo de los años distintas actividades mineras, así como la operación del depósito de las presas de jales 1 y 2, por lo que se considera como un impacto principal del Proyecto.

## **Suelo**

### ***S-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, esto debido a que la cubierta vegetal en este caso retiene al suelo de manera natural.

Los principales factores de erosión en la zona corresponden a pendiente y 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 la etapa de preparación.

### ***S-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 solicitada para el cambio de uso de suelo, por lo que durante estas actividades se tendrá una remoción total del suelo orgánico existente en la superficie del Proyecto.

Con esto, se estima que el impacto a la capa de suelo orgánico existente y su profundidad efectiva se vean 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.

## **Vegetación**

### ***F1-01 Pérdida de la cubierta vegetal en las áreas a desmontar***

La construcción de las obras requerirá de la remoción de la cobertura vegetal durante la etapa de Preparación del sitio, la superficie total que se considera para el desarrollo de las obras cuenta con una superficie forestal de 3.7806 ha.

Este impacto es considerado como un impacto acumulativo debido a que el Proyecto dará continuidad a un Proyecto preexistente y aumentará su superficie.

Considerando que el desmonte de vegetación dará paso a la construcción de las obras y ampliación de la huella del Depósito de Jales 1 y 2, el impacto será de efecto inmediato, permanente, irreversible, sinérgico, acumulativo, directo y continuo de extensión puntual y mitigable, se estima como una modificación de alta intensidad, lo que se interpretó como un impacto de importancia moderada, que solo se presentara durante la primera etapa del Proyecto, ya que no se afectará áreas adicionales a partir de que se inicien las actividades constructivas ni operativas del Proyecto.

Es por esta razón que este impacto no figura entre los de mayor valor relativo, pero considerando la relevancia o peso ponderado del componente Flora (UIP), y en función de la importancia que adquirirá el impacto en una de las etapas del Proyecto, se considera como uno de los impactos principales.

## **Fauna**

### ***Fa-01 Afectación a la Distribución Espacial y Temporal de Fauna***

Se estima que a partir de la realización de las obras y actividades del Proyecto, 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 resultaron de importancia moderada para cada una de las etapas. 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.

### ***Fa-02 Pérdida 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 en la primera etapa del Proyecto se considera de alta intensidad, de efecto inmediato, acumulativo y sinérgico con otras actividades que han impactado previamente al mismo factor en el Área de Influencia del Proyecto.

#### V.1.1.4.3. Impactos benéficos

Además de los impactos adversos descritos anteriormente, el desarrollo del Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2, causará impactos positivos de importancia Compatible, Moderada y Severa para los Componentes Infraestructura, Cultura y Desarrollo Económico. En la Tabla 5. 12 se describen los impactos positivos.

**Tabla 5. 12. Impactos benéficos identificados**

Componente	Código	Descripción del Impacto potencial
Infraestructura y servicios	<i>In-01</i>	El desarrollo del presente Proyecto propiciará que los polígonos solicitados para el reforzamiento y ampliación del depósito de jales 1 y 2 las obras necesarias para su optimización que conlleva un aporte en los servicios que requiere la Unidad Minera San José para la continuidad del proceso de beneficio, por lo que al operar esta superficie será un apoyo técnico para continuar con la operación en la Unidad.
Cultura	<i>Cu-01</i>	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, Industrial Arian Silver de México, S.A. de C.V. capacitará a los involucrados en el Proyecto con respecto a la normatividad ambiental, responsabilidades ambientales y las medidas de prevención, mitigación y compensación que implica el proyecto. también permitirá el desarrollo personal a través de cursos de capacitación y buenas prácticas dentro de la industria minera, lo que consecuentemente se verá reflejado en mejoras en la operación, mayor seguridad laboral, educación ambiental, entre otros.
Medio económico	<i>Me-01</i>	Generación de empleos directos y generación de empleos indirectos. El efecto de generación de empleos se considera de alta importancia. Continuando con las labores de los depósitos de jales 1 y 2.
Medio económico	<i>Me-02</i>	El uso del territorio para actividades productivas es la contraparte del impacto adverso secundario identificado como limitación a la vocación del suelo. Indica que el terreno con vegetación forestal dentro del área del Proyecto, cuyo grado de conservación es medio bajo dadas las condiciones ambientales que lo rodean y la presión antropogénica que se ha ejercido sobre el Área de Influencia, se transformará en un benefactor que proveerá de servicios a la actividad productiva de la empresa promovente, manteniendo así empleos directos e indirectos, además de la inercia positiva a la economía local y regional.

#### **V.1.1.4.4      *Impactos identificados por etapa del proyecto***

Considerando que los impactos ambientales Principales identificados en la Tabla 5. 11 y Tabla 5. 12 serán potencialmente causados en diferentes momentos del desarrollo del Proyecto, se elaboró la Tabla 5. 13 en donde se muestran los impactos potenciales principales para cada Componente Ambiental por etapa del Proyecto y los resultados de su valoración según las matrices de evaluación de impactos ambientales (**Anexos 5.1 y 5.2**).

Es importante recordar lo señalado en párrafos anteriores, durante el análisis de la matriz de ponderados (**Anexo 5.2**) se identificaron los principales impactos según el valor ponderado de la evaluación en las matrices de los **Anexos 5.1 y 5.2**, sin embargo, se realizó una discriminación y se tomaron como impactos principales aquellos que destacaban sobre el resto de los impactos generados por una obra o actividad específica, es decir, y como ejemplo: en la matriz de ponderados, el valor del impacto que se obtuvo para la calidad del aire fue mayor que para el microclima, ello debido a que el impacto sobre la calidad del aire se presentaría en las tres etapas del Proyecto mientras que el impacto al microclima solo acontecería en la etapa de preparación, sin embargo, el estrago ambiental ocasionado sobre el Factor microclima sería de mayor importancia que el impacto sobre la calidad del aire, aun cuando este fuese continuo en las tres etapas del Proyecto. En ese entendido, algunos impactos que resultaron severos según la evaluación no fueron considerados como principales.

CONSULTA PÚBLICA



**Tabla 5. 13. Impactos potenciales Principales en cada Componente Ambiental por etapa del Proyecto**

Componente	Factores Impactados	Preparación	Construcción	Operación
Atmósfera	Calidad del Aire - Material Particulado (PST, PM-10)	Compatible	Moderado	Moderado
	Calidad del Aire - Emisiones (Nox, Sox, COX)	Compatible	Moderado	Moderado
	Niveles Sonoros	Moderado	Moderado	Compatible
	Niveles Lumínicos	ND	Compatible	Compatible
	Microclima	Moderado	Moderado	ND
Geomorfología	Topografía	<b>Geo- 01</b>		
Hidrología	Cauces	ND	ND	ND
	Escurrimientos	Moderado	Moderado	ND
	Calidad del Agua Superficial - Sedimentos	Moderado	Moderado	Moderado
	Calidad del Agua Superficial -Química (DAM,DAR,NET.)	Compatible	Moderado	Moderado
	Infiltración	Moderado	Moderado	ND
Suelo	Profundidad Efectiva Del Suelo	<b>S-01</b>	ND	ND
	Potencial De Erosión		Moderado	ND
	Cobertura	<b>S-02</b>	ND	ND
Flora	Distribución espacial y temporal de la flora	<b>FI-01</b>	ND	ND
	Cobertura Vegetal	<b>FI-02</b>	ND	ND
	Especies protegidas y/o de interés especial de flora	<b>FI-03</b>	ND	ND
Fauna	Distribución espacial y temporal de la fauna	<b>Fa-01</b>		ND
	Hábitat	<b>Fa-02</b>	ND	ND
	Especies protegidas de fauna	<b>Fa-03</b>	ND	ND
Paisaje	Cualidades Estéticas	Moderado	Moderado	Moderado
	Continuidad Paisajística	Moderado	ND	ND
Infraestructura	Servicios e Infraestructura	ND	Benéfico	Benéfico
	Generación de Residuos	<b>Inf- 01</b>		
Cultural	Capacitación, Educación y Programas	Benéfico	Benéfico	Benéfico
Medio Económico	Desarrollo Económico	Benéfico	Benéfico	Benéfico
	Uso del Territorio para Actividades Productivas	ND	Benéfico	Benéfico
	Vocación del Suelo	Moderado	Benéfico	Benéfico
N.D.	No aplica el impacto en esa etapa			
	Impacto de importancia Compatible			
	Impacto de importancia Moderada			
	Impacto de Importancia Severa			
	Impacto Positivo			

#### ***V.1.1.5. Impactos acumulativos y sinérgicos***

El desarrollo del Proyecto conlleva una serie de impactos de importancia y grado de acumulación variable de acuerdo con la obra, el espacio y el tiempo. Los impactos acumulativos son aquellos que pueden ser acentuados o sumados a los impactos a determinado Factor ambiental, ya sean entre las obras pretendidas, obras y actividades existentes e incluso, por la dinámica natural y de uso de suelo del terreno y región.

Para poder presentar aquellos impactos ambientales preexistentes, acumulativos, sinérgicos y residuales en el sitio, tal como se realizó la evaluación de impactos principales a continuación, se describen los impactos preexistentes en el sitio con base en los componentes ambientales evaluados.

##### Atmósfera

Para este componente se evalúan distintos factores como la calidad del aire (sea por material particulado o emisiones a la atmósfera), microclima, niveles lumínicos y niveles sonoros. Actualmente en el sitio propuesto para el desarrollo del Proyecto, existe alteración en los factores anteriormente mencionados debido a que la calidad del aire se ve alterada por aquellas zonas donde no existe vegetación o que actualmente presentan interacción antrópica por la operación de la unidad minera, lo que ocasiona un levantamiento de polvos.

Al igual que la calidad del aire, los demás factores ambientales presentan un cierto grado de preexistencia, esto debido a que el sitio se encuentra perturbado de manera general por las actividades mineras que operan actualmente, lo que se representa en la modificación de los niveles sonoros por el uso de maquinaria y vehículos, los niveles lumínicos principalmente en las áreas comunes y donde se requiera luz artificial en horarios nocturnos y finalmente la modificación existente al microclima que se incrementara con el desmonte de las áreas que lo requieran del Proyecto.

Respecto a los impactos acumulativos, sinérgicos y residuales en este componente, las distintas actividades a realizar durante la etapa de operación ocasionarán un decremento sobre los factores del mismo componente por el constante movimiento de tierras y de maquinaria para dichas actividades (emisión de gases de combustión) se acumularán al decremento de la calidad del aire por las actividades dentro de la Mina San José, y como impacto residual se presentaría el microclima.

