I. Nombre del área que clasifica.

Oficina de Representación en el Estado de Durango

II. Identificación del documento del que se elabora la versión pública

SEMARNAT-04-002-A Recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular tipo A No incluye Actividad Altamente Riesgosa 10/MP-0089/10/24

III. Partes o secciones clasificadas, así como las páginas que la conforman.

RFC, CURP, teléfono, domicilio, email. Páginas: 10 y 12

IV. Fundamento legal, indicando el nombre del ordenamiento, el o los artículos, fracción(es), párrafo(s) con base en los cuales se sustente la clasificación; así como las razones o circunstancias que motivaron la misma.

La información señalada se clasifica como confidencial con fundamento en los artículos 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. Firma del titular del área.

Dr. Marco Antonio Ávila Chávez

VI. Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.

ACTA_04_2025_SIPOT_4T_2024_ART69 en sesión celebrada el 17 DE Enero de 2025.

Disponible para su consulta en:

http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2025/SIPOT/ACTA_04_2025_SIPOT_4TO_2024_ART69.pdf

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P)

Proyecto Tajo Quebradillas

Parrilla Plata Mining, S.A. de C.V.
Dom. Conocido, a un costado del pueblo, San Jose de La Parrilla,
Nombre de Dios Durango.
México C.P. 34863.

Septiembre 2024

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 1

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 4

I.1 Datos Generales del Proyecto 4
I.1.1. Nombre del Proyecto 4
I.1.2. Ubicación del Proyecto 4
I.1.3. Tiempo de vida útil del Proyecto 5

I.2 Datos Generales del promovente 6
I.2.1. Nombre o Razón Social 6
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes 6
I.2.3. Nombre y cargo del Representante Legal 6
I.2.4. Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones 6

I.3.Responsable de la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular 7
I.3.1 Nombre del responsable técnico del estudio en materia de impacto ambiental 7
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP 8
I.3.3 Dirección del responsable técnico del documento 8

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 9

II.1. Información General del Proyecto 9
II.1.1. Naturaleza del Proyecto 9
II.1.2. Objetivo del Proyecto 9
II.1.3. Ubicación física 9
II.1.4. Urbanización del área 11
II.1.5. Inversión requerida 12

II.2. Características Particulares del proyecto 12
II.2.1. Dimensiones del proyecto 12
II.2.2. Representación gráfica regional 13
II.2.3. Representación gráfica local 14
II.2.4. Construcción, Operación y Mantenimiento 14
II.2.4.1. Construcción 14
II.2.4.2. Operación 21
II.2.5. Descripción de obras y actividades provisionales del Proyecto 30
II.2.6. Descripción de las obras asociadas al Proyecto 30
II.2.7. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones 30
II.2.8. Programa general de trabajo 30
II.2.9. Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera 31

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL, Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO 33

III.1. Ordenamientos jurídicos federales en materia de impacto ambiental 34
III.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (última reforma publicada el 01-04-2024) 34
III.1.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección ambiental en materia de evaluación del impacto ambiental (Última reforma publicada DOF 31-10-2014) 35
III.1.3. Ley de Minería 35
III.1.4. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento 37
III.1.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) 38
III.1.6. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 40
III.1.7. Ley General de Vida Silvestre 41
III.1.8. Ley General de Cambio Climático 42

III.1.9. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático *43*
III.1.10. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental *44*

III.2. Programa de Ordenamiento Ecológico General Del Territorio *45*
III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Del Estado de Durango *52*
III.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Del Municipio de Nombre de Dios, Durango *57*

III.3. Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas *58*
III.3.1. Áreas Naturales Protegidas *59*
III.3.2. Regiones Prioritarias (CONABIO) *61*

III.4. Normas Oficiales Mexicanas (NOM) *65*
III.4.1. Normas Oficiales Mexicanas en Materia Agua *65*
III.4.2. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Protección de Flora y Fauna *65*
III.4.3. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Emisión de Gases *65*
III.4.4. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Residuos *66*
III.4.5. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Ruido *67*
III.4.6. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Seguridad *67*

III.5. Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo de la región *82*
III.5.1. Planes o Programas de desarrollo de la región *82*

III.5.1.3. Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2023-2028 del Estado de Durango *85*
III.5.1.4. Plan Municipal de Desarrollo de Nombre de Dios (2022-2025) *87*

III.6. Otros Instrumentos *88*
III.6.1. Acuerdos Internacionales y Decretos en materia de Desarrollo Sustentable y Medio ambiente suscritos por México 88
III.6.2. Vinculación con tratados y convenios internacionales *91*

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO **94**

IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto (Área de influencia) *94*

IV.2. Delimitación del Sistema Ambiental (SA) *95*
IV.2.1. Ubicación del Proyecto con respecto al Sistema Ambiental *95*

IV.3. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental *97*
IV.3.1. Medio abiótico *97*
IV.3.2. Medio biótico *201*
IV.3.3. Paisaje *286*
IV.3.4. Medio socioeconómico *299*
IV.3.5. Diagnostico ambiental *312*

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 336

V.1. Identificación de impactos adversos *336*
V.1.1. Metodología empleada *336*
V.1.2. Criterios para la evaluación del impacto ambiental *342*

V.2. Caracterización de los impactos *363*
V.2.1. Descripción de los impactos principales identificados *363*
V.2.2. Impactos identificados por etapas del Proyecto *366*
V.2.3. Impactos acumulativos *367*

V.3. Conclusiones 368
VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 371

VI.1. Descripción de las medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos principales identificados conforme al Proceso de Evaluación de los Impactos Ambientales (PEIA) 372

VI.2. Programa Vigilancia Ambiental (PVA) 379

VI.3. Impactos residuales 379
VI.3.1. Fauna 380
VI.3.2. Paisaje 380
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 381

VII.1. Pronóstico de los Escenarios 382
VII.1.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto – E0 382
VII.1.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto, sin medidas de mitigación - E1 384
VII.1.3. Descripción y análisis del escenario con Proyecto y las medidas de mitigación - E2 386
VII.1.4. Pronóstico ambiental 388
VII.1.5. Evaluación de alternativas 390
VII.1.6. Conclusiones 391
VIII.IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES 392
VIII.1. Presentación de la información 392
VIII.2. Cartografía 403
VIII.3. Fotografías 404
VIII.4. Videos 404
VIII.5. Otros anexos 404

INTRODUCCIÓN

La Unidad Minera La Parrilla ha tomado gran relevancia en las distintas actividades productivas para la extracción y beneficio de minerales como plomo, plata y zinc, entre otros, empleando un proceso similar desde sus inicios de operaciones hasta la fecha, ejecutando acciones de extracción mediante la conformación de minas subterráneas y un tajo a cielo abierto a lo largo de las vetas mineralizadas dentro de las concesiones mineras de la zona manteniendo así una operación homogénea a través de los años.

Con el crecimiento de la mina, así como por la evidencia obtenida mediante los estudios de prospección mediante la exploración minera y las proyecciones de las reservas de minerales en los terrenos de la promovente, Parrilla Plata Mining pretende dedicar recursos para reactivar la operación y dar una mayor vida útil a la infraestructura ya existente, así como la creación de nuevas obras para cubrir sus necesidades inmediatas y futuras como unidad minera.

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

Dichas autorizaciones han conllevado ciertos compromisos ambientales para ejecutar proyectos con el menor impacto ambiental posible, esto a través de distintas medidas de prevención, mitigación y/o compensación, así como distintas condicionantes que la autoridad han determinado dentro del contexto general de los proyectos de la mina La Parrilla, conforme a esto y mediante oficio SG/130.2.1.1/000233/11, de fecha 08 de febrero del 2011, la entonces denominada "Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en Durango" autorizó La Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del proyecto denominado Construcción y Operación del Tajo Quebradillas, el cual se autorizó en materia de impacto ambiental la construcción y operación del Tajo Quebradillas con una superficie de **15 ha** (De las cuales fueron utilizadas 13.31 ha), La extracción de jales de la antigua presa Vacas ,que se usaría como Tepetatera Vacas con una superficie de **22 ha** (De las cuales fueron utilizadas 12.3887 ha), acondicionamiento de los depósitos de tepetate, Acondicionamiento de depósitos superficiales para suelo fértil, así como la Rehabilitación y mantenimiento de caminos de comunicación entre el tajo y los depósitos superficiales de tepetate, suelo fértil, área industrial y áreas de servicios por un plazo de 7 años a ubicarse en el municipio de Nombre de Dios, en el estado de Durango.

En el oficio No. SG/130.2.1.1/0105/17 con fecha del 10 de febrero de 2017 la Promovente manifiesta que la solicitud de modificación que consistió en la ampliación del plazo para la ejecución del proyecto por 4 años más, los cuales iniciarían el 22 de febrero de 2018 y finalizarían el 22 de febrero de 2022.

Posteriormente el 27 de abril de 2018 se emitió el oficio No. SG/130.2.1.1/000233/11 en el cuál es autorizada una modificación al Proyecto Construcción y Operación del Tajo Quebradillas en la cual se solicitó El minado subterráneo, adicional al minado superficial por medio de una

bocamina dentro del Tajo Quebradillas, además de la construcción de una rampa, un contrapozo tipo Robbin incluyendo barrenación y rimado a diferentes diámetros para la inyección de aire fresco al interior de la mina Quebradillas.

Del mismo modo, mediante el oficio No. SG/130.2.1.1/0603/22 con fecha del 16 de febrero de 2022 se solicitaron y aprobaron 2 años adicionales los cuales iniciarían a partir del día 23 de febrero de 2022, basado en que en que por la contingencia sanitaria COVID-19 del año 2020 y por un evento extraordinario en por el que First Majestic Plata S.A. de C.V. (anteriores propietarios de la Unidad Minera La Parrilla) atravesó en 2021 derivaron el paro de operaciones por casi 2 años

En el año 2023 se ingresó una nueva modificación solicitando un nuevo plazo el cual se proponía fuera de 3 años extra, ya que al reactivar las actividades en la Unidad Minera La Parrilla las actividades de inventarios, planeación de presupuesto y trámites diversos tomó año y medio afectando los plazos establecidos para la ejecución del Proyecto. Esta última Modificación fue negada mediante el oficio No. OR-130/GA-ira/0209/2024 con fecha del 13 de febrero del 2024, el cual resuelve en el término PRIMERO lo siguiente:

"Emitir la determinación en el sentido de que **es necesaria la presentación de una nueva manifestación de impacto ambiental**, en la modalidad correspondiente, para evaluar nuevamente el proyecto considerando los impactos ambientales derivados de la prolongación de las actividades."

En septiembre del año 2023, el 100% de la Unidad Minera La Parrilla fue adquirida por Silver Storm, la mina se encuentra en cuidado y mantenimiento, y con el propósito de reiniciar operaciones en el mediano plazo manteniendo una producción en la Mina subterránea Quebradillas de 800 t/d. De modo que, el presente Proyecto busca reactivar la operación y dar una mayor vida útil a las obras existentes, así como la construcción de la infraestructura necesaria para eficientar los procesos de extracción de minerales en la Mina subterránea Quebradillas cuyo portal de acceso se encuentra dentro del Tajo Quebradillas, así mismo, el Proyecto no presentará una afectación distinta a la ya existente en el área además de no requerir afectación nueva a los recursos forestales en el área.

Con la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular del Proyecto denominado *Tajo Quebradillas*, la promovente pretende cumplir con lo establecido en el oficio No. OR-130/GA-ira/0209/2024, al evaluar el impacto ambiental de las obras y actividades que comprende el Proyecto derivadas de la reactivación de la etapa operacional de este. Adicionalmente, el Proyecto es fundamentado en el Artículo 28 de la LGEEPA que enuncia "La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente" y el artículo 5, inciso L), Fracción de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental que enuncia: "Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: I. Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo".

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

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

I.1 Datos Generales del Proyecto

I.1.1. Nombre del Proyecto

El Proyecto que motiva la elaboración y presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular MIA-P se denomina "Proyecto Tajo Quebradillas", el cual requiere de una evaluación en Materia de Impacto Ambiental para una superficie de **25.6987 ha** donde la promovente pretende reanudar la operación de las siguientes obras y actividades; Mantenimiento y monitoreo del Tajo Quebradillas, operación de Tepetatera Vacas, Bocamina mina subterránea Quebradillas, permitiendo ampliar la vida útil de estas últimas para su aprovechamiento sin incrementar la huella de afectación actual así mismo, el Proyecto pretende la etapa de Construcción y operación de una nueva bocamina y rampa de acceso a la mina subterránea Quebradillas. Las obras del presente Proyecto al tratarse de obras mineras según lo estipulado en el Artículo 28 inciso III de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.

I.1.2. Ubicación del Proyecto

El Proyecto Tajo Quebradillas se encuentra en su totalidad dentro de los límites del municipio de Nombre de Dios, en el extremo Este del Estado de Durango. Para llegar al sitio se debe tomar la Carretera Federal No. 45 México-Ciudad Juárez aproximadamente a 75 km desde la ciudad de Durango, muy cerca del poblado denominado San José de la Parrilla. La Cabecera Municipal que lleva el mismo nombre que el municipio está ubicado en línea recta a 20 km al Noroeste del Proyecto.

La siguiente Figura 1. 1 se aprecia la ubicación regional del Proyecto. La localización particular del proyecto y sus rutas de acceso se presentan de manera detallada en el **Anexo 2.1** y **Anexo 2.2**

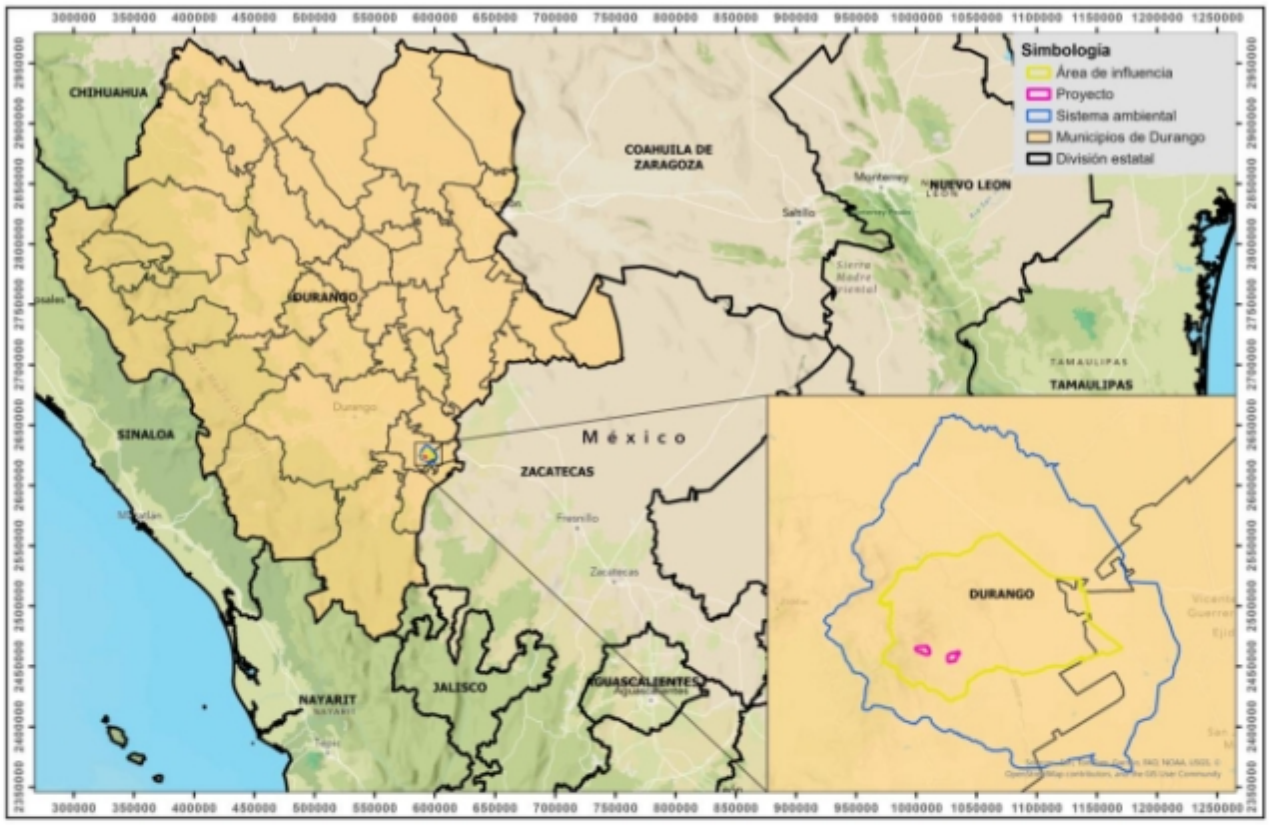

Figura 1. 1. Localización del predio respecto al estado de Durango, INEGI

I.1.2.1. Ubicación georreferenciada del Proyecto en coordenadas UTM

Las actividades contempladas en el Proyecto Tajo Quebradillas se llevarán a cabo en su totalidad dentro de los terrenos actualmente en posesión de Parrilla Plata Mining, S.A. de C.V. Dentro del Estado de Durango, lo cual se presenta en la Figura 1. 1, la cual presenta la ubicación del Proyecto.

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

I.1.3. Tiempo de vida útil del Proyecto

Como fue anticipado al inicio del presente Capítulo, el presente Proyecto pretende ejecutar las obras y actividades correspondientes a la etapa de construcción, operación y mantenimiento, se estiman 12 años.

I.2 Datos Generales del promovente

I.2.1. Nombre o Razón Social

Parrilla Plata Mining, S.A. de C.V. (**Anexo 1.1**, Copia simple del Acta Constitutiva de Parrilla Plata Mining, S.A. de C.V.).

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes

[redacted]

I.2.3. Nombre y cargo del Representante Legal

El Representante Legal de la empresa Parrilla Plata Mining S.A. de C.V. es [redacted] cuya personalidad se acredita mediante el instrumento número [redacted] (**Anexo 1.1**, Copia certificada del Poder del Representante Legal y **Anexo 1.3** Copia simple de la Identificación Oficial del Representante Legal).

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

Tabla 1.1. Dirección para oír y/o recibir notificaciones

Empresa	Parrilla Plata Mining S.A. de C.V.
Domicilio	Dom. Conocido, a un costado del pueblo, San Jose de La Parrilla
C.P.	34863
Municipio	Nombre de Dios
Entidad federativa	Durango
Teléfono	(457) 938 2000 Ext. 4113

Tabla 1.2. Personas autorizadas para oír o recibir notificaciones

Nombre	[redacted]
Cargo	Jefe de Medio Ambiente de Unidad Minera La Parrilla
Empresa	Parrilla Plata Mining S.A. de C.V. "Mina La Parrilla"
Correo electrónico	[redacted]
Teléfono	6181 114764
Domicilio	Moreras 100, Fracc. Real del Naranjal
C.P.	34190
Municipio	Durango
Entidad federativa	Durango

I.3.Responsable de la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular

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

Natural Environment S.C.

El responsable técnico del estudio es el Biólogo Guillermo Gómez Romero, en el **Anexo 1.4** se presenta su Cédula profesional. Enseguida se presenta una tabla donde se exponen los participantes en la elaboración del presente estudio y las áreas en que contribuyeron:

Tabla 1.3. Participantes en la elaboración del estudio

Nombre	Profesión	Área de participación	Firma
Guillermo Gómez Romero	Biólogo	Coordinación general del Proyecto, Revisión y edición de texto	
José Luis Vázquez Tabarez	Biólogo	Supervisión de la MIA-P, revisión y edición de texto	
Perla Marisol García Gómez	Bióloga	Coordinación de la MIA-P. Descripción general del Proyecto, Vinculación con instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos, Diagnostico ambiental, Evaluación de impactos ambientales y Escenarios futuros	
Luis Diego Rodríguez Martínez	Biólogo	Descripción general del Proyecto, Diagnostico ambiental, Descripción de componentes abióticos, caracterización del medio físicos.	
Brenda Guadalupe Nungaray Flores	Bióloga	Muestreos y descripción de los componentes abióticos (atmósfera, suelo, hidrología, geomorfología y paisaje)	
Daniel Ulises Pinedo González	Biólogo	Muestreos del componente vegetación del Área del Proyecto, SA y AI. Descripción de la Vegetación, determinación taxonómica de las especies registradas	
Luis Fernando Ramírez	Biólogo	Muestreos del componente Fauna del Área del Proyecto, SA y AI.	
Joaquín Sainz Hermosillo	Ing. Ambiental	Elaboración del Sistema de Información Geográfica (SIG) y Anexos para el Proyecto	
Joel Macedo	Técnico	Armado y edición de Anexos fotográficos, impresión, y armado del estudio y logística de envió	

Descargo de responsabilidad

La presente Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto Tajo Quebradillas, 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 Parrilla Plata Mining, 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 Parrilla Plata Mining, 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

[redacted]

I.3.3 Dirección del responsable técnico del documento

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

Tabla 1.4. Datos de la empresa responsable del estudio

Nombre	Clifton Associates Ltd (MB) - Natural Environment S. C.
Calle	Militares 556
Colonia	Jardines de Guadalupe
C.P.	45030
Municipio	Zapopan
Entidad Federativa	Jalisco
Teléfono	(33) 3642-5735 y (33) 3630-2099
Portal web	http://www.cliftonmexico.com.mx

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información General del Proyecto

II.1.1. Naturaleza del Proyecto

El Proyecto está conformado por cuatro obras, una obra nueva y tres de ellas preexistentes, autorizadas en Materia de Impacto Ambiental mediante el oficio SG/130.2.1.1/000233/11 con una superficie de **37 ha** de las cuales únicamente fueron utilizadas **25.6987 ha**. La vigencia de dicha autorización en Impacto Ambiental expiró en febrero de 2024, por lo que actualmente estas obras están fuera de operación y únicamente tienen actividades de monitoreo y mantenimiento.

Con la reciente compra de la Unidad Minera La Parrilla por Silverstorm, tanto como las reservas de mineral estimadas en el sitio, se pretende con el presente Proyecto reanudar las operaciones mineras en el sitio, dando una mayor vida útil a las obras existentes además de la implementación de una obra nueva que servirá para eficientar la operación minera, así como mejorar la seguridad de todos los colaboradores.

Tomando lo anterior en consideración, la Unidad Minera pretende ejecutar las obras y actividades correspondientes a las etapas de construcción y operación de una nueva bocamina dentro del Tajo Quebradillas, así como de la reanudación de la operación de obras existentes, como lo es el monitoreo y mantenimiento del Tajo Quebradillas, la operación y mantenimiento de la Tepetatera Vacas, y la operación de la bocamina existente dentro del Tajo Quebradillas la cual es el acceso principal a la Mina subterránea Quebradillas.

Las obras del Proyecto Tajo Quebradillas se encuentran en un área previamente impactada y no requerirán de actividades de cambio de uso de suelo ya que mantendrán las huellas actuales de afectación.

II.1.2. Objetivo del Proyecto

El objetivo principal del desarrollo del Proyecto Tajo Quebradillas de la Unidad Minera La Parrilla es el poder reanudar la operación Tajo Quebradillas, Bocamina existente dentro del Tajo, así como la Tepetatera Vacas, y adecuar en una superficie para la construcción y operación de una nueva bocamina dentro del Tajo Quebradillas para continuar con la explotación y beneficio de minerales provenientes de la Mina Subterránea Quebradillas, propiciando el desarrollo de la Unidad Minera la Parrilla, creación y mantenimiento de empleos así como de la derrama económica en la zona.

II.1.3. Ubicación física

El Proyecto Tajo Quebradillas se encuentra en su totalidad dentro de los límites del municipio de Nombre de Dios, en el extremo Este del Estado de Durango, aproximadamente a 75 km al Sureste de la Ciudad de Durango, muy cerca del poblado denominado San José de la Parrilla. La Cabecera Municipal que lleva el mismo nombre que el municipio está ubicado en línea recta a 20 km al Noroeste del Proyecto. En la Figura 2. 1 se representa la delimitación del Proyecto.

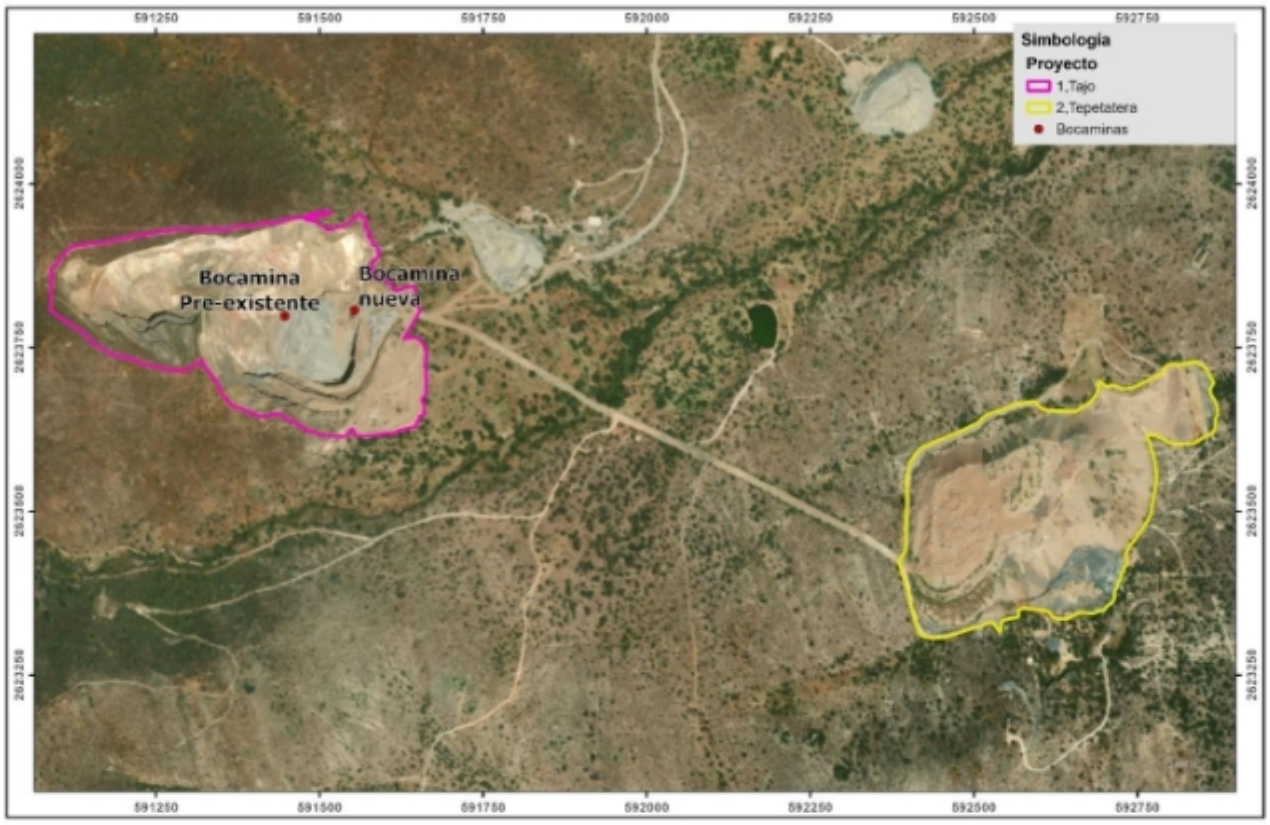

Figura 2. 1. Proyecto Tajo Quebradillas

Para llegar al sitio se debe tomar la Carretera Federal No. 45 México – Ciudad Juárez, El sitio se encuentra a 75 km desde la Ciudad de Durango en dirección sureste. En la Figura 2. 2 se aprecia la ubicación del Proyecto y sus rutas de acceso. La localización particular del proyecto y sus rutas de acceso se presentan de manera detallada en el **Anexo 2.2**.

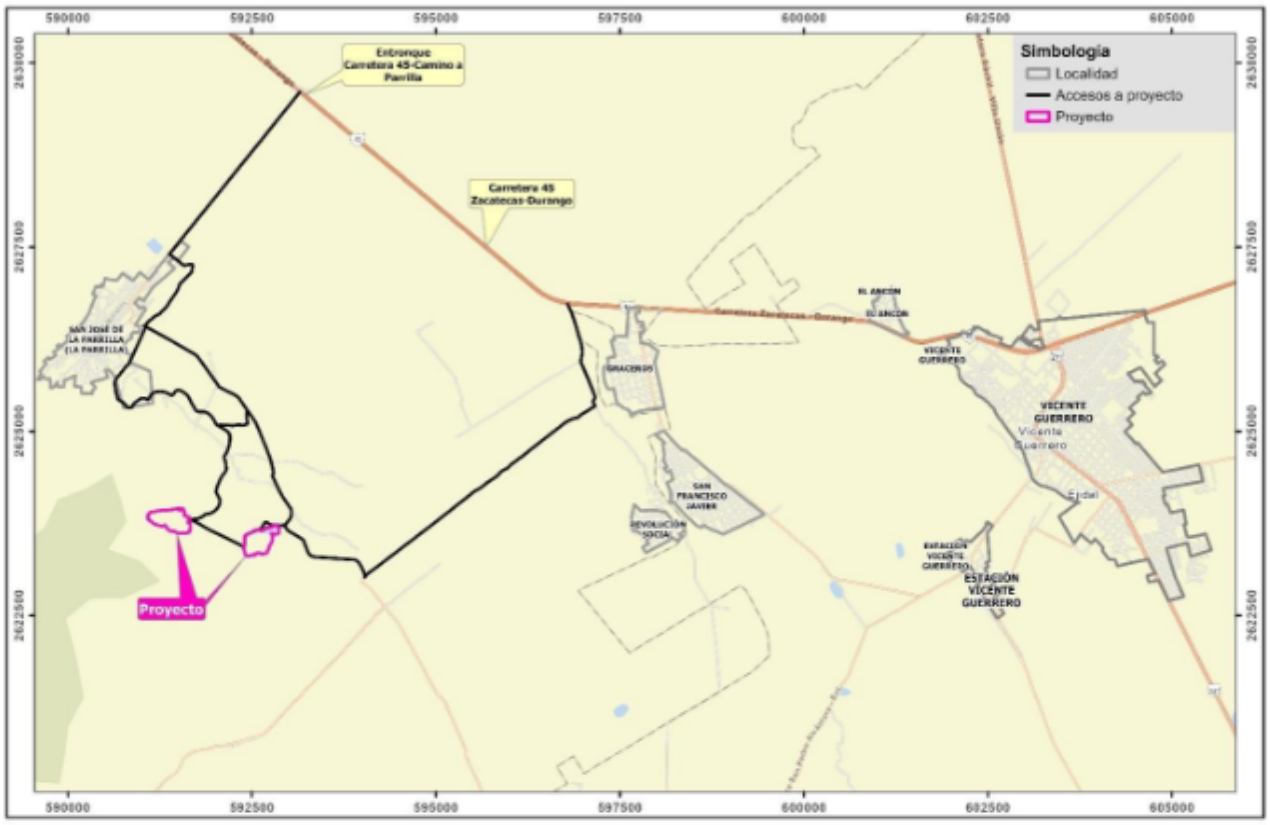

Figura 2. 2 Localización del Proyecto y ruta de acceso

II.1.4. Urbanización del área

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

La selección del sitio se dio a partir de que el Proyecto busca reanudar la operación de las obras existentes, dándoles una mayor vida útil, además de que ya se cuenta con la infraestructura, personal capacitado, y maquinaria para el desarrollo de las actividades de extracción de minerales, aunado a lo mencionado anteriormente, las proyecciones estimadas de mineral permitirían la operación de estas obras por 12 años más. Adicionalmente, al ser un área previamente impactada, con la reanudación de la operación, así como la construcción y operación de la nueva bocamina no presentarían afectaciones nuevas en el área.

Como se mencionó con antelación la ubicación del Proyecto Tajo Quebradillas se localiza en un área previamente impactada y sin nueva afectación en áreas forestales. Este Proyecto se relaciona de manera directa con las actividades y obras mineras que se realizan en el sitio, por lo que se llevarán a cabo en conjunto a la operación general de la mina. En la Figura 2. 3 se presenta una fotografía actual de la mina y sus distintos componentes.

Figura 2. 3. Vista general de la Unidad Minera La Parrilla

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

II.1.5. Inversión requerida

La inversión estimada para el desarrollo y ejecución del Proyecto Tajo Quebradillas, es de $89,190,000 dólares equivalente a $1,763,286,300 pesos mexicanos tomando como referencia el valor del dólar al día 11 de septiembre de 2024 que es de $19.77 pesos mexicanos; todo esto considerando a las actividades propias a realizar en los polígonos del Proyecto, y que de los cuales, la empresa promovente invertirá un porcentaje del total para gastos relacionados con la protección y conservación del medio ambiente, resultado de aplicar las medidas de prevención y mitigación, incluyendo los pagos por compensación ambiental

II.2. Características Particulares del proyecto

II.2.1. Dimensiones del proyecto

Tal como fue anticipado, el Proyecto Tajo Quebradillas promovido por Parrilla Plata Mining, S.A. de C.V. consta de un total de 2 áreas que abarcan una superficie de **25.6987 ha.**

La ejecución de estas obras se localiza en un área previamente impactada y sin afectación en áreas forestales, donde se hará uso de los insumos que se encuentran construidos y autorizados de la Unidad Minera La Parrilla.

En la Figura 2. 4 se presenta el Polígono del Proyecto en donde se presentan las 2 áreas propuestas y solicitadas en Materia de Impacto Ambiental para el Proyecto Tajo Quebradillas **Anexo 2.3**.

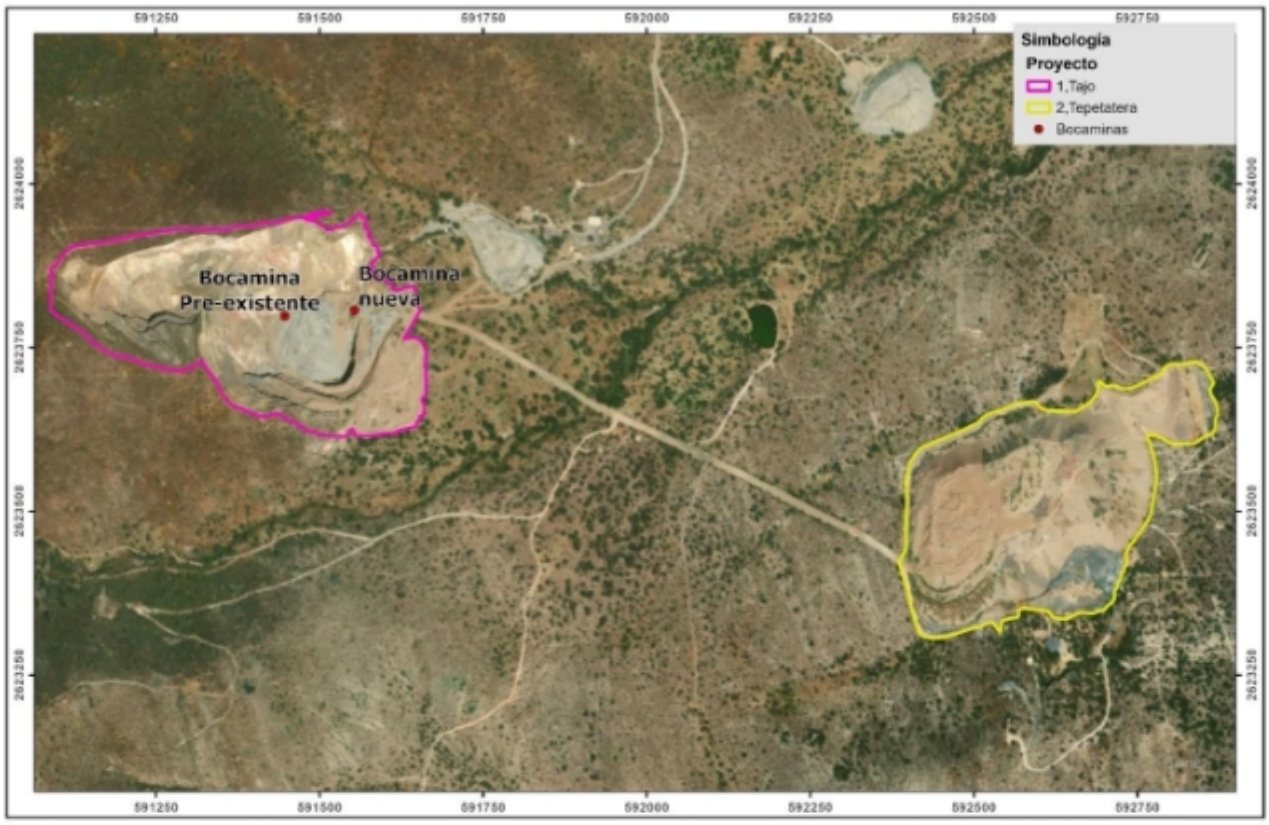

Figura 2. 4 Polígonos del Proyecto Tajo Quebradillas

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

II.2.2. Representación gráfica regional

En la Figura 2. 5 se muestra la ubicación del SA con respecto a la Cuenca Hidrológica denominada Río Poanas, la cual pertenece a la región Hidrológica Presidio-San Pedro (RH11), los datos hidrológicos a detalle se muestran en el Capítulo IV de este documento.

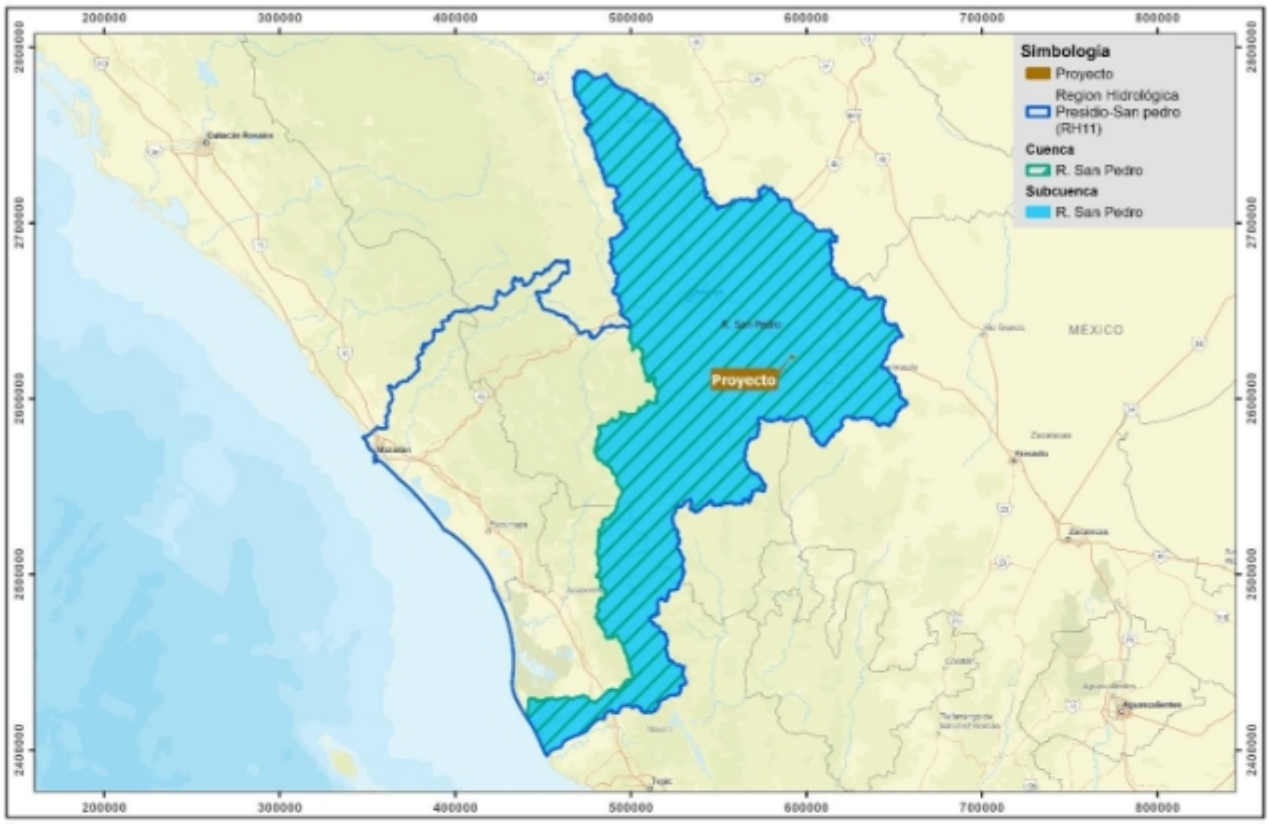

Figura 2. 5. Ubicación Regional del Proyecto en el Contexto Hidrológico

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

II.2.3. Representación gráfica local

La ejecución del Proyecto Tajo Quebradillas se llevará a cabo sobre terrenos propiedad de Parrilla Plata Mining, S.A. de C.V. en donde se desarrollarán las obras solicitadas.

II.2.4. Construcción, Operación y Mantenimiento

II.2.4.1. Construcción

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

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

Levantamiento topográfico

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

Trazo y delimitación de obras

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

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

En esta etapa se realizará la construcción de una nueva bocamina y rampa de acceso a la mina subterránea Quebradillas. Esta obra se encontrará dentro del Tajo Quebradillas, que es una zona previamente impactada, desprovista de vegetación y por tanto resulta la opción más viable para el desarrollo de esta obra, la cual beneficiará a la Unidad Minera, al complementar la infraestructura necesaria para satisfacer el ritmo de acarreo que se llevará durante la operación de esta (800 t/d).

El segundo portal de acceso a la mina quebradillas estará ubicado en las coordenadas: Este 591553.225, Norte 2623807.078, a 2114.87 msnm, y contará con una longitud de 535 metros con una pendiente del -12.5% hasta conectar con el nivel de elevación 2048, de allí conectará con una rampa secundaria con el nivel 8 de la Mina Actual de Quebradillas.

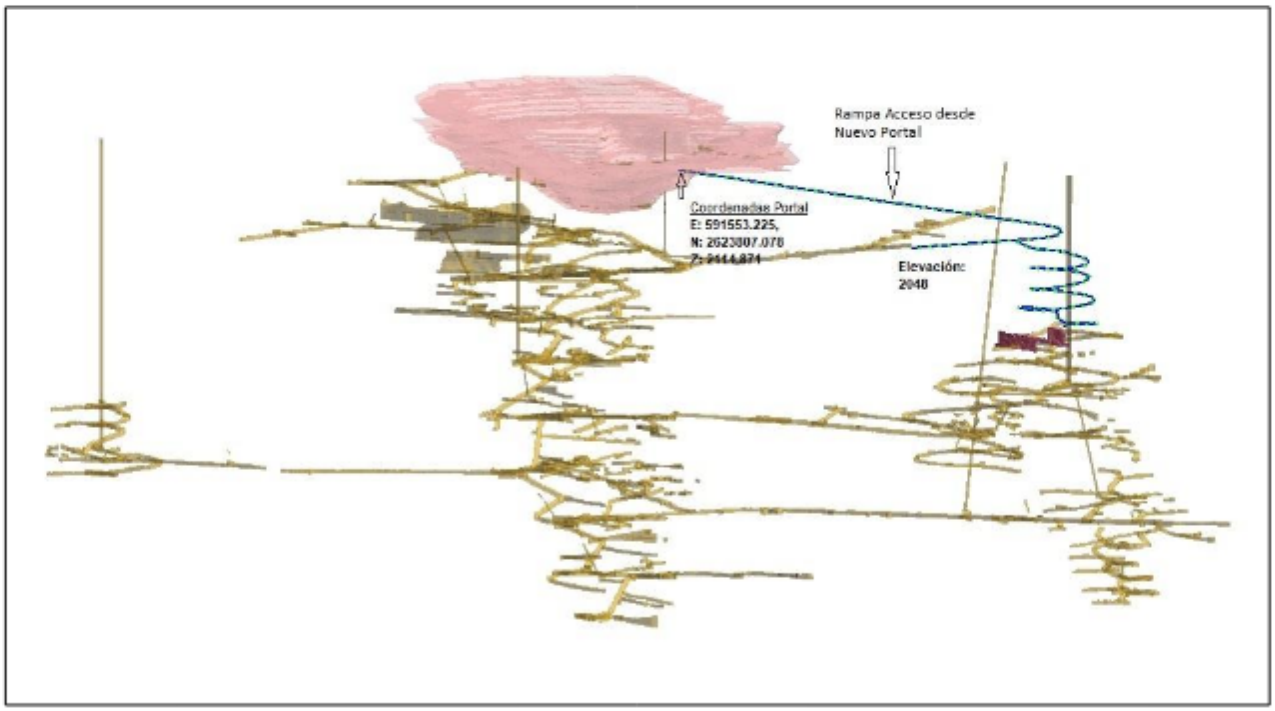

Figura 2. 6. Ubicación y Proyección de Bocamina

La bocamina tendrá distintas secciones de obra, rampas de infraestructura principal, frentes de desarrollo en mineral, una subestación eléctrica, un nicho eléctrico, tubería de extracción de aire áreas para cargaderos y nichos de resguardo, a continuación de describirán con más detalle.

Rampa de infraestructura principal negativas

Estas tendrán una inclinación de entre -10% y -15% en rectas y curvas con un radio de giro de 15°, el soporte es con ancla Split Set de 6ft u 8ft, zarpeo de 2" a 3" y malla electrosoldada de 4.0x4.5 m, siempre con la supervisión de que la mecánica de rocas lo permita. A continuación, se muestra un esquema de esta sección (Figura 2. 7).

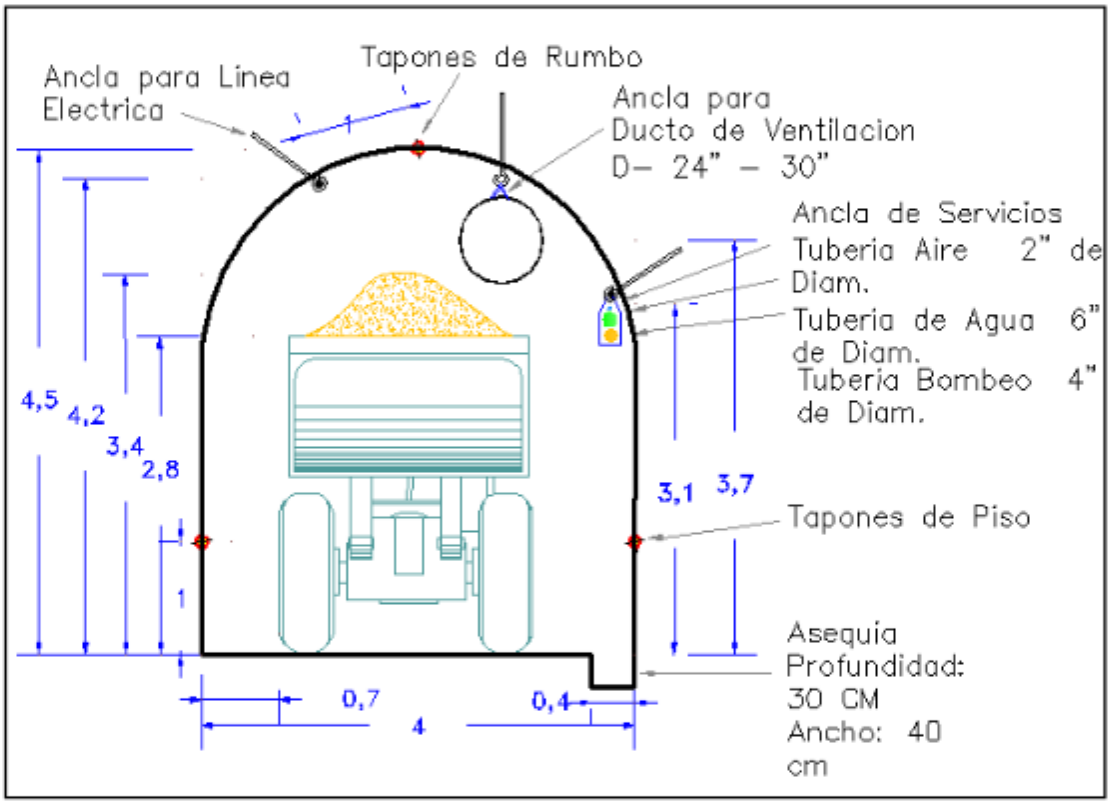

Figura 2. 7. Vista de sección y servicios rampa principal negativa

El portal medirá 4 m de ancho por 4.5 m de altura, y de entro de este se administrarán los servicios necesarios para la operación interior mina, como lo son el ducto de ventilación, la línea eléctrica, así como tuberías de aire y agua.

Rampa de infraestructura principal positivas

Estas secciones tendrán una inclinación de +12 a +15% en rectas y en curvas con un radio de 15°, el soporte es con ancla Split Set de 6ft o 8ft, zarpeo de 2" y malla electrosoldada a una sección de 4.0x4.5m según la mecánica de rocas lo permita. El manejo de mineral y tepetate mientras se conforma esta sección se dará con camiones de 14 m3.

Los servicios antes mencionados estarán presentes de igual manera en esta sección, y su distribución se muestra en la Figura 2. 8.

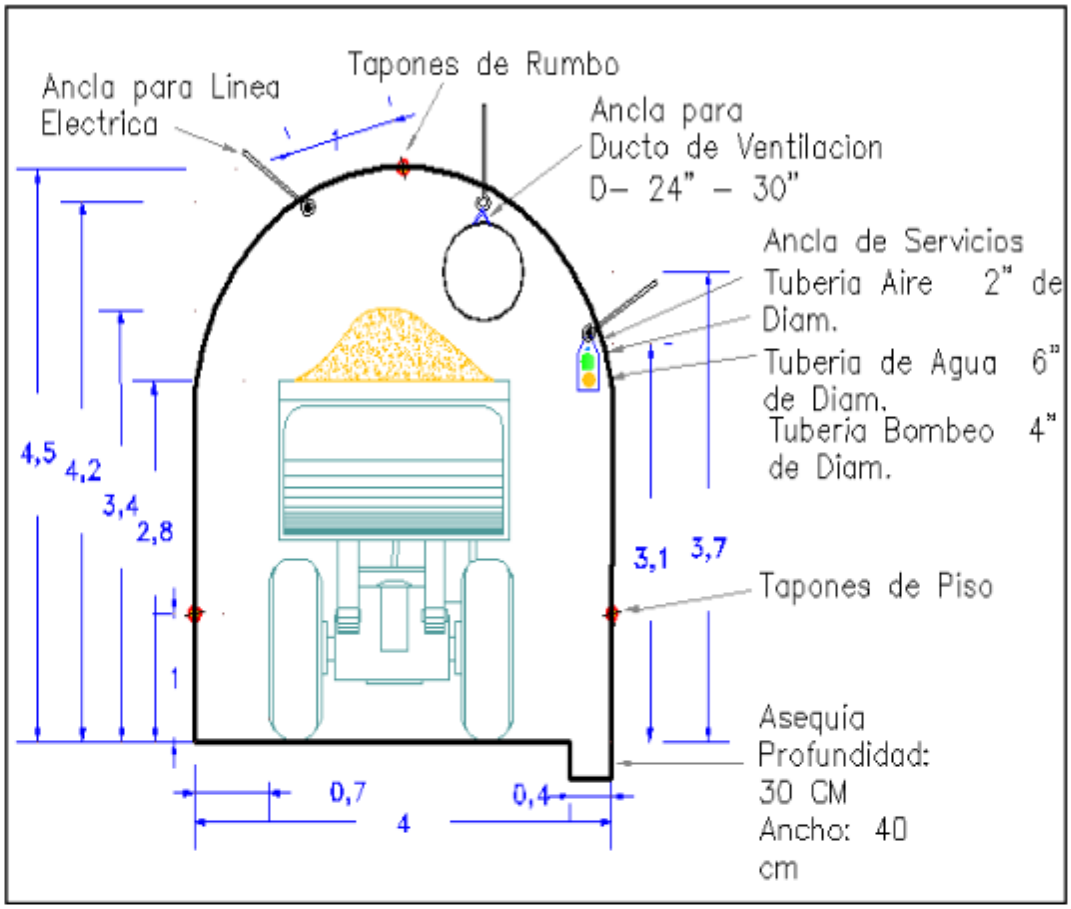

Figura 2. 8. Vista de sección y servicios rampa principal positiva

Frentes de desarrollo de mineral

La pendiente recomendada es de +1% y el soporte con ancla Split Set de 6 ft o 8 ft, zarpeo 2" a 3" y malla electrosoldada de 2.4 x 3.0m, según lo permita la mecánica de rocas. En esta sección de la obra se ajustará de acuerdo con el ancho de la veta.

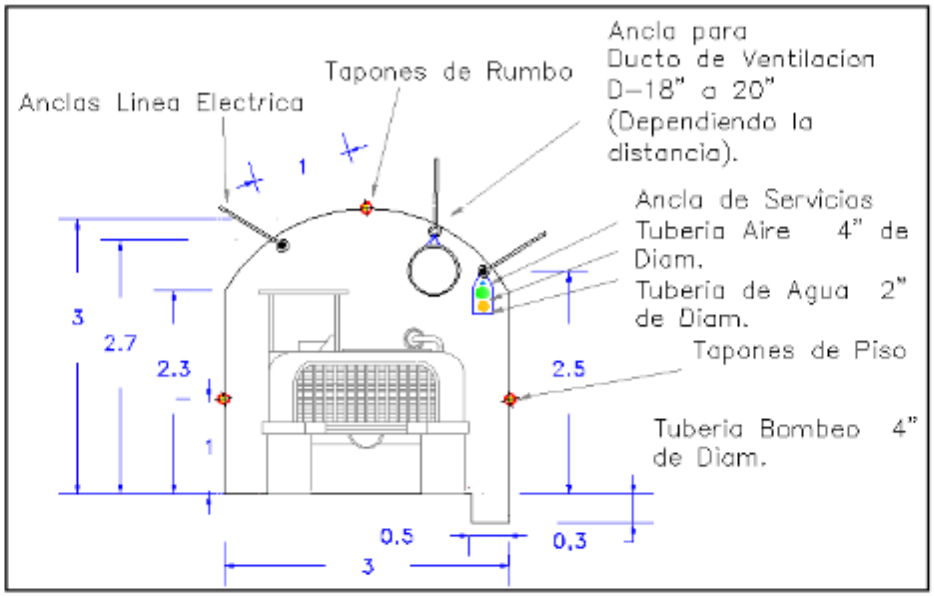

Figura 2. 9. Sección frentes de desarrollo de mineral

Subestación eléctrica

La pendiente recomendada es de +1% y el soporte es ancla de Split Set de 6ft U 8ft, zarpeo 2" – 3" y malla electrosoldada a una sección de 3.5 x 3.5 m.

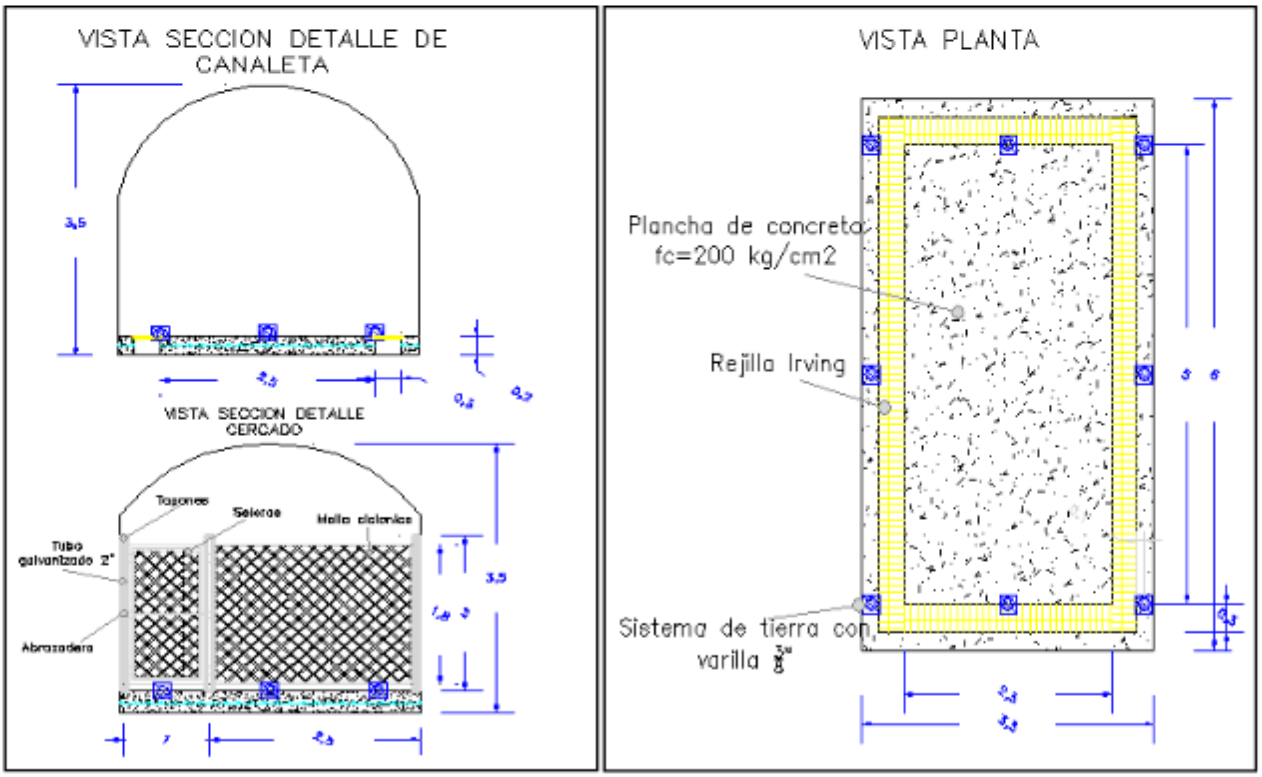

Figura 2. 10. Sección subestación eléctrica.

Requerimientos de obra

- Precaución de riesgo eléctrico
- Prohibido el paso, sólo personal autorizado
- Señalización del extintor
- Mantener la puerta cerrada
- Número de Subestación
- Señalización de voltaje

Nicho Eléctrico

La pendiente recomendada es de +1.0%. La sección de obra podrá variar de 2.5 x 2.5 m o de 3.0 x 2.5 m según las necesidades de las obras en desarrollo o en producción, para 2 o 3 arrancadores de bombas, ventiladores o centinelas según sea el caso, siempre con 2.0 m de profundidad. El soporte es con ancla Split Set de 6 ft u 8 ft, zarpeo 2" – 3" y malla electrosoldada a una sección variable de 2.5 x 2.5 m o de 3.0 x 2.5 m.

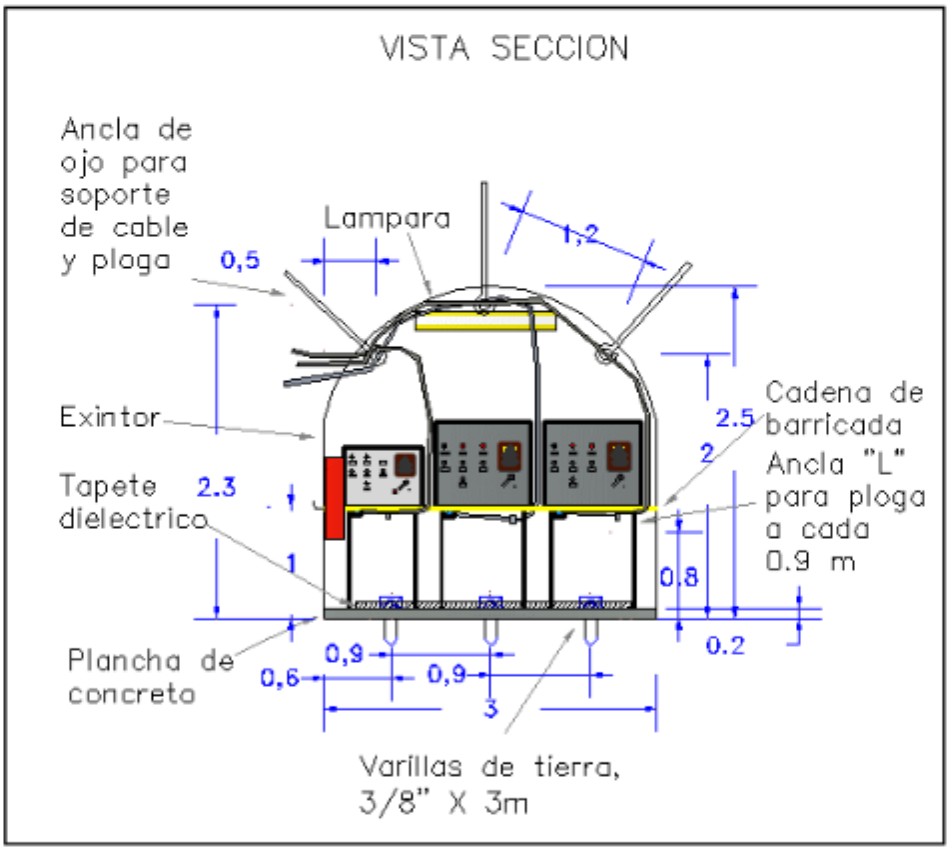

Figura 2. 11. Sección Nicho Eléctrico

Requerimientos de obra

- *Sección iluminada.*
- *Lampara en arista del cielo.*
- *Pancha de concreto de 20 cm.*

- *Fuera de escurrimientos de agua.*
- *Identidicar nicho con nomenclatura.*

Tubería de extracción de aire

Se recomienda realizarlo únicamente con pendiente entre los 7° y 85°, la sección podrá variar entre 1.5m y 2.0 m de diámetro. Deberá contar con anclas para servicios cada 2.5 m, ancla para pasamanos y línea de vida cada 2.0 m, anclas para escalera cada 2.1 m, escaleras de 3.0 m y los peldaños de la escalera deberán colocarse cada 0.3 m.

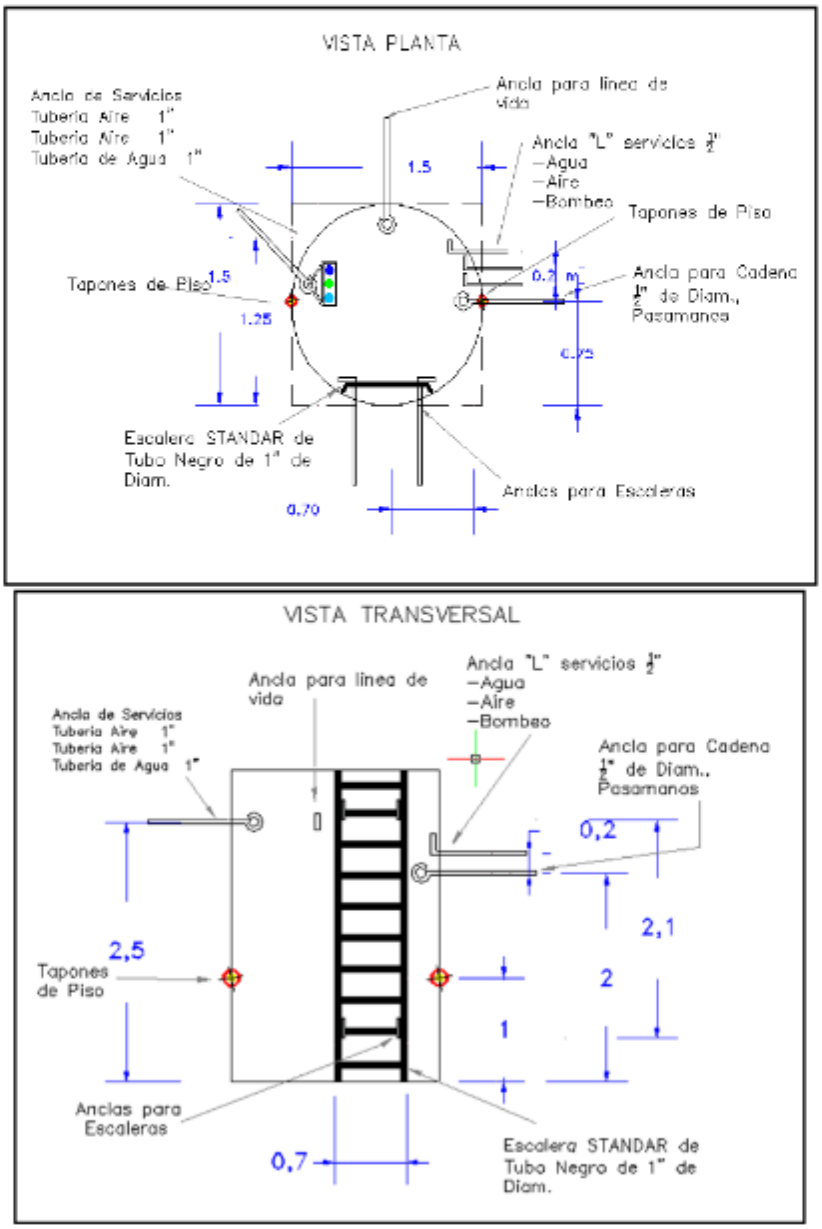

Figura 2. 12. Detalle de tubería de ventilación

II.2.4.2. Operación

La etapa de operación es la más importante, ya que el objetivo principal del Proyecto Tajo Quebradillas es reanudar la operación y dar una mayor vida útil de las obras existentes, para la continuidad de explotación de minerales dentro del Tajo Quebradillas, y la mina subterránea Quebradillas, así como del manejo de tepetate en la Tepetatera Vacas. Reanudar la operación representa un beneficio al mantener los empleos existentes, generar nuevos empleos, continuar con la derrama económica en la región, además, ya que el Proyecto se ejecutará dentro de áreas previamente afectadas, representa mayor viabilidad al no requerir de un aprovechamiento mayor de áreas forestales y no tener afectaciones nuevas en el área.

A continuación, se muestra en la siguiente figura el plan maestro del Proyecto Tajo Quebradillas.

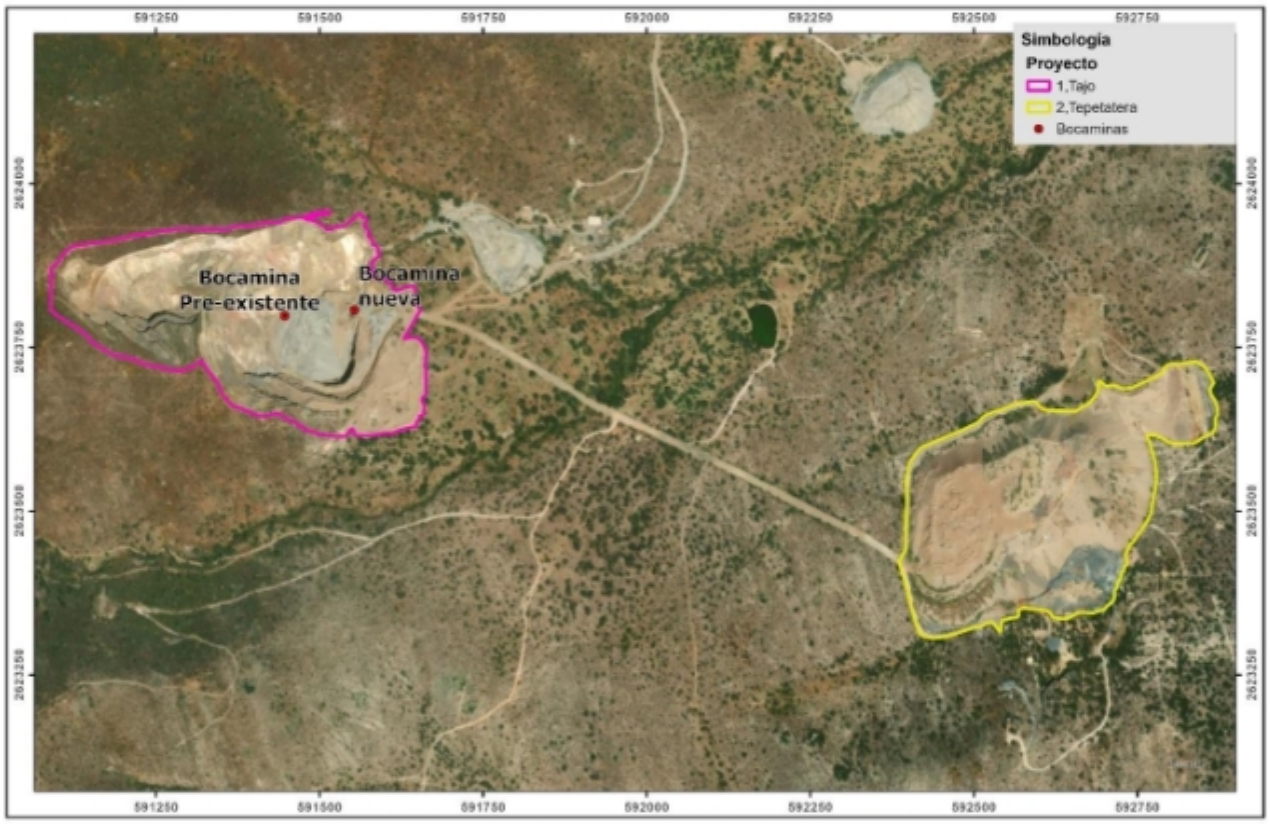

Figura 2. 13.Plan maestro del Proyecto Tajo Quebradillas

Tabla 2. 1 Superficies del Proyecto Tajo Quebradillas

Obras		Área ha
1	Tepetatera Vacas	12.3887
2	Tajo Quebradillas	13.31
Total		25.6987

Tajo Quebradillas

El tajo Quebradillas tiene una superficie de ocupación de 13.31 ha como se menciona en la Tabla 2. 1, en el anexo digital se muestran las coordenadas del polígono correspondiente a esta obra.

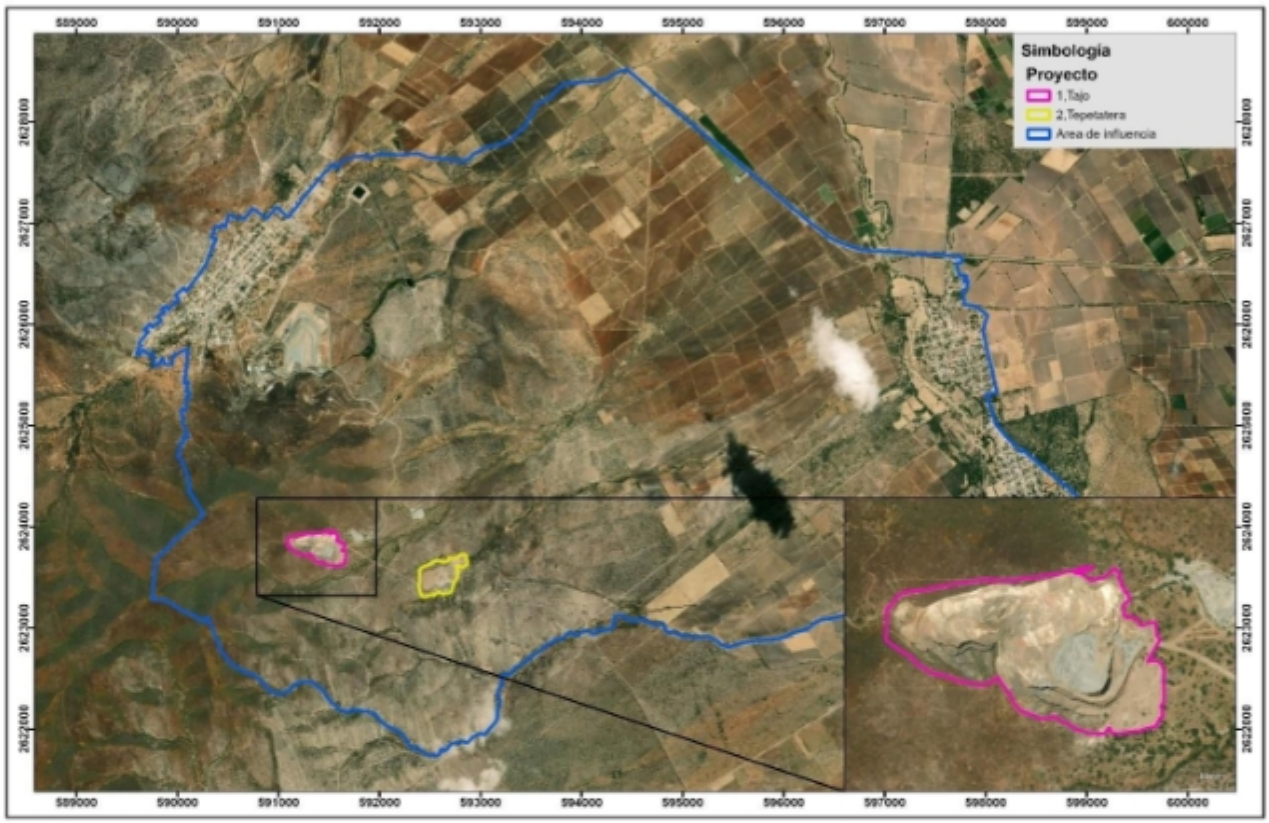

Figura 2. 14. Ubicación del Tajo Quebradillas respecto al sistema ambiental

Figura 2. 15. Fotografías aéreas del Tajo Quebradillas

El Tajo Quebradillas se mantendrá con la afectación actual, la Promovente no pretende continuar la explotación de minerales a través de este método (minado a cielo abierto), sin embargo, se busca continuar la explotación de minerales a través del minado subterráneo, por lo que mantener el acceso a la bocamina existente dentro del tajo y además de la instalación de una nueva bocamina es de suma importancia para continuar las operaciones de la Unidad Minera La Parrilla en la Mina subterránea Quebradillas. El Tajo Quebradillas tendrá únicamente actividades de monitoreo y mantenimiento. Posteriormente la huella de ocupación se integrará al Plan de Cierre de la Unidad Minera.

Figura 2. 16. Vista aérea del Tajo Quebradillas.

Mina subterránea Quebradillas

La etapa de operación y mantenimiento contempla las actividades productivas de explotación y beneficio de los minerales metálicos, principalmente plata, plomo y zinc mediante el minado subterráneo por medio de los procesos de extracción convencionales como el corte y relleno el cual consiste en excavar el mineral por cortes verticales u horizontales para ser extraído y posteriormente cargado directamente a los camiones de acarreo para llevarlo a superficie. (proceso planta de beneficio).

La Mina subterránea Quebradillas tiene gran importancia dentro de la operación de la Unidad Minera La Parrilla, ya que es una de las cinco minas subterráneas que la conforman, esta tiene una proyección del cuerpo mineral de 750 metros de profundidad y en su área principal 600 metros de longitud, como se muestra en la Figura 2. 17 y Figura 2. 18.

Figura 2. 17. Arreglo subterráneo de la Mina Quebradillas

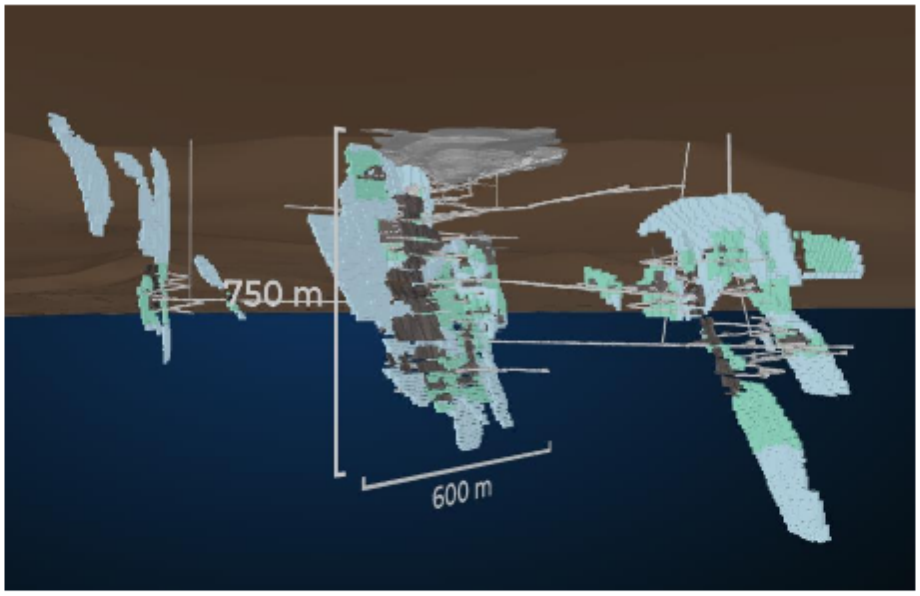

Figura 2. 18. Dimensiones de la Mina subterránea Quebradillas y proyecciones de mineral

Bocaminas

Las bocaminas tienen como función principal ser un portal de acceso a la mina subterránea Quebradillas, además de proveer de distintos servicios, como la circulación de aire, y agua mediante las instalaciones de la obra. El Proyecto busca continuar con la operación de la bocamina preexistente y una bocamina nueva, ambas dentro del Tajo Quebradillas.

Las coordenadas de ambas bocaminas se presentan en la Tabla 2. 2, así mismo puede ser observada en la Figura 2. 20 y Figura 2. 21.

Tabla 2. 2. Coordenadas bocaminas Tajo Quebradillas.

Obra	Coordenada X	Coordenada Y WGS84 13N
Bocamina preexistente	591447	2623797
Bocamina nueva	591553.225	2623807.078

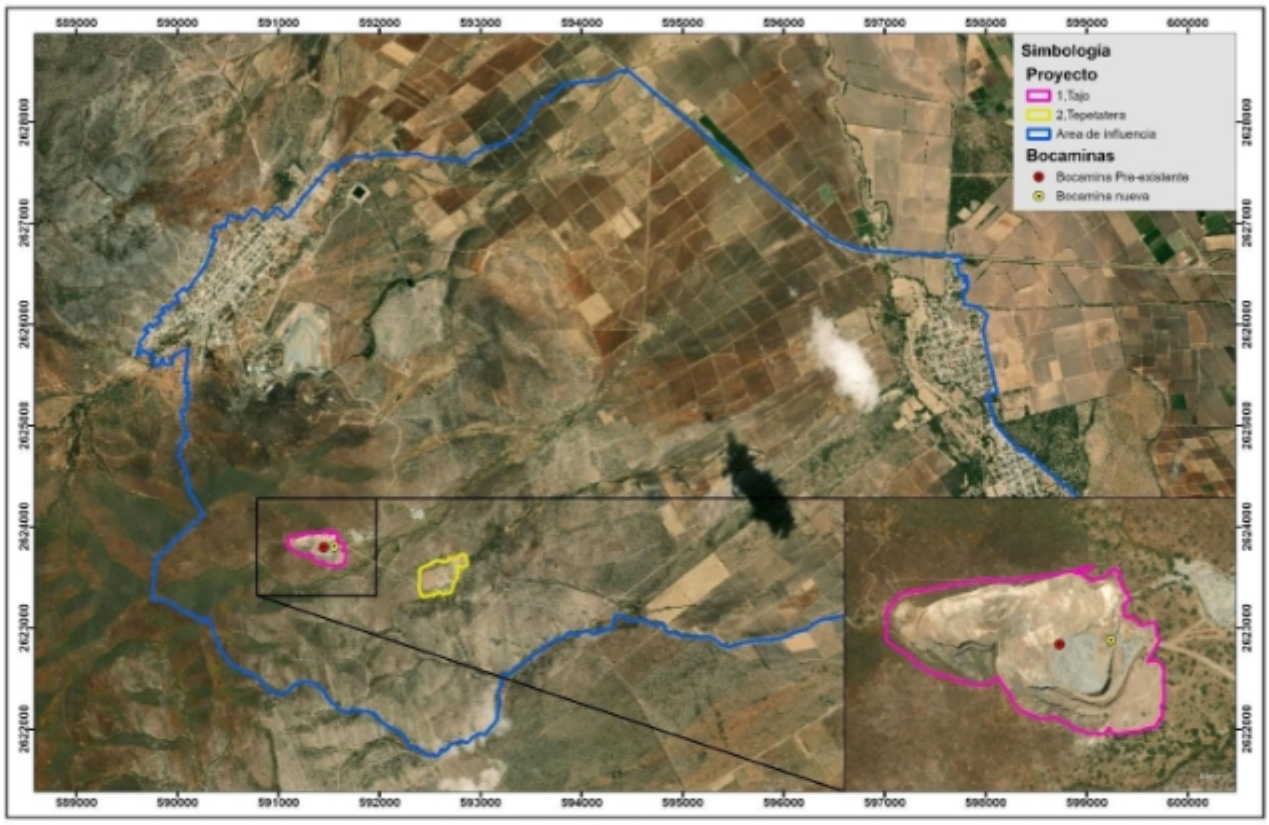

Figura 2. 19. Ubicación de bocaminas

Figura 2. 20. Vista de Bocamina actual dentro de Tajo Quebradillas.

Figura 2. 21. Bocamina existente, acceso a Mina Subterránea Quebradillas.

La bocamina pre-existente tiene las siguientes características, es un portal de 4x4 metros, que conecta a sitios de rebajes interior mina. Como se mencionó anteriormente, se pretende además la construcción de una nueva bocamina, ambas bocaminas estarán en funcionamiento y se estima que a través de la operación de ambos portales sea posible la extracción de 800 toneladas de mineral por día.

Tepetatera Vacas

La Tepetatera Vacas es una de las obras principales del Proyecto Tajo Quebradillas. Esta obra tiene una huella de afectación actual de 12.3887 ha, esta superficie se mantendrá durante la operación del Proyecto.

El objetivo esta obra será almacenar el material inerte generado por la extracción de minerales de la Mina Subterránea Quebradillas una vez que se reanuden actividades en el sitio. Este proceso se llevará a cabo por medio de camiones de volteo que llevarán el tepetate desde el sitio de generación hasta el área de la Tepetatera donde se realizará la descarga y conformación del banqueo hasta llegar a la capacidad máxima de almacenamiento estimada.

Durante la fase final de la operación, se pretende el aprovechamiento del Tepetate para acceder a minerales de baja ley mediante el proceso de beneficio, aunque este proceso dependerá del valor del mercado de dichos minerales y que sea viable operativamente en relación con el costo-beneficio para la Unidad Minera. De ejecutarse lo descrito anteriormente la Promovente dará aviso a la autoridad oportunamente.

Así mismo el tepetate será aprovechado durante la etapa de cierre de la unidad minera, siendo parte de las obras de restitución.

En la **Figura 2. 22** se muestra la ubicación de la Tepetatera Vacas, dentro del área de influencia. Las coordenadas del polígono correspondiente a la Tepetatera Vacas pueden ser consultadas dentro del Anexo Digital del Proyecto.

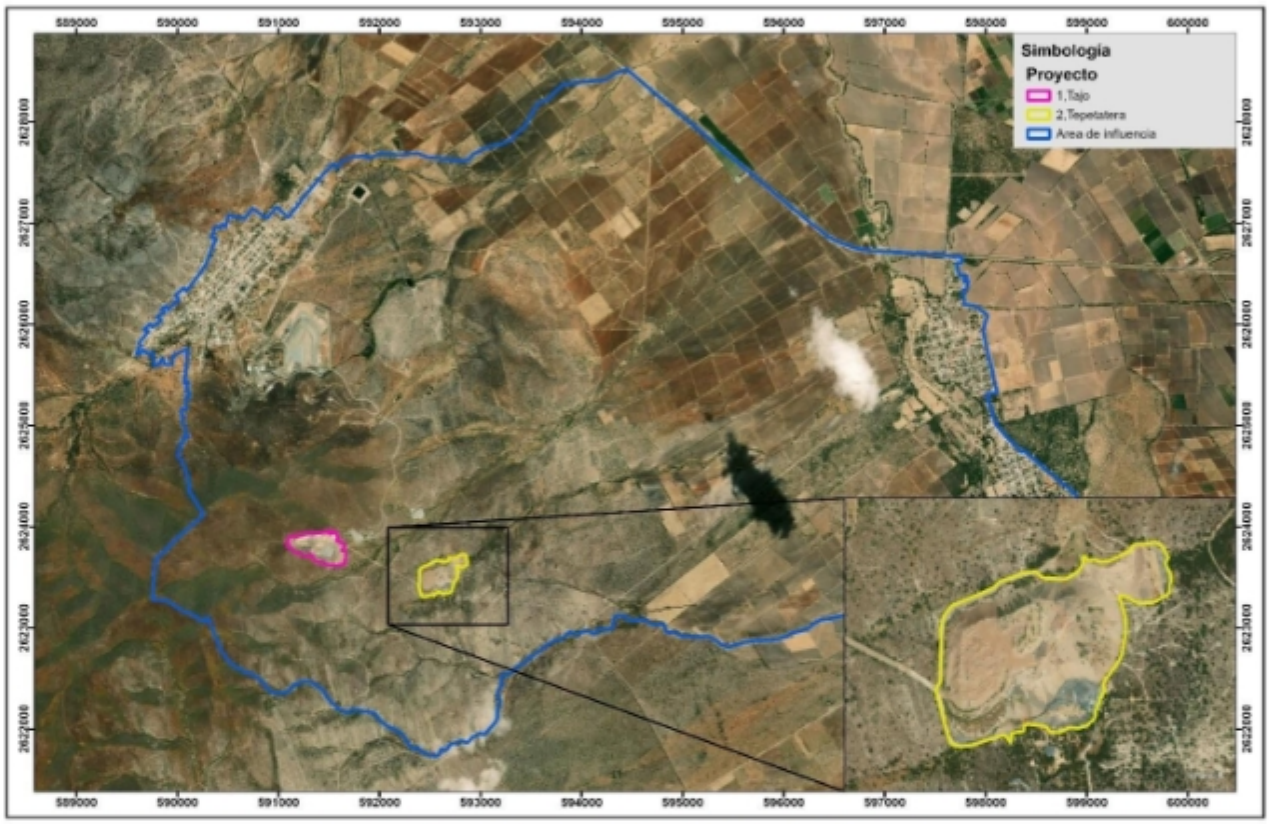

Figura 2. 22. Ubicación de Tepetatera Vacas

Las coordenadas del polígono correspondiente a la tepetatera vacas pueden ser consultadas dentro del Anexo Digital del presente Proyecto.

Figura 2. 23. Tepetatera Vacas

Figura 2. 24. Vista aérea de la Tepetatera Vacas

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

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

II.2.6. Descripción de las obras asociadas al Proyecto

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

II.2.7. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

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

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

II.2.8. Programa general de trabajo

La planeación del Proyecto Tajo Quebradillas implicó la revisión de la zona en general, una vez definido el programa de trabajo, se procedió a la elaboración de los estudios ambientales como lo es la presente MIA-P, la cual requirió trabajo de campo y recopilación de información de diversas fuentes y de diferentes fechas. Una vez concluido el estudio, se someterá a evaluación ante SEMARNAT para la autorización del Proyecto, y una vez obtenido el resolutivo favorable, iniciará su ejecución. Para ejecutar las distintas obras y actividades del proyecto se solicita una vida útil de 12 años.

El cronograma de actividades que a continuación se presenta en la Tabla 2. 3 comprende un periodo de 12 años para las actividades correspondientes a las etapas de construcción y operación y mantenimiento que serán desarrolladas durante toda la vida útil del Proyecto de manera gradual conforme los requerimientos operativos de la Unidad Minera.

En caso de que las necesidades operativas de la Unidad Minera así lo requieran se solicitará una ampliación del tiempo de vida útil por medio del trámite correspondiente

Tabla 2. 3 Tiempo de vida útil

Etapa	Periodo (Años)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Construcción												
Construcción de nueva bocamina	■	■										
Operación / Mantenimiento												
Extracción Acarreo y Beneficios de Minerales (Minado Subterráne Quebradillas)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Depósito de material estéril y Conformación de depósito Vacas.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Medidas de atenuación y compensación de daños ambientales											■	■
Nivelación del material estéril Vacas											■	■
Acarreo del suelo fértil hacia el depósito.											■	■
Nivelación del suelo fértil o vegetal.											■	■
Reforestación y cuidados posteriores.											■	■
Monitoreo Ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

II.2.9. Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera

Residuos domésticos

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

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

Residuos peligrosos

Los residuos de tipo industrial, clasificados como peligrosos, que se generarán durante el desarrollo de las actividades del Proyecto, serán principalmente: aceite lubricante gastado, sólidos de mantenimiento, baterías usadas, estopas usadas con agentes lubricantes y envases impregnados de grasa o aceite. Los residuos mineros, se generarán por la misma operación del Proyecto Tajo Quebradillas, siendo este principalmente tepetate, que será almacenado en la Tepetatera Vacas.

Todos los residuos al momento de generarse serán almacenados de manera provisional en el Proyecto en contenedores debidamente rotulados y de color adecuado para el tipo de residuo, los cuales serán recolectados y almacenados en los distintos almacenes de residuos peligrosos operativos en la Mina La Parrilla, para que finalmente puedan ser dispuestos de manera adecuada por empresas certificadas para dichas actividades.

Descargas de aguas residuales

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

Partículas suspendidas

Durante las distintas actividades del Proyecto, se tendrá una constante emisión de partículas suspendidas, puesto que la operación de las distintas obras suele tener un levantamiento de polvos fugitivos (Partículas Suspendidas Totales y Partículas Menores a 10 micras PM10) de manera involuntaria, siendo producidas por la operación del Tajo, Tepetatera, operación de maquinaria, así como el tránsito vehicular. Este tipo de efectos a la atmósfera serán debidamente analizados y contemplados para el desarrollo de las distintas medidas de prevención, mitigación y compensación del Proyecto.

Emisiones de ruido

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

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

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

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

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

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

> Artículo 5º.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguiente obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:
>
> *L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BEFEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN:*
>
> > *I: Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo;*

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

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

III.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (última reforma publicada el 01-04-2024)

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

Tabla 3. 1 Ordenamientos jurídicos en materia de impacto ambiental

Criterio	Vinculación con el proyecto
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	
Art. 5, XIV.- La regulación de las actividades relacionadas con la exploración, explotación y beneficio de los minerales, substancias y demás recursos del subsuelo que corresponden a la nación, en lo relativo a los efectos que dichas actividades puedan generar sobre el equilibrio ecológico y el ambiente.	El Proyecto conlleva actividades de índole minera, por lo que es facultad de esta dependencia la evaluación y autorización de esta actividad a través de la presentación de la presente MIA
Art. 15, IV (Fracción reformada DOF 24-04-2012). - que quien realice obras o actividades que afecten o dañen el ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha alteración involucre. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales	El Proyecto contempla actividades de explotación de minerales, para lo cual se aplicarán medidas preventivas, de mitigación y compensación ambiental para minimizar los impactos que de ello deriven
Art. 28 (Párrafo reformado DOF 23-02-2005). - (…) quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: y el artículo 5, inciso L), Fracción de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental que enuncia: "Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la federación: I. Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo"	Las actividades del Proyecto Tajo Quebradillas. Entran en los supuestos del artículo 28, en cuanto pretenden llevar a cabo alguna de las obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría.
Art. 30 (Artículo reformado DOF 13-12-1996). - Para obtener la autorización (...), los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, (...)	De acuerdo con el contenido del Artículo 30, la presente MIA, elaborada conforme a la guía de SEMARNAT, cubre los requisitos básicos para la evaluación del Proyecto en materia de impacto ambiental.
II.- La protección de los suelos y de la flora y fauna silvestres, de manera que las alteraciones topográficas que generen esas actividades sean oportuna y debidamente tratadas	II.- Se realizarán actividades de rescate y reubicación de flora, así como de suelos, además de que se ahuyentará a la fauna existente con base en los procedimientos que se han llevado a cabo por la Promovente

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

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

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (RLGEEPA-EIA)	
Art. 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BEFEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN	El proyecto se relaciona directamente con este artículo del RLGEEPA-EIA, debido a que se pretende la extensión de la vida útil del Tajo Quebradillas, Tepetatera Vacas, y bocamina existente dentro del Tajo Quebradillas, así como la construcción y operación de una nueva bocamina, todas las obras mencionadas tienen como finalidad la explotación y beneficio de minerales, tales como plomo, plata, y zinc.
Art. 9.- La Información que contenga la MIA deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del Proyecto. La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la MIA de acuerdo con el tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo.	La presente MIA atiende a las recomendaciones para la elaboración de este tipo de documentos e identifica los aspectos más relevantes del Proyecto y su vinculación con los componentes ambientales en el sitio donde pretende desarrollarse. Asimismo, con base en este artículo, la identificación, evaluación y descripción de los potenciales impactos ambientales que pudiera generar el proyecto, se centrará en aquellos con mayor relevancia, considerándolos como los impactos Principales, para los cuales se proponen medidas específicas de prevención, mitigación y/o compensación.
Art. 51.- La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. Los artículos 52 y 53 también hacen referencia a los seguros y garantías	En caso de que SEMARNAT solicite una fianza o contratación de un seguro ambiental, Parrilla Plata Mining S. A. de C.V. realizará los trámites de las garantías que procedan.

III.1.3. Ley de Minería

La Ley Minera en su Artículo 1 describe que la presente Ley es reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia minera y sus disposiciones son de orden público y de observancia en todo el territorio nacional. Su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Economía, a quien en lo sucesivo se le denominará 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 27.- Las personas titulares de concesiones mineras, independientemente de la fecha de su otorgamiento, están obligadas, por cada lote minero, a:

I. Ejecutar las obras y trabajos previstos por esta Ley en los términos y condiciones que establecen la misma y su Reglamento, y dar aviso a la Secretaría de dicha ejecución dentro de los noventa días hábiles siguientes, contados a partir de la fecha de inscripción de la concesión en el Registro Público de Minería o concluidas las actividades preoperativas.

II. Pagar los derechos sobre minería, contribuciones, aprovechamientos y demás contraprestaciones aplicables, conforme a las disposiciones jurídicas vigentes. Los lotes agrupados pagarán dichas obligaciones de manera individual; 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.

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

I. Dar aviso a la Secretaría 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 Secretaría la práctica de visitas de verificación en ejercicio de las facultades de verificación que le confiere la presente Ley

Artículo 39.- En las actividades de exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento de minerales o sustancias, las personas concesionarias o asignatarias deben preservar, restaurar y

mejorar el ambiente, prevenir y controlar la contaminación del aire, agua, suelo y subsuelo, y respetar los derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas, de conformidad con las disposiciones aplicables a la materia.

La promovente pretende realizar las obras y actividades en completa observancia de la presente ley, y los artículos antes mencionados. El Proyecto Tajo Quebradillas en su compromiso de reducir su impacto ambiental propone medidas de prevención, mitigación, y compensación, estas son mencionadas en el capítulo VI de la presente MIA-P.

III.1.4. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Artículo 17.- Los residuos mineros provenientes del minado y tratamiento de minerales tales como jales, residuos de los patios de lixiviación abandonados, así como los metalúrgicos provenientes de los procesos de fundición, refinación y transformación de metales, que se definan en forma genérica en el reglamento según lo estipulado en el artículo 7, fracción III, de esta Ley, son de regulación y competencia federal y están sujetos a los planes de manejo previstos en esta Ley y demás instrumentos jurídicos de gestión ambiental. Se exceptúan de esta clasificación los referidos en el artículo 19, fracción I, de este ordenamiento.

Los residuos mineros y metalúrgicos, según sea el caso, pueden disponerse finalmente en el sitio de su generación; su peligrosidad y manejo integral se determina conforme a la presente Ley y las disposiciones jurídicas aplicables.

Queda prohibida la disposición final de los residuos mineros y residuos metalúrgicos en áreas naturales protegidas, humedales, cauces y zonas federales de aguas nacionales o en lugares que por el trayecto que seguirían los residuos ante su ruptura afecten núcleos de población.

Los residuos que se generen por la exploración, explotación, beneficio o aprovechamiento de una concesión minera son responsabilidad permanente e intransferible de la persona titular de la concesión, sin importar que su gestión sea realizada a través de un tercero que compartirá solidariamente dicha responsabilidad.

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

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

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

Artículo 40.- Los residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos deben 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.

Párrafo reformado DOF 08-05-2023

En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.

Artículo 41.- Los generadores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, así como los gestores de este tipo de residuos, deben manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

Artículo 45.- Los generadores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos deben 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.

Párrafo reformado DOF 08-05-2023

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

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

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

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

Artículo 33.- Los residuos minero-metalúrgicos se manejarán de acuerdo con los planes de manejo que elaboren los responsables de los procesos que los generen. Estos planes de manejo podrán elaborarse en las modalidades previstas en el presente Reglamento y contendrán:

I. Los residuos objeto del plan de manejo, así como la cantidad que se estima manejar de cada uno de ellos;
II. Las actividades a realizar para el manejo integral de dichos residuos, incluyendo los requisitos de manejo ambiental, su gestión administrativa y su forma de verificación por parte de la Secretaría;
III. La forma de aprovechamiento o valorización, cuando ésta sea posible, y
IV. Los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo.

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

El Artículo 46 del presente Reglamento describe las actividades y el proceso que se deben seguir por parte de los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos, en las que se incluyen la identificación y clasificación de los residuos, el manejo adecuado y por separado, almacenaje,

marcaje y transporte de los residuos generados en el proceso, para que finalmente sean dispuestos por empresas contratistas autorizadas por la SEMARNAT. Todas las características planteadas en el Artículo serán aplicadas y llevadas a cabo.

La Promovente se alineará a lo dispuesto en este reglamento, a partir de los planes de manejo de residuos, sea cual sea su origen, estos mantendrán el manejo adecuado, respetando las Normas Mexicanas aplicables según corresponda.

III.1.7. Ley General de Vida Silvestre

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

El Artículo 18 señala que los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.

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

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

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

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

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

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

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

III.1.8. Ley General de Cambio Climático

La Ley General de Cambio Climático (LGCC) es una ley que fue oficialmente operativa el 06 de junio de 2012, la cual presenta su última reforma con fecha del 01 de abril de 2024 y que tiene como principal finalidad u objeto el garantizar un medio ambiente sano mediante la regulación de distintos factores que pongan en riesgo la calidad ambiental como lo son las emisiones de gases en sus distintos efectos sobre el cambio climático así como regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático. Aunado a esto se busca fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático.

Dicha Ley en su Artículo 5 menciona que la federación, las entidades federativas y los municipios ejercerán sus atribuciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta ley y en los demás ordenamientos legales aplicables. Respecto al cómo se vincula con el presente Proyecto viene relacionado con las distintas actividades y obras propuestas como medidas de prevención, mitigación y compensación en el presente documento, esto con la finalidad de minimizar los posibles impactos ambientales que puedan presentarse con el desarrollo de las actividades de este.

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

I. Los gases o compuestos de efecto invernadero que deberán reportarse para la integración del Registro;

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

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

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

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

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

III. Sector Industrial:

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

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

III. Sector Industrial:

e. Subsector industria minera:
e.1. Minería de minerales metálicos;
e.4. Servicios relacionados con minería;

Con base a lo anterior, el Proyecto conlleva actividades de índole minera, directamente relacionadas con la explotación de minerales mediante el minado a cielo abierto y minado subterráneo, la principal cantidad de emisiones será dada a partir del minado a cielo abierto, (Dispersión de polvos, emisiones de maquinaria trabajando en sitio), sin embargo, el impacto de

estas actividades se verá mitigado por las actividades propuestas en el Cap. VI de la presente MIA-P.

III.1.10. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

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

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

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

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

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

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

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

Esta misma Ley, entre los Artículos 13 y 17, se describen las características, condiciones y excepciones pertinentes con relación a la restauración ambiental durante o posterior a la operación de las actividades, con respecto a obras, compensaciones o inversiones para restaurar los sitios de

manera total o parcial. Para este tema, el Proyecto contempla distintas obras y actividades de prevención, mitigación y compensación presentadas en el Capítulo VI del presente documento, además de que la promovente se apegará a los términos y condiciones de la SEMARNAT que deriven de la evaluación del documento. Finalmente, las obras que se restituyan de manera parcial podrán ser incluidas en los planes de cierre de la Mina La Parrilla.

III.2. Programa de Ordenamiento Ecológico General Del Territorio

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

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

Es importante aclarar que, por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, Proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se encuentran: las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

Para el análisis del Proyecto respecto al POEGT, se tomó como base el SA. Según el POEGT, el SA se encuentra dentro de la Región Ecológica con clave 9.24 y específicamente dentro de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) identificada con el número 14, denominada Sierras y Llanuras de Durango y la Unidad 115 denominada Mesetas de Jalisco, Nayarit y Zacatecas, la cual indica que tiene por política ambiental Aprovechamiento sustentable. y Protección, aprovechamiento sustentable y restauración.

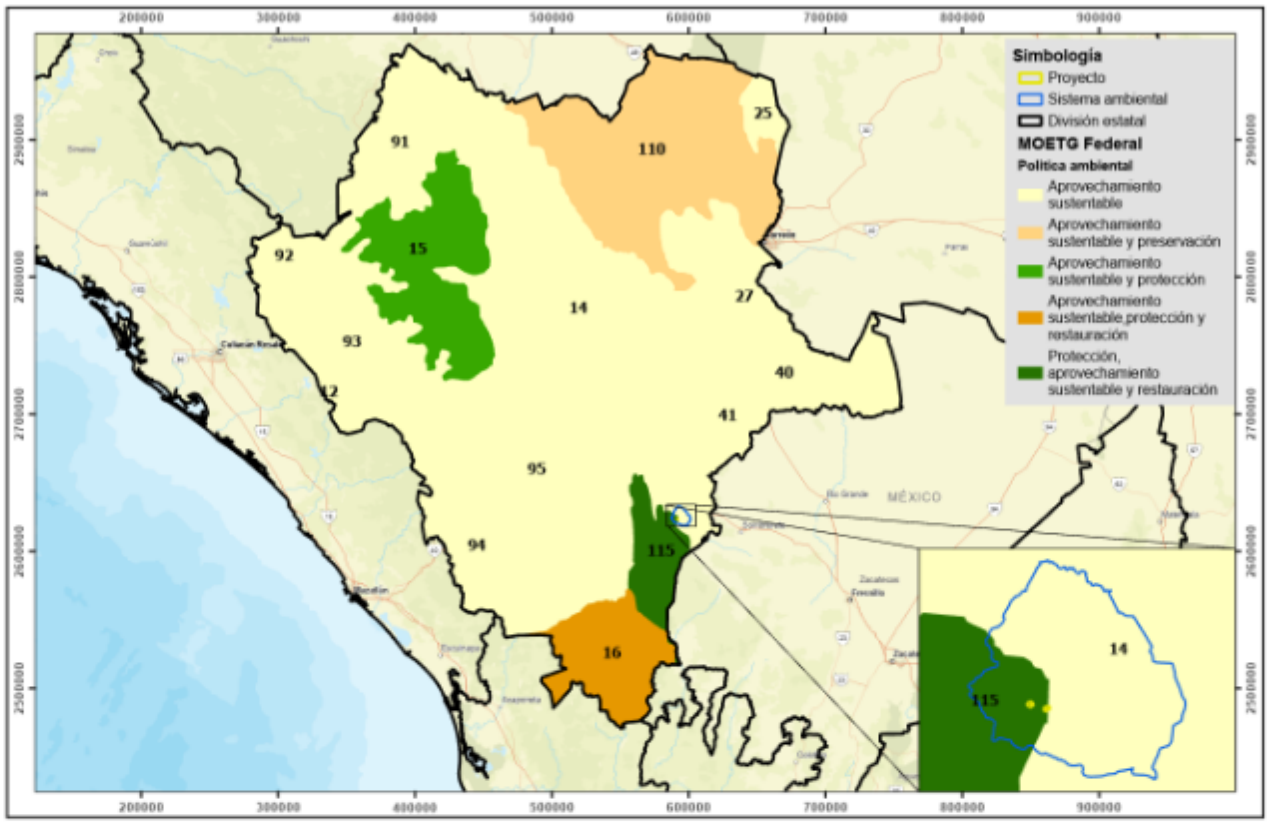

Figura 3. 1 SA del Proyecto dentro del Modelo de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (MOEGT)

Tabla 3.3. Localización del proyecto dentro del POEGT UAB 14

Unidad Ambiental Biofísica	14. Sierras y Llanuras de Durango
Política Ambiental	**Aprovechamiento Sustentable**: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.
Estado del Medio Ambiente (2008)	**Medianamente estable. Conflicto Sectorial Nulo**. Muy baja superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Muy baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 60.5. Baja marginación social. Medio índice medio de educación.

		Medio índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. **Alta importancia de la actividad minera**. Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033		Inestable
Prioridad de atención		Muy Baja
Rectores del desarrollo		Ganadería – Minería
Coadyuvantes de desarrollo		Agricultura - Poblacional
Asociados del desarrollo		Forestal
Estrategias de la UAB 14		**Vinculación con el Proyecto**
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El presente Proyecto no requiere de un Cambio de Uso de Suelo, debido a que este se desarrollará en áreas con un impacto previo.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	Estos son valorados antes durante y posterior a cada etapa solicitada.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	Todo dentro del margen de la legislación y normativa ambiental actual.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El presente Proyecto no requiere de un Cambio de Uso de Suelo, debido a que este se desarrollará en áreas con un impacto previo.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico, social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	El Proyecto se vincula directamente a la presente estrategia ya que se genera una inversión en el sector.

no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	Ser coparticipes en la aportación de propuestas y acciones que generen y promuevan una minería sustentable.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
A) Suelo Urbano y Vivienda.	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.	El personal que trabajará en las obras durante la operación de las mismas estará capacitado para reducir los riesgos en sus frentes de trabajo.
C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
E) Desarrollo Social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	Construyendo capacidades en capital humano, capacidades tecnológicas, empresariales, desarrollo de ciudades y comunidades
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	Generando ofertas de empleo que simultáneamente estarán acompañadas de capacitación continua y crecimiento laboral
	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	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.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	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 no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia

	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.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El desarrollo del proyecto ira de la mano con la sociabilizacion y en respeto de las leyes ejidales correspondientes
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	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.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia

Tabla 3.4. Localización del proyecto dentro del POEGT UAB 115

Unidad Ambiental Biofísica	**115. Mesetas de Jalisco Nayarit y Zacatecas**
Política Ambiental	**Protección**: El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.
	Aprovechamiento Sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.
	Restauración: Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.
Estado del Medio Ambiente (2008)	**Inestable. Conflicto Sectorial Bajo.** Media superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Media degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. 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 Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 49.5. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de transición. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033	Inestable a crítico
Prioridad de atención	Media
Rectores del desarrollo	Forestal
Coadyuvantes de desarrollo	Agricultura – Ganadería

Asociados del desarrollo	Desarrollo social – Minería	
Estrategias de la UAB 115		**Vinculación con el Proyecto**
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El presente Proyecto no requiere de un Cambio de Uso de Suelo, debido a que este se desarrollará en áreas con un impacto previo.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	Estos son valorados antes durante y posterior a cada etapa solicitada.
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	12. Protección de los ecosistemas.	Todo dentro del margen de la legislación y normativa ambiental actual.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Posterior a la vida útil del Proyecto, se realizarán obras de restauración del sitio
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	El Proyecto se vincula directamente a la presente estrategia ya que se genera una inversión en el sector.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	Todo dentro del margen de la legislación y normativa ambiental actual.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		**Vinculación con el Proyecto**
A) Suelo Urbano y Vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia

B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de estas para impulsar el desarrollo regional.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
E) Desarrollo Social	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	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.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia

	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.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		**Vinculación con el Proyecto**
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El desarrollo del proyecto ira de la mano con la sociabilizacion y en respeto de las leyes ejidales correspondientes
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia
	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.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia

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

III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Del Estado de Durango

El Programa de Ordenamiento Ecológico Del Estado de Durango surge como una propuesta para la asignación de usos o actividades a cada una de las unidades de gestión ambiental propuestas conforme a los criterios que permitan distribuir las actividades económicas y de conservación de forma balanceada, sin favorecer o afectar a los diferentes sectores.

El Sistema ambiental se encuentra dentro de tres Unidades de Gestión Ambiental como se muestra en la Figura 3. 2, estas unidades son la No.205-Meseta de malpaís 2, No. 212-Bajada típica 11, No.216-Meseta con Cañadas 3.

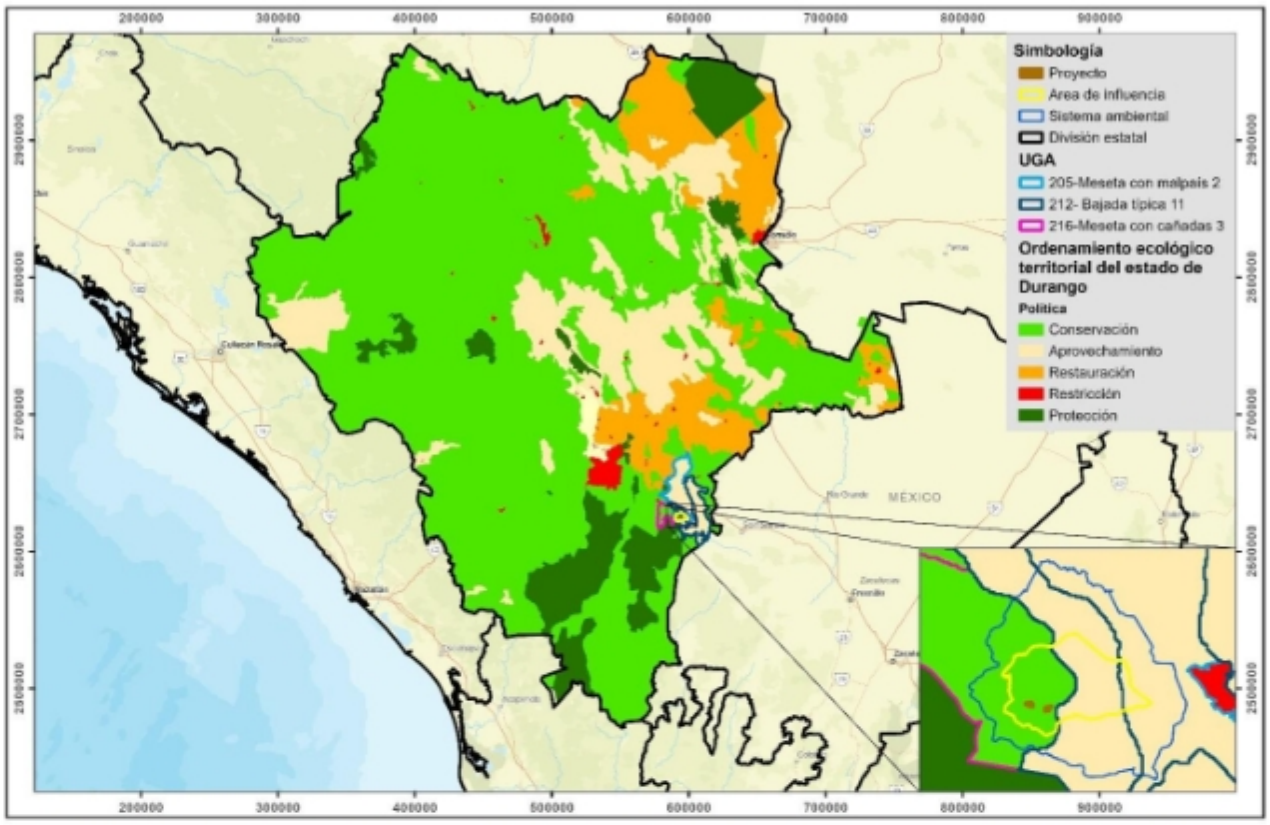

Figura 3. 2. Proyecto Tajo Quebradillas respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango

A continuación, se presentan las fichas técnicas de las Unidades de Gestión Ambiental sobre las que se encuentra el Sistema Ambiental (Tabla 3.5 - Tabla 3.7)

Tabla 3.5.UGA No.205-Meseta con malpaís 2

UGA No. 205 – Meseta con malpaís 2

DIAGNÓSTICO Y LINEAMIENTOS

Superficie: 562.41 Km²

Coordenadas extremas:
Xmax: 605763 Xmin: 578663
Ymax: 2671910 Ymin: 2616510

Municipios que comprende: Durango; Guadalupe Victoria; Nombre de Dios; Poanas; Vicente Guerrero

Cobertura del suelo (Km²): Agricultura de Temporal: 161.7; Agricultura de Riego: 216.47; Asentamientos Humanos: 0.79; Bosque de Mezquite: 59.2; Cuerpo de Agua: 0.79; Matorral Crasicaule: 23.13; Pastizal Inducido: 2.21; Pastizal Natural: 65.44; Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule: 0.46; Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural: 25.13; Zona Urbana: 7.08

Tipo de suelo (Km²): Castañozem cálcico: 7,15; Castañozem lúvico: 217,84;Chernozem lúvico: 3,95; Feozem háplico: 12,91; Feozem lúvico: 2,11; Fluvisol éutrico: 11,37; Litosol: 92,08;Rendzina: 15,69; Solonetz órtico: 105,42; Vertisol pélico: 25,25; Xerosol háplico: 28,79; Xerosol lúvico: 39,08

Litología superficial (Km²): Suelo: 424.86; Ígnea extrusiva: 108.95; Sedimentaria: 28.61

Altitud (msnm): Cota máxima: 2289; Cota mínima: 1779

Rangos de pendiente (Km²): Plana (0° a 1°): 348,7; Ligeramente suave (1° a 3°): 134,96; Suave (3° a 5°): 23,81; Moderada (5° a 15°): 38,07; Fuerte (Mayor a 15°): 16,89

Localidades y población: Población Total: 16722 habitantes; Localidades: 26; Localidad con población máxima: Cieneguilla (1984 hab.)

Superficie vulnerable a erosión (Categorías alta y muy alta): 389,42 Km²

Ecosistemas vulnerables: Sin identificar

Impacto ambiental potencial (Vegetación susceptible de cambio): Pastizal Natural; Matorral; Agricultura

Aptitudes sectoriales:

Agricultura de Riego: Alta: 21%; Media: 54%; Baja: 4%; Restricción: 21%

Agricultura de Temporal: Alta: 1%; Media: 66%; Baja: 20%; Restricción: 13%

Explotación Pecuaria Bovina: Alta: 40%; Media: 58%; Baja: 2%

ESTRATEGIA ECOLÓGICA

Política ambiental: Aprovechamiento

Usos a promover: Agricultura de Riego; Agricultura de Temporal; Explotación Pecuaria Bovina

Lineamiento ambiental: Las actividades del sector agrícola, incorporan prácticas de sustentabilidad para el sector que garantizan la permanencia e integralidad del ecosistema y que fortalecen el desarrollo sectorial.

Criterios de regulación ecológica: AGR01; AGR02; AGR03; AGR04; GAN02; GAN05; GAN07; GAN09; URB08

La UGA 205 No se contrapone con el desarrollo del Proyecto, las estrategias ecológicas principalmente regulan las actividades, agrícolas, ganaderas y de urbanización como el tratamiento de aguas residuales.

Tabla 3.6.UGA No.212-Bajada típica 11

UGA No. 212 – Bajada típica 11

DIAGNÓSTICO Y LINEAMIENTOS

Superficie: 592.61 Km²

Coordenadas extremas:
Xmax: 616063 Xmin: 585263
Ymax: 2654810 Ymin: 2603810

Municipios que comprende: Nombre de Dios; Poanas; Súchil; Vicente Guerrero

Cobertura del suelo (Km²): Agricultura de Temporal: 329.27; Agricultura de Riego: 72.99; Asentamientos Humanos: 0.31; Bosque de Encino-Pino: 0.17; Cuerpo de Agua: 0.79; Matorral Crasicaule: 2.63; Pastizal Inducido: 6.31; Pastizal Natural: 34.28; Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino: 3.11; Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino: 0.02; Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule: 6.6; Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural: 134.95; Zona Urbana: 1.19

Tipo de suelo (Km²): Cambisol éutrico: 0,96; Castañozem cálcico: 184,93; Castañozem lúvico: 111,57; Chernozem lúvico: 0,04; Feozem háplico: 68,1; Feozem lúvico: 52,78; Fluvisol éutrico: 4,06; Litosol: 73,25; Regosol éutrico: 3,8; Rendzina: 76,5; Xerosol háplico: 15,85

Litología superficial (Km²): Suelo: 248.12; Ígnea extrusiva: 46.13; Sedimentaria: 298.35

Altitud (msnm): Cota máxima: 2399; Cota mínima: 1862

Rangos de pendiente (Km²): Plana (0° a 1°): 120,4; Ligeramente suave (1° a 3°): 367,18; Suave (3° a 5°): 58,62; Moderada (5° a 15°): 40,09; Fuerte (Mayor a 15°): 6,26

Localidades y población: Población Total: 3237 habitantes; Localidades: 7; Localidad con población máxima: San Atenógenes (La Villita) (1844 hab.)

Superficie vulnerable a erosión (Categorías alta y muy alta): 427,17 Km²

Ecosistemas vulnerables: Sin identificar

Impactos ambientales potenciales: Vegetación susceptible de cambio: Pastizal Natural, Pastizal Inducido, Bosque, Matorral, Agricultura; Contaminación y perdida de suelo, agua superficial y subterránea

Aptitudes sectoriales:

Agricultura de Riego: Alta: 10%; Media: 26%; Baja: 12%; Restricción: 52%

Agricultura de Temporal: Media: 32%; Baja: 53%; Restricción: 15%

Explotación Pecuaria Bovina: Alta: 66%; Media: 34%

Minería: Alta: 18%; Media: 64%; Baja: 18%

ESTRATEGIA ECOLÓGICA

Política ambiental: Aprovechamiento

Usos a promover: Agricultura de Riego; Agricultura de Temporal; Explotación Pecuaria Bovina; Mineria

Lineamiento ambiental: Las actividades de aprovechamiento pecuario de bovinos consideran el mantenimiento de la integralidad de la vegetación natural para la UGA.

Criterios de regulación ecológica: AGR01; AGR02; AGR03; AGR04; GAN02; GAN05; GAN07; GAN09; MIN01; MIN02; MIN03; MIN04; URB08

Tabla 3.7.UGA No.216-Meseta con cañadas 3

UGA No. 216 – Meseta con cañadas 3

DIAGNÓSTICO Y LINEAMIENTOS

Superficie: 179.49 Km²

Coordenadas extremas:
Xmax: 594463 Xmin: 576863
Ymax: 2635210 Ymin: 2616510

Municipios que comprende: Nombre de Dios

Cobertura del suelo (Km²): Agricultura de Temporal: 15.09; Cuerpo de Agua: 0.12; Matorral Crasicaule: 0.63; Pastizal Natural: 82.12; Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural: 80.73; Zona Urbana: 0.8

Tipo de suelo (Km²): Castañozem lúvico: 10,45; Chernozem háplico: 1,52; Feozem lúvico: 32,16; Fluvisol éutrico: 1,5; Litosol: 133,74

Litología superficial (Km²): Ígnea extrusiva: 74.38; Ígnea intrusiva: 6.52; Sedimentaria: 98.59

Altitud (msnm): Cota máxima: 2492; Cota mínima: 1666

Rangos de pendiente (Km²): Plana (0° a 1°): 1,9; Ligeramente suave (1° a 3°): 25,85; Suave (3° a 5°): 26,13; Moderada (5° a 15°): 79,09; Fuerte (Mayor a 15°): 46,52

Localidades y población: Población Total: 1500 habitantes; Localidad con población máxima: San José de la Parrilla (La Parrilla)

Superficie vulnerable a erosión (Categorías alta y muy alta): 37,92 Km²

Ecosistemas vulnerables: Sin identificar

Impactos ambientales potenciales: Vegetación susceptible de cambio: Pastizal Natural; Contaminación y perdida de suelo, agua superficial y subterránea

Aptitudes sectoriales:

Conservación de la Biodiversidad: Media: 100%

Explotación Pecuaria Bovina: Alta: 46%; Media: 51%; Baja: 3%

Minería: Alta: 45%; Media: 36%; Baja: 19%

ESTRATEGIA ECOLÓGICA

Política ambiental: Conservación

Usos a promover: Conservación de la Biodiversidad; Explotación Pecuaria Bovina; Minería

Lineamiento ambiental: Las actividades de aprovechamiento pecuario de bovinos consideran el mantenimiento de la integralidad de la vegetación natural para la UGA.

Criterios de regulación ecológica: BIO01; GAN02; GAN05; GAN07; GAN08; GAN09; MIN01; MIN02; MIN03; MIN04; URB08

Se vincula con el Proyecto ya que cuenta con estrategias relacionadas a la minería, y adicionalmente es la UGA sobre la cual se ubica la superficie del Proyecto. Dentro de las estrategias se menciona la observancia a medidas compensatorias y la disminución de impactos ecológicos de acuerdo con la normatividad ambiental, la emisión de partículas por vehículos y maquinaria, y clasificación de residuos, todos estos aspectos serán de suma importancia y especialmente abordados en las medidas propuestas para prevención, mitigación, y compensación.

III.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Del Municipio de Nombre de Dios, Durango

El municipio Nombre Dios cuenta con su propio Programa de Ordenamiento Ecológico, este divide el total de su superficie (118,512.01 ha) en 25 Unidades de Gestión Ambiental (UGA). El Proyecto Tajo Quebradillas se encuentra dentro de la UGA No. 20 La Parrilla, la cual tiene una superficie de 2251.54 ha que representa el 1.90% de la superficie del municipio. Esta UGA tiene una política ambiental de restauración, y tiene como usos compatibles Desarrollo urbano (URB), Forestal No Maderable para producción de materia prima (FNM), Forestal no maderable restauración (FNMR,), y Minería (MIN).

El Proyecto se vincula directamente al último Uso del Territorio mencionado, en esta UGA la Minería le son aplicables 10 Criterios de Regularización Ecológica como se plasma en la siguiente Tabla 3.9.

Tabla 3.8.Criterios de regulación ecológica para el Uso del territorio Minería UGA La Parrilla

Criterio de Regulación Ecológica		Vinculación
MIN01	Durante las actividades de exploración, explotación y beneficio minero, aplicar supresores de polvos en caminos y áreas de trabajo, con la finalidad de disminuir las emisiones a la atmósfera.	El Proyecto tendrá medidas como el riego de áreas de trabajo y áreas de rodamiento para reducir la emisión de polvos a la atmósfera.
MIN02	A fin de facilitar su integración al suelo, los residuos vegetales producto de la limpieza de los terrenos se trozarán y esparcirán en sitios previamente seleccionados	El Proyecto no considera actividades de despalme, ya que se realizará en su totalidad dentro de áreas previamente impactadas y desprovistas de vegetación.
MIN03	Se prohíbe la cacería y la extracción de especies de flora y fauna durante las actividades de exploración, explotación y beneficio minero.	Durante el desarrollo del proyecto estará estrictamente prohibido la cacería y extracción de especies de flora y fauna.
MIN04	En las actividades de restauración se utilizarán únicamente individuos de especies arbóreas arbustivas y herbáceas nativas.	La promovente dará el seguimiento pertinente a esta estrategia cuando se ejecuten las actividades de restauración.
MIN05	Los proyectos que modifiquen la cobertura vegetal original deberán comprobar que no afectarán o en su caso se reubicarán las poblaciones de flora y fauna endémicas o dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	El Proyecto no presenta actividades relacionadas con el presente criterio, sin embargo, la Promovente dará el seguimiento a este cuando sea necesario.
MIN06	El diseño de proyectos buscará disminuir al máximo posible la fragmentación de los ecosistemas. Para ello deberá con considerarse el mantenimiento vegetación con primaria y el uso preferente de las	El Proyecto al desarrollarse sobre áreas previamente impactadas y al no considerar actividades nuevas o distintas favorece a no incrementar la fragmentación de los ecosistemas.

	áreas de vegetación con menor estructura o calidad ambiental.	
MIN07	Se prohíbe verter residuos líquidos o sólidos en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de corriente o depósito de agua.	La Promovente dará el seguimiento al presente criterio mediante del uso de medidas, y capacitación del personal para evitar malas prácticas.
MIN08	Construir una barrera física impermeable ubicada en la zona más cercana de la instalación al cauce o lecho de un cuerpo de agua, que impida el arrastre de material particulado.	La Promovente implementará este criterio en las obras que sean necesarias.
MIN09	En trabajos de restauración, el suelo fértil se retirará en su totalidad, evitando que se mezcle con otro tipo de material. La tierra vegetal o capa de suelo producto del despalme, debe almacenarse en la parte más alta del terreno, para ser reutilizada en la rehabilitación o en la creación de áreas verdes.	La Promovente dará el seguimiento adecuado a este punto cuando se estén ejecutando las actividades de restauración del sitio
MIN10	Concluido el aprovechamiento minero, deberá ejecutar el programa de restauración establecido.	Una vez finalizada la vida útil del Proyecto se ejecutará el Plan de Restitución y Cierre correspondiente.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, el Programa de Ordenamiento Ecológico de Nombre de Dios no es un instrumento que se contraponga con el desarrollo del Proyecto Tajo Quebradillas, al contrario, este favorece para regular las actividades a desarrollar en favor del ambiente.

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

Áreas de protección y conservación de recursos

El instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad son las Áreas Naturales Protegidas. Por tal razón, se realizó una consulta al listado del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, para confirmar que en la zona donde pretende realizarse el Proyecto no hubiera incidencia con ninguna área Federal, Estatal o Municipal dentro de dicho listado. Asimismo, se realizó un análisis espacial en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), de la SEMARNAT, para corroborar si el sitio donde se pretenden realizar las actividades del Proyecto se encuentra total o parcialmente dentro de alguna región prioritaria para la conservación de recursos (Terrestre [RTP], Hidrológica [RHP] o Área de Importancia para la Conservación de las Aves [AICA]), resultando que el polígono del predio presenta una incidencia sobre una RHP, como se describe a continuación.

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

III.3.1. Áreas Naturales Protegidas

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

En una revisión de la información digital (*shapes*) de la CONANP, se pudo determinar que dentro del municipio de Nombre de Dios no se localiza ningún Área Natural Protegida de carácter Federal (Figura 3. 3). Estatal (Figura 3.4), o municipal (Figura 3. 5) como mera referencia se hace mención del ANP Federal más cercana es la denominada CANDR043 se localiza en dirección suroeste del Área de Proyecto a aproximadamente 3.250 km de distancia en línea recta la ANP de carácter Estatal más cercana al Proyecto se identifica como Cerro Blanco RB La Michilía, la cual se localiza en dirección Suroeste del área del Proyecto a aproximadamente 26.5 km de distancia en línea recta, la ANP Municipal más cercana se denomina Sierra y Cañón de Jimulco y se encuentra a 160.5 km en línea recta.

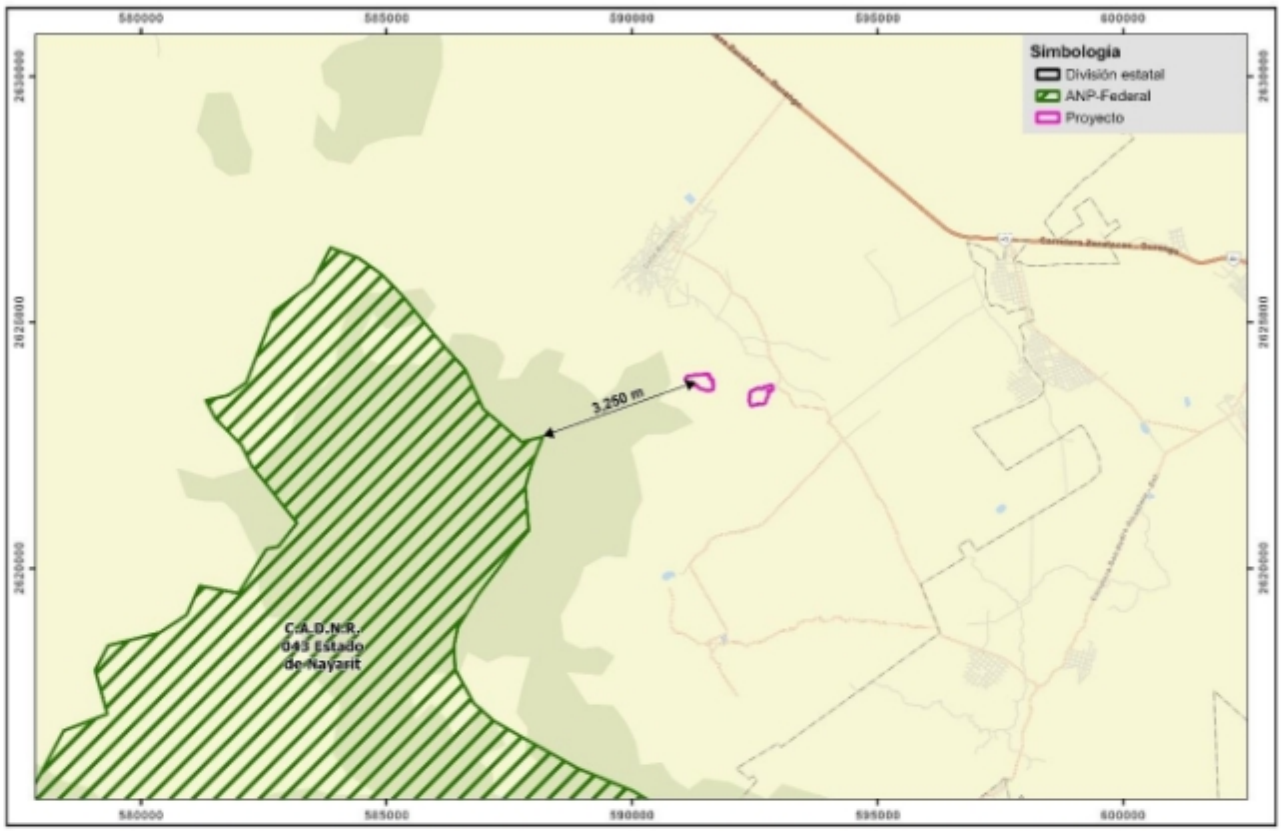

Figura 3. 3. Localización del Proyecto respecto a las ANP Federales, CONANP

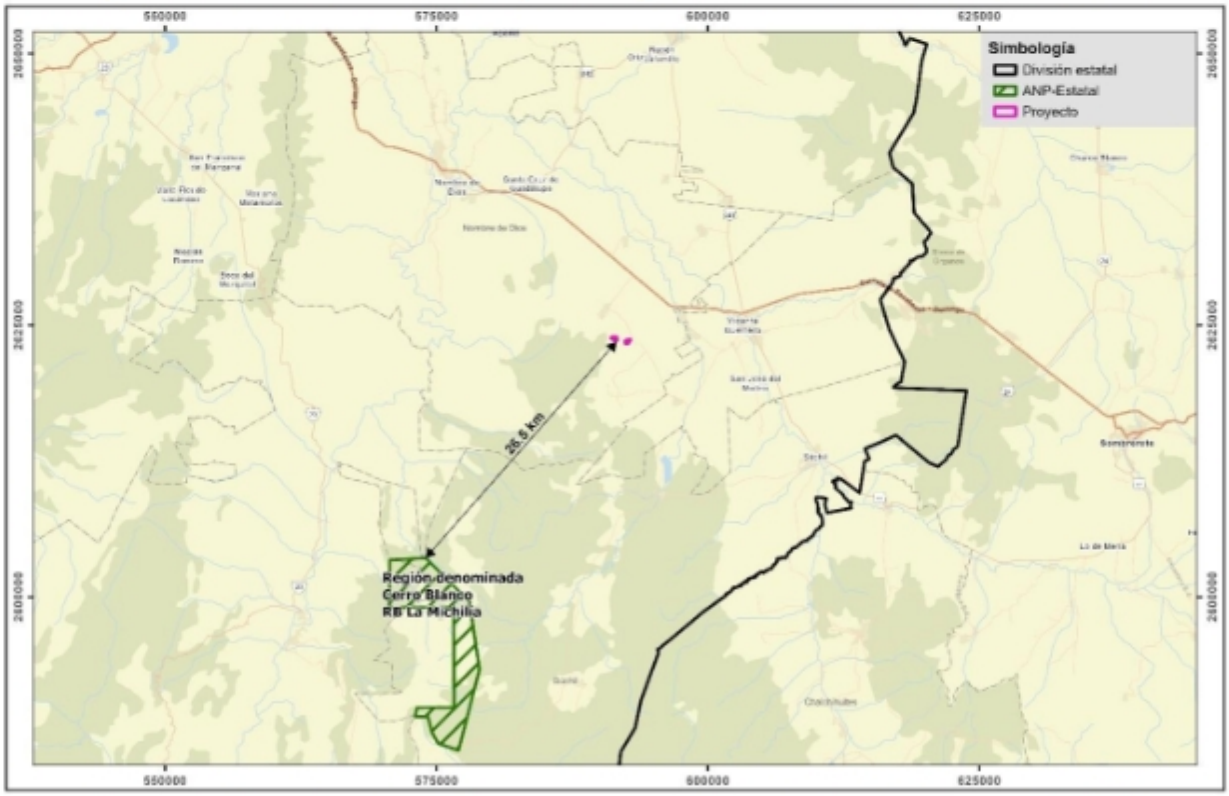

Figura 3.4 Localización del Proyecto respecto a las ANP Estatales, CONANP

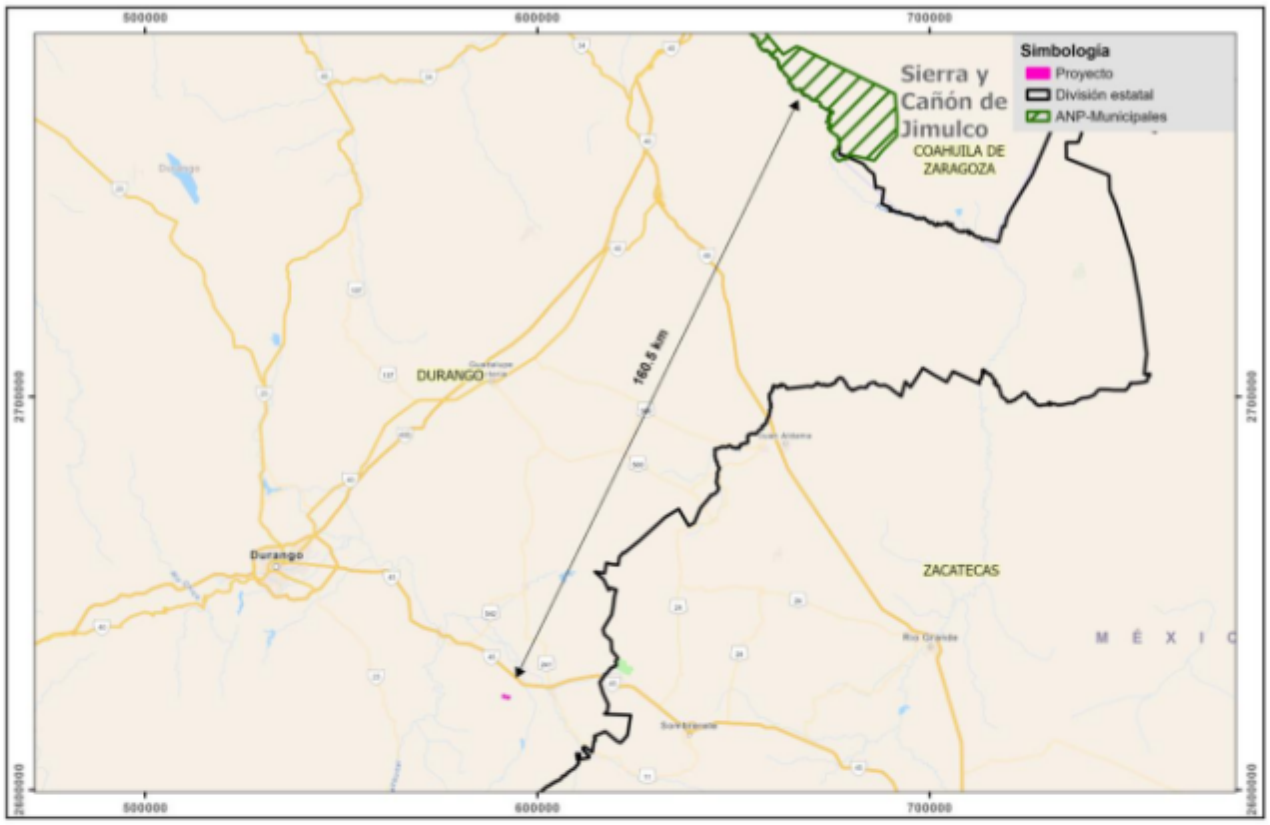

Figura 3. 5. Localización del Proyecto respecto a las ANP Municipales, CONANP

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

III.3.2. Regiones Prioritarias (CONABIO)

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

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

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Dentro del área del proyecto, no se localiza ninguna Región Terrestre Prioritaria (RTP), la más cercana es la RTP La Michilía, ubicada a poco más de 15 km en línea recta y en dirección sureste.

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

En la Figura 3. 6, 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.

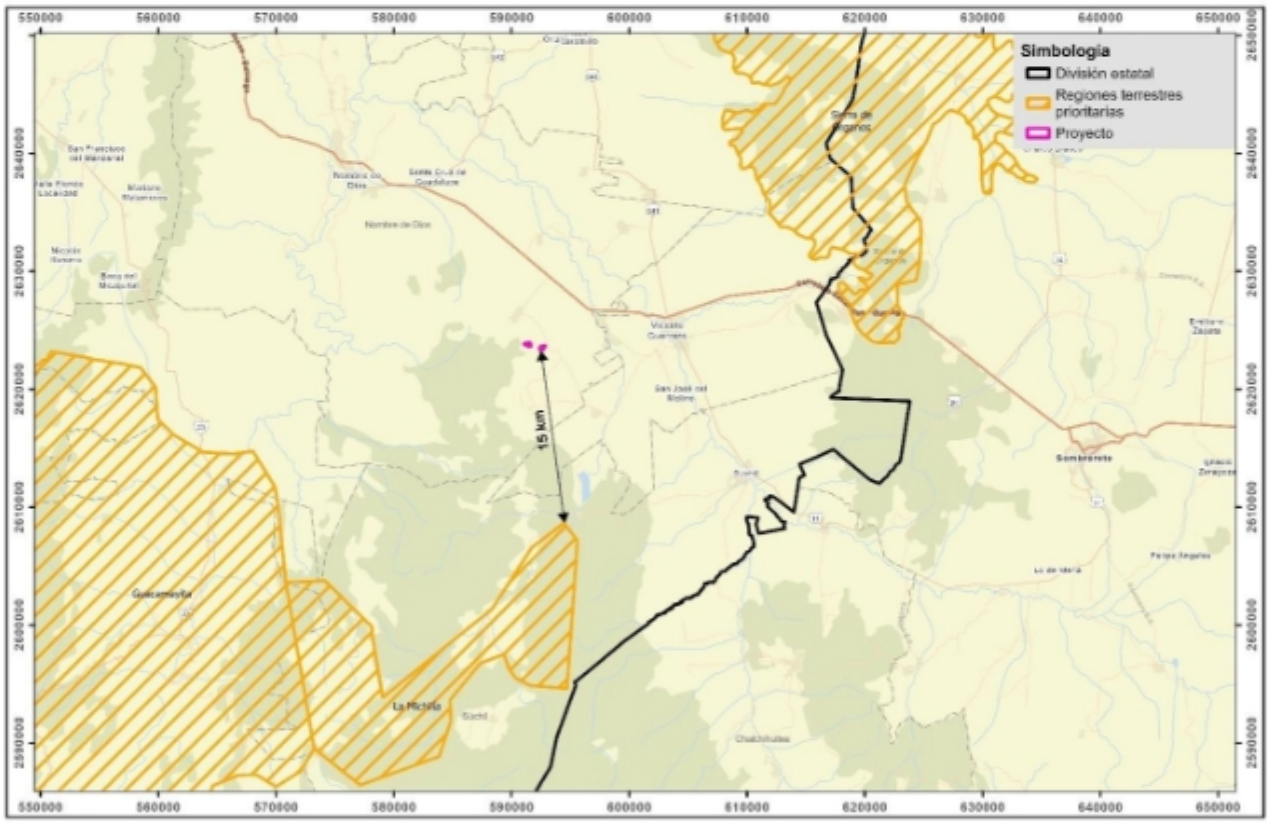

Figura 3. 6. Localización del Proyecto respecto a las RTP, CONABIO

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

En lo que respecta a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), el SA no se localiza sobre ninguna RHP, la más cercana es la denominada Rio Baluarte- Marismas Nacionales la cual se ubica a 3.3 kilómetros aproximadamente en línea recta y dirección Oeste, por tanto; no se considera que el desarrollo del Proyecto pueda poner en riesgo la integridad de esta región prioritaria; Enseguida se presenta la Figura 3. 7, donde se aprecia de manera gráfica el polígono que representa al área delimitada para el Proyecto, así como las RHP más cercanas a éste.

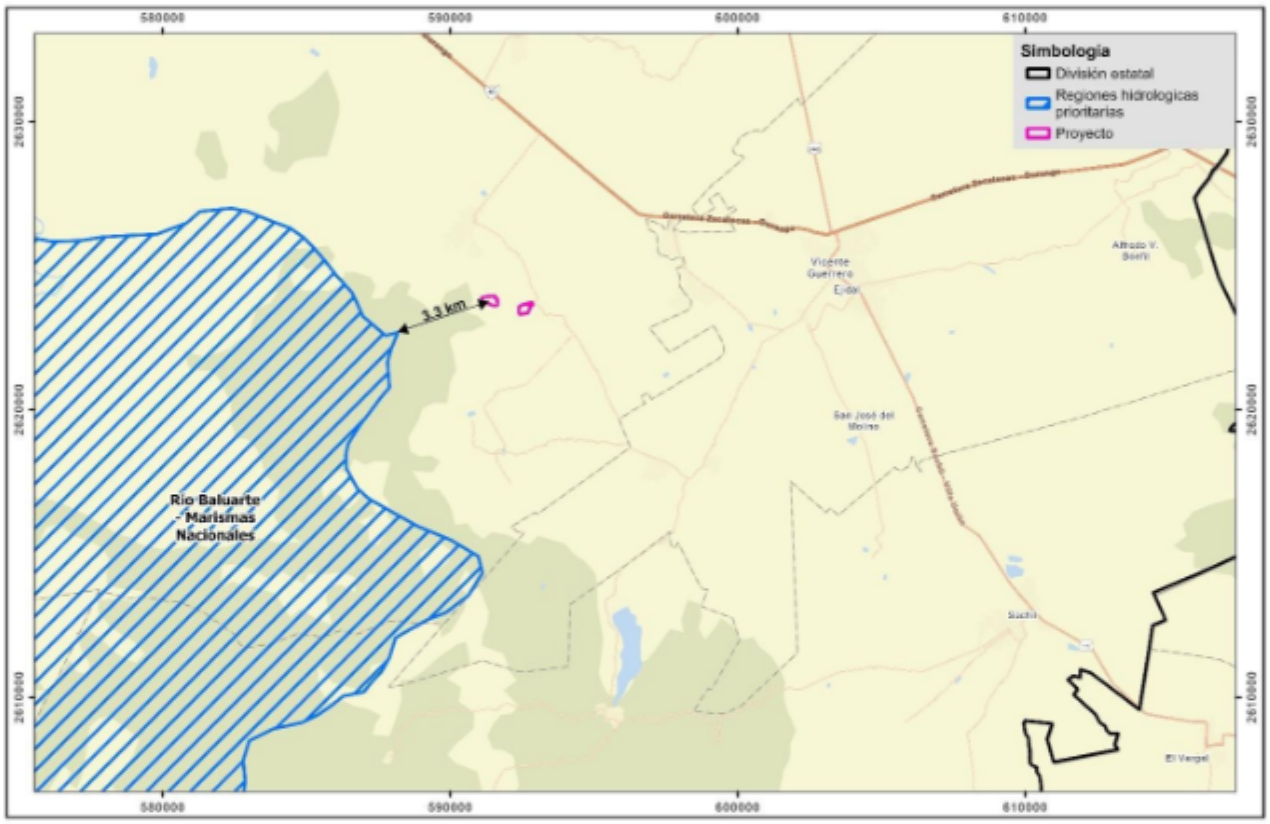

Figura 3. 7. Localización del Proyecto respecto a las RHP, CONABIO

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

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

Al igual que las Regiones Prioritarias, las AICAS corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental y se localizan en la parte continental o marina del territorio nacional, destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica específica, e importante presencia de un número considerable de especies endémicas y/o contar con poblaciones o formar parte del

rango de distribución natural de una o más especies comprometidas en cuanto a su conservación, así como por guardar una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación.

El SA delimitada para el proyecto no se traslapa a ninguna AICA, la más cercana se localiza a aproximadamente 14 km en línea recta en dirección sureste y recibe el nombre de La Michilia.

No se estima que ninguna AICA pueda verse afectada por el desarrollo de actividades y obras en el Proyecto Tajo Quebradillas (Figura 3. 8), 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.

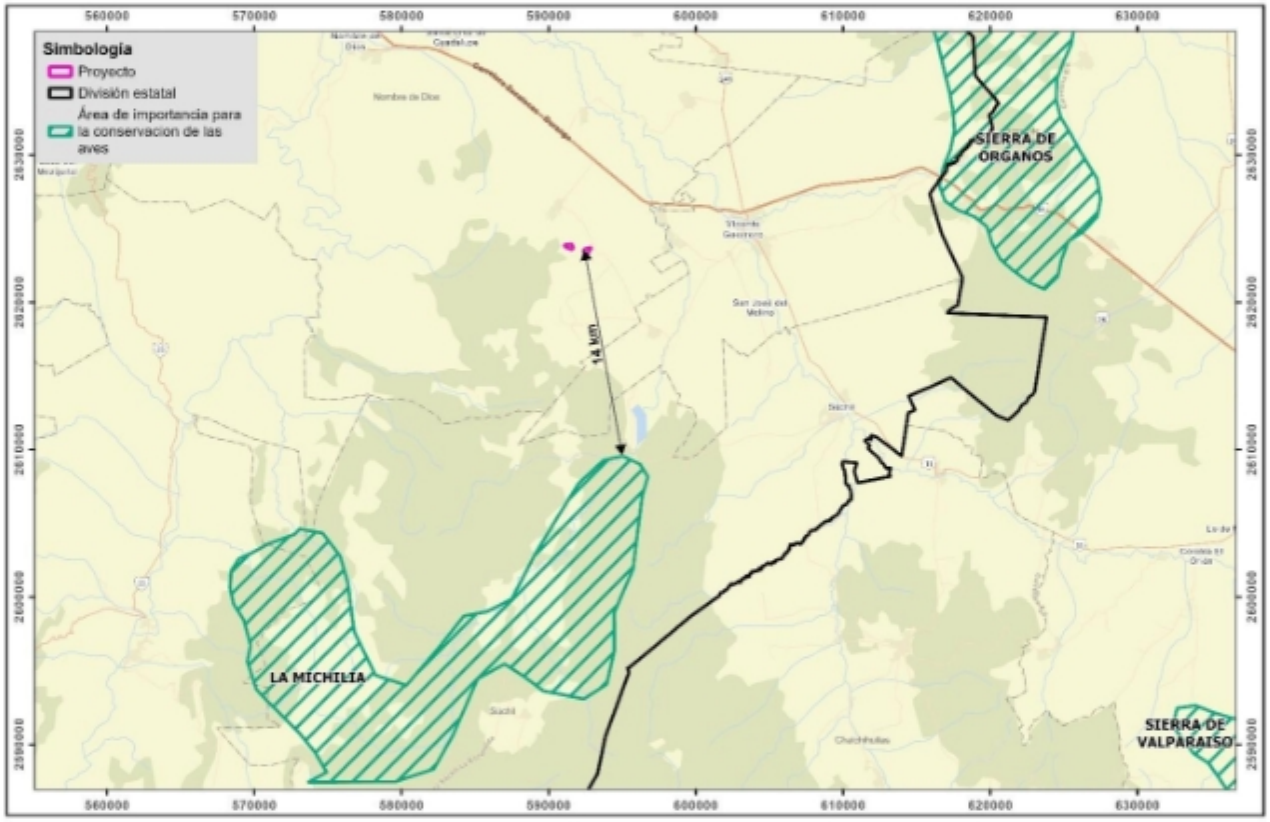

Figura 3. 8. Localización del Proyecto respecto a las AICA

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

III.4. Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

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

III.4.1. Normas Oficiales Mexicanas en Materia Agua

III.4.1.1. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes separados de aguas pluviales.

Vinculación con el Proyecto

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

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

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

Esta Norma Oficial Mexicana establece la protección ambiental- especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo.

Vinculación con el Proyecto

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

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

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

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

Vinculación con el Proyecto

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

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

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

Vinculación con el Proyecto

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

III.4.4. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Residuos

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

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

Vinculación con el Proyecto

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

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

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

Vinculación con el Proyecto

Se deberá atender el procedimiento descrito en esta Norma cuando no se tengan completamente identificadas las características de los residuos generados, para determinar si son incompatibles, en cuyo caso deberán manejarse con especial cuidado.

III.4.5. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Ruido

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

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

Vinculación con el Proyecto

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

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

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

Vinculación con el Proyecto

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

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

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

Vinculación con el Proyecto

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

III.4.6. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Seguridad

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

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

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

Vinculación con el Proyecto

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

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

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

Vinculación con el Proyecto

La planeación y adecuación de este Proyecto está regida entre muchas cosas, por el adecuado manejo de sus residuos mineros producidos durante su operación, el Proyecto se acotará e instrumentará los planes de manejo de residuos mineros tal y como lo establece esta Norma Oficial Mexicana.

Tabla 3.9. Vinculación detallada de la NOM-157-SEMARNAT-2009 con el Proyecto

NOM-157-SEMARNAT-2009					
Numeral					**Vinculación con el proyecto**
5. Especificaciones	**5.1 Clasificación de los residuos mineros. El generador identificará sus residuos en función del proceso que los genera, conforme a la siguiente clasificación :**	**5.1.1** Residuos provenientes del minado	**5.1.1.1** Terreros		El Proyecto en todo momento tendrá observancia a la presente Norma Oficial Mexicana
			5.1.1.2 Tepetates		Este numeral es vinculante con el proyecto ya que derivado del minado subterráneo se generará tepetate, este será depositado en la Tepetatera Vacas.
		5.1.2 Residuos provenientes del beneficio de minerales	**5.1.2.1** Residuos de la concentración de minerales	**5.1.2.1.1** Residuos del beneficio físico. a) Jales de la separación magnética o electrostática b) Jales de la concentración gravimétrica	El Proyecto no contempla actividades de esta índole, aunque el Proyecto está ligado a la operación de la Unidad Minera la Parrilla, el Proyecto no generará residuos por actividades de beneficio en ninguna de sus obras.
				5.1.2.1.2. Residuos del beneficio fisicoquímico a) Jales de flotación b) Reactivos gastados de los procesos de flotación	El Proyecto no generará residuos de este tipo.

NOM-157-SEMARNAT-2009					
Numeral					**Vinculación con el proyecto**
				5.1.2.1.3. Residuos del beneficio de minerales por procesos químicos o bioquímicos. a) Jales cianurados b) Mineral gastado de sistemas de lixiviación en montones.	El Proyecto no está relacionado con este punto sin embargo la Unidad Minera la Parrilla cuenta con actividades para el manejo de este tipo de residuos.
			5.1.2.2. Residuos de los procesos pirometalúrgicos.	a) Escorias vitrificadas b) Escorias carbonatadas c) Catalizador gastado d) Ladrillo refractario e) Lodos de la limpieza de gases incluyendo lonas filtrantes deterioradas f) Lodos del tratamiento del ácido débil g) Lodos del almacenamiento de ácido sulfúrico h) Lodos de las purgas de las plantas de ácido i) Polvos de hornos j) Otros residuos	El Proyecto no está relacionado con este punto sin embargo la Unidad Minera la Parrilla cuenta con actividades para el manejo de este tipo de residuos.
			5.1.2.3 Residuos de los procesos hidrometalúrgicos.	a) Yesos (de la neutralización de purgas ácidas) b) Lodos de la precipitación del hierro (goetita, jarosita o hematita) incluyendo lonas filtrantes deterioradas c) Lodos de la lixiviación en tanques d) Lodos del ánodo electrolítico e) Carbón activado gastado f) Lodos de la	Este numeral no es vinculante con el presente Proyecto ya que no se relaciona con las obras y actividades a desarrollar.

NOM-157-SEMARNAT-2009					
Numeral					**Vinculación con el proyecto**
				extracción por disolventes g) Azufre elemental proveniente de la lixiviación directa de concentrados de zinc h) Otros residuos	
	5.2 Propósito de los planes de manejo.	**5.2.1.** Definir y aplicar las medidas necesarias que aseguren el manejo integral de los residuos mineros, de conformidad con lo establecido en el numeral 5.3.2, considerando aspectos administrativos, económicos, tecnológicos, sociales y de índole ambiental.			La Promovente cuenta con un Plan de Manejo de Residuos donde se tienen medidas para el manejo de estos dentro de la Unidad Minera.
		5.2.2 Establecer las modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que los constituyan, como es el caso de los residuos generados por la industria minera.			La Promovente dará el seguimiento correspondiente a este numeral dentro del Plan de Manejo de Residuos Mineros que comprenderá a toda la Unidad Minera.
		5.2.3 Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías, para lograr un manejo integral.			La Promovente dará vigilancia a este punto.
	5.3 Elementos y procedimientos a considerar al formular planes de manejo de los residuos mineros.	Se podrá elaborar un plan de manejo por residuo o por un conjunto de residuos. Los procedimientos de los planes de manejo son las etapas que se deberán seguir para integrar en el plan, las actividades para el manejo integral de los residuos mineros, así como para su evaluación, mejora y actualización.			La Promovente elaborará y actualizará el/los planes de manejo según corresponda.
		5.3.1 Contenido de los planes de manejo. - Deben incluir:	**5.3.1.1** Identificación del generador. Se deben registrar los siguientes datos: a) Nombre, denominación o razón social de los responsables de la ejecución del plan de manejo. b) Domicilio (incluir croquis con coordenadas geográficas). c) Giro o actividad preponderante del solicitante. d) Nombre de su representante legal.		A la par del desarrollo de este Proyecto, se está actualizando el Plan de Manejo de Residuos Mineros, a nombre de Parrilla Plata Mining S.A. de C.V.
			5.3.1.2 Objetivos del plan de manejo. Se debe describir el objetivo específico del plan de manejo, el cual debe establecerse considerando las peculiaridades de los residuos, las circunstancias técnicas y económicas y el		Se dará seguimiento al presente numeral estableciendo el objetivo considerando las necesidades particulares de la Unidad Minera.

NOM-157-SEMARNAT-2009					
Numeral					**Vinculación con el proyecto**
			concepto de manejo integral conforme a la fracción XVII del Artículo 5 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.		
			5.3.1.3 Periodo estimado de vigencia. Se debe establecer el lapso que se estima durará la generación de residuos y, por lo tanto, la vigencia del plan de manejo.		El lapso del plan de manejo se actualizará conforme a la vida útil de las obras una vez que se reactiven las operaciones.
			5.3.1.4 Programa de actividades. Se deben incluir los plazos de aquellas actividades a realizar para asegurar el manejo integral de los residuos.		El Programa de actividades en el Plan de Manejo se actualizará conforme a lo descrito en este numeral.
			5.3.1.5 Modalidad del Plan de Manejo. Se debe señalar la modalidad del plan de manejo seleccionándola de entre las establecidas en el Artículo 16 del Reglamento		La Promovente dará cumplimiento a este numeral según lo indicado dentro de la actualización del Programa de Manejo de Residuos Mineros.
			5.3.1.6 Descripción de los residuos mineros objeto del plan de manejo, que incluya:	**5.3.1.6.1** El nombre o designación de cada residuo conforme a los señalados en el numeral 5.1. Para cada uno de los residuos deberá incluirse, además, la descripción breve de los procesos que los generan.	La Promovente dará cumplimiento a este numeral según lo indicado.
				5.3.1.6.2 La generación anual estimada, el tipo de residuo de que se trata. En caso de ser peligroso, especificar características de peligrosidad.	La Promovente dará cumplimiento a este numeral según lo indicado.
				5.3.1.6.3 Descripción breve de los procesos de valorización o de disposición final a que serán sujetos los residuos.	La Promovente dará cumplimiento a este numeral según lo indicado Particularmente con el Tepetate que será depositado en la Tepetatera Vacas.

NOM-157-SEMARNAT-2009					
Numeral					**Vinculación con el proyecto**
				5.3.1.6.4 La determinación de la peligrosidad, se realizará conforme a esta Norma Oficial Mexicana, o las específicas de residuos mineros, o en su caso, a partir de los métodos de prueba establecidos en las Normas Mexicanas correspondientes	La Promovente dará cumplimiento a este numeral según lo indicado.
			5.3.1.7 Línea base de generación. Con objeto de definir los objetivos, acciones y metas para la prevención, minimización y aprovechamiento de residuos, los generadores deberán establecer la línea base de generación de manera previa a la formulación del plan correspondiente. La línea base de generación se refiere a la información del tipo y volumen generado de residuos con la cual se iniciará la formulación del plan de manejo. Contempla todos los residuos objeto del mismo, así como sus respectivos volúmenes o las cantidades que de ellos se generan. Los datos se deberán establecer a partir de un estimado de generación; en el caso de los residuos peligrosos, se podrá establecer la línea base a partir de los volúmenes registrados en la Cédula de Operación Anual remitida a la Secretaría, incluyendo las actividades de manejo de cada uno de ellos. Para los demás residuos, se establecerá la línea base a partir de la generación anual estimada. Una vez establecida la línea base, el generador formulará los objetivos y metas para el manejo integral.		Este punto será actualizado con la reactivación de las obras.

NOM-157-SEMARNAT-2009					
Numeral					**Vinculación con el proyecto**
		5.3.2 Manejo integral de residuos.	La gestión integral tiene como propósito establecer las actividades para el manejo integral de residuos, con objeto de lograr su prevención, minimización y valorización. En el plan de manejo se deberán describir los procesos bajo los cuales se desarrollarán dichas actividades, entre las cuales, se encuentran las siguientes:	a) Reducción en la fuente. - Deben señalarse las acciones en la fuente (innovación de procesos, nuevas tecnologías, sustitución de materias primas), para una menor generación de residuos o residuos de menor peligrosidad.	La Promovente deberá dar vigilancia al presente numeral dentro del desarrollo de su operación, y sobre todo durante la ejecución del plan de manejo de residuos mineros.
				b) Separación. - Deben describirse las actividades, medidas, procedimientos, equipos, instalaciones y/o señalamientos para asegurar, cuando sea viable, el manejo separado de los residuos dadas sus características, peligrosidad e incompatibilidad. En el caso de residuos peligrosos se procederá de conformidad con el artículo 46 fracción II del Reglamento.	La Promovente dará el seguimiento correspondiente al presente numeral.
				c) Valorización. - Deben describirse las acciones para el aprovechamiento de los residuos, indicando el sitio donde se realiza y el responsable del mismo. En el caso de residuos peligrosos el reciclaje se sujetará a lo dispuesto en el artículo 57 de la Ley General para la Prevención y	La valorización de los residuos se hará conforme a lo descrito en el presente numeral. Dentro de la Unidad Minera La Parrilla se ge

NOM-157-SEMARNAT-2009					
Numeral					**Vinculación con el proyecto**
				Gestión Integral de los Residuos.	
				d) Tratamiento. - En el caso de que el residuo sea peligroso, deben describirse las medidas aplicadas para lograr lo establecido en el numeral 5.6.2.	Durante el desarrollo del Proyecto se dará seguimiento al presente numeral en función de los tipos de residuo que se generen.
				e) Almacenamiento. - Deben indicarse bajo qué condiciones se realizará para evitar la liberación de contaminantes al ambiente	Durante el Proyecto el Tepetate será almacenado en la Tepetatera Vacas, evitando la liberación de contaminantes como lo menciona el presente numeral.
				f) Disposición final. - Deben señalarse las condiciones en que ésta se llevará a cabo con el fin de evitar la liberación de contaminantes al ambiente y sus posibles afectaciones a la salud de la población y al ambiente.	La Promovente dará seguimiento al presente numeral.
		5.3.3 Los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo.	**5.3.3.1** Debe describir los mecanismos de evaluación incluyendo uno o varios indicadores de desempeño, el procedimiento y periodicidad de su evaluación, y el registro de las conclusiones y mejoras correspondientes		La Promovente actualizará el presente punto de acuerdo con las obras cuando se reactive la operación.
			5.3.3.2 Debe conservarse registro de los programas que se realicen, así como de las evidencias de su cumplimiento y mejora.		La Promovente hará la recopilación de dichos insumos.
		5.3.4 Actualización del Plan de Manejo.	**5.3.4.1** Se deberá actualizar cuando se efectúen modificaciones de proceso, sustitución de materiales, cambios a alguno de los conceptos a que se refiere el numeral 5.3. o por alguna otra situación establecida en la regulación		La Promovente actualizará el Plan de Manejo conforme a lo estipulado en el presente numeral.

NOM-157-SEMARNAT-2009					
Numeral					Vinculación con el proyecto
			vigente, en cuyo caso, deberán ser notificadas a la Secretaría.		
	5.4 Caracterización de los residuos.	**5.4.1** Muestreo para determinar la peligrosidad del residuo.	Las pruebas para la caracterización deben efectuarse a partir de muestras del residuo a valorar.	**5.4.1.1** Para la caracterización del residuo, las muestras deben ser obtenidas: a) Antes del inicio de operaciones o cuando se modifiquen procesos, de las pruebas metalúrgicas realizadas en el laboratorio, y/o b) Durante la operación, de las corrientes donde se generan los residuos o directamente de los depósitos de residuos.	La Promovente hará las pruebas necesarias, según lo que indique la normatividad correspondiente.
				5.4.1.2 El método empleado en el laboratorio debe simular el proceso de tratamiento y/o fundición o refinación que se realizará durante la operación.	Aunque el Proyecto no presenta actividades relacionadas con el presente numeral, La Promovente dará el seguimiento a lo establecido de acuerdo con las operaciones que se desarrollan dentro de la Unidad Minera.
				5.4.1.3 En la etapa de operación se hará un compósito anual durante la vida útil del proyecto que sea representativo de las características del residuo.	La Promovente dará seguimiento al presente numeral conforme a lo indicado.
				5.4.1.4 A las muestras señaladas se les aplicarán las pruebas referidas en los numerales 5.4.2.3, 5.4.2.4, 5.4.2.5. y 5.4.2.6.	La Promovente dará seguimiento al presente numeral conforme a lo indicado.

NOM-157-SEMARNAT-2009					
Numeral					**Vinculación con el proyecto**
		5.4.2 Caracterización del residuo. Cuando existan normas oficiales mexicanas específicas para la caracterización de un residuo, dichas pruebas se realizarán conforme a las especificaciones establecidas en ellas.	**5.4.2.1** En el residuo, se determinará, según sea el caso: a) Las concentraciones totales (base seca) de los elementos incluidos en el Cuadro 2: antimonio, arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo, mercurio, plata, plomo y selenio. b) La movilidad de los metales y metaloides presentes en el residuo, conforme a la determinación de las concentraciones totales, con base en los métodos de prueba aplicables (de acuerdo con la granulometría). c) El potencial de generación de drenaje ácido. d) El pH de la disolución del residuo en agua.		La Promovente dará seguimiento al presente numeral conforme a lo indicado.
			5.4.2.2 Las determinaciones que deberán realizarse dependen de la etapa del proceso minero en la que se genere el residuo, conforme al Cuadro 1		La Promovente dará el seguimiento de acuerdo con las etapas de construcción y Operación del presente Proyecto.
			5.4.2.3 Determinación de las concentraciones totales (base seca). Las concentraciones totales de los elementos señalados en el numeral 5.4.2.1 a) de esta norma presentes en el residuo, se determinan mediante los procedimientos descritos en el Apéndice Normativo B: Métodos Analíticos de la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, numerales B3 Métodos por espectrofotometría de absorción atómica y B4 Método por espectrofotometría de emisión con plasma acoplado inductivamente.		La Promovente hará la determinación de concentraciones de acuerdo con la normatividad correspondiente.
			5.4.2.4 Pruebas de Movilidad.	**5.4.2.4.1** Cuando la concentración total de los elementos normados sea mayor que el correspondiente límite máximo permisible base seca señalado en el Cuadro 2, se deberán realizar las	La Promovente dará el seguimiento de acuerdo con la normatividad correspondiente.

NOM-157-SEMARNAT-2009					
Numeral					**Vinculación con el proyecto**
				pruebas de movilidad.	
				5.4.2.4.2 Se deberá seleccionar una de las siguientes pruebas de extracción de los constituyentes tóxicos: a) Lixiviación con agua en equilibrio con CO2 (H2O a pH = 5.50 ajustado con burbujeo de CO2) (Anexo Normativo 5 fracción I, NOM-141-SEMARNAT-2003). b) Procedimiento de movilidad con agua meteórica (MWMP) (Anexo Normativo 2). c) Lixiviación de precipitación sintética con mezcla H2SO4/HNO3 (Anexo Normativo 1).	La Promovente hará las pruebas necesarias conforme a lo descrito en el presente numeral.
				5.4.2.4.3 Cuando la concentración en el extracto de uno o varios de los elementos listados en el Cuadro 2, sea superior a los límites permisibles PECT señalados en el mismo, se concluye que el residuo representado por la muestra es peligroso por la toxicidad asociada con la movilidad del elemento en cuestión.	La Promovente dará seguimiento al presente numeral conforme a lo indicado.

NOM-157-SEMARNAT-2009					
Numeral					**Vinculación con el proyecto**
			5.4.2.5 Pruebas para determinar el pH.	**5.4.2.5.1** En los residuos de los procesos pirometalúrgicos e hidrometalúrgicos, la generación potencial de acidez se determinará mediante la medición del pH.	La Promovente dará seguimiento al presente numeral conforme a lo indicado.
				5.4.2.5.2 El pH se determinará mediante el procedimiento indicado en la NMX-AA-025-1984, Protección al ambiente-Contaminación del suelo residuos sólidos-determinación del pH-método potenciométrico.	La Promovente dará seguimiento al presente numeral conforme a lo indicado.
				5.4.2.5.3 Cuando el valor del pH sea menor o igual que 4 o mayor que 10, se considera que el residuo es peligroso.	La Promovente dará seguimiento al presente numeral conforme a lo indicado.
			5.4.2.6 Pruebas para determinar el potencial de generación de drenaje ácido.	**5.4.2.6.1** En los residuos de los procesos de minado y tratamiento de minerales, el potencial de generación de drenaje ácido se determina aplicando la prueba modificada de balance ácido-base (ABA por sus siglas en inglés).	La Promovente hará las pruebas que sean necesarias de acuerdo a lo establecido

NOM-157-SEMARNAT-2009					
Numeral					**Vinculación con el proyecto**
				5.4.2.6.2 Para determinar si el residuo es generador potencial de drenaje ácido, se debe de aplicar la prueba ABA establecida en los Anexos Normativos 1 y 5 (II) de la NOM-141-SEMARNAT-2003 y sujetarse a los límites establecidos en el Cuadro 3.	La Promovente determinará el potencial de generación de drenaje ácido conforme a lo establecido en este numeral y en la normatividad correspondiente.
			5.4.2.7 Debe tenerse la información de los procedimientos para la caracterización de los residuos, cuándo se fueron generando, además de los procedimientos para estabilizar todos los residuos de procesos.		La Promovente guardará un registro de dicha información de acuerdo a lo indicado en el presente numeral.
	5.5 Criterios generales para la valorización de residuos.	**5.5.1** El aprovechamiento o valorización de los residuos, debe sujetarse al principio de eficiencia ambiental y desarrollarse de conformidad con las disposiciones legales en materia de impacto ambiental, riesgo, prevención de la contaminación del agua, aire y suelo y otras, que resulten aplicables.			Se dará el seguimiento conforme a lo descrito en este numeral.
		5.5.2 Los procesos empleados para la valorización o el aprovechamiento no deben liberar contaminantes al ambiente ni constituir un riesgo para la salud, y habrán de promover el ahorro de energía y de materias primas.			Se dará el seguimiento conforme a lo descrito en este numeral.
		5.5.3 En el caso de aprovechamiento o valorización de los residuos en la fuente que los generó, el plan de manejo deberá indicar:		**5.5.3.1** Para reutilización: las características técnicas del material o residuo a reutilizar, los procesos productivos en los cuales serán utilizados, su capacidad anual de reutilización y su balance de materia.	La Promovente dará el seguimiento correspondiente y en caso de efectuar alguna actividad relacionada con este numeral notificará a la autoridad correspondiente, además de la actualización del Plan de Manejo de Residuos Mineros.

NOM-157-SEMARNAT-2009					
Numeral					**Vinculación con el proyecto**
				5.5.3.2 Para reciclaje o co-procesamiento: los procedimientos, métodos o técnicas de reciclaje o co-procesamiento que se proponen, detallando todas sus etapas; las cargas de residuos peligrosos, emisiones, efluentes y generación de otros residuos, así como los parámetros de control de proceso.	La Promovente hará el seguimiento conforme a lo establecido.
				5.5.3.3 Para aprovechamiento energético: el balance de energía, el poder calorífico del residuo y el proceso al cual será incorporado.	La Promovente hará el seguimiento conforme a lo establecido.
	5.6 Criterios para el almacenamiento y disposición final de residuos.	**5.6.1** Se deben identificar los elementos del ambiente presentes en el sitio en que se depositarán los residuos, aquéllos que sean susceptibles de afectación por los impactos generados por la disposición de residuos, así como la capacidad del entorno para atenuar dichos impactos, conforme al estudio de la caracterización del sitio del numeral 5.3 de la NOM-141-SEMARNAT-2003			El Proyecto propone medidas de prevención, mitigación, y compensación para dichas situaciones, además de que implementará las medidas que la autoridad le indique como condicionantes.
		5.6.2 Durante el proyecto, construcción, operación y cierre de los depósitos de almacenamiento y disposición final de residuos, se deberán contar con las especificaciones de ingeniería y	**5.6.2.1** En el caso de los terreros, tepetateras y demás depósitos de residuos mineros no sujetos a una Norma Oficial Mexicana específica, se deben	a) Evitar procesos de erosión eólica e hídrica, así como los arrastres mecánicos. b) Impedir la dispersión en el ambiente de drenaje ácido, lixiviados y escurrimientos, en su caso.	La Promovente dará el seguimiento oportuno para evitar la erosión eólica e hídrica, así como para impedir la dispersión de sustancias.

NOM-157-SEMARNAT-2009					
Numeral					**Vinculación con el proyecto**
		mantenimiento que aseguren su estabilidad física.	establecer medidas de control para:		
			5.6.2.2 Para los depósitos de residuos provenientes de procesos pirometalúrgicos e hidrometalúrgicos, se debe cumplir además de lo establecido en el numeral 5.6.2.1, con lo siguiente:	a) Depositar únicamente residuos sólidos de naturaleza inorgánica y compatibles entre sí. b) Asegurar el aislamiento adecuado del depósito para impedir el contacto de los residuos con cuerpos de agua, así como para evitar su transporte por viento o arrastres. c) Contar con un sistema de captación y canalización del agua pluvial, acorde a las condiciones climáticas locales.	La Promovente dará seguimiento conforme lo indicado.
		5.6.3 Durante las etapas de operación y post-operación, en todo depósito se deberá monitorear los cuerpos de agua vulnerables.			La Promovente hará el monitoreo correspondiente.
		5.6.4 Se deberá proceder a la restauración forestal de las zonas de los depósitos que vayan quedando fuera de operación, con especies endémicas del sitio, en el caso de que sea factible, en virtud de la cantidad recuperable del suelo originalmente existente en el sitio, y/o las cualidades de los residuos para que directamente sobre ellos se desarrolle dicha vegetación.			Durante la etapa de cierre de la Unidad minera, la Promovente deberá integrar las obras del presente Proyecto, y restaurar estas zonas conforme a lo descrito en este numeral.
6. Procedimiento para la evaluación de la conformidad	**6.1** Para efectos de este procedimiento, se deben considerar las definiciones contenidas en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.				La Promovente dará seguimiento al presente numeral.
	6.2 La Evaluación de la Conformidad de la presente Norma Oficial Mexicana, se podrá realizar por la PROFEPA o por las unidades de verificación acreditadas y aprobadas en los términos establecidos por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.				La Promovente dará seguimiento al presente numeral.

NOM-157-SEMARNAT-2009		
Numeral		**Vinculación con el proyecto**
	6.3 Para que la evaluación se lleve a cabo, el promovente lo solicitará por escrito a la PROFEPA o, en su caso, a las unidades de verificación acreditadas y aprobadas.	La Promovente dará seguimiento al presente numeral.
	6.4 En caso de que el promovente desee que la evaluación sea realizada por una unidad de verificación, éste deberá contratar los servicios de alguna de las unidades de verificación acreditadas y aprobadas por la Secretaría.	La Promovente dará seguimiento al presente numeral.
	6.5 La evaluación de la conformidad se realizará para la caracterización del residuo, y para verificar el cumplimiento de los criterios de valorización y almacenamiento y disposición final de residuos. Habrá de verificarse la existencia y registro del plan de manejo conforme lo establece el artículo 33 del Reglamento.	La Promovente dará cumplimiento al presente numeral
	6.6 Tanto la unidad de verificación como la PROFEPA, podrán llevar a cabo los muestreos, análisis de laboratorio y estudios de campo que consideren necesarios para determinar la conformidad de esta Norma Oficial Mexicana por lo que se refiere al muestreo y caracterización del residuo. Las metodologías por emplear deberán ser documentadas y acordadas con la instancia a evaluar.	La Promovente dará seguimiento al presente numeral conforme a los dispuesto, en conjunto con la Autoridad correspondiente.
	6.7 Los dictámenes de las unidades de verificación serán reconocidos por las dependencias competentes, así como por los organismos de certificación y con base en ellos podrán actuar en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y conforme a sus respectivas atribuciones.	La promovente dará cumplimiento al presente numeral.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Objetivos/criterios vinculantes con el Proyecto:

- **Objetivo 2.5.** Garantizar el derecho a un medio ambiente sano con enfoque de sostenibilidad de los ecosistemas, la biodiversidad, el patrimonio y los paisajes bioculturales.
    - **2.5.2.** Aprovechar sostenibleme nte los recursos naturales y la biodiversidad con base en una planeación y gestión económica comunitaria con enfoque territorial, de paisajes bioculturales y cuencas.
    - **2.5.3.** Restaurar ecosistemas y recuperar especies prioritarias con base en el mejor conocimiento científico y tradicional disponible.
    - **2.5.8.** Promover la gestión, regulación y vigilancia para prevenir y controlar la contaminación y la degradación ambiental.
    - **2.5.9.** Fomentar la creación y fortalecimiento de empresas en el Sector Social de la economía que favorezcan el mejor aprovechamiento del patrimonio social, cultural y medioambiental de las comunidades.
- **Objetivo 3.3** Promover la innovación, la competencia, la integración en las cadenas de valor y la generación de un mayor valor agregado en todos los sectores productivos bajo un enfoque de sostenibilidad.
    - **3.3.2.** Impulsar el desarrollo y adopción de nuevas tecnologías en los sectores productivos y la formación de capacidades para aprovecharlas, vinculando la investigación con la industria y los usuarios y promoviendo métodos de producción sostenible y patrones de consumo responsable que promuevan el uso eficiente y racional del territorio y de sus recursos.
    - **3.3.5.** Promover el comercio nacional e internacional y la diversificación de productos, servicios y destinos de exportación e importación.
    - **3.3.8.** Potenciar las capacidades locales de producción y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y minerales, a través de la innovación, y fomentar la inversión en Proyectos agropecuarios y mineros, en un marco de certidumbre y respeto a las comunidades y al medio ambiente.
    - Criterios del Territorio y desarrollo sostenible

- **Criterio 1** La implementación de la política pública o normativa deberá incorporar una valoración respecto a la participación justa y equitativa de los beneficios derivados del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Vinculación con el Proyecto

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

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

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

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

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

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

> ***Estrategia prioritaria 1.2.-*** Promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad, basado en la planeación participativa con respeto a la autonomía y libre determinación, con enfoque territorial, de cuencas y regiones bioculturales, impulsando el desarrollo regional y local.
>
> > *1.2.4.*- Impulsar el desarrollo forestal sustentable y la competitividad del sector forestal a través de la efectiva aplicación del marco normativo y regulatorio y con técnicas apropiadas.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

III.5.1.3. Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2023-2028 del Estado de Durango

El Plan Estatal de Desarrollo (PED) es un documento rector donde se manifiesta de forma general y coordinada, lineamientos, prioridades, objetivos, estrategias de acción y financiamiento. El PED 2023-2028 fue publicado en el año 2023, dando seguimiento a los compromisos del Estado en la Agenda 2030, a la vez que se fue reorientado para incorporar las prioridades del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, así como tomar en cuenta la visión actualizada de los 39 Planes Municipales de Desarrollo 2023-2025.

El Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2023-2028 del estado de Durango se basa en seis ejes rectores para el desarrollo del Estado, el cumplimiento de estos ejes tiene como objetivo direccionar el rumbo para alcanzar un desarrollo integral con una amplia participación ciudadana y una visión municipalista que permitan lograr un Gobierno innovador, transparente, eficaz y eficiente. Los seis ejes rectores son:

1. Durango Solidario, Inclusivo y con Bienestar Social
2. Durango Competitivo, Próspero y de Oportunidades
3. Durango Seguro, Respetuoso y en Paz
4. Durango Sostenible, Ordenado y con Calidad de Vida
5. Durango integrado, con Infraestructura y Servicios de Calidad
6. Gobierno responsable, Comprometido y de Resultados

El proyecto de exploración es afín al eje 2 y 4: Durango Competitivo, Próspero y de Oportunidades y Durango Sostenible, Ordenado y con Calidad de Vida, respectivamente el eje 2 se tiene la finalidad de que el Estado de Durango promueva las oportunidades para aprovechar el potencial del estado en los distintos sectores económicos, entre ellos la minería. Este eje está especialmente relacionado en el objetivo 2.10 que es promover la minería como detonante económico de las regiones. El presente proyecto de exploración minera está directamente relacionado, ya que impulsa la búsqueda del potencial geológico minero como base para futuro aprovechamiento del recurso mineral.

De manera particular, el proyecto se relaciona a este objetivo en los siguientes lineamientos:

- Impulsar inversiones que consoliden el desarrollo sostenido del sector.
- Brindar acompañamiento a las empresas mineras y comunidades para el cumplimiento de normas y regulaciones en la materia.
- Establecer una vinculación permanente con las autoridades competentes para la exploración y explotación de la minería metálica y no metálica

Por su parte el eje 4, tiene como finalidad lograr un desarrollo económico compatible con la protección del ecosistema y la conservación de los recursos naturales. El Proyecto generará empleos directos e indirectos, además que, con los resultados de exploración, si los sitios son viables para el aprovechamiento minero, podrán realizarse actividades de extracción de mineral, consiguiendo consigo un mayor número de empleos siempre tomando en cuenta el aprovechamiento sostenible de los recursos.

Dentro del mismo eje se menciona el objetivo 4.4 Prevenir la contaminación ambiental a través de la regulación e inspección de empresas. Al ser un proyecto de exploración minera, el Proyecto está directamente relacionado con esta estrategia, debido a que la actividad está sujeta a una normativa que la regula.