##### Geomorfología

En el caso de este componente, se evalúa solamente 1 Factor que es topografía, el cual fue considerado como impacto principal para el desarrollo del Proyecto, y conforme a las actividades actuales que son llevadas a cabo en las inmediaciones del Proyecto por tratarse del reforzamiento y ampliación del Depósito de jales 1 y 2 y su respectiva Área de Influencia, además de ser preexistente en la zona presentará acumulación y residualidad, ya que la modificación a la topografía se sumará a los cambios ya realizados las obras aledañas al mismo, todo esto dentro de la misma Área de Influencia. Además, estos impactos podrán ser a su vez residuales, ya que por la naturaleza de las obras principales estos cambios en la topografía no pueden recuperarse.

Se han planteado distintas obras y actividades como medidas preventivas, compensativas o de mitigación para este factor, las cuales, con su correcta aplicación podrán reducir considerablemente el impacto sobre la topografía, además que el plan específico de restitución y cierre buscará adecuar las acciones para el manejo del impacto en el sitio al final de su vida útil.

### Hidrología

Sobre estos impactos al componente Hidrología se estima que actualmente se tiene un efecto adverso preexistente puesto que con las modificaciones al terreno que se han presentado por la construcción y operación del depósito de jales preexistente, así como otras obras, en donde en cada una de ellas se ha reducido la capacidad de infiltración y las modificaciones en los escurrimientos intermitentes.

### Suelo

Los impactos preexistentes en este componente se presentan sobre los 3 factores ambientales evaluados (profundidad efectiva del suelo, potencial de erosión y cobertura del suelo), ya que con la realización de las distintas obras correspondiente a la Unidad Minera San José así como sus obras asociadas como el depósito de jales y demás obras que han requerido presentar obras de desmonte y despalme removiendo la totalidad del suelo vegetal, generando una pérdida en la calidad ambiental del componente por lo que estos impactos preexistentes presentarán acumulación por la pérdida de la cobertura del suelo, así como su estructura y posible erosión (ya sea eólica o hídrica) con el desmonte y despalme para la preparación del sitio propuesto para el Proyecto.

### Flora

Adicionalmente a los impactos preexistentes en la vegetación por la presencia de algunas obras de la Unidad dentro del Área de Influencia, las actividades del Proyecto generarán un impacto acumulativo por la remoción de vegetación donde se plantea ampliar las áreas del depósito de jales y sus obras hidráulicas.

Aunado a esto, puede presentar cierta sinergia con la pérdida de la cobertura vegetal dentro del AI por la disminución en la calidad del factor ambiental ocasionado por distintas actividades industriales, así como la agricultura y ganadería dentro del mismo, ocasionando una sinergia y un impacto residual por las actividades de presa de jales.

### Fauna

Actualmente en el sitio se presenta un cierto grado de perturbación hacia este componente ambiental, ocasionado por el desplazamiento y ahuyentamiento de la fauna presente dentro de la huella del Proyecto, Predio y AI, ocasionado por distintos factores como el movimiento de vehículos y de personal, el ruido que pueda ocasionar las distintas obras y componentes de la Unidad, así como la perturbación del hábitat natural por las crecientes obras agrícolas y la expansión de la ganadería en el sitio.

Específicamente para este componente ambiental, aunque pueda generarse un impacto residual por la pérdida de hábitat y desplazamiento de las especies, se estima que con la correcta aplicación de las

medidas propuestas minimice los impactos evaluados y el impacto residual sea menor para una gradual adecuación del sitio y restitución de este.

### Paisaje

El Paisaje es un componente que actualmente se encuentra fraccionado por las distintas actividades y obras antropogénicas con la modificación de la calidad visual y sus cualidades paisajísticas principalmente por la actividad minera y urbana, restando aquellos componentes naturales del paisaje en sí y la adición de nuevos elementos considerados como artificiales tales como estructuras, edificios, depósitos de jales y vialidades dentro del AI.

Sumado a esto, la implementación de nuevas zonas para el aprovechamiento industrial, agrícola y ganadero, ocasionan actualmente una presión sinérgica sobre el componente ambiental, generando así la disminución de la calidad visual y cualidades paisajísticas dentro del AI del Proyecto.

El Proyecto busca alternativas técnicas de aprovechar al máximo los sitios previamente impactados para el desarrollo de este y con esto disminuir la acumulación de impactos o generar impactos severos o críticos sobre el paisaje, además de implementar medidas para la mitigación y compensación del impacto ambiental sobre este componente.

### Cultura

Al igual que la Infraestructura, el componente Cultura actualmente presenta un cierto grado de preexistencia en la huella del Proyecto, Predio y AI, ya que la Mina San José, de manera constante, lleva a cabo actividades de integración cultural para las localidades cercanas, así como la realización de capacitaciones y talleres para los trabajadores de esta, en la que se busca crear conciencia ambiental a la hora de llevar las actividades que correspondan a cada área.

Este impacto es acumulativo y sinérgico de manera gradual a lo largo del año y esto considerado hasta el fin de la vida útil de la Unidad, siendo un impacto benéfico por los beneficios que se adquieren a través de las actividades anteriormente mencionadas.

### Medio Económico

El Medio Económico en el sitio del Proyecto y sus alrededores presenta un impacto benéfico para la población local tanto del municipio y el estado, ya que la operación de la Unidad a lo largo de su vida útil, ha generado una derrama económica considerable así como inversiones para el desarrollo de nuevas etapas y obras como lo es el actual Proyecto para la preparación, construcción y operación de un nuevo depósito de jales que permitirá una mayor eficiencia operativa, generando consigo una mayor demanda de mano de obra, equipos e inversión económica.

Con el desarrollo del presente Proyecto se podrá generar una mayor derrama económica a la ya existente en el sitio, impactando de manera benéfica a los pobladores cercanos a la Unidad y localidades aledañas, además de que puede aumentar la vida útil de la misma, ocasionando un mayor lapso de tiempo de desarrollo económico.



### V.1.1.6. Conclusiones

La metodología de evaluación de impactos empleada para el desarrollo del presente estudio, analiza la incorporación de las obras y actividades que se pretenden realizar en cada etapa del Proyecto dentro del contexto ambiental presente en el sitio; se vuelve progresivamente más detallada a través de la partición de las interacciones que se presentarán entre los elementos del Proyecto y los factores ambientales, y sustenta la valoración de la importancia de cada interacción, a través del análisis puntual de su intensidad, su extensión, su acumulación, su sinergia, su persistencia, su periodicidad, su reversibilidad, su recuperabilidad, el momento en que se manifiesta el efecto, así como su cualidad de 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, son los que se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 5. 14. Resumen de los impactos adversos del Proyecto**

Componente Ambiental	Código	Impacto Potencial
Geomorfología	Geo-1	Alteración a la topografía por modificación de las curvas de nivel.
Suelo	S-1	Aumento del potencial de erosión del suelo por la eliminación de la cobertura vegetal y el despalme.
	S-2	Remoción de la cobertura del suelo en su profundidad efectiva durante la etapa de preparación del sitio se llevarán a cabo las actividades de despalme.
Flora	Fl-1	Reducción de la cobertura vegetal por desmontes de áreas con uso forestal actual.
Fauna	Fa-1	Alteración en la distribución espacial y temporal de la fauna por el desarrollo del Proyecto.
	Fa-2	Perdida del hábitat para la fauna de manera puntual en el Predio y áreas a CUSTF.
	Fa-3	Afectación a las especies protegidas presentes en el área de influencia y áreas a desmontar.
Infraestructura	Inf-1	Generación de residuos por las actividades del desarrollo del Proyecto principalmente actividades humanas (Residuos sólidos urbanos), actividades de construcción (Residuos de manejo especial) y del resultado del mantenimiento de vehículos, maquinaria e infraestructura de servicios (Residuos peligrosos).

Las actividades que presentan la posibilidad de ocasionar impactos ambientales fueron descritas en el presente estudio. Los impactos adversos que generará el Proyecto han sido catalogados como moderados y compatibles, no se identificaron impactos severos o críticos. La etapa del mayor número de impactos adversos generados será la preparación del sitio, la etapa de construcción es la que presentará menor número de impactos adversos sin que ninguno alcance una importancia severa o crítica. La etapa de operación presenta un menor número de impactos negativos en relación con la etapa de preparación, pero con mayor número de impactos que la etapa de construcción.

En conclusión, respecto a los impactos que potencialmente podría generar el desarrollo del Proyecto se alteraran las condiciones ambientales actuales del sitio en el área del proyecto con efectos en el área de influencia desde la atmósfera la afectación a la topografía, la cobertura del suelo, hidrología, flora, fauna y paisaje, ninguno de los impactos son de carácter severo en cuanto a que provoquen alteraciones en el ecosistema y sobre los recursos naturales o la salud, de manera que se obstaculice la existencia y desarrollo de seres vivos en el SA, así como tampoco romperán con la continuidad de los procesos naturales.

A través de los resultados de la evaluación de impactos ambientales se genera la propuesta de medidas específicas para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos principales, así como las buenas prácticas a desarrollar durante la ejecución del Proyecto para la mitigación de impactos secundarios; de las modelaciones relacionadas para pronosticar los escenarios futuros y considerando los siguientes puntos:

- La oportuna y estricta aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para los impactos adversos que potencialmente generara el Proyecto (principales y secundarios), a través del Programa de Vigilancia Ambiental con su puntual seguimiento y evaluación mediante indicadores.
- Que el Proyecto pretende desarrollarse cumpliendo con la normatividad ambiental, generando buenas prácticas de operación con todas las medidas de control necesarias para evitar la contaminación del sitio, y finalmente al termino de las actividades, aplicar las medidas de restauración y el mejoramiento del área.

Derivado de la información aquí presentada se concluye que:

- Ninguno de los impactos detectados, ni en conjunto ni en su etapa residual, causarán el desequilibrio del ecosistema.
- Las medidas de prevención, mitigación y compensación se encuentran integradas en el Programa de Vigilancia Ambiental.
- En dicho programa se incluye reglamentos, lineamientos internos, procedimientos, instrucciones de trabajo, formatos de trabajo y buenas prácticas que atienden el 100% de los impactos detectados y evaluados descritos en el presente documento.
- Que las obras y actividades del Proyecto, en cualquiera de sus etapas y con la aplicación de las medidas propuestas para los impactos ambientales no comprometerán la biodiversidad, no provocarán 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 convivencia social.
- El Proyecto no representa un riesgo a la salud y bienestar humano, ni causará una inestabilidad en la funcionalidad del ecosistema.

Por lo tanto, es posible determinar que la correcta ejecución del Proyecto, basado en los principios y características aquí descritas, así como en el PVA que se pretende aplicar, responde a las exigencias establecidas en la legislación ambiental vigente y que representa una oportunidad de desarrollo social por la estabilidad en la seguridad que representa la operación del Proyecto, sin restar oportunidades ni comprometer recursos naturales, logrando con esto un desarrollo responsable con el medio ambiente.

## **VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

El Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2 no debe considerarse como una serie de obras independientes, sino que debe integrarse dentro del contexto operativo, administrativo, manejo ambiental y cumplimiento a las regulaciones, normatividad y política ambiental de Arian Silver de México, S.A. de C.V.

Arian Silver de México, S.A. de C.V., en la actualidad opera la Unidad San José, presentando ventajas estratégicas para el desarrollo del Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2:

- Se cuenta con la tenencia de la tierra.
- Se cuenta con el equipo y maquinaria necesario para la ejecución de las obras.
- Se cuenta con el suministro de servicios requeridos para el desarrollo del proyecto (agua, electricidad, red de caminos, personal, servicios de taller y mantenimiento, etc.).
- Se cuenta con las autorizaciones ambientales necesarias para operar dentro de las regulaciones y normatividad vigente.
- Se cuenta con departamento de Medio Ambiente quien podrá llevar a cabo acciones de vigilancia ambiental y monitoreo del cumplimiento de medidas.
- Todas las obras se presentan dentro de la Unidad San José, lo cual se traduce en menor superficie de la huella del Proyecto, líneas de servicios de menor longitud, así como minimizar las obras a utilizarse, haciendo uso de las preexistentes.

A continuación, se describen algunas de las medidas generales que deberán ser adoptadas para la prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados y descritos.

### *Medidas de Diseño*

- Selección del sitio

Para la selección y el arreglo del Proyecto se ha considerado la capacidad de producción de mina, así como el terreno más apropiado que permita el menor impacto y mayor eficiencia posible:

- El sitio del terreno se encuentra de forma inmediata a la zona industrial.
- El sitio presenta la mayor factibilidad de conexión a servicios existentes.
- Se cuenta con la tenencia de la tierra.
- Optimización de la operatividad de la unidad por medio de obras preexistentes (presa 1 y 2).
- Reducción de zonas de afectación por uso de áreas impactadas (ampliación de áreas existentes e intervención de zonas contiguas).

El aprovechamiento del terreno y ubicación de componentes preexistentes permite un incremento en la eficiencia, menor huella de impacto directo e indirecto, reducción de consumos (combustibles)

menores áreas de manejo y control de impactos y reducción de costos operativos, esto conforme a los requisitos o necesidades del Proyecto y a la Normatividad aplicable.

Al finalizar la vida útil del Proyecto se contempla realizar las distintas actividades de cierre progresivo a la par de las distintas obras que componen a la Unidad San José, todo conforme al Plan de Restitución y Cierre de la Unidad, adecuando el área para que pueda tener o presentar alguna actividad posterior a su uso.

- Aprovechamiento de terrenos y operaciones actuales.

El Proyecto, contempla la integración de sus maniobras a los terrenos y planes actuales de la Unidad San José de manera asociada a algunas obras actualmente en operación:

- No se afectarán áreas adicionales a las ya manifestadas, las cuales se ubican anexas a zonas previamente degradadas.
- Los insumos que puedan rescatarse durante la etapa de preparación del sitio podrán servir para restituir el área posterior a su vida útil o para ser empleados en otras áreas fuera de la huella del Proyecto.
- Los materiales derivados del desmonte serán utilizados para integrarse a suelos rescatados y como material de control de erosión.
- Todas las obras y actividades contempladas en el presente Proyecto están proyectadas de forma que se integran amplios márgenes de seguridad para garantizar la estabilidad de obras, ambiente seguro de trabajo, así como para brindar espacio de adecuación o maniobras para futuras actividades de restitución del sitio.
- Aprovechamiento y manejo responsable de los recursos del sitio

El Proyecto contempla la identificación de los recursos para su manejo, almacenamiento y/o reutilización de forma congruente con las obras y mitigación de posibles impactos:

- Manejo de materiales producto del desmonte y despalme. Parte de la vegetación será reintegrada a suelos (composteo o junto con suelo rescatado), el resto junto con la capa superficial de suelos será recuperada y resguardada.
- Se protegerá a la fauna silvestre por medio del ahuyentamiento, rescate y mantenimiento de áreas de libre tránsito. Así mismo, el desarrollo secuencial o por áreas de trabajo, permitirá la dilución en tiempo de los efectos negativos sobre la fauna y su gradual alejamiento a las zonas forestales contiguas al proyecto.

#### ***VI.1. Identificación y 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 que aplican directamente a los impactos detectados durante la evaluación del Proyecto en sus tres etapas, 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 toda la vida útil del Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

**Tabla 6. 1. Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos principales al Componente Geomorfología**

Componente ambiental	Impacto	Clave de medida	Medida	Tipo de medida	Etapas en la que se aplicará
<b>Geomorfología</b>	<b>Geo-01</b> Alteraciones a la topografía por modificación de las curvas de nivel	<b>Md-01</b>	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Preparación del sitio Construcción
		<b>Md-02</b>	Ocupación del terreno con base en fases operativas	Prevención	Preparación del sitio Construcción Operación
		<b>Md-03</b>	Restricción de tránsito en áreas no autorizadas	Prevención	Preparación del sitio Construcción Operación
		<b>Md-04</b>	Realización de obras de conservación de suelo y agua	Compensación	Operación

**Tabla 6. 2. Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos principales al Componente Suelo**

<b>Suelo</b>	<b>S-01</b> Aumento del potencial de erosión del suelo	<b>Md-01</b>	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Preparación del Sitio Construcción
		<b>Md-02</b>	Ocupación del terreno con base en fases operativas	Prevención	Preparación del sitio Construcción Operación
		<b>Md-03</b>	Restricción de tránsito en áreas no autorizadas	Prevención	Preparación del sitio Construcción Operación
		<b>Md-04</b>	Realización de obras de conservación de suelo y agua	Compensación	Operación
		<b>Md-05</b>	Reforestación	Compensación	Operación

	<b>S-02</b> Remoción de la cobertura del suelo en su profundidad efectiva	<b>Md-01</b>	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Preparación del terreno Construcción
		<b>Md-03</b>	ocupación del terreno con base en fases operativas	Prevención	Preparación del sitio Construcción Operación
		<b>Md-04</b>	Restricción de tránsito en áreas no autorizadas	Prevención	Preparación del sitio Construcción Operación
		<b>Md-06</b>	Desmante por medios mecánicos	Prevención	Preparación del sitio
		<b>Md-07</b>	Recuperación y resguardo del horizonte orgánico del suelo	Mitigación	Preparación del sitio
		<b>Md-05</b>	Realización de obras de conservación de suelo y agua	Compensación	Operación

**Tabla 6. 3. Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos principales al Componente Flora**

<b>Flora</b>	<b>FI-01</b> Pérdida de la cobertura vegetal en el área a desmante	<b>Md-01</b>	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Preparación del terreno y Construcción
		<b>Md-03</b>	Ocupación del terreno con base en fases operativas	Prevención	Preparación del Sitio Construcción Operación
		<b>Md-08</b>	Rescate y reubicación de especies de flora susceptibles a trasplante	Prevención y Mitigación	Preparación del sitio
		<b>Md-09</b>	Prohibición de aprovechamientos forestales	Prevención	Preparación del Sitio Construcción Operación
		<b>Md-05</b>	Reforestación	Compensación	Operación

		<b>Md-04</b>	Realización de obras de conservación de suelo y agua	Compensación	Operación
--	--	--------------	--	--------------	-----------

**Tabla 6. 4. Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos principales al Componente Fauna**

<b>Fauna</b>	<b>Fa-01</b> Afectación a la Distribución Espacial y Temporal de Fauna	<b>Md-01</b>	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Preparación del terreno Construcción
		<b>Md-02</b>	Ocupación del terreno con base en fases operativas	Prevención	Preparación del Sitio Construcción Operación
		<b>Md-03</b>	Restricción de tránsito en áreas no autorizadas	Prevención	Preparación del Sitio Construcción Operación
		<b>Md-10</b>	Recorridos para el ahuyentamiento de la fauna de alta movilidad	Prevención Mitigación	Preparación del Sitio
		<b>Md-11</b>	Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad o aquella enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Prevención Mitigación	Preparación del Sitio
		<b>Md-12</b>	Capacitación	Prevención	Preparación del sitio Construcción Operación
		<b>Md-13</b>	Prohibición de la cacería, captura, extracción de la fauna, introducción de especies exóticas y domesticas	Prevención	Preparación del sitio Construcción Operación
		<b>Md-05</b>	Reforestación	Compensación	Operación
	<b>Fa-02</b> Pérdida del hábitat	<b>Md-01</b>	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Preparación del Sitio Construcción



	para la fauna de manera puntual	<b>Md-02</b>	Ocupación del terreno con base en fases operativas	Prevención	Preparación del Sitio Construcción Operación
		<b>Md-03</b>	Restricción de tránsito en áreas no autorizadas	Prevención	Preparación del Sitio Construcción Operación
		<b>Md-05</b>	Reforestación	Compensación	Operación
		<b>Md-12</b>	Capacitación	Prevención	Preparación del Sitio Construcción Operación
		<b>Md-14</b>	Prohibición de fuegos y quemas	Prevención	Preparación del Sitio Construcción Operación
	<b>Fa-03</b> Afectación a especies protegidas	<b>Md-01</b>	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Preparación del Sitio Construcción
		<b>Md-02</b>	ocupación del terreno con base en fases operativas	Prevención	Preparación del Sitio Construcción Operación
		<b>Md-03</b>	Restricción de tránsito en áreas no autorizadas	Prevención	Preparación del Sitio Construcción Operación
		<b>Md-11</b>	Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad o aquella enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Prevención Mitigación	Preparación del Sitio
		<b>Md-12</b>	Capacitación	Prevención	Preparación del Sitio Construcción Operación
		<b>Md-14</b>	Prohibición de la cacería, captura, extracción de la fauna,	Prevención	Preparación del Sitio Construcción Operación

			introducción de especies exóticas y domesticas		
--	--	--	---	--	--

CONSULTA PÚBLICA

**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 ambientales y deben ser atendidos mediante la aplicación de medidas preventivas, de mitigación o compensación. La descripción detallada de las medidas se presenta en el Programa de Vigilancia Ambiental (**Anexo 7.1**). En la siguiente Tabla se presentan las medidas propuestas para los impactos secundarios.