Particularmente, el proyecto se adapta a las siguientes líneas de acción planteadas en el eje 4:

- Difundir las características y beneficios para el medio ambiente de la producción y el consumo responsable.
- Garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental para la disminuir la emisión de contaminantes al ambiente.

- Implementar acciones de sustentabilidad y mejora del medio ambiente.

Relacionado a lo anterior, Parrilla Plata Mining S.A. de C.V. emprenderá las medidas necesarias para prevenir, mitigar y compensar los efectos negativos causados sobre los componentes ambientales del sitio que se generen a partir de la ejecución de las obras contempladas, de este modo, se garantizará la conservación y un aprovechamiento eficiente de los recursos naturales. Dichas medidas se presentan en el Capítulo VI del presente documento.

De acuerdo con lo planteado en los párrafos anteriores, el Proyecto no contraviene los objetivos, estrategias planeadas por el gobierno estatal para el desarrollo del estado de Durango.

III.5.1.4. Plan Municipal de Desarrollo de Nombre de Dios (2022-2025)

El Plan Municipal de Desarrollo del municipio es una herramienta con la que se busca un mayor desarrollo municipal en el lapso para el cual fue planteado. Al igual que el PND y el Plan de Desarrollo Estatal de Durango, con este Plan se busca un mayor desarrollo en aspectos políticos, sociales y ambientales para una mejor calidad de vida de los habitantes de Nombre de Dios.

El Plan Municipal de Desarrollo de Nombre de Dios, tiene cuatro ejes rectores, los cuales son:

1. Desarrollo Institucional Para Un Buen Gobierno
2. Desarrollo Económico Sostenible
3. Desarrollo Social Incluyente
4. Desarrollo Ambiental Sustentable

A su vez, cuenta con cuatro ejes para la planeación

1. Gobierno Cercano A La Gente
2. Nombre de Dios, Destino Seguro
3. Bienestar social y Servicios de Calidad
4. Nombre de Dios Para Todos

Cada eje para planeación anteriormente mencionado tiene sus propias estrategias, de las cuales el Proyecto se relaciona con las siguientes:

2.1. Nombre de Dios un destino seguro para la inversión y la generación de empleo

2.1.1. Facilitar la instalación y operación de nuevas empresas en Nombre de Dios

2.1.5. Consolidar el marco jurídico para la instalación y crecimiento de negocios y empresas con el respeto pleno al medio ambiente y el entorno social

Estas estrategias se vinculan directamente con el Proyecto ya que su objetivo es el de facilitar la operación de las empresas, para la inversión en el Municipio y generación de empleos. De la misma manera, la operación del Proyecto se apegará a las medidas propuestas en la presente MIA-P, así como las que la autoridad determine, durante toda su vida útil, como parte de su responsabilidad con el Medio Ambiente.

III.6. Otros Instrumentos

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

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

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

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

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

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

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

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

manera que puedan lograr mejores condiciones de vida, proteger el medio ambiente y preservar sus recursos naturales.

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

III.6.1.2. Carta Mundial de la Naturaleza

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

Además, aprueba los principios de conservación, entre los que figuran: el respeto a la naturaleza, garantizar la supervivencia y la conservación de la población de todas las especies, aprovechar los recursos naturales de manera que no se ponga en peligro la existencia de otros ecosistemas o hábitats, utilizar los recursos con mesura y procurar que no se desperdicien, impedir la descarga de sustancias contaminantes en los sistemas naturales y evitar las actividades perjudiciales para la naturaleza.

Vinculación con el Proyecto
Con el desarrollo de todas las medidas expuestas en el Cap. VI de este documento, se anticipa que el Proyecto garantice que no se pondrá en riesgo la existencia de ecosistemas o hábitats y que el impacto a las especies sea el mínimo posible. Además, durante su desarrollo se impedirá la descarga de sustancias contaminantes en los sistemas naturales y no se practicarán actividades militares perjudiciales para la naturaleza.

III.6.1.3. Declaración de Río

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

Vinculación con el Proyecto

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

III.6.1.4. Agenda 21

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

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

Vinculación con el Proyecto

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

III.6.1.5. Acuerdo de parís

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

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

Vinculación con el Proyecto

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

III.6.2. Vinculación con tratados y convenios internacionales

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

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

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

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

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

Vinculación con el Proyecto

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

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

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

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

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

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

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

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

Vinculación con el Proyecto

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

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

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

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

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

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

[1] http://www.cites.org/esp/disc/what.php

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

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

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 "Tajo Quebradillas" en lo sucesivo "el Proyecto", se consideran tanto los efectos directos como indirectos, es decir, no solamente los elementos que pretenden ser objeto de aprovechamiento o afectación puntual, sino todo el conjunto de elementos que se interrelacionan e interactúan para conformar el ecosistema.

En concreto, el Área de Influencia considera las interacciones del Proyecto y su alcance sobre los componentes ambientales, mientras que para el SA se analizaron las interacciones que habrá desde los componentes ambientales hacia el Proyecto, lo que se representa esquemáticamente en la Figura 4. 1.

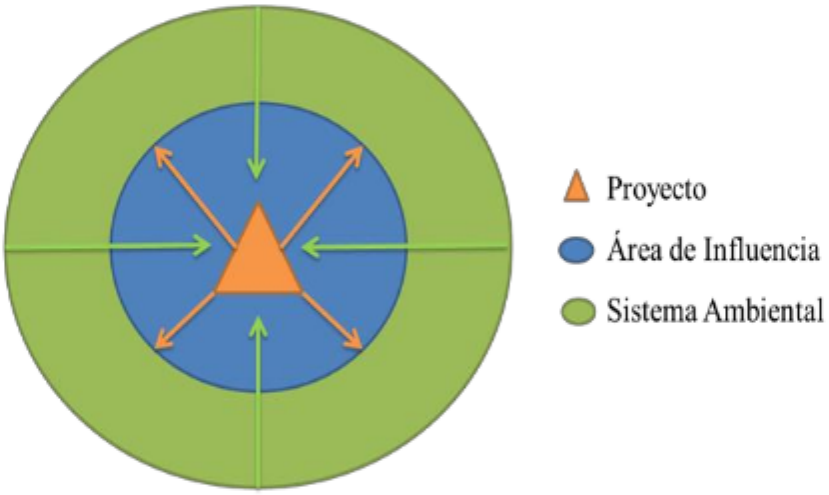

Figura 4. 1 Relación entre SA, Área de Influencia y Proyecto

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

Para la delimitación del AI se utilizó el programa ArcGIS para procesar los insumos considerados, en la Figura 4. 2 se muestra un polígono en color amarillo que representa el AI delimitada para el Proyecto, la cual tiene una superficie de **3,896.70148 ha** (Anexo 4.1).

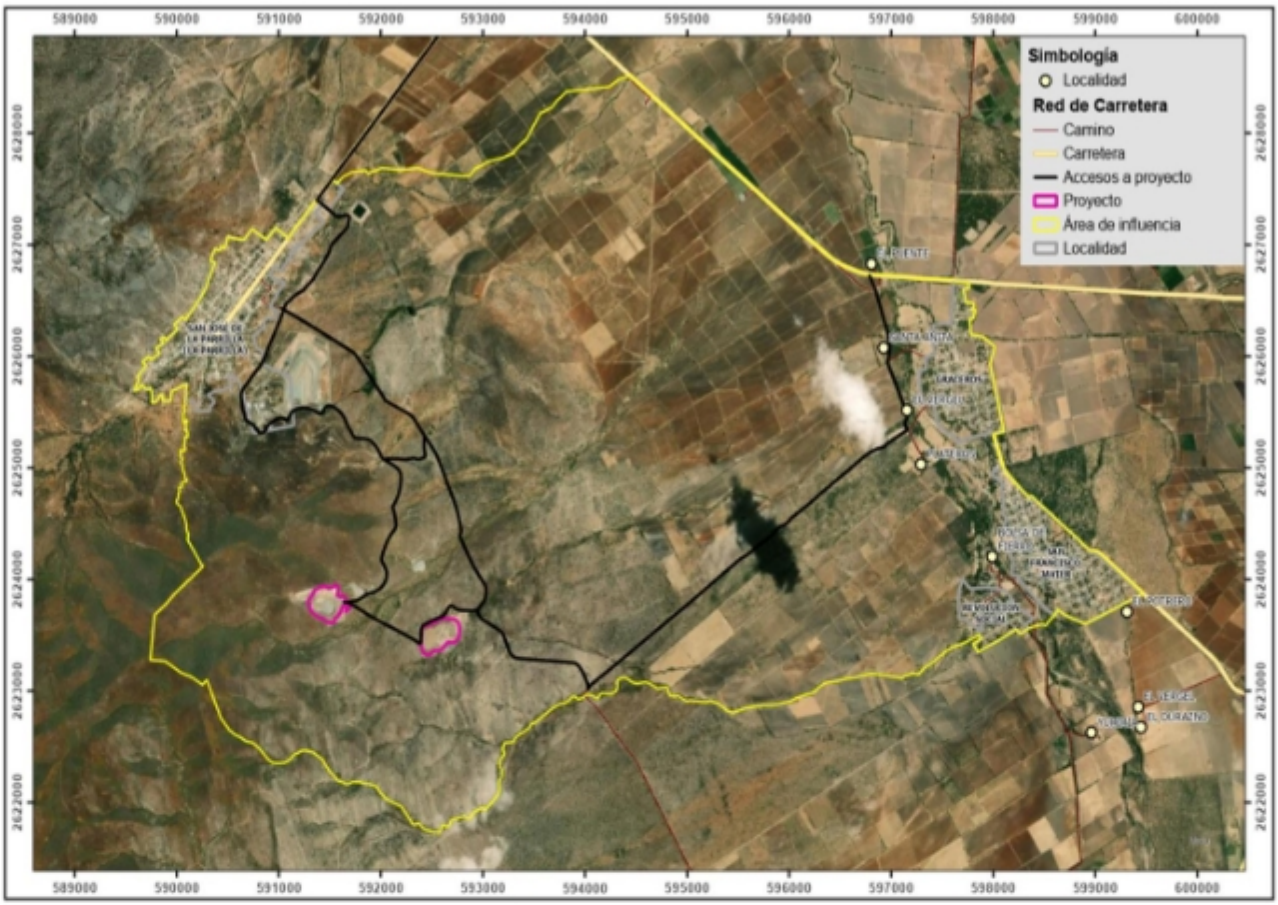

Figura 4. 2 Área de Influencia del Proyecto

IV.2. Delimitación del Sistema Ambiental (SA)

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

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

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

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

1. El SA considera los principales elementos bióticos y abióticos que pudieran llegar a tener alguna relación con el Proyecto, por lo que permite una comprensión de las relaciones e interacciones entre el Proyecto y los elementos ambientales del entorno.

2. Los elementos ambientales considerados para la delimitación del SA pueden ser considerados como indicadores, por ejemplo, agua, suelo y biota y constituyen la base para el mantenimiento de procesos biológicos, físicos y químicos de la naturaleza.

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

Atendiendo lo anterior, el SA se delimitó tomando como base a las nanocuencas de incidencia sobre el Proyecto, resultando en una superficie de **13,119.5338 ha**. De tal manera que el SA supone una relativa homogeneidad en sus características bióticas, abióticas y de uso de suelo.

Los límites del SA corresponden a una delimitación mayormente topográfica e hidrológica, con apoyo del modelo de órdenes de corrientes se muestra el flujo de los arroyos cercanos al Proyecto y de esta manera se incluyen dentro del SA, al oeste se consideró para la delimitación el criterio social que incluye a la localidad de La Parrilla como zona de importancia por sus actividades agrícolas y su cercanía con el área de Proyecto, que permitirá que se vea influenciada por las actividades del mismo.

También se analizaron criterios de Uso de Suelo y Vegetación y los diferentes tipos de suelo presentes, por lo que se incluyeron zonas de interés edafológico y zonas agrícolas, urbanas e industriales, así como la vegetación que representa las áreas con mayor calidad para la fauna, esto se ve en la sección oeste del SA, el cual se presenta en el Anexo 4.2.

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

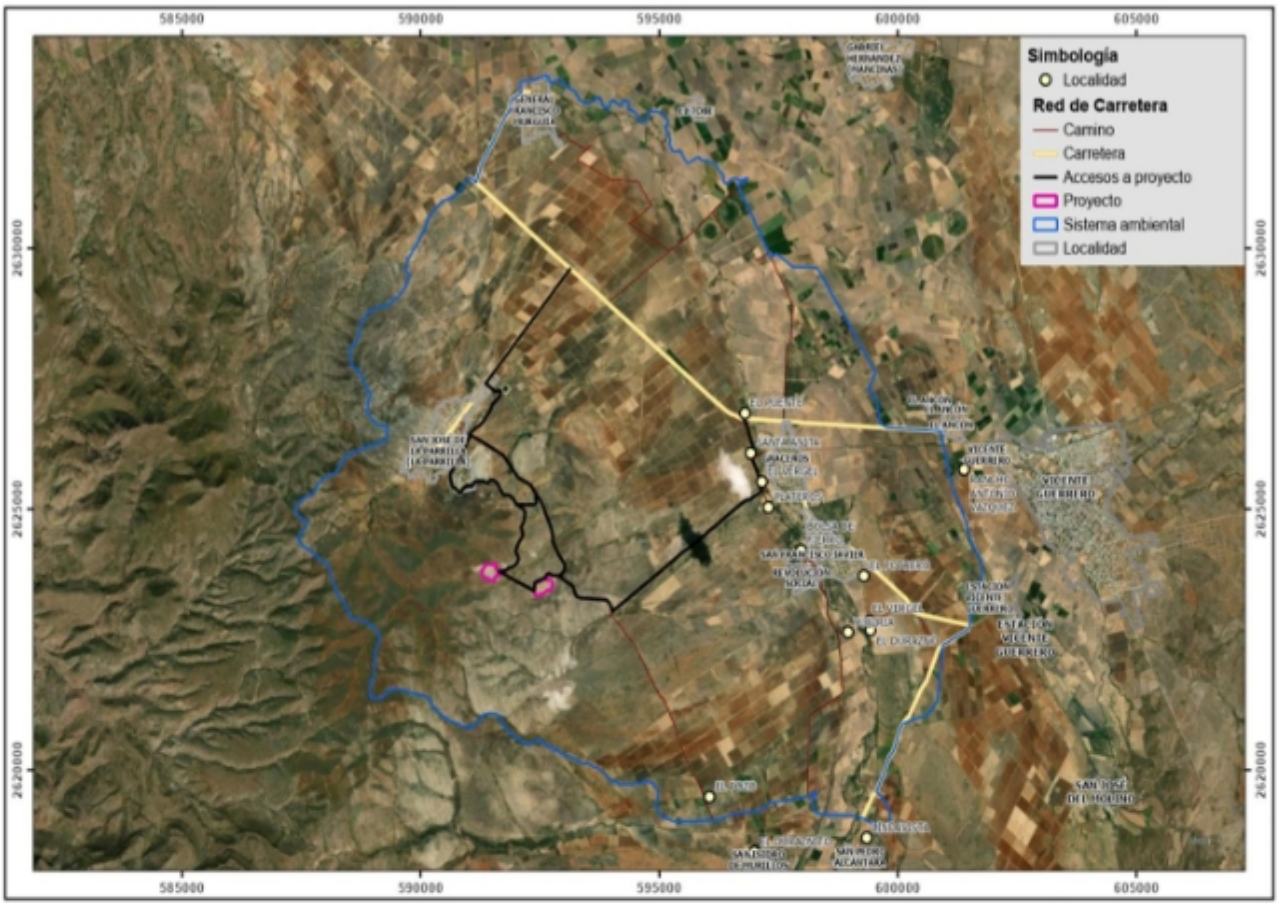

Figura 4. 3 Ubicación del Proyecto dentro del Sistema Ambiental

IV.3. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental

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

IV.3.1. Medio abiótico

IV.3.1.1. Atmósfera

IV.3.1.1.1. Climatología

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

A continuación, se presenta en la Tabla 4.1 el listado de las 10 estaciones climatológicas más cercanas que fueron empleadas para el análisis de este apartado, así como sus nombres y su ubicación respecto a otras estaciones. Estas están representadas en la Figura 4. 4.

Tabla 4.1 Estaciones climatológicas del SMN empleadas para el Proyecto

Nombre	Clave	Coordenadas en Sistema WGS84, UTM Zona 13N		t.ª máxima (°C)	t.ª media (°C)	t.ª mínima (°C)	Precipitación (mm)
		X	Y				
El Saltito	10024	566159	2657545	26.7	17.7	8.7	511.3
Narciso Mendoza	10047	605830	2648217	26.0	17.0	8.0	492.2
Presa Santa Elena	10057	596334	2613061	23.8	16.0	8.3	493.2
San José de Acevedo	10066	574727	2633074	24.6	15.3	5.9	475.7
Súchil	10081	610393	2613005	22.2	14.6	7.0	467.9
Vicente Guerrero	10088	603988	2625570	26.3	17.0	7.6	513.4
Chalchihuites (SMN)	32065	614381	2596205	24.8	16.9	9.0	567.3
Hacienda Ganadera El Ojo	10109	590228	2656448	26.1	15.9	5.7	689.1
Hacienda La Pila	10110	572322	2667452	26.5	17.7	9.0	467.0
Chalchihuites (DGE)	32012	613610	2596786	24.7	16.7	8.8	509.4

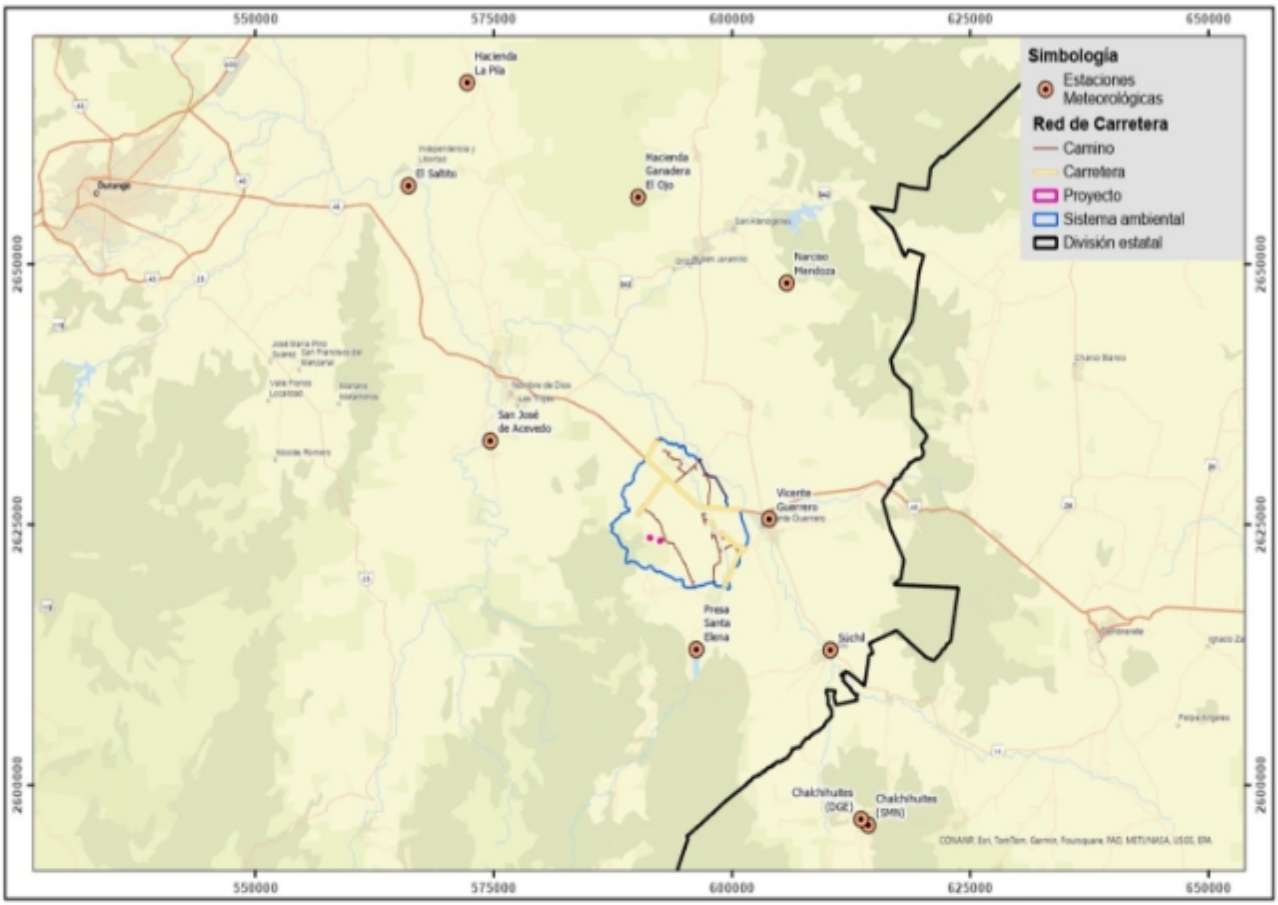

Figura 4. 4 Estaciones climatológicas cercanas al Sistema Ambiental, CONAGUA

Como se observa en la Figura 4. 5, se realizó un climograma para representar las condiciones de temperatura y precipitación dentro del SA utilizando los datos de la estación climatológica de Vicente Guerrero, ya que, si es la más cercana al Sistema Ambiental, y su altitud de 1,950 m.s.n.m. se asemeja a la del Sistema Ambiental, que tiene valores entre 1,878 y 2,480 m.s.n.m. Con base en la información proporcionada por esta estación, se observa que presenta una precipitación normal de 513.4 mm, que el mes menos lluvioso es abril, con una media mensual de 3.4 mm, y que el más lluvioso es Agosto, con una precipitación normal de 127.8 mm. La temporada de lluvias está comprendida por los meses de junio a septiembre, los cuales presentan los mayores acumulados. La temperatura máxima normal anual (31.4°C) se presenta en el mes de mayo, la mínima normal anual en enero (1.3°C), mientras que la temperatura media normal tiene valores a lo largo del año entre 11.4 y 22.1 °C.

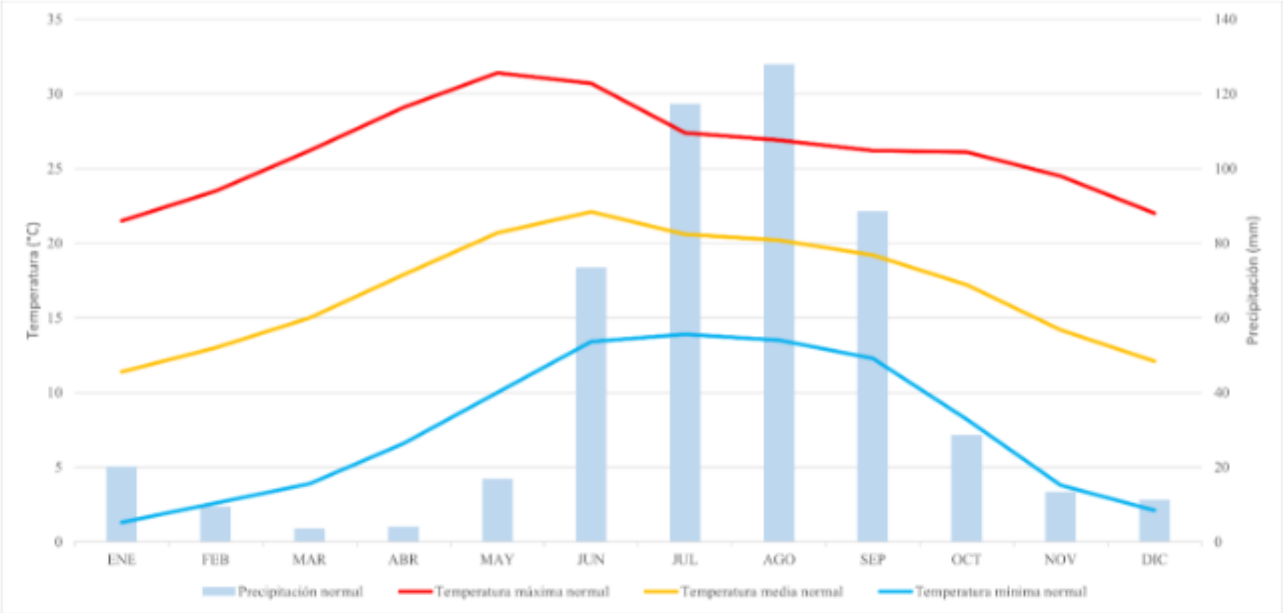

Figura 4. 5 Climograma de la estación climatológica Vicente Guerrero (10088)

IV.3.1.1.1.1. Tipos de clima

Basado en la información de INEGI, y de acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada para México por Enriqueta García (1988), dentro del SA delimitado para el Proyecto, se puede encontrar un solo tipo de clima, el cual se identifica con la clave BS1kw, cuya descripción se presenta en la Tabla 4.2 y es representada dentro del SA en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2 Tipos de clima dentro del SA

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

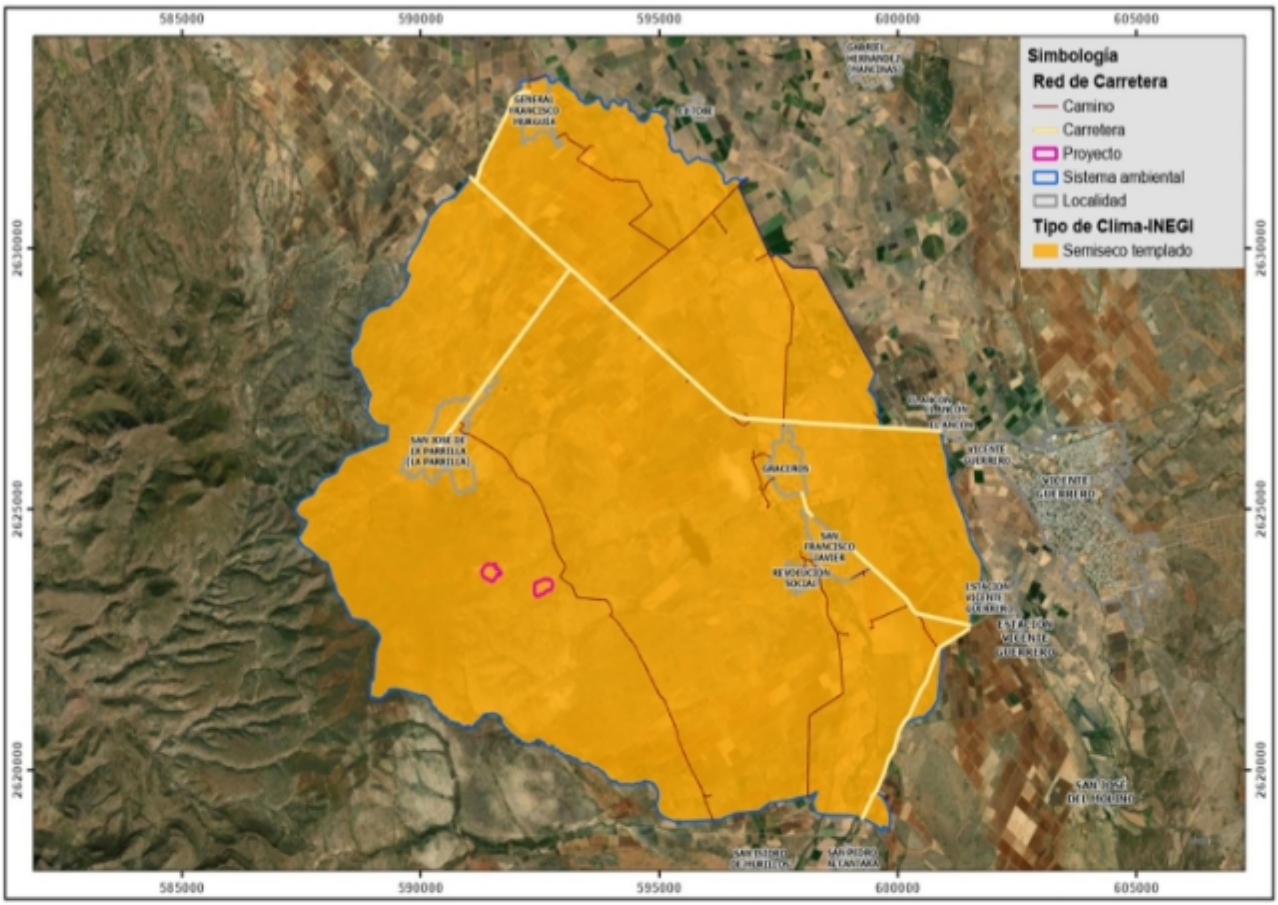

Figura 4. 6 Tipos de climas dentro del Sistema Ambiental del Proyecto, INEGI

IV.3.1.1.1.2. Temperatura

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

La temperatura mínima que se puede presentar en el Sistema Ambiental del Proyecto presenta variaciones en la superficie de este, las cuales van desde los 7.3 hasta los 8 °C (Figura 4. 7).

Respecto a la temperatura media del SA, se tiene un rango que va de los 16.1 a 16.9 °C en la totalidad de la superficie (Figura 4. 8).

Finalmente, en el modelo para determinar la temperatura máxima que puede presentarse en el SA del Proyecto, se puede observar que la temperatura más elevada puede presentarse en la zona Este, con una temperatura máxima de 26°C y en el resto del SA temperaturas que parten de los 24 a 25.5 °C (Figura 4. 9).

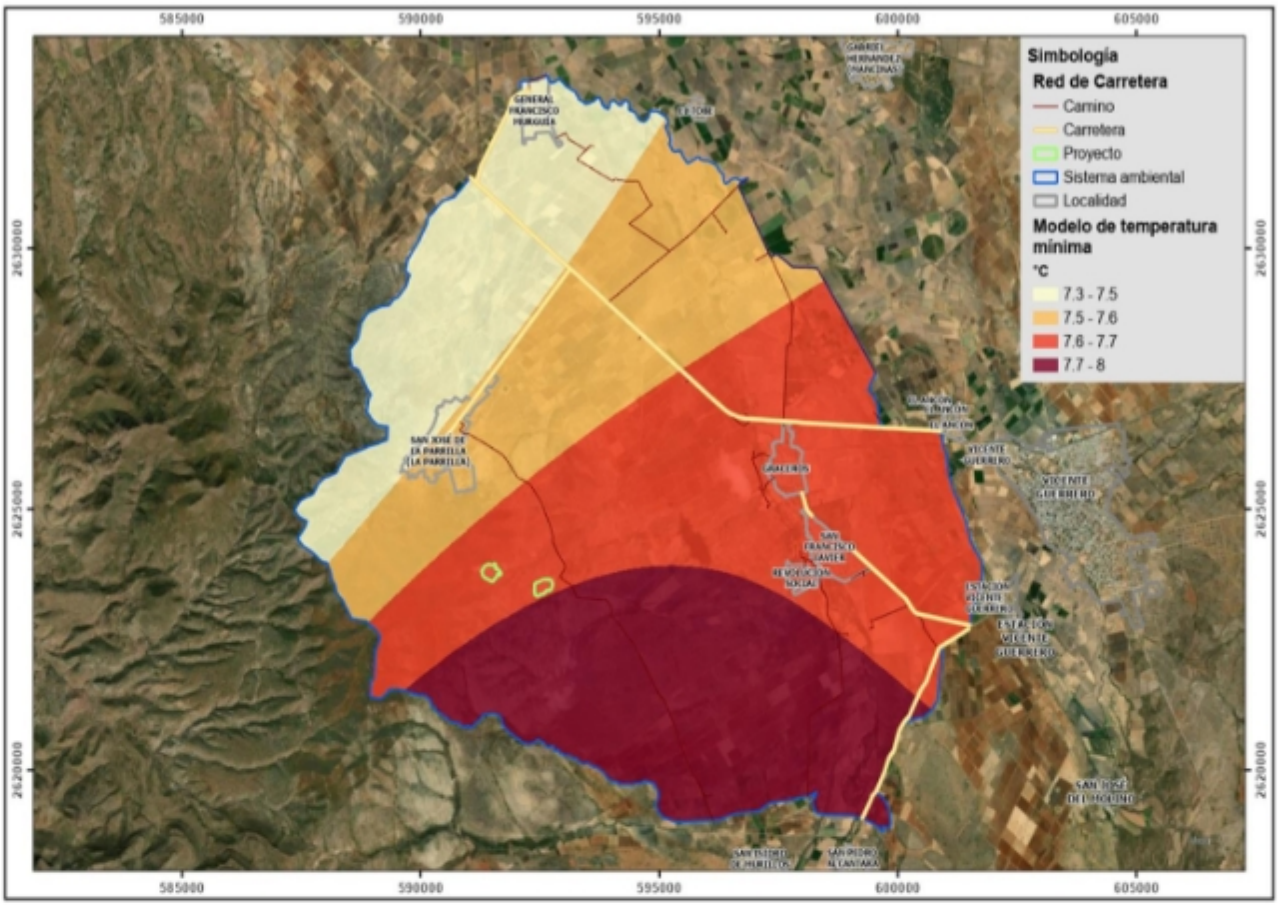

Figura 4. 7 Modelo de temperatura mínima del SA

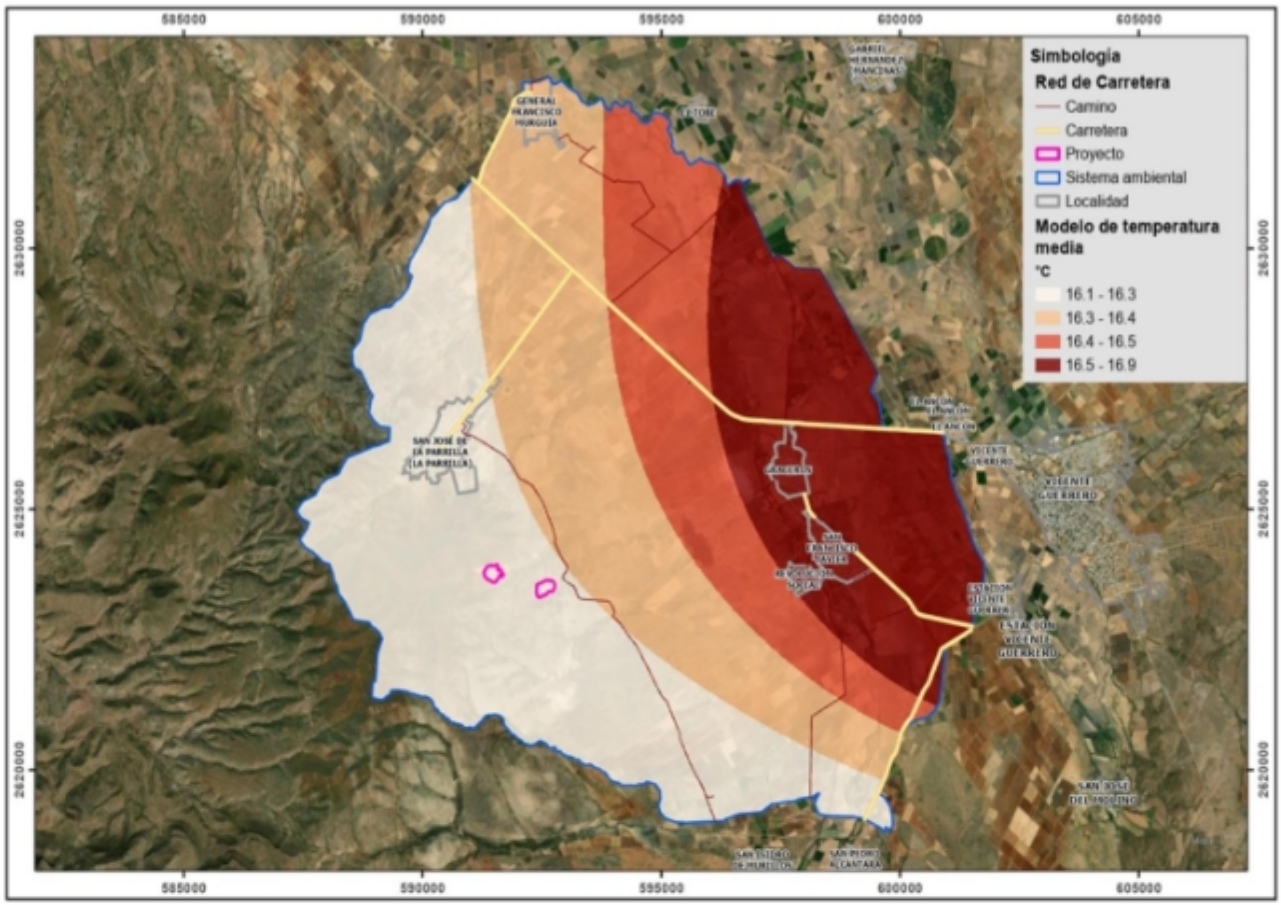

Figura 4. 8 Modelo de temperatura media dentro del SA

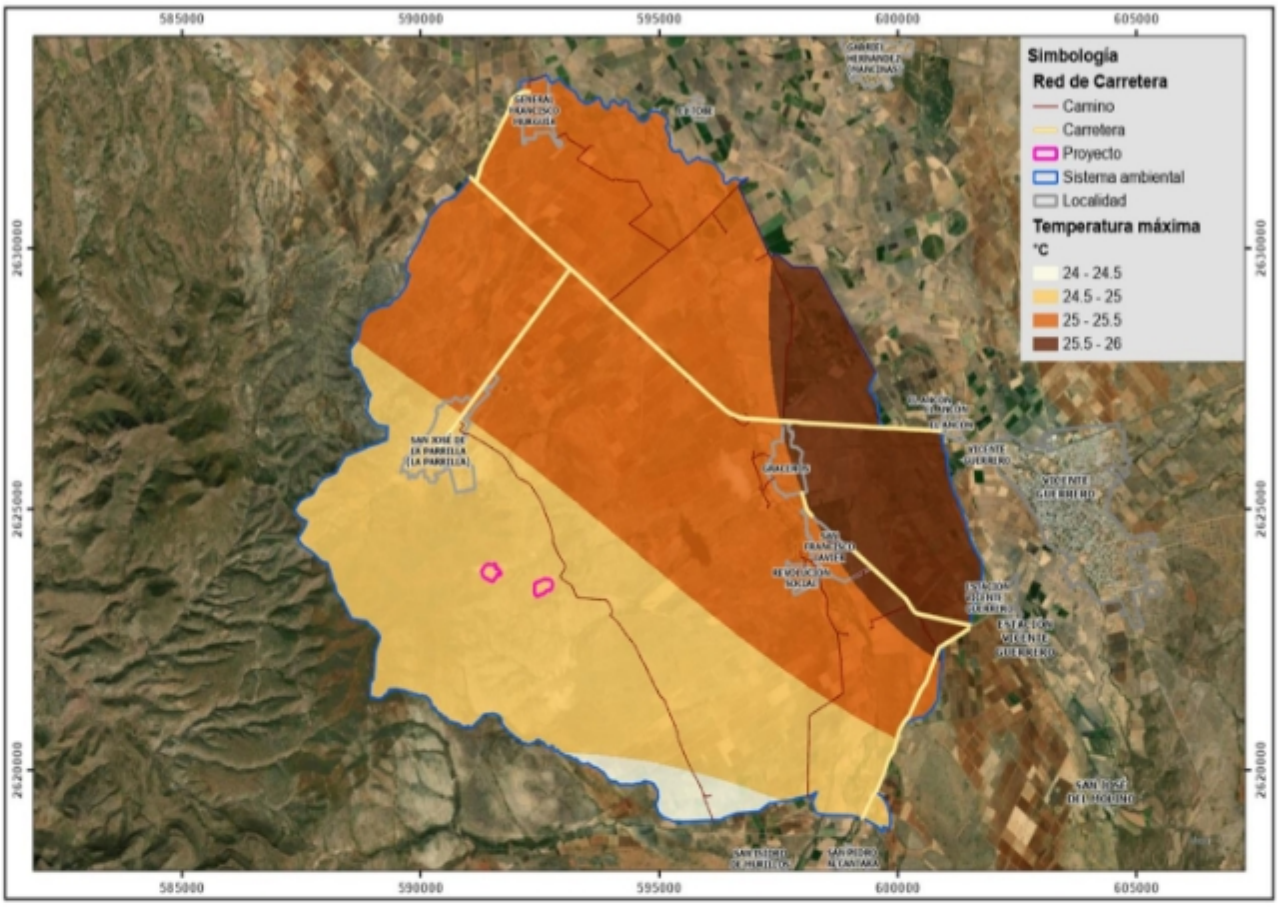

Figura 4. 9 Modelo de temperatura máxima dentro del SA

IV.3.1.1.1.3. Precipitación

Para determinar la precipitación media anual que ocurre dentro del SA, fue necesario consultar los datos de las 10 estaciones climatológicas enlistadas en la Tabla 4.1 al inicio de este capítulo, para hacer más preciso el análisis de la precipitación, dado que el INEGI y CONABIO presentan datos a escalas de 1:250,000 y 1: 1,000,000.

Una vez generado el modelo de precipitación media anual (Figura 4. 10) se observa que el rango de precipitación existente en el SA va de los 500 mm a los 515 mm anuales.

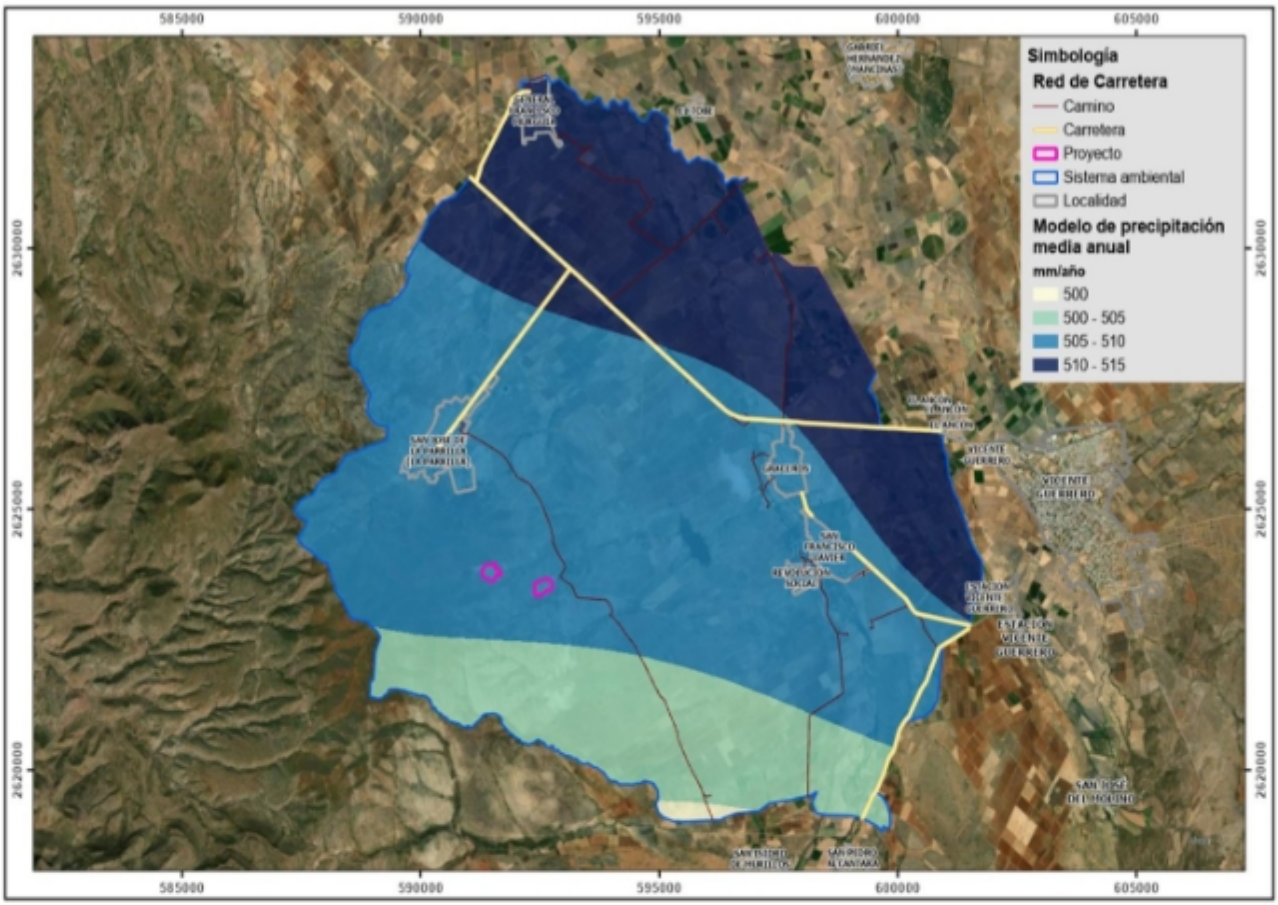

Figura 4. 10 Modelo de precipitación media anual dentro del Sistema Ambiental del Proyecto

IV.3.1.1.1.4. Velocidad y dirección del viento

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

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

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

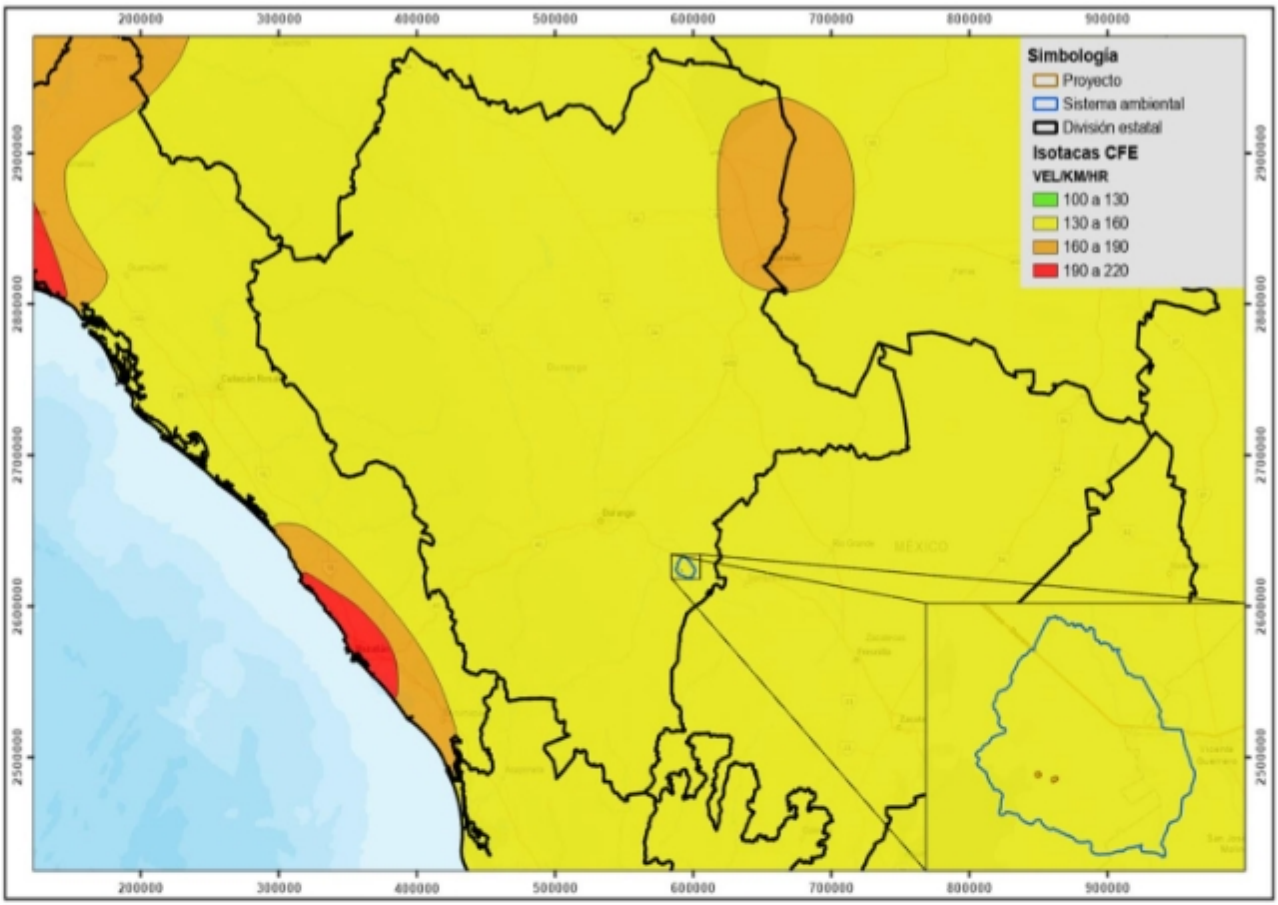

Figura 4. 11 Mapa de isotacas de la CFE

Con base en análisis estadísticos de informes climatológicos y reconstrucciones de modelos de 30 años de datos históricos de simulación del clima, provenientes del Servicio Meteorológico Meteoblue, se generaron los análisis estadísticos para los municipios de Nombre de Dios y Vicente Guerrero.

A continuación, se muestra en la Figura 4. 12 que, en el municipio de Nombre de Dios, el viento no alcanza velocidades mayores a 28 km/h, siendo en el mes de marzo donde se presenta la mayor velocidad en 30 días.

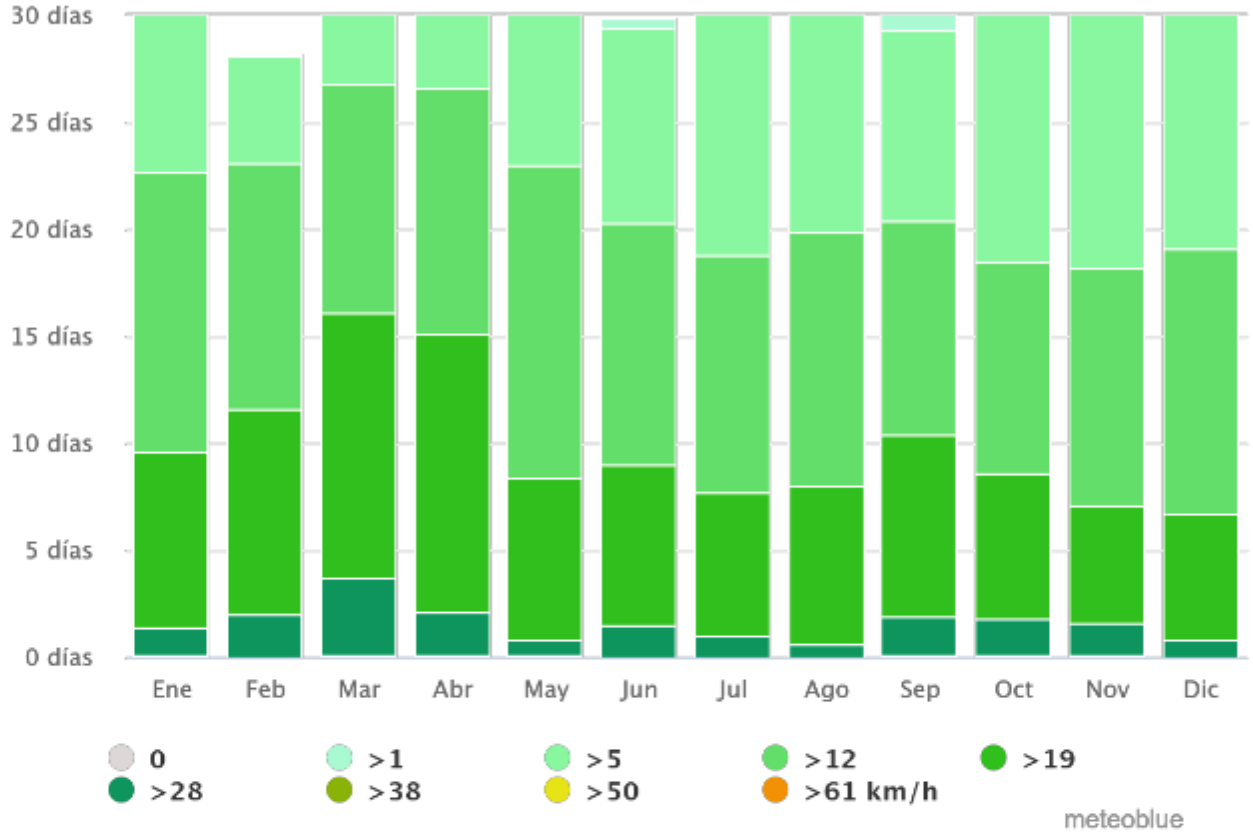

Figura 4. 12 Velocidad del viento en el municipio Nombre de Dios

En la Figura 4. 13, se aprecia que, en el municipio de Vicente Guerrero, el viento alcanza velocidades mayores al municipio Nombre de Dios, teniendo velocidades máximas de hasta 38 km/h, y de misma manera presentándose con mayor intensidad en el mes de marzo.

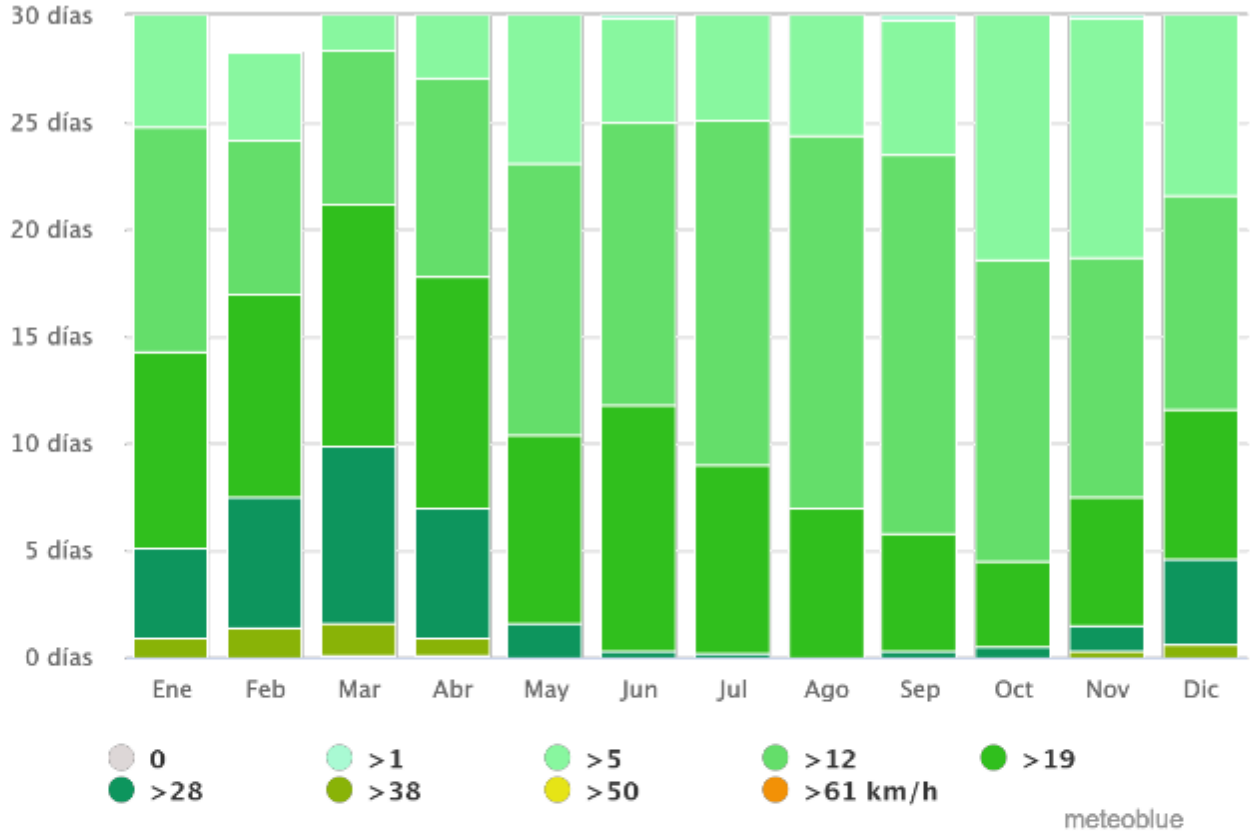

Figura 4. 13 Velocidad del viento en el municipio de Vicente Guerrero

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

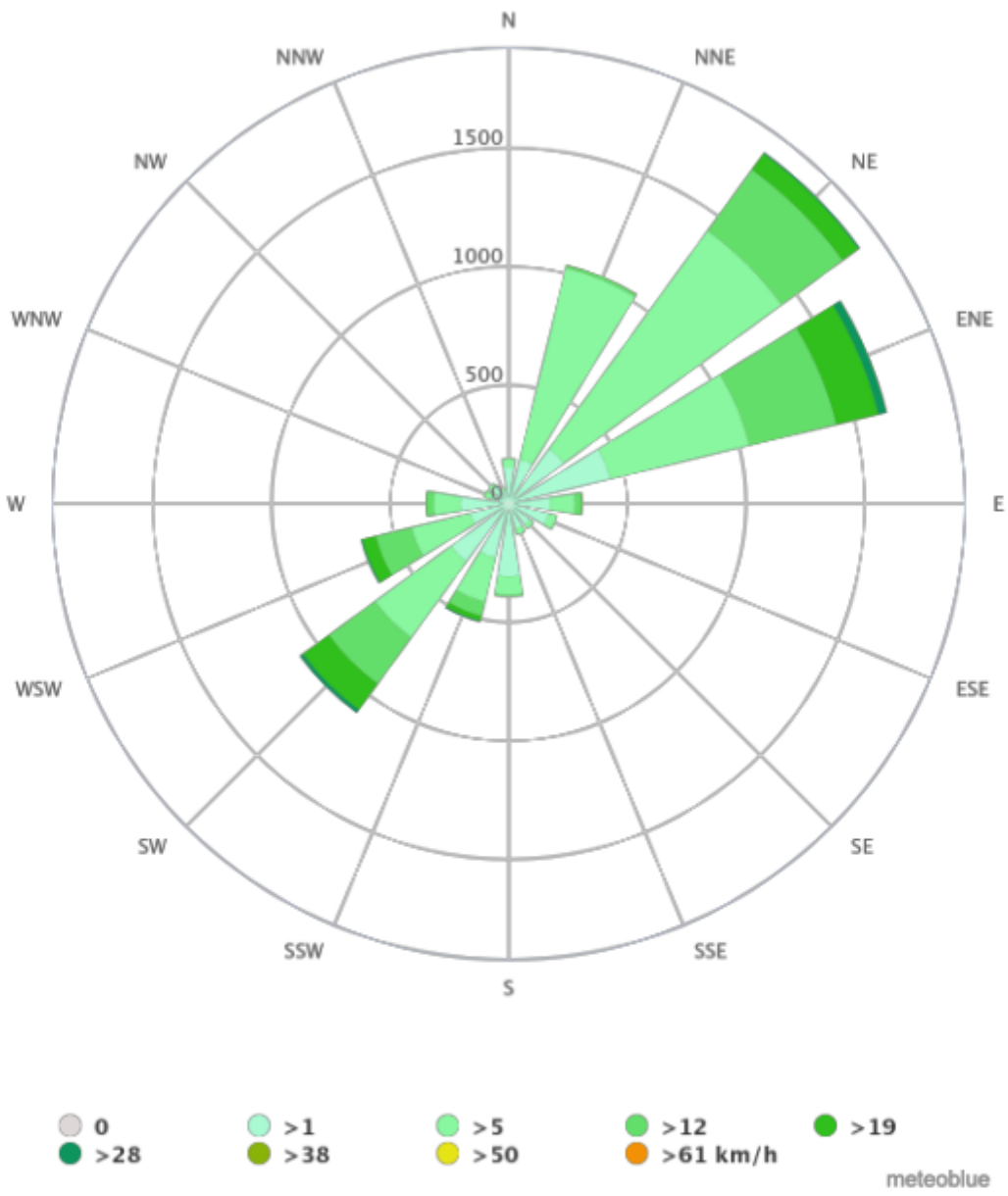

Figura 4. 14 Rosa de los vientos del municipio Nombre de Dios

Para el municipio de Vicente Guerrero se puede observar en la Figura 4. 15, que la rosa de los vientos indica que los vientos dominantes soplan predominantemente desde el noreste hasta el sureste.

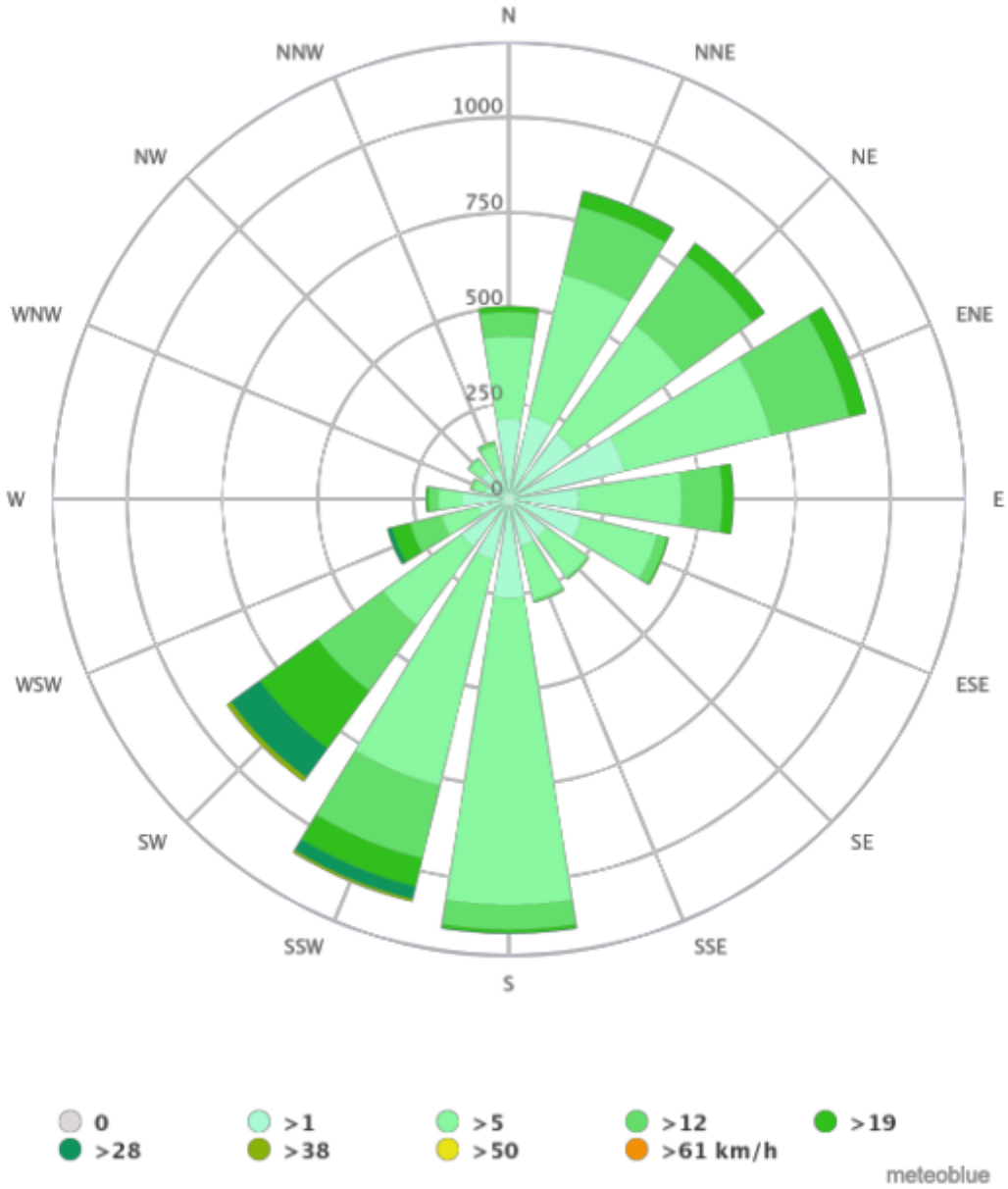

Figura 4. 15 Rosa de los vientos del municipio de Vicente Guerrero

IV.3.1.1.1.5. Riesgos hidrometeorológicos

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), los riesgos hidrometeorológicos se generan por la acción violenta de los agentes atmosféricos. México es afectado por varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos que pueden provocar la pérdida de vidas humanas o daños materiales de importancia. El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) cuenta con el portal del Atlas Nacional de Riesgos para la República Mexicana; el

cual está compuesto por bases de datos que permiten integrar los resultados de los análisis de peligro, vulnerabilidad y de riesgo.

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

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

Riesgos hidrometeorológicos	Grado de peligro	
	Nombre de Dios	Vicente Guerrero
Sequía	Bajo	Bajo
Tormentas eléctricas	Muy Alto	Muy Alto
Tormentas con granizo	Medio	Medio
Nevadas	Muy bajo	Muy bajo
Bajas temperaturas	Alto	Alto
Ondas cálidas	Medio	Medio
Ciclones tropicales	Muy bajo	Muy bajo
Inundaciones	Bajo	Bajo

En la Figura 4. 16 se presenta el grado de peligrosidad por sequía en toda la república mexicana. La totalidad de la superficie del SA corresponde a un grado Medio de riesgo.

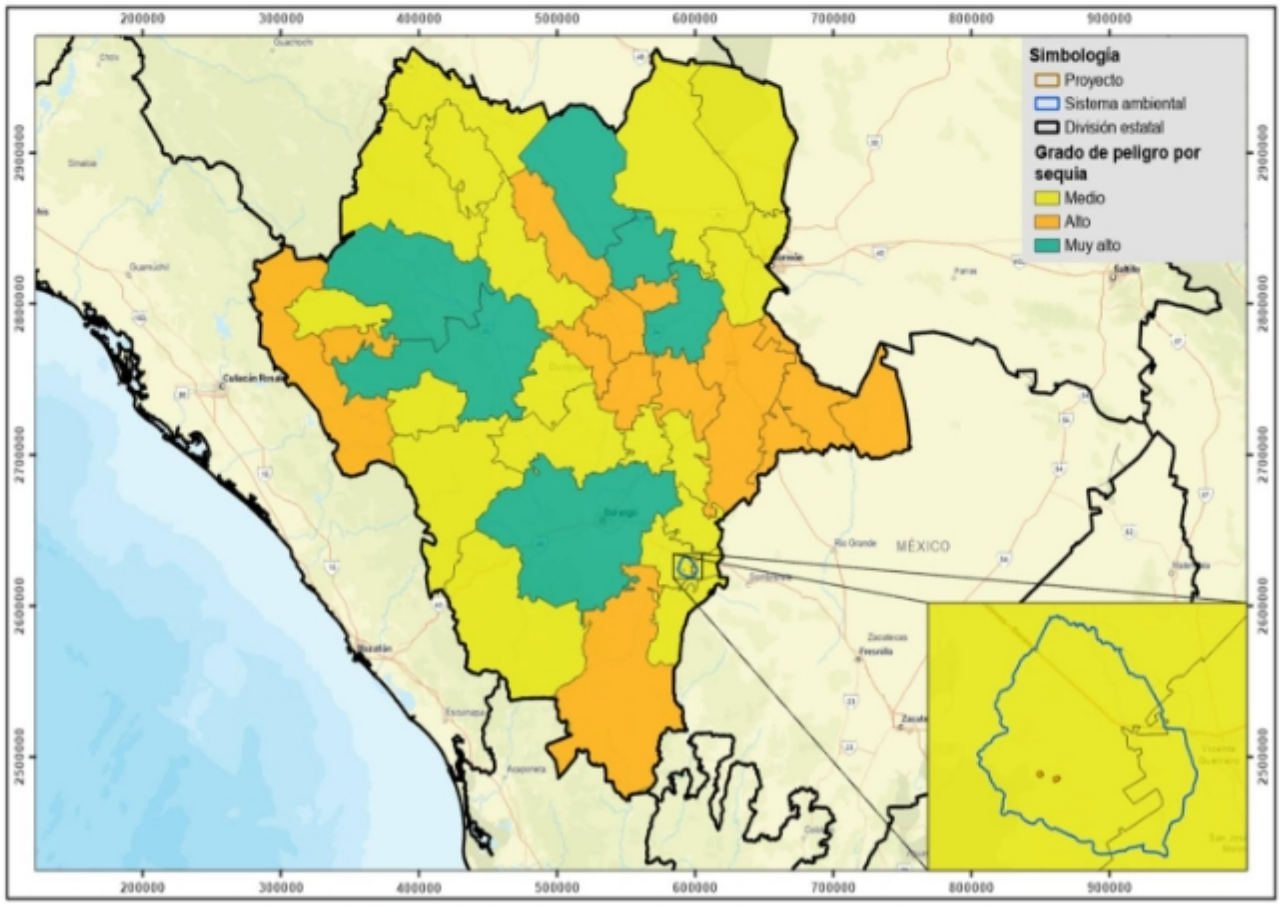

Figura 4. 16 Grado de peligro por sequía (CENAPRED)

Como se muestra en la Figura 4. 17, el grado de peligrosidad de inundaciones en la superficie del SA resulta ser Media en su totalidad.

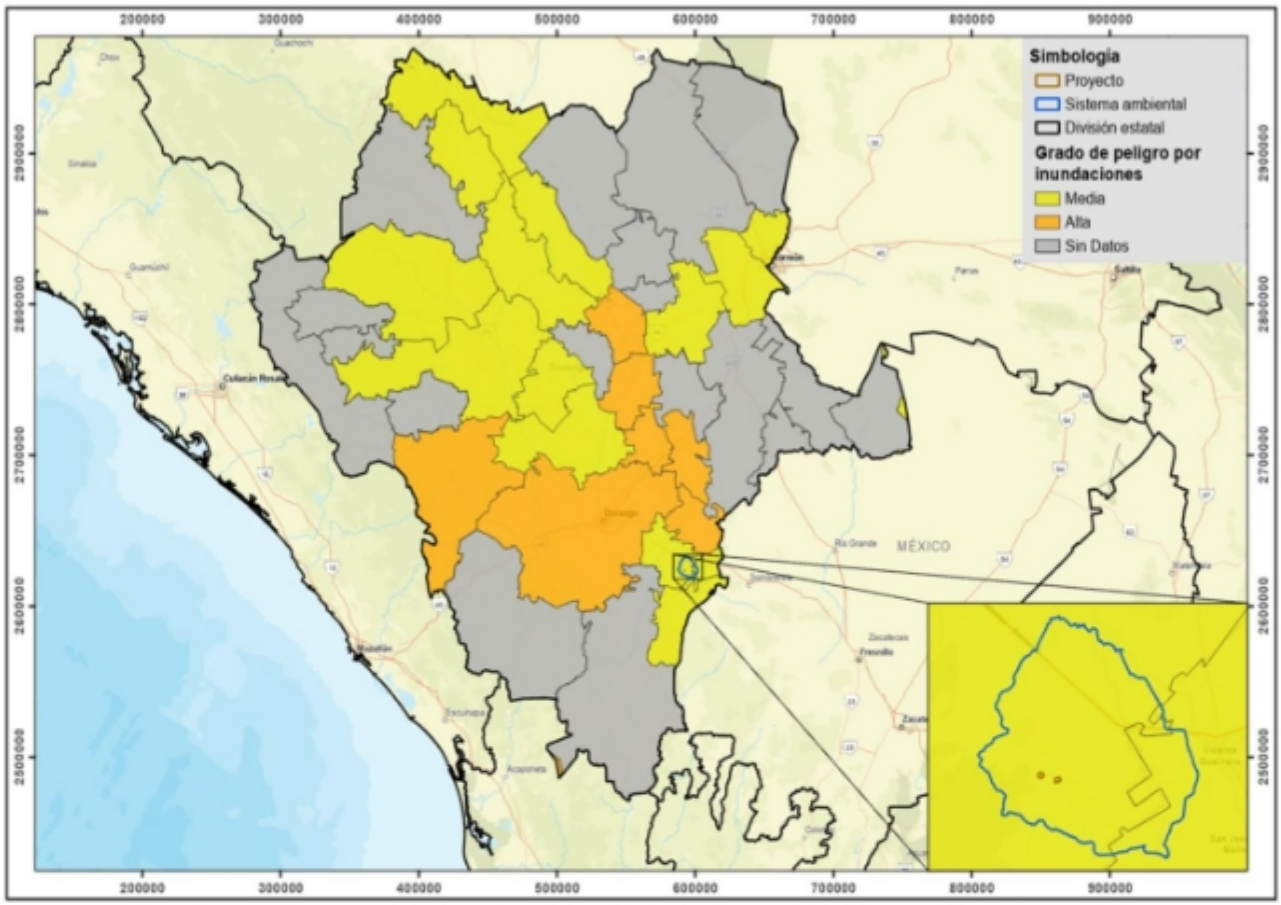

Figura 4. 17 Grado de peligro por inundaciones (CENAPRED)

IV.3.1.1.2. Calidad del aire

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

- Suspensión de polvos y emisión de gases de combustión
- Suspensión de polvos con tránsito vehicular interno
- Suspensión de polvos por la velocidad y dirección del viento

En la siguiente figura se presenta uno de los caminos no pavimentados en donde puede existir suspensión de polvos por el tránsito de vehículos y maquinaria.

Figura 4.18. Camino no pavimentado que conecta al Tajo quebradillas con la Tepetatera Vacas

IV.3.1.1.2.1. Captura de polvos fugitivos

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

El criterio de captura de polvos fugitivos se refiere a la capacidad del sitio de retener partículas suspendidas. Aunado a lo anterior, la cobertura vegetal es la responsable de tal acción, por lo cual se determinó la cobertura de cada tipo de vegetación presente dentro del SA. El Mezquital-Huizachal o Mezquital xerófilo, Vegetación secundaria arbustiva de matorral Crasicaule, Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y Vegetación secundaria arbustiva de bosque de táscate y Pastizal-Huizachal son por su condición estructural y fisionomía son los de mayor captación de polvos fugitivos (Figura 4. 19).

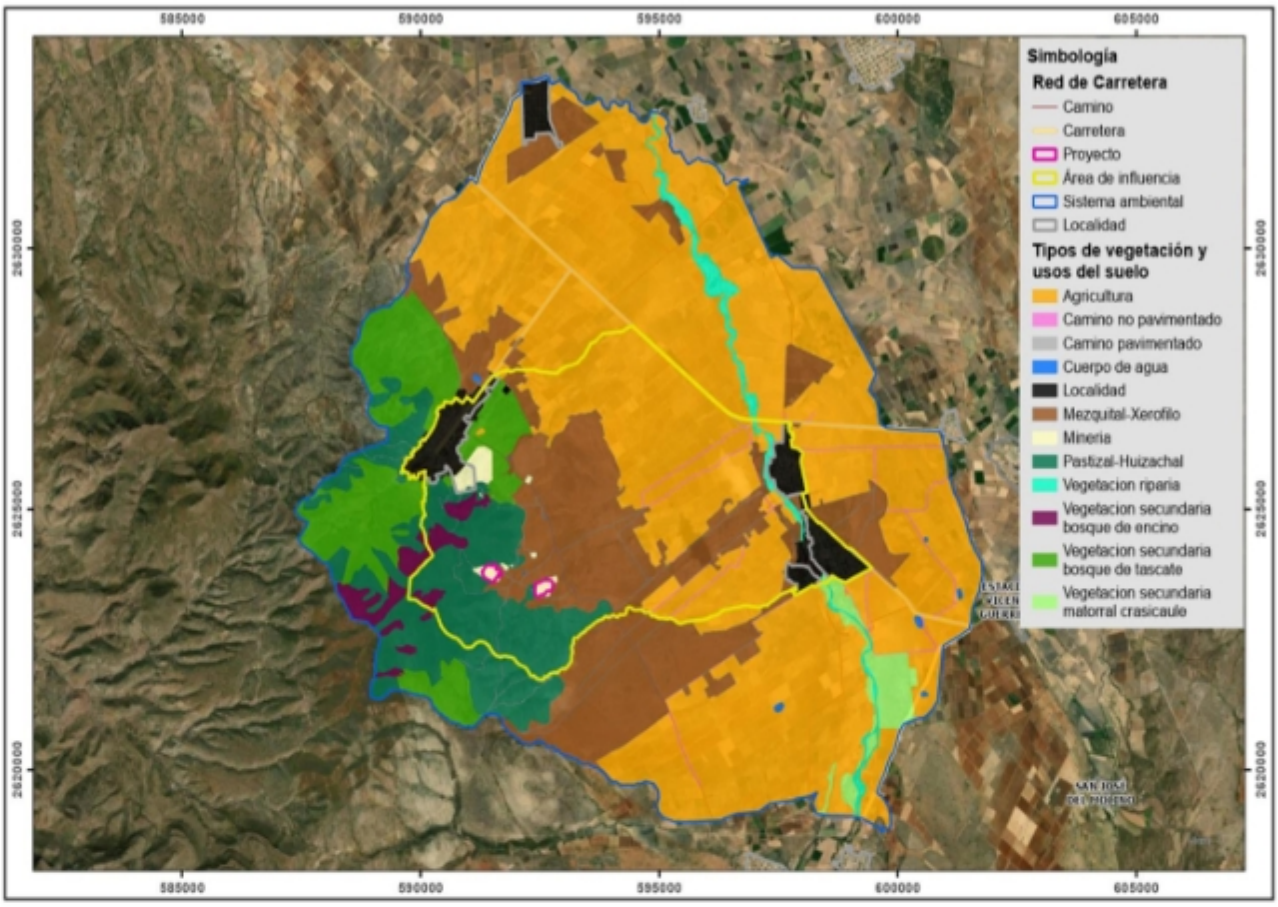

Figura 4. 19 Insumos considerados en la captura de polvos fugitivos

A continuación, se muestra el modelo final para el Sistema Ambiental; en este mismo puede apreciarse que las áreas del Proyecto, mismas que se encuentran clasificadas en su de suelo como "Minería" se encuentran desprovistas de vegetación (Figura 4. 20), lo que corresponde a un bajo nivel de captura de polvos.

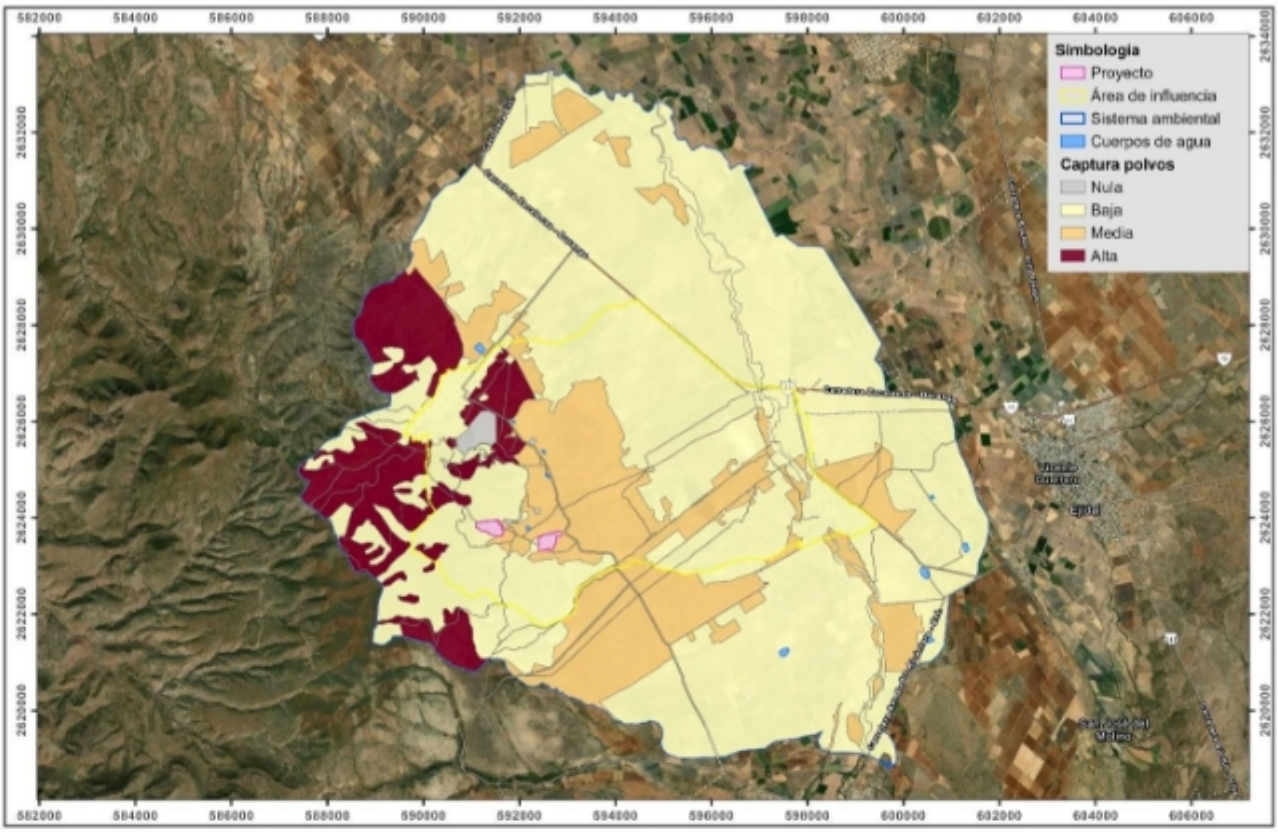

Figura 4. 20 Captura de polvos fugitivos

IV.3.1.1.2.2. Emisión de partículas

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

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

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

En la Figura 4. 21 se muestra el modelo generado en donde se clasificaron las zonas mencionadas anteriormente de acuerdo con su nivel de emisión de partículas, siendo que en las zonas particulares al Proyecto se tienen emisiones de partículas de grado Bajo. La mayor parte del SA y AI presentan emisiones del tipo Media.

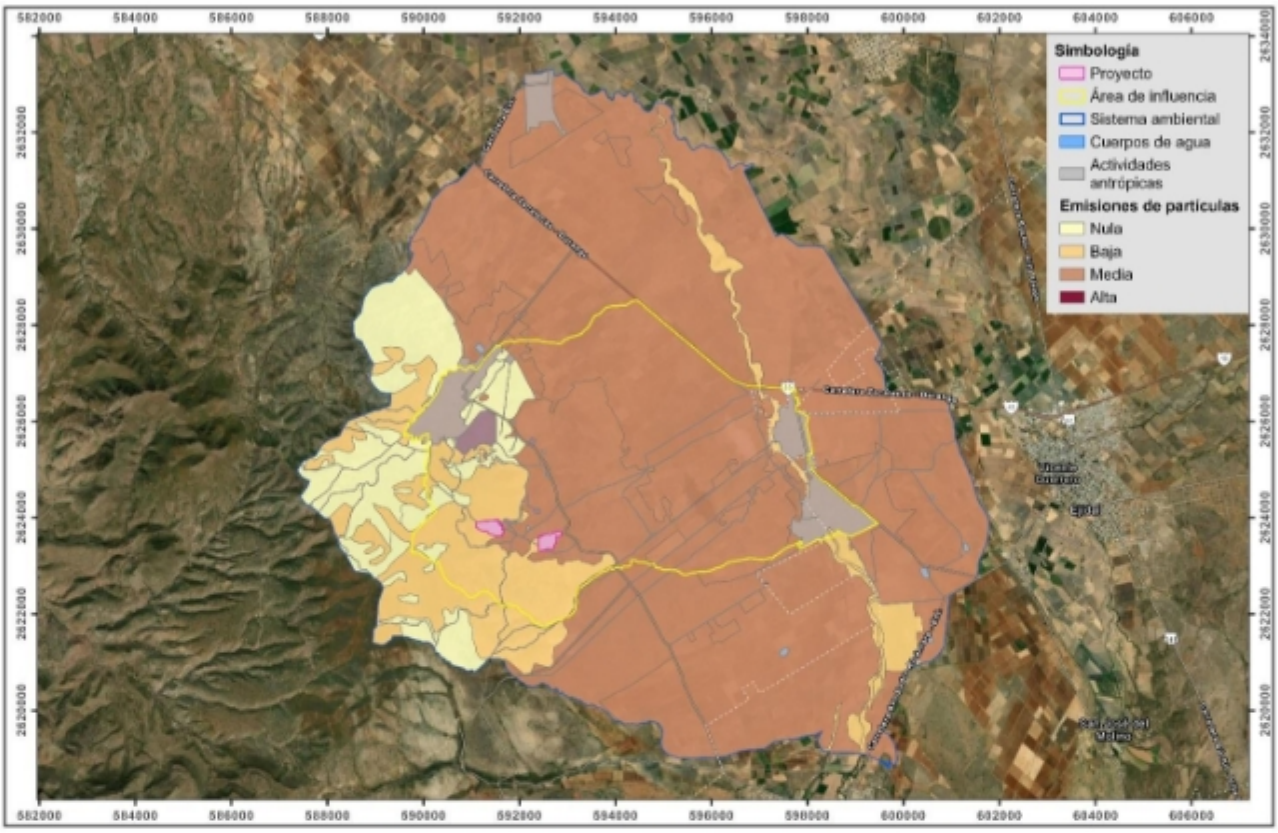

Figura 4. 21 Emisión de partículas

IV.3.1.1.2.3. Muestreo de partículas suspendidas de Bajo Volumen (PM2.5 y PM10)

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

La presencia de este contaminante en la atmósfera ocasiona una variedad de impactos a la vegetación, materiales y el hombre, entre ellos, la disminución visual en la atmósfera, causada por la absorción y dispersión de la luz (Chen, Ying &Kleeman, 2009). Además, la presencia del material

particulado está asociada con el incremento del riesgo de muerte por causas cardiopulmonares en muestras de adultos (Pope, 2004).

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

Las partículas PM10 y PM2.5 son reguladas por la NOM-025-SSA1-2021, la cual establece Límites Máximos Permisibles (LMP) de concentraciones para los dos tipos de muestreo. Para PM10, el LMP es de 70 $\mu g/m^3$, mientras que para PM2.5, el LMP es de 41 $\mu g/m^3$Para el análisis, se muestrearon 4 sitios dentro del Sistema Ambiental y los filtros fueron pesados para determinar si sobrepasan o no el LMP de la normativa vigente.

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

El muestreo de material particulado de bajo volumen se llevó a cabo en 1 campaña de muestreo del 28/05/2024 al 03/06/2024 completando un total de 4 sitios de muestreo distribuidos estratégicamente en zonas dentro del Sistema Ambiental, los cuales se pueden observar en la Figura 4. 22.

En el Anexo 4.3. se presenta un reporte fotográfico general, en el cual se incluyen imágenes de esta actividad de muestreo.

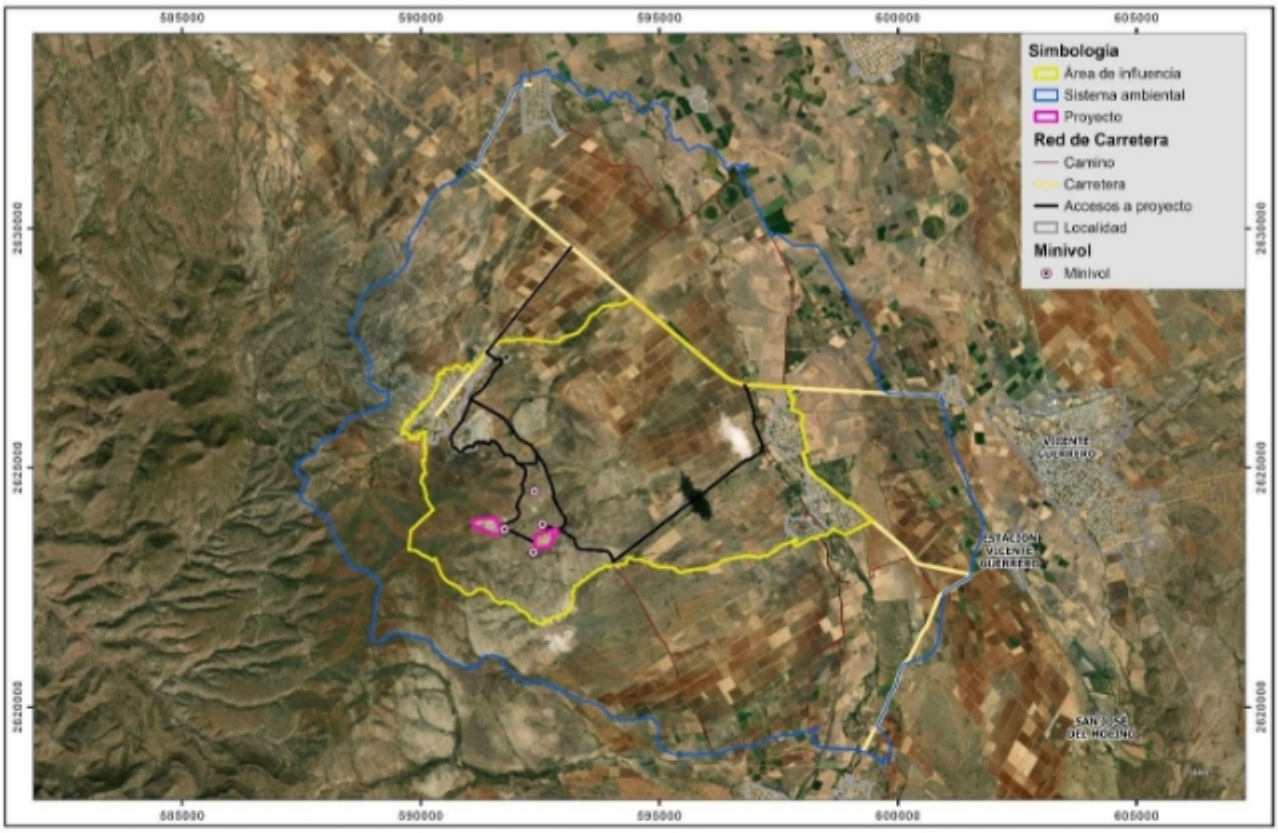

Figura 4. 22 Sitios de muestreo de partículas suspendidas de Bajo Volumen

En la Tabla 4.4 se presentan los promedios de los datos meteorológicos obtenidos en cada uno de los sitios muestreados, algunos de ellos pueden tener correlación con la ausencia de polvos en los filtros como la humedad relativa y la velocidad del viento.

Tabla 4.4 Coordenadas y datos meteorológicos por sitio

Sitio	Zona 13		Precipitación (mm)	Humedad (%)	Vel. del viento (km/h)	Dirección del viento	Fecha
	X	Y					
1	591754	2623718	0	39.89	1.6	SW	28/05/2024
2	592359	2623236	0	26.07	4.08	W	30/05/2024
3	592384	2624510	0	31.83	6.04	SW	01/06/2024
4	592551	2623817	0	-	-	SW	03/06/2024

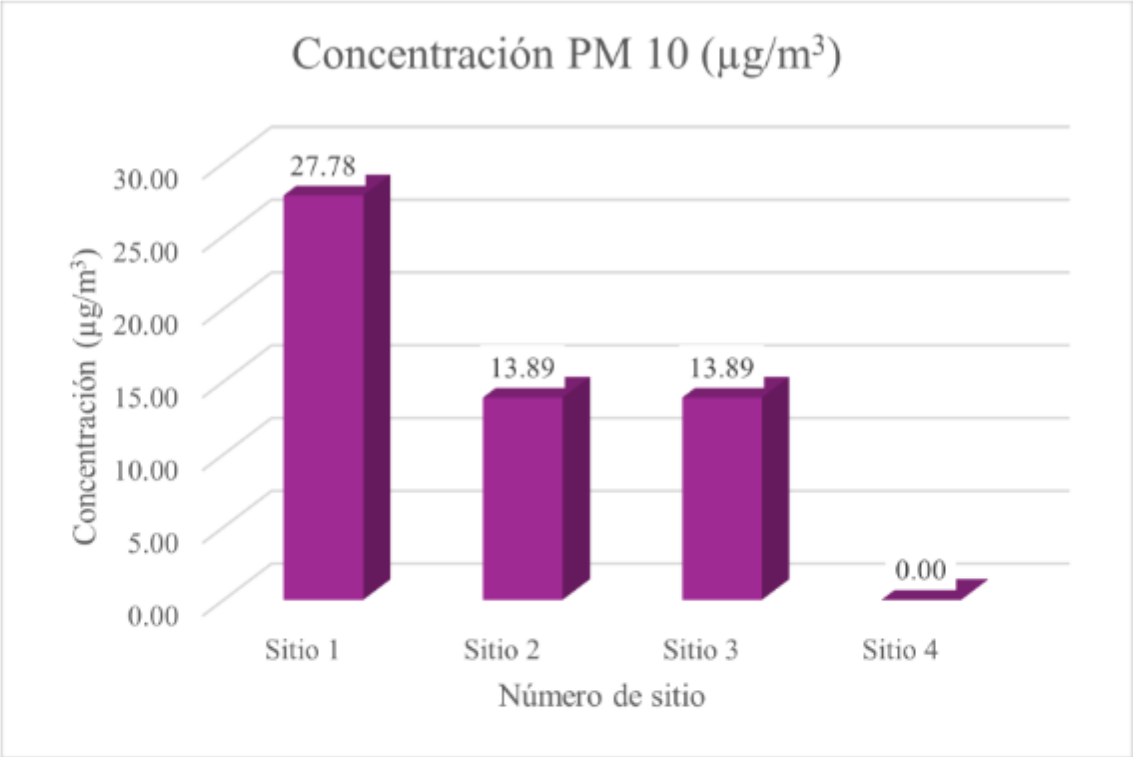

Figura 4. 23 Gráfica de resultados por sitio de muestreo PM10

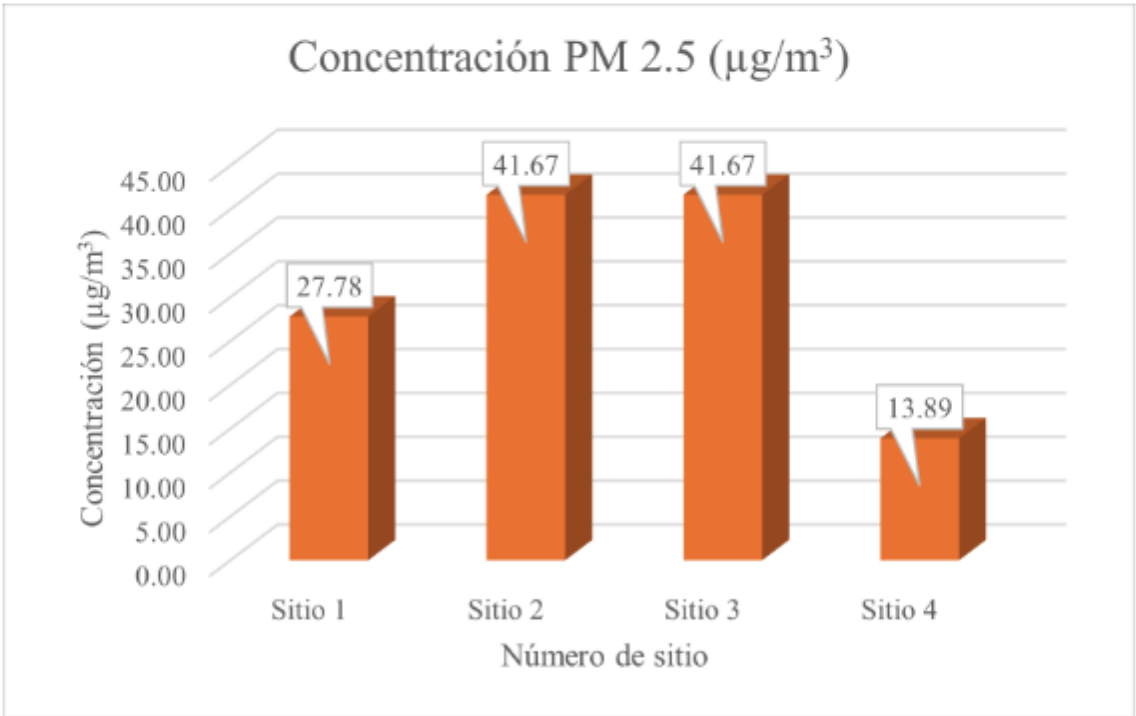

Figura 4. 24 Gráfica de resultados por sitio de muestreo PM2.5

Como se puede observar en la Figura 4. 23 y en la Figura 4. 24, la mayor concentración de partículas detectadas en los muestreos con bajo volumen de PM2.5 y PM10 corresponde al sitio

colocado al sureste del tajo quebradillas. al área de la zona industrial de la Mina La Parrilla al centro-norte del SA. De acuerdo con las concentraciones obtenidas, los sitios 2 y 3 exceden la LMP Para PM2.5 (33 µg/m^3).

El Índice Metropolitano de Calidad del Aire (IMECA) funciona en México como referencia para la población en cuanto a los niveles de contaminación y calidad del aire que se presentan en una determinada zona.

Como medida adicional para caracterizar la calidad del aire dentro de la MCHF, se calculó el índice IMECA de los 4 sitios muestreados con los resultados obtenidos en el muestreo de material particulado suspendido en la atmosfera. En la Tabla 4. 5 se muestra la calidad resultante de cada sitio.

Tabla 4. 5. IMECA por sitio

Sitio	Calidad IMECA
1	Regular
2	Mala
3	Mala
4	Buena

Los sitios 2 y 3 resulto con una calidad de aire "Mala" esto puede deberse a su cercanía con las actividades mineras existentes dentro de la MCHF.

IV.3.1.1.2.4. Emisión de gases contaminantes

Para la contemplar la emisión de gases contaminantes dentro de la descripción del Diagnóstico Ambiental, se consideraron las áreas con presencia antropogénica como zonas urbanas, agrícolas e industriales, en donde las áreas sin actividades antropogénicas tienen una nula generación de gases contaminantes y la zona industrial de la Unidad Minera "La Parrilla" es donde se presenta la mayor cantidad de emisión de gases contaminantes, teniendo un grado Medio como se muestra en la Figura 4. 25.

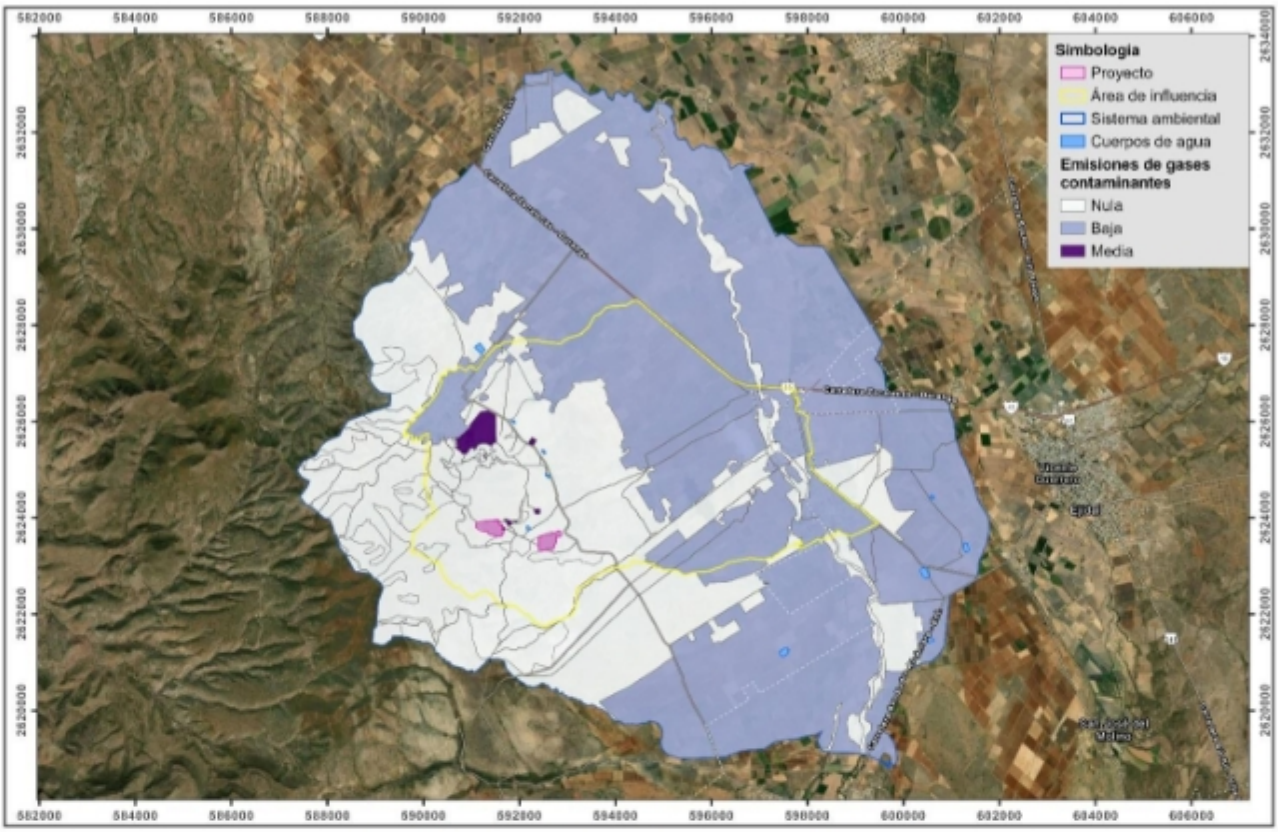

Figura 4. 25 Emisión de gases contaminantes

IV.3.1.1.3. Ruido artificial

IV.3.1.1.3.1. Generación de ruido

De acuerdo con el tipo de zonas que se encuentran dentro del SA del Proyecto, se realizó una clasificación de áreas generadoras de ruido natural y artificial, siendo el ruido artificial un elemento para la evaluación de la calidad ambiental y que se genera principalmente en las zonas urbanas e industriales, considerando que el ruido natural no obstaculiza la calidad del componente ambiental. Esta clasificación se puede observar en la Figura 4. 26, donde se puede apreciar que el área de proyecto corresponde a un Área con generación de ruido ambiental.

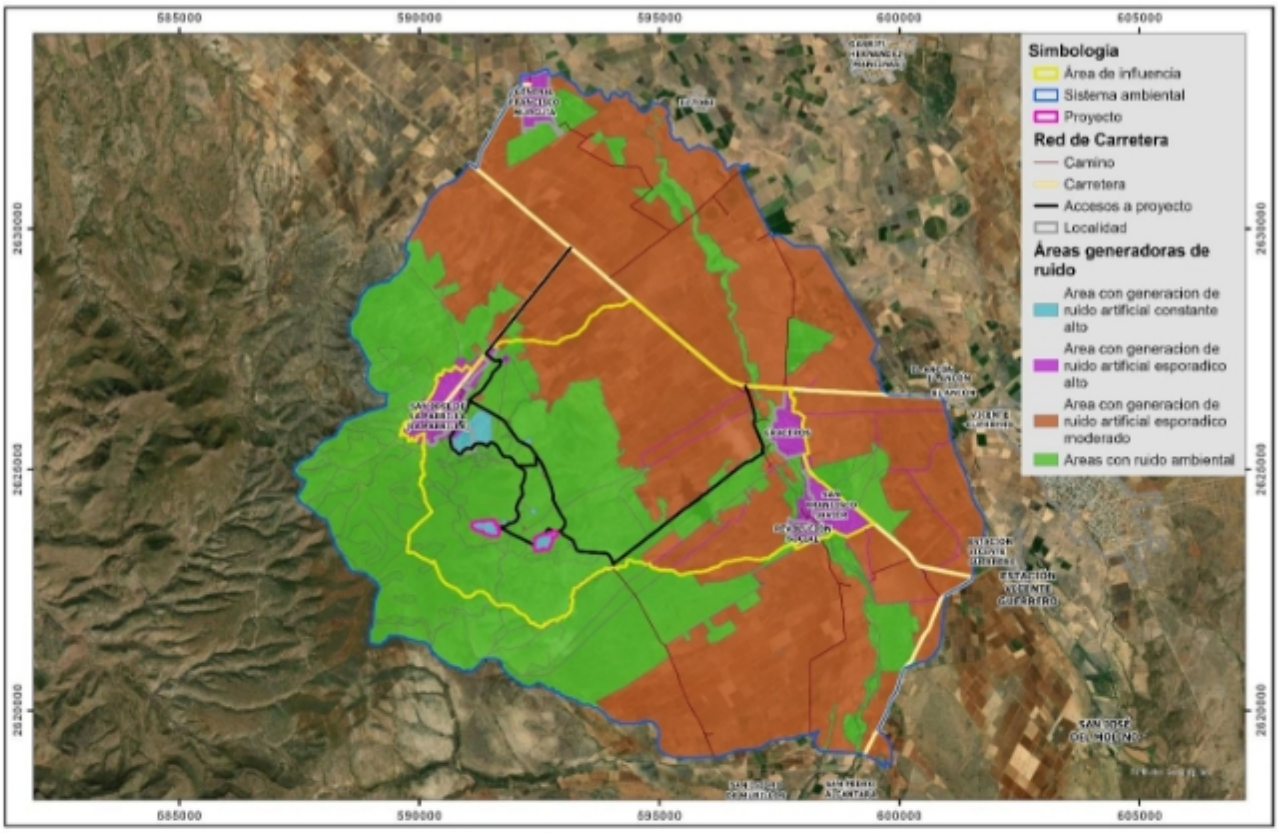

Figura 4. 26 Áreas generadoras de ruido

IV.3.1.1.3.2. Muestreo de intensidad sonora

Se realizaron mediciones de la intensidad del sonido en 16 sitios, como se muestra en la Figura 4. 27. El valor más alto registrado correspondió al sitio 15 con una intensidad de sonido promedio de 42.53 dB, esto se debe a que se encuentra influenciado por la zona industrial y de un contrapozo de ventilación de la Mina La Parrilla, la cual es un área con generación de ruido artificial constante alto. El resto de los sitios obtuvieron valores entre 27.45 y 42.53 dB, donde se puede observar que a lo largo del SA se presentan valores similares de ruido, en concordancia con áreas generadoras de ruido natural o parcelas de cultivo. Los valores de intensidad de sonido de cada uno de los sitios muestreados se indica a continuación en la Tabla 4.6.

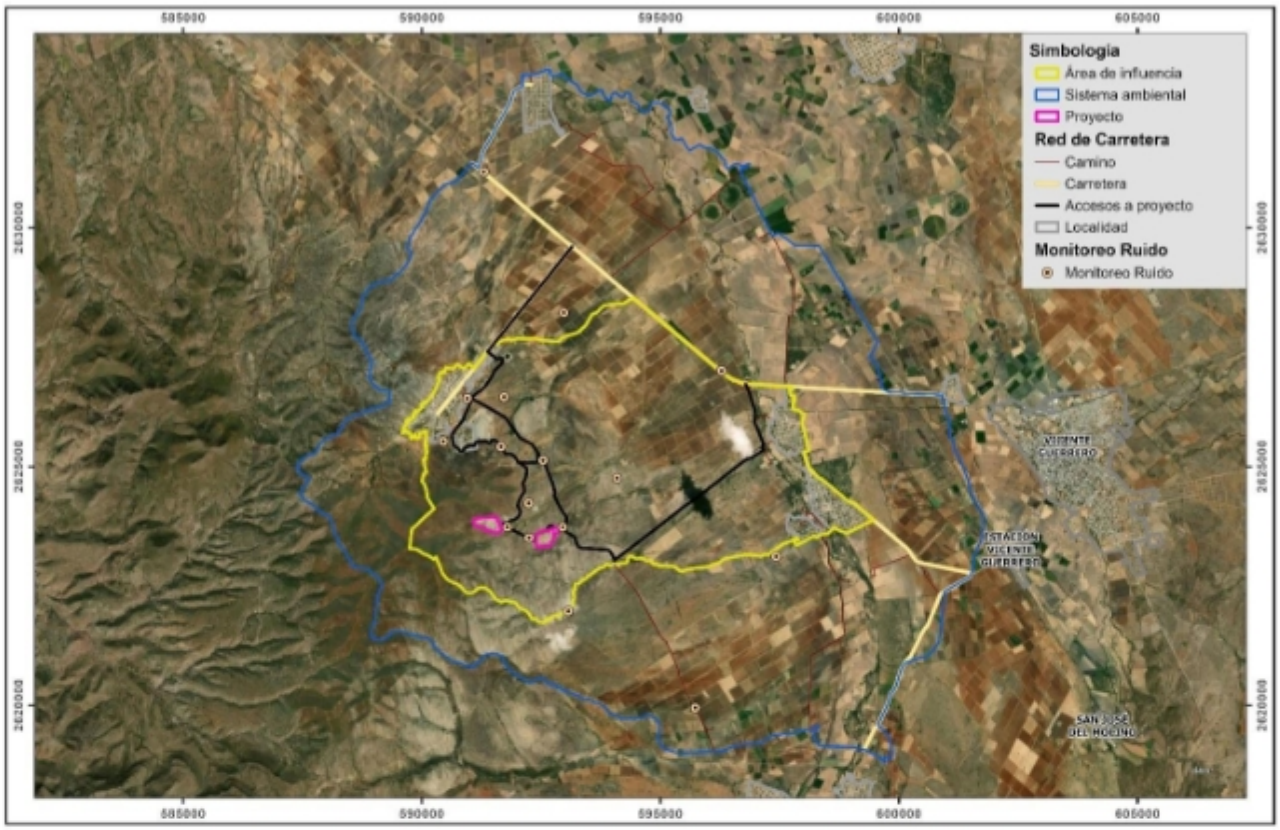

Figura 4. 27 Ubicación de los sitios de muestreo de intensidad sonora

Tabla 4.6. Intensidad de sonido en los sitios de muestreo

ID	Promedio (dB)	Coordenadas UTM 13N	
		X	Y
1	31.26	591794	2623734
2	32.59	592251	2623510
3	33.96	593076	2621975
4	35.73	592242	2624236
5	28.12	592954	2623733
6	29.93	592542	2625133
7	31.39	594096	2624758
8	29.00	591661	2625419
9	39.10	590955	2626428
10	31.89	591727	2626458
11	31.33	590454	2625529
12	31.40	595732	2619950
13	42.52	596284	2627008
14	27.45	597427	2623118
15	42.53	591302	2631170

ID	Promedio (dB)	Coordenadas UTM 13N	
		X	Y
16	28.49	592981	2628223

Como se puede observar en la Figura 4. 28, las zonas con mayor intensidad sonora en el SA se presentan al noreste y norte, que corresponden a áreas donde se ubican comunidades y se realizan actividades del sector agropecuario. La intensidad sonora alrededor de la Unidad Minera Parilla alcanza los 30 a 22 dB.

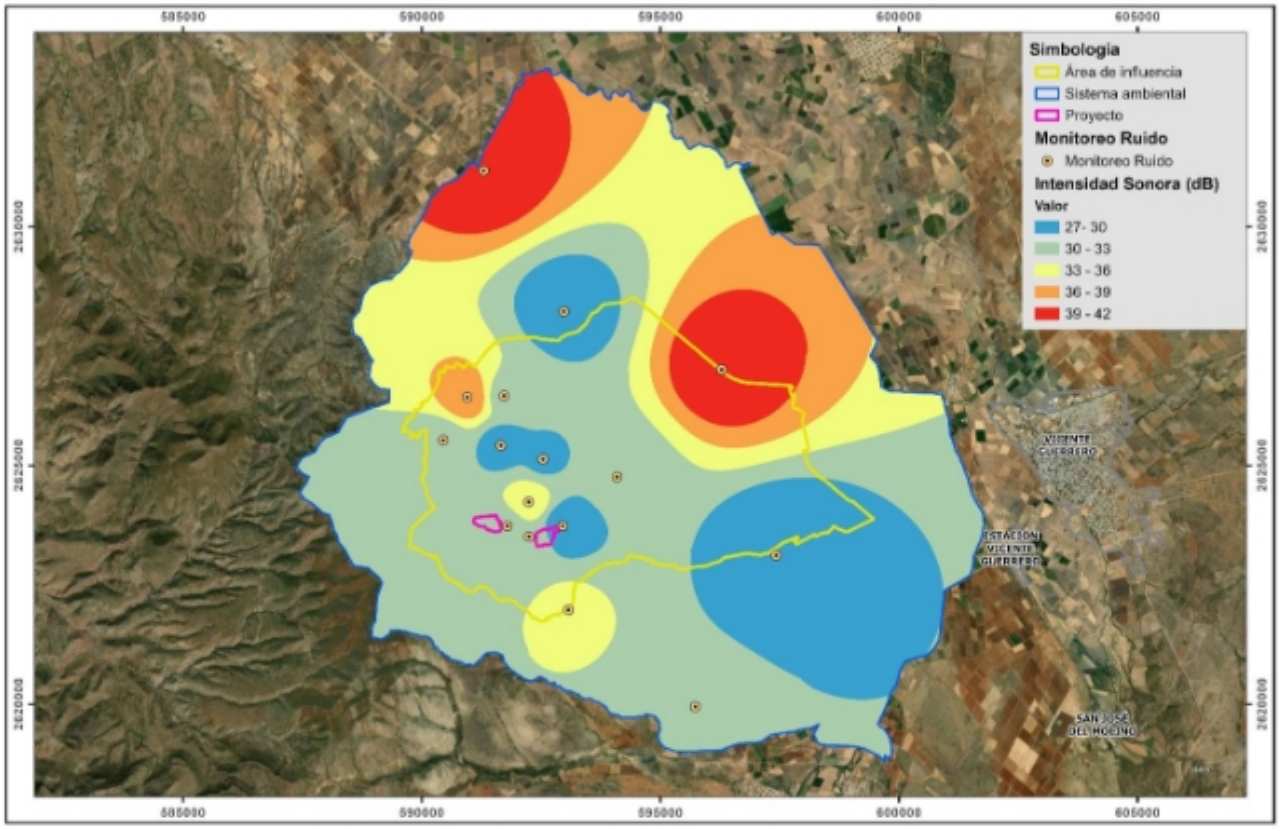

Figura 4. 28 Intensidad sonora dentro del SA

IV.3.1.2. Geomorfología

IV.3.1.2.1. Provincias y Subprovincias Fisiográficas

Tomando en cuenta información de provincias y subprovincias de INEGI, la totalidad del Proyecto se encuentra dentro de la Provincia Fisiográfica de la Sierra madre Occidental. Dentro de esta, el Proyecto se ubica casi en su totalidad en la Subprovincia Fisiográfica denominada Sierras y Llanuras de Durango. Es la zona al Oeste del SA donde se encuentra la Provincia Fisiográfica denominada Gran meseta y cañadas duranguenses (Figura 4. 29).

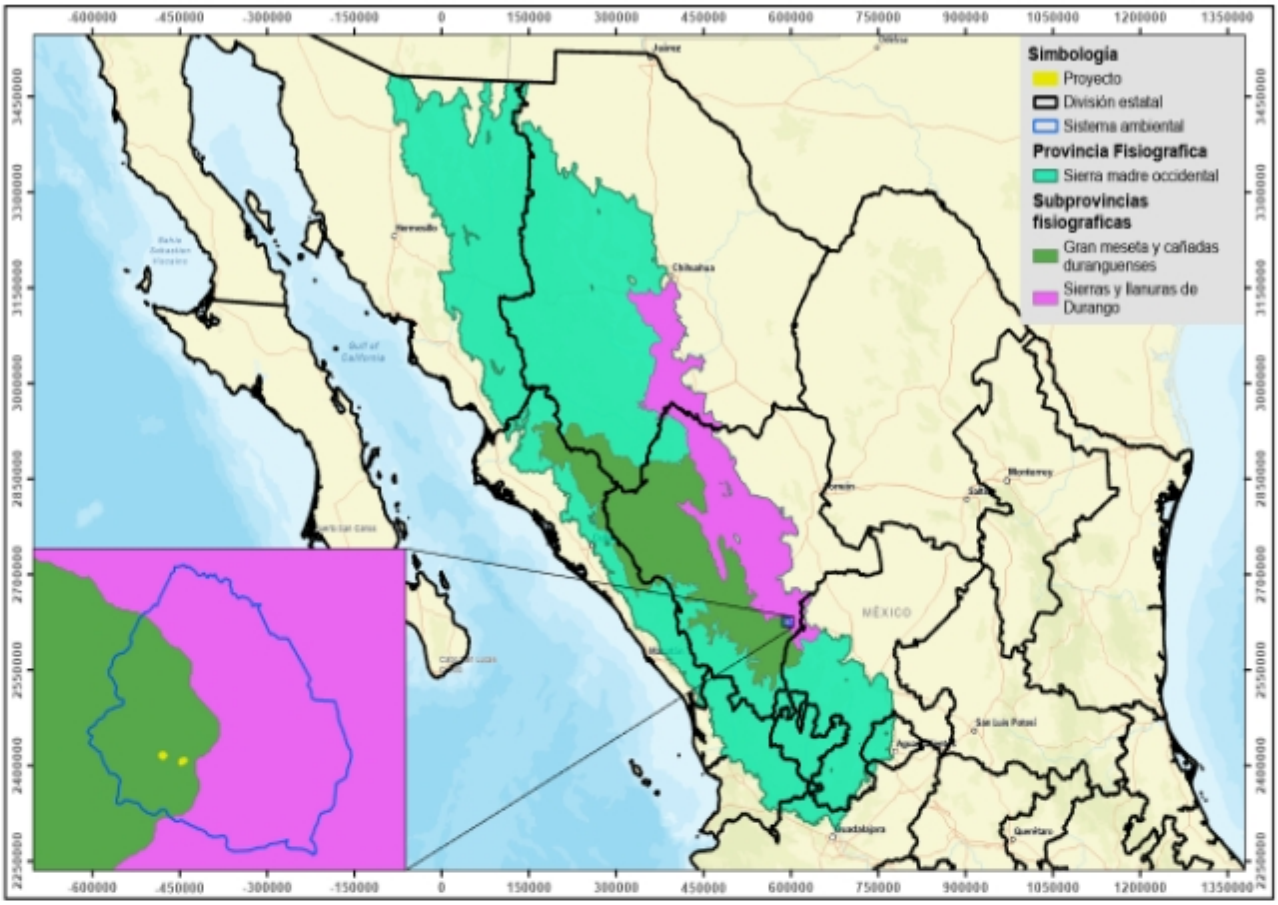

Figura 4. 29. Subprovincias Fisiográficas dentro del SA del Proyecto, según INEGI

IV.3.1.2.2. Geología

Los tipos de roca que se encuentran de forma dominante en la superficie del SA son la Caliza y la Aluvial, ubicadas en el Oeste y Este respectivamente. Se presentan conglomerados en toda la zona central del Sistema Ambiental, seguidos de Granodiorita y Riolita-Toba ácida ubicados en el centro del SA.

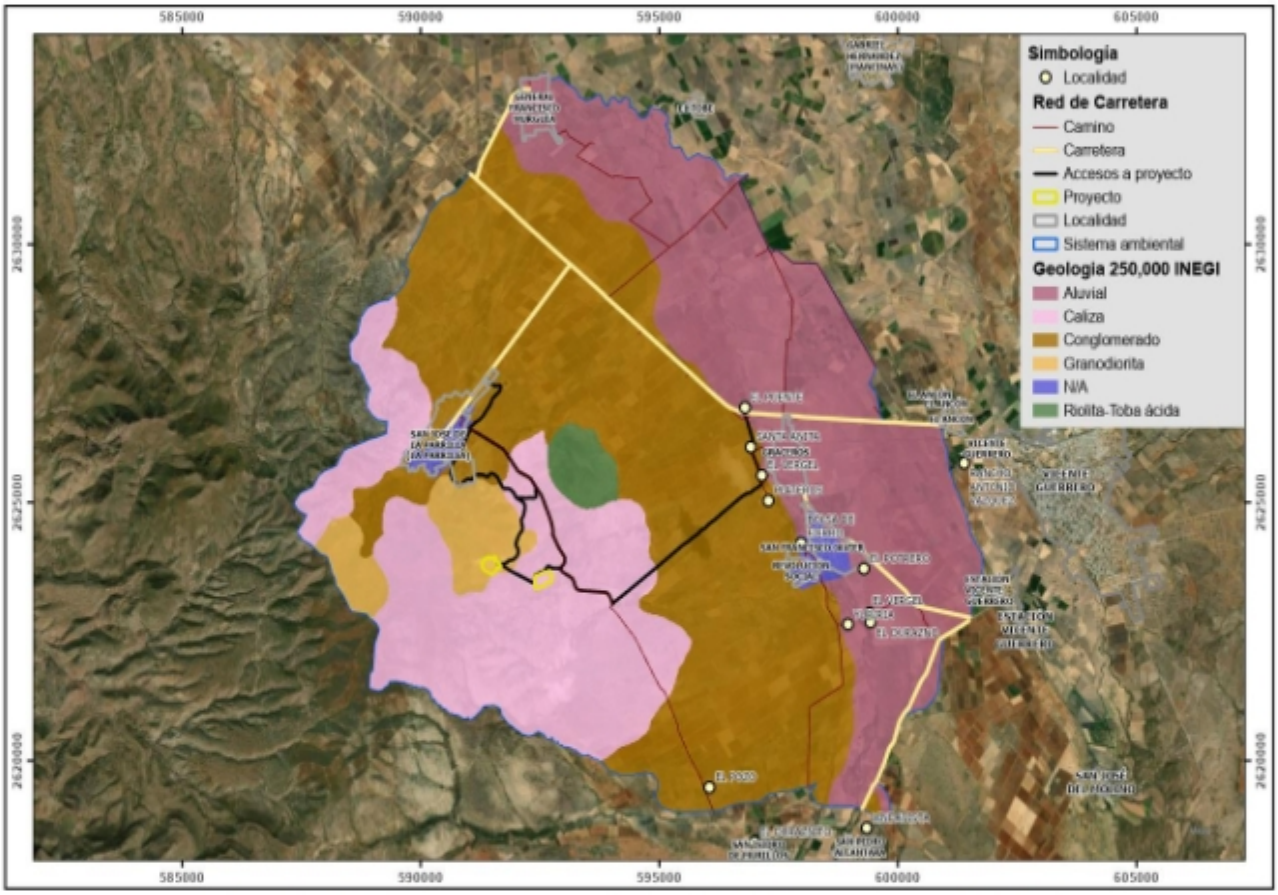

Figura 4. 30. Geología dentro del SA del Proyecto, según INEGI

A continuación, en la Tabla 4.7 se describen las unidades geológicas presentes en el SA del Proyecto.

Tabla 4.7. Unidades Geológicas presentes en el SA

Tipo	Características
Aluvión (al)	Suelo formado por el depósito de materiales sueltos (gravas y arenas) provenientes de rocas preexistentes, que han sido transportados por corrientes superficiales de agua. Este nombre incluye a los depósitos que ocurren en las llanuras de inundación y los valles de los ríos.
Conglomerado	Rocas sedimentarias formadas por cantos rodeados de gran tamaño (> 2 mm), unidos por un cemento o una matriz.

Tipo	Características
Caliza	Rocas sedimentarias de origen fundamentalmente químico u organogeno, formadas al menos por un 50% de carbonato de cálcico.
Granodiorita	Roca plutónica que consiste esencialmente de cuarzo, plagioclasa y muy poca cantidad de feldespato alcalino.
Riolita-Toba ácida	Unidad constituida por diversas rocas de composición ácida: tobas riolíticas, tobas riodacíticas. La textura en las rocas efusivas es mero cristalino porfídica y vitrofídica en las rocas explosivas; piroclástica y brechoide. Son masivas, con estructura fluidal, intercalada con toba o inyectadas en planos verticales ondulantes, es decir perpendiculares a la seudo estratificación con desarrollo de estructuras secundarias a partir de la segregación de sílice en cavidades preexistentes.

IV.3.1.2.3. Relieve

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

Para iniciar con el análisis de la geomorfología, se aprecia el Modelo Digital de Elevación elaborado específicamente para el SA donde se localiza el Proyecto (Figura 4. 31). En general las elevaciones en el SA van de los 1,878 hasta 2,480 msnm. Los sitios con mayor altitud se presentan en la zona Norte, mientras que las partes bajas se presentan en la zona Sur.

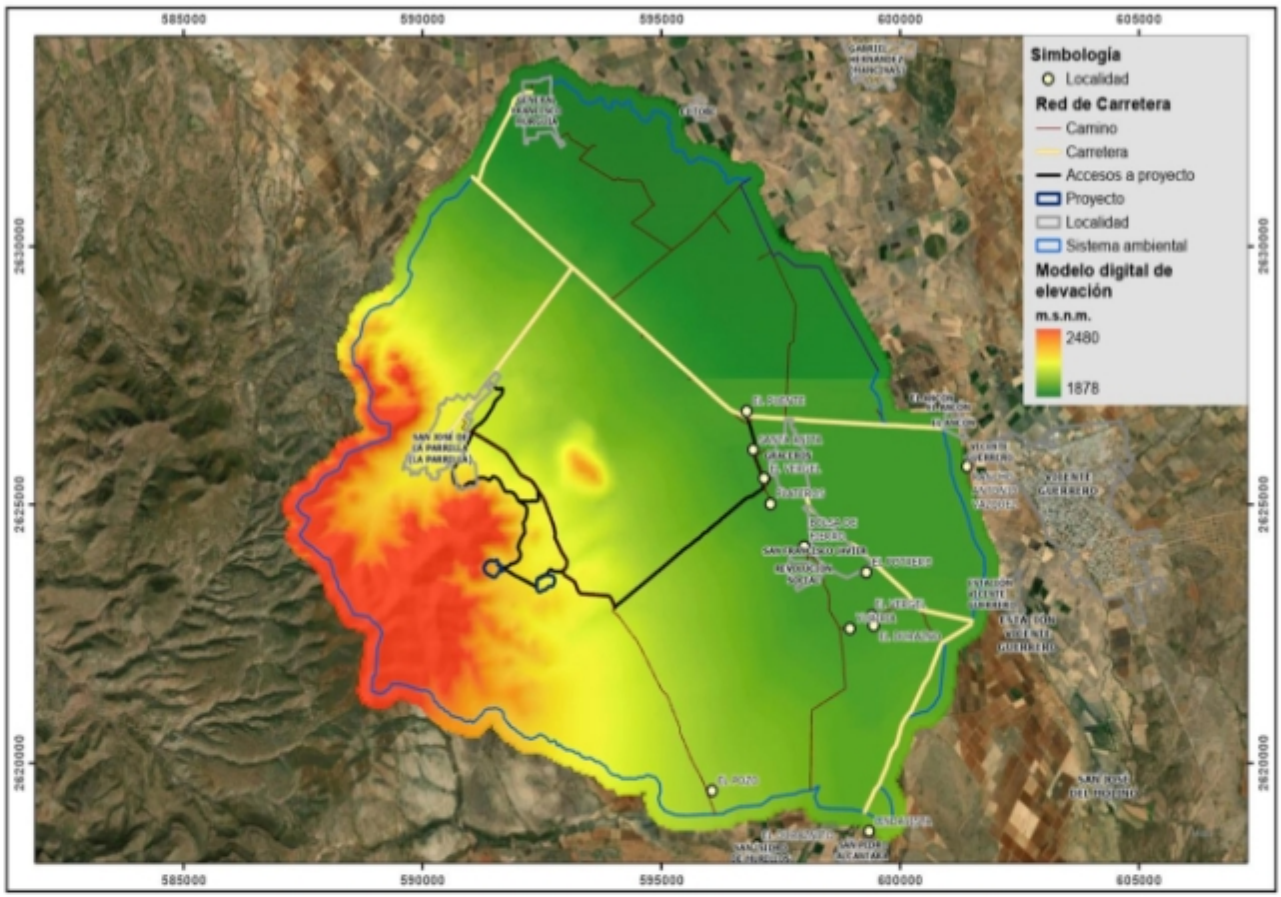

Figura 4. 31 Modelo digital de elevación del SA, INEGI

En el SA se presentan pocas extensiones de terreno inclinado, en donde las pendientes van de los 0 a los 40°, siendo en la zona Oeste donde se presentan áreas inclinadas, mientras que, en el resto del Sistema Ambiental, se tienen pendientes planas que van desde los 0 a 5° (Figura 4. 32).

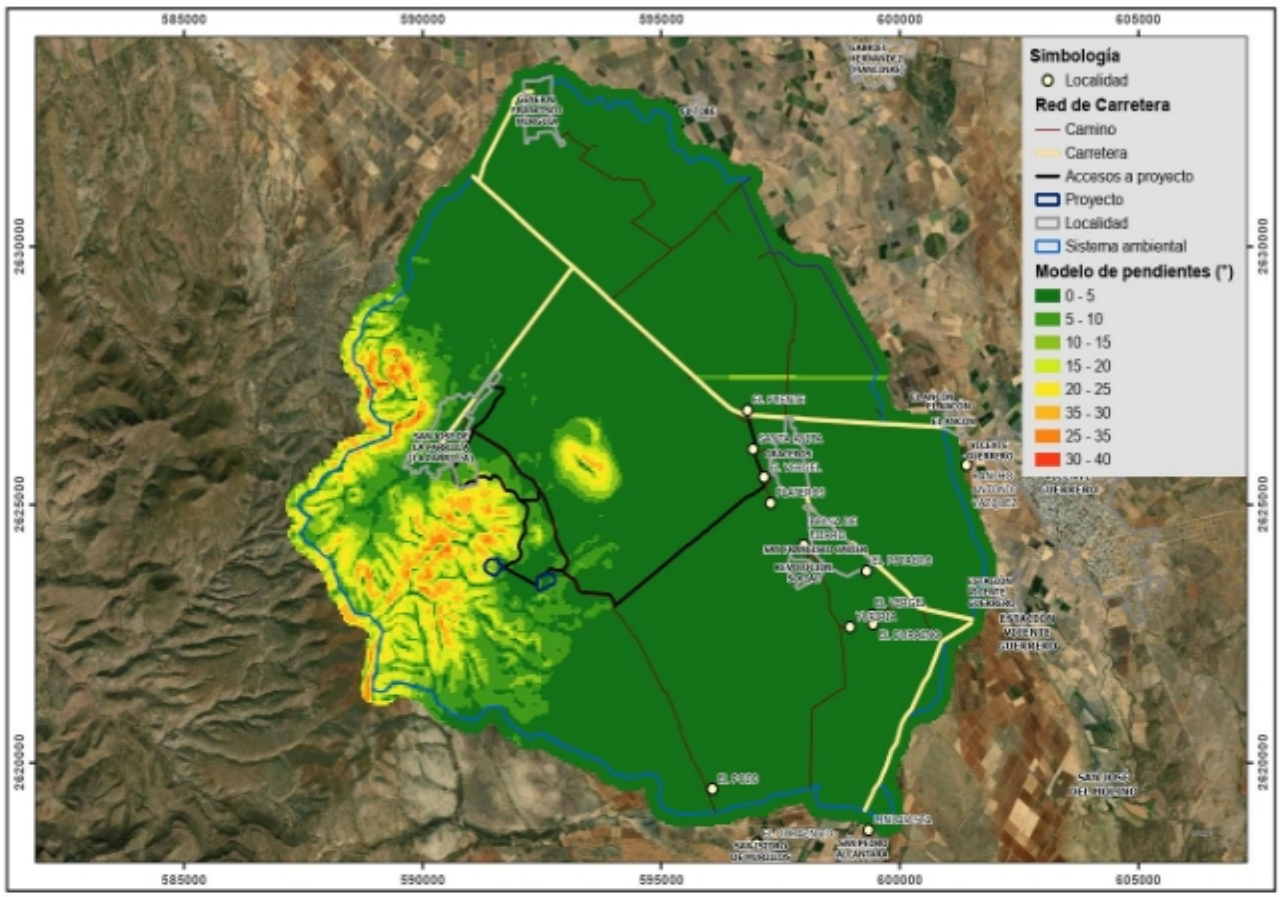

Figura 4. 32 Modelo de pendientes del SA, INEGI

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

Enseguida se muestra en la Figura 4. 33, el modelo de rumbo de pendientes dentro del SA, en donde se aprecia que el rumbo de las pendientes varía en diferentes direcciones, sin embargo, presentan dominancia hacia el rumbo con dirección Este y Noreste, seguidas de pendientes planas.

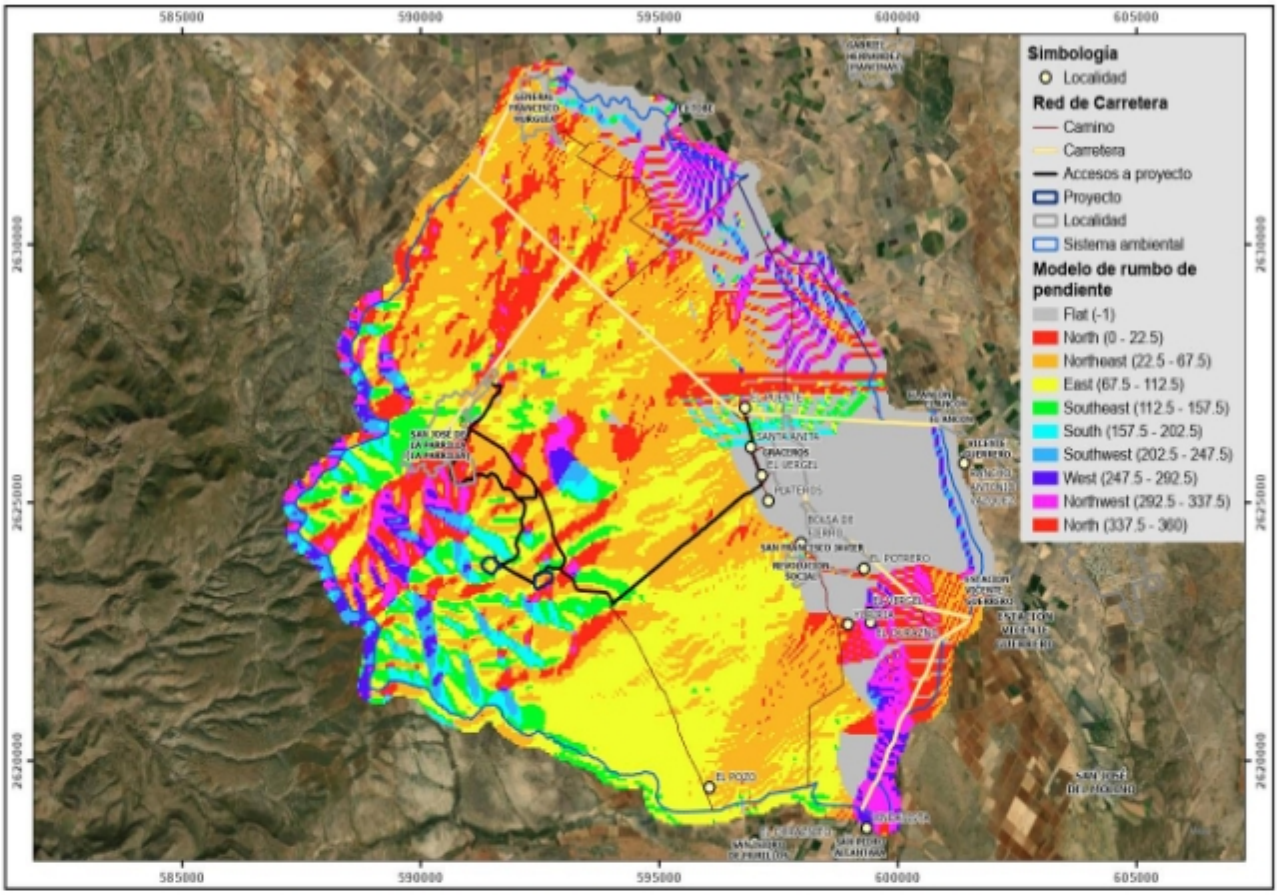

Figura 4. 33 Modelo de rumbo de pendientes del SA

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

IV.3.1.2.4. Topoformas

En la Figura 4. 34 se presenta el modelo de topoformas de acuerdo con INEGI, en donde se observa que en el SA se encuentran seis tipos de topoformas diferentes, al oeste predominan los valles y crestas, en la parte central se presentan pendientes altas y medias, y es en la parte este donde existen planicies y pendientes bajas.

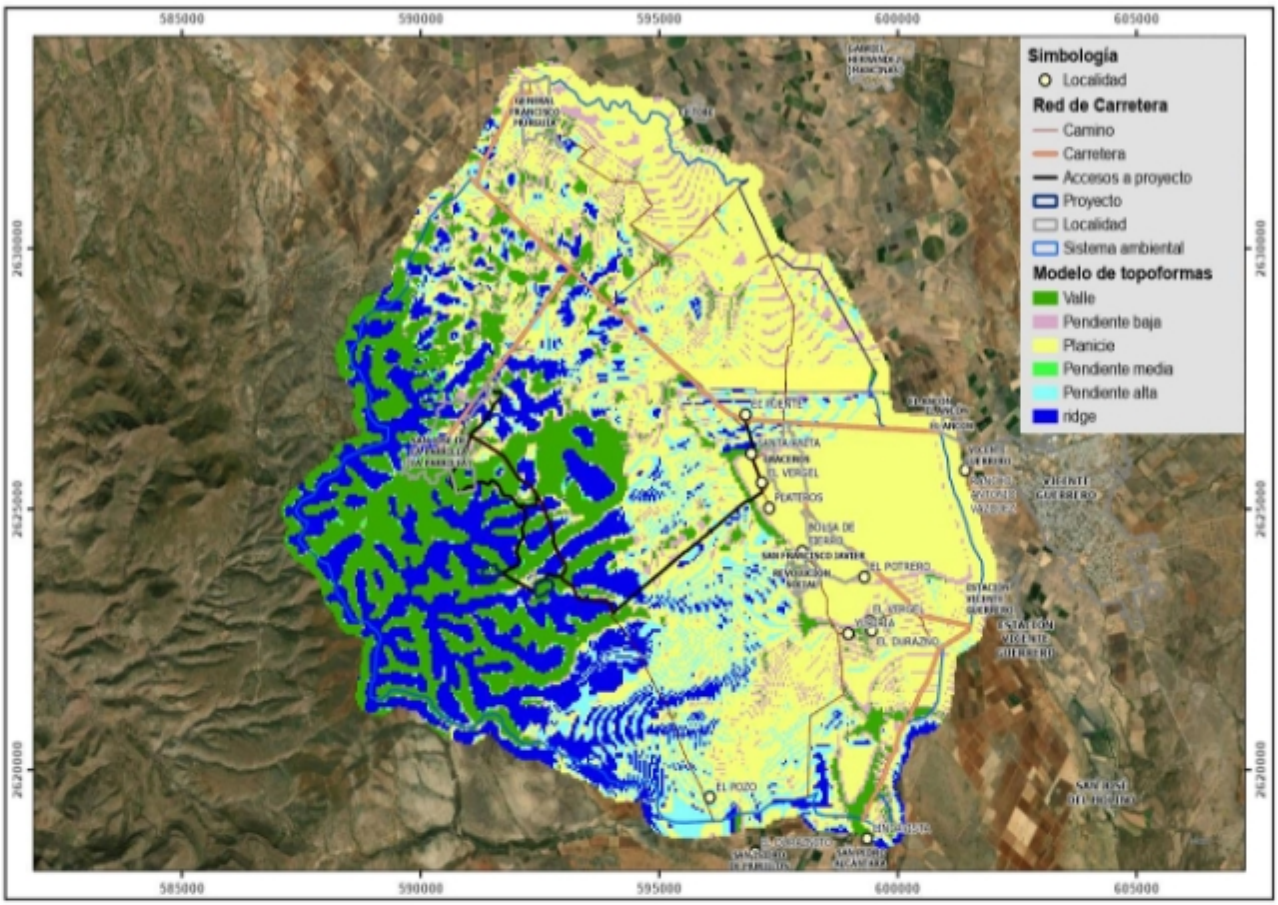

Figura 4. 34 Modelo de topoformas del SA, INEGI

IV.3.1.2.5. Riesgos geológicos

IV.3.1.2.5.1. Regionalización sísmica

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

El SA del Proyecto se ubica dentro de la zona de riesgo sísmico "B - Medio" considerada como Penisismica (Figura 4. 35), ello según la Regionalización Sísmica de la República Mexicana, publicada en el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), capítulo de Diseño por Sismo. Esta zona B, es de moderada intensidad; sin embargo, las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

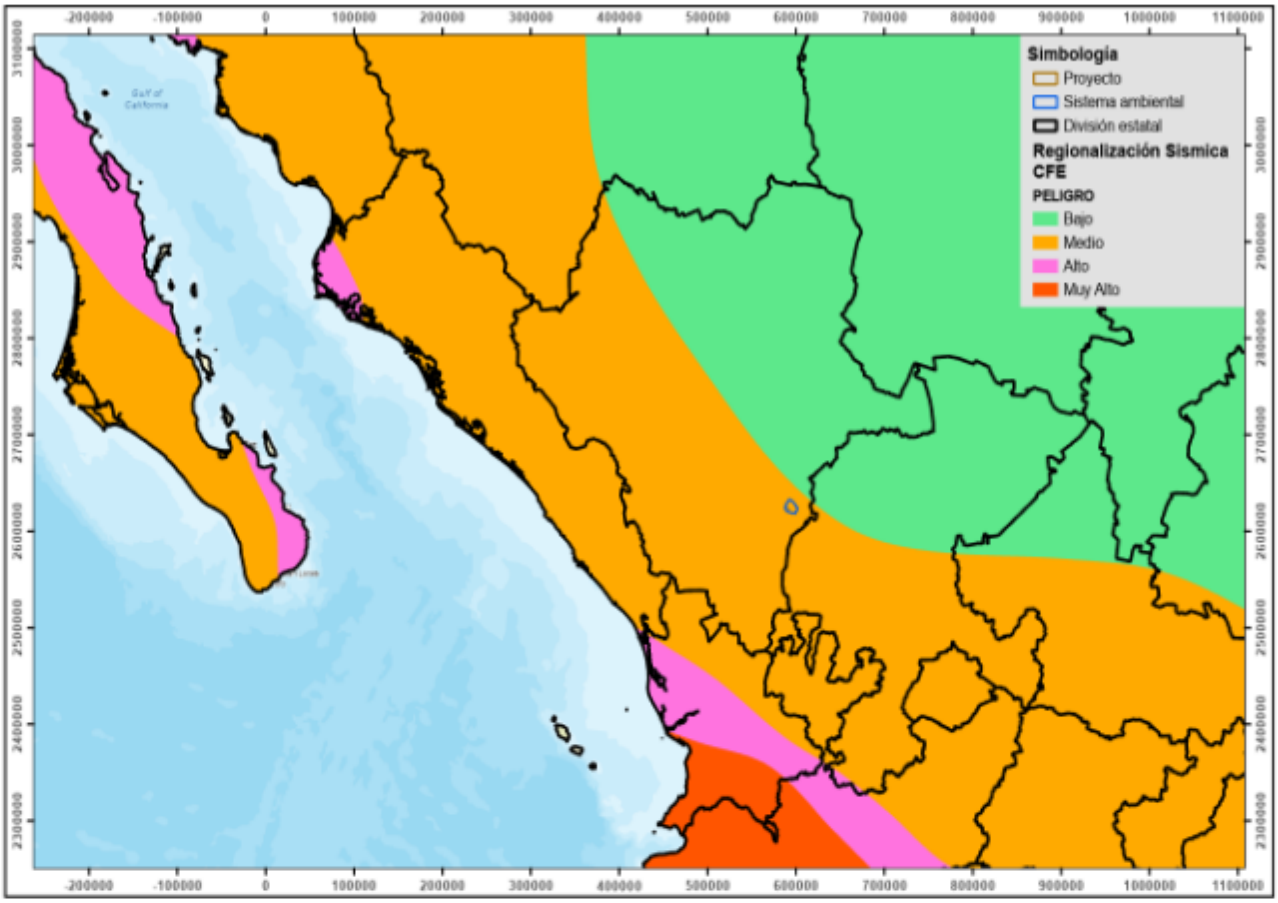

Figura 4. 35 Ubicación del SA dentro de la regionalización sísmica de la República Mexicana

IV.3.1.2.5.2. Fallas y fracturas

Considerando información del Servicio Geológico Mexicano (SGM) el sitio del Proyecto, así como su AI y SA delimitados, dentro de este último se presentan 3 fracturas en la zona oeste, así como fallas localizadas al suroeste del Sistema Ambiental. Lo anteriormente descrito puede apreciarse en la Figura 4. 36.

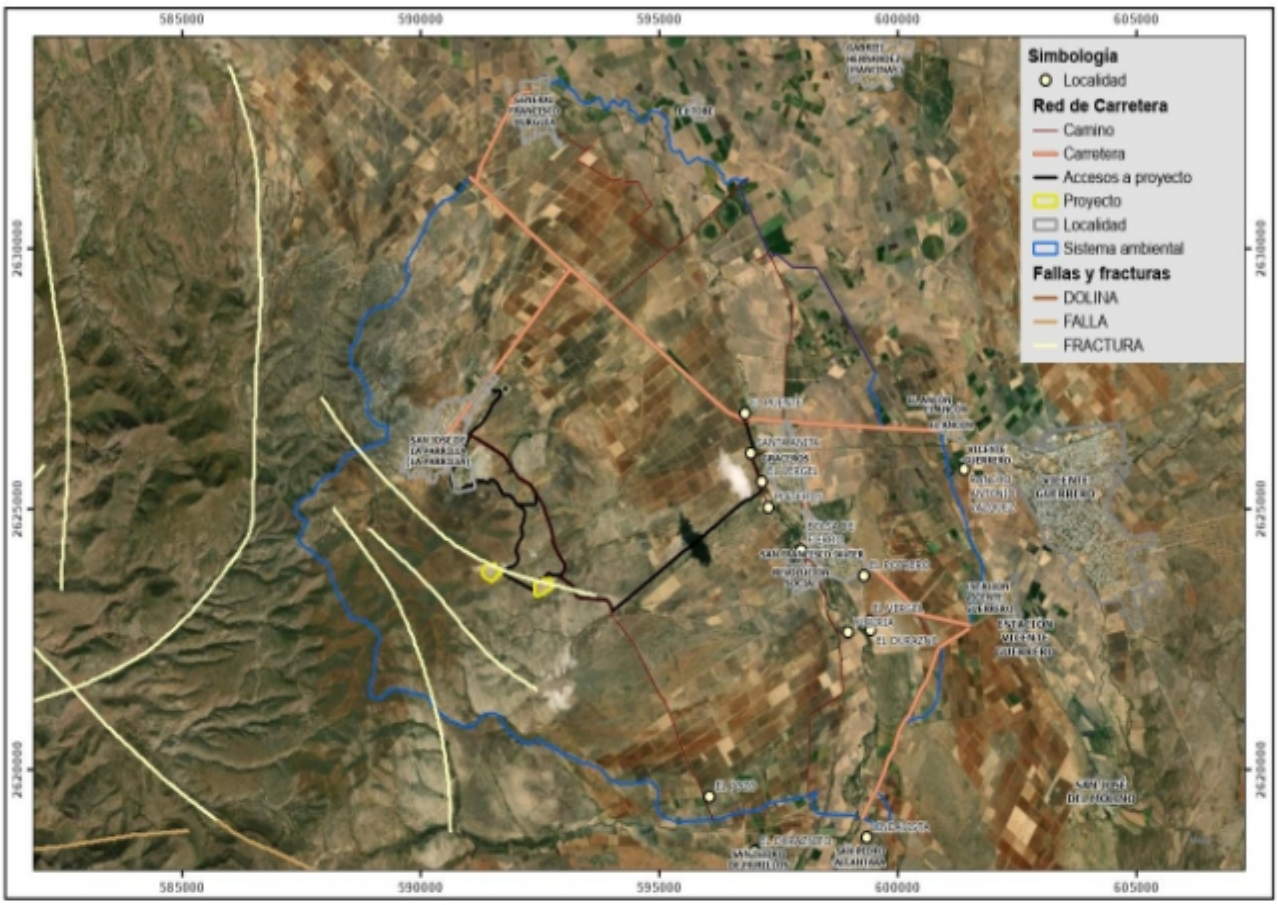

Figura 4. 36 Fallas y fracturas, INEGI

IV.3.1.3. Suelos

IV.3.1.3.1. Introducción

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

IV.3.1.3.3. Tipos de suelos presentes en el SA (INEGI)

Antes de comenzar con un mayor análisis de los suelos que se han encontrado en el SA, se presentan los tipos de suelos de acuerdo con la clasificación de INEGI serie II con escala 1:250 000

(Tabla 4. 8, Figura 4. 38 y Anexo 4.4). En consideración a dicha clasificación los tipos de suelos que se presentan en el SA son; Leptosol, Phaeozem, Kastañozem y Fluvisol.

Tabla 4. 8. Tipos de suelos dominantes en la superficie del Sistema Ambiental

Tipo de suelo	Calificadores Grupo I	Calificadores Grupo II	Textura	Superficie (ha) en el SA	Porcentaje (%) en el SA
Leptosoles	-	Réndzico	Media	348.0152	2.65%
	-	Réndzico	Media	503.3814	3.84%
	-	Calcárico	Media	2283.69	17.41%
	Éutrico	Lítico	Media	432.98	3.30%
	-	Calcárico	Media	498.4583	3.80%
Phaeozems	Lúvico	Epipetrocálcico	Media	1150.073	8.77%
Kastañozem	Lúvico	Endopetrocálcico	Fina	45.7559	0.35%
	Cálcico	Epipetrocálcico	Media	3424.338	26.10%
	Lúvico	Epipetrocálcico	Media	483.6899	3.69%
	Cálcico	Endopetrocálcico	Fina	924.9906	7.05%
	Cálcico	Endopetrocálcico	Fina	164.1569	1.25%
	Lúvico	Endopetrocálcico	Media	185.8382	1.42%
	Cálcico	Endopetrocálcico	Fina	1385.687	10.56%
Fluvisol	-	Calcárico	Media	1003.239	7.65%

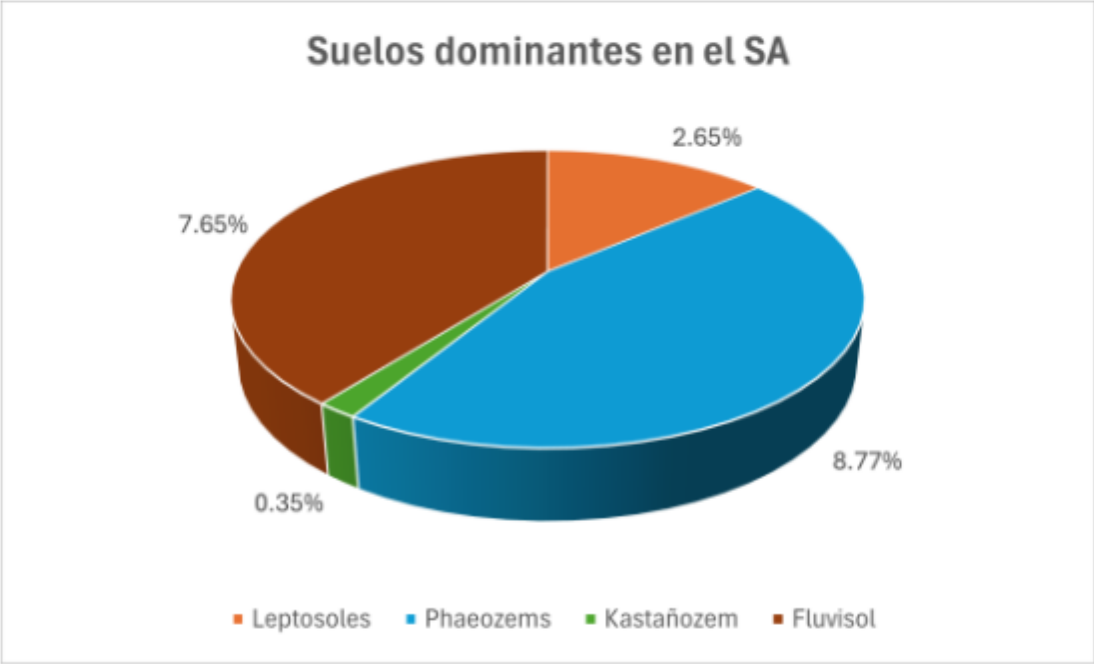

Figura 4. 37 Tipos de suelos en la superficie del SA

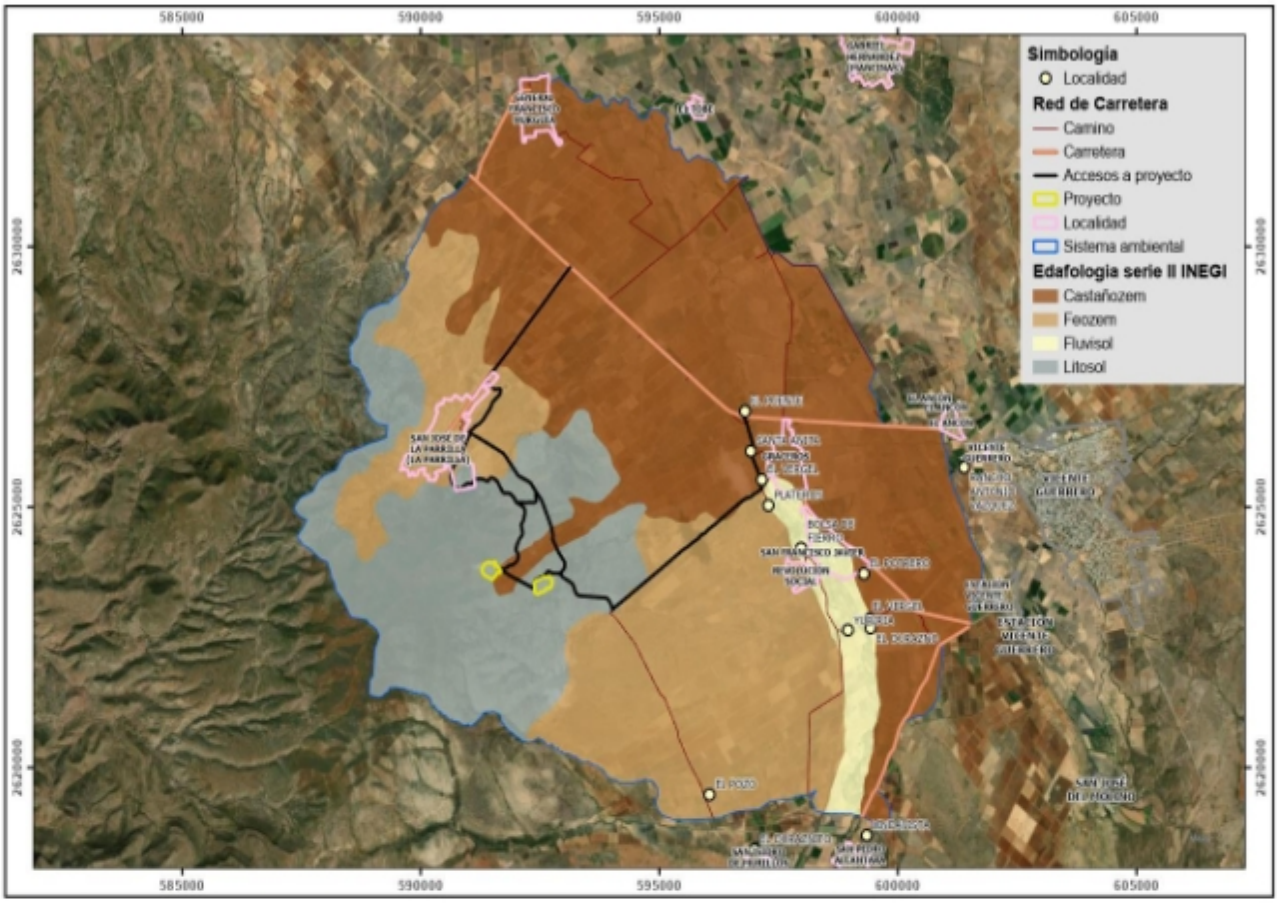

Figura 4. 38 Edafología serie II, INEGI

IV.3.1.3.2. Muestreo edafológico

IV.3.1.3.2. Metodología

Para identificar los tipos de suelo que se encuentran en la superficie del SA se realizó un análisis detallado de las características y tipos de suelos que se encuentra en el polígono ambiental, mediante un muestreo en dicha superficie. Para la clasificación de suelos se utilizó como base el sistema WRB a fin de lograr una mejor definición y clasificación de este recurso, puesto que ayuda a detallar aún más las características propias de los suelos. El sistema de clasificación de la WRB cuenta con el respaldo científico de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (hoy IUSS) y del Centro Internacional de Referencia e Información en Suelos (ISRIC), así como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Análisis para determinación de sitios de muestreo

El Muestreo de suelos fue realizado con base en la guía metodológica del Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía (INEGI). El muestreo de suelos con fines de clasificación se realiza después de que se han hecho los análisis de parámetros detallados en material cartográfico, como fotografías aéreas y/o imágenes de satélite, etc. y que, mediante técnicas fotogramétricas y

computacionales, se ubican áreas aparentemente homogéneas a mayor o menor escala, en las que se precisan puntos de muestreo representativos. Para la determinación de sitios de muestreo se consideraron los siguientes elementos:

- Rastros topográficos; la imagen permite delimitar mediante el análisis de grandes geoformas y cambios del relieve, diferencias que ayudan a establecer límites parciales de polígonos. El reconocimiento de formas y objetos permite el trazo de fronteras edáficas con base en los elementos del paisaje que se identifican en la imagen, los rasgos paisajísticos cuyas propiedades espectrales, espaciales y temporales, reflejan de una manera los procesos formadores del suelo (aluvial, coluvial, residual, lacustre, volcánico, etc.). Se puede delimitar en primera instancia cambios topográficos abruptos con apoyo de la capa de curvas de nivel y los elementos identificables en la imagen de satélite como: sierras, mesetas, valles, meandros o cauces de ríos, formas volcánicas, sistemas de lomeríos, zonas de inundación, depresiones, antiguos vasos lacustre, zonas cársticas, llanuras, etc. Otro elemento de análisis son los patrones de drenaje ya que indican condiciones de topografía accidentada y los relacionamos con la dureza de la roca, textura del suelo, se encontraron áreas poco drenadas, hasta con diversas formas de drenaje, alineado, trenzado o cruzado, radial, ramificado, dendrítico; todos ellos proporcionan información que coadyuva en la delimitación de polígonos edafológicos.

- Fotointerpretación; con éste se tendrá un cuadro amplio sobre las características del suelo, se relaciona con la profundidad, humedad, textura, contenido materia orgánica y óxidos, etc. La textura de la imagen se refiere a todas aquellas manifestaciones que por su dimensión no se pueden definir claramente y que en forma conjunta se observan con aspectos (texturas) rugosos, suaves, alineados, manchados, esponjosos, moteados, trenzados, etc.

- Información Geológica; la geología, es uno de los factores formadores que están fuertemente ligados con las características físicas y químicas del suelo, además se puede inferir por el cambio litológico y el origen, las fronteras de algunos polígonos (ej. suelos lacustres, aluvial, derrames de lava, depósitos de cenizas, zonas arenosas o sobre calizas suelos calcáricos, etc.).

- Información de uso del suelo; los tipos de vegetación y de uso del suelo se relacionan con el contenido de materia orgánica, color, suelos salinos o arenosos, antrópicos, vegetación gipsófila o calcícola.

- Información de climas; se puede inferir la acidez o alcalinidad de los suelos, saturación con bases, discriminar la presencia de algunos tipos de suelo con base al tipo de clima o a los datos sobre precipitación total anual y temperatura media anual.

Preparación de trabajo en campo

- Elección del sitio de muestreo: Consiste en la selección del lugar más adecuado para llevar a cabo la apertura del pozo de estudio edafológico.

- Apertura del pozo: Una vez determinado el sitio de apertura, se delimita el área a excavar. Las proporciones del pozo edafológico deben permitir la observación de la cara principal o perfil

del suelo lo mejor posible, la longitud del pozo está sujeta a la profundidad y a la pendiente del terreno. La profundidad se relaciona con la proximidad a la que se encuentre alguna limitante física como roca, cementación o nivel freático que impida continuar con el excavado.

- Esculpido: Con el pozo edafológico terminado se prosigue al esculpido del perfil, actividad que consiste en quitarle a la cara principal del pozo las marcas hechas por la herramienta empleada para la apertura de este.

- Toma de fotografías: Se tomaron fotografías de cada perfil de suelo o cara representativa además del paisaje adyacente al perfil y una imagen de la superficie del suelo con algún objeto de referencia, así como de algún detalle particular que se requiera resaltar del mismo.

- Descripción del perfil de Suelo: Actividad referente al registro de datos sobre lo observado en el perfil de suelo, es decir, recolecta de la descripción morfológica que presente el perfil, describiéndose cada una de las capas u horizontes encontrados en su interior.

- Cierre del pozo: Acción encaminada a proteger al suelo de sufrir erosión si se deja descubierto.

IV.3.1.3.2. Sitios muestreados

Se muestrearon un total de 6 sitios. En la Tabla 4.10 se presentan los puntos de suelo muestreados y en consideración a la clasificación del sistema WRB y los tipos de suelo que se catalogan en cada sitio; así mismo en la Figura 4. 39 se muestra su ubicación geográfica.

Tabla 4.9 Clasificación de suelos de acuerdo con WRB (2007)

ID Punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS84-13N		Clasificación de suelos WRB		Textura del suelo
	X	Y	Clave	Nombre de suelo	
Sitio 1	593018	2623236	PHlvca	Phaeozem luvico calcarico	Fina
Sitio 2	592040	2624231	LPhk	Leptosol hiperesqueletico	Media
Sitio 3	590806	2623414	LPca	Leptosol calcárico	Media
Sitio 4	592887	2628296	LPhk	Leptosol hiperesquelético	Media
Sitio 5	591732	2626458	KSpc	Kastanozem petrocalcico	Fina
Sitio 6	597668	2627674	PHha	Phaeozem haplico	Fina

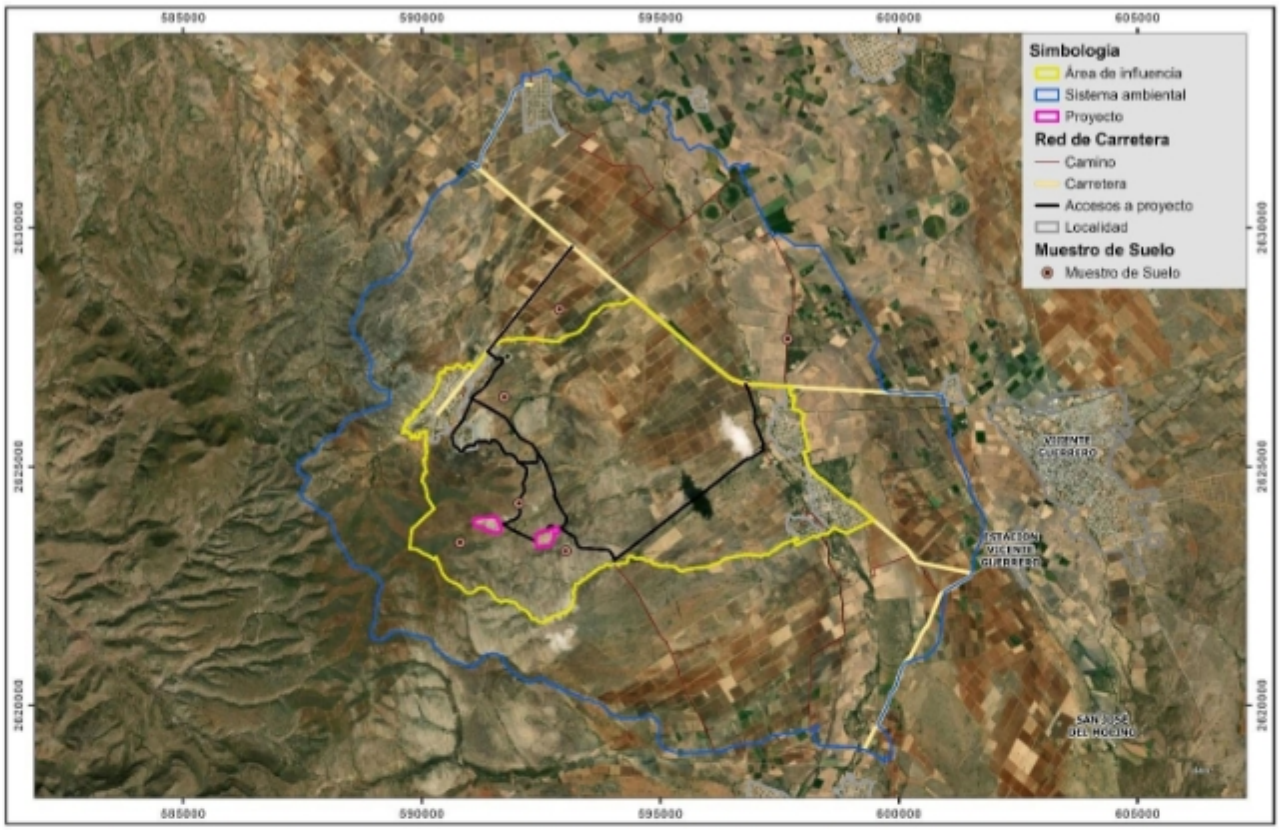

Figura 4. 39 Ubicación geográfica de los puntos de muestreo edafológico en el SA

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

- **Calcisol (CL)**

Los Calcisoles acomodan suelos en los cuales hay una acumulación secundaria sustancial de calcáreo. Los Calcisoles están muy extendidos en ambientes áridos y semiáridos, con frecuencia asociados con materiales parentales altamente calcáreos.

Descripción

- Connotación: Suelos con sustancial acumulación de calcáreo secundario; del latín *calx*, calcáreo.
- Material parental: Principalmente depósitos aluviales, coluviales y eólicos de material meteorizado rico en bases.
- Ambiente: Tierras llanas hasta con colinas en regiones áridas y semiáridas. La vegetación natural es escasa y dominada por arbustos y árboles xerófitos y/o pastos efímeros.
- Desarrollo del perfil: Los Calcisoles típicos tienen un horizonte superficial pardo pálido; la acumulación sustancial de calcáreo secundario ocurre dentro de 100 cm de la superficie del suelo.

- **Kastanozem (KM)**

Los Kastanozems acomodan suelos de pastizales secos, entre ellos los suelos zonales de la franja de estepa de pastos cortos, al sur de la franja de estepa de pastos altos de Eurasia con Chernozems. Los Kastanozems tienen un perfil similar al de los Chernozems pero el horizonte superficial rico en humus es de menor espesor y no tan oscuro como el de los Chernozems y muestran acumulaciones de carbonatos secundarios más prominentes.

Descripción

- Connotación: Suelos pardo oscuro ricos en materia orgánica; del latín castanea y ruso kashtan, castaña, y zemlja, tierra.
- Material parental: un rango amplio de materiales no consolidados; una gran parte de todos los Kastanozems se han desarrollado sobre loess.
- Ambiente: Seco y continental con inviernos relativamente fríos y veranos cálidos; pastizales llanos a ondulados dominados por pastos cortos efímeros.
- Desarrollo del perfil: Un horizonte mólico pardo de espesor medio, en muchos casos sobre un horizonte cámbico o árgico pardo a canela; con carbonatos secundarios o un horizonte cálcico en el subsuelo, en algunos casos con yeso secundario.

- **Leptosol (LP)**

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

Descripción

- Connotación: Suelos someros; del griego leptos, fino.
- Material parental: Varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos de 20 porciento (en volumen) de tierra fina.
- Ambiente: Principalmente tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada. Los Leptosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas.
- Desarrollo del perfil: Los Leptosoles tienen roca continua en o muy cerca de la superficie o son extremadamente gravillosos. Los Leptosoles en material calcáreo meteorizado pueden tener un horizonte mólico.

Calificadores

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

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

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

- Luvico (lv): que tiene un *horizonte árgico* que tiene una CIC (por NH4OAc 1 *M*) de 24 cmockg $^{-1}$ arcilla o más en todo su espesor o hasta una profundidad de 50 cm debajo de su límite superior, lo que esté a menor profundidad, ya sea que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo o dentro de 200 cm de la superficie del suelo si el *horizonte árgico* tiene por encima textura de arenoso franca o más gruesa en todo su espesor, y que tiene una saturación con bases (por NH4OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 50 and 100 cm de la superficie del suelo.

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

- Háplico: que tiene una expresión típica de ciertos rasgos (típica en el sentido de que no hay una caracterización adicional o significativa) y sólo se usa si no aplica ninguno de los calificadores previos.

- Petrocálcico (pc): Un horizonte petrocálcico (del griego *petros*, roca, y latín *calx*, cal) es un horizonte endurecido, que está cementado por carbonato de calcio y, en algunos sitios, por carbonato de magnesio también. Es de naturaleza masiva o laminar y extremadamente duro.

- Endo (n): (del griego *endon*, dentro): la característica está presente en algún lugar ≥ 50 y ≥ 100 cm de la superficie (mineral) del suelo y está ausente ≤ 50 cm de la superficie (mineral) del suelo.

- Epi (p): (del griego *epi,* sobre): la característica está presente en algún lugar ≤ 50 cm de la superficie (mineral) del suelo y está ausente > 50 y ≤ 100 cm de la superficie (mineral) del suelo.

Para conocer las características físicas y químicas de los puntos de muestreo, se presenta en el Anexo 4.5. la descripción de los perfiles de suelo, con información general del sitio y la descripción morfológica de los perfiles muestreados.

IV.3.1.3.4. Degradación del suelo

De acuerdo con información vectorial de degradación de INEGI con escala 1:250 000, en la mayor parte de la superficie del SA el principal tipo de degradación del suelo es la erosión con deformación del terreno, clasificada como moderada; es en la zona noreste y oeste donde se presenta una degradación del tipo ligera (Figura 4. 40). La principal causa corresponde a la deforestación y remoción de la vegetación. Los tipos de erosión identificados en la superficie del SA de acuerdo con INEGI y corroborados con trabajos de campo, son la hídrica y eólica, por lo cual se detalló más en sus análisis de erosión respectivos.

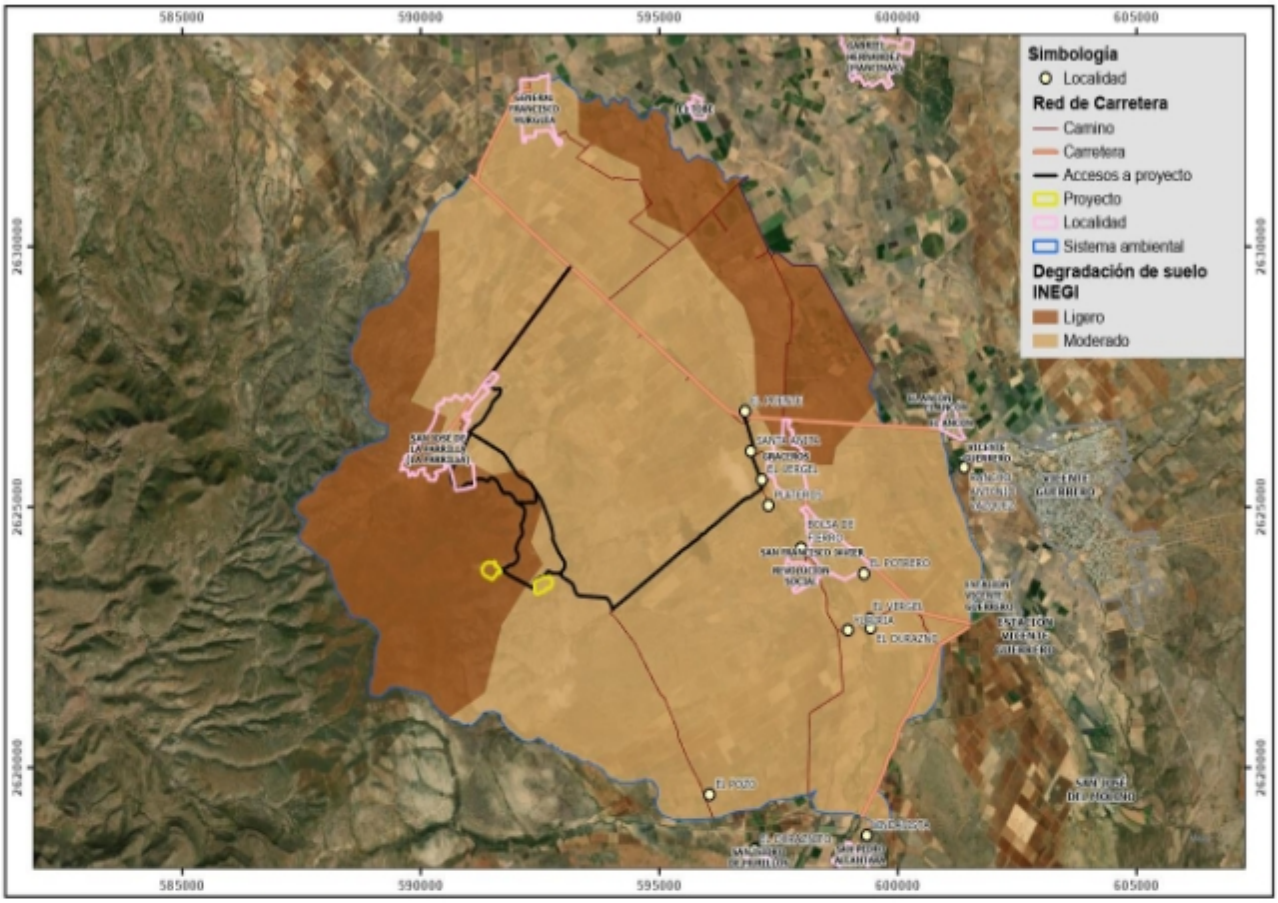

Figura 4. 40 Degradación del suelo en el SA

IV.3.1.3.4. Tipos de erosión en el SA

La palabra erosión proviene del latín *erosio* que significa: el desgaste que se produce en la superficie del suelo por la acción de agentes externos como el viento y el agua y que son acelerados por la acción del hombre. Es necesario conocer las características de la erosión del suelo para localizar y delimitar sus distintas formas y grados, ubicar con precisión las áreas más afectadas por la erosión. La importancia del suelo se debe a que en él se encuentra el soporte de actividades productivas de los sectores de alimentos, por lo tanto, el entender las causas que están provocando o acelerando el proceso de erosión, permitirá implementar las medidas de protección y conservación de este recurso (INEGI, 2014)

Se elaboró la Figura 4. 41 con la información proporcionada por el INEGI en el formato *Shape* de la erosión del suelo escala 1: 250 000 serie I, el código que aparece en la simbología está conformado por el tipo, la forma, el grado de la erosión dominante + el tipo, forma y grado de la erosión secundaria, las claves para interpretar los códigos se observan en la Tabla 4.10.

Tabla 4.10. Claves para la interpretación del código

Clave	Tipo de erosión	Clave	Forma de erosión	Clave	Grado de erosión
H	Hídrica	C	Cárcavas	4	Extremo
				3	Fuerte
				2	Moderado
				1	Leve
		S	Surcos	4	Extremo
				3	Fuerte
				2	Moderado
				1	Leve
		L	Laminar	4	Extremo
				3	Fuerte
				2	Moderado
				1	Leve
E	Eólica	D	Dunas		
		M	Montículos		
A	Antrópica	O	Otra		
SE	Sin erosión evidente				

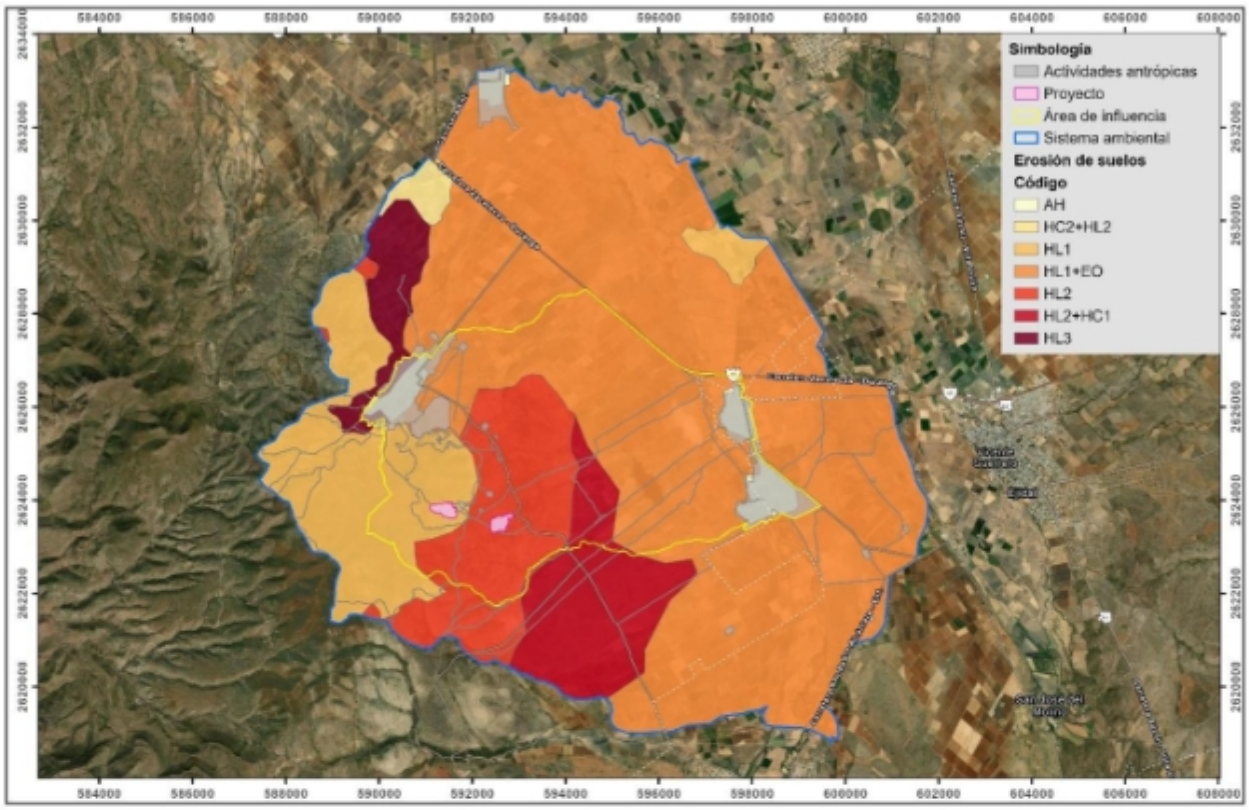

Figura 4. 41. Erosión del suelo en el SA, INEGI

En la Tabla 4.11 se presenta la descripción proporcionada por INEGI de los tipos de erosión.