**Tabla 6. 5. Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos secundarios identificados aplicables durante el desarrollo del proyecto**

<b>Componentes beneficiados</b>	<b>Clave de medida</b>	<b>Medida</b>	<b>Tipo de medida</b>	<b>Etapas en la que se aplicará</b>
Atmósfera	<b>Msc-01</b>	Riego periódico de áreas de trabajo y vialidades internas	Prevención Mitigación	Preparación del sitio Construcción Operación
Atmósfera	<b>Msc-02</b>	Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria y vehículos dentro de áreas designadas y acondicionadas para ello	Prevención Mitigación	Preparación del sitio Construcción Operación
Atmósfera	<b>Msc-03</b>	Prohibición de la operación de equipo con alteraciones mecánicas	Prevención	Preparación del sitio Construcción Operación
Atmósfera, Social y Fauna	<b>Msc-04</b>	Uso de luminarias adecuadas	Prevención Compensación	Operación
Suelos, Flora, Fauna, Hidrología y Paisaje	<b>Msc-05</b>	Manejo integral de los residuos	Prevención Compensación	Preparación del sitio Construcción Operación

<b>Componentes beneficiados</b>	<b>Clave de medida</b>	<b>Medida</b>	<b>Tipo de medida</b>	<b>Etapas en la que se aplicará</b>
Suelos, Flora, Fauna, Hidrología y Paisaje	<b>Msc-06</b>	La recarga de combustible deberá ser en áreas acondicionadas y autorizadas	Prevención	Preparación del sitio Construcción Operación
Suelos, Flora e Hidrología	<b>Msc-07</b>	Inspección periódica al área de Proyecto	Prevención	Construcción Operación
Hidrología, Suelo y Social	<b>Msc-08</b>	Uso de baños portátiles	Prevención	Preparación del sitio Construcción Operación
Hidrología, Suelo, Fauna y Social	<b>Msc-09</b>	Monitoreo de la calidad del agua superficial	Prevención	Operación
Socioeconómico	<b>Msc-10</b>	Contratación de personal local	Compensación	Preparación del sitio Construcción Operación
Paisaje	<b>Msc-11</b>	Restitución del área del Proyecto	Mitigación y Compensación	Cierre



## ***VI.2. Impactos residuales***

Posterior a la determinación y descripción de las medidas propuestas para cada uno de los impactos detectados en 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 misma matriz.

En ella, se integran las medidas de prevención, mitigación y compensación anteriormente descritas y la posible reducción del impacto ambiental por factor, restando el valor de importancia al valor relativo del impacto, resultando de ello el impacto residual en cada uno de los factores ambientales. Para la estimación de la efectividad de las medidas y los impactos residuales se realizó un análisis de las distintas matrices de evaluación de impacto ambiental en sus máximos impactos estimados, en las cuales se integró la estimación de efectividad de cada una de las medidas propuestas en el presente capítulo.

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.2.1. Geomorfología***

La alteración de las curvas de nivel actuales de manera localizada es inevitable, pero estas pueden estabilizarse de forma que no representen un riesgo al equilibrio regional del ecosistema, especialmente en materia de control y prevención de la erosión, además de que sean seguras para el establecimiento de maquinaria y personal operativo en la zona.

Si bien no es factible la reconformación del terreno a un estado original desde el punto de vista topográfico, en la etapa de cierre se podrá suavizar el área y asegurar una estabilidad del terreno para evitar posibles procesos erosivos a corto, mediano y largo plazo, y en medida de lo técnicamente posible el sitio podrá aprovecharse para llevar a cabo las reforestaciones en la etapa de restitución del terreno. La implementación de maniobras de estabilización implica la reforestación del terreno, lo cual permite reducir el impacto residual sobre la superficie.

### ***VI.2.2. 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.2.3. 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.2.4. 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 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.

### **VI.2.5. Paisaje**

El principal impacto residual de la ejecución del Proyecto sobre este Componente corresponde a, mayor huella de impacto sobre el paisaje debido al CUSTF (intensificación de actividad industrial en una zona con uso de suelo predominantemente minero):

- Modificación de superficie del terreno (cortes, rellenos, nivelación y terraplenado)
- Modificación a la calidad visual y la continuidad paisajística de la zona

El efecto residual del sitio corresponde a la expansión de superficies sin vegetación y cambio de terrenos degradados y con vegetación forestal a terrenos con infraestructura industrial en una zona donde domina el uso de suelo minero, pero este impacto podrá ser minimizado una vez llegadas las actividades de restitución del sitio durante la etapa de cierre.

## **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 Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2.

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 mineras existentes, y en general la presión que ejercen las actividades antrópicas que se desarrollan en el SA.

En la Tabla 7. 1 se muestran los valores de calidad modificados para el escenario E0 en SA (escenario sin Proyecto); Es de suma importancia mencionar que el resultado de los valores que se encuentran Figura 7. 1, representan una disminución de 2.9% que tendría el medio ambiente de forma natural (E0, escenario sin Proyecto).



**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 (%)
	Área de Influencia		Área de Influencia
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 Geoformas	2%	9.4	0.2
Socioeconomía y Cul.	-20%	8.3	-17
		<b>Total</b>	<b>2.9</b>

\*Los valores porcentuales negativos indican que, en vez de hacer una disminución de los valores de calidad, se hace una adición de valores, reflejando en los modelos de los escenarios los impactos positivos identificados que potencialmente se generarán.

Comparando el Diagnóstico Ambiental Integrado en del Sistema Ambiental contra el pronóstico del E0 (**Figura 7. 1** y **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 Media Alta podrían bajar a Media, mientras que las áreas de categoría Media podrían bajar a calidad Media Baja; aunque no sería la misma condición para toda la superficie del Sistema Ambiental, en el DA-I se aprecian áreas con calidad Media Alta, que disminuyen en extensión, pero se conservan con la misma calidad en el Escenario E0. Con respecto a estos cambios, visualmente la reducción en la calidad ambiental será mínima respecto al tiempo de vida útil del Proyecto.

El resultado obtenido para este Escenario (E0) demuestra un ligero decremento a futuro de la calidad ambiental de 2.9% a la calidad catalogada en la actualidad, presentada en el DA-I, siendo casi imperceptible a escala global. El resultado considerado se basa en el constante e inminente crecimiento de la mancha urbana e industrial dando como resultado mayor demanda de recursos naturales, tales como; suelos, vegetación, agua, entre otros.

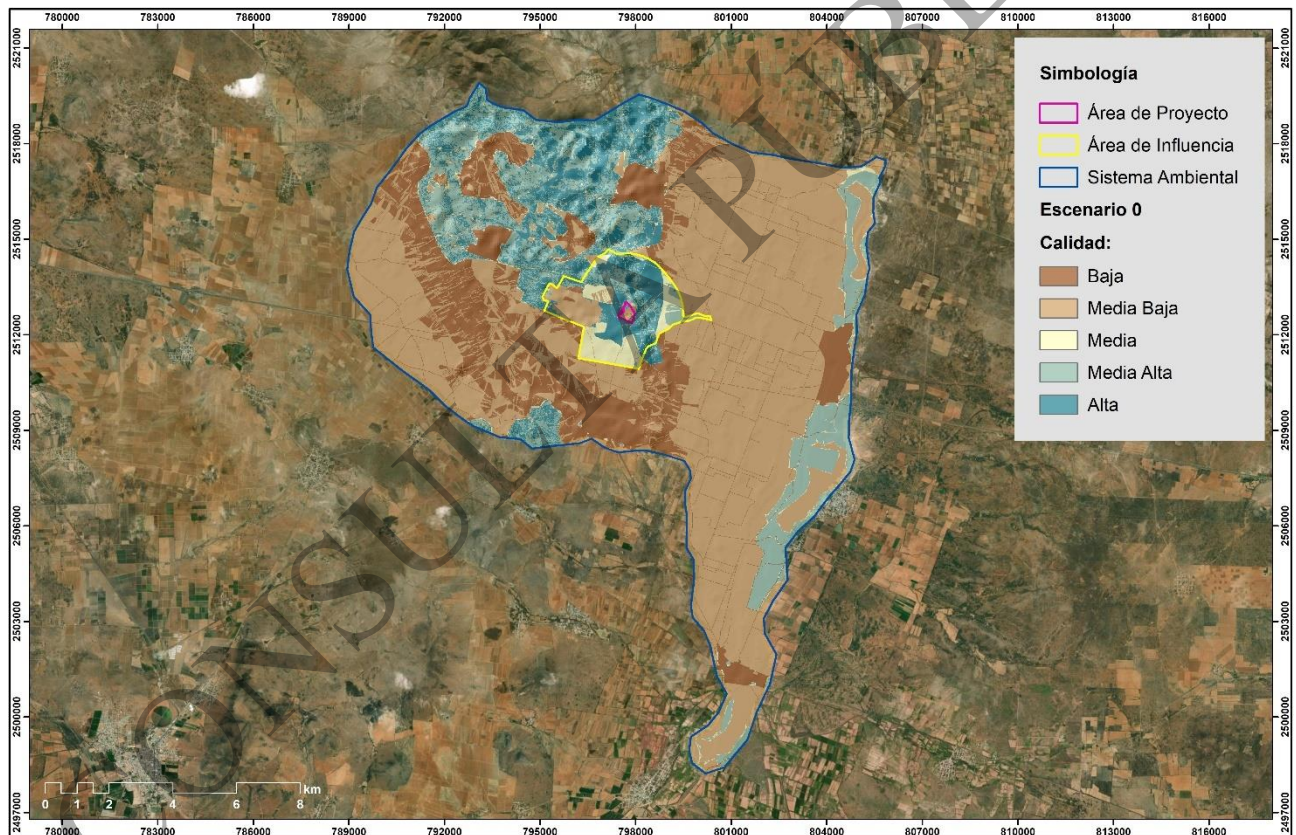
Dado al origen de ciertas actividades antrópicas como la minería, la cual se considera seguirá desarrollándose, permitiendo el desarrollo económico de la región, y por consiguiente el requerimiento y demanda de superficie forestal, permitirán de forma puntual la disminución de la calidad ambiental.

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 puede permitir la degradación física por compactación del recurso suelo y al mismo tiempo la degradación química por declinación de la fertilidad y deducción del contenido de materia orgánica, como se presenta en la actualidad en algunas zonas de agricultura de acuerdo a información de INEGI.

Las modificaciones potenciales por existir, tales como el crecimiento de actividades industriales, permitirán la reducción de la calidad visual, crecimiento urbano y extensión de las áreas agrícolas, existiendo actividades estéticamente no deseadas. De la misma manera, la reducción del hábitat disponible para la fauna se vería mermada en menor escala por actividades antrópicas existentes y el crecimiento de estas.