Tabla 4.11. Descripción de los tipos de erosión presentes en el SA, INEGI

Código	Tipo de erosión	Descripción
HL1	Hídrica laminar leve	La pérdida de suelo es poco apreciable, con alguna de las siguientes evidencias: encostramiento, capas delgadas de partículas de diferentes tamaños (arena, gravas) dispuestas sobre la superficie, pequeños montículos, no existen remontantes o su formación es muy incipiente, manchones sobresalientes de vegetación, indicios de actividad agropecuaria, canalillos y algún grado perceptible de compactación.
HL2	Hídrica laminar moderada	Pérdida parcial del suelo con alguna de las siguientes evidencias: remontantes discontinuos con altura promedio menor a 10 cm, presencia de pequeños montículos, algunos surcos aislados incluso con cárcavas dispersas, escasos afloramientos de roca o cementación, manchones de vegetación, canalillos y compactación de suelo.
HL3	Hídrica laminar grado fuerte	Pérdida del suelo en la mayor parte de la superficie, puede presentar evidencias como presencia de remontantes (más de 10 cm de profundidad), montículos (más de 5 cm de

Código	Tipo de erosión	Descripción
		profundidad), fragmentos gruesos, afloramientos de roca o cementación, alternados con zonas menos afectadas.
HL1+EO	Hídrica laminar leve +eólica otra	La pérdida de suelo es poco apreciable, con alguna de las siguientes evidencias: encostramiento, capas delgadas de partículas de diferentes tamaños (arena, gravas) dispuestas sobre la superficie, pequeños montículos, no existen remontantes o su formación es muy incipiente, manchones sobresalientes de vegetación, indicios de actividad agropecuaria, canalillos y algún grado perceptible de compactación. + Se refiere a todas aquellas áreas que presentan problemas de erosión eólica y donde la estimación o medición es bastante compleja. Su identificación es directamente en campo, en ocasiones se puede apreciar pequeñas capas de arena sobre la superficie o bien zonas con actividades agrícolas generalmente de temporal o nomadismo, cultivos abandonados o uso pecuario extensivo y presencia de tolvaneras.
HL2+HC1	Hídrica laminar moderada + hídrica en cárcavas leve	Pérdida parcial del suelo con alguna de las siguientes evidencias: remontantes discontinuos con altura promedio menor a 10 cm, presencia de pequeños montículos, algunos surcos aislados incluso con cárcavas dispersas, escasos afloramientos de roca o cementación, manchones de vegetación, canalillos y compactación de suelo. + Cuando el promedio de profundidad o ancho de las cárcavas está entre 50 y 100 cm. La separación entre una cárcava y otra es aproximadamente de 50 m o más por lo que se aprecian sólo de manera aislada, pueden incluir algunas cárcavas que también cumplen la definición de surcos.
HC2+HL2	Hídrica en cárcavas moderada + hídrica laminar moderada	Cuando el promedio de profundidad o ancho de las cárcavas está entre 100 y 200 cm. Pueden presentarse estructuras en forma de pedestales con una separación aproximada entre una cárcava y otra de 30 a 50 m. Su forma es alineada coincidiendo con el patrón de drenaje, comúnmente aparecen en la parte más baja de la geoforma. + Pérdida parcial del suelo con alguna de las siguientes evidencias: remontantes discontinuos con altura promedio menor a 10 cm, presencia de pequeños montículos, algunos surcos aislados incluso con cárcavas dispersas, escasos afloramientos de roca o cementación, manchones de vegetación, canalillos y compactación de suelo.
AH	Antrópica hídrica	Cuando el agente causal directo es el hombre, al modificar el paisaje natural de manera abrupta e irreversible (efecto del riego), facilitando la acción directa de los agentes erosivos. En todos estos casos no son apreciables las formas típicas de

Código	Tipo de erosión	Descripción
		erosión, ya que éstas son generadas por la remoción de suelo por medios mecanizados y donde posteriormente se manifiesta alguna forma de erosión extrema. Cuando el suelo ha quedado desprotegido de la vegetación y sometido a las lluvias, los torrentes arrastran las partículas del suelo hacia arroyos y ríos. El suelo, desprovisto de la capa superficial, pierde la materia orgánica (humus) y entra en un proceso de degradación por endurecimiento que puede derivar en una zona desertificada.

Adicional a la clasificación dispuesta por el INEGI se elaboraron dos modelos de erosión, eólica e hídrica, a nivel Sistema Ambiental Regional, los cuales se presentan a continuación.

IV.3.1.3.5. Análisis de erosión hídrica

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

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

Donde:

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

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

Erosividad de la lluvia (Factor R)

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

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

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

Para estimar la precipitación media anual dentro del Sistema Ambiental se consultó el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para obtener las estaciones meteorológicas más cercanas al área de estudio, en la Figura 4. 42 se presenta la ubicación y la identificación de las estaciones utilizadas.

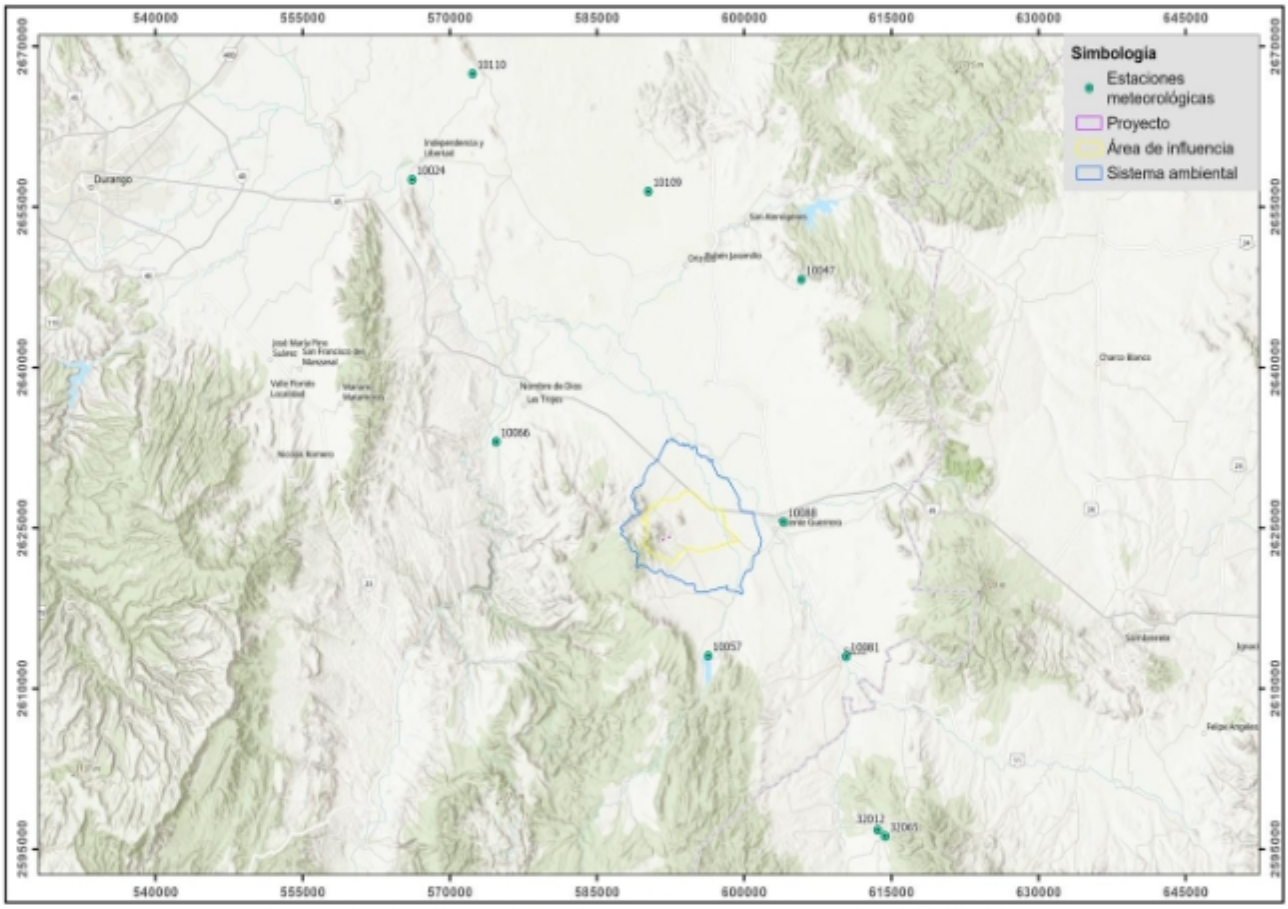

Figura 4. 42 Estaciones meteorológicas cercanas al SA

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

Tabla 4. 12 Estaciones meteorológicas utilizadas para el análisis de erosión

Nombre	Clave	Coordenadas en Sistema WGS84, UTM Zona 13N		Temp. máxima (°C)	Temp. media (°C)	Temp. mínima (°C)	Precipitación (mm)
		X	Y				
El Saltito	10024	566159	2657545	26.7	17.7	8.7	511.3
Narciso Mendoza	10047	605830	2648217	26.0	17.0	8.0	492.2
Presa Santa Elena	10057	596334	2613061	23.8	16.0	8.3	493.2
San José de Acevedo	10066	574727	2633074	24.6	15.3	5.9	475.7
Súchil	10081	610393	2613005	22.2	14.6	7.0	467.9
Vicente Guerrero	10088	603988	2625570	26.3	17.0	7.6	513.4
Chalchihuites (SMN)	32065	614381	2596205	24.8	16.9	9.0	567.3
Hacienda Ganadera El Ojo	10109	590228	2656448	26.1	15.9	5.7	689.1
Hacienda La Pila	10110	572322	2667452	26.5	17.7	9.0	467.0
Chalchihuites (DGE)	32012	613610	2596786	24.7	16.7	8.8	509.4

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 lase presentan las 14 regiones antes mencionadas y en la Tabla 4.13 se muestran las ecuaciones correspondientes a la regresión de cada región junto con su respectivo coeficiente de determinación.

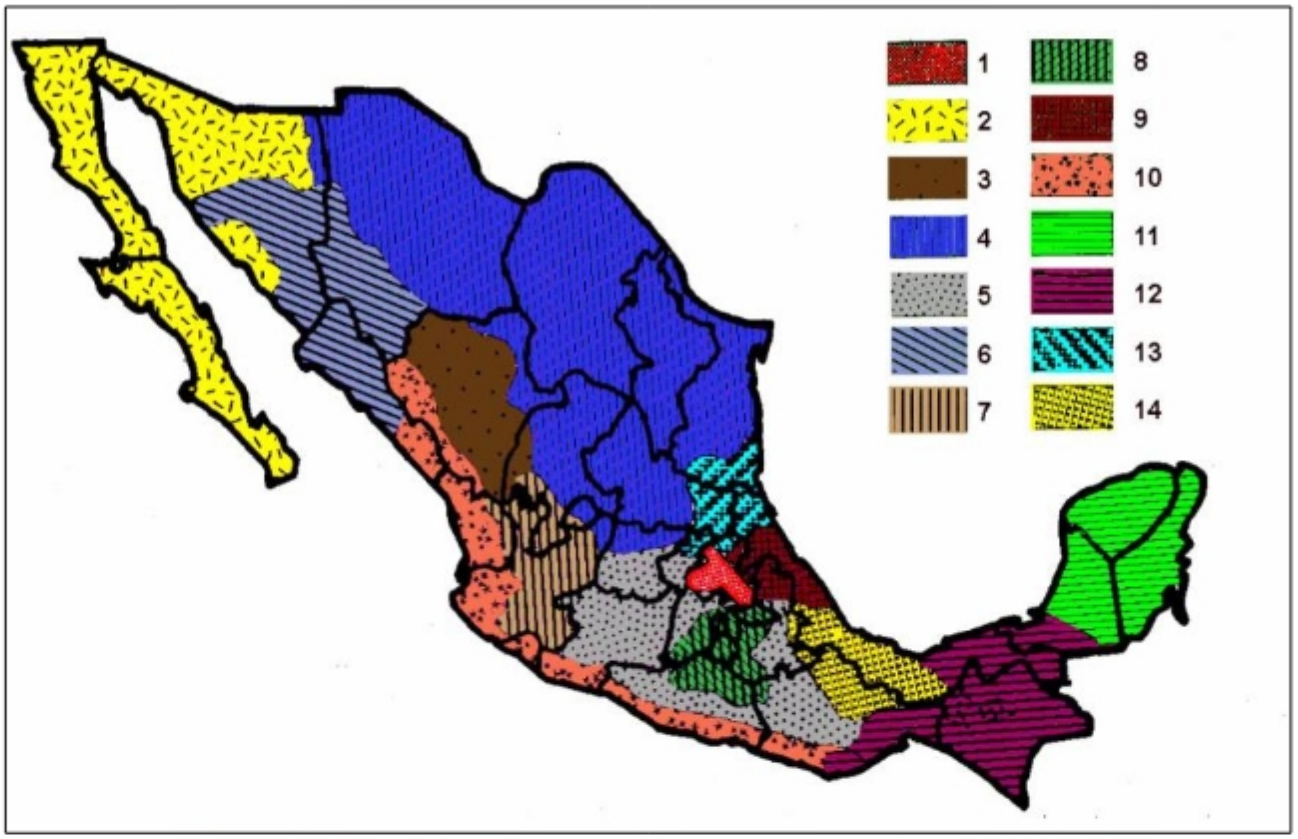

Figura 4. 43 Regiones de erosividad propuestas por Cortés (1991)

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

Tabla 4.13 Modelos de erosividad de la lluvia, Cortés 1991 (R)

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

Región	Modelo	R^2
XIV	$1.5005P + 0.002640P^2$	0.95
P corresponde a la precipitación media anual en milímetros (mm)		

Como se observa en la tabla anterior que la región en la que se ubica el proyecto es la Región III, por lo que se procedió a calcular la erosividad de la lluvia anual para cada estación, utilizando los datos de la Tabla 4. 12 y el modelo de regresión correspondiente:

$$Factor\ R = 3.6752P - 0.001720\ P^2$$

En la Tabla 4.14 se presenta el resultado del modelo aplicado a cada una de las estaciones.

Tabla 4.14 Factor R calculado para cada estación

ID	Nombre	Precipitación anual (mm)	Factor R
10024	El Saltito	511.3	1,429.5
10047	Narciso Mendoza	492.2	1,392.2
10057	Presa Santa Elena	493.2	1,394.2
10066	San José de Acevedo	475.7	1,359.1
10081	Súchil	467.9	1,343.1
10088	Vicente Guerrero	513.4	1,433.5
32065	Chalchihuites (SMN)	567.3	1,531.4
10109	Hacienda Ganadera El Ojo	689.1	1,715.8
10110	Hacienda La Pila	467	1,341.2
32012	Chalchihuites (DGE)	509.4	1,425.8

Utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG), se realizó una interpolación para conocer la distribución del valor del Factor R dentro del SA. En la Figura 4. 44 se presenta el resultado de la interpolación dentro del SA.

Figura 4. 44 Factor R en el SA

Factor K

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

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

En la Tabla 4.15 se muestran los valores del Factor K dependiendo del tipo de suelo en la clasificación WRB y la textura.

Tabla 4.15 Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función del tipo de suelo y textura (Montes-León et al., 2011)

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

Para detallar más la información edafológica se realizaron visitas al sitio y se tomaron muestras de suelo y descripción de los perfiles. A partir de la información recabada, se le asignó un valor del Factor K a cada una de las clasificaciones de suelo presentes en el Sistema Ambiental como se muestra en la Tabla 4. 16. En la Figura 4. 45 se presenta la distribución final del factor K dentro del SA.

Tabla 4. 16 Valores asignados para Factor K

Tipo de suelo	Textura	Factor K
Fluvisol	Media	0.04
Fluvisol	Media	0.04
Kastañozem	Fina	0.013
Kastañozem	Media	0.04
Kastañozem	Fina	0.013
Kastañozem	Fina	0.013

Tipo de suelo	Textura	Factor K
Kastañozem	Media	0.04
Kastañozem	Media	0.04
Kastañozem	Fina	0.013
Leptosol	Media	0.02
Leptosol	Media	0.02
Leptosol	Media	0.02
Leptosol	Media	0.02
Leptosol	Media	0.02
Phaeozem	Media	0.02

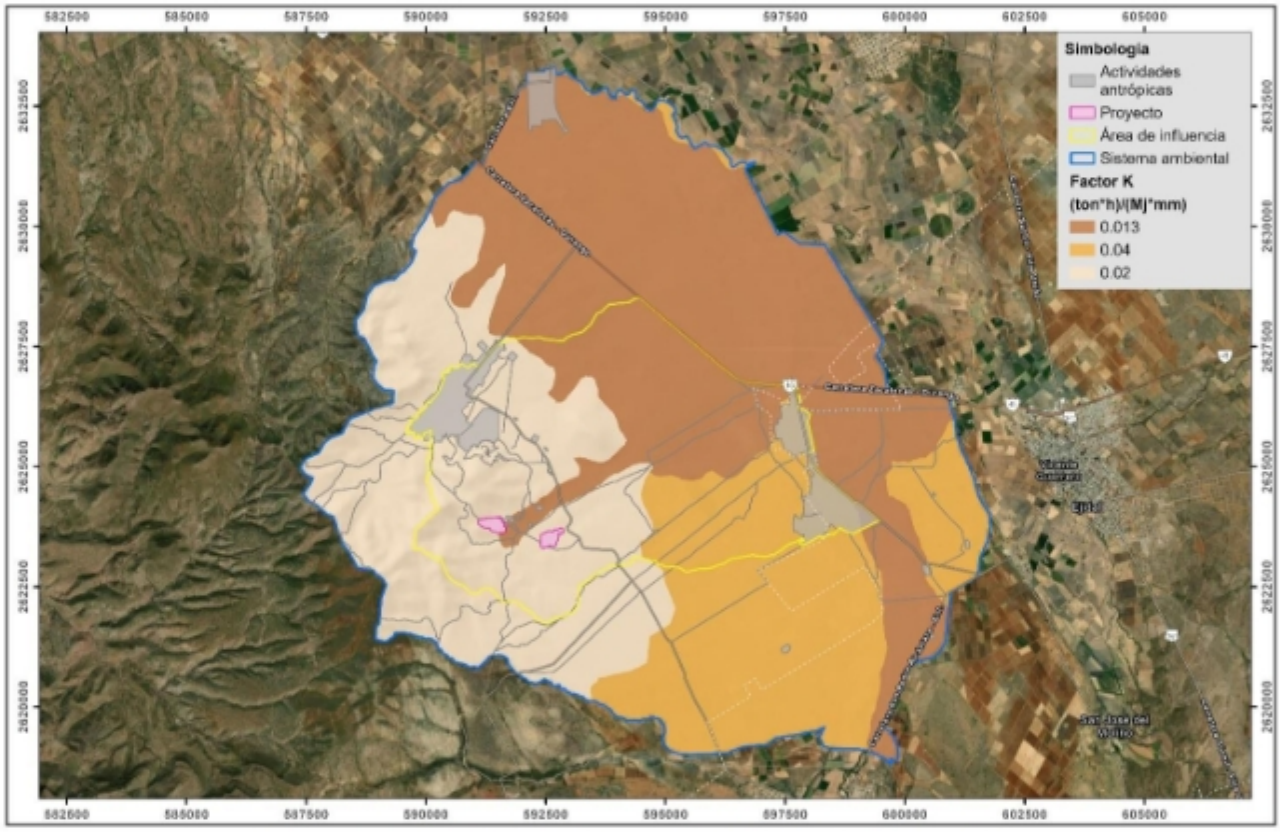

Figura 4. 45 Distribución espacial del Factor K en el SA

Factor Topografía – Longitud – Pendiente "LS"

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

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

Donde:

Factor L es la longitud de ladera.
Tamaño de celda es la longitud del tamaño de un lado de las celdas de la capa ráster.
Factor S es la pendiente del terreno en radianes.

Pendiente en radianes (Factor S)

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

El modelo final de pendientes en radianes (Factor S) se presenta en la Figura 4. 46.

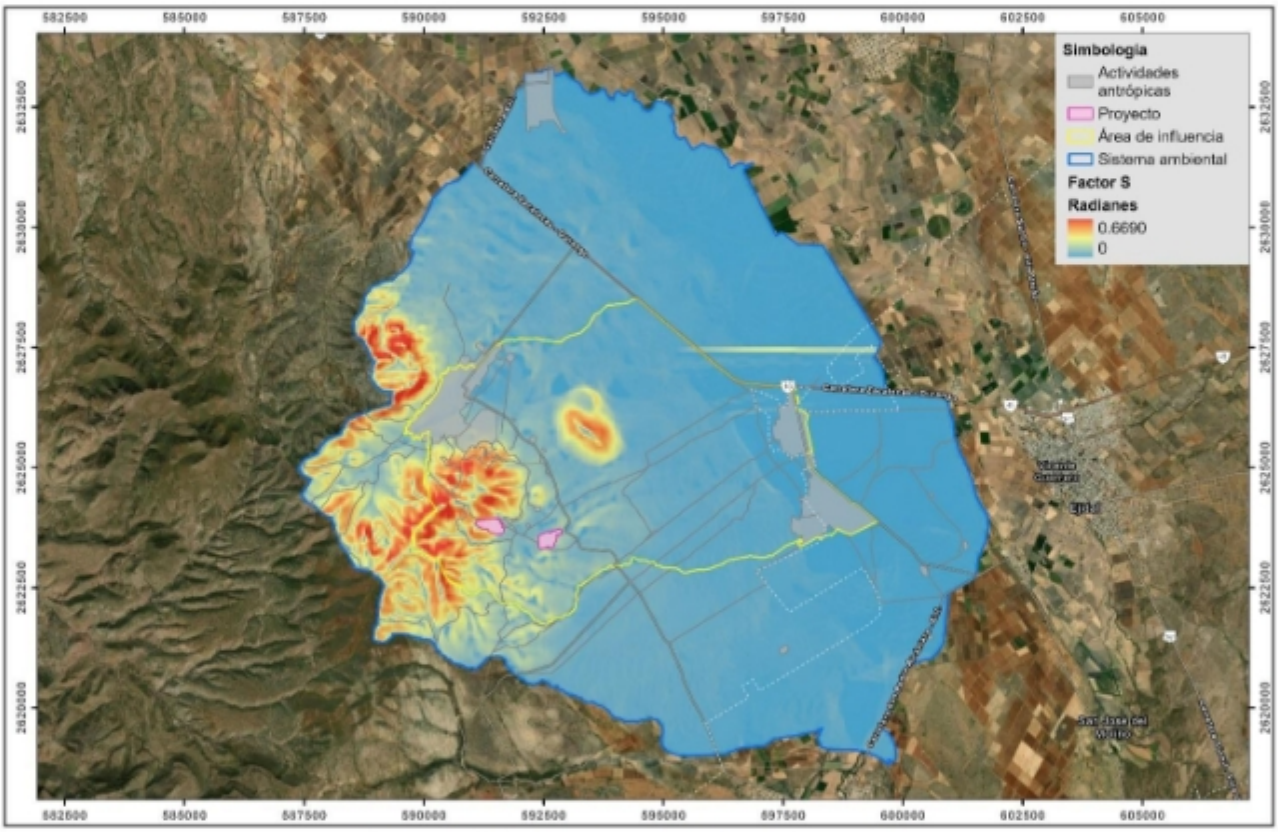

Figura 4. 46 Factor S (radianes) en el SA

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:

$$MDE \rightarrow Relleno\ de\ sumideros \rightarrow Dirección\ de\ flujo \rightarrow Acumulación\ de\ flujo$$

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

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

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

La fórmula para obtener el Factor LS implica que hay que multiplicar la acumulación de flujo por el tamaño de la celda, lo que representa la longitud de escurrimiento, Benayas (2019) propone que la longitud máxima de escurrimiento sea de 250 metros, por lo que el valor máximo de la acumulación de flujo fue corregida para no sobrepasar esta longitud. El modelo final de longitud de ladera se presenta en la Figura 4. 47.

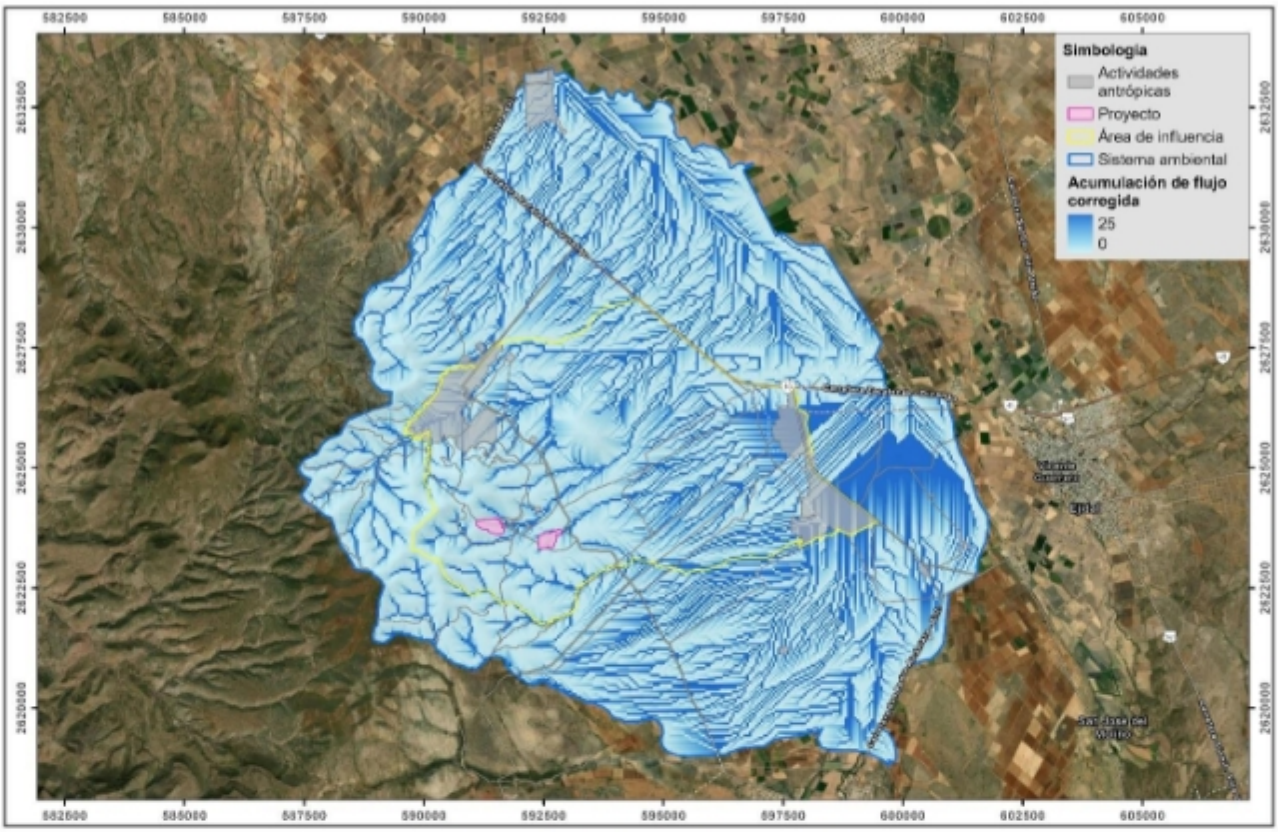

Figura 4. 47 Factor L en el SA

Factor topográfico (Factor LS)

Finalmente, se sustituyeron las variables en la ecuación para calcular el Factor LS. En la Figura 4. 48 se presenta el ráster final:

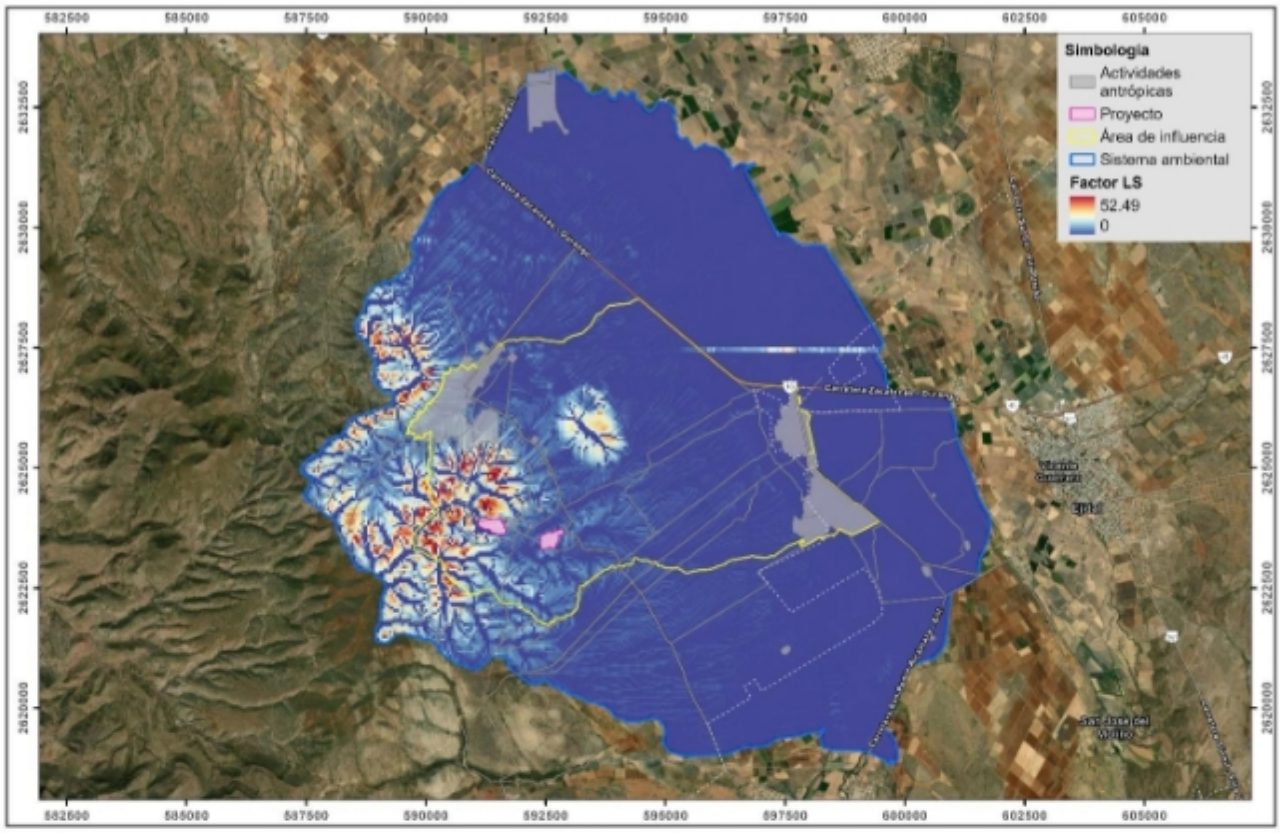

Figura 4. 48 Factor LS en el SA

Factor por la cubierta vegetal "C"

El factor C representa la efectividad de las plantas como cubierta protectora del suelo frente a la energía de impacto de las gotas de lluvia y a la fuerza del flujo superficial (Benayas Polo, 2019). Para el cálculo de este factor, se clasifica el tipo de vegetación y la cobertura de suelo de acuerdo con la Tabla 4.17, 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 4.17 Clasificación del 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 0,5 m.	25	G	0,36	0,17	0,09	0,038	0,013	0,003
		W	0,36	0,20	0,13	0,083	0,041	0,011
	50	G	0,26	0,13	0,07	0,035	0,012	0,003
		W	0,26	0,16	0,11	0,076	0,039	0,011
	75	G	0,17	0,10	0,06	0,032	0,011	0,003
		W	0,17	0,12	0,09	0,068	0,038	0,011
Apreciable cubierta de matorral y arbustos con una altura media de caída de la gota de lluvia de 2 m.	25	G	0,40	0,18	0,09	0,040	0,013	0,003
		W	0,40	0,22	0,14	0,087	0,042	0,011
	50	G	0,34	0,16	0,08	0,038	0,012	0,003
		W	0,34	0,19	0,13	0,082	0,041	0,011
	75	G	0,28	0,14	0,08	0,036	0,012	0,003
		W	0,28	0,17	0,12	0,078	0,040	0,011
Arboles, pero sin cubierta apreciable de matorral. Altura media de caída de la gota de lluvia de 4-5 m.	25	G	0,42	0,19	0,10	0,041	0,013	0,003
		W	0,42	0,23	0,14	0,089	0,042	0,011
	50	G	0,39	0,18	0,09	0,040	0,013	0,003
		W	0,39	0,21	0,14	0,087	0,042	0,011
	75	G	0,36	0,17	0,09	0,039	0,012	0,003
		W	0,36	0,20	0,13	0,084	0,041	0,011

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

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

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

Posteriormente, utilizando lo descrito en la Tabla 4.17, se puede asignar los valores para obtener el factor C dentro del Sistema Ambiental como se muestra a continuación en la Tabla 4.18, la capa ráster generada se muestra en la Figura 4. 49.

Tabla 4.18. Factor C según el tipo de vegetación y cobertura

Tipo de vegetación y cobertura	T, Cubierto	Factor C
No apreciable	G,20%	0.2
Árboles, pero sin cubierta apreciable de matorral. Altura media de caída de la gota de lluvia de 4-5 m	G,20%	0.19
Apreciable cubierta de matorral y arbustos con una altura media de caída de la gota de lluvia de 2 m	G,60%	0.04
Árboles, pero sin cubierta apreciable de matorral. Altura media de caída de la gota de lluvia de 4-5 m	G,60%	0.041
Árboles, pero sin cubierta apreciable de matorral. Altura media de caída de la gota de lluvia de 4-5 m	W,80%	0.042
Árboles, pero sin cubierta apreciable de matorral. Altura media de caída de la gota de lluvia de 4-5 m	G,80%	0.013
Herbáceas altas o matorral bajo, con una altura media de caída de gota de lluvia de 0.5m	G,80%	0.013
No apreciable	G,60%	0.042
Árboles, pero sin cubierta apreciable de matorral. Altura media de caída de la gota de lluvia de 4-5 m	G,80%	0.013
Apreciable cubierta de matorral y arbustos con una altura media de caída de la gota de lluvia de 2 m	G,60%	0.038
Árboles, pero sin cubierta apreciable de matorral. Altura media de caída de la gota de lluvia de 4-5 m	G,60%	0.04
Árboles, pero sin cubierta apreciable de matorral. Altura media de caída de la gota de lluvia de 4-5 m	W,40%	0.14
Árboles, pero sin cubierta apreciable de matorral. Altura media de caída de la gota de lluvia de 4-5 m	G,80%	0.013
Herbáceas altas o matorral bajo, con una altura media de caída de gota de lluvia de 0.5m	G,95%	0.003
No apreciable	G,80%	0.013
Árboles, pero sin cubierta apreciable de matorral. Altura media de caída de la gota de lluvia de 4-5 m	G,60%	0.04

Tipo de vegetación y cobertura	T, Cubierto	Factor C
Apreciable cubierta de matorral y arbustos con una altura media de caída de la gota de lluvia de 2 m	G,95%	0.003
Árboles, pero sin cubierta apreciable de matorral. Altura media de caída de la gota de lluvia de 4-5 m	G,95%	0.003
Árboles, pero sin cubierta apreciable de matorral. Altura media de caída de la gota de lluvia de 4-5 m	W,95%	0.011
Árboles, pero sin cubierta apreciable de matorral. Altura media de caída de la gota de lluvia de 4-5 m	G,95%	0.003
Herbáceas altas o matorral bajo, con una altura media de caída de gota de lluvia de 0.5m	G,80%	0.012
No apreciable	G,95%	0.003
Árboles, pero sin cubierta apreciable de matorral. Altura media de caída de la gota de lluvia de 4-5 m	G,60%	0.039
Apreciable cubierta de matorral y arbustos con una altura media de caída de la gota de lluvia de 2 m	G,95%	0.003
Árboles, pero sin cubierta apreciable de matorral. Altura media de caída de la gota de lluvia de 4-5 m	G,95%	0.003
Árboles, pero sin cubierta apreciable de matorral. Altura media de caída de la gota de lluvia de 4-5 m	W,80%	0.041
Árboles, pero sin cubierta apreciable de matorral. Altura media de caída de la gota de lluvia de 4-5 m	G,95%	0.003
Herbáceas altas o matorral bajo, con una altura media de caída de gota de lluvia de 0.5m	G,95%	0.003

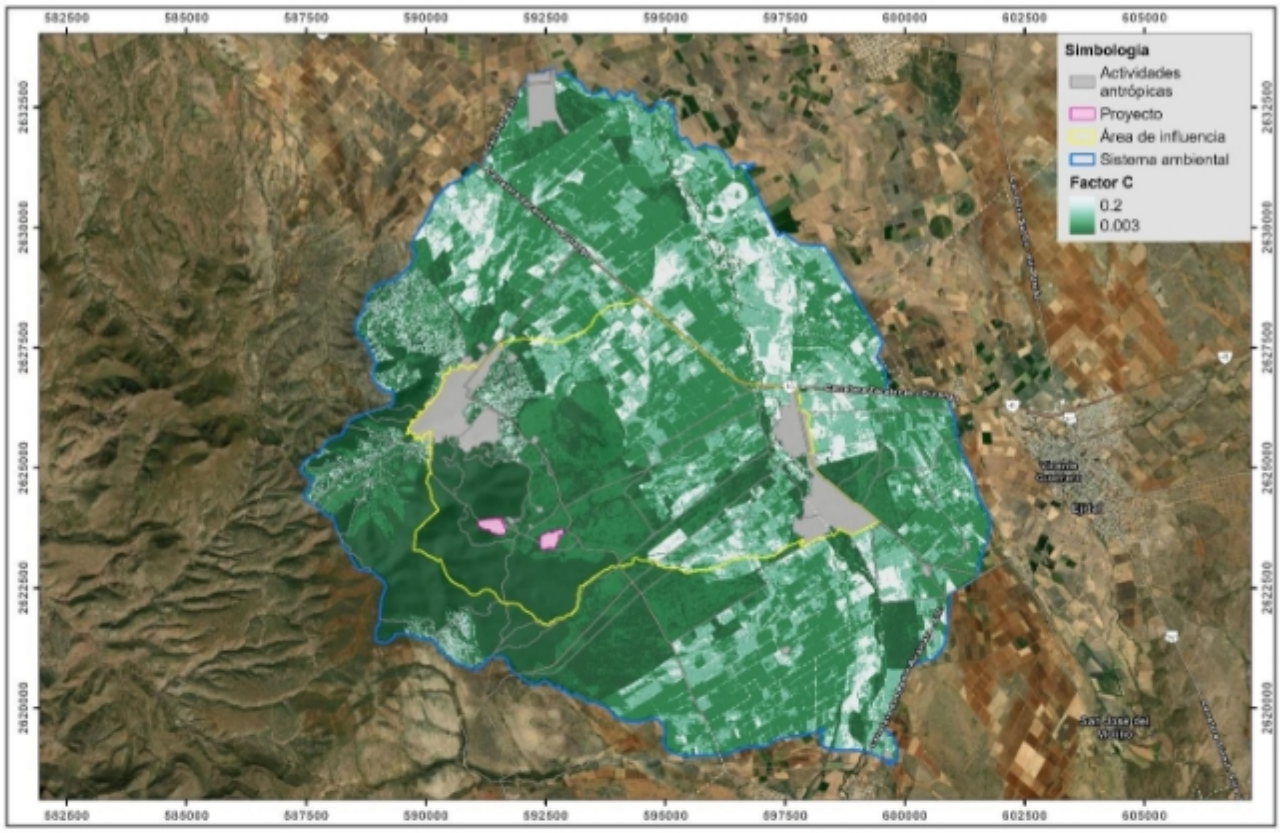

Figura 4. 49 Factor C en el SA

Factor por prácticas de conservación de suelos "P"

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

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

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

Erosión hídrica actual

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

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

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. 50 se presenta la tasa de erosión hídrica resultante dentro del Sistema Ambiental, así como las tasas de erosión y las superficies del SA que están sujetas a esas tasas se muestran en la Tabla 4. 20.

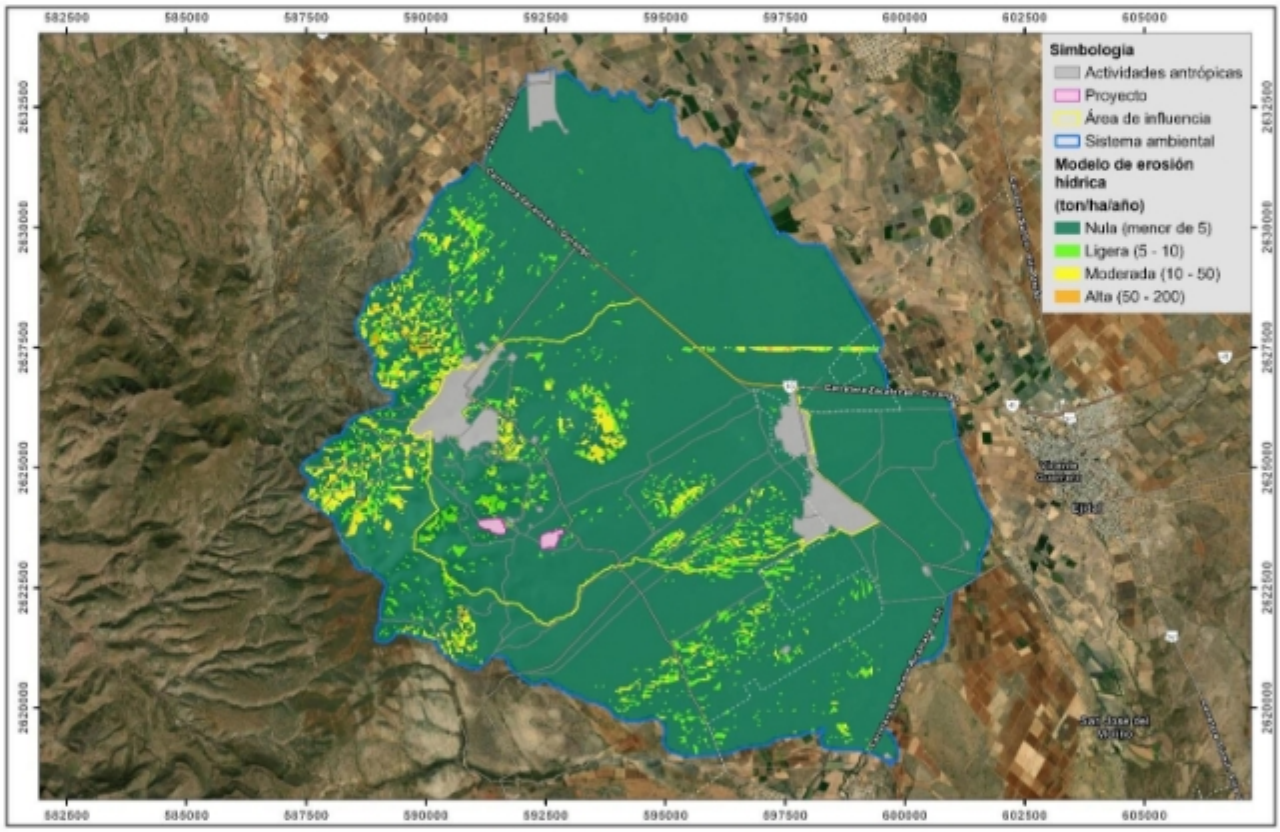

Figura 4. 50 Modelo de erosión hídrica actual en el SA

Tabla 4.19. Tasas de erosión hídrica actual en el Sistema Ambiental

Grado de Erosión	Erosión de suelo (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Superficie SA (%)
Nula	< 5	11,492.96	87.60
Ligera	5 - 10	580.30	4.42
Moderada	10 - 50	410.53	3.13
Alta	50 - 200	29.70	0.23

Grado de Erosión	Erosión de suelo (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Superficie SA (%)
Muy Alta	> 200	0.00	0.00
	Actividades antrópicas	611.98	4.66
	Total	13,119.53	100.05

IV.3.1.3.6. Análisis de erosión eólica

Para realizar el cálculo de la erosión eólica actual se utilizó la metodología utilizada en la Propuesta del Ordenamiento Ecológico del Estado de Coahuila (UAAAN,1999) la cual describe el proceso de estimación de la erosión eólica. La pérdida de suelo por erosión eólica se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Erosión\ Eólica = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

Donde:

IAVIE: Índice de agresividad del viento.
CATEX: Calificación de textura y fase.
CAUSO: Calificación por uso de suelo y vegetación.

A continuación, se presenta el cálculo de cada uno de los factores para estimar la erosión eólica actual en el SA:

Índice de agresividad del viento (IAVIE) en el SA

El Índice de agresividad del viento (IAVIE) se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$IAVIE = 160.8252 - 0.766\ (PECRE)$$

El componente PECRE refiere al período de crecimiento, el cual se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo (media anual) el cual se obtiene de la siguiente manera:

$$PECRE = 0.2408\ (PREC) - 0.0000372\ (PREC)2 - 33.1019$$

El parámetro PREC se refiere a la precipitación media anual presente en el área de estudio, la cual se obtiene de las estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) cercanas al SA. El SMN presenta información media anual para variables climatológicas medidas en un periodo de 1951 a 2010; con esta información y a través de la selección de las estaciones cercanas (Figura 4. 51) se puede modelar la precipitación media anual, el cual se muestra en la Figura 4.52.

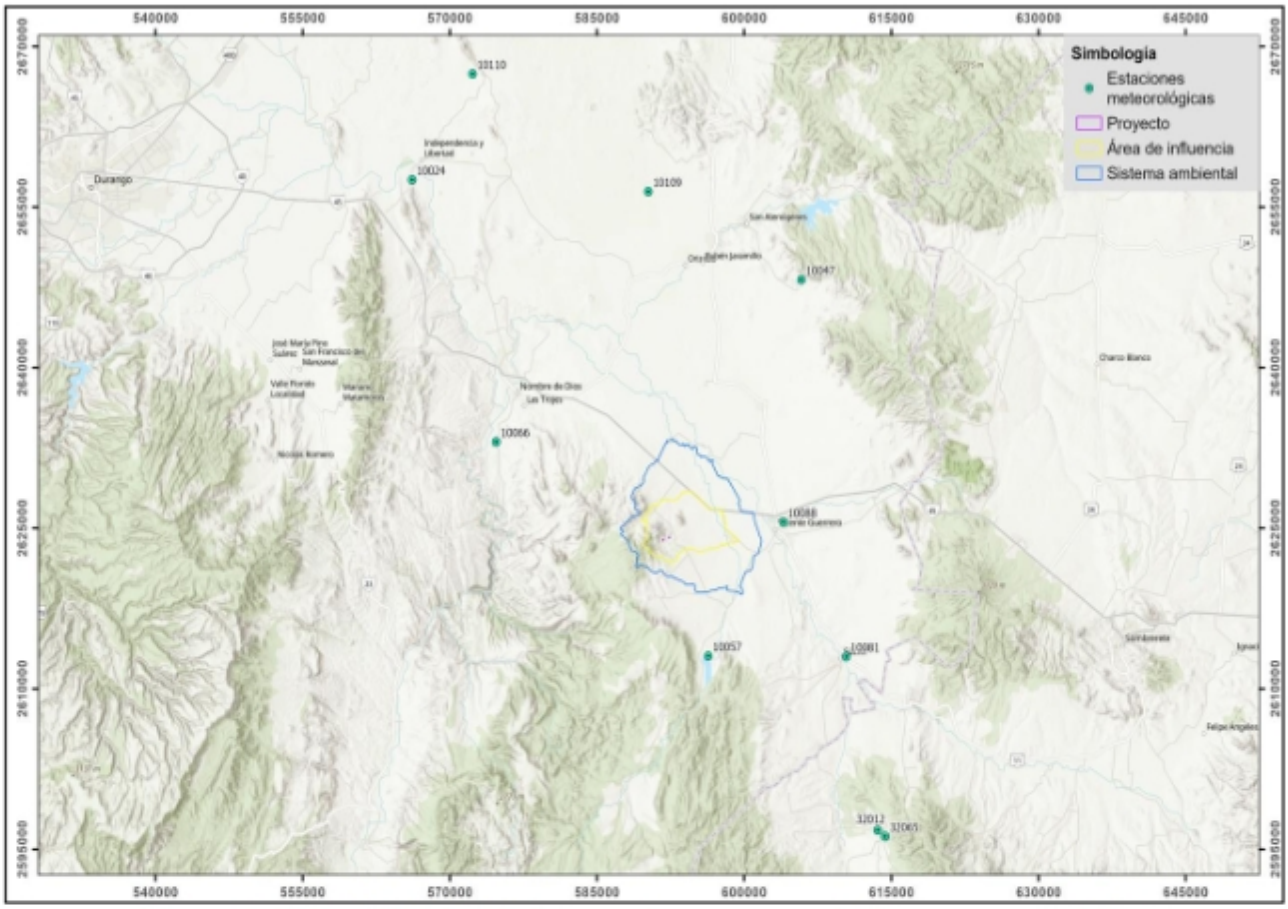

Figura 4. 51 Localización de las estaciones meteorológicas cercanas al SA

Con los valores de precipitación de cada estación meteorológica y su ubicación geográfica, se realiza la construcción del modelo de precipitación para el Sistema Ambiental a través de la herramienta de interpolación IDW, la cual construye una superficie de malla (ráster) que estima los valores de las celdas calculando promedios de los valores de los puntos de datos de precipitación en la vecindad de cada celda de procesamiento (ESRI, sf). Una vez obtenido el ráster de interpolación y aplicando el recorte para los pixeles contenidos dentro de la superficie del SA, se genera el modelo de precipitación media anual (PREC) el cual se presenta en la Figura 4.52.

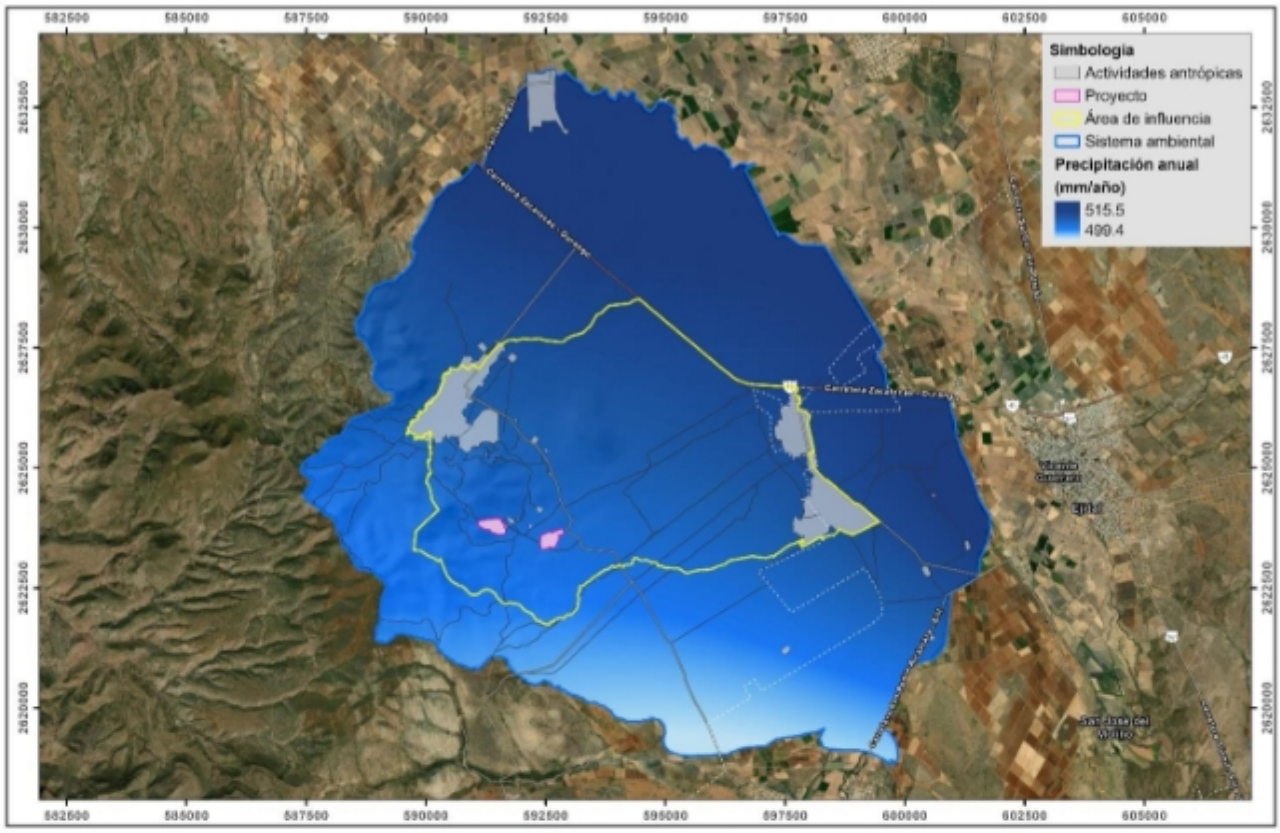

Figura 4.52. Precipitación media anual dentro del SA

Una vez obtenido el valor del parámetro PREC, se aplica la ecuación antes mencionada para la determinación del componente PRECRE mediante la herramienta de calculadora ráster del SIG, la cual arrojará el valor único del componente para cada píxel de 100m ^{2} contenido en el ráster del modelo de precipitación media anual; lo anterior se muestra en la Figura 4.53.

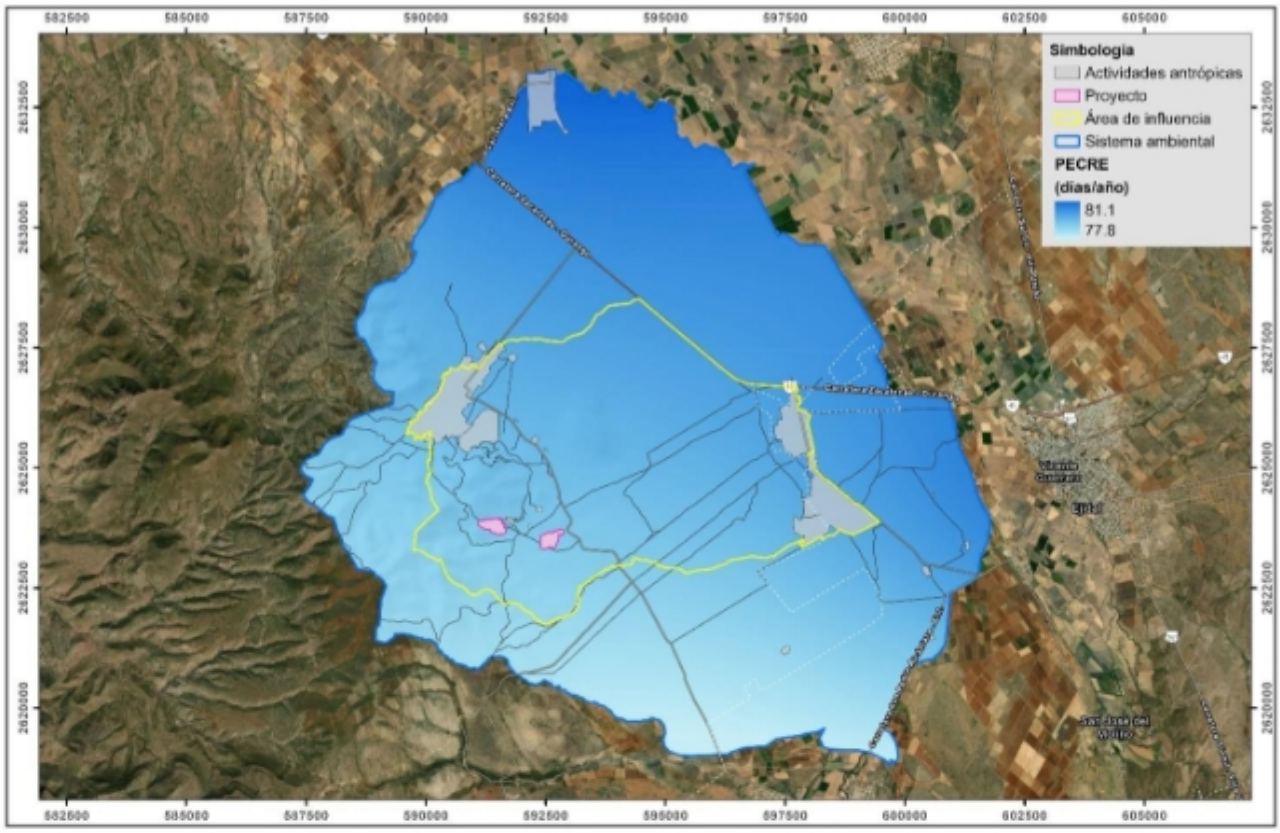

Figura 4.53. Valor PECRE dentro del SA

Con el ráster del componente PECRE, se puede obtener la agresividad del viento (IAVIE) aplicando el álgebra de mapas del SIG y utilizando la ecuación descrita anteriormente, la cual representa una ecuación obtenida mediante regresión lineal por lo que el componente IAVIE no contiene unidades, sino que representa un rango de valores en un índice adimensional correspondiente a la agresividad del viento de un área determinada. Para este componente, los valores del índice se muestran en la Figura 4.54.

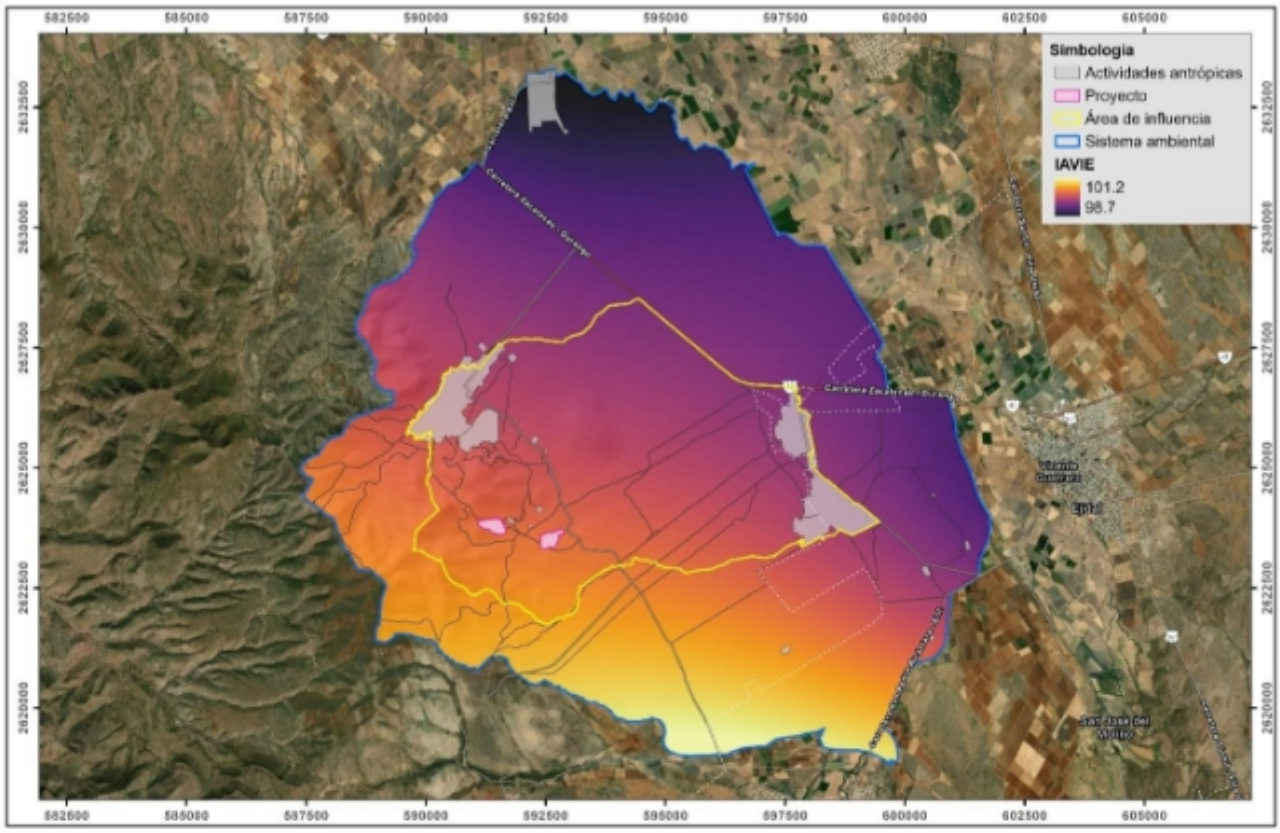

Figura 4.54. Valor IAVIE para el SA

Para el cálculo del siguiente componente, la capa de calificación de textura y fase (CATEX), se debe utilizar la información edafológica contenida en la Serie II de INEGI (Figura 4.55), la cual establece los tipos de suelo y sus características dentro del SA, a esta clasificación de los tipos de suelo, se les otorga un valor de acuerdo a su textura y si son de tipo calcáreo o no, ya que estas características influyen en la susceptibilidad del suelo a erosionarse, donde una textura gruesa y de tipo calcáreo representa mayor susceptibilidad a la erosión laminar de tipo eólica. Los valores por otorgar descritos en la metodología de la UAAAN (Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro) (1999), se muestran en la Tabla 4. 20.

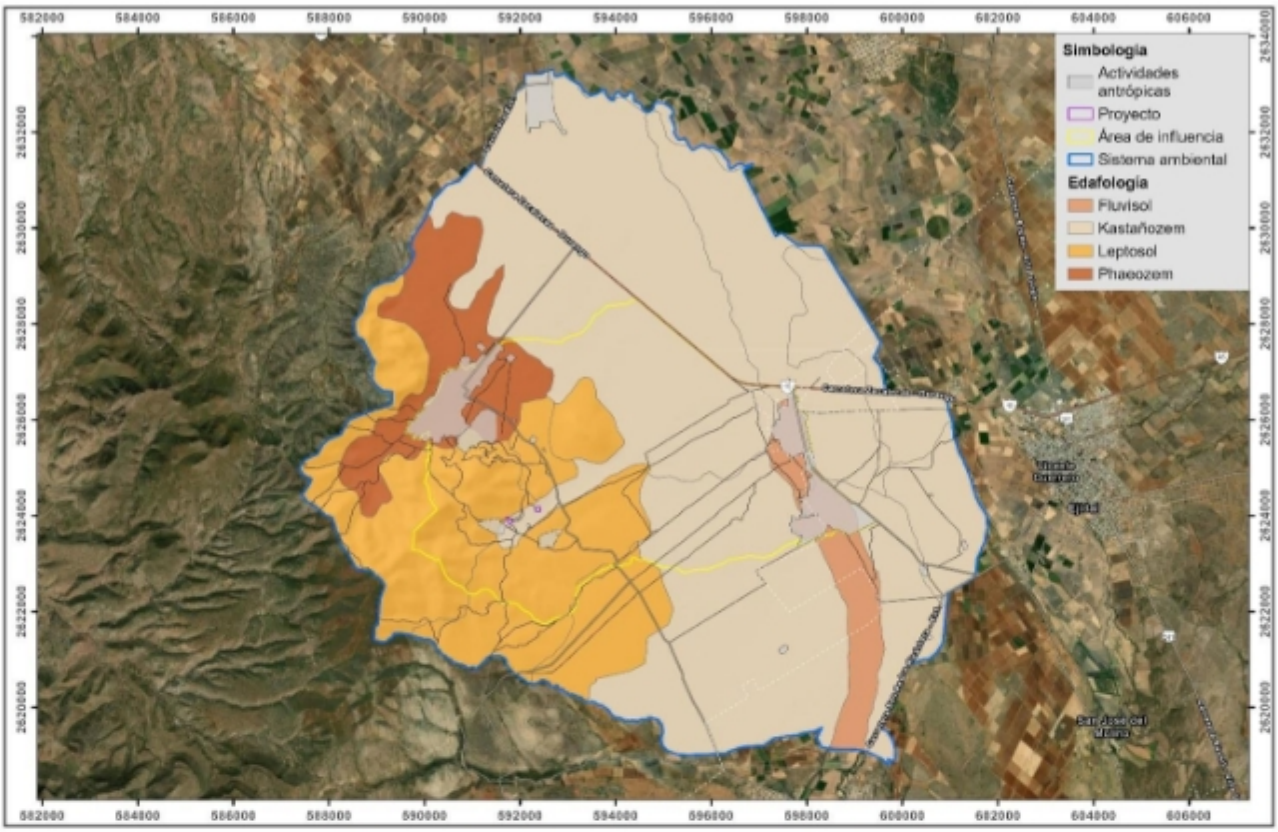

Figura 4.55. Edafología dentro del SA, INEGI

Tabla 4. 20 Clasificación de textura y fase (CATEX)

Textura del suelo	Gruesa (1)	Media (2)	Fina (1)
Suelo no calcáreo	3.50	1.25	1.85
Suelo calcáreo	3.50	1.75	1.85
Suelos pedregosos o gravosos	1.75	0.62*	0.92
	1.75	0.87**	0.92
*No calcáreo **Calcáreo			

Dentro del Sistema Ambiental existen 4 tipos de suelo, los cuales son: Fluvisol, Kastañozem, Leptosol y Phaeozem; de acuerdo con INEGI, lo tipos de suelo observados en la Figura 4.55 presentan una textura fina y media, la forma de superficie calcárea, y pedregosa o gravosa. El valor CATEX no representa una unidad mesurable específica, sino que representa las características edafológicas del sitio que influirán en mayor o menor medida a la susceptibilidad por erosión eólica.

De esta manera, tomando en cuenta la clasificación de INEGI, lo observado y analizado en campo, se puede clasificar los tipos de suelo calcáreo y pedregosos de textura media y fina que de acuerdo con la Tabla 4. 20, toman un valor entre 0.87, 1.75 y 1.85 de acuerdo con el tipo de suelo correspondiente en el SA, y se realiza la capa del componente de textura y fase mediante la creación de un ráster de 100m^2 como se ha descrito anteriormente, dichos valores se muestran a continuación en la Tabla 4. 21. La capa del componente CATEX se muestra a continuación:

Tabla 4. 21 Valores CATEX en sistema ambiental

Tipo de suelo	Textura	CATEX
Kastañozem	Fina	1.85
Kastañozem	Media	1.75
Phaeozem	Media	0.87
Leptosol	Media	0.87
Leptosol	Media	1.75
Fluvisol	Media	0.87
Fluvisol	Media	1.75

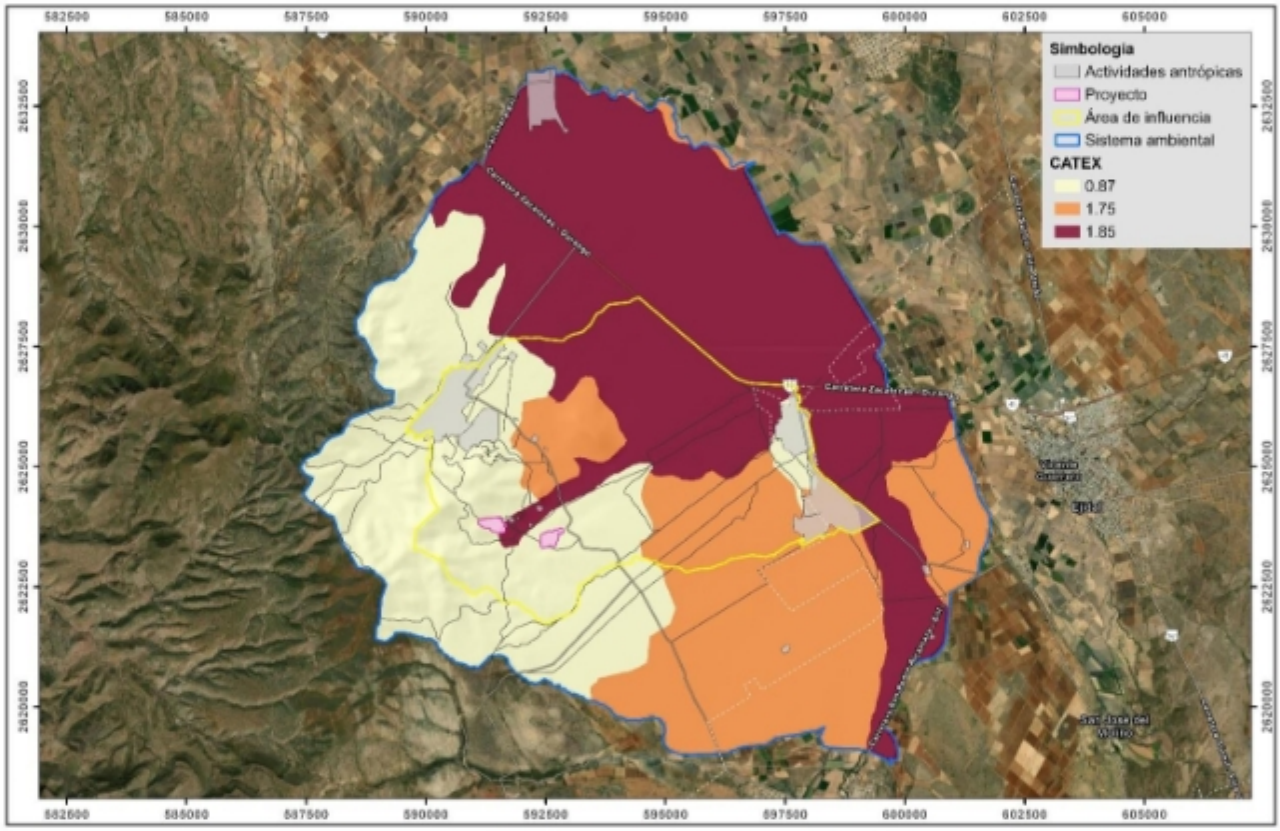

Figura 4.56. Valor CATEX para el SA

Para el cálculo del último componente descrito en la metodología, la capa de calificación por uso de suelo y vegetación (CAUSO); se clasifican los tipos de valores de acuerdo con la Tabla 4.22, dichos valores son descritos por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y utilizados para el proceso de cálculo de erosión eólica en la metodología presente. La tabla clasifica al uso de suelo de acuerdo con el porcentaje de cobertura que presenta un área determinada y también clasifica a los sistemas de cultivo, los valores van del 0.001 para la clasificación de vegetación cerrada y con más cobertura como son los bosques, al valor de 1 representando suelos con poca vegetación o desnudos los cuales son más susceptibles a la erosión eólica.

Tabla 4.22. Valores de uso de suelo y vegetación (INECC, 2016)

Uso de suelo	Porcentaje de cobertura (%)					
	0-10	10-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Matorral	1	0.7	0.5	0.3	0.15	0.05
Pastizal	1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.03
Selva	1	0.6	0.3	0.2	0.1	0.01
Bosque	0.9	0.5	0.3	0.15	0.05	0.001
Erosión	1	1	1	1	1	1

Sistema de cultivo	Valor
Agricultura de temporal con cultivos anuales	0.7
Agricultura de temporal con cultivos perenes y cultivos de áreas de temporal en regiones húmedas	0.4
Agricultura de riego con cultivos anuales y perenes	0.2

Para determinar la cobertura por uso de suelo y vegetación dentro del SA, y poder clasificar los valores para el cálculo del componente CAUSO, se sigue el método de clasificación no supervisada mediante Sistemas de Información Geográfica el cual se describe a continuación.

El método de clasificación no supervisada 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 del Proyecto 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 de mayo de 2024 representando el temporal de secas, donde la diferencia de vegetación es apreciable.

Con la imagen satelital del área del SA se utiliza la herramienta de análisis espacial "Iso Clúster Unsupervised Classification" del componente ArcGIS Pro 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 12 componentes las cuales fueron reagrupadas visualmente y con apoyo de información de la vegetación recolectada y observada en campo, de los cuales 5 de ellos se clasifica cómo actividades antrópicas Así, finalmente se obtiene un ráster de clasificación de cobertura por uso de suelo y vegetación, el cual se muestra en la Figura 4.57.

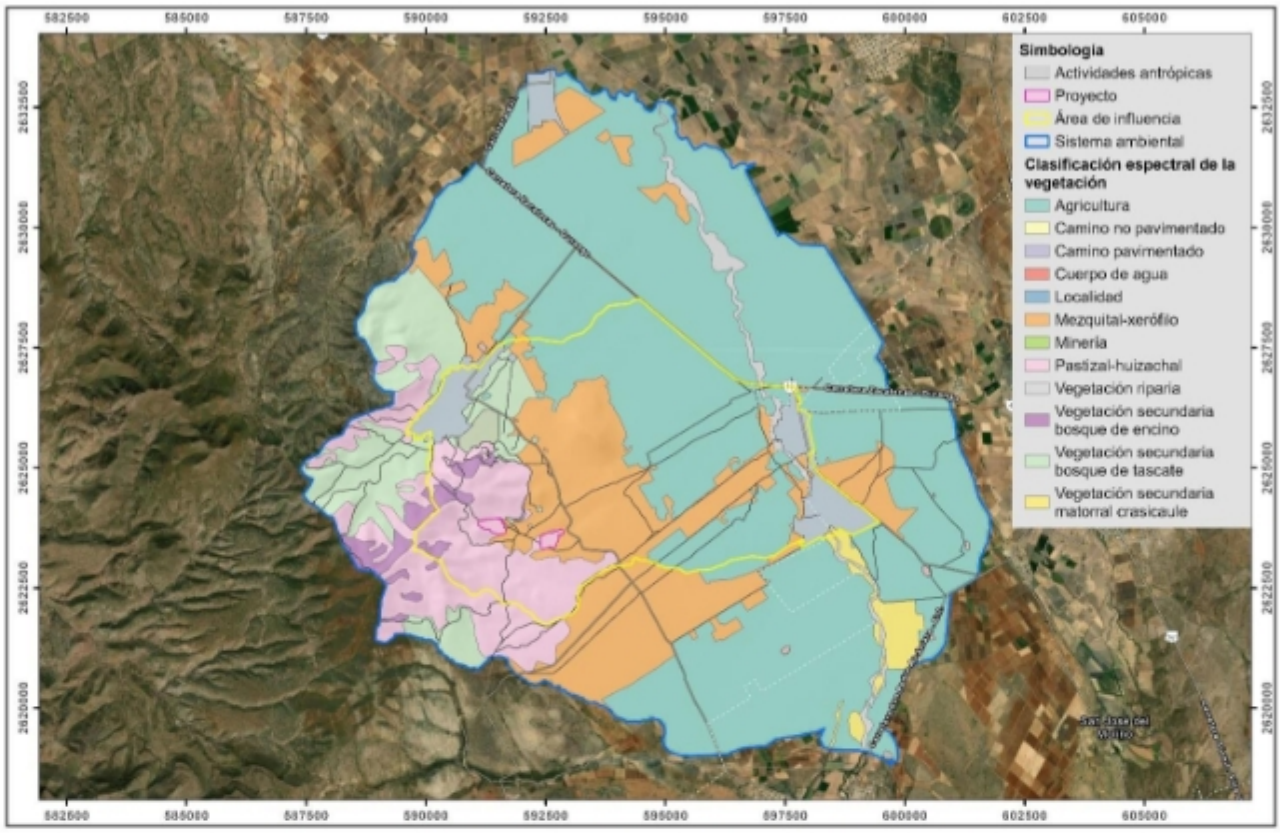

Figura 4.57. Clasificación espectral de la Vegetación

Con la clasificación de coberturas y utilizando lo descrito en la Tabla 4.22 se puede otorgar los valores para obtener el componente CAUSO dentro del SA, la clasificación de valores se muestra en la Tabla 4.22 mientras que la capa de clasificación por uso de suelo y de vegetación (CAUSO) se muestra en la Figura 4.58.

Tabla 4.23. Valor CAUSO para la cobertura por uso de suelo y vegetación dentro del SA

Tipo De Suelo Y Vegetación	Cobertura Vegetal (%)	CAUSO
Matorral	0 - 10	1
Bosque	0 - 10	0.9
Pastizal	0 - 10	1
Matorral	10 - 20	0.7
Bosque	10 - 20	0.5
Pastizal	10 - 20	0.7
Matorral	20 - 40	0.5
Bosque	20 - 40	0.3
Pastizal	20 - 40	0.4

Tipo De Suelo Y Vegetación	Cobertura Vegetal (%)	CAUSO
Agricultura de temporal con cultivos anuales	N/A	0.7
Matorral	40 - 60	0.3
Bosque	40 - 60	0.15
Pastizal	40 - 60	0.2
Matorral	60 - 80	0.15
Bosque	60 - 80	0.05
Pastizal	60 - 80	0.1
Matorral	80 - 100	0.05
Bosque	80 - 100	0.001
Pastizal	80 - 100	0.03

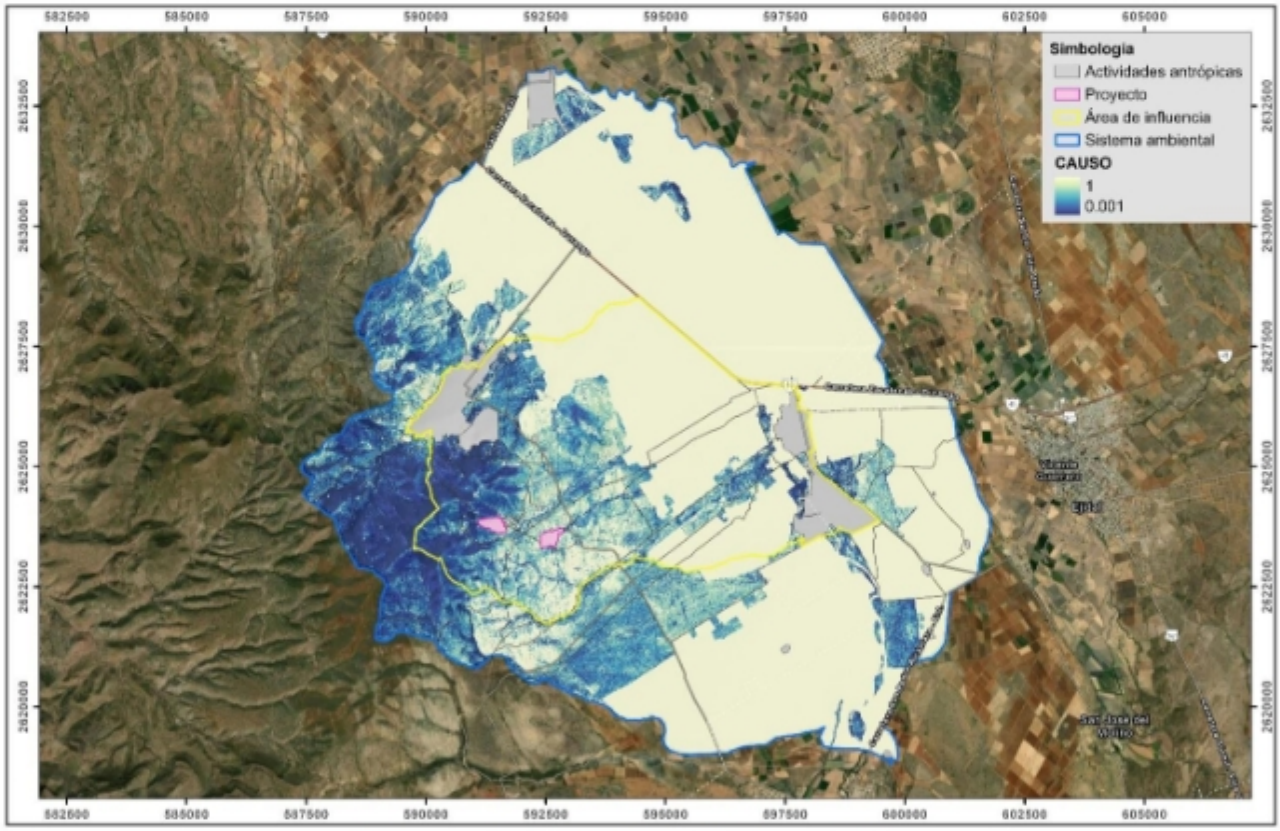

Figura 4.58. Valor CAUSO para el SA

Los valores CAUSO no representan unidades, son valores otorgados en los cuales, los más cercanos a 1 representan una susceptibilidad mayor a la erosión laminar eólica, mientras que los más cercanos a 0 por su amplia cobertura vegetal representan menor susceptibilidad a dicha erosión.

Por último, aplicando la multiplicación de las capas IAVIE, CATEX y CAUSO con la herramienta de calculadora ráster, se obtienen los valores únicos por píxel de ton/ha/año de pérdida

de suelo por erosión eólica presentes en el SA del proyecto, los cuales fueron clasificados de acuerdo con lo propuesto por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, lo anterior se aprecia en la Figura 4.59. Para poder observar el modelo de erosión eólica a mayor de talle consultar el **Anexo 4. 3**.

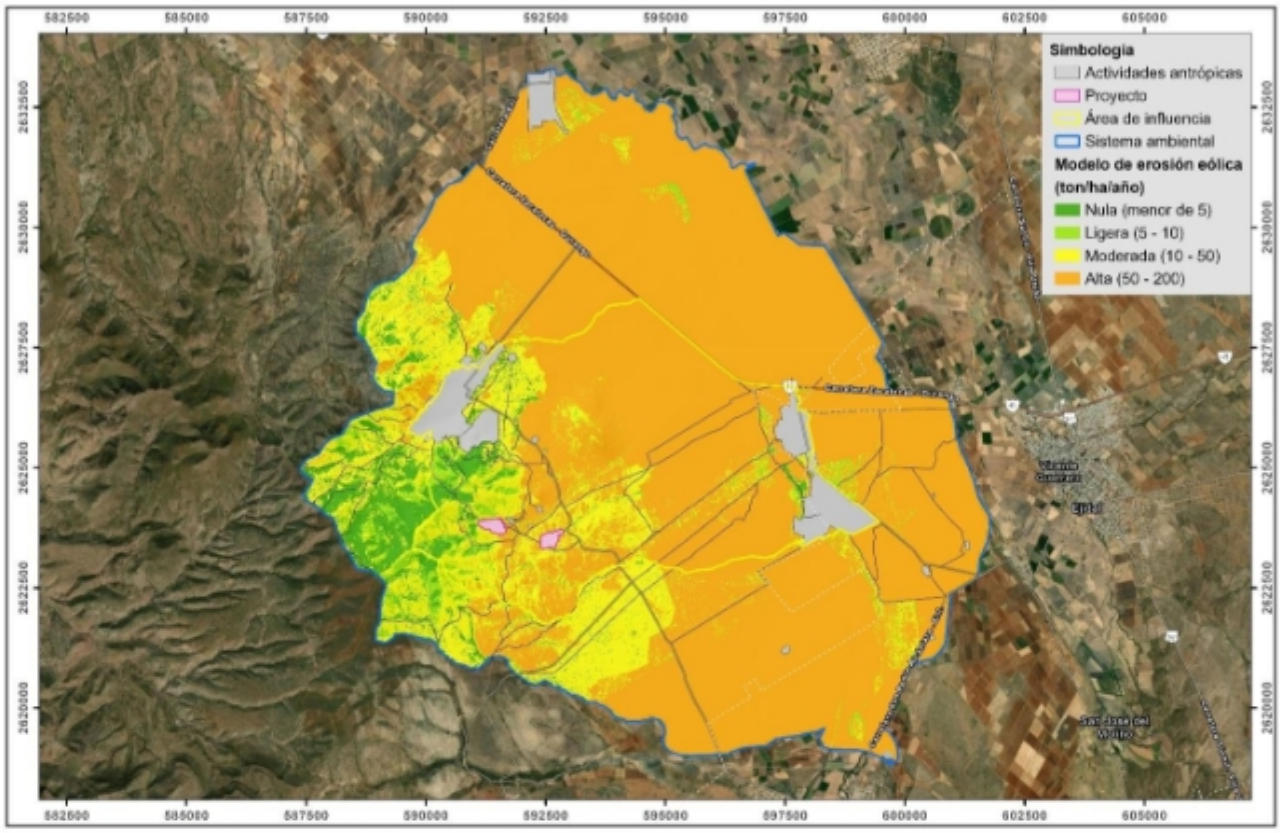

Figura 4.59. Erosión eólica del SA

Para conocer el porcentaje de superficie que representa cada grado de erosión, se vectoriza la capa ráster, lo que arrojará un valor de atributo (información numérica de sus datos geográficos) a cada píxel y así, es posible calcular mediante los Sistemas de Información Geográfica las áreas de cada rango de erosión presente. Las superficies representadas de cada categoría de grado de erosión, así como su porcentaje respecto al total de la superficie del SA, se muestran en la Tabla 124.

Tabla 4.24. Superficie de grado de erosión dentro del SA

Grado de Erosión	Erosión de suelo (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Superficie SA (%)
Nula	< 5	622.49	4.74
Ligera	5 - 10	397.21	3.03
Moderada	10 - 50	2,179.96	16.62
Alta	50 - 200	9,307.89	70.95
Muy Alta	> 200	0.00	0.00
Actividades antrópicas		611.98	4.66

Grado de Erosión	Erosión de suelo (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Superficie SA (%)
	Total	13,119.53	100

IV.3.1.4. Hidrología

IV.3.1.4.1. Contexto hidrológico

De acuerdo con trabajos realizados por la CONAGUA, INEGI e INECC (antes INE), se han identificado 1,471 cuencas hidrográficas en el país, las cuales se han agrupado y/o subdividido en cuencas hidrológicas. Dichas cuencas se encuentran organizadas en 37 Regiones Hidrológicas, que a su vez se agrupan en 13 Regiones Hidrológicas-Administrativas (RHA). El SA del Proyecto se encuentra en su totalidad ubicado dentro de la región hidrológica Presidio-San Pedro (RH11).

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

Enseguida se presenta la Figura 4. 60, donde se representa la ubicación del SA dentro del contexto hidrológico nacional.

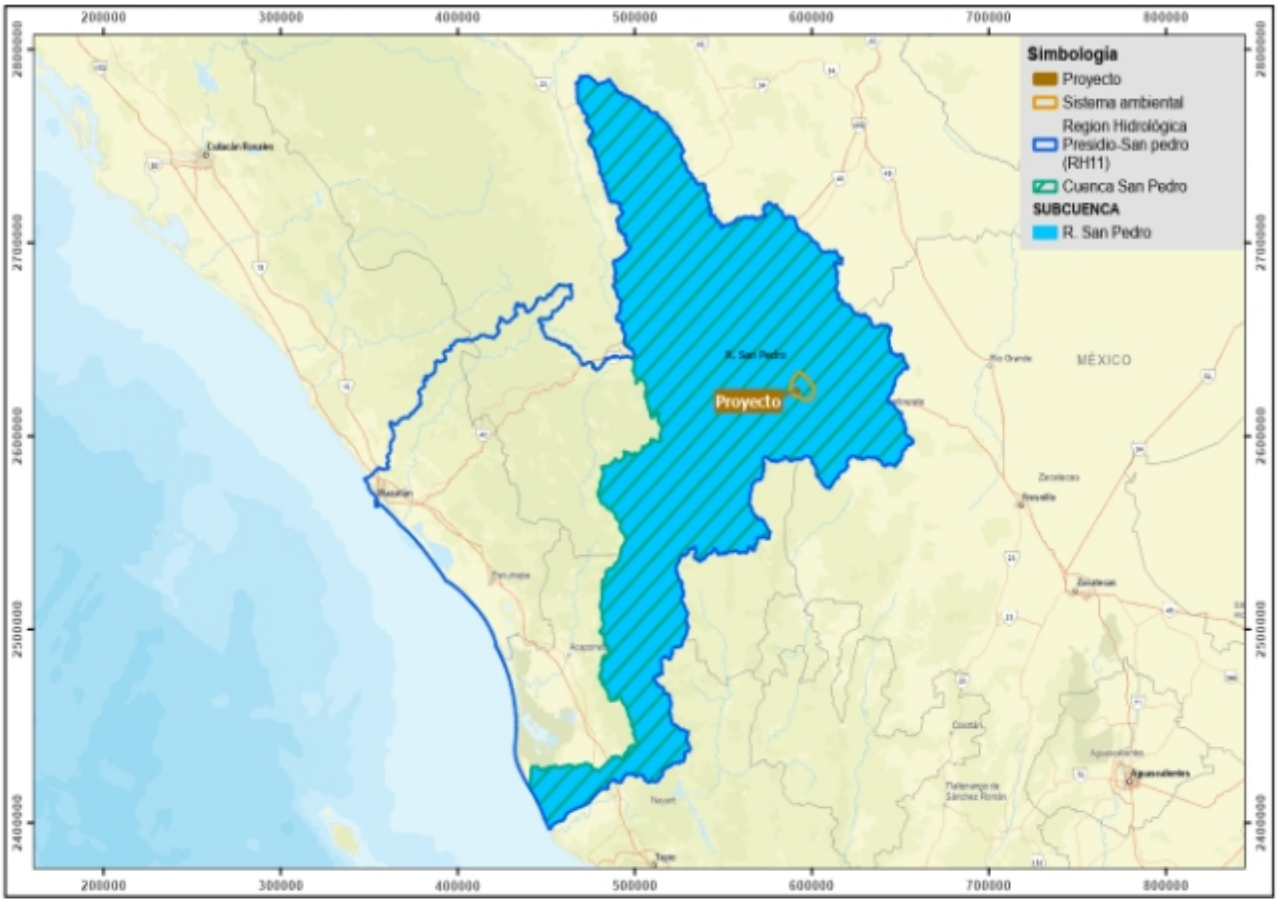

Figura 4. 60 Ubicación del SA dentro del contexto hidrológico nacional

IV.3.1.4.2. Hidrografía

La hidrología superficial dentro del Sistema Ambiental (SA) se caracteriza por la presencia de arroyos intermitentes que se originan a partir de las zonas altas de la Sierra situada al límite oeste del SA y fluyen hacia el este. Todos los arroyos presentan escurrimientos durante el temporal de lluvias, sin embargo, actualmente los arroyos "Puebla" y "Rinconada" presentan un flujo intermitente de agua en consecuencia a la liberación de agua de laboreo de la mina Quebradillas, las cuales forman parte de la unidad La Parrilla. Estas descargas reciben un tratamiento antes de ser liberadas hacia los arroyos.

En la Figura 4. 61 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 oeste del SA. Además, se puede observar que el tipo de drenaje de la cuenca es del tipo dendrítico. De acuerdo con el SIATL los arroyos principales son el Piedras azules, Alcaparra, Puebla, y La Vinata.

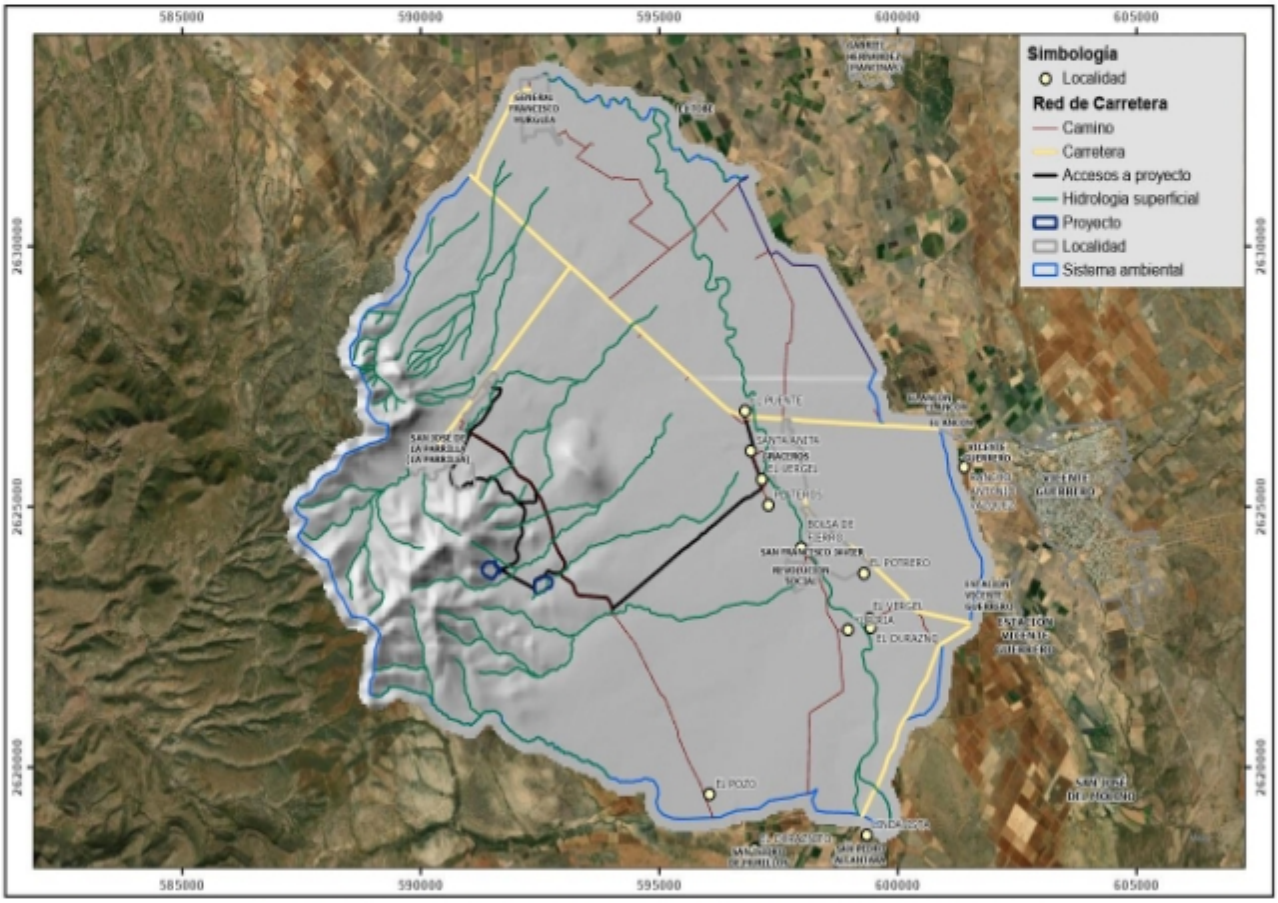

Figura 4. 61 Hidrología superficial dentro del SA, INEGI

En la Figura 4. 62 y en la Figura 4. 63, se puede observar un ejemplo de un arroyo intermitente (Arroyo Rinconada), el cual presenta un flujo producto de las descargas provenientes de la liberación

de agua de laboreo. En la temporada de secas, la mayor parte de los arroyos presentes en el SA carecen de flujo.

Figura 4. 62 Cauce de arroyo intermitente con flujo

Figura 4. 63 Flujo intermitente proveniente de descarga de laboreo

De acuerdo con la clasificación de Horton (1960) y en función de las características físicas y de relieve, se clasificaron las corrientes presentes en el SA del Proyecto según su orden relativo de escurrimiento, en donde se presentan arroyos del 1ro al 6to orden (Figura 4. 64).

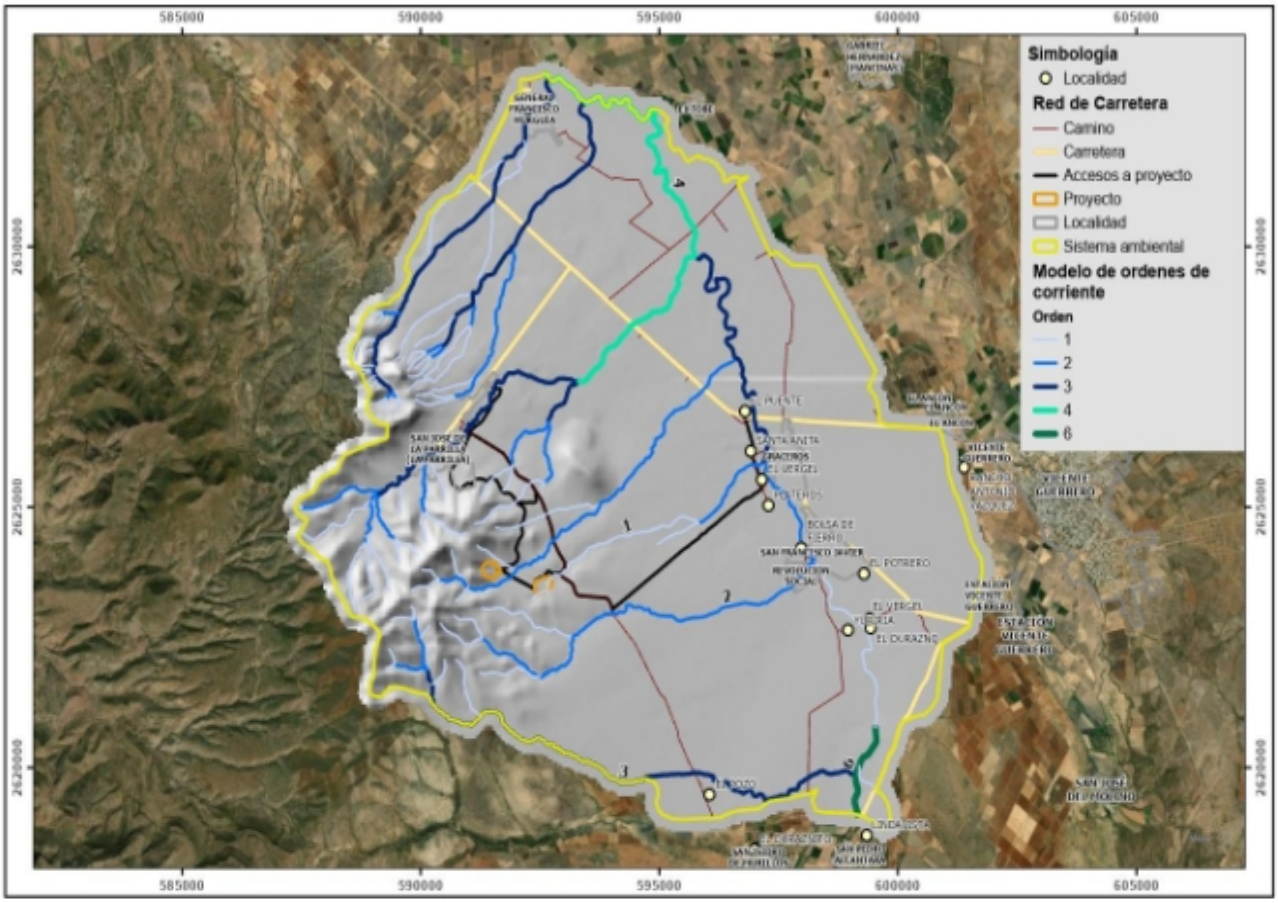

Figura 4. 64 Modelo de órdenes de corrientes, INEGI

En cuanto a los cuerpos de agua presentes en el SA, se presentan en la Figura 4. 65 aquellos cuerpos de agua cercanos según SIATL, los cuales se limitan a pequeños bordos de agua utilizados como abrevaderos, como se muestra en las Figura 4. 66 y Figura 4. 67.

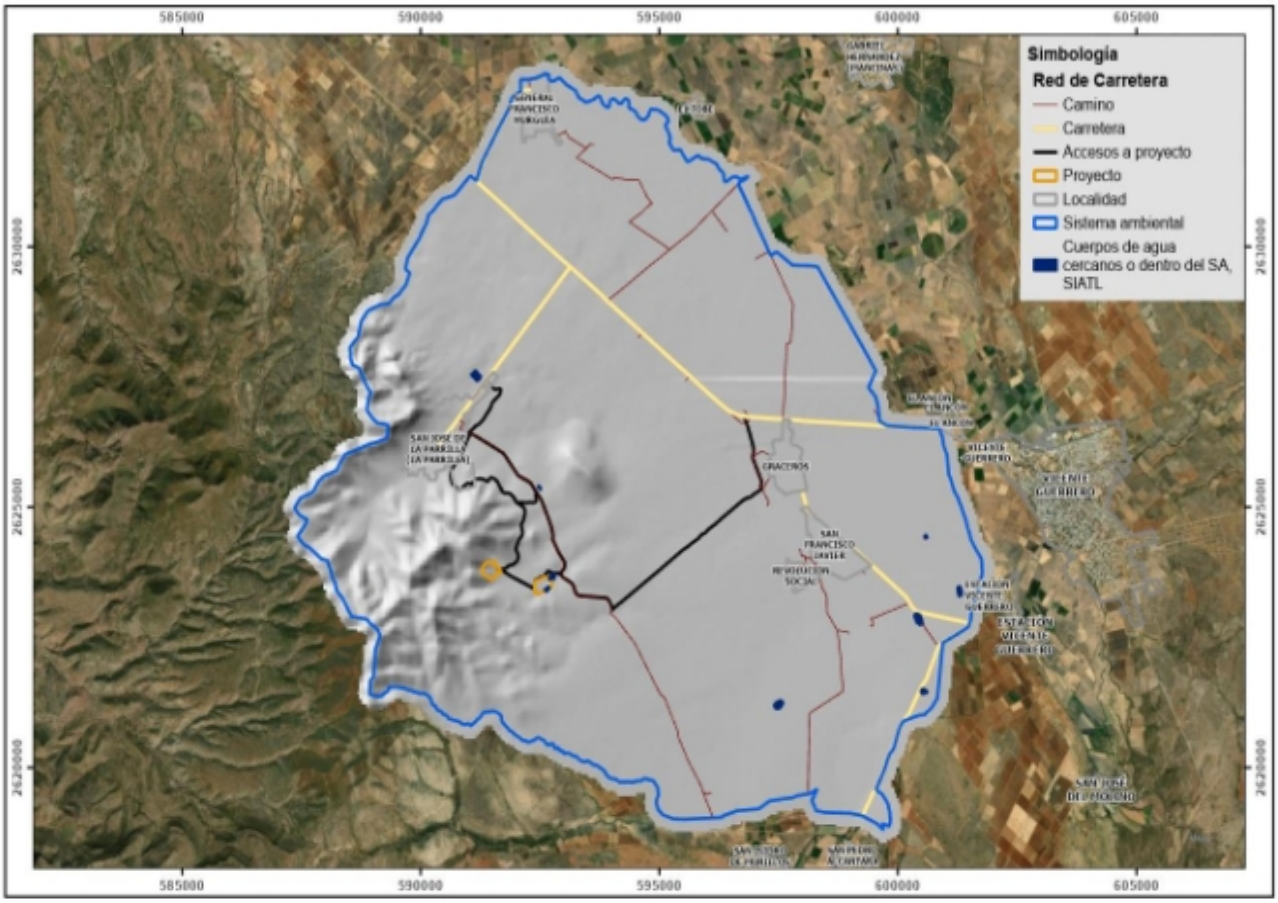

Figura 4. 65 Cuerpos de agua cercanos o dentro del SA, SIATL

Figura 4. 66 Bordo de agua dentro del Área de Influencia

Figura 4. 67 Bordo de agua dentro del Sistema Ambiental

IV.3.1.4.3. Calidad del agua superficial

Como parte de las actividades de campo para calidad de agua superficial, se realizó un sitio de muestreo en uno de los arroyos presentes en el SA, el cual presenta un flujo intermitente producto de descargas de laboreo de la unidad minera. La ubicación espacial de este sitio muestreado se presenta en la Figura 4. 68 y sus coordenadas se muestran en la Tabla 4.25.

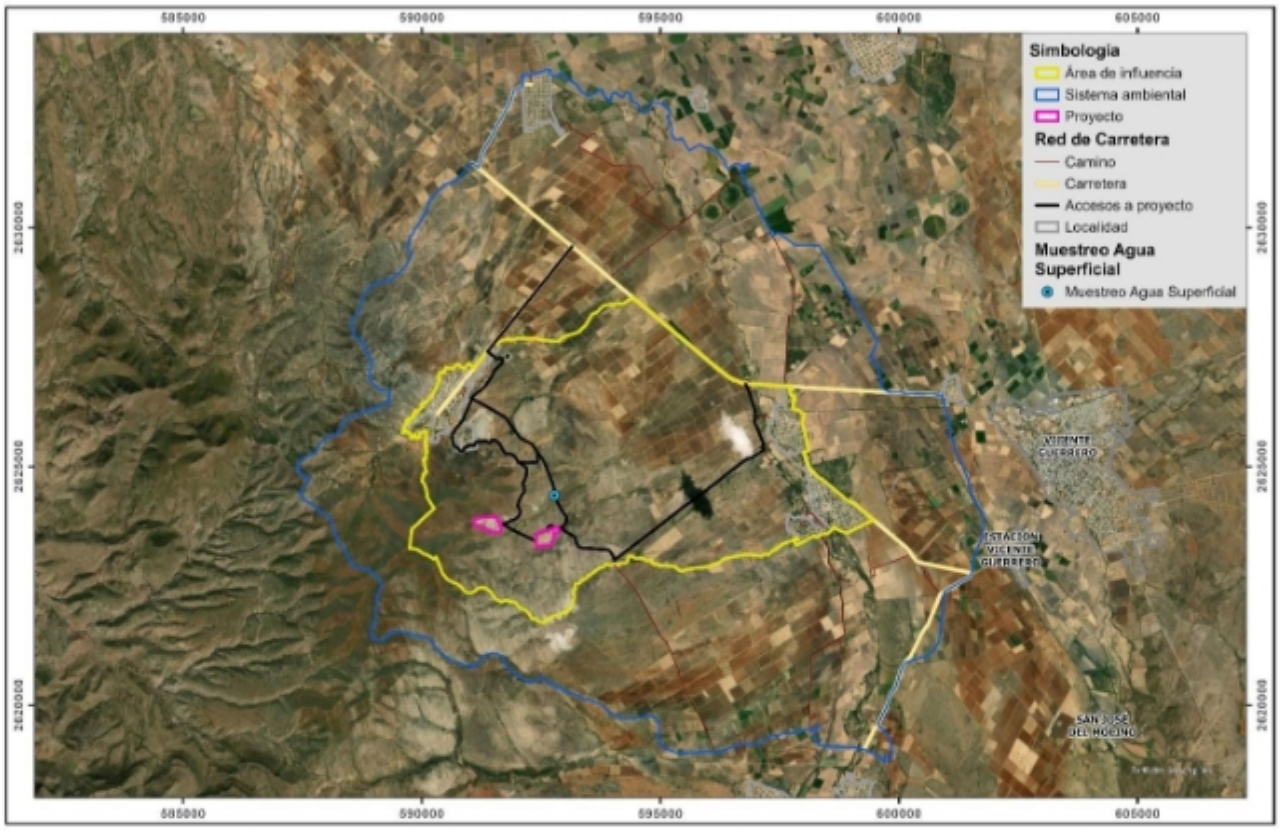

Figura 4. 68 Ubicación del sitio de muestreo de calidad de agua superficial

Tabla 4.25 Ubicación del sitio de monitoreo de agua superficial

ID	Nombre	Coordenadas UTM Z13	
		X	Y
1	Sitio 2	592786	2624396

Los resultados de laboratorio fueron comparados con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, que establece los limites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos de receptores propiedad de la nación, para determinar la calidad del agua en el arroyo analizado.

En la Tabla 4.26 se muestran los resultados obtenidos en los muestreos del arroyo del sitio 2. Como se muestra en la tabla, todos los valores de los parámetros analizados se encuentran por debajo del LMP de la norma.

Tabla 4.26 Resultados de laboratorio para el sitio 2

Parámetro	Unidades	Resultado	LMP
pH de campo	UpH	NE	-
Temperatura	°C	NE	35
Materia flotante	---	NE	-
Solidos sedimentables	mg/L	ND	-
Solidos suspendidos totales	mg/L	ND	84
DBO total	mg/L	ND	-
Nitrógeno total	mg/L	6.16	35
Fosforo total	mg/L	0.0341	21
Grasas y aceites	mg/L	ND	21
Coliformes fecales	NMP/100 ml	ND	-
Arsénico	mg/L	0.1938	0.4
Cadmio	mg/L	ND	0.4
Cobre	mg/L	0.0036	6
Cromo	mg/L	0.0026	1.5
Mercurio	mg/L	ND	0.02
Níquel	mg/L	ND	4
Plomo	mg/L	ND	0.4
Zinc	mg/L	0.0165	20
Cianuros totales	mg/L	ND	3
Material flotante en campo	---	NE	-
Ph en campo	mg/L	NE	6-9
Temperatura en campo	NMP/100 ml	NE	35
Mercurio total	mg/L	ND	0.02
Solidos suspendidos totales	mg/L	ND	84
Coliformes fecales a 44.5±0.2°c/24h en caldo ec	mg/L	ND	-
Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO5) total	mg/L	ND	-
Demanda Química de Oxigeno (DQO) total	mg/L	ND	210
Grasas y aceites	mg/L	ND	21
Solidos sedimentables	mg/L	ND	-
Cianuros totales	mg/L	ND	3
Nitrógeno total	mg/L	6.162	35
Nitritos (nitrógeno de)	mg/L	VER OBS	-
Nitritos (nitrógeno de)	mg/L	VER OBS	-
Arsénico total	mg/L	0.1938	0.4
Cadmio total	mg/L	ND	0.4
Cromo total	mg/L	0.0026	1.5
Cobre total	mg/L	0.0036	6
Níquel total	mg/L	ND	4

Parámetro	Unidades	Resultado	LMP
Plomo total	mg/L	ND	0.4
Zinc total	mg/L	0.0165	20
Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK)	mg/L	0.109	-
Fosforo total	mg/L	0.0341	21
LMP: Límite Máximo Permisible Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021. Resultados en negritas indican que se excede el LMP de NOM-001-SEMARNAT-2021.			

El informe de resultados de laboratorio puede ser consultado en el Anexo 4.6.

IV.3.1.4.4. Análisis de sedimentos

Además del análisis de agua del arroyo en el sitio 2, se realizó la toma de sedimentos en 4 arroyos para su análisis de metales totales y su comparación con la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 (NOM147) para uso agrícola/residencial/comercial. En la Tabla 4.27 se muestran las coordenadas de los sitios de muestreo.

Tabla 4.27 Ubicación del sitio de monitoreo de agua superficial

ID	Nombre	Coordenadas UTM Z13	
		X	Y
1	Sitio 1	591207	2623459
2	Sitio 2	592786	2624396
3	Sitio 3	592957	2623723
4	Sitio 4	593997	2622960

En la Tabla 4.28 se presentan los resultados del laboratorio de 4 sitios muestreados, de acuerdo con el análisis realizado, únicamente el sitio 1 (SED-1) no presentó valores por encima de las Concentraciones de Referencia Totales (CRT) para uso agrícola/residencial/comercial de la NOM147. El resto de los sitios presentaron al menos un parámetro (Arsénico) con valor por encima del CRT. El sitio 2 presento valores por encima del CRT para arsénico, cadmio y plomo, el sitio 3 para arsénico y plomo, mientras que el sitio 4 únicamente presento valores de arsénico por encima del CRT.

Los informes de resultados de laboratorio pueden ser consultados en el Anexo 4.10. En la Figura 4. 69 se presenta la toma de muestra de uno de estos sitios en un arroyo intermitente seco.

Tabla 4.28 Resultados de laboratorio de las muestras de sedimentos

Parámetro	Unidades	SED -1	SED -2	SED -3	SED -4
Humedad (NOM-021)	%	ND	2.6	22.2	0.7
Mercurio total	mg/kg B.S.	ND	0.1673	0.0182	0.0456
Humedad (para cr6 NOM-147)	%	ND	1.3	24.3	0.5

Parámetro	Unidades	SED -1	SED -2	SED -3	SED -4
Cromo hexavalente	mg/kg B.S.	ND	ND	ND	ND
Plata total	mg/kg B.S.	ND	1.45	3.9	ND
Arsénico total	mg/kg B.S.	12.2	**81.5**	**124.1**	**59.5**
Bario total	mg/kg B.S.	51.2	62.4	34.9	46
Berilio total	mg/kg B.S.	ND	ND	ND	ND
Cadmio total	mg/kg B.S.	ND	**187.2**	9.4	ND
Níquel total	mg/kg B.S.	3	12.6	3.7	2.2
Plomo total	mg/kg B.S.	17.7	**457.6**	**601.6**	129.2
Selenio total	mg/kg B.S.	ND	ND	ND	ND
Talio total	mg/kg B.S.	ND	1.2	ND	ND
Vanadio total	mg/kg B.S.	10.2	15.4	16	18.7
pH de suelo medido en agua	U pH	7.997	7.368	7.701	7.493
LMP: Límite Máximo Permisible Norma NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004. Resultados en negritas indican que se excede el LMP de la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004.					

Figura 4. 69 Toma de muestra de sedimentos en arroyo intermitente (SED-4)

IV.3.1.4.5. Balance hidrológico en el SA

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

$$BH = Precipitación - Escurrimiento\ superficial - Evapotranspiración - Infiltración$$

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:

$$Precipitación = Escurrimiento\ superficial + Evapotranspiración + Infiltración$$

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

$$Infiltración = Precipitación - Escurrimiento\ superficial - Evapotranspiración$$

Para realizar este análisis hidrológico en la superficie del Sistema Ambiental, 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 hidrológico. Los ráster utilizados en los procesos tuvieron un tamaño de celda de 10 m por 10 m, lo que representa una superficie de 100 m^2 en el terreno.

A su vez, para homologar las unidades y poder utilizar el balance hidrológico para calcular la infiltración, se calculó la cantidad de agua en metros cúbicos por año que precipita, evapotranspira y escurre en la superficie de 100 m^2.

IV.3.1.4.5.1. Precipitación

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

En la Tabla 4.29 se detalla la información obtenida de las estaciones con las normales climatológicas históricas de 29 años (1981 a 2010).

Tabla 4.29 Datos meteorológicos de las 10 estaciones

ID	Nombre	Precipitación anual (mm)	Temperatura media anual (°C)
10024	El Saltito	511.3	17.7
10047	Narciso Mendoza	492.2	17
10057	Presa Santa Elena	493.2	16
10066	San José de Acevedo	475.7	15.3
10081	Súchil	467.9	14.6
10088	Vicente Guerrero	513.4	17
32065	Chalchihuites (SMN)	567.3	16.9
10109	Hacienda Ganadera El Ojo	689.1	15.9
10110	Hacienda La Pila	467	17.7
32012	Chalchihuites (DGE)	509.4	16.7

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

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

Tal que:

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

$$\therefore$$

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

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

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

La capa resultante del ráster de precipitación se presenta en la Figura 4. 70.

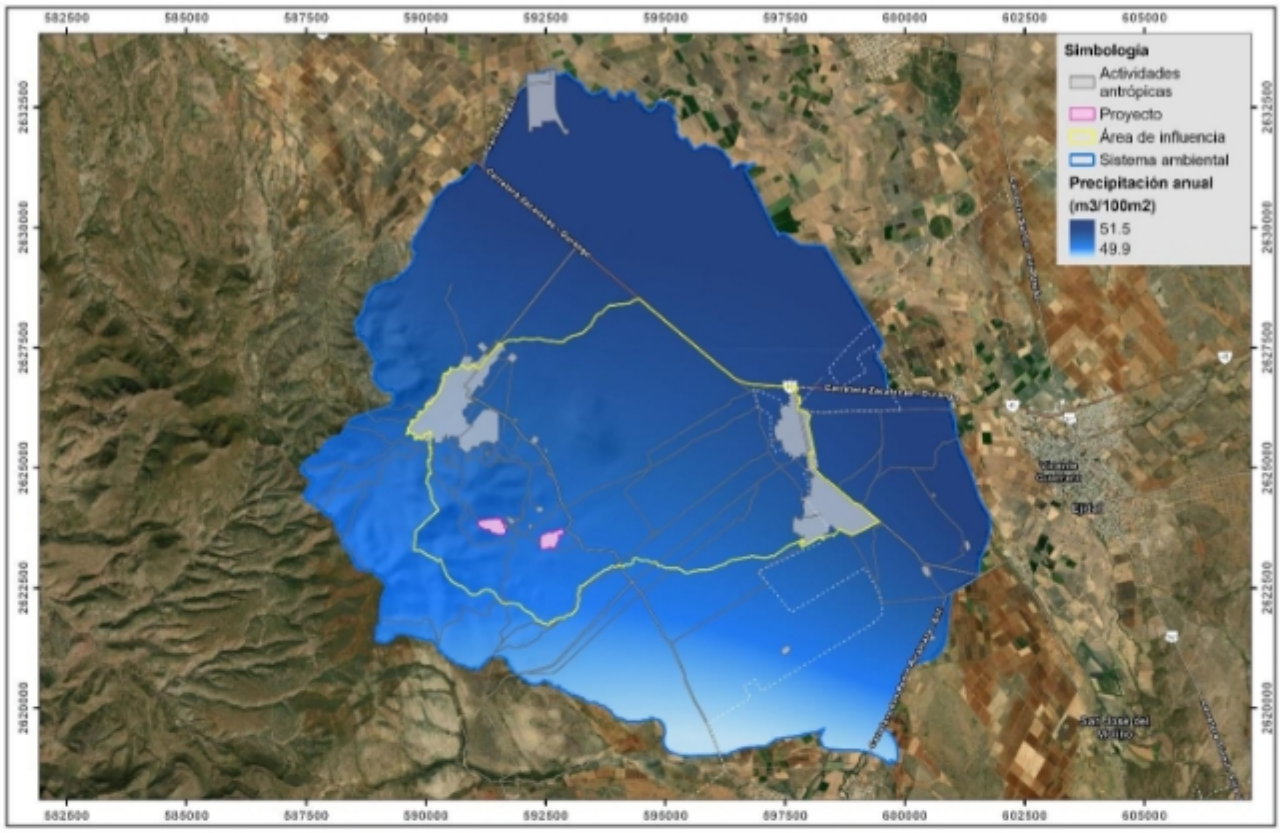

Figura 4. 70 Modelo de precipitación anual en el SA ($m^3/100m^2$)

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

$$P = 66{,}597{,}518.90\ {}^{m^3}/_{año}$$

IV.3.1.4.5.2. Escurrimiento superficial

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

$$Escurrimiento\ anual\ =\ Precipitación\ anual\ \times Área\ \times\ Coeficiente\ de\ escurrimiento$$

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:

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

Posteriormente, para obtener el coeficiente de escurrimiento se tomó como base lo postulado en la NOM-011-CONAGUA-2015, donde se obtiene la Tabla 4.30 para calcularlo a partir de un Valor K.

Tabla 4.30 Cálculo de Ce a partir del valor de K

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

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

Tabla 4.31 Valores "K" en función del tipo y uso de suelo

Tipo de suelo	Características
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos.
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas.

Uso de suelo	Tipo de suelo		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.30
Cultivos:			
En Hilera	0.24	0.27	0.30

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

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

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

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

En la Figura 4. 71 se presenta la capa ráster de los valores K asignados a la superficie del Sistema Ambiental de acuerdo con su cobertura y tipo de vegetación.

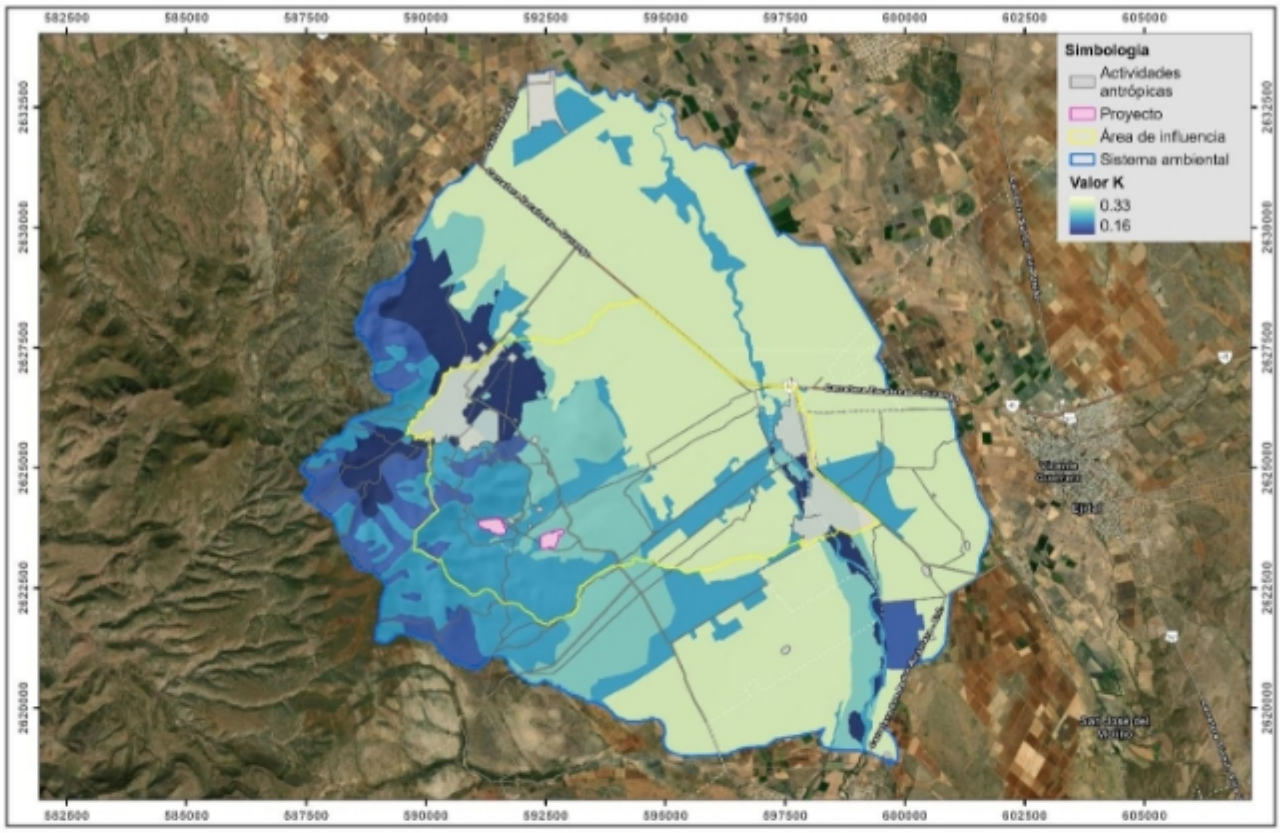

Figura 4. 71 Valores de K en el SA

Debido a que todos los valores de K resultaron mayores a 0.15, según la Tabla 4.30 se aplica la siguiente ecuación en el SIG para obtener el Coeficiente de escurrimiento. Tomando la capa ráster de precipitación media anual en milímetros.

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

Donde:

Ce corresponde al Coeficiente de escurrimiento [*adimensional*].
K corresponde al Valor K [*adimensional*].
P corresponde a la precipitación media anual [*mm*]

En la Figura 4. 72 se presenta la capa ráster resultante del Coeficiente de escurrimiento para la superficie del Sistema Ambiental.

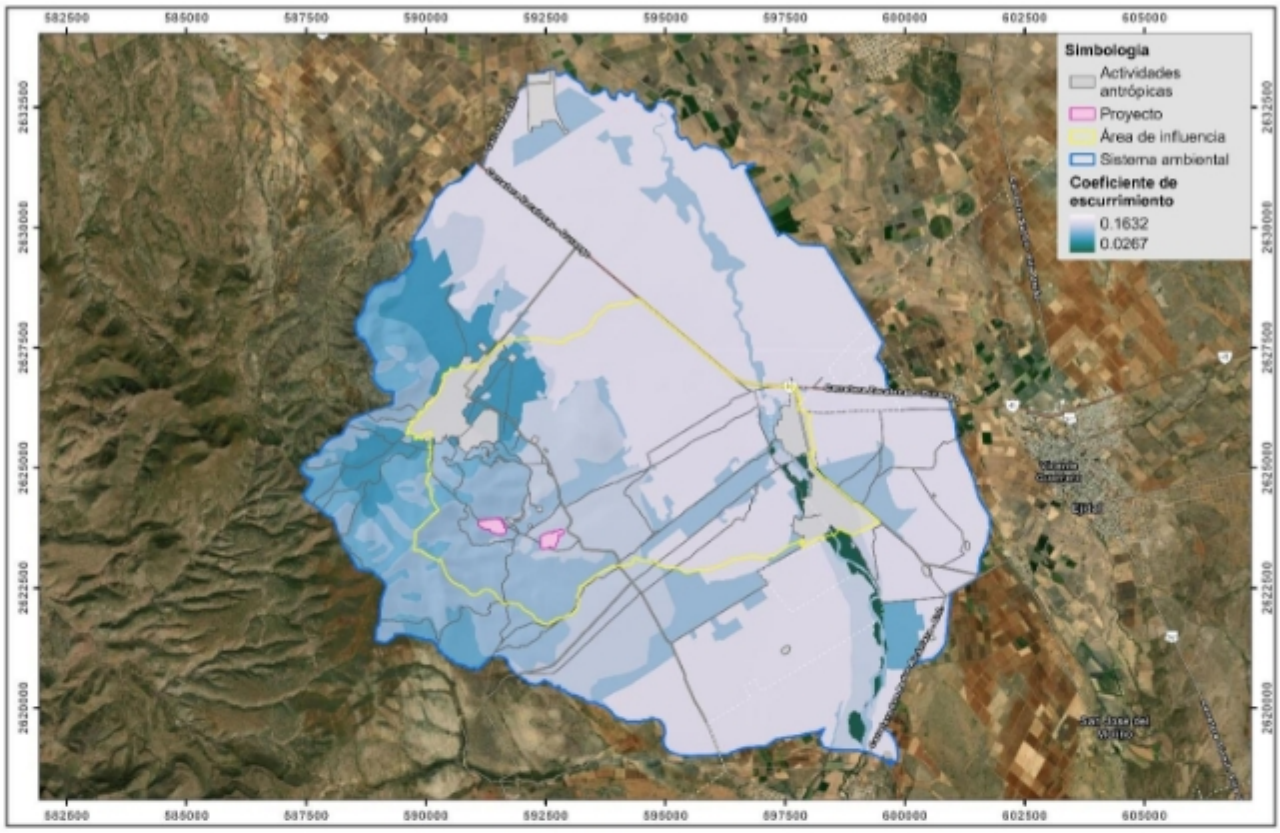

Figura 4. 72 Coeficiente de escurrimiento en el SA

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

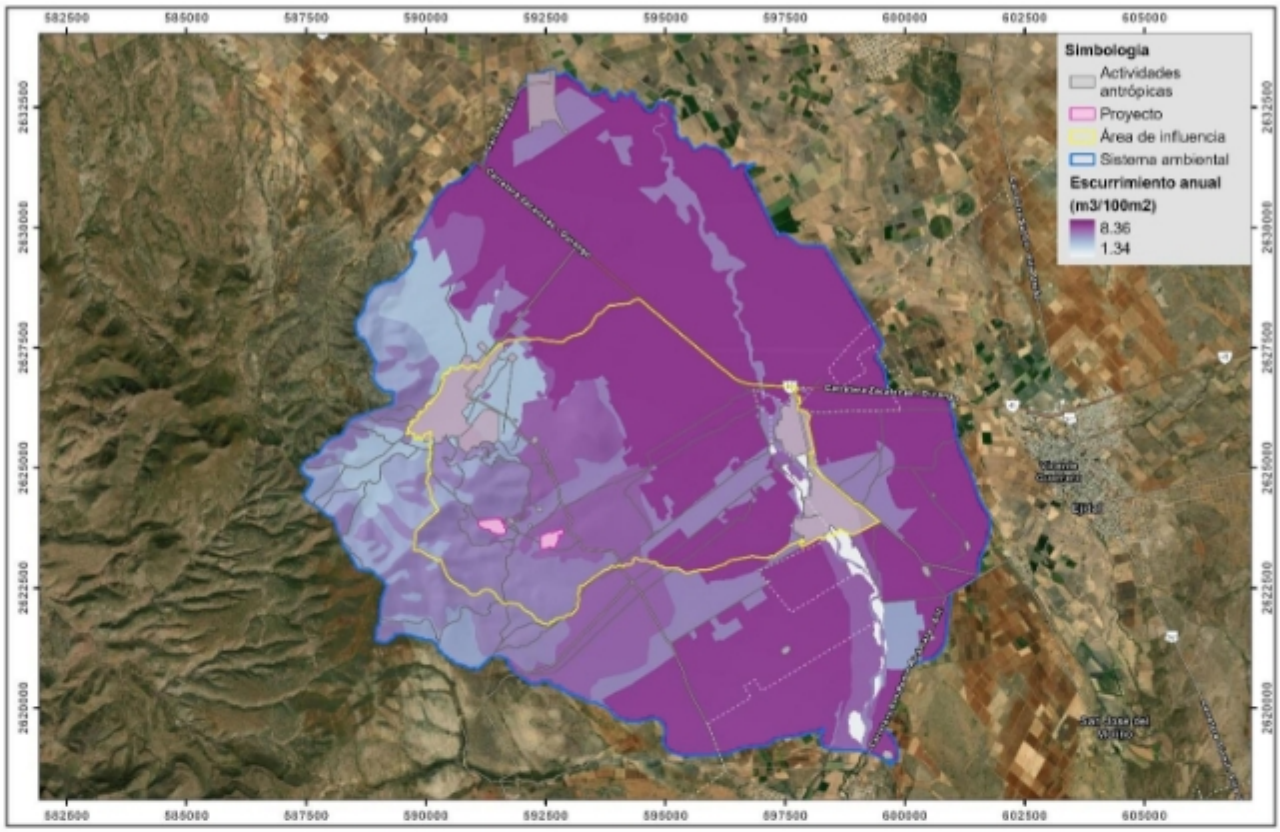

Figura 4. 73 Modelo de escurrimiento anual en el SA ($m^3/100m^2$)

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

$$Vm = 8{,}240{,}516.17 \ {}^{m^3}/_{año}$$

IV.3.1.4.5.3. 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, Gonzáles, Espinosa, Cabrera, & Jardines, Hernández, 2012).

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

$$ETR = P - XP^{\,2}$$

Donde:

ETR = evapotranspiración m3/año
P = precipitación media anual en m3/año

$\chi = 1/ (0.8+0.14\ t)$
t = temperatura en °C

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

Donde:

t corresponde a la temperatura media anual [°C]

Para calcular la temperatura media anual se utilizó la información de las estaciones meteorológicas del SMN descritas en la Tabla4.29 realizando una interpolación en SIG y tomando en cuenta el gradiente altitudinal, se obtuvo una capa ráster de la distribución de la temperatura media anual dentro del Sistema Ambiental. Utilizando esta capa se calculó el componente X de la ecuación de Coutagne mediante álgebra de mapas.

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

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

Entonces:

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

Así, se obtiene que las unidades de la capa de evapotranspiración pueden verse como metros cúbicos sobre metro cuadrado. Por lo tanto, para convertir esas unidades en las requeridas para el balance hidrológico ($m^3/100m^2$) sin alterar los valores, únicamente se debe de multiplicar la capa por 100, ya que:

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

En la Figura 4. 74 se presenta la capa ráster final de evapotranspiración dentro del Sistema Ambiental.

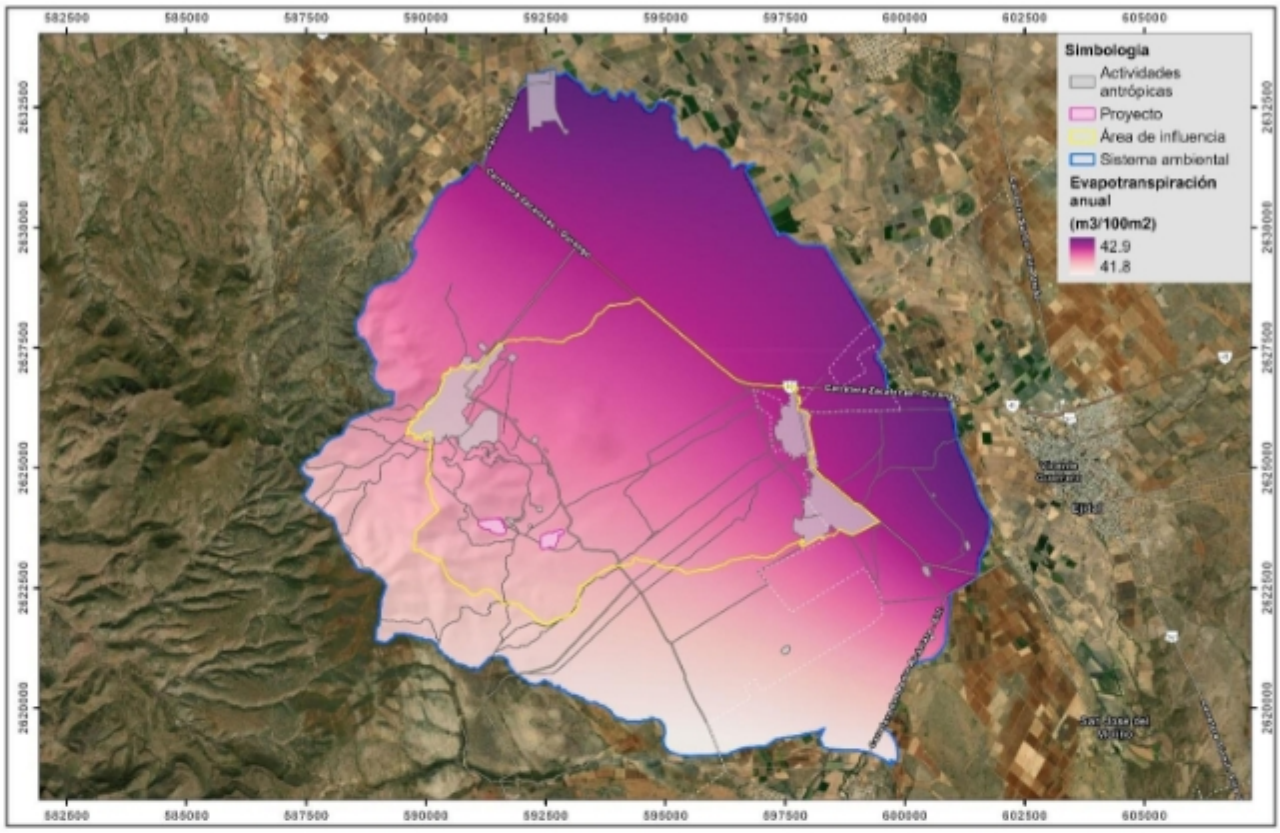

Figura 4. 74 Modelo de evapotranspiración anual en el SA ($m^3/100m^2$)

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

$$ETR = 55{,}668{,}922.20\ {}^{m^3}/_{año}$$

IV.3.1.4.5.4. Infiltración

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

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

$$Inf = P - Vm - ETR$$

Donde:

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

Se realizó el cálculo de balance hidrológico mediante álgebra de mapas en el SIG para obtener la distribución de la infiltración en el Sistema Ambiental, tal como se muestra en la figura siguiente.

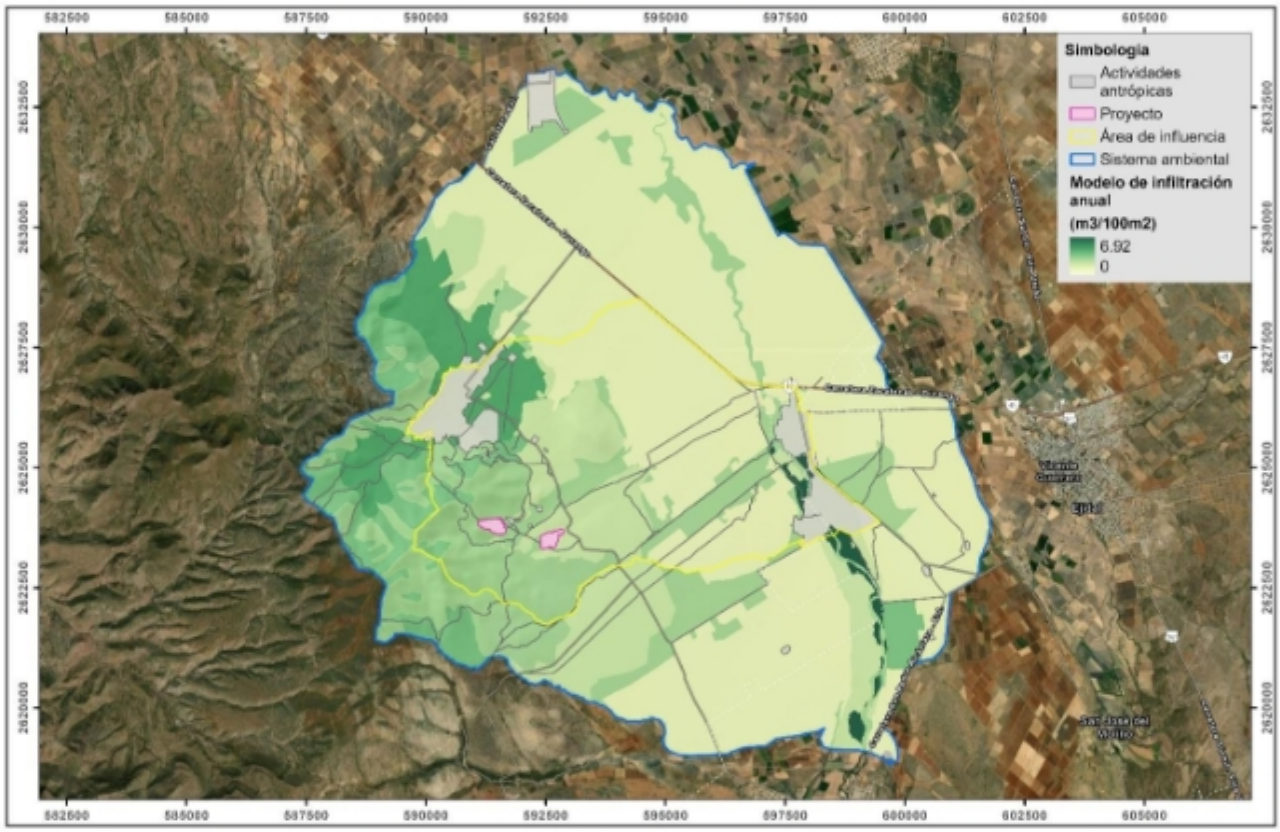

Figura 4. 75 Modelo de infiltración anual en el SA ($m^3/100m^2$)

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

$$Inf = 2{,}668{,}080.52 \ {}^{m^3}/_{año}$$

Así, los valores finales de los componentes del balance hidrológico se presentan en la Tabla 4.32.

Tabla 4.32 Balance hidrológico en el SA

Precipitación (m^3/año)	Escurrimiento (m^3/año)	Evapotranspiración (m^3/año)	Infiltración (m^3/año)
66,597,518.90	8,240,516.17	55,668,922.20	2,688,080.52

IV.3.1.5. Geohidrología

IV.3.1.5.1. Contexto geohidrológico

El Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto Exploración Minera Cerro Santiago – Vacas se ubica dentro del acuífero Vicente Guerrero – Poanas (clave 1004) como se puede observar en la Figura 4. 76. A continuación, se presenta una breve descripción del acuífero:

- *Acuífero Vicente Guerrero – Poanas*

El acuífero limita al norte con el acuífero Madero Victoria; al noreste con el acuífero Cuauhtémoc y Santa Clara; al noroeste con el acuífero Valle del Guadiana; al oeste con Valle del Mezquital, todos ellos pertenecientes al Estado de Durango; al sur con los acuíferos Sabinas del Estado de Zacatecas y San Pedro Tuxpan del Estado de Nayarit; al este limita con el acuífero Hidalgo, pertenecientes al Estado de Zacatecas, el cual abarca una superficie de 3,472 km².

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero tipo libre heterogéneo y anisótropo, constituido en su porción superior por sedimentos aluviales y fluviales de granulometría variada y por conglomerados polimícticos, cuyo espesor puede alcanzar varios metros en el centro del valle. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas volcánicas entre las que destacan las tobas ácidas, riolitas e ignimbritas y basaltos, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento. A mayor profundidad las calizas constituyen sistemas acuíferos profundos que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento y condiciones de semiconfinamiento y confinamiento, debido a que su litología incluye alternancia con lutitas y limolitas.

De acuerdo con la información del censo de aprovechamientos, llevado a cabo como parte del estudio realizado en el 2010, se registraron un total de 476 aprovechamientos, 443 pozos, 32 norias y 1 manantial, del total de obras, 403 están activas y las restantes 73 inactivas. El volumen de extracción asciende a 93.2 hm3 anuales, de los cuales 77.3 hm3 (82.9 %) se destinan al uso agrícola, 9.5 hm3 (10.2%) se utilizan para uso público-urbano y 6.4 hm3 (6.9 %) son destinados a las necesidades de los demás usos. El manantial no es perenne.

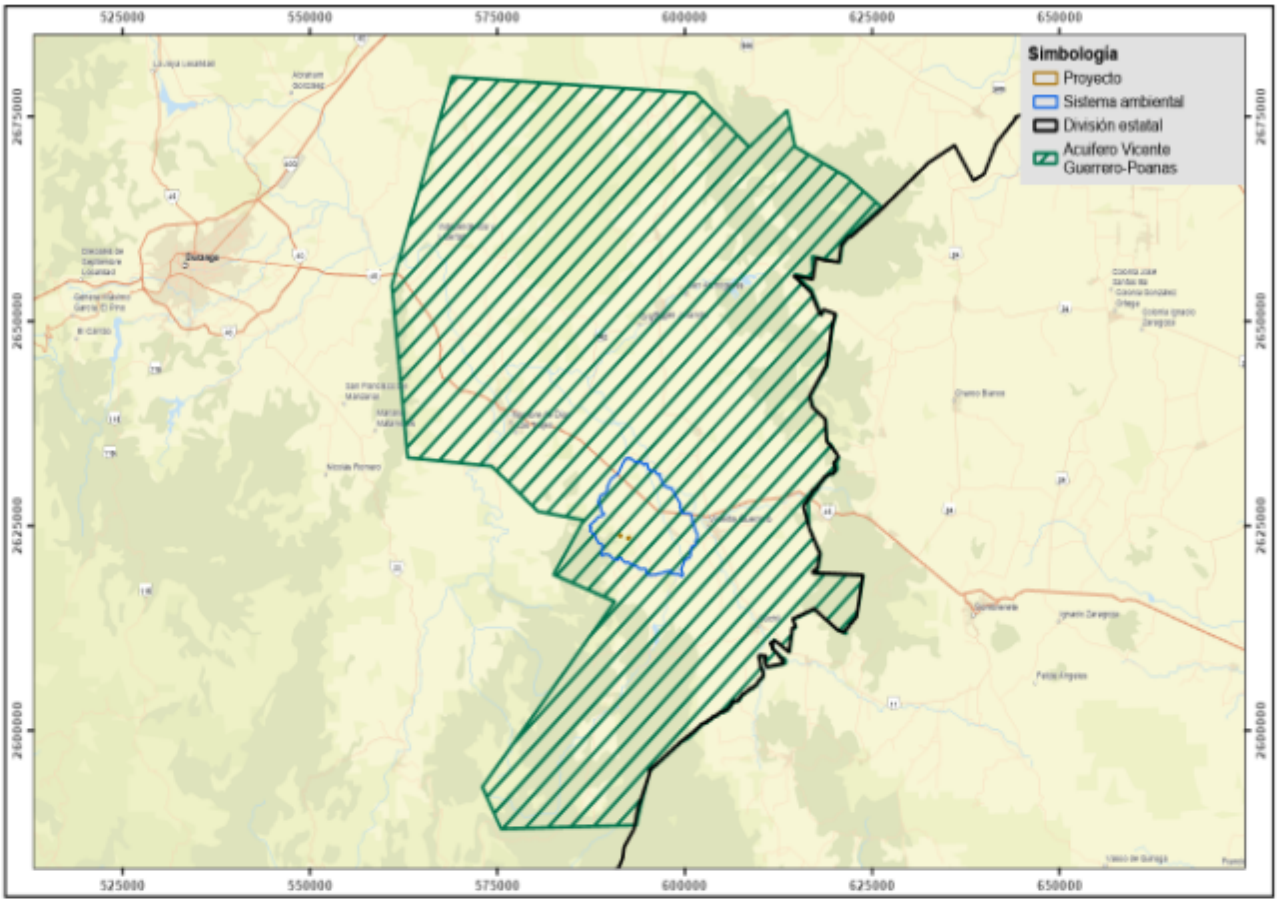

Figura 4. 76. Acuíferos dentro del SA del Proyecto, según INEGI

Disponibilidad de agua subterránea

El 09 de noviembre de 2023, CONAGUA publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, incluyendo al acuífero Vicente Guerrero-Poanas, que forma parte de la región Hidrológico-Administrativa III Pacífico Norte. Conforme a este estudio, determinado con la NOM-011-CONAGUA-2015 (DOF 27/03/2015), existe un déficit en el acuífero de -38.820760 millones de metros cúbicos anuales. Los valores de los términos que intervienen en la determinación de la disponibilidad media anual del acuífero se presentan a continuación en la Tabla 4. 33.

Tabla 4. 33. Disponibilidad media anual de agua subterránea para el acuífero Vicente Guerrero-Poanas (2023)

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNC	VEAS				DMA	
				VCAS	VEALA	VAPTYR	VAPRH	POSITIVA	NEGATIVA (DÉFICIT)
				CIFRAS EN MILLONES DE METROS CUBICOS ANUALES					
1004	Vicente Guerrero-Poanas	96.4	13.3	92.486242	29.434518	0.000000	0.000000	0.000000	-38.820760

R: recarga total media anual; DNC: descarga natural comprometida; VEAS: volumen de extracción de aguas subterráneas; VCAS: volumen concesionado/asignado de aguas subterráneas; VEALA: volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente; VAPTYR: volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPDA; VAPRH: volumen de agua correspondiente a reservas, reglamentos y programación hídrica; DMA: disponibilidad media anual de agua del subsuelo. 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.

La disponibilidad de aguas subterráneas anteriormente mostradas señala que no existe un volumen de agua disponible para otorgar nuevas concesiones. Es de importancia señalar que el Proyecto no contempla la extracción de aguas subterráneas ni superficiales, además no se prevé que pueda existir afectación a la calidad del agua, ya sea ésta subterránea o superficial.

IV.3.1.5.2. Unidades geohidrológicas

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

De acuerdo con dicha clasificación del INEGI, en el SA del Proyecto se encuentran tres diferentes unidades hidrogeológicas: 1. Material consolidado con posibilidades bajas, 2. Material no consolidado con posibilidades medias y 3. Material no consolidado con rendimiento alto >40 lps. De los antes mencionados el material consolidado con posibilidades bajas se presenta en la zona oeste de la huella del Proyecto, mientras que el Material no consolidado con rendimiento alto >40 lps es aquel que se presenta en la mayor parte de la superficie del Sistema Ambiental. Finalmente, el material no consolidado con posibilidades medias se encuentra en menor proporción al Noroeste del SA sin tener incidencia con la huella del Proyecto. (Figura 4. 77).

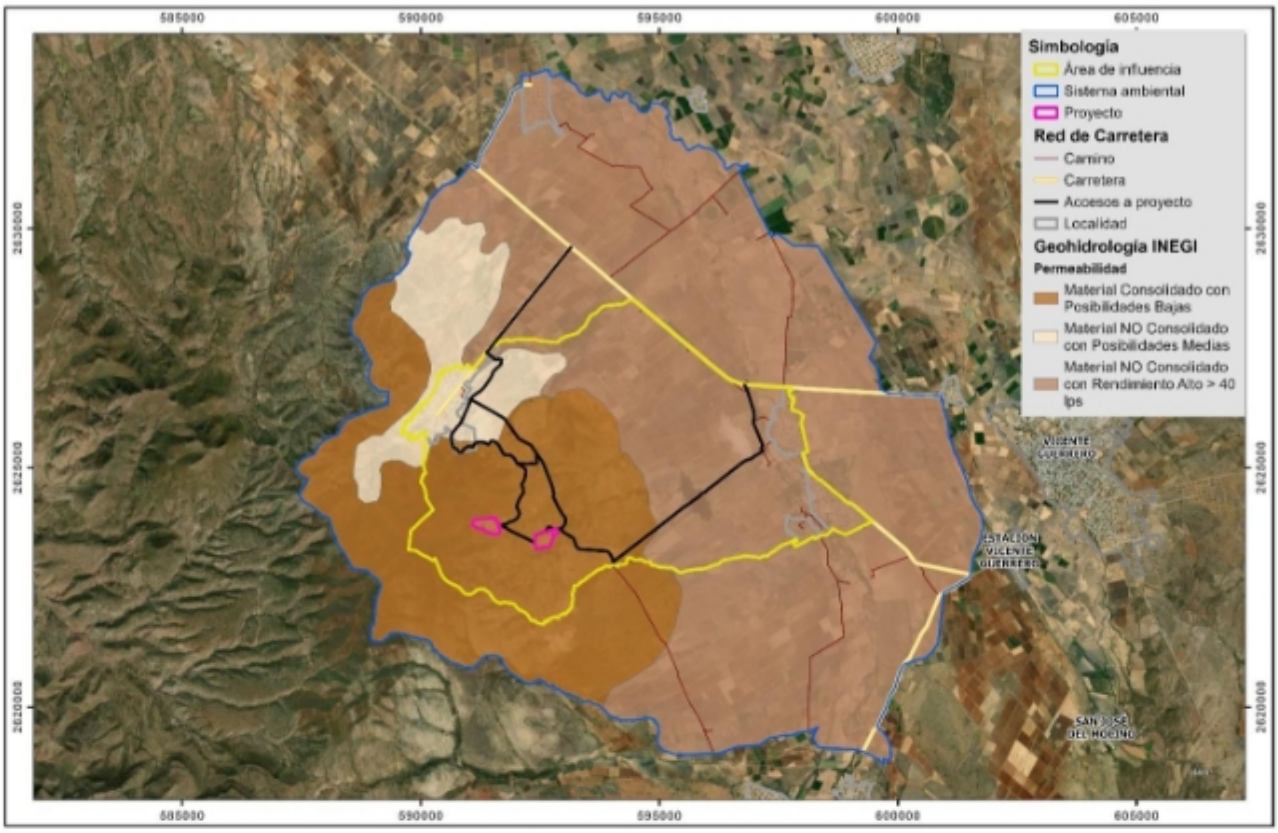

Figura 4. 77. Hidrogeología en el SA según INEGI

De acuerdo con CONABIO, la hidrogeología en el SA está caracterizado por una unidad hidrogeológica, la cual está compuesta de gravas, arenas, y limos. Presenta depósitos aluvi9ales y lacustres, y su permeabilidad está clasificada como media alta o generalizada, como se muestra en la Figura 4. 78.

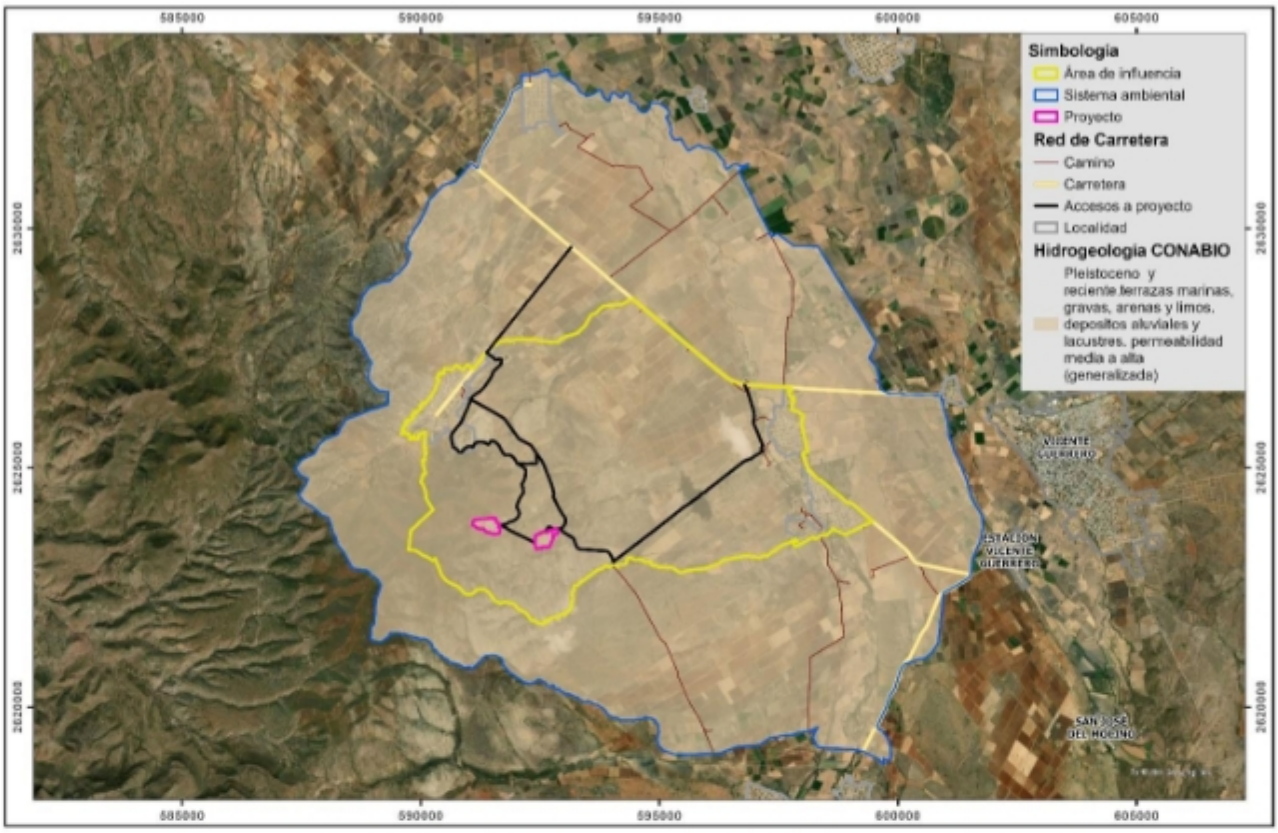

Figura 4. 78. Hidrogeología y permeabilidad de la roca, CONABIO

IV.3.2. Medio biótico

IV.3.2.1. Vegetación

IV.3.2.1.1. Introducción

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

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

El estado de Durango es el cuarto estado más grande de México y representa el 6.3% de la superficie nacional. La entidad cuenta con diferentes ecosistemas dentro de cada ecorregión, lo que permite que casi todos los tipos de vegetación de México estén representados en la entidad. En el estado de Durango convergen cuatro ecorregiones: 1) la región Árida y Semiárida; que se encuentra al noreste de la entidad y está formada por las llanuras y serranías del Bolsón de Mapimí que forman parte del Desierto Chihuahuense. La vegetación se compone de matorrales xerófilos y algunas comunidades halófitas y gipsófilas. 2) la región de los Valles, que comprende grandes llanuras y lomeríos de la parte central del Altiplano mexicano. Su vegetación se conforma por pastizales en la parte norte y matorrales de mezquite y huizache en el centro y sur de la región. 3) la región de la Sierra incluye al macizo de la Sierra Madre Occidental desde pie de monte hasta lo alto de la sierra. Su vegetación incluye bosques de pino, pino-encino, encinares, *Abies* y *Pseudotsuga*. 4) la región de las Quebradas se ubica en el declive occidental de la Sierra Madre Occidental, en una zona muy escarpada con barrancas o quebradas. La vegetación está formada por bosques tropicales bajos y manchones de matorral espinoso en las partes más bajas.

En cuanto a su diversidad florística Durango registra 4,633 especies de Angiospermas y 43 de Gimnospermas, las cuales representan el 18.5 y 28.7% respectivamente, de la diversidad de estos grupos en México (CONABIO, 2017).

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

IV.3.2.1.2. Metodología

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

1) Presentación del análisis general de flora
2) Búsqueda y recopilación de información preliminar
3) Cálculo del tamaño de muestra
4) Clasificación supervisada de la vegetación
5) Diseño general de muestreo
6) Levantamiento de muestreo en campo
7) Sistema de clasificación de la vegetación
8) Análisis de riqueza, diversidad y estructura de la vegetación

IV.3.2.1.2.1. Formato del análisis general de flora

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

IV.3.2.1.2.2. Tipos de vegetación

Búsqueda y recopilación de información

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

Establecimiento de puntos de confirmación de vegetación

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

Clasificación espectral de la vegetación

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

1. Pre-procesamiento de la imagen digital

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

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

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

3. Determinación y evaluación de firmas espectrales

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

4. Aplicación del proceso de clasificación

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

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

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

6. Integración al Sistema de Información Geográfica

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

IV.3.2.1.2.3. Tamaño de muestra

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

Intensidad de muestreo: pre-muestreo

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

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

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

donde:

n = número total de muestras
t = valor obtenido de las tablas de t de Student, considerando los grados de libertad de la población
CV = coeficiente de variación (desviación estándar / media muestral * 100)
E = error relativo admisible de muestreo

La fórmula anterior es frecuentemente utilizada en el cálculo de muestreos para la vegetación, (Yang & Pulkki, 2002; Imaña et al., 2014). El nivel de confianza utilizado para este estudio es del 95%, pues es sugerido para los esfuerzos de muestreo en vegetación de acuerdo con

la SEMARNAT (2016). Asimismo, el nivel de error con el que se obtuvo el tamaño de muestra por tipo de vegetación es del 10 % (Orozco & Brumér, 2002).

El pre-muestreo realizado contempló un total de 39 sitios. Se tomó en cuenta el número de especies por sitio para el cálculo del tamaño de muestra requerido. Lo anterior se detalla a continuación para cada una de las áreas:

Cálculo de tamaño de muestra en el SA

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

Tabla 4. 34. Resultado de la estimación del tamaño de muestra para el SA

No. de sitio	Número de especies por sitio	Y	S	CV	E%	f	T	Número de muestras
1	27	39.56	9.54	24.12	10	29	2.045	**24.33**
2	28							
3	29							
4	29							
5	30							
6	30							
7	31							
8	31							
9	32							
10	33							
11	34							
12	34							
13	35							
14	36							
15	37							
16	38							
17	40							
18	40							
19	41							
20	42							
21	42							
22	44							
23	45							
24	51							
25	52							
26	53							
27	54							
28	55							
29	55							
30	59							

Y = Promedio muestral, *S*= Desviación estándar, CV= Coeficiente de variación, E= Error de muestreo, *f*= Grados de libertad, T= prueba t de Student

Cálculo de tamaño de muestra en el AI

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

Tabla 4. 35. Resultado de la estimación del tamaño de muestra para el AI

No. de sitio	Número de especies por sitio	Y	S	CV	E%	f	T	Número de muestras
1	29							
2	29							
3	29							
4	30							
5	30							
6	31							
7	31							
8	32							
9	32							
10	33							
11	34							
12	34							
13	34							
14	35							
15	36	37.23	6.77	18.20	10	29	2.045	**13.85**
16	36							
17	37							
18	37							
19	38							
20	39							
21	40							
22	40							
23	41							
24	42							
25	44							
26	45							
27	46							
28	47							
29	52							
30	54							

Y = Promedio muestral, *S*= Desviación estándar, CV= Coeficiente de variación, E= Error de muestreo, *f*= Grados de libertad, T= prueba t de Student

Cálculo de tamaño de muestra en el Área de Proyecto

El AP no cuenta con cubierta forestal, por lo cual, no es necesario realizar muestreos en la zona.

IV.3.2.1.2.4. Diseño de muestreo

Se diseñó un muestreo aleatorio estratificado para el análisis de las áreas de estudio (Mostacedo & Fredericksen, 2000). Se estratificó de acuerdo con la distribución de los tipos de vegetación presentes y, con base en el esfuerzo de muestreo, se ubicaron los sitios aleatoriamente (Figura 4. 79).

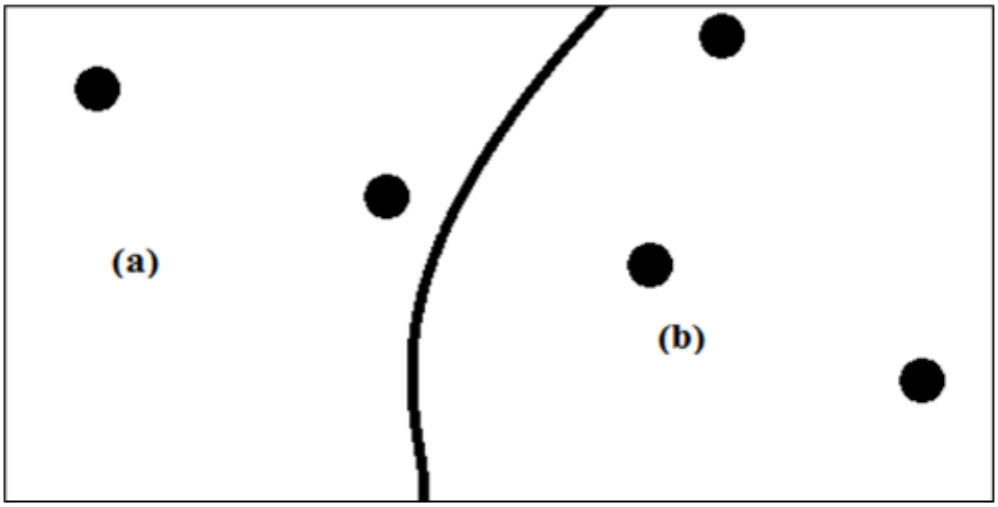

Figura 4. 79. Diseño de muestreo aleatorio estratificado: a) tipo de vegetación uno b) tipo de vegetación dos

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. 80.

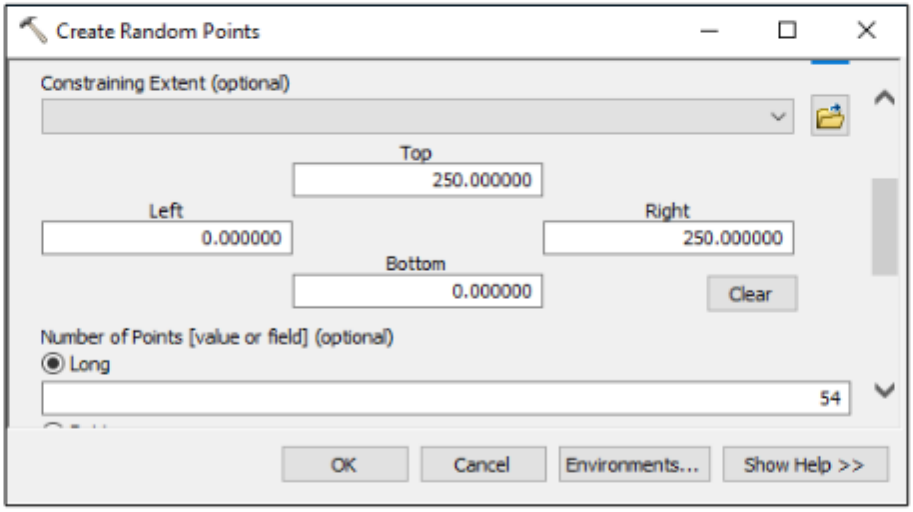

Figura 4. 80. Herramienta para generar puntos aleatorios "Create Random Point"

IV.3.2.1.2.5. Sitios de muestreo

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

Se determinó que el diseño del sitio de muestreo más adecuado es el que se utiliza en los inventarios forestales en México, es decir, el método de "Sitios circulares" adoptado por Rodríguez en 1953, el cual consta de un sitio fijo de 500 m^2 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 circulo de 100 m^2 con 5.64 m de radio para cuantificar y describir las especies del estrato herbáceo.

En la Figura 4.81. se muestra el esquema de muestreo p ropuesto por Rodríguez (1953).

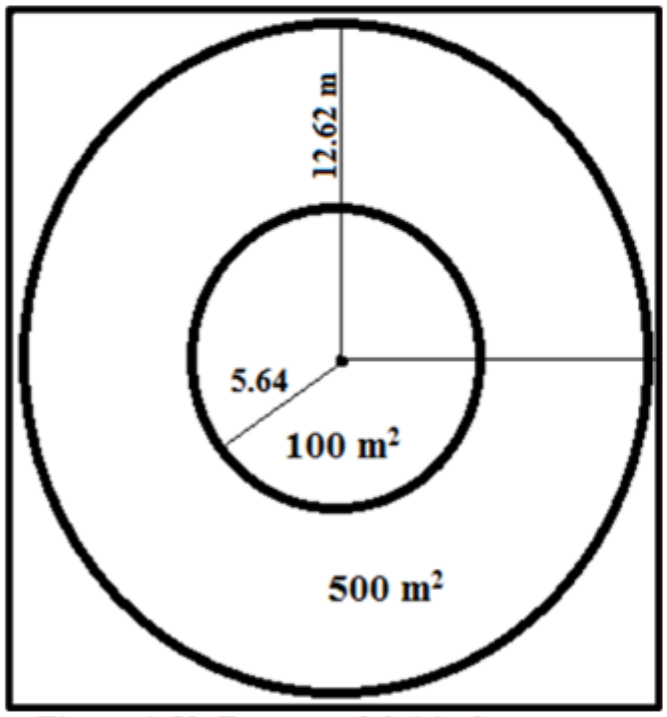

Figura 4. 81. Esquema del sitio de muestreo

IV.3.2.1.2.6. Curva de acumulación de especies

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

Chao1

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

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

IV.3.2.1.2.9. Riqueza de especies vegetales

La riqueza florística de las especies vegetales se presenta en listados generados por área los cuales contienen los siguientes datos taxonómicos: familia, género, especie, autor y nombre común.

Así mismo se presentan las especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM-059) la cual establece la protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestre, así como las categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de categoría, mismas que se describen a continuación.

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

- En peligro de extinción (**P**): Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica.

- Amenazada (**A**): Aquellas especies que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad.

- Sujetas a protección especial (**Pr**): Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

IV.3.2.1.2.10. Diversidad de vegetación

Índice de Shannon o índice de Shannon-Wiener

Además de la riqueza especifica (*S*), que es la forma más sencilla de medir la biodiversidad (número de especies presentes), se utilizó el índice de equidad de Shannon o índice de Shannon-Wiener (Moreno Ortega, 2001) para el análisis ecológico de la vegetación de la SAR, AI y AP. Este índice mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar de cada estrato de cada tipo de vegetación, ya que expresa la uniformidad de los valores de importancia de todas las especies de la misma comunidad. Por lo tanto, a mayor valor del índice de Shannon, la uniformidad en los valores refleja una distribución equilibrada de las especies; de modo contrario, al arrojar valores en cero o cerca del cero, la diversidad es baja y existe presencia de una o solo unas cuantas especies.

La fórmula para calcular el índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = -\sum p_i \log p_i$$

donde:

H' = Índice de diversidad de Shannon
S = Número de especies
log = Logaritmo natural de p_i
p_i = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (abundancia relativa de la especie i): n_i/N
n_i = Número de individuos de la especie i
N = Número de todos los individuos de todas las especies

IV.3.2.1.2.11. Estructura de la vegetación

El análisis de los datos ecológicos de la vegetación de las áreas SA, AI y AP se realizó por tipo de vegetación y por estrato, así mismo, se calcularon los siguientes datos: densidad, dominancia y frecuencia. Estos resultados, a su vez, permitieron obtener el índice de Valor de Importancia (IVI). El IVI es utilizado en diversos trabajos y define cuáles de las especies presentes contribuyen en el

carácter y estructura ecológica del ecosistema, con lo que se determina cuáles de ellas son las más importantes (Cottam & Curtis, 1956; Orozco & Brumér, 2002).

Las fórmulas y parámetros utilizados en la descripción de la estructura de la vegetación se describen a continuación:

Densidad absoluta

Representa el número promedio de individuos por área o superficie de muestreo. El cálculo de la densidad absoluta se obtiene de la siguiente manera:

$$D=N/A$$

donde:
D = Densidad Absoluta
N = Número total de individuos
A = Superficie muestreada en ha

Densidad relativa

La densidad relativa se refiere al número de individuos de una especie expresado como una proporción de la densidad total de todas las especies. Se calcula a través de la siguiente formula:

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

donde:
D_r = Densidad relativa
D_i = Densidad por especie
$\sum D_i$ = Sumatoria de las Densidades de todas las especies.

Dominancia

La dominancia absoluta es la suma del área basal o cobertura del total de individuos por especie. Representa la importancia de una especie en función de su desarrollo o biomasa. En el presente estudio se calcula la dominancia de acuerdo con el estrato correspondiente al cual pertenece cada individuo:

Arbóreo: Se calcula a través del área basal individual, que es la superficie de la sección transversal de un árbol a la altura de pecho (DAP) y es calculada como el área de la sección circular; utilizando el valor del diámetro a esa altura se emplea la siguiente fórmula:

$$AB= (\pi/4)\ D^2 = 0.7854 * D^2$$

donde:

AB = Área basal individual
D = Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Arbustivo y herbáceo: Se calcula a través de la cobertura, la cual es la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de la copa de los individuos considerados. Debido a que estos estratos generalmente no rebasan los 3 metros de altura, es posible medir la cobertura de copa directamente con una cinta métrica o, de lo contrario, se mide la sombra de la copa en dos direcciones; diámetro mayor y diámetro menor y posteriormente se calcula un diámetro de copa promedio.

$$C = Dc = D + d/2$$

donde:

C= Cobertura
Dc = Media del diámetro de copa
D = Longitud del diámetro mayor
d= Longitud del diámetro menor

Dominancia relativa

Es la proporción de la dominancia absoluta de una especie con respecto a la dominancia absoluta de todas las especies del área muestreada. Se calcula a través de la siguiente formula:

$$Dom = Di/(\sum D_i) * 100$$

donde:

Dom = Dominancia relativa
D_i = Dominancia de la especie
$\sum D_i$ = Sumatoria de todas las dominancias de todas las especies

Frecuencia absoluta

La frecuencia es el número de veces que una especie ocurre en las distintas unidades de muestreo. Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$F = J/N$$

donde:

F = Frecuencia de la especie
J = Número de unidades de muestreo en las que ocurre la especie
N = Número total de sitios muestreados

Frecuencia relativa

La frecuencia relativa es la frecuencia absoluta de una especie con respecto a la frecuencia de todas las especies. Se calcula utilizando la siguiente formula:

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

donde:

Fr = Frecuencia relativa de la especie
F = Frecuencia absoluta de la especie
$\sum F$ = Sumatoria de todas las frecuencias de todas las especies

IV. 3.2.1.3. Descripción y caracterización de la vegetación en el SA

En el presente apartado se presentan los resultados de la composición, estructura y diversidad de la vegetación en el SA.

IV. 3.2.1.3.1. Tipos de vegetación del Sistema Ambiental

De acuerdo con la clasificación más reciente propuesta por INEGI en la información temática de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII (INEGI, 2018), en la Figura 4. 82 se muestra que en el SA se desarrollan.

1. Pastizal inducido
2. Pastizal natural
3. Vegetación secundaria de pastizal natural

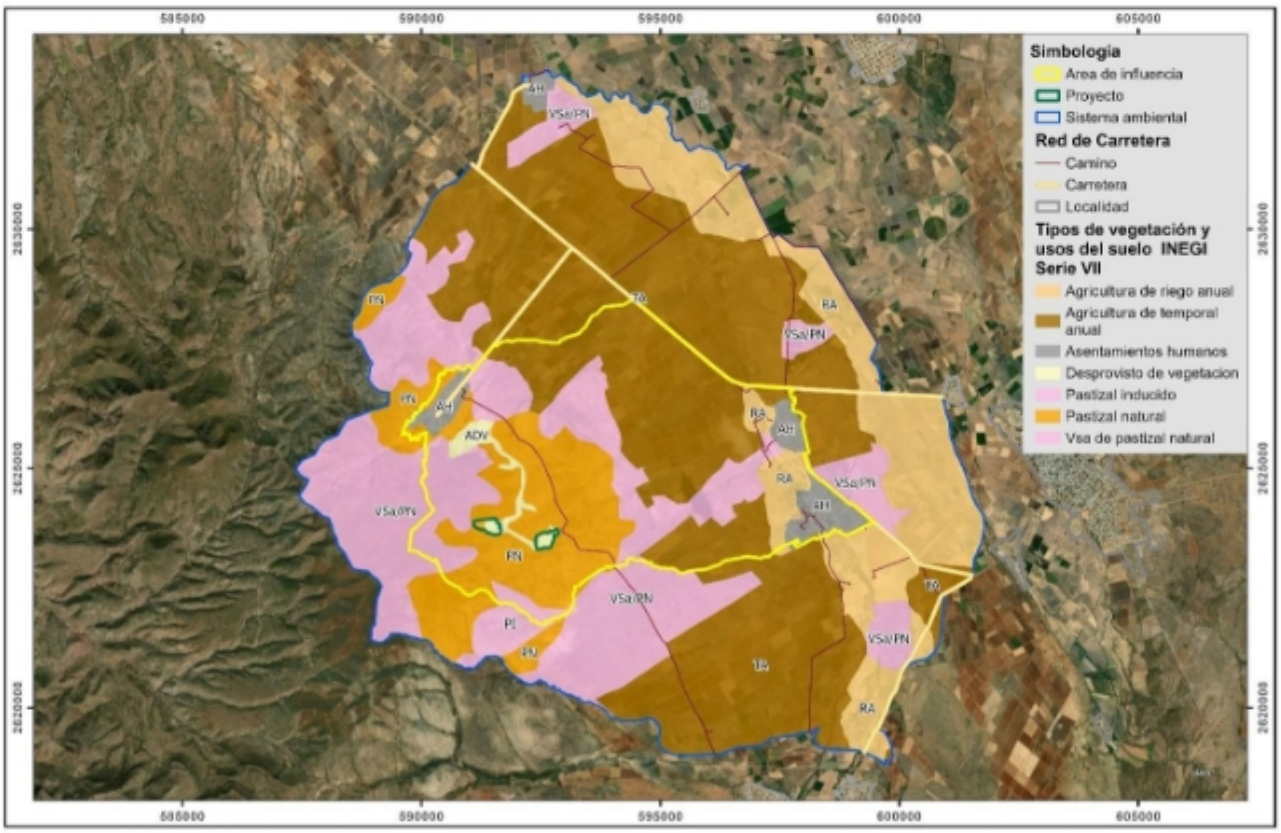

Figura 4. 82. Tipos de vegetación en el SA de acuerdo a INEGI Serie VII

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

1. Mezquital xerófilo
2. Vegetación riparía
3. Vegetación secundaria de bosque de encino
4. Vegetación secundaria de bosque de táscate
5. Vegetación secundaria de matorral crasicaule
6. Vegetación secundaria de pastizal natural (Pastizal-Huizachal)

En la Figura 4. 83 se observa la distribución de cada una respecto del SA.

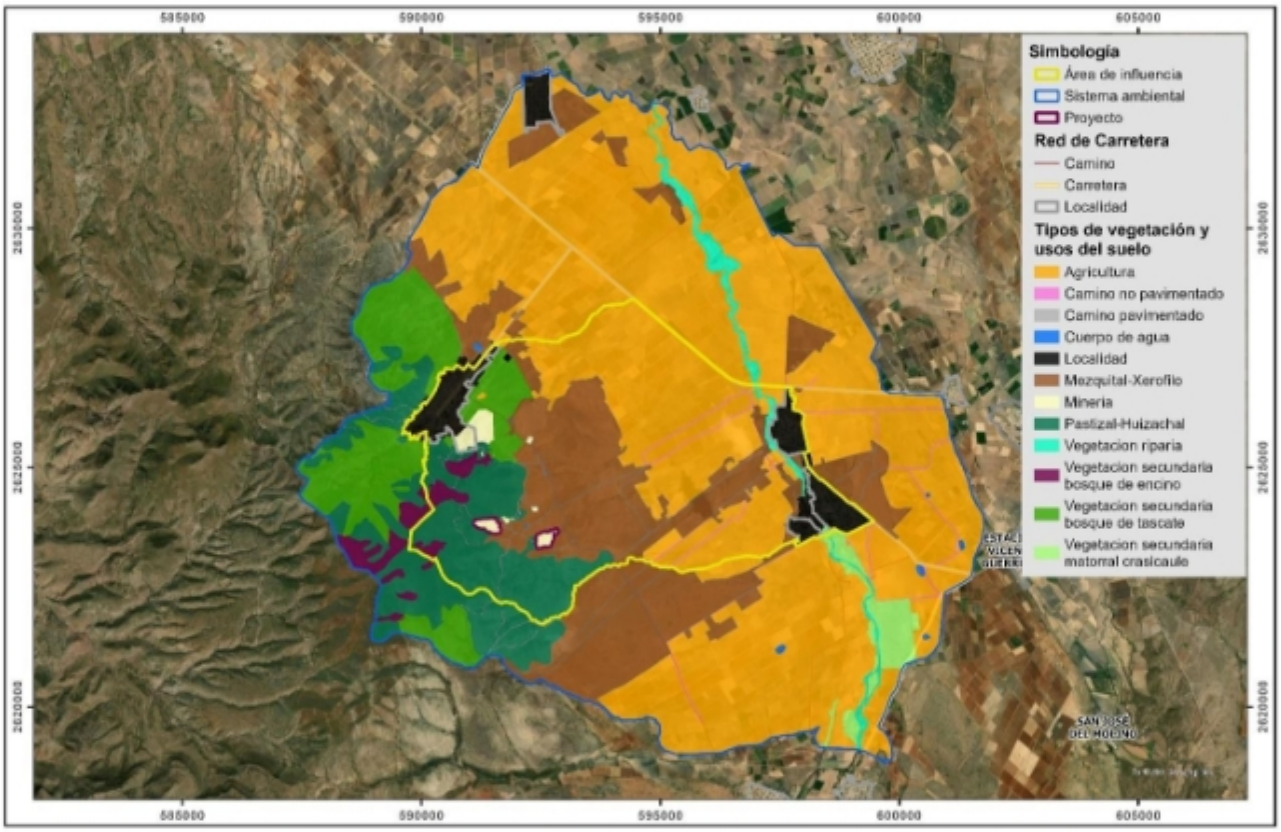

Figura 4. 83. Tipos de vegetación en el SA, mediante el trabajo en campo y clasificación espectral de la vegetación

En el **Anexo 4.11** Reporte fotográfico de vegetación, se presentan fotografías de áreas con los tipos de vegetación mencionados anteriormente, así mismo fotografías de especies más importantes de cada tipo de vegetación.

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

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

En la Tabla 4. 36 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. 36. Superficie por tipo de vegetación dentro del SA

No.	Tipo de vegetación	Superficie (ha)
1	Mezquital xerófilo	2428.4852
2	Vegetación secundaria de pastizal natural (Pastizal-Huizachal)	1316.6458
3	Vegetación secundaria de bosque de táscate	987.0239
4	Vegetación secundaria de matorral crasicaul	185.4734
5	Vegetación secundaria de bosque de encino	177.8132
6	Vegetación riparia	168.287
Total		**5255.7285**

En la Figura 4. 84 se presenta la superficie por tipo de vegetación en porcentaje dentro del SA.