Por otro lado, se contempla el mejoramiento del factor Población-Socioeconómica, considerando un resultado positivo al desarrollarse un incremento en las actividades antrópicas.

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 Sistema Ambiental y Área de Influencia, 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.



**Figura 7. 1. Pronóstico del escenario sin Proyecto (E0 SA y AI)**

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)**

CONSULTA PÚBLICA

### VII.1.2. Descripción y análisis del escenario con Proyecto, sin medidas de mitigación - E1

La base para la construcción del modelo que describe el escenario con Proyecto y sin medidas (E1) pronosticado, fue el escenario sin proyecto E0, considerando que los procesos de degradación y presión sobre los componentes ambientales señalados en la sección previa, se presentarán a nivel del SA independientemente del desarrollo del Proyecto; de manera que la reducción de la calidad en todo SA ocurrirá de forma similar a lo que se presenta en la Figura 7. 3, produciéndose cambios visibles dentro del área del Proyecto.

En otras palabras, el desarrollo del Proyecto sin la ejecución de medidas afectará de forma puntual la calidad del ecosistema, sin distribirse más allá de la superficie de Área de Influencia, cabe destacar que a nivel del SA no tendría relevancia, conforme a las consideraciones tomadas para el modelo del E0.

En la Tabla 7. 2 se muestran los valores porcentuales que reflejan la degradación de la calidad ambiental ocasionada por el desarrollo del Proyecto. Cabe destacar, que los porcentajes de disminución se presentan a la escala de valores resultantes de los diagnósticos individuales de cada componente ambiental, pero también se presentan a la escala del Diagnóstico Ambiental Integrado, una vez que han sido multiplicados por el peso ponderado del componente respecto a su influencia en el SA.

El de suma importancia mencionar que la calidad ambiental en la superficie del Proyecto se reduciría un 79%, finalmente en el Área de Influencia se reduciría en un 28%, 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	75%	70%	7.1	5.3	5.0
Suelo	100%	0%	18.9	18.9	0.0
Hidrología	80%	70%	10.7	8.6	7.5
Vegetación	100%	0%	22.8	22.8	0.0
Fauna	95%	65%	22.8	21.7	14.8
Paisaje y geofomas	85%	70%	9.4	8.0	6.6
Socioeconomía y Cul.	-80%	-70%	8.3	-6.6	-5.8
Total				<b>79</b>	<b>28</b>

\*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.

El Escenario de Impactos o E1, se muestra en la **Tabla 7. 2** y **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 los polígonos solicitados para el desarrollo del Proyecto y ciertas áreas aledañas al mismo, la calidad ambiental se reduciría a la categoría de Media Baja y Baja de manera generalizada.

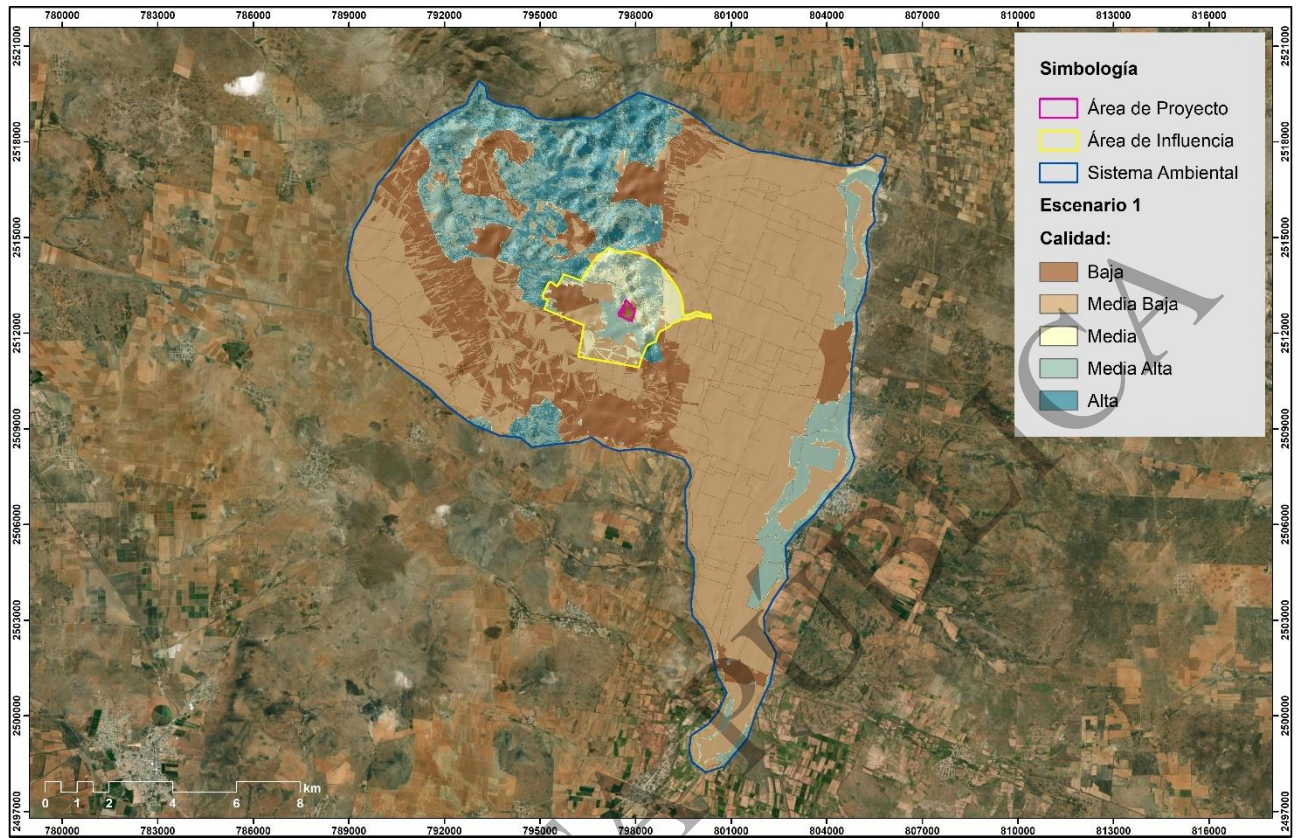
La afectación del Proyecto tendrá mayor relevancia en esta superficie, disminuyendo para el Área de Influencia solo se verán afectados los componentes; fauna, esto por el ahuyentamiento que pueda existir; Atmósfera por el constante levantamiento de polvos fugitivos con el desarrollo del Proyecto y al Paisaje puesto que el Proyecto será perceptible visualmente.

Se estima que el componente Población-Socioeconomía tendrá un mejoramiento en su calidad a nivel de la superficie del Proyecto tanto por la generación de empleos como por el uso del territorio para actividades más productivas que las que actualmente hay en el sitio.

Todos los componentes ambientales presentan diferente fragilidad ante cualquier actividad antrópica que se desarrolle en su mismo espacio, esto depende de las características de las actividades que se desarrollen y el impacto que genere a dichos componentes. A continuación, se describe un escenario a futuro (E1) con implementación del Proyecto y sin aplicación de medidas:

- 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.
- La Atmósfera se verá alterada de manera considerable, esto debido a las actividades propias del Proyecto se tendrá un constante levantamiento de polvos furtivos, los cuales podrán distribuirse homogéneamente en el área buffer y reduciendo en el Área de Influencia.
- 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 (zona área de influencia), se contempla exista ligera erosión del suelo, sin distribuirse más allá de esta superficie.
- Las actividades antrópicas provocarán el ahuyentamiento de la fauna, teniendo mayor relevancia en la superficie del Proyecto, reduciéndose gradualmente en la zona del Área de Influencia. De igual forma se contempla la reducción del hábitat disponible para la fauna, tanto de alimentación, refugio y reproducción.
- La alteración a la calidad visual y al paisaje se incrementará por lo que la disminución en la calidad ambiental podrá verse reflejada en calidad Baja en la huella del proyecto que incrementa la superficie del impacto visual preexistente por las actividades mineras en el AI.

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 la superficie del Área de Influencia, siendo alteraciones sensibles para ciertos componentes ambientales, que aunque no representen un desequilibrio ecológico el no tener un control de los impactos puede ocasionar la generación de impactos no previstos, sinergismo o acumulación con impactos preexistentes.



**Figura 7. 3. Escenario de impactos (E1 – SA y AI con Proyecto, sin medidas)**

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





**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.

Es de suma importancia mencionar que la principal actividad compensatoria considerada, es la implementación de una superficie de reforestación similar a la que requiere desmonte y un polígono destinado para compensar el impacto al suelo y agua, donde se ejecutarán obras y prácticas de conservación de suelo y agua, además de áreas para trasplantar las especies que serán rescatadas entre otras.

**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	20%	5%	7.1	1.4	0.4

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
Suelo	100%	0%	18.9	18.9	0.0
Hidrología	15%	2%	10.7	1.6	0.2
Vegetación	100%	0%	22.8	22.8	0.0
Fauna	20%	2%	22.8	4.6	0.5
Paisaje y geoformas	90%	0	9.4	8.5	0.0
Socioeconomía y Cul.	-100%	-100%	8.3	-8.3	-8.3
<b>Total</b>				<b>49</b>	<b>-7</b>

\*Los valores porcentuales negativos indican que, en vez de hacer una disminución de los valores de calidad, se hace una adición de valores, reflejando en los modelos de los escenarios los impactos positivos identificados que generará el Proyecto.