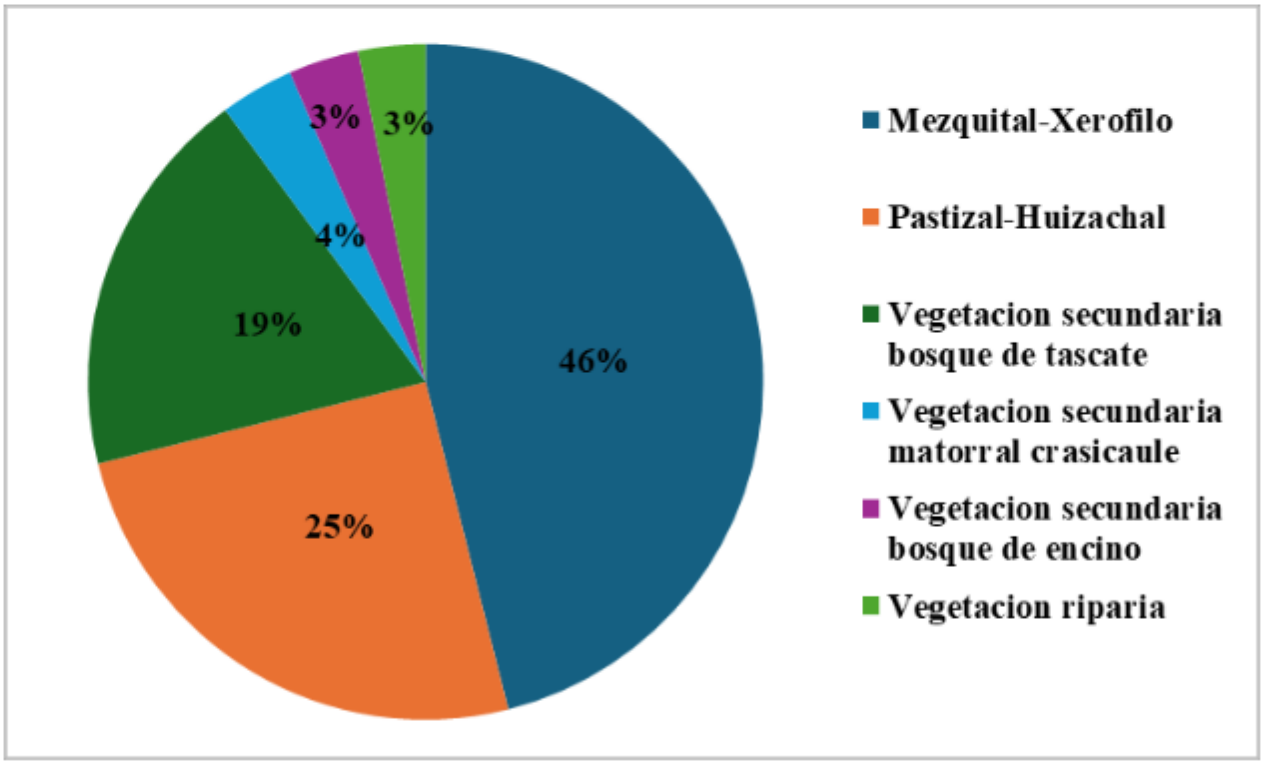

Figura 4. 84. Gráfica de superficie en porcentaje del tipo de vegetación dentro del SA

La descripción de cada tipo de vegetación presente en el SA se detalla a continuación:

Mezquital xerofilo (MKX)

El MKX puede ser observado a lo largo del sitio, en las llanuras o sobre sierras con poca pendiente y lomeríos. Dentro del área donde se puede encontrar este tipo de vegetación destaca la abundancia de *Neltuma laevigata* dominando el estrato arbóreo, seguido por *Vachellia schaffneri* y *Opuntia streptacantha*. Por su parte, en los estratos bajos se desarrollan *Brickellia veronicifolia*, *Condalia ericoides*, *Jatropha dioica*, *Cynodon dactylon*, *Muhlenbergia phleoides* y *Bouteloua gracilis*.

Vegetación riparia (VR)

Este tipo de vegetación también es conocido como bosque de galería. Dentro de la SA lo podemos encontrar a lo largo del río que la atraviesa. El *Taxodium distichum* var. *mexicanum* es el elemento más conspicuo, acompañado por *Populus* sp. y *Salix nigra* en el estrato arbóreo.

Vegetación secundaria de bosque de encino (VsBQ)

Se presenta ocasionalmente en algunos manchones al este del SA. Esta comunidad vegetal se ve representada por especies como *Rhus virens*, *Quercus grisea* y *Forestiera durangensis* en el estrato arbóreo. En los estratos bajos prosperan *Montanoa leucantha*, *Agave durangensis*, *Melinis repens*, *Eragrostis intermedia* y *Bouteloua gracilis*.

Vegetación secundaria de bosque de táscate (VsBT)

El bosque de táscate se caracteriza por la dominancia de aboles con hojas en forma de escama, principalmente del género *Juniperus*. En la porción opeste del SA se encuentra representado por *J. deppeana*, acompañado por otros arboles como *Rhus virens* y *Fouquieria splendens*.

Vegetación secundaria de matorral crasicaule (VsMC)

Este tipo de vegetación se desarrolla al sureste del SA, con una clara preferencia a por los suelos someros y laderas con rocas ígneas. Los elementos más notables en el SA son *Mimosa aculeaticarpa*, *Opuntia streptacantha*, *Salvia* sp., *Calliandra eriophylla*, *Muhlenbergia phleoides* y *Aristidia adsencionis*.

Vegetación secundaria de pastizal natural (VsPN)

Se trata de comunidades dominadas por pastos que frecuentemente se encuentran acompañadas de herbáceas y arbustos. En el área lo podemos observar principalmente al oeste, sobre suelos medianamente profundos de zonas planas o con poca pendiente. Las especies características de este tipo de vegetación en el SA son *Melinis repens*, *Muhlenbergia phleoides, Cynodon dactylon*, *Munroa pulchella* y *Bouteloua gracilis*.

IV. 3.2.1.3.2. Sitios de muestreo en el SA

Dentro de la superficie con vegetación natural dentro del SA se levantaron un total de **31** puntos de muestreos, de acuerdo con los resultados obtenidos en el cálculo de tamaño de muestra. La distribución de los muestreos fue estratificada por tipo de vegetación y los muestreos fueron aleatorios a las áreas con presencia de cobertura vegetal, con el fin de analizar de manera fehaciente los tipos de vegetación en el SA.

En la Figura 4. 85 se presenta la distribución de los muestreos realizados en el SA.

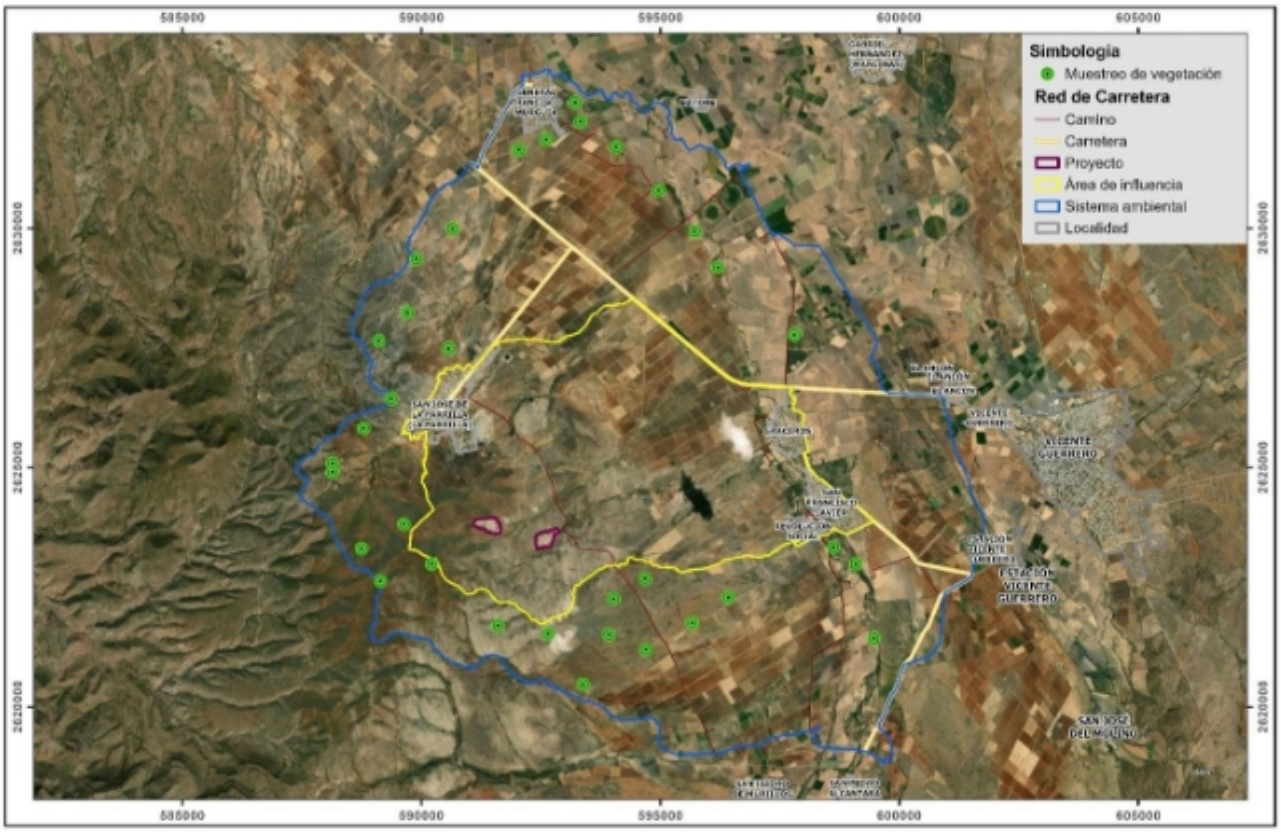

Figura 4. 85. Sitios de muestreo en el SA

En la Tabla 4. 37se muestra las coordenadas WGS84 UTM de la ubicación de los sitios de muestreo en el SA.

Tabla 4. 37. Coordenadas de sitios de muestreo en el SA

Datum WGS 84 UTM			Datum WGS 84 UTM		
No.	**X**	**Y**	**No.**	**X**	**Y**
1	595723	2629933	17	593386	2620466
2	594963	2630789	18	594679	2622684
3	594075	2631694	19	594026	2622256
4	593330	2632220	20	593923	2621509
5	592042	2631634	21	589709	2628235

Datum WGS 84 UTM		
No.	X	Y
6	592616	2631850
7	590655	2629990
8	589890	2629355
9	598624	2623339
10	599088	2622982
11	599470	2621434
12	597806	2627772
13	596426	2622290
14	589109	2627651
15	595672	2621752
16	594701	2621197

Datum WGS 84 UTM		
No.	X	Y
22	590571	2627488
23	589370	2626437
24	588791	2625823
25	588143	2624905
26	588141	2625086
27	591604	2621703
28	589149	2622631
29	590216	2622986
30	592653	2621525
31	593218	2632626

En el **Anexo 4.13** se presenta el plano general de sitios de muestreo del SA.

IV. 3.2.1.3.3. Curva de acumulación de especies en el 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 97 especies de plantas vasculares, la cual alcanza una asíntota definida a partir de los 27 sitios de muestreo.

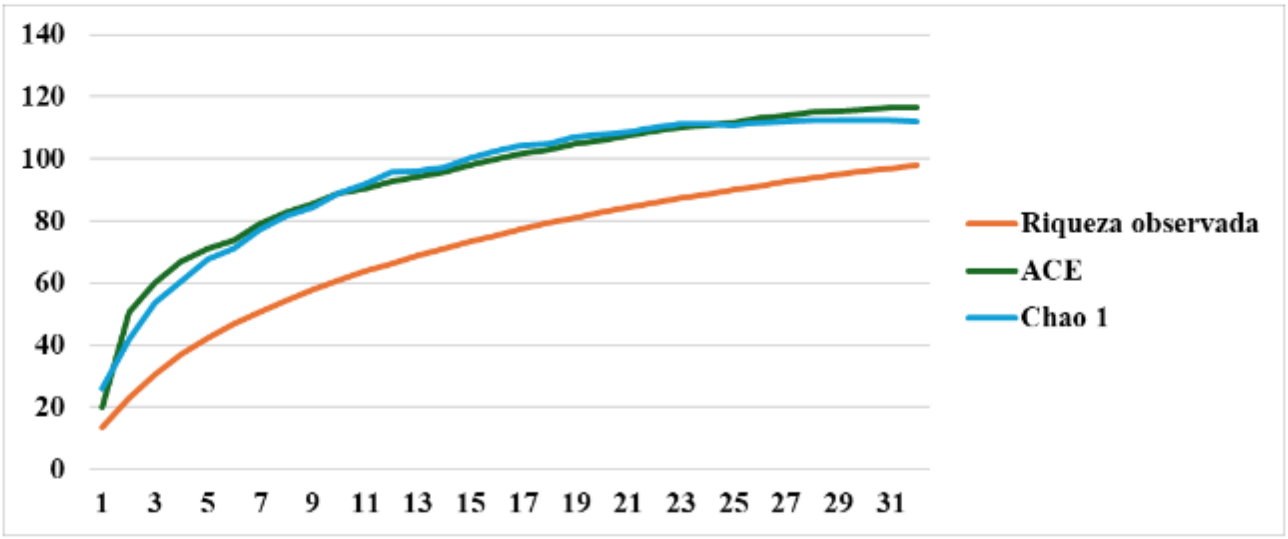

Figura 4. 86. Curva de acumulación de especies observadas y estimadas del SA

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

IV. 3.2.1.3.4. Riqueza florística en el Sistema Ambiental

Para la identificación del nombre científico de las especies y de su posición taxonómica, se consultó Tropicos (2023), que es una base de datos taxonómicos mundial basado en el sistema de clasificación vegetal APG IV. En el caso de los nombres comunes, se consultó Naturalista (2023).

La riqueza florística del SA incluye 97 especies de plantas, distribuidas en 82 géneros y 39 familias. En la siguiente tabla se presenta el listado florístico:

Tabla 4. 38. Listado florístico del Sistema Ambiental

No.	Familia	Género	Nombre científico	Autor	Nombre común
1	Amaranthaceae	*Gomphrena*	*Gomphrena serrata*	L.	Cabezona
2	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus Microphylla*	Engelm.	Agrillo
3			*Rhus virens*	Lindh. ex A.Gray	Capulín
4	Asparagaceae	*Agave*	*Agave durangensis*	Gentry	Maguey cenizo
5			*Agave salmiana*	Otto ex Salm-Dyck	Maguey pulquero
6		*Dasylirion*	*Dasylirion wheeleri*	S.Watson ex Rothr.	Sotol de desierto
7		*Nolina*	*Nolina juncea*	(Zucc.) J.F.Macbr.	Zacate cortador
8		*Yucca*	*Yucca decipiens*	Trel.	Palma china
9	Asteraceae	*Acourtia*	*Acourtia wislizeni*	(A.Gray) Reveal & R.M.King	s/n
10		*Adenophyllum*	*Adenophyllum cancellatum*	(Cass.) Villarreal	Cimpasúchil
11		*Aphanostephus*	*Aphanostephus ramosissimus* var. *humilis*	(Benth.) B.L.Turner & Birdsong	Manzanilla cimarrona
12		*Baccharis*	*Baccharis salicifolia*	(Ruiz & Pav.) Pers.	Batamote
13			*Baccharis sp.*	L.	Escobillas o Hierbas del Carbonero
14		*Bidens*	*Bidens pilosa*	L.	Aceitilla
15		*Brickellia*	*Brickellia laciniata*	A.Gray	s/n
16			*Brickellia sp.*	Elliott	Peistó, Jara Blanca Y Parientes
17			*Brickellia veronicifolia*	(Kunth) A.Gray	Peistó
18		*Chrysactinia*	*Chrysactinia mexicana*	A.Gray	Hierba de San Nicolás
19		*Dyssodia*	*Dyssodia papposa*	(Vent.) Hitchc.	Flamenquilla
20		*Gymnosperma*	*Gymnosperma glutinosum*	(Spreng.) Less.	Tatalencho
21		*Hedosyne*	*Hedosyne ambrosiifolia*	(A.Gray) Strother	s/n

No.	Familia	Género	Nombre científico	Autor	Nombre común
22		*Montanoa*	*Montanoa leucantha*	(Lag.) S.F.Blake	Talacao
23		*Stevia*	*Stevia salicifolia*	Cav.	Chacal
24			*Stevia serrata*	Cav.	Burrillo
25		*Tagetes*	*Tagetes lunulata*	Ortega	Cinco llagas
26		*Thymophylla*	*Thymophylla setifolia*	Lag.	Parraleña
27		*Trixis*	*Trixis angustifolia*	DC.	Hierba del aire
28	Bignoniaceae	*Tecoma*	*Tecoma stans*	Griseb.	Tronadora
29	Brassicaceae	*Brassica*	*Brassica rapa*	L.	Nabo de campo
30		*Lesquerella*	*Lesquerella mirandiana*	(Rollins) O'Kane & Al-Shehbaz	s/n
31		*Nasturtium*	*Nasturtium officinale*	W.T.Aiton	Berro blanco
32	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	(L.) L.	Gallinitas
33	Burseraceae	*Bursera*	*Bursera fagaroides*	(Knuth) Engl.	Torote
34	Cactaceae	*Coryphantha*	*Coryphantha compacta*	(Engelm.) Orcutt	Biznaga partida compacta
35		*Cylindropuntia*	*Cylindropuntia imbricata*	(Haw.) F.M.Knuth	Cardenche
36		*Echinocereus*	*Echinocereus pectinatus*	(Scheidw.) Engelm.	Alicoche peine
37		*Mammillaria*	*Mammillaria heyderi subsp. heyderi*	Muehlenpf.	Biznaga lechosa
38		*Opuntia*	*Opuntia streptacantha*	Lem.	Nopal cardón
39			*Opuntia rastrera*	F.A.C. Weber	Nopal rastrero
		Sclerocactus	*Sclerocactus unguispinus*	(Engelm.) N.P.Taylor	s/n
40	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis sp.*	L.	Almeces
41	Convolvulaceae	*Ipomoea*	*Ipomoea arborescens.*	(Humb. & Bonpl. ex Willd.) G.Don	Cazahuate
42	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Steud.	Sabino
43		*Taxodium*	*Taxodium distichum* var. *mexicanum*	(Carriere) Gordon & Glend.	Ahuehuete
44	Ephedraceae	*Ephedra*	*Ephedra aspera*	Engelm. ex S.Watson	Canutillo
45			*Ephedra compacta*	Rose	Sanguinaria
46	Euphorbiaceae	*Jatropha*	*Jatropha dioica*	Sessé	Sangre de drago
47	Fabaceae	*Calliandra*	*Calliandra eriophylla*	Benth.	Charrasquillo
48		*Dalea*	*Dalea bicolor*	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Engordacabra
49			*Dalea sp.*	L.	Escobillas
50		*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	(Ortega) Sarg.	Palo azul
51		*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Ortega	Espino
52		*Neltuma*	*Neltuma laevigata*	(Humb. & Bonpl. ex Willd.) Britton & Rose	Mezquite blanco
53		*Senna*	*Senna durangensis*	(Rose) H.S.Irwin & Barneby	s/n
54		*Vachellia*	*Vachellia schaffneri*	(S.Watson) Seigler & Ebinger	Huizache chino
55	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus grisea*	Liebm.	Encino gris
56	Fouquieraceae	*Fouquieria*	*Fouquieria splendens*	Engelm.	Ocotillo

No.	Familia	Género	Nombre científico	Autor	Nombre común
57	Koeberliniaceae	*Koeberlinia*	*Koeberlinia spinosa*	Zucc.	Junco
58	Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia greggii*	A.Gray	Mirto rosa
59			*Salvia sp.*	L.	Salvia
60			*Salvia tiliifolia*	Vahl	Chía cimarrona
61	Malvaceae	*Sphaeralcea*	*Sphaeralcea angustifolia*	(Cav.) G.Don	Hierba del negro
62	Nyctaginaceae	*Allionia*	*Allionia choisyi*	Standl.	Hierba de la hormiga
63	Oleaceae	*Forestiera*	*Forestiera durangensis*	Standl.	Palo blanco
64	Papaveraceae	*Argemone*	*Argemone mexicana*	L.	Chicalote amarillo
65	Pinaceae	*Pinus*	*Pinus cembroides*	Zucc.	Pino piñonero
66	Poaceae	*Agrostis*	*Agrostis sp.*	L.	s/n
67		*Aristida*	*Aristida adscensionis*	L.	Zacate tres barbas
68		*Bothriochloa*	*Bothriochloa barbinodis*	(Lag.) Herter	Popotillo plateado
69		*Bouteloua*	*Bouteloua curtipendula*	(Michx.) Torr.	Banderilla
70			*Bouteloua gracilis*	(Kunth) Lag. ex Griffiths	Navajita
71		*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	(L.) Pers.	Gallitos
72		*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Hitchc.	Zacate llanero
73		*Melinis*	*Melinis repens*	(Willd.) Zizka	Pasto rosado
74		*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia phleoides*	(Kunth) P.M.Peterson	Zacate lobero
75			*Muhlenbergia sp.*	Schreb.	Pastos Amacollados
76		*Munroa*	*Munroa pulchella*	(Kunth) Amarilla	Pasto borreguero
77		*Stipa*	*Stipa eminens*	(Cav.) Romasch.	Agujilla grande
78	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia coerulea*	(Cav.) G.Don	Jarrito
79	Pteridaceae	*Cheilanthes*	*Cheilanthes bonariensis*	(Willd.) Christenh.	Helecho
80		*Hemionitis*	*Hemionitis sinuata*	(Lag.) Christenh.	Doradilla ondulada
81	Ranunculaceae	*Clematis*	*Clematis drummondii*	Torr. & A.Gray	Barba de viejo
82	Resedaceae	*Reseda*	*Reseda lutea*	L.	Gualda
83	Rhamnaceae	*Condalia*	*Condalia ericoides*	(A.Gray) M.C.Johnst.	Abrojo
84			*Condalia microphylla*	Cav.	Piquillín
85	Rosaceae	*Cercocarpus*	*Cercocarpus montanus*	Raf.	Caoba de montaña
86		*Purshia*	*Purshia plicata*	(D.Don) Henrard	Rosa silvestre
87		*Vauquelinia*	*Vauquelinia corymbosa*	Corrêa ex Bonpl.	Palo prieto
88	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	(Cav.) Schltdl.	Trompetilla
89	Salicaceae	*Populus*	*Populus sp.*	L.	Álamo
90		*Salix*	*Salix nigra*	Marshall	Sauce negro
91	Santalaceae	*Phoradendron*	*Phoradendron sp.*	Nutt.	Muerdago
92	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja scordioides*	Kunth	Escobilla
93	Selaginellaceae	*Selaginella*	*Selaginella sp.*	P.Beauv.	Flor de Peña
94	Solanaceae	*Nicotiana*	*Nicotiana glauca*	Graham	Tabaquillo sudamericano

No.	Familia	Género	Nombre científico	Autor	Nombre común
95		*Solanum*	*Solanum elaeagnifolium*	Cav.	Trompillo
96			*Solanum rostratum*	Dunal	Mala mujer
97	Verbenaceae	*Aloysia*	*Aloysia sp.*	Paláu	s/n

Se registra en el SA la presencia de 38 familias de plantas. La mejor representada es Asteraceae con 19 especies, seguido de Poaceae con 12 especies y Fabaceae con ocho especies, respectivamente. Además, están ampliamente representadas algunas familias como Cactaceae, con seis especies y Asparagaceae con cinco.

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

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM-059) establece la protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestre, así como las categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de categoría.

Dentro de los sitios de muestreo realizados en el SA, se logró identificar la presencia de una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4. 39. Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-059-2010.

No.	Familia	Especie	Autor	Nombre común	Categoría	Distribución
1	Cactaceae	*Sclerocactus unguispinus*	(Engelm.) N.P.Taylor	s/n	Pr	Endémica

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

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

Mezquital xerófilo (MKX)

Estrato arbóreo

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

Tabla 4. 40. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el MKX del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Neltuma laevigata*	Mezquite blanco	394.00	492.50	67.93	763.20	68.74	16.00	32.65	169.32
2	*Vachellia schaffneri*	Huizache chino	133.00	166.25	22.93	270.30	24.34	15.00	30.61	77.89
3	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	24.00	30.00	4.14	25.95	2.34	11.00	22.45	28.92

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
4	*Forestiera durangensis*	Palo blanco	29.00	36.25	5.00	50.90	4.58	7.00	14.29	23.87
Total			**580**	**725.00**	**100.00**	**1110.35**	**100.00**	**49.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Estrato arbustivo

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

Tabla 4. 41. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbustivo presente en el MKX del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Tillandsia recurvata*	Paixtle	2116.00	2645.00	76.61	211.60	42.07	9.00	12.68	131.36
2	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	91.00	113.75	3.29	46.70	9.28	8.00	11.27	23.85
3	*Condalia ericoides*	Abrojo	74.00	92.50	2.68	54.98	10.93	6.00	8.45	22.06
4	*Jatropha dioica*	Sangre de drago	133.00	166.25	4.82	47.90	9.52	4.00	5.63	19.97
5	*Condalia microphylla*	Piquillín	100.00	125.00	3.62	35.40	7.04	6.00	8.45	19.11
6	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	106.00	132.50	3.84	30.80	6.12	6.00	8.45	18.41
7	*Celtis sp.*	Almeces	7.00	8.75	0.25	11.70	2.33	5.00	7.04	9.62
8	*Rhus microphylla*	Agrillo	9.00	11.25	0.33	14.80	2.94	4.00	5.63	8.90
9	*Buddleja scordioides*	Escobilla	21.00	26.25	0.76	3.80	0.76	4.00	5.63	7.15
10	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	10.00	12.50	0.36	5.80	1.15	3.00	4.23	5.74
11	*Trixis angustifolia*	Hierba del aire	5.00	6.25	0.18	2.10	0.42	3.00	4.23	4.82
12	*Opuntia rastrera.*	Nopal rastrero	10.00	12.50	0.36	5.10	1.01	2.00	2.82	4.19
13	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche	7.00	8.75	0.25	5.40	1.07	2.00	2.82	4.14
14	*Aloysia sp.*	s/n	5.00	6.25	0.18	10.80	2.15	1.00	1.41	3.74
15	*Ephedra compacta*	Sanguinaria	25.00	31.25	0.91	2.50	0.50	1.00	1.41	2.81
16	*Baccharis sp.*	Escobilla	18.00	22.50	0.65	3.60	0.72	1.00	1.41	2.78
17	*Baccharis salicifolia*	Batamote	10.00	12.50	0.36	5.00	0.99	1.00	1.41	2.76
18	*Montanoa leucantha*	Talacao	3.00	3.75	0.11	2.10	0.42	1.00	1.41	1.93
19	*Gymnosperma glutinosum*	Tatalencho	5.00	6.25	0.18	1.00	0.20	1.00	1.41	1.79
20	*Agave durangensis*	Maguey cenizo	4.00	5.00	0.14	1.00	0.20	1.00	1.41	1.75
21	*Brickellia sp.*	Peistó	2.00	2.50	0.07	0.80	0.16	1.00	1.41	1.64
22	*Mammillaria heyderi subsp. heyderi*	Biznaga lechosa	1.00	1.25	0.04	0.10	0.02	1.00	1.41	1.46

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
Total			**2762**	**3452.50**	**100.00**	**502.98**	**100.00**	**71.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Estrato herbáceo

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

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

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Cynodon dactylon*	Gallitos	12100.00	75625.00	73.21	1639.50	68.09	8.00	13.79	155.09
2	*Muhlenbergia phleoides*	Zacate lobero	1874.00	11712.50	11.34	298.85	12.41	7.00	12.07	35.82
3	*Bouteloua gracilis*	Navajita	1160.00	7250.00	7.02	226.00	9.39	6.00	10.34	26.75
4	*Loeselia coerulea*	Jarrito	361.00	2256.25	2.18	51.40	2.13	5.00	8.62	12.94
5	*Clematis drummondii*	Barba de viejo	67.00	418.75	0.41	26.60	1.10	6.00	10.34	11.85
6	*Hedosyne ambrosiifolia*	s/n	70.00	437.50	0.42	7.00	0.29	4.00	6.90	7.61
7	*Senna durangensis*	Durango senna	34.00	212.50	0.21	4.70	0.20	4.00	6.90	7.30
8	*Gomphrena serrata*	Cabezona	280.00	1750.00	1.69	28.00	1.16	2.00	3.45	6.31
9	*Agrostis sp.*	s/n	150.00	937.50	0.91	60.00	2.49	1.00	1.72	5.12
10	*Adenophyllum cancellatum*	Cimpasúchil	40.00	250.00	0.24	6.75	0.28	2.00	3.45	3.97
11	*Sphaeralcea angustifolia*	Hierba del negro	14.00	87.50	0.08	2.00	0.08	2.00	3.45	3.62
12	*Reseda lutea*	Gualda	7.00	43.75	0.04	2.60	0.11	2.00	3.45	3.60
13	*Bouteloua curtipendula*	Banderilla	71.00	443.75	0.43	10.65	0.44	1.00	1.72	2.60
14	*Dyssodia papposa*	Flamenquilla	80.00	500.00	0.48	8.00	0.33	1.00	1.72	2.54
15	*Munroa pulchella*	Pasto borreguero	80.00	500.00	0.48	8.00	0.33	1.00	1.72	2.54
16	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	70.00	437.50	0.42	7.00	0.29	1.00	1.72	2.44
17	*Solanum rostratum*	Mala mujer	25.00	156.25	0.15	10.00	0.42	1.00	1.72	2.29
18	*Brassica rapa*	Nabo de campo	28.00	175.00	0.17	8.40	0.35	1.00	1.72	2.24
19	*Aphanostephus ramosissimus var. humilis*	Manzanilla cimarrona	8.00	50.00	0.05	0.80	0.03	1.00	1.72	1.81
20	*Solanum elaeagnifolium*	Trompillo	6.00	37.50	0.04	0.60	0.02	1.00	1.72	1.79
21	*Argemone mexicana*	Chicalote amarillo	3.00	18.75	0.02	0.90	0.04	1.00	1.72	1.78

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
Total			**16528**	**103300.00**	**100.00**	**2407.75**	**100.00**	**58.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

En el estrato arbóreo se evidencia la dominancia de la especie que le da el nombre a este tipo de vegetación, el mezquite (*Neltuma laevigata*), seguido por *Vachellia schaffneri y Opuntia streptacantha*, todas especies características de dicho ecosistema, lo que puede indicar un adecuado comportamiento en los elementos que lo componen. En el estrato arbustivo destaca *Tillandsia recurvata*, una planta epífita que gusta de crecer en especies como el mezquite y que llega a cubrir una gran superficie de este, su abundancia se debe a la presencia de este árbol hospedero. Por su parte, el estrato herbáceo presenta una notable dominancia de *Cynodon dactylon*, un pasto invasor originario de África, lo que podría sugerir que este estrato ha sido perturbado y se encuentra en un proceso de sucesión.

Vegetación riparia (VR)

Estrato arbóreo

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

Tabla 4. 43. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en la VR del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Taxodium distichum var. mexicanum*	Ahuehuete	22.00	220.00	34.38	31.30	24.70	1.00	12.50	71.58
2	*Populus sp.*	Álamo	9.00	90.00	14.06	34.00	26.84	1.00	12.50	53.40
3	*Salix nigra*	Sauce negro	8.00	80.00	12.50	23.00	18.15	1.00	12.50	43.15
4	*Vauquelinia corymbosa*	Palo prieto	5.00	50.00	7.81	18.60	14.68	1.00	12.50	34.99
5	*Eysenhardtia polystachya*	Palo azul	11.00	110.00	17.19	4.40	3.47	1.00	12.50	33.16
6	*Forestiera durangensis*	Palo blanco	4.00	40.00	6.25	8.30	6.55	1.00	12.50	25.30
7	*Neltuma laevigata*	Mezquite blanco	3.00	30.00	4.69	6.00	4.74	1.00	12.50	21.92
8	*Vachellia schaffneri*	Huizache chino	2.00	20.00	3.13	1.10	0.87	1.00	12.50	16.49
Total			**64**	**640.00**	**100.00**	**126.70**	**100.00**	**8.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbustivo del tipo de vegetación VR del SA.

Tabla 4. 44. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbustivo presente en el VR del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	78.00	780.00	56.12	25.10	42.40	1.00	9.09	107.60
2	*Baccharis salicifolia*	Batamote	12.00	120.00	8.63	14.00	23.65	1.00	9.09	41.37
3	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	18.00	180.00	12.95	2.70	4.56	1.00	9.09	26.60
4	*Salvia sp.*	Salvia	6.00	60.00	4.32	3.30	5.57	1.00	9.09	18.98
5	*Condalia microphylla*	Piquillín	8.00	80.00	5.76	2.40	4.05	1.00	9.09	18.90
6	*Montanoa leucantha*	Talacao	4.00	40.00	2.88	4.00	6.76	1.00	9.09	18.73
7	*Baccharis sp.*	Escobillas	3.00	30.00	2.16	4.30	7.26	1.00	9.09	18.51
8	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	6.00	60.00	4.32	1.80	3.04	1.00	9.09	16.45
9	*Nicotiana glauca*	Tabaquillo sudamericano	2.00	20.00	1.44	0.60	1.01	1.00	9.09	11.54
10	*Buddleja scordioides*	Escobilla	1.00	10.00	0.72	0.50	0.84	1.00	9.09	10.65
11	*Bursera fagaroides*	Torote	1.00	10.00	0.72	0.50	0.84	1.00	9.09	10.65
Total			**139**	**1390.00**	**100.00**	**59.20**	**100.00**	**11.00**	**100.00**	**300.00**

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

Estrato herbáceo

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

Tabla 4. 45. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato herbáceo presente en el VR del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Muhlenbergia phleoides*	Zacate lobero	350.00	17500.00	83.14	52.50	86.78	1.00	33.33	203.25
2	*Nasturtium officinale*	Berro blanco	70.00	3500.00	16.63	7.00	11.57	1.00	33.33	61.53
3	*Clematis drummondii*	Barba de viejo	1.00	50.00	0.24	1.00	1.65	1.00	33.33	35.22
Total			**421**	**21050.00**	**100.00**	**60.50**	**100.00**	**3.00**	**100.00**	**300.00**

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

Las especies que presentan la mayor abundancia y dominancia son *Muhlenbergia phleoides*, *Calliandra eriophylla* y *Taxodium distichum* var. *mexicanum* en los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo respectivamente. Cada uno de estos taxones representan a elementos característicos de este tipo de vegetación. El peso ecológico principal conforme al IVI lo encabezan estas mismas especies, lo que sugiere una estructura y composición estable en la vegetación, pues en los tres estratos destacan especies típicas de este ecosistema con altos valores de importancia ecológica.

Bosque de encino (BQ)

Estrato arbóreo

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

Tabla 4. 46. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el BQ del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Rhus virens*	Capulín	48.00	320.00	41.38	69.60	35.37	1.00	6.67	83.42
2	*Quercus grisea*	Encino gris	24.00	160.00	20.69	69.10	35.12	3.00	20.00	75.81
3	*Forestiera durangensis*	Palo blanco	14.00	93.33	12.07	24.60	12.50	2.00	13.33	37.91
4	*Juniperus deppeana*	Sabino	15.00	100.00	12.93	20.10	10.22	2.00	13.33	36.48
5	*Vachellia schaffneri*	Huizache chino	5.00	33.33	4.31	6.40	3.25	3.00	20.00	27.56
6	*Yucca decipiens*	Palma china	6.00	40.00	5.17	4.20	2.13	2.00	13.33	20.64
7	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	4.00	26.67	3.45	2.75	1.40	2.00	13.33	18.18
Total			**116**	**773.33**	**100.00**	**196.75**	**100.00**	**15.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I. en el estrato arbustivo del tipo de vegetación BQ del SA.

Tabla 4. 47. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbustivo presente en el BQ del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Montanoa leucantha*	Talacao	136.00	906.67	34.69	157.10	56.15	2.00	8.00	98.84
2	*Salvia sp.*	Salvia	113.00	753.33	28.83	69.30	24.77	2.00	8.00	61.59
3	*Agave durangensis*	Maguey cenizo	34.00	226.67	8.67	14.25	5.09	2.00	8.00	21.77
4	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	14.00	93.33	3.57	6.80	2.43	2.00	8.00	14.00
5	*Dalea sp.*	Escobillas	25.00	166.67	6.38	3.75	1.34	1.00	4.00	11.72
6	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	7.00	46.67	1.79	2.40	0.86	2.00	8.00	10.64
7	*Salvia greggii*	Mirto rosa	10.00	66.67	2.55	5.00	1.79	1.00	4.00	8.34
8	*Koeberlinia spinosa*	Junco	8.00	53.33	2.04	4.80	1.72	1.00	4.00	7.76
9	*Gymnosperma glutinosum*	Tatalencho	11.00	73.33	2.81	2.50	0.89	1.00	4.00	7.70

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
10	*Cercocarpus montanus*	Caoba de montaña	7.00	46.67	1.79	5.20	1.86	1.00	4.00	7.64
11	*Dalea bicolor*	Engordacabra	6.00	40.00	1.53	1.80	0.64	1.00	4.00	6.17
12	*Brickellia sp.*	Peistó	4.00	26.67	1.02	1.60	0.57	1.00	4.00	5.59
13	*Purshia plicata*	Rosa silvestre	4.00	26.67	1.02	0.80	0.29	1.00	4.00	5.31
14	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	3.00	20.00	0.77	1.20	0.43	1.00	4.00	5.19
15	*Brickellia laciniata*	s/n	3.00	20.00	0.77	0.60	0.21	1.00	4.00	4.98
16	*Nolina juncea*	Zacate cortador	2.00	13.33	0.51	1.00	0.36	1.00	4.00	4.87
17	*Chrysactinia mexicana*	Hierba de San Nicolás	2.00	13.33	0.51	0.60	0.21	1.00	4.00	4.72
18	*Dasylirion wheeleri*	Sotol de desierto	1.00	6.67	0.26	0.70	0.25	1.00	4.00	4.51
19	*Condalia microphylla*	Piquillín	1.00	6.67	0.26	0.30	0.11	1.00	4.00	4.36
20	*Mammillaria heyderi subsp. heyderi*	Biznaga lechosa	1.00	6.67	0.26	0.10	0.04	1.00	4.00	4.29
Total			**392**	**2613.33**	**100.00**	**279.80**	**100.00**	**25.00**	**100.00**	**300.00**

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

Estrato herbáceo

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

Tabla 4. 48. 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^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Melinis repens*	Pasto rosado	250.00	8333.33	27.03	75.00	26.57	1.00	6.67	60.27
2	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	120.00	4000.00	12.97	60.00	21.26	1.00	6.67	40.90
3	*Bouteloua gracilis*	Navajita	120.00	4000.00	12.97	36.00	12.75	1.00	6.67	32.39
4	*Stevia serrata*	Burrillo	55.00	1833.33	5.95	17.00	6.02	2.00	13.33	25.30
5	*Stevia salicifolia*	Chacal	35.00	1166.67	3.78	14.00	4.96	2.00	13.33	22.08
6	*Muhlenbergia sp.*	Pastos Amacollados	35.00	1166.67	3.78	28.00	9.92	1.00	6.67	20.37
7	*Muhlenbergia phleoides*	Zacate lobero	70.00	2333.33	7.57	10.50	3.72	1.00	6.67	17.95
8	*Aristida adscensionis*	Zacate tres barbas	35.00	1166.67	3.78	14.00	4.96	1.00	6.67	15.41
9	*Dyssodia papposa*	Flamenquilla	45.00	1500.00	4.86	6.75	2.39	1.00	6.67	13.92
10	*Loeselia coerulea*	Jarrito	50.00	1666.67	5.41	5.00	1.77	1.00	6.67	13.84
11	*Tagetes lunulata*	Cinco llagas	40.00	1333.33	4.32	6.00	2.13	1.00	6.67	13.12
12	*Tillandsia recurvata*	Gallinitas	40.00	1333.33	4.32	4.00	1.42	1.00	6.67	12.41
13	*Cheilanthes bonariensis*	Helecho	30.00	1000.00	3.24	6.00	2.13	1.00	6.67	12.04

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
Total			**925**	**30833.33**	**100.00**	**282.25**	**100.00**	**15.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

En el estrato arbóreo *Quercus grisea* se presentó con mayor frecuencia en los sitios de muestreo, por su parte *Rhus virens* destacó por su valor de importancia. En los estratos inferiores *Montanoa luecantha* sobresale por encima de las especies arborescentes con un mayor valor de importancia, al igual que *Melinis repens*, un pasto invasor de origen africano reconocido por desplazar especies nativas. La presencia de elementos típicos de este ecosistema, así como de algunos invasores, nos indica un estado regular en la estructura y composición, sugiriendo que se encuentra en un estado secundario.

Bosque de táscate (BT)

Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbóreo del BT del SA.

Tabla 4. 49. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el BT del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Juniperus deppeana*	Sabino	52.00	346.67	29.71	117.10	35.16	3.00	27.27	92.15
2	*Rhus virens*	Capulín	56.00	373.33	32.00	78.50	23.57	2.00	18.18	73.75
3	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	39.00	260.00	22.29	102.75	30.85	1.00	9.09	62.23
4	*Forestiera durangensis*	Palo blanco	22.00	146.67	12.57	25.10	7.54	3.00	27.27	47.38
5	*Pinus cembroides*	Pino piñonero	5.00	33.33	2.86	8.60	2.58	1.00	9.09	14.53
6	*Vachellia schaffneri*	Huizache chino	1.00	6.67	0.57	1.00	0.30	1.00	9.09	9.96
Total			**175**	**1166.67**	**100.00**	**333.05**	**100.00**	**11.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbustivo del tipo del BT del SA.

Tabla 4. 50. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbustivo presente en el BT del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Salvia sp.*	Salvia	94.00	626.67	24.35	77.50	41.90	2.00	7.69	73.94
2	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	105.00	700.00	27.20	24.40	13.19	2.00	7.69	48.08

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
3	*Condalia microphylla*	Piquillín	68.00	453.33	17.62	16.20	8.76	1.00	3.85	30.22
4	*Salvia greggii*	Mirto rosa	31.00	206.67	8.03	14.20	7.68	2.00	7.69	23.40
5	*Rhus microphylla*	Agrillo	14.00	93.33	3.63	15.90	8.60	1.00	3.85	16.07
6	*Purshia plicata*	Rosa silvestre	14.00	93.33	3.63	8.65	4.68	2.00	7.69	16.00
7	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	16.00	106.67	4.15	6.80	3.68	1.00	3.85	11.67
8	*Condalia ericoides*	Abrojo	2.00	13.33	0.52	2.70	1.46	2.00	7.69	9.67
9	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	6.00	40.00	1.55	3.60	1.95	1.00	3.85	7.35
10	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	6.00	40.00	1.55	3.60	1.95	1.00	3.85	7.35
11	*Brickellia sp.*	Peistó	5.00	33.33	1.30	3.00	1.62	1.00	3.85	6.76
12	*Gymnosperma glutinosum*	Tatalencho	6.00	40.00	1.55	2.40	1.30	1.00	3.85	6.70
13	*Agave durangensis*	Maguey cenizo	5.00	33.33	1.30	1.40	0.76	1.00	3.85	5.90
14	*Dalea bicolor*	Engordacabra	4.00	26.67	1.04	1.20	0.65	1.00	3.85	5.53
15	*Brickellia laciniata*	s/n	2.00	13.33	0.52	0.60	0.32	1.00	3.85	4.69
16	*Phoradendron sp.*	Muerdago	2.00	13.33	0.52	0.60	0.32	1.00	3.85	4.69
17	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche	1.00	6.67	0.26	1.00	0.54	1.00	3.85	4.65
18	*Bursera fagaroides*	Torote	2.00	13.33	0.52	0.40	0.22	1.00	3.85	4.58
19	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	1.00	6.67	0.26	0.60	0.32	1.00	3.85	4.43
20	*Mammillaria heyderi subsp. heyderi*	Biznaga lechosa	1.00	6.67	0.26	0.15	0.08	1.00	3.85	4.19
21	*Coryphantha compacta*	Biznaga partida compacta	1.00	6.67	0.26	0.08	0.04	1.00	3.85	4.15
Total			**386**	**2573.33**	**100.00**	**184.98**	**100.00**	**26.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Estrato herbáceo

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

Tabla 4. 51. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato herbáceo presente en el BT del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Muhlenbergia phleoides*	Zacate lobero	440.00	14666.67	34.84	88.00	31.78	2.00	15.38	82.00
2	*Aristida adscensionis*	Zacate tres barbas	230.00	7666.67	18.21	69.00	24.92	1.00	7.69	50.82
3	*Dyssodia papposa*	Flamenquilla	280.00	9333.33	22.17	28.00	10.11	2.00	15.38	47.67
4	*Bothriochloa barbinodis*	Popotillo plateado	165.00	5500.00	13.06	45.00	16.25	2.00	15.38	44.70
5	*Stipa eminens*	Agujilla grande	35.00	1166.67	2.77	28.00	10.11	1.00	7.69	20.58
6	*Loeselia coerulea*	Jarrito	60.00	2000.00	4.75	6.00	2.17	1.00	7.69	14.61
7	*Bouteloua gracilis*	Navajita	25.00	833.33	1.98	7.50	2.71	1.00	7.69	12.38
8	*Stevia serrata*	Burrillo	18.00	600.00	1.43	3.60	1.30	1.00	7.69	10.42

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
9	*Hemionitis sinuata*	Doradilla ondulada	6.00	200.00	0.48	1.20	0.43	1.00	7.69	8.60
10	*Acourtia wislizeni*	s/n	4.00	133.33	0.32	0.60	0.22	1.00	7.69	8.23
Total			**1263**	**42100.00**	**100.00**	**276.90**	**100.00**	**13.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

En el estrato arbóreo, *Juniperus deppeana* presenta el mayor valor de importancia. Es frecuente que, en el SA, en este tipo de vegetación se encuentren elementos del PN y BQ aledaños, formando ecotonías. En el estrato arbustivo destaca *Salvia* sp. con un valor de importancia muy elevado en contraste con las demás especies. Por su parte, el estrato más bajo se ve dominado por las gramíneas *Muhlenbergia phleoides* y *Aristidia adsencionis*, especies que se ven favorecidas por la perturbación, lo cual nos puede indicar que esta comunidad se encuentra en un estado de vegetación secundaria.

Matorral crasicaule (MC)

Estrato arbóreo

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

Tabla 4. 52. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el MC del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	260.00	1300.00	70.84	224.60	56.14	4.00	20.00	146.98
2	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	21.00	105.00	5.72	45.60	11.40	4.00	20.00	37.12
3	*Forestiera durangensis*	Palo blanco	25.00	125.00	6.81	48.70	12.17	2.00	10.00	28.98
4	*Rhus Microphylla*	Agrillo	19.00	95.00	5.18	25.30	6.32	2.00	10.00	21.50
5	*Tecoma stans*	Tronadora	24.00	120.00	6.54	13.50	3.37	2.00	10.00	19.91
6	*Neltuma laevigata*	Mezquite blanco	3.00	15.00	0.82	11.50	2.87	2.00	10.00	13.69
7	*Rhus virens*	Capulín	4.00	20.00	1.09	6.00	1.50	2.00	10.00	12.59
8	*Vachellia schaffneri*	Huizache chino	6.00	30.00	1.63	17.20	4.30	1.00	5.00	10.93
9	*Juniperus deppeana*	Sabino	5.00	25.00	1.36	7.70	1.92	1.00	5.00	8.29
Total			**367**	**1835.00**	**100.00**	**400.10**	**100.00**	**20.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Estrato arbustivo

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

Tabla 4. 53. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbustivo presente en el MC del SA

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	29.00	145.00	21.80	10.50	17.57	2.00	9.09	48.47
2	*Gymnosperma glutinosum*	Tatalencho	25.00	125.00	18.80	4.85	8.12	1.00	4.55	31.46
3	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	18.00	90.00	13.53	3.90	6.53	2.00	9.09	29.15
4	*Salvia sp.*	Salvia	7.00	35.00	5.26	7.40	12.38	1.00	4.55	22.19
5	*Trixis angustifolia*	Hierba del aire	9.00	45.00	6.77	3.40	5.69	2.00	9.09	21.55
6	*Condalia ericoides*	Abrojo	7.00	35.00	5.26	5.80	9.71	1.00	4.55	19.52
7	*Agave durangensis*	Maguey cenizo	7.00	35.00	5.26	4.40	7.36	1.00	4.55	17.17
8	*Condalia microphylla*	Piquillín	8.00	40.00	6.02	2.40	4.02	1.00	4.55	14.58
9	*Montanoa leucantha*	Talacao	3.00	15.00	2.26	3.20	5.36	1.00	4.55	12.16
10	*Opuntia rastrera.*	Nopal rastrero	4.00	20.00	3.01	2.40	4.02	1.00	4.55	11.57
11	*Forestiera durangensis*	Palo blanco	1.00	5.00	0.75	2.70	4.52	1.00	4.55	9.82
12	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche	2.00	10.00	1.50	2.00	3.35	1.00	4.55	9.40
13	*Tillandsia recurvata*	Gallinitas	5.00	25.00	3.76	0.50	0.84	1.00	4.55	9.14
14	*Celtis sp.*	Palo blanco	1.00	5.00	0.75	2.00	3.35	1.00	4.55	8.64
15	*Ipomoea sp.*	Campanilla	1.00	5.00	0.75	2.00	3.35	1.00	4.55	8.64
16	*Ephedra aspera*	Canutillo	2.00	10.00	1.50	0.60	1.00	1.00	4.55	7.05
17	*Jatropha dioica*	Sangre de drago	2.00	10.00	1.50	0.60	1.00	1.00	4.55	7.05
18	*Dalea bicolor*	Engordacabra	1.00	5.00	0.75	0.60	1.00	1.00	4.55	6.30
19	*Bursera fagaroides*	Torote	1.00	5.00	0.75	0.50	0.84	1.00	4.55	6.13
Total			**133**	**665.00**	**100.00**	**59.75**	**100.00**	**22.00**	**100.00**	**300.00**

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

Estrato herbáceo

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

Tabla 4. 54. 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^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Allionia choisyi*	Hierba de la hormiga	7.00	175.00	0.25	0.70	0.12	1.00	5.88	6.26
2	*Argemone mexicana*	Chicalote amarillo	8.00	200.00	0.29	1.60	0.28	1.00	5.88	6.45
3	*Aristida adscensionis*	Zacate tres barbas	70.00	1750.00	2.51	28.00	4.92	1.00	5.88	13.32
4	*Bidens pilosa*	Aceitilla	28.00	700.00	1.01	5.60	0.98	1.00	5.88	7.87
5	*Bouteloua gracilis*	Navajita	140.00	3500.00	5.03	42.00	7.39	1.00	5.88	18.29
6	*Cheilanthes bonariensis*	Helecho	60.00	1500.00	2.15	14.00	2.46	1.00	5.88	10.50
7	*Clematis drummondii*	Barba de viejo	30.00	750.00	1.08	12.00	2.11	2.00	11.76	14.95
8	*Cynodon dactylon*	Gallitos	760.00	19000.00	27.29	76.00	13.36	2.00	11.76	52.42

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
9	*Dyssodia papposa*	Flamenquilla	170.00	4250.00	6.10	17.00	2.99	1.00	5.88	14.98
10	*Loeselia coerulea*	Jarrito	40.00	1000.00	1.44	4.00	0.70	1.00	5.88	8.02
11	*Melinis repens*	Pasto rosado	980.00	24500.00	35.19	294.00	51.70	2.00	11.76	98.65
12	*Muhlenbergia phleoides*	Zacate lobero	480.00	12000.00	17.24	72.00	12.66	2.00	11.76	41.66
13	*Senna durangensis*	s/n	12.00	300.00	0.43	1.80	0.32	1.00	5.88	6.63
Total			**2785**	**69625.00**	**100.00**	**568.70**	**100.00**	**17.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Mimosa aculeaticarpa presenta un índice de importancia notablemente superior en el estrato arbóreo, siendo casi 4 veces mayor que el de *Opuntia streptacantha*, la segunda especie en la lista. En el estrato arbustivo destacan *Calliandra eriophylla*, *Gymnosperma glutinosum* y *Brickellia veronicifolia* con los más elevados índices de importancia. En el estrato herbáceo, las especies con IVI más alto son *Allionia choisyi*, *Argemone mexicana* y *Aristidia adsensionis*, todas ellas pioneras en sucesiones ecológicas, lo que sugiere que la vegetación se encuentra en un estado de vegetación secundaria.

Vegetación secundaria (Vs)

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

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

A continuación, se presenta el resultado del cálculo de diversidad en el SA; para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de cada tipo de vegetación.

Índice de diversidad en el tipo de vegetación Matorral xerófilo en el SA

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

Tabla 4. 55. 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)	6	Riqueza (S)	51	Riqueza (S)	48
H Calculada	1.02	H Calculada	2.22	H Calculada	3.23
H max = Ln S	1.79	H max = Ln S	3.93	H max = Ln S	3.87
Equidad = H/Hmax	0.57	Equidad = H/Hmax	0.56	Equidad = H/Hmax	0.83

De acuerdo con el índice de diversidad de Shannon obtenido de la vegetación de MKX, el estrato arbóreo presenta la riqueza y diversidad más baja, así como una equitatividad media; el arbustivo posee la riqueza más alta, diversidad y equitatividad medias; por su parte, el herbáceo tiene una riqueza casi igual al arbustivo, diversidad y equitatividad altas. Es probable que la diversidad baja del estrato arbóreo se deba a que los muestreos se realizaron durante el estiaje, temporada donde algunos árboles pierden sus hojas y se complica la labor de su correcta identificación. El estrato herbáceo presenta una mayor equitatividad, lo que denota que las especies comparten valores de abundancia similares. Se puede concluir que el MKX en el SA posee una diversidad media.

Índice de diversidad de la Vegetación riparia en el SA

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

Tabla 4. 56. Índice de diversidad de las especies por estrato de la VR presente en el SA

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	**Valor**	**Parámetro**	**Valor**	**Parámetro**	**Valor**
Riqueza (S)	8	Riqueza (S)	11	Riqueza (S)	3
H Calculada	1.83	H Calculada	1.55	H Calculada	0.47
H max = Ln S	2.08	H max = Ln S	2.40	H max = Ln S	1.10
Equidad = H/Hmax	0.88	Equidad = H/Hmax	0.65	Equidad = H/Hmax	0.42

De acuerdo con el índice de diversidad de Shannon obtenido de la vegetación de la VR, el estrato arbóreo posee una diversidad media y una equitatividad alta; el arbustivo presenta la mayor riqueza, diversidad media y equitatividad cercana a la media; finalmente, el herbáceo tiene riqueza y diversidad muy bajas, así como equitatividad un poco debajo de la media. Estos resultados son propios de la vegetación riparia, debido a las condiciones en las que se desarrolla. Se puede concluir que este tipo de vegetación es poco diverso.

Índice de diversidad en el tipo de vegetación Bosque de encino en el SA

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

Tabla 4. 57. Índice de diversidad de las especies por estrato del BQ presente en el SA

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	**Valor**	**Parámetro**	**Valor**	**Parámetro**	**Valor**
Riqueza (S)	7	Riqueza (S)	20	Riqueza (S)	13

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
H Calculada	1.62	H Calculada	1.98	H Calculada	2.31
H max = Ln S	1.95	H max = Ln S	3.00	H max = Ln S	2.56
Equidad = H/Hmax	0.83	Equidad = H/Hmax	0.66	Equidad = H/Hmax	0.90

Los resultados obtenidos del cálculo del índice de diversidad de Shannon en vegetación del BQ arrojan que el estrato arbóreo posee la menor riqueza, diversidad media y equitatividad alta; el arbustivo presenta la mayor riqueza, diversidad media y equitatividad cercana a la media; por último, el herbáceo tiene diversidad media y equitatividad alta. En conclusión, el BQ cuenta con una diversidad media.

Índice de diversidad en el tipo de vegetación Bosque de táscate en el SA

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

Tabla 4. 58. Índice de diversidad de las especies por estrato del BT presente en el SA

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	6	Riqueza (S)	21	Riqueza (S)	10
H Calculada	1.45	H Calculada	2.10	H Calculada	1.70
H max = Ln S	1.79	H max = Ln S	3.04	H max = Ln S	2.30
Equidad = H/Hmax	0.81	Equidad = H/Hmax	0.69	Equidad = H/Hmax	0.74

De acuerdo con el índice de diversidad de Shannon obtenido de la vegetación de BT, el estrato arbóreo presenta una riqueza baja, diversidad baja y una equitatividad alta; el arbustivo la mayor riqueza, diversidad media y equitatividad un poco encima de la media; por su parte, el herbáceo tiene diversidad media y equitatividad alta. Los bajos valores de diversidad en el estrato arbóreo son propios de este tipo de vegetación, representada en el SA principalmente por *Juniperus deppeana*. A manera de conclusión, el BJ cuenta con una diversidad media.

Índice de diversidad en el tipo de vegetación Matorral crasicaule en el SA

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

Tabla 4. 59. Índice de diversidad de las especies por estrato del MC presente en el SA

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	6	Riqueza (S)	18	Riqueza (S)	13
H Calculada	1.45	H Calculada	2.39	H Calculada	1.73
H max = Ln S	1.79	H max = Ln S	2.89	H max = Ln S	2.56
Equidad = H/Hmax	0.81	Equidad = H/Hmax	0.83	Equidad = H/Hmax	0.68

Los resultados obtenidos del cálculo del índice de diversidad de Shannon en vegetación del MC arrojan que el estrato arbóreo posee la riqueza y diversidad más baja, así como equitatividad alta; el arbustivo presenta la mayor riqueza, diversidad media y equitatividad alta; por último, el herbáceo tiene diversidad media y equitatividad alta. En conclusión, el MC cuenta con una diversidad media.

Índice de diversidad en el tipo de vegetación Pastizal natural en el SA

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

Tabla 4. 60. Índice de diversidad de las especies por estrato del PN presente en el SA

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	5	Riqueza (S)	16	Riqueza (S)	13
H Calculada	1.38	H Calculada	2.10	H Calculada	1.64
H max = Ln S	1.61	H max = Ln S	2.77	H max = Ln S	2.56
Equidad = H/Hmax	0.86	Equidad = H/Hmax	0.76	Equidad = H/Hmax	0.64

De acuerdo con el índice de diversidad de Shannon obtenido de la vegetación de PN, el estrato arbóreo presenta la riqueza y diversidad más baja, así como equitatividad alta; el arbustivo la mayor riqueza, diversidad media y equitatividad alta; por su parte, el herbáceo tiene diversidad media y equitatividad alta. En conclusión, el MC cuenta con una diversidad media.

La interpretación correspondiente de los índices de diversidad utilizados en este estudio para el SA, Área de Influencia y AP para la flora y fauna, se realizó tomando en consideración el criterio tomado por Magurran (1988): los valores resultantes inferiores a 1.5 se consideran como "Diversidad baja", los valores entre 1.6 y 2.5 se consideran como "Diversidad media", y los valores iguales o superiores a 2.6 se consideran como "Diversidad alta". A continuación, se muestra un resumen de cada tipo de vegetación por estrato:

Tabla 4. 61. Resumen del índice de diversidad en los distintos tipos de vegetación dentro del SA

Área	Tipo de vegetación	Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo		Total		Diversidad interpretada por tipo de vegetación
		S	H	S	H	S	H	S	H	
SA	MKX	6	1.02	51	2.22	48	3.23	105	2.16	Media
	VR	8	1.83	11	1.55	3	0.47	22	1.28	Baja
	BQ	7	1.62	20	1.98	13	2.31	40	1.97	Media
	BJ	6	1.45	21	2.1	10	1.7	37	1.75	Media
	MC	6	1.45	18	2.39	13	1.73	37	1.86	Media
	PN	5	1.38	16	2.1	13	1.64	34	1.71	Media

De acuerdo con el criterio de Marrugan (1988), la diversidad promedio de los estratos de todos los tipos de vegetación, a excepción del VR, es media, siendo baja en esta última. Cabe recordar que el número de especies no es sinónimo de diversidad, ya que en está intervienen también la abundancia y equidad entre las especies, por lo que estos resultados no coinciden completamente con los de riqueza. En diferentes tipos de vegetación puede encontrarse la misma cantidad de especies, pero ser muy distintas en términos de dominancia.

IV.3.2.1.4. Descripción y caracterización de la vegetación en el Área de Influencia

IV. 3.2.1.4.1. Tipos de vegetación presentes en el Área de Influencia

De acuerdo con la clasificación más reciente propuesta por INEGI en la información temática de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII (INEGI, 2022), muestra que en el Área de Influencia se distribuye:

- Pastizal inducido
- Pastizal natural
- Vegetación secundaria de pastizal natural

En la Figura 4. 87 se muestra la distribución de la vegetación antes mencionada.

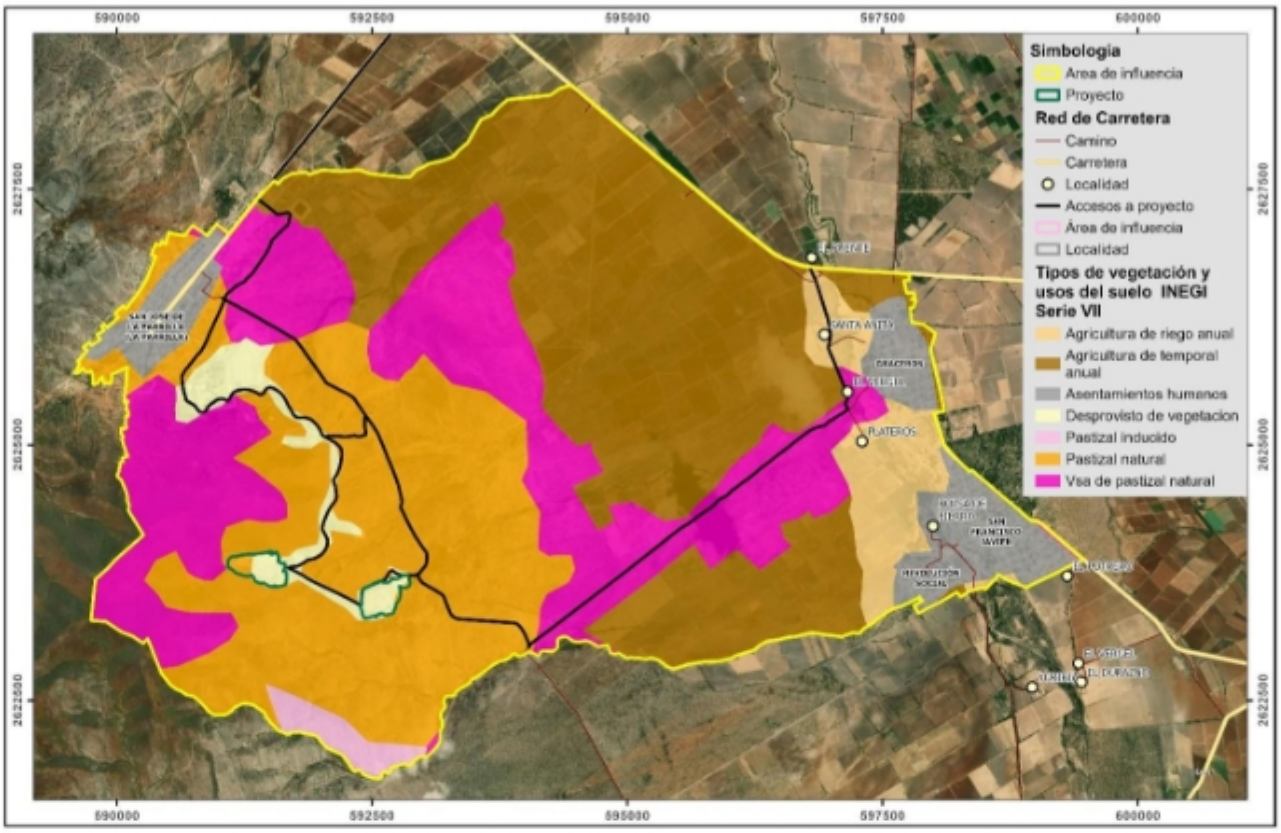

Figura 4. 87. Tipo de vegetación en el AI INEGI Serie VII

Con base en el trabajo de campo realizado en el AI y mediante el tratamiento de la clasificación espectral de la imagen digital, se determinaron los tipos de vegetación presentes y su distribución, siguiendo la clasificación propuesta por INEGI.

En la Figura 4. 88 se observa la distribución de cada una respecto al AI, dentro del polígono se presentan seis tipos de vegetación:

1. Mezquital xerófilo (MKX)
2. Vegetación riparia (VR)
3. Vegetación secundaria de bosque de encino (BQ)
4. Vegetación secundaria de bosque de táscate (BJ)
5. Vegetación secundaria de matorral crasicaule (MC)
6. Vegetación secundaria de pastizal natural (PN)

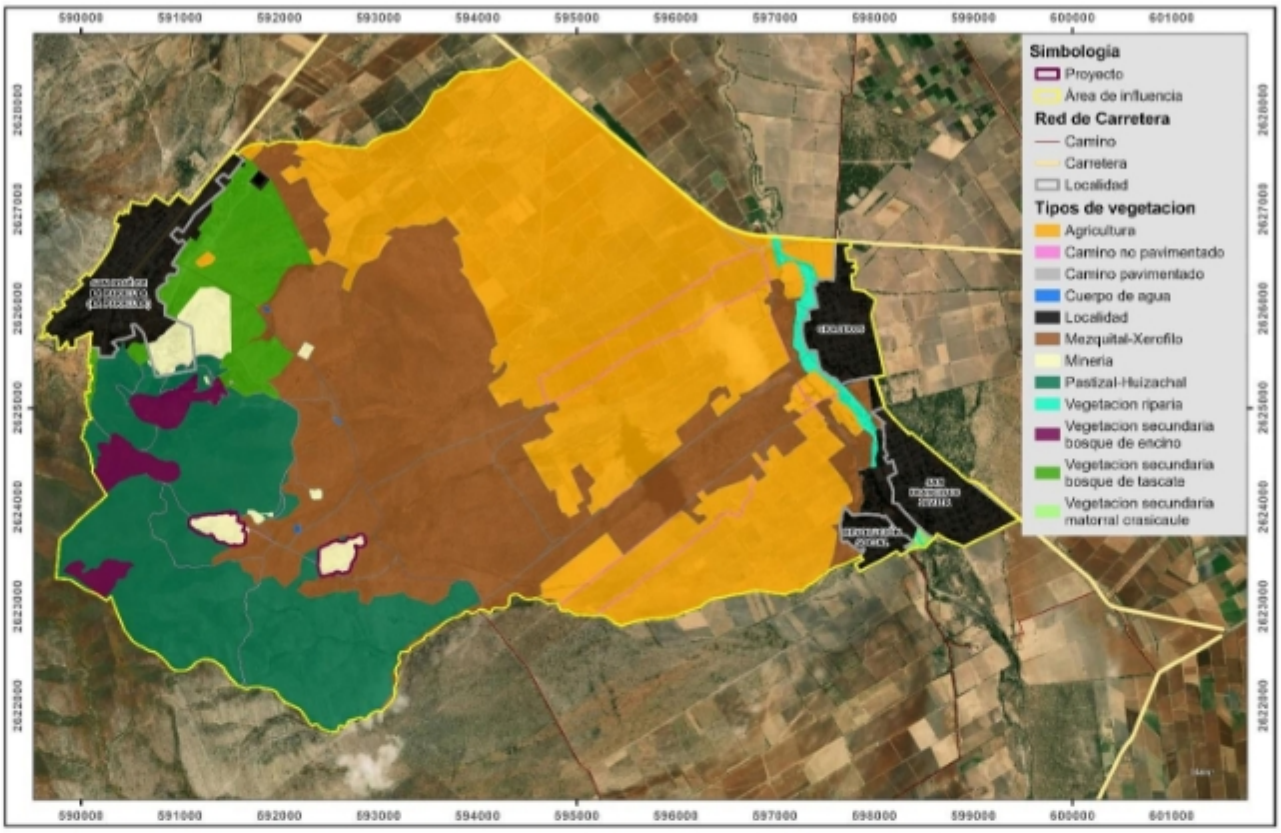

Figura 4. 88. Tipos de vegetación en el AI con base en trabajo de campo y clasificación espectral de la vegetación

En el **Anexo 4.11** Reporte fotográfico de vegetación, se presentan fotografías de áreas con los tipos de vegetación mencionados anteriormente, así mismo fotografías de especies más importantes de cada tipo de vegetación.

En el **Anexo 4.15** se presenta la imagen a detalle de los tipos de vegetación en el AI, mediante la carta temática de Uso de Suelo y Vegetación Series VII (INEGI, 2018).

En el **Anexo 4.16** se presenta la imagen a detalle de los tipos de vegetación en el AI, mediante el trabajo de campo y clasificación espectral de la vegetación.

En la Tabla 4. 62 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. 62. Superficie por tipo de vegetación dentro del AI

No.	Tipo de vegetación	Superficie (ha)
1	Mezquital xerófilo	2220.8979
2	Vegetación secundaria de pastizal natural (Pastizal-Huizachal)	1316.6458
3	Vegetación secundaria de bosque de táscate	987.0239
4	Vegetación secundaria de matorral crasicaule	185.4734

No.	Tipo de vegetación	Superficie (ha)
5	Vegetación secundaria de bosque de encino	177.8132
6	Vegetación riparia	168.287
Total		**5056.1412**

En la Figura 4. 89 se presenta la superficie por tipo de vegetación en porcentaje dentro del Área de Influencia:

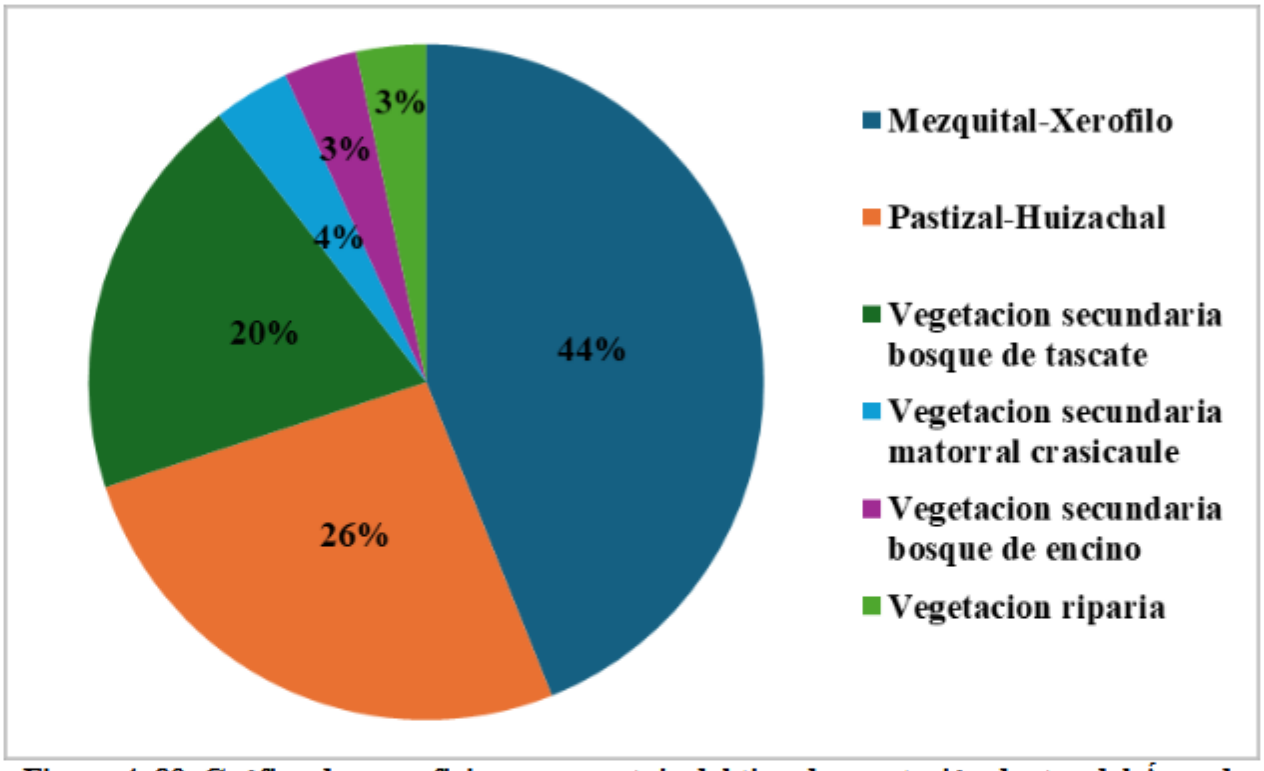

Figura 4. 89. Gráfica de superficie en porcentaje del tipo de vegetación dentro del Área de Influencia

Los tipos de vegetación presentes en el AI son los mismos que se pueden encontrar en el SA, su descripción se puede consultar en el apartado IV.3.2.1.3.1.

IV. 3.2.1.4.2. Sitios de muestreo en el Área de Influencia

Dentro de la superficie con vegetación natural dentro del AI se realizaron un total de 16 muestreos, de acuerdo con el tamaño de la superficie del área a muestrear. La distribución de los muestreos fue estratificada por tipo de vegetación y los muestreos fueron aleatorios a las áreas con presencia de cobertura vegetal, con el fin de analizar de manera fehaciente los tipos de vegetación en el AI.

En la Figura 4. 90 se presenta la distribución de los muestreos realizados en el AI:

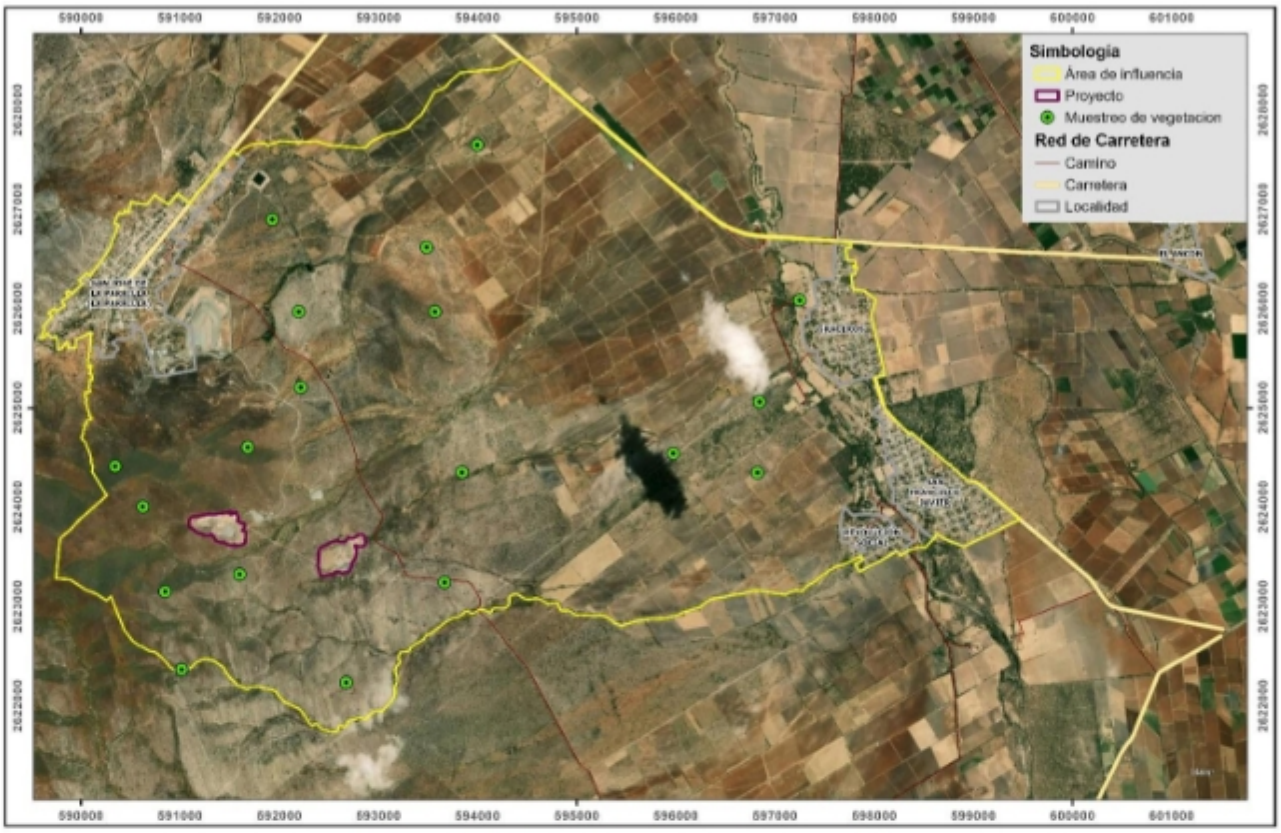

Figura 4. 90. Sitios de muestreo en el AI

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas WGS84 UTM de la ubicación de los sitios de muestreo en el AI:

Tabla 4. 63. Coordenadas de sitios de muestreo en el AI

Datum WGS 84 UTM		
No.	X	Y
1	593997	2627648
2	596204	2629180
3	596844	2625062
4	596824	2624349
5	595976	2624543
6	593487	2626618
7	593570	2625970
8	591930	2626897
9	592196	2625969
10	590346	2624413
11	590625	2624006
12	509453	2625024

Datum WGS 84 UTM		
No.	X	Y
13	591683	2624604
14	593844	2624352
15	593668	2623245
16	590850	2623151
17	592676	2622235
18	591601	2623325
19	591016	2622367
20	592217	2625207
21	597249	2626085
22	589632	2623820
23	588750	2623307

En el **Anexo 4.17** se presenta el plano general de sitios de muestreo del AI.

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

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

La riqueza observada fue de 91 especies de plantas vasculares, la cual alcanza una asíntota definida a partir de los 15 sitios de muestreo.

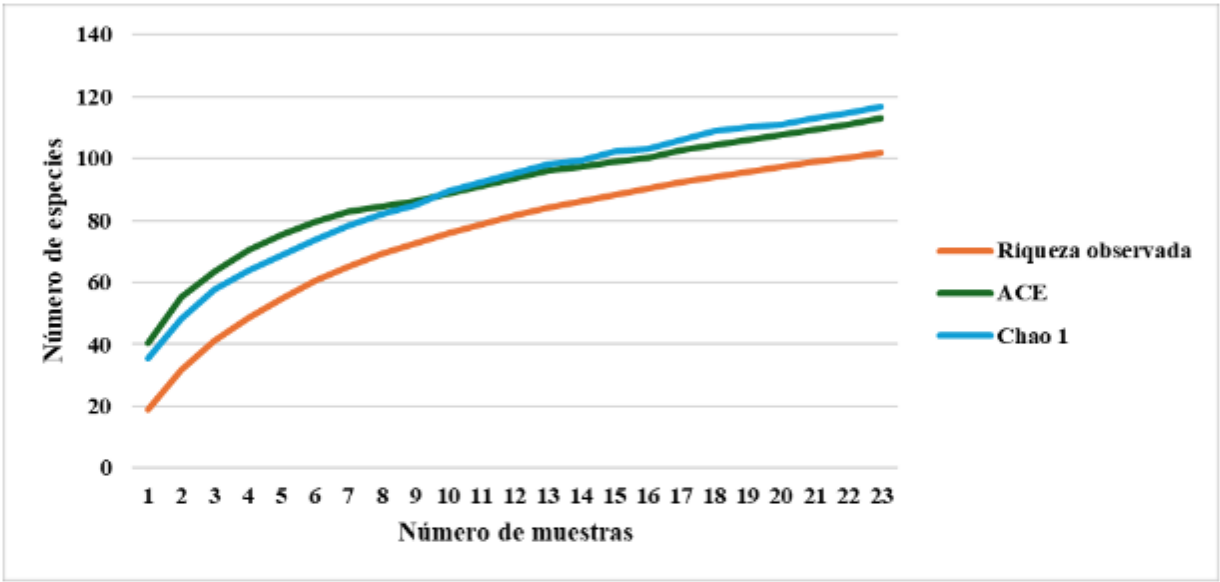

Figura 4. 91. Curva de acumulación de especies observadas y estimadas del AI

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

IV. 3.2.1.4.4. Riqueza florística en el Área de Influencia

Para la identificación de las especies se consultó literatura especializada, así como la plataforma de Trópicos para determinar la posición taxonómica de las especies presentes. Tropicos (2023), es una base de datos taxonómicos mundial basado en el sistema de clasificación vegetal APG IV. En el caso de los nombres comunes, se consultó Naturalista (2023).

La riqueza florística del AI incluye 35 familias y 91 especies de plantas. A continuación, se presenta el listado de especies registradas e identificadas para el Área de Influencia mediante el trabajo de campo:

Tabla 4. 64. Listado florístico del Área de Influencia

No.	Familia	Género	Nombre científico	Autor	Nombre común
1	Amaranthaceae	*Dysphania*	*Dysphania incisa*	(Poir.) ined.	Epazote de zorrillo
2		*Gomphrena*	*Gomphrena serrata*	L.	Cabezona
3	Anacardiaceae	*Rhus*	*Rhus Microphylla*	Engelm.	Agrillo
4			*Rhus Trilobata*	Nutt.	Zumaque
5			*Rhus virens*	Lindh. ex A.Gray	Capulín
6	Apocynaceae	*Funastrum*	*Funastrum heterophyllum*	(Engelm. ex Torr.)	Bejuco de reja
7	Asparagaceae	*Agave*	*Agave durangensis*	Gentry	Maguey cenizo
8			*Agave salmiana*	Otto ex Salm-Dyck	Maguey pulquero
9		*Dasylirion*	*Dasylirion wheeleri*	S.Watson ex Rothr.	Sotol de desierto
10		*Yucca*	*Yucca decipiens*	Trel.	Palma china
11	Asteraceae	*Acourtia*	*Acourtia fruticosa*	(La Llave & Lex.) B.L.Turner	s/n
12			*Acourtia wislizeni*	(A.Gray) Reveal & R.M.King	s/n
13		*Adenophyllum*	*Adenophyllum cancellatum*	(Cass.) Villarreal	Cimpasúchil
14		*Baccharis*	*Baccharis salicifolia*	(Ruiz & Pav.) Pers.	Batamote
15		*Bidens*	*Bidens pilosa*	L.	Aceitilla
16		*Brickellia*	*Brickellia sp.*	Elliott	Peistó, Jara Blanca Y Parientes
17			*Brickellia vernicosa*	B.L.Rob.	s/n
18			*Brickellia veronicifolia*	(Kunth) A.Gray	Peistó
19		*Dyssodia*	*Dyssodia papposa*	(Vent.) Hitchc.	Flamenquilla
20		*Gymnosperma*	*Gymnosperma glutinosum*	(Spreng.) Less.	Tatalencho
21		*Hedosyne*	*Hedosyne ambrosiifolia*	(A.Gray) Strother	s/n
22		*Montanoa*	*Montanoa leucantha*	(Lag.) S.F.Blake	Talacao
23		*Stevia*	*Stevia salicifolia*	Cav.	Chacal
24			*Stevia serrata*	Cav.	Burrillo
25		*Tagetes*	*Tagetes lunulata*	Ortega	Cinco llagas
26		*Thymophylla*	*Thymophylla setifolia*	Lag.	Parraleña
27		*Trixis*	*Trixis angustifolia*	DC.	Hierba del aire
28	Bignoniaceae	*Tecoma*	*Tecoma stans*	Griseb.	Tronadora
29	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	(L.) L.	Gallinitas
30	Burseraceae	*Bursera*	*Bursera fagaroides*	(Knuth) Engl.	Torote
31	Cactaceae	*Coryphantha*	*Coryphantha compacta*	(Engelm.) Orcutt	Biznaga partida compacta
32		*Cylindropuntia*	*Cylindropuntia imbricata*	(Haw.) F.M.Knuth	Cardenche
33		*Mammillaria*	*Mammillaria heyderi*	Muehlenpf.	Biznaga china
34			*Mammillaria lasiacantha*	Engelm.	Biznaga de espinas pubescentes

No.	Familia	Género	Nombre científico	Autor	Nombre común
35		*Opuntia*	*Opuntia megacantha*	Salm-Dyck	Nopal blanco
36		*Sclerocactus*	*Sclerocactus unguispinus*	(Engelm.) N.P.Taylor	s/n
37	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis sp.*	L.	Palo Blanco
38	Chenopodiaceae	*Salsola*	*Salsola tragus*	L.	Cardo ruso
39	Cupressaceae	*Juniperus*	*Juniperus deppeana*	Steud.	Sabino
40	Ephedraceae	*Ephedra*	*Ephedra aspera*	Engelm. ex S.Watson	Canutillo
41			*Ephedra compacta*	Rose	Sanguinaria
42	Euphorbiaceae	*Jatropha*	*Jatropha dioica*	Sessé	Sangre de drago
43	Fabaceae	*Calliandra*	*Calliandra eriophylla*	Benth.	Charrasquillo
44		*Dalea*	*Dalea bicolor*	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Engordacabra
45		*Eysenhardtia*	*Eysenhardtia polystachya*	(Ortega) Sarg.	Palo azul
46		*Hoffmannseggia*	*Hoffmannseggia glauca*	(Ortega) Eifert	Porotillo
47		*Indigofera*	*Indigofera sp.*	L.	Indigo
48		*Mimosa*	*Mimosa aculeaticarpa*	Ortega	Espino
49		*Neltuma*	*Neltuma laevigata*	(Humb. & Bonpl. ex Willd.) Britton & Rose	Mezquite blanco
50		*Senna*	*Senna durangensis*	(Rose) H.S.Irwin & Barneby	Durango senna
51		*Vachellia*	*Vachellia schaffneri*	(S.Watson) Seigler & Ebinger	Huizache chino
52	Fagaceae	*Quercus*	*Quercus grisea*	Liebm.	Encino gris
53			*Quercus microphylla*	Née	Encino enano
54	Fouquieraceae	*Fouquieria*	*Fouquieria splendens*	Engelm.	Ocotillo
55	Garryaceae	*Garrya*	*Garrya wrightii*	Torr.	s/n
56	Lamiaceae	*Salvia*	*Salvia greggii*	A.Gray	Mirto rosa
57			*Salvia sp.*	L.	Salvias o Mirtos
58			*Salvia tiliifolia*	Vahl	Chía cimarrona
59	Malvaceae	*Sphaeralcea*	*Sphaeralcea angustifolia*	(Cav.) G.Don	Hierba del negro
60	Nyctaginaceae	*Allionia*	*Allionia choisyi*	Standl.	Hierba de la hormiga
61	Oleaceae	*Forestiera*	*Forestiera durangensis*	Standl.	Palo blanco
62	Orobanchaceae	*Castilleja*	*Castilleja tenuiflora*	Benth.	Cola de borrego
63	Poaceae	*Aristida*	*Aristida adscensionis*	L.	Zacate tres barbas
64		*Bothriochloa*	*Bothriochloa barbinodis*	(Lag.) Herter	Popotillo plateado
65		*Bouteloua*	*Bouteloua gracilis*	(Kunth) Lag. ex Griffiths	Navajita
66		*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	(L.) Pers.	Gallitos
67		*Eragrostis*	*Eragrostis intermedia*	Hitchc.	Zacate llanero
68		*Erigeron*	*Erigeron sp.*	L.	Chalchuanes
69		*Melinis*	*Melinis repens*	(Willd.) Zizka	Pasto rosado
70		*Muhlenbergia*	*Muhlenbergia phleoides*	(Kunth) P.M.Peterson	Zacate Lobero
71		*Munroa*	*Munroa pulchella*	(Kunth) Amarilla	Pasto borreguero

No.	Familia	Género	Nombre científico	Autor	Nombre común
72		*Setaria*	*Setaria latifolia*	(Scribn.) R.A.W.Herrm.	Cola de zorra
73	Polemoniaceae	*Loeselia*	*Loeselia coerulea*	(Cav.) G.Don	Jarrito
74	Pteridaceae	*Cheilanthes*	*Cheilanthes bonariensis*	(Willd.) Christenh.	Helecho
75			*Cheilanthes sp.*	L.	Helecho labiado
76		*Hemionitis*	*Hemionitis sinuata*	(Lag.) Christenh.	Doradilla ondulada
77		*Pellaea*	*Pellaea cordifolia*	(Sessé & Moc.) A.R.Sm.	Ítamo real
78	Ranunculaceae	*Clematis*	*Clematis drummondii*	Torr. & A.Gray	Barba de viejo
79	Resedaceae	*Reseda*	*Reseda lutea*	L.	Gualda
80	Rhamnaceae	*Condalia*	*Condalia ericoides*	(A.Gray) M.C.Johnst.	Abrojo
81			*Condalia microphylla*	Cav.	Piquillín
82	Rosaceae	*Cercocarpus*	*Cercocarpus montanus*	Raf.	Caoba de montaña
83		*Purshia*	*Purshia plicata*	(D.Don) Henrard	Rosa silvestre
84		*Vauquelinia*	*Vauquelinia corymbosa*	Corrêa ex Bonpl.	Palo prieto
85	Rubiaceae	*Bouvardia*	*Bouvardia ternifolia*	(Cav.) Schltdl.	Trompetilla
86	Salicaceae	*Populus*	*Populus sp.*	L.	Álamo
87		*Salix*	*Salix nigra*	Marshall	Sauce negro
88	Scrophulariaceae	*Buddleja*	*Buddleja scordioides*	Kunth	Escobilla
89	Selaginellaceae	*Selaginella*	*Selaginella sp.*	P.Beauv.	Flor de Peña
90	Solanaceae	*Solanum*	*Solanum elaeagnifolium*	Cav.	Trompillo
91			*Solanum rostratum*	Dunal	Mala mujer

De las familias de plantas presentes en el AI, la mejor representada es Asteraceae con 17 especies, seguida por la familia Poaceae con 10 especies y en tercer lugar se encuentra Fabaceae con 9 especies, respectivamente. Las especies documentadas corresponden a las características del tipo de vegetación.

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

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM-059) establece la protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestre, así como las categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de categoría.

Dentro de los sitios de muestreo realizados en el AI, se logró identificar la presencia de dos especies enlistadas en la NOM-059, a continuación, en la

se presentan dichos taxones:

Tabla 4. 65. Listado florístico de especies catalogadas bajo protección en la Nom-059 del AI

No.	Familia	Especie	Autor	Nombre común	Categoría	Distribución
1	Cactaceae	*Mammillaria lasiacantha*	Engelm.	Biznaga de espinas pubescentes	A	Endémica

No.	Familia	Especie	Autor	Nombre común	Categoría	Distribución
2		*Sclerocactus unguispinus*	(Engelm.) N.P.Taylor	s/n	Pr	Endémica

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

El análisis de los datos ecológicos de la vegetación del Área de Influencia se realizó por tipo de vegetación y por estrato, así mismo se calcularon los siguientes datos de relevancia ecológica: Dominancia Absoluta y Relativa, Densidad Absoluta y Relativa, Frecuencia Absoluta y Relativa. Estos resultados a su vez permitieron obtener el Índice de Valor de Importancia (IVI). El IVI propuesto por Cottam y Curtis (1956), el cual define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura ecológica del ecosistema, con lo que se define cuales especies son las más importantes.