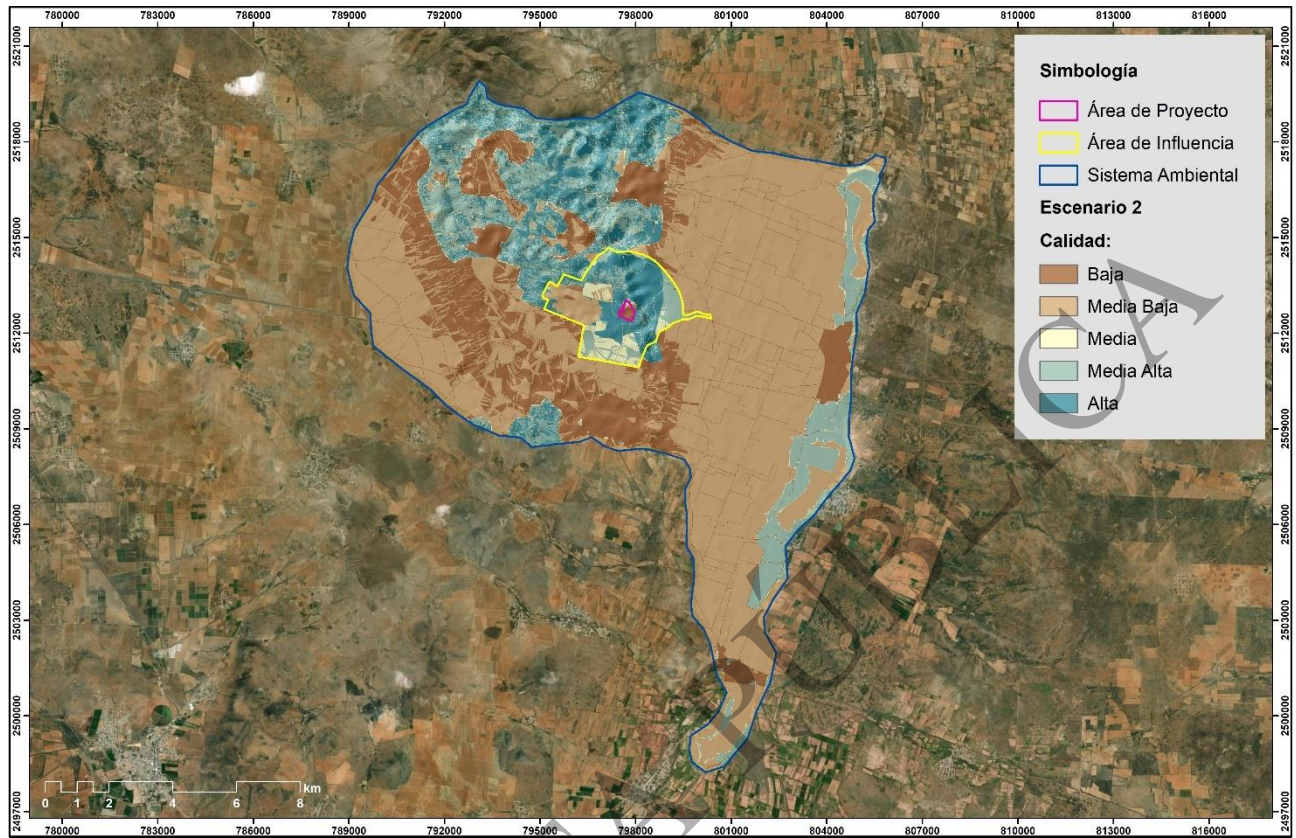
De acuerdo con la Tabla 7. 3 , en el E2 se está estimando que sobre la superficie del Proyecto con la aplicación de medidas habrá una disminución equivalente al 41% de su calidad ambiental global (incluye todos los componentes) respecto al Escenario de impactos E1; es decir, que en vez de disminuir un 79% la calidad actual con la realización del Proyecto sin medidas, se estima una disminución aproximada al 49% de la calidad actual estimada a partir de la aplicación de las medidas propuestas. Esto es principalmente con la estimación de efectividad de las medidas propuestas a lo largo del desarrollo del Proyecto, ya que el análisis se hace directamente sobre la superficie del Proyecto que invariablemente será ocupada por las obras y actividades, por lo que se refleja en este modelo principalmente la residualidad de los impactos identificados.

Bajo este esquema, en el escenario futuro previsto con el desarrollo del Proyecto y con la ejecución de las medidas, las áreas del Proyecto seguirían categorizadas en el rango de calidad Media Baja, pero a nivel del AI habrá algunas áreas que muestran relativa mejoría respecto al E1, alcanzando un nivel de calidad Media y Media Alta, conforme a las consideraciones y evaluaciones realizadas. El modelo del escenario de medidas o impactos residuales E2, mantendrá una condición muy aproximada al escenario sin Proyecto o E0; lo que se interpreta como un balance positivo para el Proyecto.

Considerando las medidas ejecutadas adecuadamente en consideración a la ejecución del Proyecto se pronostica en dicho escenario (E2) que las condiciones al medio ambiente permanezcan en las condiciones óptimas o lo mejor posible de acuerdo con las catalogadas en el escenario sin Proyecto (E0). Sin duda alguna los cambios existentes serán ligeramente perceptibles, pero no tendrán gran efecto que modifique el entorno inmediato del Proyecto o SA (Figura 7. 5 y Anexo 7.3).

Como anteriormente se ha mencionado la aplicación de una medida compensatoria de suma importancia como es una reforestación y con implementación de obras de conservación de suelo y agua permitirá la mejora de las condiciones ambientales presentes en el sitio.

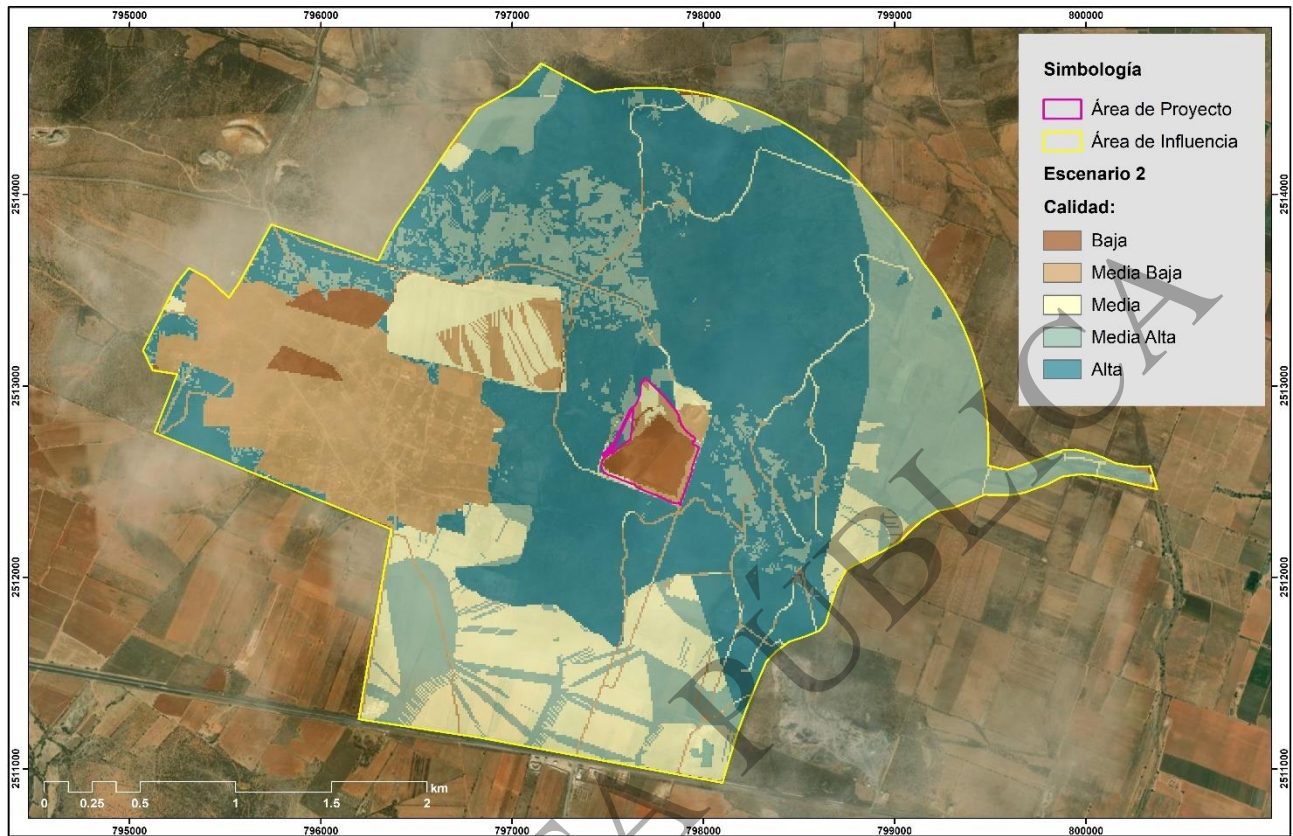




**Figura 7. 5. Escenario de medidas (E2 – SA y AI con Proyecto y con medidas)**

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



**Figura 7. 6. Acercamiento al Área de Influencia del Pronóstico del escenario con Proyecto, y con medidas (E2 AI)**

#### **VII.1.4. Programa de vigilancia ambiental (PVA)**

Con el objetivo de que las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas sean *Ubicables, Medibles y Cuantificables* se elaboró un Programa de Vigilancia Ambiental.

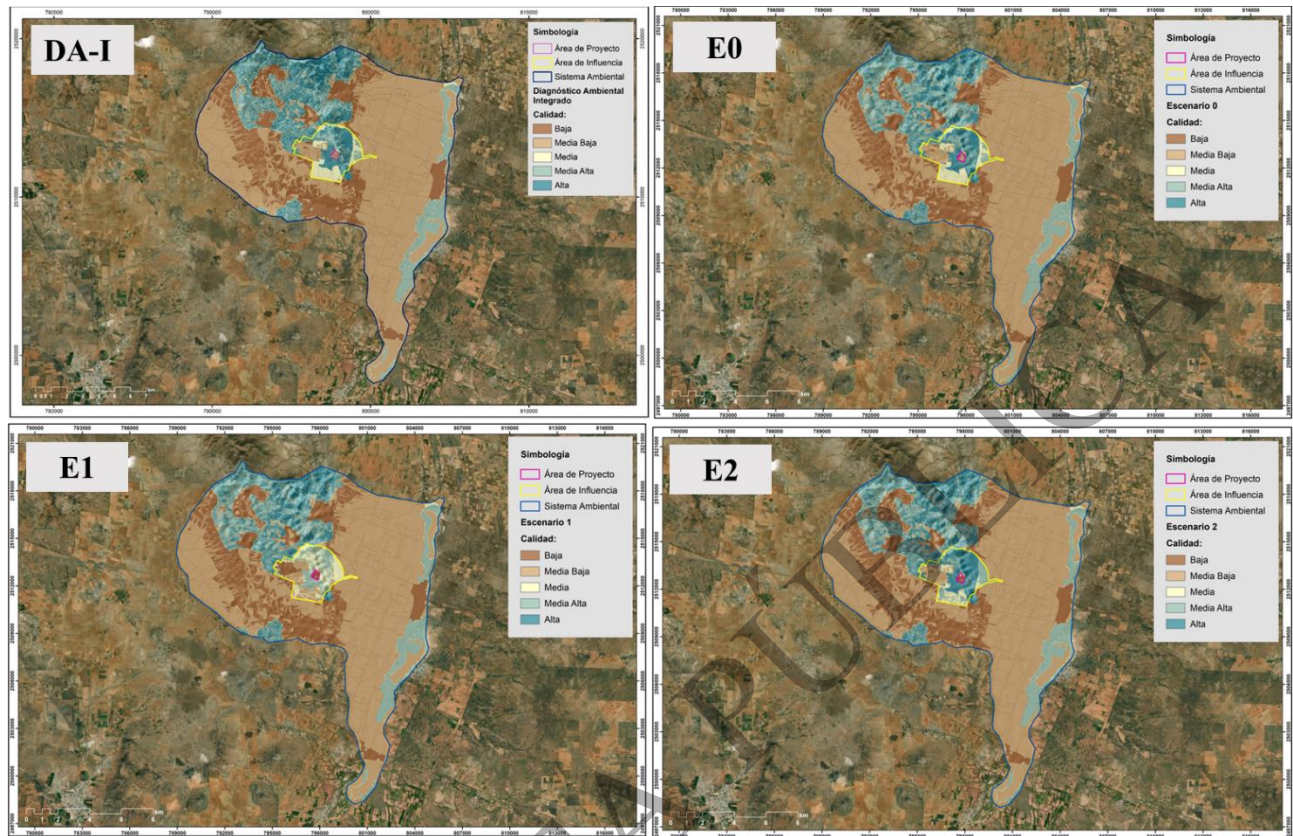
El Departamento de Ecología de la Unidad San José será la responsable de la ejecución de dicho Programa.

Los detalles de la descripción detallada de cada una de las medidas seguimiento y ejecución del PVA se presentan en el **Anexo 7.1**.

#### **VII.1.5. 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 Área de Influencia 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 Media Baja; así como 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 2.9% a la calidad catalogada en la actualidad, presentada en el DA-I, siendo casi imperceptible a escala global. El resultado considerado se debe al constante e inminente

crecimiento de 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 genera la degradación física por desmonte y compactación del recurso suelo y al mismo tiempo la degradación química por declinación de la fertilidad y deducción del contenido de materia orgánica, como se presenta en la actualidad en algunas zonas 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 con actividad minera. 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 si 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 49% de su calidad ambiental global (incluye todos los componentes) respecto al Escenario de impactos E1; es decir, que en vez de disminuir un 79% la calidad actual con la realización del Proyecto sin medidas, se estima una disminución aproximada al 49% 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.

En el escenario futuro, en caso de ejecutarse el Proyecto tal como está contemplado, incluyendo las medidas de prevención, control, mitigación y compensación, el Proyecto se presentará como un desarrollo productivo sustentable, responsable de las actividades que realiza, de su compromiso con las comunidades aledañas a sus proyectos y el medio ambiente que los rodea, generando mayor crecimiento y estabilización económica en la región donde se establece y con una derrama económica a través de la creación de empleos y las necesidades de servicios.



## **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 Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2, se desarrollaron diferentes acciones para evaluar la información ambiental del área donde se pretende realiza el Proyecto:

- a) Evaluación preliminar del Proyecto
- b) Trabajo de campo
- c) Procesamiento de la información generada
- d) Recopilación bibliográfica de información
- e) Elaboración de un sistema de información geográfica
- f) Generación de elementos de salida

A continuación, se menciona una breve descripción de las diferentes acciones involucradas en la ejecución de la evaluación ambiental:

- a) Evaluación preliminar del Proyecto

Una vez que Natural Environment S.C. recibe la solicitud de la promovente para la elaboración de los estudios que integran la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular (MIA-P), se conforma el equipo de trabajo y se reúne para analizar de forma preliminar los alcances del Proyecto, 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 el SA 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 muestreos por las áreas involucradas en el Proyecto, Área de Influencia y Sistema Ambiental durante el mes de mayo de 2022, durante los cuales se levantó la información de los medios biótico, físico y socioeconómico, 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, Geografía e Informática (INEGI), de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), del Servicio Geológico Mexicano (SGM), etc. incluyendo a temas como edafología, geología, uso del suelo, vegetación, topografía, climatología e hidrología superficial y subterránea.

e) Elaboración de un Sistema de Información Geográfica

Con la finalidad de asegurar el apropiado análisis de la situación ambiental del sitio donde se pretende el desarrollo del Proyecto, se elaboró un Sistema de Información Geográfica (SIG) el cual consistió en los siguientes puntos:

- Estructuración funcional del sistema

En este paso se diseñó la estructura del sistema con base en las necesidades específicas del proyecto, con esto se definieron escalas mínimas y máximas, proyecciones geográficas aplicables, zonas geográficas limitada y atributos: así como, características de la topología del sistema, creando las bases para la estandarización de la información.

- Integración y estandarización de la información recopilada

Se vertió al sistema la información de las fuentes públicas oficiales citadas en el inciso anterior junto con la información generada para el Proyecto y con información adicional de otras fuentes privadas; integrándola toda en un formato digital estándar, con el fin de homogeneizar y manejar dicha información para abordar diversos planteamientos.

A continuación, en la siguiente tabla, se enlistan los principales datos que se integraron al Sistema en esta fase:

**Tabla 8. 1. Datos integrados al Sistema de Información Geográfica**

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
Polígonos de obras y componentes (plan maestro)	Vector	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, imagene 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	Satelite 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 <i>Tin</i> 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 modelo de corrientes y el modelo de nano cuencas y cuencas hidrológicas	Cap IV - VII
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 <i>Tin</i> 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

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
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
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
Escurrimiento Medio Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV - VII
Escurrimiento 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



Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
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
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

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
Región Terrestre Prioritaria RTP	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap III
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
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

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
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 – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV
Fisiografía – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV
Geología Fallas – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV
Geología Fracturas – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV
Sitios de Muestro de hidrogeología – Nacional Temática	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV
Geo-Hidrología– Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV
Hidrología Superficial Cuencas y Subcuencas – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap IV
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
Muestréos de Vegetación	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo	Cap IV
Muestréos de Suelo	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo	Cap IV

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
Muestréos de Fauna	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo	Cap IV
Puntos de Control para Modelo de Paisaje	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo	Cap IV
Toponimia INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave 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
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



Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
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
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 Geformas, 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.1.1. Cartografía**

Tal como se explicó anteriormente, el SIG, permitió la generación de cartografía de baja escala que fue empleada para elaborar diferentes planos que se encuentran anexos en el presente estudio.

El sistema se diseñó para presentar información de salida del SIG en forma de planos, para lo cual se crearon *layouts* para impresión en plotter y/o impresora de escritorio. El sistema permitió también presentar la información en forma de tablas, gráficas, imágenes digitales, en formatos como jpg, bmp, gif, etc.; así como exportar e importar información en programas como AutoCAD y AutoCAD MAP.

Más adelante se presenta la lista de Anexos (planos y documentos) de la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA-P) del Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2.

### **VIII.1.2. 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.1.3. Videos**

No fue necesaria la inclusión de videos en el presente documento

## **VIII.2. Otros anexos**

### **Anexo Digital**

Polígonos del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área de Proyecto coordenadas WGS 84 proyección UTM Z13 y polígonos en formato *shapefile*.

### **Capítulo I**

Anexo 1.1. Localización particular del proyecto y sus rutas de acceso

Anexo 1.2. Documentación legal que acredita la tenencia de la tierra

Anexo 1.3. Plan Maestro del Proyecto

Anexo 1.4. Copia simple del Acta Constitutiva de Arian Silver de México S.A. de C.V.

Anexo 1.5. Copia certificada del poder del representante legal

Anexo 1.6. Copia de la Identificación Oficial del Representante Legal

Anexo 1.7. Cédula Profesional del responsable técnico de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular del Proyecto Reforzamiento y Ampliación del Depósito de Jales 1 y 2

### **Capítulo II**

Anexo 2.1. Reporte fotográfico general

### **Capítulo III**

Anexo 3.1. Vinculación del Proyecto con la NOM-141-SEMARNAT-2003

### **Capítulo IV**

Anexo 4.1 Informe resultados Colector de polvos nuevo, 2020  
Anexo 4.2 Informe de resultados Lavador de gases y colector de polvos, 2020  
Anexo 4.3 Informe de resultados Colector de polvos nuevo, 2021  
Anexo 4.4 Informe de resultados Colector de polvos, 2021  
Anexo 4.5 Informe de resultados Lavador de gases, 2021  
Anexo 4.6 Informe de resultados Monitoreo de PM10 y PM2.5, 2020  
Anexo 4.7 Informe de resultados Monitoreo de PM10 y PM2.5, 2021  
Anexo 4.8 Informe de resultados Monitoreo de PM10 y PM2.5, 2022  
Anexo 4.9 Informe de Reconocimiento y Evaluación de Ruido Perimetral, 2018  
Anexo 4.10 Informe de Reconocimiento y Evaluación de Ruido Perimetral, 2021  
Anexo 4.11 Informes de laboratorio Arroyo Sur  
Anexo 4.12 Informe de laboratorio Bordo predio, Pozo Guanajuatillo, Noria Saucito  
Anexo 4.13 Informes de laboratorio Noria La Tesorera  
Anexo 4.14 Sitios de pre-muestreo de la vegetación  
Anexo 4.15 Plano general de sitios de muestreo del SA  
Anexo 4.16 Plano general de sitios de muestreo del AI  
Anexo 4.17 Plano general de sitios de muestreo del AP  
Anexo 4.18 Clasificación espectral de la vegetación en el SA  
Anexo 4.19 Reporte fotográfico de vegetación en el SA  
Anexo 4.20 Clasificación espectral de la vegetación en el AI  
Anexo 4.21 Reporte fotográfico de vegetación en el AI  
Anexo 4.22 Clasificación espectral de la vegetación en el AP  
Anexo 4.23 Reporte fotográfico de vegetación en el AP  
Anexo 4.24 Reporte fotográfico de fauna  
Anexo 4.25 Reporte Fotográfico de Paisaje  
Anexo 4.26 Valoración de calidad visual del paisaje  
Anexo 4.27 Valoración de fragilidad visual del paisaje

### **Capítulo V**

Anexo 5.1. Matriz de importancia de impactos, etapa Preparación  
Anexo 5.2. Matriz de importancia de impactos, etapa Construcción  
Anexo 5.3. Matriz de importancia de impactos, etapa Operación  
Anexo 5.4. Matriz de valoración de impactos con ponderación de factores ambientales

### **Capítulo VII**

Anexo 7.1. Pronóstico del escenario sin Proyecto (E0 – SA)

- Anexo 7.2. Escenario de impactos (E1 – SA y AI con Proyecto, sin medidas)
- Anexo 7.3. Escenario de medidas (E2 – SA y AI con Proyecto y con medidas)
- Anexo 7.4. Programa de Vigilancia Ambiental
  - Apéndice 7.4.1. Programa de obras de conservación de suelo y agua
  - Apéndice 7.4.2. Programa de Reforestación
  - Apéndice 7.4.3. Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna

### **VIII.2.1. Glosario de términos**

Para la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular se consideran las definiciones contenidas tanto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, como en su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental; algunas de las cuales se citan a continuación, además de conceptos adicionales utilizados en este estudio:

*Cambio de uso de suelo:* Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

*Escenario modificado:* características de los Componentes Ambientales que resultan de adicionar los efectos de los impactos generados por el Proyecto, al estado actual que presentan, y habiendo aplicado las medidas preventivas y de mitigación apropiadas.

*Impacto ambiental acumulativo:* El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

*Impacto ambiental residual:* El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

*Impacto ambiental sinérgico:* Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

*Impacto potencial:* Capacidad del efecto producido por una obra o actividad específica para modificar directa o indirectamente uno o más Componentes Ambientales con respecto a su línea base

*Impactos principales:* Impactos identificados en el proceso de evaluación mediante la metodología elegida cuya importancia, expresada en términos de los atributos o parámetros de referencia del impacto (criterios de calificación numérica) y con base en los indicadores ambientales respectivos, destacan sobre el resto de los impactos generados por una obra o actividad específica, sin llegar a ser considerados como impactos significativos o relevantes.

*Impactos secundarios:* Impactos identificados en el proceso de evaluación mediante la metodología elegida, cuya importancia es menor a la de los impactos principales.

*Impactos significativos o relevantes:* Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la



existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales

*Medidas de mitigación:* Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un Proyecto en cualquiera de sus etapas.

*Medidas de prevención:* Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

### **VIII.3. Bibliografía**

- AOU (2012). The American Ornithologists Union, en: <http://www.aou.org/>
- APG. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society 161: 105–121.
- Bhushan, N., y Rai, K. (2004). Strategic decision making. Applying the analytic hierarchy process.
- United States of America. Springer-Verlag. 2004, pp. 15-17.
- Calderón de Rzedowski, G. (1985). Familias. Flora fanerogámica del valle de México, 2, 77-85.
- CAMIMEX. (2013). Informe Anual. Cámara Minera de México. México D.F.
- Challenger, A. (1998). Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado Presente y Futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 847 p.
- Chapa, Bezanilla, D., Sosa, Ramírez, J., & Alba, Ávila, A. (2008). Estudio multitemporal de fragmentación de los bosques en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. Madera y Bosques , 37-51.
- CNAH (2012). The Center for North American Herpetology, en: <http://www.cnah.org/>
- CONABIO (2011). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, SEMARNAT, en: <http://www.conabio.gob.mx>
- CONAFOR (2004). Protección, restauración y conservación de Suelos forestales. CONAFOR, México.
- Cronquist, A. (1981). An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. Nueva York. 1262 p.

- Balleza, Cadengo, J. J. (2000). Flora del cerro de piñones, Juchipila, Zacatecas, México. México, DF.: Facultad de Agronomía.
- Caballero, Deloya, M. (1977). Técnicas de muestreo usadas en México en Inventarios forestales, Desarrollo histórico. *Ciencia Forestal*, 3-30.
- 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.
- Chao, A., Chazdon, R. L., Colwell, R. K., & Shen, T. J. (2005). A new statistical approach for assessing compositional similarity based on incidence and abundance data. *Ecology Letters*, 148-159.
- Comisión Nacional Forestal. (2015). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Procedimientos de muestreo. Guadalajara, Jal, México.: CONAFOR.
- Gómez, López, A. M., & Williams, Linera, G. (2006). Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 7-15.
- Imaña, Encinas, J., Jiménez, Pérez, J., & Valeria, Rezende, A. (2014). Conceptos dasométricos en los inventarios fitosociológicos. Brasilia, Brasil / Linares, México: Universidad de Brasilia / Universidad Autónoma de Nuevo León.
- INEGI. (2012). Guía para la interpretación de cartografía; Uso de Suelo y Vegetación: Escala 1:250, 000 Serie V. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI, (. (2017). Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250, 000: serie VI. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Jiménez, Sierra, C. L., & Sosa, Ramírez, J. (2014). México país megadiverso y la relevancia de las áreas naturales protegidas. *Investigación y ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.*, 16-22.
- 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.
- Lot, A., & Chiang, F. (1986). Manual de herbario. México: UNAM.
- Molina, F. E. (2010). Diversidad Biológica de Sonora. México, D.F: Mora- Caantúa.
- Moreno Ortega, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Pachuca, Hidalgo: UAEH.

- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia: El País.
- Orozco, L., & Brumér, C. (2002). Inventarios forestales para bosques de latifoliados en América central.
- Turrialba, Costa Rica: CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Refaeilzadeh-P, T. L. (2009). Cross-validation. Boston: Springer.
- Sánchez, Mejía, Z. M., Serrano-Grijalva, L., Peñuelas-Rubio, O., & Pérez, E. R. (2007). Composición florística y estructura de la comunidad vegetal del límite del desierto de Sonora y la selva baja caducifolia (Noroeste de México). *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 74-83.
- SEMARNAT. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental– Especies nativas de México de flora y fauna silvestres– Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio– Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación 30 diciembre.
- 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.
- Sivinski, R. C. (1998). The genus *Cryptantha* (Boraginaceae) in New Mexico. *Botanist*, 8.
- Villareal, H., Álvarez, M., Cordoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Umaña, A. M. (2004).
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 559-902.
- Yang, K.-C., & Pulkki, R. E. (2002). Sample Size Determination and Probability Level Estimation. *Taiwan J For Sci*, 135-41.
- Espinosa, Organista, D., & Ocegueda, Cruz, S. (2008). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. *Capital natural de México*, I, 33-65.
- Eugene, A.T. y H.E. Burkhat. (1983). *Forest Measurements*. McGraw-Hill. N.Y., USA. 331 p.  
Font-Quer P. 1953. *Diccionario de botánica*. Editorial Labor. Barcelona.

- García, E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) (2. ed. corr. y aumentada ed.). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía.
- González-Elizondo, M. S. (1997). Upper Mezquital River region, Sierra Madre Occidental, México, In: Davis, S. D., V. H. Heywood, O. Herrera-McBryde, J. Villa-Lobos y A. C. Hamilton (eds.). Centres for plant diversity: a guide and strategy for their conservation. Vol. III: The Americas. The Worldwide Fund for Nature & International Union for the Conservation of Nature - The World Conservation Union. Cambridge, UK. pp. 157-160.
- González-Elizondo M.S., González- Elizondo M., Tena-Flores J.A., Ruacho-González L. y López-Enríquez I.L. (2012). Vegetación de la Sierra Madre Occidental: una síntesis. Acta Botánica Mexicana 100: 351-403
- González Márquez, J. J., & Montelongo Buenavista, I. (Septiembre-Diciembre de 1996). El ordenamiento ecológico del territorio como instrumento de política ambiental. Recuperado en Marzo de 2014, del sitio web de Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco:  
- <http://www.azc.uam.mx/publicaciones/alegatos/pdfs/31/34-05.pdf>
- González, Villarreal, L. M. (1986). Contribución al conocimiento del género Quercus (Fagaceae) en el estado de Jalisco. . Guadalajara, Jal.: Instituto de Botánica. Universidad de Guadalajara.
- H. Lamprecht.(1990). Silvicultura en los trópicos. Ed. GTZ
- Herrera Arrieta, Y. (2010). Guía de Pastos de Zacatecas. Zacatecas, México: Instituto Politécnico Nacional - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- INE (2010). Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, en: <http://www.ine.gob.mx/>
- INEGI (2000). Los análisis físicos y químicos en la cartografía edafológica de INEGI, guía normativo-metodológica. Versión digital tomada de <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/normatividad/edafologia/normedaf.pdf?c=3> Noviembre 2006.
- INEGI (2006a). Guía para la interpretación de cartografía, Edafología. Editorial INEGI. Primera reimpresión. México.
- INEGI. (2012). Guía para la interpretación de cartografía : uso del suelo y vegetación : escala 1:250, 000 : serie V. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- López, C., Chanfón, S. & Segura, G. (2005) La Riqueza de los Bosques Mexicanos: Más Allá de la Madera. Experiencias en Comunidades Rurales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 199 p.



- Lot, A. y Chiang F. (Compiladores). (1986). Manual de Herbario. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C., México, D. F.
- Magaña, P. (2002). La flora de México ¿Se podrá conocer completamente? Ciencias, 24-26.
- Martin, P. S., D. Yetman, M. Fishbein, P. Jenkins, T. R. Van Devender y R. K. Wilson. (1998). Gentry's Río Mayo plants: The tropical deciduous forest and environs of Northwest Mexico. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona, USA. 558 pp.
- Martínez-Gordillo, M., Jiménez, J., Ramírez, R. C., Durán, E. J., Arriaga, R. G., Cervantes, A., & Mejía, R. Hernández. 2002. Los géneros de la familia Euphorbiaceae en México. In Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot (Vol. 73, pp. 155-281).
- McVaugh, R. (1974). Flora novo-galiciana (Vol. 12). University Herbarium, University of Michigan.
- Miranda F. y Hernández-Xolocotzi E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 28: 29-179
- Moreno N.P. (1984). Glosario Botánico Ilustrado. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (CECSA), Xalapa.
- Morrone J. J. (2005). Hacia una síntesis biogeográfica de México. Revista Mexicana de biodiversidad 76: 207 – 252.
- Pérez-García, E. A., Meave, J. A., & Cevallos-Ferriz, S. R. (2012). Flora y vegetación de los trópicos estacionalmente secos en México: origen e implicaciones biogeográficas. Acta botánica mexicana, (100), 149-193.
- Porta Casanella, Jaume. López-Acevedo, M (2005). Agenda de Campo de Suelos, Información de Suelos para la Agricultura y el Medio Ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Porta, J. López-Acevedo, M. Roquero, C (1999). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Segunda edición. Bilbao
- Rzedowski, J. (1994). Vegetación de México (Sexta reimpresión ed.). D.F. México: Limusa.
- Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México. 1a. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504pp.
- SEDESOL (2010), Secretaría de Desarrollo Social, en: <http://www.sedesol.gob.mx/>
- SIATL (2010). Simulador de Flujos de Agua de Cuencas hidrográficas, INEGI, en: [http://antares.inegi.org.mx/analisis/red\\_hidro/SIATL/#](http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#)

- SMN (2010). Servicio Meteorológico Nacional. CONAGUA, en: <http://smn.conagua.gob.mx>
- Standley, P. C. (1920). Trees and Shrubs of México (Vol. 23). US Government Printing Office.
- Vibrans, H. (2009). Malezas de México. Recuperado el 10 de 05 de 2016, de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico>
- Villaseñor , J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico . Revista Mexicana de Biodiversidad , 559-902.

CONSULTA PÚBLICA