Las fórmulas y parámetros utilizados en la descripción de la estructura de la vegetación del Área de Influencia se presentan en la sección ***IV.3.2.1.2. Metodología.***

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

Mezquital xerófilo (MKX)

Estrato arbóreo

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

Tabla 4. 66. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el MKX del AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Neltuma laevigata*	Mezquite blanco	118.00	262.22	51.30	232.20	59.10	8.00	23.53	133.93
2	*Vachellia schaffneri*	Huizache chino	43.00	95.56	18.70	67.00	17.05	9.00	26.47	62.22
3	*Forestiera durangensis*	Palo blanco	30.00	66.67	13.04	42.15	10.73	5.00	14.71	38.48
4	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	21.00	46.67	9.13	24.45	6.22	5.00	14.71	30.06
5	*Celtis sp.*	Almeces	7.00	15.56	3.04	8.40	2.14	3.00	8.82	14.00
6	*Rhus microphylla*	Agrillo	7.00	15.56	3.04	15.60	3.97	2.00	5.88	12.90
7	*Rhus virens*	Capulín	3.00	6.67	1.30	2.70	0.69	1.00	2.94	4.93
8	*Yucca decipiens*	Palma china	1.00	2.22	0.43	0.40	0.10	1.00	2.94	3.48
Total			**230.00**	**511.11**	**100.00**	**392.90**	**100.00**	**34.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbustivo del tipo de vegetación MKX de la AI.

Tabla 4. 67. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbustivo presente en el MKX del AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	203.00	580.00	22.66	68.10	28.07	3.00	9.09	59.82
2	*Ephedra aspera*	Canutillo	292.00	834.29	32.59	29.80	12.29	1.00	3.03	47.90
3	*Condalia microphylla*	Piquillín	123.00	351.43	13.73	38.80	16.00	4.00	12.12	41.84
4	*Condalia ericoides*	Abrojo	54.00	154.29	6.03	36.90	15.21	4.00	12.12	33.36
5	*Jatropha dioica*	Sangre de drago	62.00	177.14	6.92	22.60	9.32	2.00	6.06	22.30
6	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	18.00	51.43	2.01	13.10	5.40	3.00	9.09	16.50
7	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	13.00	37.14	1.45	4.30	1.77	4.00	12.12	15.34
8	*Ephedra compacta*	Sanguinaria	65.00	185.71	7.25	7.20	2.97	1.00	3.03	13.25
9	*Trixis angustifolia*	Hierba del aire	9.00	25.71	1.00	3.50	1.44	3.00	9.09	11.54
10	*Acourtia wislizeni*	s/n	28.00	80.00	3.13	4.20	1.73	1.00	3.03	7.89
11	*Hoffmannseggia glauca*	Porotillo	8.00	22.86	0.89	4.80	1.98	1.00	3.03	5.90
12	*Purshia plicata*	Rosa silvestre	6.00	17.14	0.67	3.60	1.48	1.00	3.03	5.18
13	*Gymnosperma glutinosum*	Tatalencho	8.00	22.86	0.89	2.00	0.82	1.00	3.03	4.75
14	*Juniperus deppeana*	Sabino	3.00	8.57	0.33	3.00	1.24	1.00	3.03	4.60
15	*Bursera fagaroides*	Torote	2.00	5.71	0.22	0.20	0.08	1.00	3.03	3.34
16	*Agave durangensis*	Maguey cenizo	1.00	2.86	0.11	0.40	0.16	1.00	3.03	3.31
17	*Mammillaria heyderi subsp. Heyderi*	Biznaga lechosa	1.00	2.86	0.11	0.07	0.03	1.00	3.03	3.17
Total			**896.00**	**2560.00**	**100.00**	**242.57**	**100.00**	**33.00**	**100.00**	**300.00**

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

Estrato herbáceo

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

Tabla 4. 68. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato herbáceo presente en el MKX de la AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Cynodon dactylon*	Gallitos	2770.00	34625.00	44.41	428.50	32.24	1.00	2.22	78.88
2	*Muhlenbergia phleoides*	Zacate Lobero	1038.00	12975.00	16.64	185.10	13.93	5.00	11.11	41.68

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
3	*Bouteloua gracilis*	Navajita	965.00	12062.50	15.47	261.50	19.68	1.00	2.22	37.37
4	*Setaria latifolia*	Cola de zorra	720.00	9000.00	11.54	288.00	21.67	1.00	2.22	35.44
5	*Adenophyllum cancellatum*	Cimpasúchil	28.00	350.00	0.45	2.80	0.21	6.00	13.33	13.99
6	*Dysphania incisa*	Epazote de zorrillo	33.00	412.50	0.53	8.70	0.65	5.00	11.11	12.29
7	*Tillandsia recurvata*	Gallinitas	275.00	3437.50	4.41	27.50	2.07	2.00	4.44	10.92
8	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	20.00	250.00	0.32	3.00	0.23	4.00	8.89	9.44
9	*Tagetes lunulata*	Cinco llagas	70.00	875.00	1.12	80.50	6.06	1.00	2.22	9.40
10	*Loeselia coerulea*	Jarrito	120.00	1500.00	1.92	14.00	1.05	2.00	4.44	7.42
11	*Gomphrena serrata*	Cabezona	70.00	875.00	1.12	7.00	0.53	2.00	4.44	6.09
12	*Solanum elaeagnifolium*	Trompillo	34.00	425.00	0.55	5.40	0.41	2.00	4.44	5.40
13	*Acourtia fruticosa*	s/n	6.00	75.00	0.10	1.20	0.09	2.00	4.44	4.63
14	*Cheilanthes sp.*	Helechos labiados	6.00	75.00	0.10	0.90	0.07	2.00	4.44	4.61
15	*Buddleja scordioides*	Escobilla	3.00	37.50	0.05	0.60	0.05	2.00	4.44	4.54
16	*Senna durangensis*	Durango senna	26.00	325.00	0.42	4.55	0.34	1.00	2.22	2.98
17	*Clematis drummondii*	Barba de viejo	11.00	137.50	0.18	2.70	0.20	1.00	2.22	2.60
18	*Sphaeralcea angustifolia*	Hierba del negro	16.00	200.00	0.26	1.60	0.12	1.00	2.22	2.60
19	*Thymophylla setifolia*	Parraleña	12.00	150.00	0.19	1.80	0.14	1.00	2.22	2.55
20	*Brickellia sp.*	Peistó	6.00	75.00	0.10	2.40	0.18	1.00	2.22	2.50
21	*Indigofera sp.*	Indigo	4.00	50.00	0.06	0.80	0.06	1.00	2.22	2.35
22	*Hedosyne ambrosiifolia*	s/n	4.00	50.00	0.06	0.40	0.03	1.00	2.22	2.32
Total			**6237.00**	**77962.50**	**100.00**	**1328.95**	**100.00**	**45.00**	**100.00**	**300.00**

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

En el estrato arbóreo, la especie con mayor peso ecológico fue *Neltuma laevigata*, seguido de *Vachellia schaffneri* y *Forestiera duranguensis*, todas ellas especies características de este tipo de vegetación. En el estrato arbustivo destacan *Calliandra eriophylla*, *Ephedra aspera* y *Condalia microphylla* con los más altos IVI. Finalmente, los pastos representan el grupo que tiene mayor importancia en el estrato herbáceo de este ecosistema. Se puede concluir que se trata de una comunidad vegetal en buen estado.

Vegetación riparia (VR)

Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbóreo del tipo de vegetación VR de la AI.

Tabla 4. 69. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el VR del AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Vachellia schaffneri*	Huizache chino	49.00	326.67	35.51	51.68	18.20	3.00	18.75	72.46
2	*Quercus microphylla*	Encino enano	15.00	100.00	10.87	63.00	22.19	1.00	6.25	39.31
3	*Populus sp.*	Álamo	6.00	40.00	4.35	46.80	16.48	2.00	12.50	33.33
4	*Vauquelinia corymbosa*	Palo prieto	14.00	93.33	10.14	43.56	15.34	1.00	6.25	31.74
5	*Rhus virens*	Capulín	19.00	126.67	13.77	19.90	7.01	1.00	6.25	27.03
6	*Salix nigra*	Sauce negro	6.00	40.00	4.35	23.00	8.10	2.00	12.50	24.95
7	*Neltuma laevigata*	Mezquite	10.00	66.67	7.25	13.50	4.75	2.00	12.50	24.50
8	*Forestiera durangensis*	Palo Blanco	8.00	53.33	5.80	11.90	4.19	1.00	6.25	16.24
9	*Rhus Trilobata*	Zumaque	7.00	46.67	5.07	5.80	2.04	1.00	6.25	13.37
10	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	3.00	20.00	2.17	1.80	0.63	1.00	6.25	9.06
11	*Garrya wrightii*	Garrya	1.00	6.67	0.72	3.00	1.06	1.00	6.25	8.03
Total			**138.00**	**920.00**	**100.00**	**283.94**	**100.00**	**16.00**	**100.00**	**300.00**

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

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbustivo del tipo de vegetación VR de la AI.

Tabla 4. 70. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbustivo presente en el VR del AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Baccharis salicifolia*	Batamote	37.00	246.67	43.02	26.50	42.76	2.00	20.00	105.79
2	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	12.00	80.00	13.95	11.67	18.83	3.00	30.00	62.79
3	*Montanoa leucantha*	Talacao	14.00	93.33	16.28	12.80	20.66	1.00	10.00	46.93
4	*Brickellia sp.*	Peistó	8.00	53.33	9.30	3.20	5.16	1.00	10.00	24.47
5	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	8.00	53.33	9.30	3.20	5.16	1.00	10.00	24.47
6	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	6.00	40.00	6.98	3.60	5.81	1.00	10.00	22.79
7	*Dasylirion wheeleri*	Sotol de desierto	1.00	6.67	1.16	1.00	1.61	1.00	10.00	12.78
Total			**86.00**	**573.33**	**100.00**	**61.97**	**100.00**	**10.00**	**100.00**	**300.00**

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

Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos e I.V.I en el estrato herbáceo del tipo de vegetación VR en la AI.

Tabla 4. 71. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato herbáceo presente en el VR de la AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Cynodon dactylon*	Gallitos	950.00	31666.67	74.92	169.00	70.65	2.00	15.38	160.96
2	*Melinis repens*	Pasto rosado	120.00	4000.00	9.46	24.00	10.03	1.00	7.69	27.19
3	*Reseda lutea*	Gualda	45.00	1500.00	3.55	18.00	7.53	1.00	7.69	18.77
4	*Funastrum heterophyllum*	Bejuco de reja	25.00	833.33	1.97	10.00	4.18	1.00	7.69	13.84
5	*Tillandsia recurvata*	Gallinitas	50.00	1666.67	3.94	5.00	2.09	1.00	7.69	13.73
6	*Cheilanthes bonariensis*	Helecho	26.00	866.67	2.05	3.90	1.63	1.00	7.69	11.37
7	*Bothriochloa barbinodis*	Popotillo plateado	16.00	533.33	1.26	3.20	1.34	1.00	7.69	10.29
8	*Salsola tragus*	Cardo ruso	15.00	500.00	1.18	3.00	1.25	1.00	7.69	10.13
9	*Brickellia vernicosa*	s/n	10.00	333.33	0.79	1.00	0.42	1.00	7.69	8.90
10	*Hedosyne ambrosiifolia*	s/n	6.00	200.00	0.47	0.90	0.38	1.00	7.69	8.54
11	*Solanum rostratum*	Mala mujer	4.00	133.33	0.32	0.80	0.33	1.00	7.69	8.34
12	*Clematis drummondii*	Barba de viejo	1.00	33.33	0.08	0.40	0.17	1.00	7.69	7.94
Total			**1268.00**	**42266.67**	**100.00**	**239.20**	**100.00**	**13.00**	**100.00**	**300.00**

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

La vegetación riparia, también conocida como bosque de galería, en el estrato arbóreo del AI presenta como especie con mayor IVI a *Vachellia schaffneri*, acompañada de *Quercus microphylla* y *Populus* sp., este último un elemento común en este ecosistema. En el estrato arbustivo, *Baccharis salicifolia*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Montanoa leucantha* son las especies con mayor peso ecológico. Por su parte, un par de especies de pastos invasores, *Cynodon dactylon* y *Melinis repens*, dominan el estrato herbáceo. Se concluye que la frecuencia y densidad altas de *V. schaffneri* así como la dominancia de *C. dactylon* y *M. repens* sugieren que esta comunidad se encuentra en regular estado.

Bosque de encino (BQ)

Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbóreo del tipo de vegetación BQ de la AI.

Tabla 4. 72. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el BQ del AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Quercus microphylla*	Encino enano	21.00	105.00	28.38	49.80	34.11	2.00	9.52	72.01
2	*Juniperus deppeana*	Sabino	14.00	70.00	18.92	38.60	26.44	3.00	14.29	59.64
3	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	9.00	45.00	12.16	11.40	7.81	4.00	19.05	39.02
4	*Eysenhardtia polystachya*	Palo azul	10.00	50.00	13.51	7.60	5.21	3.00	14.29	33.00
5	*Vachellia schaffneri*	Huizache chino	7.00	35.00	9.46	14.90	10.21	2.00	9.52	29.19

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
6	*Forestiera durangensis*	Palo blanco	7.00	35.00	9.46	7.00	4.79	3.00	14.29	28.54
7	*Quercus grisea*	Encino gris	2.00	10.00	2.70	11.00	7.53	2.00	9.52	19.76
8	*Yucca decipiens*	Palma china	4.00	20.00	5.41	5.70	3.90	2.00	9.52	18.83
Total			**74.00**	**370.00**	**100.00**	**146.00**	**100.00**	**21.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbustivo del tipo de vegetación BQ de la AI.

Tabla 4. 73. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbustivo presente en el BQ del AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Baccharis salicifolia*	Batamote	37.00	246.67	43.02	26.50	42.76	2.00	20.00	105.79
6	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	12.00	80.00	13.95	11.67	18.83	3.00	30.00	62.79
7	*Montanoa leucantha*	Talacao	14.00	93.33	16.28	12.80	20.66	1.00	10.00	46.93
2	*Brickellia sp.*	Peistó	8.00	53.33	9.30	3.20	5.16	1.00	10.00	24.47
4	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	8.00	53.33	9.30	3.20	5.16	1.00	10.00	24.47
3	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	6.00	40.00	6.98	3.60	5.81	1.00	10.00	22.79
5	*Dasylirion wheeleri*	Sotol de desierto	1.00	6.67	1.16	1.00	1.61	1.00	10.00	12.78
Total			**86.00**	**573.33**	**100.00**	**61.97**	**100.00**	**10.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos e I.V.I en el estrato herbáceo del tipo de vegetación BQ en la Área de Influencia.

Tabla 4. 74. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato herbáceo presente en el BQ de la AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Stevia salicifolia*	Chacal	310.00	7750.00	17.61	162.00	28.53	4.00	19.05	65.19
2	*Melinis repens*	Pasto rosado	430.00	10750.00	24.43	172.00	30.29	1.00	4.76	59.49
3	*Tagetes lunulata*	Cinco llagas	140.00	3500.00	7.95	36.00	6.34	3.00	14.29	28.58
4	*Selaginella sp.*	Flor de Peña	230.00	5750.00	13.07	23.00	4.05	1.00	4.76	21.88
5	*Aristida adscensionis*	Zacate tres barbas	125.00	3125.00	7.10	50.00	8.81	1.00	4.76	20.67
6	*Tillandsia recurvata*	Gallinitas	130.00	3250.00	7.39	13.00	2.29	2.00	9.52	19.20
7	*Bouteloua gracilis*	Navajita	130.00	3250.00	7.39	39.00	6.87	1.00	4.76	19.02
8	*Cheilanthes bonariensis*	Helecho	90.00	2250.00	5.11	24.00	4.23	2.00	9.52	18.86

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
9	*Bothriochloa barbinodis*	Popotillo plateado	65.00	1625.00	3.69	19.50	3.43	1.00	4.76	11.89
10	*Indigofera sp.*	Indigo	28.00	700.00	1.59	8.40	1.48	1.00	4.76	7.83
11	*Cheilanthes sp.*	Helecho labiado	26.00	650.00	1.48	7.80	1.37	1.00	4.76	7.61
12	*Bidens pilosa*	Aceitilla	30.00	750.00	1.70	4.50	0.79	1.00	4.76	7.26
13	*Stevia serrata*	Burrillo	18.00	450.00	1.02	5.40	0.95	1.00	4.76	6.74
14	*Acourtia fruticosa*	s/n	8.00	200.00	0.45	3.20	0.56	1.00	4.76	5.78
Total			**1760.00**	**44000.00**	**100.00**	**567.80**	**100.00**	**21.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

El mayor peso ecológico en el estrato arbóreo lo presentan *Quercus macrophylla*, *Juniperus deppeana* y *Opuntia streptacantha*. En el estrato arbustivo destacan *Baccharis salicifolia*, *Mimosa aculeaticarpa y Montanoa leucantha*. Finalmente, *Stevia salicifolia*, *Melinis repens* y *Tagetes lunulata* tienen mayores valores de IVI. En el AI este ecosistema se presenta como vegetación secundaria.

Bosque de táscate (BT)

Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbóreo del tipo de vegetación BT de la AI.

Tabla 4. 75. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el BJ del AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Juniperus deppeana*	Mezquite blanco	20.00	200.00	45.45	32.20	46.53	2.00	22.22	114.21
2	*Forestiera durangensis*	Huizache chino	11.00	110.00	25.00	21.30	30.78	2.00	22.22	78.00
3	*Vachellia schaffneri*	Rosa silvestre	6.00	60.00	13.64	9.10	13.15	2.00	22.22	49.01
4	*Neltuma laevigata*	Palma china	5.00	50.00	11.36	5.40	7.80	1.00	11.11	30.28
5	*Yucca decipiens*	Sabino	1.00	10.00	2.27	1.00	1.45	1.00	11.11	14.83
6	*Purshia plicata*	Palo blanco	1.00	10.00	2.27	0.20	0.29	1.00	11.11	13.67
Total			**44.00**	**440.00**	**100.00**	**69.20**	**100.00**	**9.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbustivo del tipo de vegetación BT de la AI.

Tabla 4. 76. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbustivo presente en el BT del AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	87.00	870.00	35.80	19.60	20.09	1.00	6.67	62.56
2	*Salvia sp.*	Salvias o Mirtos	53.00	530.00	21.81	24.10	24.71	1.00	6.67	53.18
3	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	32.00	320.00	13.17	17.00	17.43	2.00	13.33	43.93
4	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	21.00	210.00	8.64	6.80	6.97	2.00	13.33	28.95
5	*Montanoa leucantha*	Talacao	13.00	130.00	5.35	13.00	13.33	1.00	6.67	25.34
6	*Condalia ericoides*	Abrojo	3.00	30.00	1.23	4.00	4.10	2.00	13.33	18.67
7	*Salvia greggii*	Mirto rosa	10.00	100.00	4.12	6.00	6.15	1.00	6.67	16.93
8	*Ephedra compacta*	Sanguinaria	13.00	130.00	5.35	1.95	2.00	1.00	6.67	14.02
9	*Condalia microphylla*	Piquillín	5.00	50.00	2.06	1.80	1.85	1.00	6.67	10.57
10	*Trixis angustifolia*	Hierba del aire	4.00	40.00	1.65	0.80	0.82	1.00	6.67	9.13
11	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche	1.00	10.00	0.41	2.00	2.05	1.00	6.67	9.13
12	*Bursera fagaroides*	Torote	1.00	10.00	0.41	0.50	0.51	1.00	6.67	7.59
Total			**243.00**	**2430.00**	**100.00**	**97.55**	**100.00**	**15.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos e I.V.I en el estrato herbáceo del tipo de vegetación BT en la AI.

Tabla 4. 77. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato herbáceo presente en el BT de la AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Bouteloua gracilis*	Navajita	220.00	11000.00	46.12	66.00	65.48	1.00	11.11	122.71
2	*Muhlenbergia phleoides*	Zacate Lobero	130.00	6500.00	27.25	19.50	19.35	1.00	11.11	57.71
3	*Loeselia coerulea*	Jarrito	42.00	2100.00	8.81	5.70	5.65	2.00	22.22	36.68
4	*Tillandsia recurvata*	Gallinitas	30.00	1500.00	6.29	3.00	2.98	1.00	11.11	20.38
5	*Thymophylla setifolia*	Parraleña	28.00	1400.00	5.87	2.80	2.78	1.00	11.11	19.76
6	*Acourtia wislizeni*	s/n	18.00	900.00	3.77	2.10	2.08	1.00	11.11	16.97
7	*Cheilanthes sp.*	Helecho labiado	7.00	350.00	1.47	1.40	1.39	1.00	11.11	13.97
8	*Senna durangensis*	Durango senna	2.00	100.00	0.42	0.30	0.30	1.00	11.11	11.83
Total			**477.00**	**23850.00**	**100.00**	**100.80**	**100.00**	**9.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

El bosque de tascate en el AI presenta como especie con mayor IVI a *Juniperus deppeana*, acompañada de *Forestiera durangensis* y *Vachellia schaffneri*. En el estrato arbustivo, *Calliandra eriophylla*, *Salvia* sp. y *Mimosa aculeaticarpa* son las especies con mayor peso ecológico. Finalmente, los pastos *Bouteloua gracilis* y *Muhlenbergia phleoides* destacan por sus valores de IVI, densidad y dominancia. Sin embargo, en el AI esta comunidad se presenta como vegetación secundaria.

Matorral crasicaule (MC))

Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbóreo del tipo de vegetación MC de la AI.

Tabla 4. 78. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el MC del AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Vachellia schaffneri*	Huizache chino	35.00	700.00	42.17	43.72	50.77	1.00	16.67	109.60
2	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	34.00	680.00	40.96	29.50	34.25	1.00	16.67	91.89
3	*Neltuma laevigata*	Mezquite blanco	4.00	80.00	4.82	3.90	4.53	1.00	16.67	26.01
4	*Tecoma stans*	Tronadora	5.00	100.00	6.02	2.70	3.14	1.00	16.67	25.83
5	*Forestiera durangensis*	Palo blanco	3.00	60.00	3.61	4.60	5.34	1.00	16.67	25.62
6	*Rhus Microphylla*	Agrillo	2.00	40.00	2.41	1.70	1.97	1.00	16.67	21.05
Total			**83.00**	**1660.00**	**100.00**	**86.12**	**100.00**	**6.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbustivo del tipo de vegetación MC de la AI.

Tabla 4. 79. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbustivo presente en el MC del AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	40.00	800.00	65.57	19.50	71.17	1.00	20.00	156.74
2	*Salvia sp.*	Salvias o Mirtos	11.00	220.00	18.03	4.40	16.06	1.00	20.00	54.09
3	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	5.00	100.00	8.20	2.20	8.03	1.00	20.00	36.23
4	*Buddleja scordioides*	Escobilla	4.00	80.00	6.56	0.60	2.19	1.00	20.00	28.75
5	*Agave durangensis*	Maguey cenizo	1.00	20.00	1.64	0.70	2.55	1.00	20.00	24.19
Total			**61.00**	**1220.00**	**100.00**	**27.40**	**100.00**	**5.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos e I.V.I en el estrato herbáceo del tipo de vegetación MC en la AI.

Tabla 4. 80. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato herbáceo presente en el MC de la AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Muhlenbergia phleoides*	Zacate llanero	290.00	29000.00	49.32	43.50	51.30	1.00	14.29	114.90
2	*Eragrostis intermedia*	Gallitos	80.00	8000.00	13.61	16.00	18.87	1.00	14.29	46.76
3	*Erigeron sp.*	Jarrito	70.00	7000.00	11.90	7.00	8.25	1.00	14.29	34.45
4	*Munroa pulchella*	Zacate lobero	70.00	7000.00	11.90	7.00	8.25	1.00	14.29	34.45
5	*Cynodon dactylon*	Chalchuanes	45.00	4500.00	7.65	6.75	7.96	1.00	14.29	29.90
6	*Loeselia coerulea*	s/n	25.00	2500.00	4.25	3.75	4.42	1.00	14.29	22.96
7	*Hedosyne ambrosiifolia*	Pasto borreguero	8.00	800.00	1.36	0.80	0.94	1.00	14.29	16.59
Total			**588.00**	**58800.00**	**100.00**	**84.80**	**100.00**	**7.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

En el estrato arbóreo, la especie con mayor peso ecológico fue *Vachellia schaffneri*, seguido de *Opuntia streptacantha* y *Neltuma laevigata*, todas ellas especies características de este tipo de vegetación. En el estrato arbustivo destacan *Calliandra eriophylla*, *Salvia* sp. y *Mimosa aculeaticarpa* con los más altos IVI. Finalmente, los pastos representan el grupo que tiene mayor importancia en el estrato herbáceo de este ecosistema. En el AI esta comunidad se presenta como vegetación secundaria.

Pastizal natural (PN)

Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbóreo del tipo de vegetación PN de la AI.

Tabla 4. 81. Datos ecológicos relativos e I.V.I. del estrato arbóreo presente en el PN del AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Eysenhardtia polystachya*	Palo azul	16.00	64.00	13.22	36.40	20.50	2.00	9.09	42.81
2	*Forestiera durangensis*	Palo blanco	14.00	56.00	11.57	13.10	7.38	4.00	18.18	37.13
3	*Neltuma laevigata*	Mezquite blanco	6.00	24.00	4.96	19.40	10.92	3.00	13.64	29.52
4	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	1.00	4.00	0.83	1.50	0.84	1.00	4.55	6.22
5	*Rhus Microphylla*	Agrillo	1.00	4.00	0.83	1.00	0.56	1.00	4.55	5.94
6	*Rhus virens*	Capulín	1.00	4.00	0.83	0.50	0.28	1.00	4.55	5.65
7	*Tecoma stans*	Tronadora	51.00	204.00	42.15	62.08	34.96	4.00	18.18	95.29
8	*Vachellia schaffneri*	Huizache chino	10.00	40.00	8.26	23.40	13.18	4.00	18.18	39.62

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
9	*Yucca decipiens*	Palma china	21.00	84.00	17.36	20.20	11.38	2.00	9.09	37.82
Total			**121.00**	**484.00**	**100.00**	**177.58**	**100.00**	**22.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato arbustivo del tipo de vegetación PN de la AI.

Tabla 4. 82. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbustivo presente en el PN del AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	280.00	1120.00	36.94	90.85	32.95	4.00	11.11	81.00
2	*Condalia microphylla*	Piquillín	151.00	604.00	19.92	47.60	17.27	2.00	5.56	42.74
3	*Salvia sp.*	Salvias o Mirtos	81.00	324.00	10.69	36.20	13.13	3.00	8.33	32.15
4	*Jatropha dioica*	Sangre de drago	51.00	204.00	6.73	20.10	7.29	2.00	5.56	19.57
5	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	36.00	144.00	4.75	16.60	6.02	3.00	8.33	19.10
6	*Agave durangensis*	Maguey cenizo	28.00	112.00	3.69	12.90	4.68	3.00	8.33	16.71
7	*Bursera fagaroides*	Torote	17.00	68.00	2.24	10.80	3.92	3.00	8.33	14.49
8	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	17.00	68.00	2.24	5.30	1.92	2.00	5.56	9.72
9	*Ephedra compacta*	Sanguinaria	35.00	140.00	4.62	5.25	1.90	1.00	2.78	9.30
10	*Montanoa leucantha*	Talacao	10.00	40.00	1.32	12.00	4.35	1.00	2.78	8.45
11	*Dasylirion wheeleri*	Sotol de desierto	4.00	16.00	0.53	1.85	0.67	2.00	5.56	6.75
12	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	9.00	36.00	1.19	5.30	1.92	1.00	2.78	5.89
13	*Trixis angustifolia*	Hierba del aire	10.00	40.00	1.32	3.60	1.31	1.00	2.78	5.40
14	*Acourtia wislizeni*	s/n	10.00	40.00	1.32	1.50	0.54	1.00	2.78	4.64
15	*Coryphantha compacta*	Biznaga partida compacta	9.00	36.00	1.19	0.57	0.21	1.00	2.78	4.17
16	*Dalea bicolor*	Engordacabra	3.00	12.00	0.40	1.20	0.44	1.00	2.78	3.61
17	*Brickellia sp.*	Peistó, Jara Blanca Y Parientes	2.00	8.00	0.26	1.40	0.51	1.00	2.78	3.55
18	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche	2.00	8.00	0.26	1.20	0.44	1.00	2.78	3.48
19	*Condalia ericoides*	Abrojo	1.00	4.00	0.13	1.00	0.36	1.00	2.78	3.27
20	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	1.00	4.00	0.13	0.40	0.15	1.00	2.78	3.05
21	*Mammillaria heyderi*	Biznaga china	1.00	4.00	0.13	0.08	0.03	1.00	2.78	2.94
Total			**758.00**	**3032.00**	**100.00**	**275.70**	**100.00**	**36.00**	**100.00**	**300.00**
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos e I.V.I en el estrato herbáceo del tipo de vegetación PN en la AI.

Tabla 4. 83. Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato herbáceo presente en el PN del AI

No.	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs (ha)	Rel (%)	Abs (m^2)	Rel (%)	Abs (n)	Rel (%)	
1	*Melinis repens*	Pasto rosado	450.00	9000.00	20.02	168.00	34.96	2.00	7.69	62.67
2	*Cheilanthes bonariensis*	Helecho	220.00	4400.00	9.79	72.00	14.98	3.00	11.54	36.31
3	*Muhlenbergia phleoides*	Zacate Lobero	360.00	7200.00	16.01	54.00	11.24	2.00	7.69	34.94
4	*Cynodon dactylon*	Gallitos	280.00	5600.00	12.46	42.00	8.74	1.00	3.85	25.04
5	*Munroa pulchella*	Pasto borreguero	320.00	6400.00	14.23	32.00	6.66	1.00	3.85	24.74
6	*Bouteloua gracilis*	Navajita	120.00	2400.00	5.34	36.00	7.49	1.00	3.85	16.68
7	*Loeselia coerulea*	Jarrito	125.00	2500.00	5.56	12.50	2.60	2.00	7.69	15.85
8	*Dyssodia papposa*	Flamenquilla	180.00	3600.00	8.01	18.00	3.75	1.00	3.85	15.60
9	*Tagetes lunulata*	Cinco llagas	61.00	1220.00	2.71	16.80	3.50	2.00	7.69	13.90
10	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	30.00	600.00	1.33	11.60	2.41	2.00	7.69	11.44
11	*Acourtia wislizeni*	s/n	30.00	600.00	1.33	5.25	1.09	1.00	3.85	6.27
12	*Dysphania incisa*	Epazote de zorrillo	12.00	240.00	0.53	2.40	0.50	1.00	3.85	4.88
13	*Hemionitis sinuata*	Doradilla ondulada	12.00	240.00	0.53	1.80	0.37	1.00	3.85	4.75
14	*Cheilanthes sp.*	Helecho labiado	10.00	200.00	0.44	2.00	0.42	1.00	3.85	4.71
15	*Salvia tiliifolia*	Chía cimarrona	10.00	200.00	0.44	2.00	0.42	1.00	3.85	4.71
16	*Castilleja tenuiflora*	Cola de borrego	8.00	160.00	0.36	1.60	0.33	1.00	3.85	4.53
17	*Hedosyne ambrosiifolia*	s/n	8.00	160.00	0.36	0.80	0.17	1.00	3.85	4.37
18	*Senna durangensis*	Durango senna	6.00	120.00	0.27	0.90	0.19	1.00	3.85	4.30
19	*Thymophylla setifolia*	Parraleña	6.00	120.00	0.27	0.90	0.19	1.00	3.85	4.30
Total			**2248.00**	**44960.00**	**100.00**	**480.55**	**100.00**	**26.00**	**100.00**	**300.00**

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

El mayor peso ecológico en el estrato arbóreo lo presentan *Eysenhardtia polystachya*, *Forestiera durangensis* y *Neltuma laevigata*. En el estrato arbustivo destacan *Calliandra eriophylla*, *Condalia microphylla y Salvia* sp. Finalmente, *Melinis repens* y *Cheilanthes bonariensis y Muhlenbergia phleoides* tienen mayores valores de IVI. En el AI este ecosistema se presenta como vegetación secundaria.

Vegetación secundaria (Vs)

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

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

Para medir la diversidad de la vegetación se utilizó el índice de Shannon o índice de Shannon-Wiener, el cual mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar dentro de cada estrato de cada tipo de vegetación. Por lo tanto, a mayor valor del índice de Shannon, la diversidad es más grande.

Diversidad de la vegetación

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

Índice de diversidad en el tipo de vegetación Mezquital xerófilo en el Área de Influencia

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

Tabla 4. 84. Índice de diversidad de las especies por estrato del MKX en el AI

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	**Valor**	**Parámetro**	**Valor**	**Parámetro**	**Valor**
Riqueza (S)	8	Riqueza (S)	17	Riqueza (S)	22
H Calculada	1.43	H Calculada	1.98	H Calculada	1.70
H max = Ln S	2.08	H max = Ln S	2.83	H max = Ln S	3.09
Equidad = H/Hmax	0.69	Equidad = H/Hmax	0.70	Equidad = H/Hmax	0.55

El estrato arbóreo presentó la menor riqueza, con una diversidad baja y equitatividad un poco por encima de la media. El arbustivo contó con diversidad media y equitatividad por encima de la media. Finalmente, el estrato herbáceo destacó en riqueza, con valores de diversidad y equitatividad medias. Se puede concluir que cuenta con diversidad media.

Índice de diversidad en el tipo de Vegetación riparia en el Área de Influencia

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

Tabla 4. 85. Índice de diversidad de las especies por estrato del VR en el AI

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	**Valor**	**Parámetro**	**Valor**	**Parámetro**	**Valor**
Riqueza (S)	11	Riqueza (S)	7	Riqueza (S)	12
H Calculada	2.01	H Calculada	1.61	H Calculada	1.04
H max = Ln S	2.40	H max = Ln S	1.95	H max = Ln S	2.48

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Equidad = H/Hmax	0.84	Equidad = H/Hmax	0.83	Equidad = H/Hmax	0.42

El estrato arbóreo presentó una diversidad media y equitatividad alta El arbustivo contó con la menor riqueza, diversidad media y equitatividad alta. Finalmente, el estrato herbáceo destacó en riqueza, con valores de diversidad y equitatividad bajos. Se puede concluir que cuenta con diversidad media. Se puede concluir que la diversidad en este tipo de vegetación es muy cercana a la media.

Índice de diversidad en el tipo de Bosque de encino en el Área de Influencia

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

Tabla 4. 86. Índice de diversidad de las especies por estrato del BQ en el AI

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	8	Riqueza (S)	7	Riqueza (S)	14
H Calculada	1.90	H Calculada	1.61	H Calculada	2.23
H max = Ln S	2.08	H max = Ln S	1.95	H max = Ln S	2.64
Equidad = H/Hmax	0.91	Equidad = H/Hmax	0.83	Equidad =H/Hmax	0.85

El estrato arbóreo presentó una diversidad media y equitatividad alta El arbustivo contó con la menor riqueza, diversidad media y equitatividad alta. Finalmente, el estrato herbáceo destacó en riqueza, con valores de diversidad media y equitatividad alta. Se puede concluir que la diversidad en este tipo de vegetación es muy cercana a la media.

Índice de diversidad en el tipo de Bosque de táscate en el Área de Influencia

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

Tabla 4. 87. Índice de diversidad de las especies por estrato del BT en el AI

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Riqueza (S)	6	Riqueza (S)	12	Riqueza (S)	8
H Calculada	1.40	H Calculada	1.87	H Calculada	1.47
H max = Ln S	1.79	H max = Ln S	2.48	H max = Ln S	2.08
Equidad = H/Hmax	0.78	Equidad = H/Hmax	0.75	Equidad =H/Hmax	0.71

El estrato arbóreo presentó la menor riqueza, una diversidad poco debajo de la media y equitatividad alta El arbustivo contó con la mayor riqueza, diversidad media y equitatividad alta. Por su parte, el estrato herbáceo cuenta con valores de diversidad media y equitatividad alta. Se concluye que la diversidad en este tipo de vegetación es muy cercana a la media.

Índice de diversidad en el tipo de Matorral crasicaule en el Área de Influencia

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

Tabla 4. 88. Índice de diversidad de las especies por estrato del MC en el AI

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	**Valor**	**Parámetro**	**Valor**	**Parámetro**	**Valor**
Riqueza (S)	6	Riqueza (S)	5	Riqueza (S)	7
H Calculada	1.25	H Calculada	1.04	H Calculada	1.52
H max = Ln S	1.79	H max = Ln S	1.61	H max = Ln S	1.95
Equidad = H/Hmax	0.70	Equidad = H/Hmax	0.64	Equidad =H/Hmax	0.78

El estrato arbóreo presentó una diversidad baja y equitatividad un poco por encima de la media. El arbustivo contó con la menor riqueza, diversidad baja y equitatividad alta. Por su parte, el estrato herbáceo cuenta con la mayor riqueza, diversidad cercana a la media y equitatividad alta. Se concluye que la diversidad en este tipo de vegetación es baja.

Índice de diversidad en el tipo de Pastizal natural en el Área de Influencia

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

Tabla 4. 89. Índice de diversidad de las especies por estrato del PN en el AI

Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo	
Parámetro	**Valor**	**Parámetro**	**Valor**	**Parámetro**	**Valor**
Riqueza (S)	9	Riqueza (S)	21	Riqueza (S)	19
H Calculada	0.78	H Calculada	2.07	H Calculada	2.29
H max = Ln S	2.20	H max = Ln S	3.04	H max = Ln S	2.94
Equidad = H/Hmax	0.36	Equidad = H/Hmax	0.68	Equidad =H/Hmax	0.78

El estrato arbóreo presentó la riqueza más baja, al igual que los valores de diversidad y equitatividad. El arbustivo contó con la mayor riqueza, diversidad media y equitatividad poco mayor a la media. Por su parte, el estrato herbáceo cuenta con diversidad media y equitatividad alta. Se concluye que la diversidad en este tipo de vegetación es media.

Índice de diversidad general en el Área de Influencia

La interpretación correspondiente de los índices de diversidad utilizados en este estudio para el SA, Área de Influencia y AP para la flora y fauna, se realizó tomando en consideración el criterio tomado por Magurran (1988) y por Titira & Boada (2009): los valores resultantes inferiores a 1.5 se consideran como "Diversidad baja", los valores entre 1.6 y 2.5 se consideran como "Diversidad media", y los valores iguales o superiores a 2.6 se consideran como "Diversidad alta". A continuación, se muestra un resumen de cada tipo de vegetación por estrato en la tabla:

Tabla 4. 90. Resumen del índice de diversidad en los distintos tipos de vegetación dentro del AI.

Área	Tipo de vegetación	Estrato						Total		Diversidad interpretada por tipo de vegetación
		Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo				
		S	H	S	H	S	H	S	H	
Área de Influencia	MKX	8	1.43	17	1.98	22	1.7	47	1.70	Media
	VR	11	2.01	7	1.61	12	1.04	30	1.55	Baja
	BQ	8	1.9	7	1.61	14	2.23	29	1.91	Media
	BT	6	1.4	12	1.87	8	1.47	26	1.58	Baja
	MC	6	1.25	5	1.04	7	1.52	18	1.27	Baja
	PN	9	0.78	21	2.07	19	2.29	49	1.71	Media

De acuerdo con el criterio de Marrugan (1988), la diversidad promedio de los estratos del MKX, BQ y PN es media, mientras que, en VR, BJ y MC es baja. Cabe recordar que el número de especies no es sinónimo de diversidad, ya que en está intervienen también la abundancia y equidad entre las especies, por lo que estos resultados no coinciden completamente con los de riqueza. En diferentes tipos de vegetación puede encontrarse la misma cantidad de especies, pero ser muy distintas en términos de dominancia.

IV.3.2.1.5. Descripción y caracterización de la vegetación en el Área del Proyecto

IV. 3.2.1.5.1. Tipos de vegetación presentes en el Área de Proyecto

Debido a que en el AP está desprovista de cubierta vegetal, no se realizaron muestreos en la zona, por lo cual no existe algún tipo de vegetación en el área.

Anteriormente se consideraba que dentro del AP se contaba con un tipo de vegetación:

- Pastizal natural

Como se muestra en la Figura 4. 92.

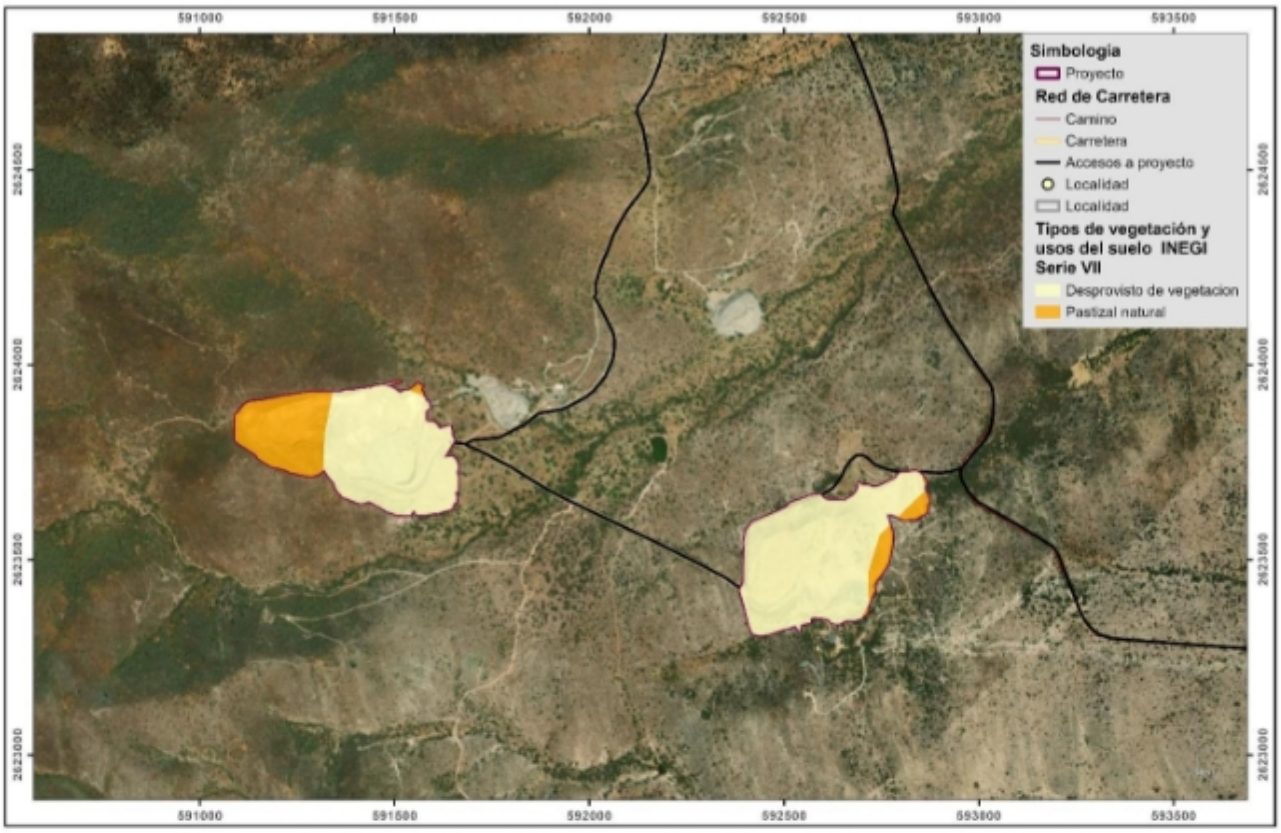

Figura 4. 92. Tipo de vegetación en el AP según INEGI SERIE VII

Con base en el trabajo de campo realizado en el AP y mediante el tratamiento de la clasificación espectral de la imagen digital, se verificaron las condiciones de la superficie y se determinó que no contaba cubierta forestal.

En la Figura 4. 93 se observa el AP sin cubierta vegetal:

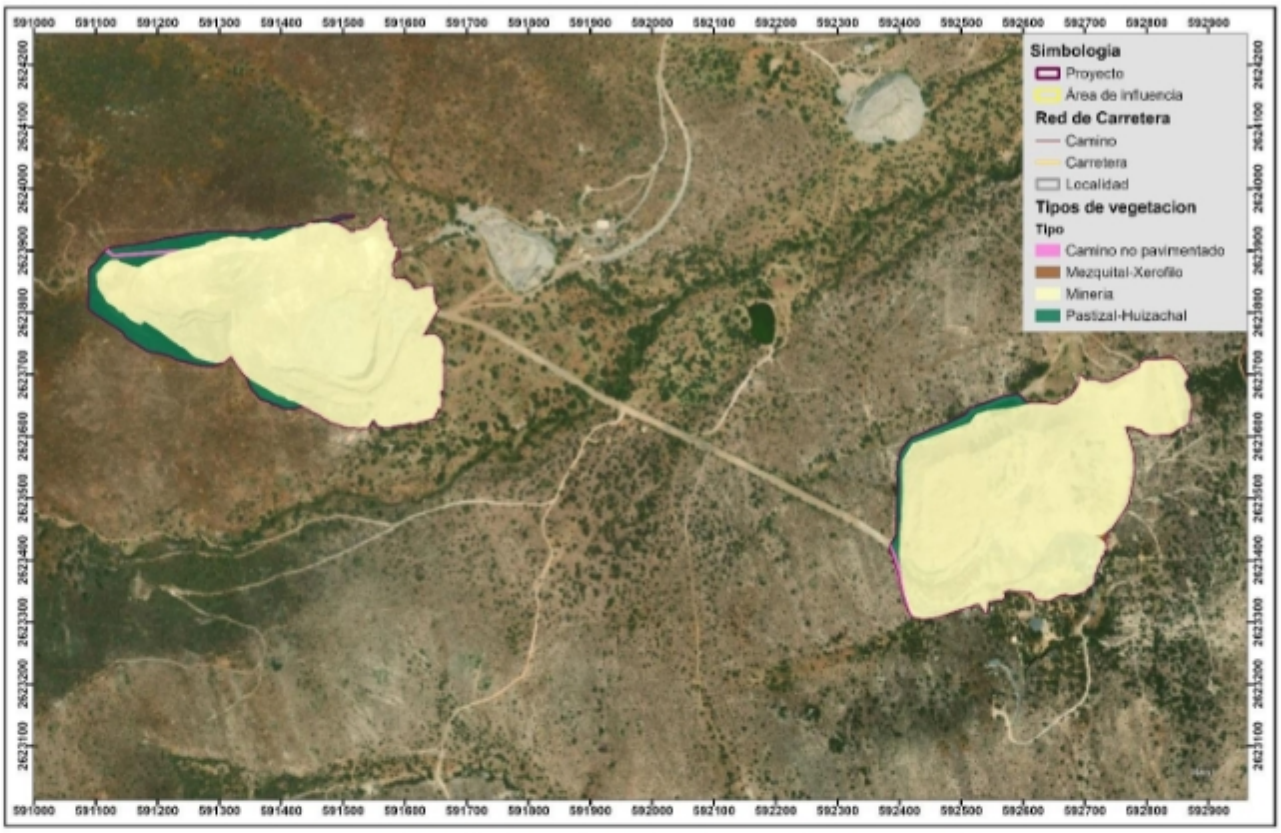

Figura 4. 93. Evidencia del AP sin cubierta vegetal

En el **Anexo 4.18** se presenta la imagen a detalle de los tipos de vegetación en el AP, mediante la carta temática de Uso de Suelo y Vegetación Series VII (INEGI, 2018).

En el **Anexo 4.19** se presenta la imagen a detalle de los tipos de vegetación en el AP, mediante el trabajo de campo y clasificación espectral de la vegetación.

Tabla 4. 91. Superficie por tipo de vegetación dentro del AP

No.	Vegetación	Superficie (ha)
1	Minería	63.2382
Total		**63.2382**

IV.3.2.1.6. Conclusión

Basándonos en los resultados obtenidos del estudio de composición, estructura y diversidad de la vegetación en los distintos polígonos del Proyecto "Tajo Quebradillas" se pueden extraer varias conclusiones importantes.

En primer lugar, el área del proyecto (AP) se encuentra sin cubierta vegetal, pero tanto el área de influencia como el sistema ambiental muestran una heterogénea presencia de diferentes tipos de vegetación, ocupada en mayor extensión por Mezquital xerófilo (MKX), seguido por Pastizal natural (PN), Bosque de táscate (BT), Bosque de encino (BQ), Matorral crasicaule (MC) y

Vegetación riparia (VR). Aunque comparten todos los ecosistemas, el sistema ambiental (SA) presenta una mayor diversidad y riqueza que el área de influencia (AI). La diversidad de la vegetación es producto de la heterogeneidad topográfica, edáfica y climática en la región. En conjunto, estos factores generan diversidad en el hábitat, lo que a su vez propicia la diversidad vegetal. En algunas áreas la vegetación se observa más fragmentada y menos conservada y con presencia de especies indicadoras de disturbio, particularmente en el BQ, BJ, MC y PN Esto podría ser provocado, en parte, por las actividades antrópicas que se llevan a cabo en los alrededores, así como por su cercanía a algunas comunidades.

Como se menciona en el párrafo anterior, el análisis de riqueza de especies revelo que el SA es el área con mayor número de taxones presentes, ya que cuenta con 98 especies, 83 géneros y 39 familias, donde destacan las familias Asteraceae con 19 especies, Poaceae con 12 y Fabaceae con 8. Por su parte, en el AI se desarrollan 90 especies, agrupadas en 76 géneros de 36 familias, encabezado por las mismas familias que en el SA, donde Asteraceae cuenta con 17 especies, Poaceae con 10 y Fabaceae con 9. Es importante destacar que en el AI se registra la presencia de dos especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y en el SA solo una. Las especies listadas se encuentran en la categoría de riesgo Pr (sujetas a protección especial) y A (amenazada).

En términos de la estructura ecológica, se determinó que los polígonos del SA y AI se encontraron en condiciones de estabilidad a nivel general. Esto implica que la vegetación dentro de los polígonos del proyecto cumple con los componentes característicos definidos para los tipos de vegetación identificados. La diversidad y equidad de especies encontradas dentro de la vegetación fue media a baja, lo cual indica un equilibrio ecológico favorable en las áreas estudiadas.

Como conclusión, los resultados del estudio muestran que el proyecto minero Tajo Quebradillas no afectará a la vegetación, tanto en el área del proyecto como en su área de influencia, debido a que la superficie del proyecto está impactada y no cuenta con cubierta vegetal. Se recomienda enfatizar en la importancia de implementar medidas adecuadas de mitigación y conservación para proteger la biodiversidad y los ecosistemas presentes en el área de estudio durante la ejecución del proyecto.

IV.3.2.2. Fauna

IV.3.2.2.1. Introducción

Durango, un estado ubicado en el norte de México, alberga una rica diversidad de fauna, resultado de su variado paisaje que incluye desde desiertos áridos hasta bosques templados. Esta diversidad es el resultado de una combinación de factores geográficos, climáticos y ambientales que han creado una amplia gama de hábitats y nichos ecológicos.

La falta de estudios científicos en la zona de quebradas o barrancas de Durango representa un vacío significativo en nuestro conocimiento sobre estos ecosistemas únicos. A pesar de su importancia ecológica y biodiversidad, las barrancas de Durango han recibido relativamente poca atención por parte de la comunidad científica. La escasez de estudios científicos puede deberse a diversos factores, como la inaccesibilidad de algunas áreas, la falta de financiamiento para investigaciones y la priorización de otros ecosistemas más conocidos. Esta falta de información científica dificulta nuestra capacidad para comprender completamente la biodiversidad, los procesos ecológicos y los impactos humanos en las barrancas de Durango. Para abordar esta brecha de conocimiento, es necesario promover y realizar investigaciones científicas que investiguen diversos aspectos de estos ecosistemas, desde la flora y la fauna hasta los procesos geológicos y climáticos. Solo a través de un enfoque científico sólido podemos desarrollar estrategias efectivas de conservación y manejo de las para garantizar su protección a largo plazo.

Durango es el cuarto lugar en biodiversidad nacional. Se estima que en el estado hay 809 especies de vertebrados; el territorio de Durango alberga 29% de la riqueza de mamíferos, 39% de aves, 15% de reptiles, 9% de anfibios y 2% de peces, con respecto a los registros nacionales (Díaz-Moreno *et al*, 2017).

IV.3.2.2.2. Metodología

Los muestreos faunísticos se realizaron parcelas de 100 metros; estas parcelas se seleccionaron de acuerdo con sus características bióticas y abióticas dentro del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área de Proyecto, tomando en cuenta factores como: estado de conservación, cobertura vegetal, presencia de agua y disponibilidad de refugio (**Anexo 4.20**).

A continuación, se describen las distintas metodologías para muestrear e identificar cada uno de los grupos de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos). Para que los nombres comunes fuesen uniformes entre todos los grupos analizados, se consultó la página web de Enciclovida (2024).

IV.3.2.2.2.1. Reptiles

Para el registro del grupo de los reptiles se removieron rocas y restos vegetales como troncos, hojarasca y ramas, siguiendo las técnicas propuestas en el trabajo de Casas-Andreu *et al.* (1991). Cada elemento removido, como troncos y rocas, se regresó a su lugar original. Los reptiles fueron muestreados con material herpetológico (red de pesca, ganchos y pinzas). Para la determinación de

las especies se utilizaron los trabajos de Smith y Taylor (1945, 1948, 1950), Campbell y Lamar (2004), Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz (2005), Heimes (2016; 2022) y Lemos-Espinal *et al.* (2018).

IV.3.2.2.2.2. Mamíferos

Para el registro de los mamíferos terrestres se consideraron las señales que las especies dejan, ya sea por su presencia o sus actividades (plumas, huellas, excretas, marcas, cadáveres, etc.). Debido a que el terreno determina la permanencia y la claridad de los rastros (principalmente las huellas), la búsqueda de éstos se realizó en lugares cercanos al agua, o bien donde el lodo permite una clara y detallada impresión de éstas, así como en aquellos sitios con tierra poco profunda y de grano fino, libre en gran parte de rocas. Para la identificación de los rastros (especies) se utilizó el trabajo de Aranda-Sánchez (2012) y Ceballos y Oliva (2005).

Se realizo monitoreo a través de cámaras de foto trampeo para el muestreo de mamíferos, así como de especies de carácter críptico o raras, debido a que permiten ampliar las observaciones de las especies en el tiempo y el espacio sin interferir con su conducta. De esta forma se obtiene información valiosa sobre la biología y ecología de estas especies que a través de los métodos tradicionales sería difícil de obtener. En el **Anexo 4.21**se muestra la localización de las cámaras trampa. Se consideró para el análisis sólo registros independientes, es decir, una sola fotografía de la especie cada 24h. En caso de que en la fotografía se distinguiera más de un individuo, o de que en subsecuentes fotografías se pudiera distinguir a diferentes individuos, entonces cada uno de estos se consideró como un registro independiente.

Roedores. El muestreo de roedores silvestres se utilizaron 5 trampas tipo Sherman, que fueron cebadas con una mezcla de esencia de vainilla, avena y crema de cacahuate. Cada trampa fue colocada cada 5 metros una de otra. El horario de colocación se realizó justo antes del anochecer. Para la determinación taxonómica de las especies se utilizó el trabajo de Álvarez-Castañeda *et al.* (2017). Posterior a su identificación fueron liberados en el sitio de colecta.

IV.3.2.2.2.3. Aves

Los registros se realizaron dentro de cada una de las parcelas, se permaneció dentro de cada parcela durante un intervalo de tiempo establecido (40 minutos) para contar a todas las aves detectadas (vistas y escuchadas). Este método es efectivo pues permite obtener listados de especies representativas y es altamente eficiente ya que maximiza la información obtenida por unidad de tiempo y esfuerzo (Villareal et al., 2004, González-García, 2012). Para esta actividad se utilizarán binoculares de la marca Vortex 8X42, y las guías de campo de Howell y Webb (1995) y Dunn y Alderfer (2017), para determinación de las especies.

IV.3.2.2.3. Resultados

Durante los muestreos que se realizaron para el Proyecto se logró documentar un total de 49 especies de vertebrados (Figura 4. 94). El grupo de las aves fue el mejor representado, con un total de 34 especies repartidas en 19 Familias, seguido del grupo de los mamíferos con once especies de nueve Familias. El grupo de los reptiles registró un total de cuatro especies en tres Familias. En el

Anexo 4.22 se presenta un reporte fotográfico de algunas de las especies registradas durante los muestreos.

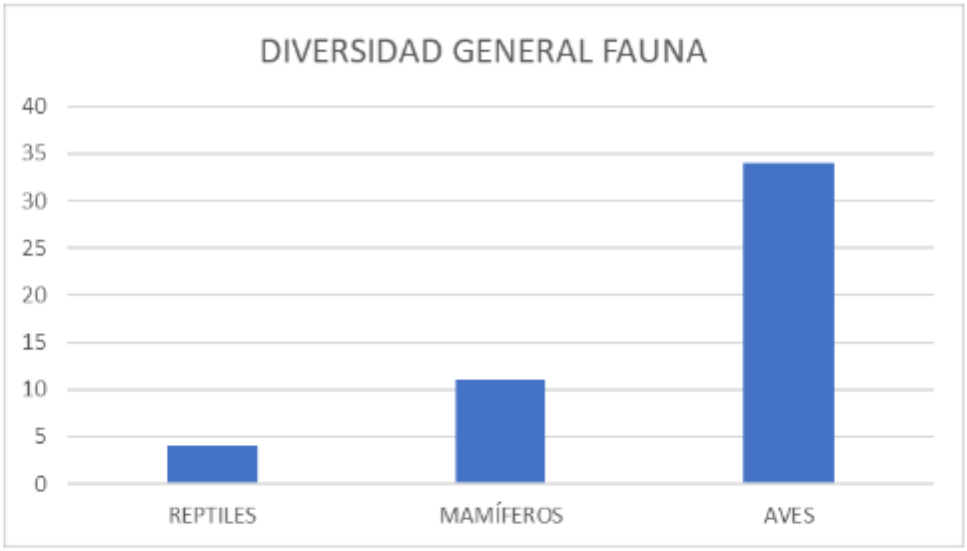

Figura 4. 94. Diversidad por grupo faunístico

IV.3.2.2.3.1. Reptiles

De acuerdo con los datos recopilados en el campo, se observó una diversidad de cuatro especies de reptiles distribuidas en dos Ordenes. El Orden Squamata presento el mayor número de especies. Estas especies de reptiles se clasifican en tres familias, siendo Teiidae la más diversa con dos especies, seguida por Phrynosomatidae y Kinosternidae con una especie cada una. Solo una especie se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla 4. 92).

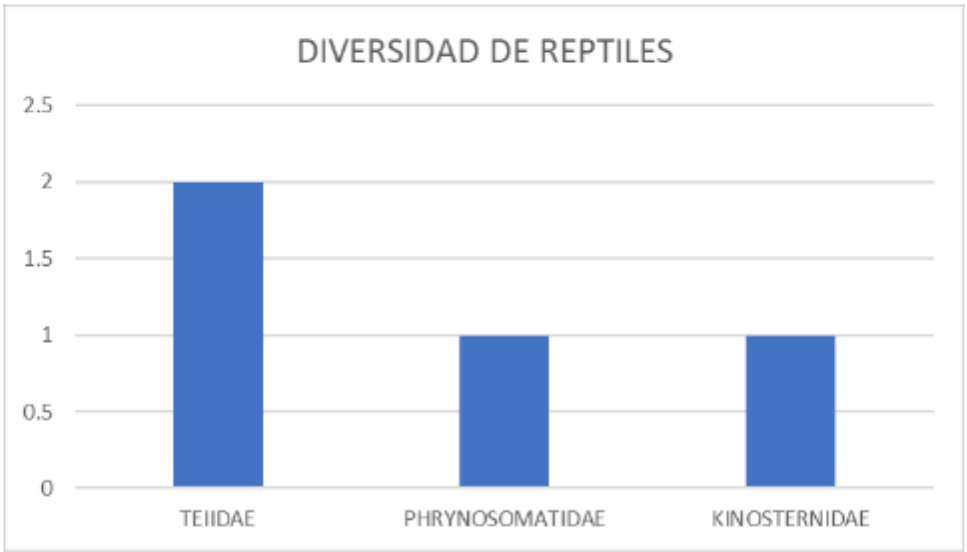

Figura 4. 95. Diversidad de reptiles por familia

Tabla 4. 92. Especies de reptiles registrados en el presente Proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM-059	SA	AI
Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste	-	-	x	x
		Aspidoscelis marmoratus	Huico marmolado	-	-	x	
	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	-	-	x	
Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon hirtipes*	Tortuga casquito de pata rugosa	E	Pr	x	

IV.3.2.2.3.2. Mamíferos

Mamíferos. El grupo de mamíferos exhibió una diversidad de once especies, distribuidas en cinco órdenes, siendo el orden Carnivora el más diverso con Canidae y Leporidae las más diversas con dos especies cada una. El resto de las familias (Cricetidae, Sciuridae, Didelphidae, Cervidae, Tayassuidae, Felidae, Procyonidae y Mephitidae presentaron una especie cada una (Figura 4. 96). No se registró ninguna una especie enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla 4. 93).

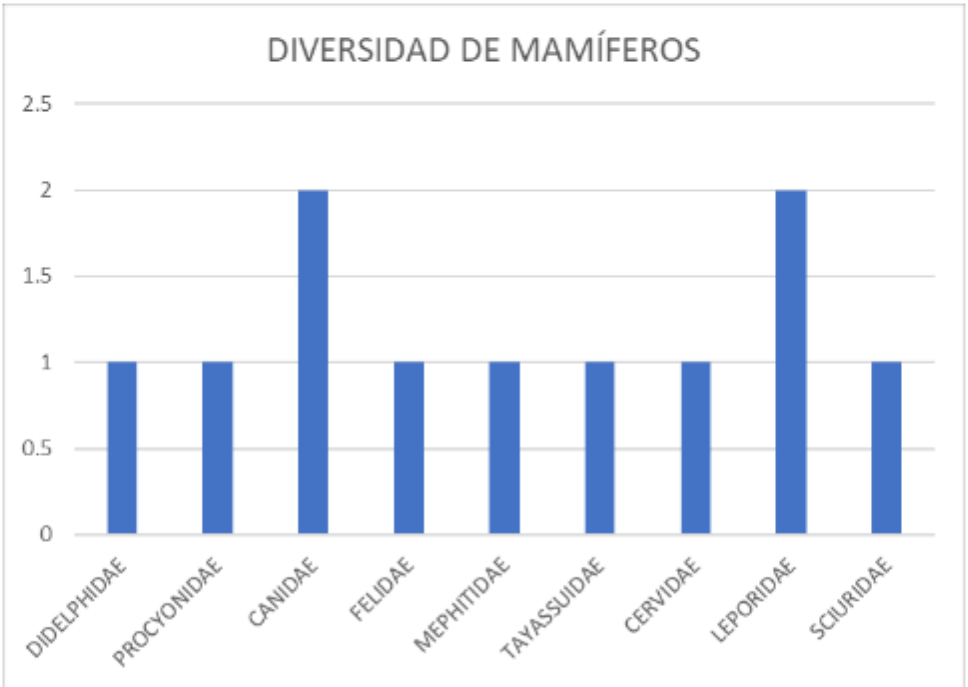

Figura 4. 96. Diversidad de mamíferos por familia.

Tabla 4. 93. Especies de mamíferos registradas para el presente proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM-059	SA	AI
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	-	-	-	x
Carnivora	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	-	-	-	x
	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-	-	x	x
		Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	-	-	x	x
	Felidae	*Lynx rufus*	Lince rojo	-	-	-	x
	Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	-	-	-	x
Artiodactyla	Tayassuidae	*Dicotyles tajacu*	Pecarí de collar	-	-	-	x
	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	-	-	-	x
Lagomorpha	Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	-	-	-	x
		Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	-	-	x	x
Rodentia	Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de rocas	-	-	x	x

IV.3.2.2.3.3. Aves

Este grupo fue el mejor representado durante los muestreos, se registraron un total de 34 especies, pertenecientes a nueve órdenes, de los cuales los Passeriformes son los más diversos con 22 especies. Contrariamente, los Anseriformes, Charadriformes, Apodiformes y Falconiformes sólo presentaron una especie. Se encuentran presentes 19 familias, siendo la familia Tyrannidae la que presentó la mayor riqueza de especies con cinco (Figura 4. 97). Dos especies se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A continuación, en la siguiente tabla se presenta el listado de especies registradas durante el trabajo de campo (Tabla 4. 94).

Figura 4. 97. Riqueza de aves por familia

Tabla 4. 94. Especies de aves registrados para el presente proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM-059	Residencia	SA	AI
Anseriformes	Anatidae	*Anas diazi*	Pato mexicano	-	A	R,MI	-	x
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	-	-	R,MI	-	x
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	-	-	R,MI	x	x
		Zenaida macroura	Huilota común	-	-	R,MI	x	x
Apodiformes	Trochilidae	*Cyanthus latirostris*	Colibrí pico ancho norteño	SE	-	R	x	x
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	-	-	R	x	x
		Coragyps atratus	Zopilote común	-	-	R	x	x
Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter striatus*	Gavilán pecho canela	-	Pr	MI,R	-	x
		Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	-	-	R,MI	-	x
Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano	-	-	R	x	x
		Melanerpes uropygiales	Carpintero del desierto	-	-	R	x	x
Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	Caracara quebrantahuesos	-	-	R	-	x
Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste	-	-	MV,T	-	x
		Myiarchus cinerascens	Papamoscas garganta ceniza	-	-	MI,MV,R	x	x
		Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	-	-	R,MI	-	x

		Sayornis nigricans	Papamoscas negro	-	-	R,MI	-	x
		Tyrannus vociferans	Tirano chibiú	SE	-	R,MI	-	x
	Ptiliogonatidae	*Phainopepla nitens*	Capulinero negro	-	-	MI,R	x	x
	Remizidae	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo	-	-	R	-	x
	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	-	-	R	-	x
	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo común	-	-	R	x	x
		Aphelocoma woodhouseii	Chara de collar	-	-	R	x	x
	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño	-	-	R,MI	-	x
		Toxostoma curvirostre	Cuicacoche pico curvo	-	-	R	x	x
	Passerellidae	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero corona canela	-	-	R	-	x
		Melozone fusca	Rascador viejita	-	-	R	x	x
	Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	-	-	R	-	x
		Catherpes mexicanus	Saltapared barranqueño	-	-	R	x	x
		Salpinctes obsoletus	Saltapared de rocas	-	-	R	-	x
		Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	-	-	R	-	x
	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	-	-	R	x	x
	Icteridae	*Icterus parisorum*	Calandria tunera	SE	-	R,MV,MI	x	x
		Molothrus ater	Tordo cabeza café	-	-	R,MI	-	x
	Cardinalidae	*Pheucticus melanocephalus*	Picogordo tigrillo	SE	-	R,MI,MV	x	x

IV.3.2.2.3.4. Especies endémicas

Las especies catalogadas como "Endémicas" corresponden a las especies cuyo ámbito de distribución natural se encuentra circunscrito únicamente al territorio nacional y a las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Por su parte las aves presentan otras definiciones adicionales sobre los endemismos, subcategorías que son muy propias de su grupo por las características propias de éstos, como lo es *Semiendémica* que son endémicas a México durante una época del año. Se registraron cinco especies endémicas, de las cuales cuatro son aves y un reptil (Figura 4. 98).

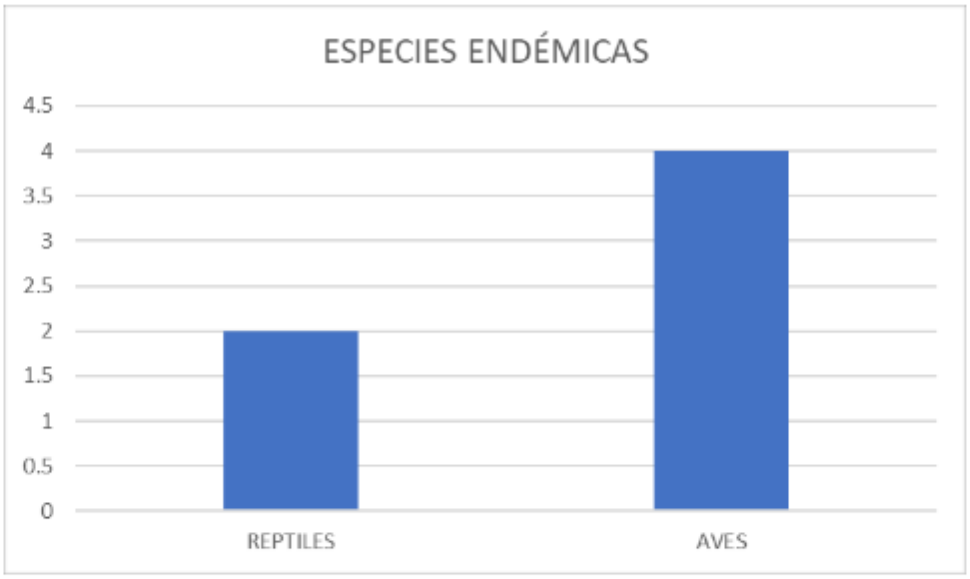

Figura 4. 98. Especies Endémicas estrictas de fauna silvestre

IV.3.2.2.3.5. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Se registraron tres especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales dos son aves y un reptil (Figura 4. 99). En la categoría de Amenazada se encuentran un ave, mientras que en la categoría de Protección Especial se incluyen un ave y un reptil (Figura 4. 100).

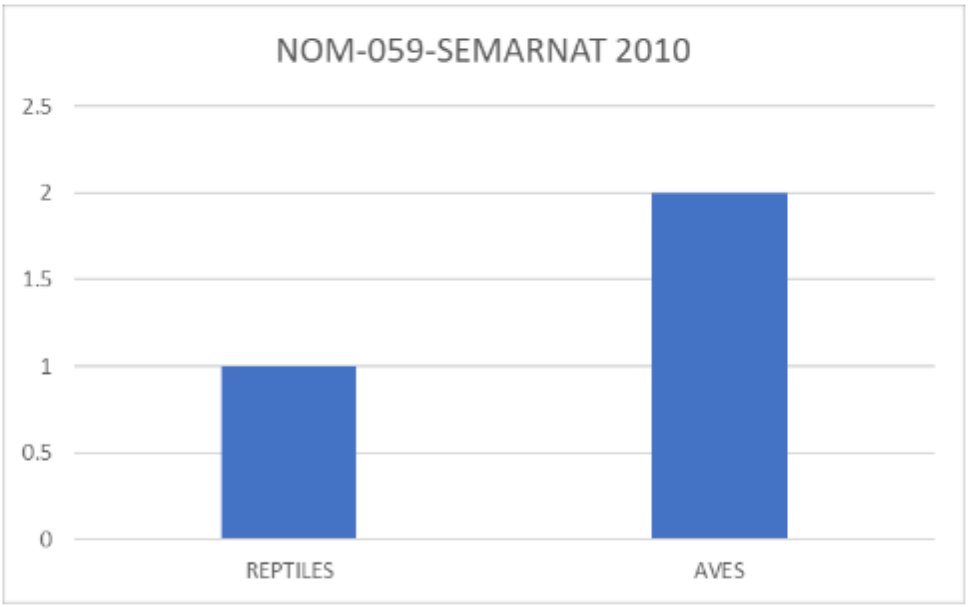

Figura 4. 99. Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

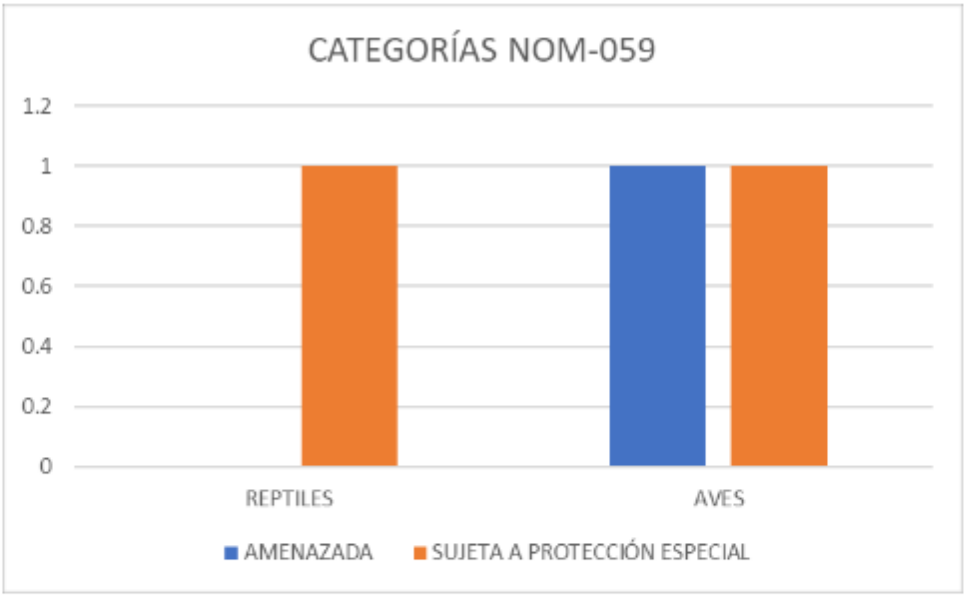

Figura 4. 100. Especies por categoría de protección NOM-059-SEMARNAT-2010

IV.3.2.2.3.6. Valor de importancia de la especie en el Sistema Ambiental Regional

Para este análisis se calificó a cada una de las especies para realizar este ejercicio de la manera más eficiente posible. Los parámetros que se evaluaron corresponden a categorías de protección para aquellas incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010: Sujeta a protección especial (Pr), Amenazada (A) y En peligro de extinción (P).

Otro parámetro utilizado fue su distribución, aquellas de distribución amplia (D AMPLIA) en el país (especies generalistas), de distribución pequeña (D PEQUEÑA) (aquellas especies que aun cuando se presentan poblaciones en varias provincias biogeográficas tienen parámetros muy específicos qué restringen su distribución), y finalmente de distribución restringida (D RESTRINGIDA) (aquellas que necesitan condiciones muy específicas para su establecimiento, es decir que el ecosistema donde se encuentran es muy reducido por sus características propias).

Se integraron los tipos de vegetación como un parámetro, y se dividió de la siguiente manera: si se presenta en un tipo de vegetación (TVGE1); si se presenta en dos tipos de vegetación (TVGE2); o si se presentan en tres o más tipos de vegetación (TVGE+3). Cabe aclarar, que el uso de suelo correspondiente a caminos fue considerado un área desprovista de vegetación, ya que, si bien no es un hábitat urbano o destinado a la minería, no presenta condiciones favorables para la fauna silvestre.

Adicionalmente, se incluyeron tres parámetros: aquellas especies endémicas (E) con un valor de +4, si son especies con distribución restringida al país; aquellas especies del medio acuático con un valor de +2 si sólo vive en cuerpos de agua o presenta parte de su vida en él y aquellas especies que necesiten un microhábitat (MH) que pueda ser susceptible a los cambios y perturbaciones en su entorno y los cuales pueden ser irrecuperables en corto o mediano plazo, a este parámetro se le agregó un valor de +4 (Tabla 4. 95). La sumatoria de todos los valores adquiridos para cada una de las especies representa la importancia de las especies dentro del Sistema Ambiental.

Tabla 4. 95. Parámetros evaluados y valor correspondiente

Pr	A	P	E	MH	D RESTRINGIDA	D MENOR	D AMPLIA	TVEG 1	TVEG 2	TVEG +3	ACUATICO
1	2	3	4	4	3	2	1	3	2	1	3

Pr: sujeta a protección especial, A= amenazada, P=peligro de extinción, E=endémica a México, MH=microhábitat específico, D restringida=distribución restringida, D pequeña=distribución pequeña, D amplia=amplia distribución, TVEG 1=un tipo de vegetación, TVEG 2=dos tipos de vegetación, TVEG 3=tres tipos de vegetación, Acuático=medio acuático

El valor más alto obtenido (VIES) (Anexo 4.23) se dividió en tres rangos, especies muy importantes (8-2); especies medianamente importantes (5-7); y especies de importancia baja (0-4). De acuerdo con lo anterior, una especie resulto muy importante y siete como medianamente importantes (Figura 4. 101); el resto de las especies (41 spp) presentaron una importancia baja.

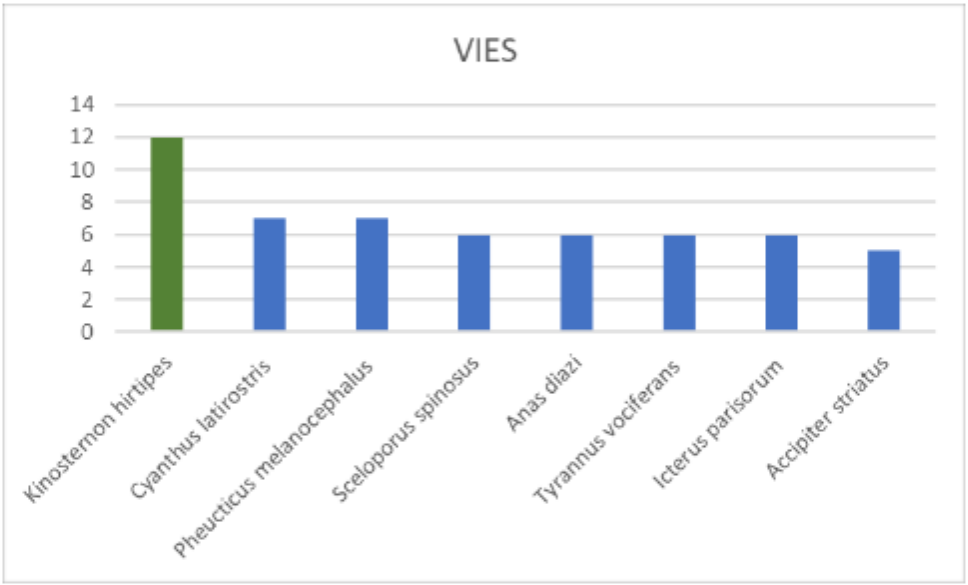

Figura 4. 101. Valor de Importancia de la Especie (VIES)

IV.3.2.2.3.7. Análisis de los resultados del muestreo de fauna mediante el Índice de diversidad de Shannon-Wiener

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 (SAR y AI), mediante el Índice de diversidad de Shannon-Wiener, realizando los cálculos correspondientes para cada grupo taxonómico con la finalidad de evitar sesgos en el análisis de datos. A continuación, se presenta la fórmula que expresa el Índice de diversidad de Shannon-Wiener:

$$H = -\sum_{i=1}^{s}(Pi)(Log\ _2 Pi)$$

Dónde:

S = número de especies (la riqueza de especies)
Pi = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i
ni = número de individuos de la especie i
N = número de todos los individuos de todas las especies

El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad 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 se tendrá un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie.

Para la interpretación del índice de diversidad de Shannon-Wiener, los valores resultantes del índice de Shannon-Wiener inferior a 1.5 se consideran como "Diversidad baja", los valores entre 1.6 y 3.0 se consideran como "Diversidad media", y los valores iguales o superiores a 3.1 se consideran como "Diversidad alta" (Magurran, 1988).

En la siguiente tabla se presenta el desglose de los resultados de diversidad obtenidos a partir de los datos levantados durante el muestreo faunístico en el SAR. En esta tabla se presentan las especies registradas por cada grupo zoológico el número de individuos por especie, su abundancia relativa y el índice de diversidad obtenido por grupo zoológico.

Tabla 4. 96. Estimación de parámetros de Shannon-Wiener para los distintos grupos zoológicos en el Sistema Ambiental Regional

SA				
REPTILES				
Especie	**Abundancia absoluta (N)**	**Abundancia relativa (Pi)**	**Logaritmo (Log)**	**(Pi)(Log)**
Aspidoscelis gularis	4	1	0	0
Total	4		H=	0
MAMÍFEROS				
Especie	**Abundancia absoluta (N)**	**Abundancia relativa (Pi)**	**Logaritmo (Log)**	**(Pi)(Log)**
Canis latrans	1	0.14285714	1.94591015	0.27798716
Otospermophilus variegatus	1	0.14285714	1.94591015	0.27798716
Sylvilagus audubonii	4	0.57142857	0.55961579	0.31978045
Urocyon cinereoargenteus	1	0.14285714	1.94591015	0.27798716
Total	7		H=	1.15374194
AVES				

Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
Aphelocoma woodhouseii	1	0.025	3.68887945	0.09222199
Cathartes aura	2	0.05	2.99573227	0.14978661
Catherpes mexicanus	1	0.025	3.68887945	0.09222199
Coragyps atratus	5	0.125	2.07944154	0.25993019
Corvus corax	2	0.05	2.99573227	0.14978661
Cynanthus latirostris	2	0.05	2.99573227	0.14978661
Dryobates scalaris	1	0.025	3.68887945	0.09222199
Haemorhous mexicanus	2	0.05	2.99573227	0.14978661
Icterus parisorum	2	0.05	2.99573227	0.14978661
Melanerpes uropygialis	1	0.025	3.68887945	0.09222199
Melozone fusca	1	0.025	3.68887945	0.09222199
Mimus polyglottos	2	0.05	2.99573227	0.14978661
Myiarchus cinerascens	3	0.075	2.59026717	0.19427004
Phainopepla nitens	6	0.15	1.89711998	0.284568
Pheucticus melanocephalus	1	0.025	3.68887945	0.09222199
Toxostoma curvirostre	1	0.025	3.68887945	0.09222199
Zenaida asiatica	4	0.1	2.30258509	0.23025851
Zenaida macroura	3	0.075	2.59026717	0.19427004
Total	40		H=	2.70757036

En la siguiente tabla se presenta el desglose de los resultados de diversidad obtenidos a partir de los datos levantados durante el muestreo faunístico para el Área de Influencia. En esta tabla se exponen las especies registradas por cada grupo zoológico, el número de individuos registrados, su abundancia relativa, y finalmente el índice de diversidad obtenido por grupo zoológico.

Tabla 4. 97. Estimación de parámetros de Shannon-Wiener para los distintos grupos zoológicos en el Área de Influencia.

AI				
REPTILES				
Especie	**Abundancia absoluta (N)**	**Abundancia relativa (Pi)**	**Logaritmo (Log)**	**(Pi)(Log)**
Aspidoscelis gularis	7	0.5	0.69314718	0.34657359
Aspidoscelis mamoratus	3	0.21428571	1.54044504	0.33009537
Sceloporus spinosus	1	0.07142857	2.63905733	0.18850409
Kinosternon hirtipes	3	0.21428571	1.54044504	0.33009537
Total	14		H=	1.19526842
MAMÍFEROS				
Especie	**Abundancia absoluta (N)**	**Abundancia relativa (Pi)**	**Logaritmo (Log)**	**(Pi)(Log)**
Canis latrans	5	0.11627907	2.1517622	0.25020491
Dicotyles tajacu	11	0.25581395	1.36330484	0.3487524
Lynx rufus	2	0.04651163	3.06805294	0.14270014

Odocoileus virginianus	6	0.13953488	1.96944065	0.27480567
Neotoma	1	0.02325581	3.76120012	0.08746977
Procyon lotor	4	0.09302326	2.37490575	0.22092147
Sylvilagus audubonii	12	0.27906977	1.27629347	0.35617492
Urocyon cinereoargenteus	2	0.04651163	3.06805294	0.14270014
Total	43		H=	1.82372941
AVES				
Especie	**Abundancia absoluta (N)**	**Abundancia relativa (Pi)**	**Logaritmo (Log)**	**(Pi)(Log)**
Accipiter striatus	1	0.0052356	5.25227343	0.02749881
Aimophila ruficeps	4	0.02094241	3.86597907	0.08096291
Anas diazi	2	0.0104712	4.55912625	0.04773954
Aphelocoma woodhouseii	2	0.0104712	4.55912625	0.04773954
Auriparus flaviceps	2	0.0104712	4.55912625	0.04773954
Buteo jamaicensis	5	0.02617801	3.64283552	0.09536219
Campylorhynchus brunneicapillus	1	0.0052356	5.25227343	0.02749881
Caracara plancus	2	0.0104712	4.55912625	0.04773954
Cathartes aura	17	0.08900524	2.41906008	0.21530901
Catherpes mexicanus	1	0.0052356	5.25227343	0.02749881
Charadrius vociferus	1	0.0052356	5.25227343	0.02749881
Contopus sordidulus	6	0.03141361	3.46051396	0.10870724
Coragyps atratus	11	0.05759162	2.85437816	0.16438827
Corvus corax	9	0.04712042	3.05504885	0.14395518
Cynanthus latirostris	6	0.03141361	3.46051396	0.10870724
Dryobates scalaris	1	0.0052356	5.25227343	0.02749881
Haemorhous mexicanus	28	0.14659686	1.92006892	0.28147607
Icterus parisorum	5	0.02617801	3.64283552	0.09536219
Melozone fusca	9	0.04712042	3.05504885	0.14395518
Mimus polyglottos	3	0.01570681	4.15366114	0.06524075
Molothrus ater	1	0.0052356	5.25227343	0.02749881
Myiarchus cinerascens	3	0.01570681	4.15366114	0.06524075
Phainopepla nitens	6	0.03141361	3.46051396	0.10870724
Psaltriaparus minimus	13	0.06806283	2.68732407	0.18290687
Pyrocephalus rubinus	4	0.02094241	3.86597907	0.08096291
Salpinctes obsoletus	3	0.01570681	4.15366114	0.06524075
Sayornis nigricans	1	0.0052356	5.25227343	0.02749881
Thryomanes bewickii	5	0.02617801	3.64283552	0.09536219
Toxostoma curvirostre	7	0.03664921	3.30636328	0.12117562
Tyrannus vociferans	1	0.0052356	5.25227343	0.02749881
Zenaida asiatica	11	0.05759162	2.85437816	0.16438827
Zenaida macroura	20	0.10471204	2.25654115	0.23628703
Total	191		H=	3.03464656

IV.3.2.2.4. Importancia de los hábitats para la fauna silvestre

El entorno natural del Sistema Ambiental ha sido modificado por la actividad del hombre a través de la historia, principalmente por actividades de subsistencia, como lo son la agricultura y la ganadería. Actualmente, donde se encuentra el polígono del proyecto y sus alrededores, se ha generado un cambio de la vegetación clímax por múltiples actividades mineras previas, en mayor medida asociadas a la construcción de caminos.

La fragmentación del hábitat constituye una de las formas más comunes de degradación del hábitat forestal y aunada a la disminución de la superficie forestal, la fragmentación provoca un aislamiento progresivo entre las especies silvestres. A menudo los fragmentos de vegetación quedan aislados entre sí por un paisaje muy modificado o degradado. La fragmentación implica generalmente una reducción severa del hábitat, pero esto también puede generarse destruyendo una pequeña fracción del hábitat original si éste se divide por caminos, líneas ferroviarias, canales, líneas de energía, cercas, líneas de petróleo, líneas cortafuegos u otras barreras al movimiento libre de especies.

Los fragmentos difieren del hábitat original en dos importantes aspectos: (1) los fragmentos tienen una mayor cantidad de borde que área de hábitat y (2) el centro de cada fragmento está cercano a un borde. Además de una reducción del área de hábitat original, una mayor proporción de borde y menor distancia al borde más cercano, la fragmentación del hábitat amenaza la persistencia de las especies en otras formas menos evidentes.

Primero, la fragmentación del hábitat crea barreras para los procesos de dispersión y colonización de las poblaciones. Cuando un hábitat se fragmenta, muchas especies de anfibios, reptiles, mamíferos, aves e insectos del interior del bosque no cruzarán distancias, aunque cortas, en áreas abiertas (debido al peligro que correrían de depredación, de atropellamiento, o a la mera incapacidad física de cruzar estas áreas). Cuando la movilidad de los mamíferos y aves se reduce por la fragmentación del hábitat, también se afecta la dispersión de las especies de plantas con frutos carnosos consumidos por vertebrados o semillas que se adhieren a ellos.

Segundo, la fragmentación del hábitat reduce la capacidad de los animales para buscar alimento. Muchas especies animales requieren moverse a través del paisaje para alimentarse; un recurso dado puede necesitarse sólo durante unas pocas semanas al año, incluso solo una vez en varios años y cuando el hábitat se fragmenta, las especies confinadas en un único fragmento son incapaces de migrar en búsqueda de esos recursos escasos en su ámbito normal de hábitat.

Tercero, la fragmentación del hábitat puede acelerar la destrucción de la población y provocar su extinción al dividir una población extensa en dos o más subpoblaciones dentro de un área restringida. Estas poblaciones más pequeñas quedan más vulnerables a la depresión endogámica, deriva genética y otros problemas ecológicos.

Actualmente las actividades mineras se encuentran suspendidas, las obras previamente realizadas se encuentran principalmente agrupadas en el centro del Sistema Ambiental Regional. Por su parte, las áreas de agricultura y de pastoreo para el ganado se encuentran dispersas en todo el Sistema Ambiental Regional.

Es así, que el deterioro del ecosistema en el Sistema Ambiental Regional se presenta de manera heterogénea, por lo que se decidió crear un análisis que permitiera visualizar cuáles son aquellas áreas que aún son prioritarias o con mayor calidad para la fauna silvestre. Posteriormente, se utilizará esta información para la elaboración del Diagnostico Ambiental, la valoración de impactos ambientales y finalmente, para la generación de propuestas de medidas de mitigación y compensación que tengan alcances reales.

Para este análisis se utilizó el VIES previamente realizado en el **Capítulo IV.3.2.2.3.7.** La sumatoria de todos los valores adquiridos para cada una de las especies representa la importancia de las especies dentro del Sistema Ambiental Regional. El VIES se utiliza a su vez para evaluar finalmente la importancia de cada uno de los hábitats identificados, sumando los valores del VIES de cada una de las especies por cada categoría (**Anexo 4.23**). Para las áreas que se encuentran desprovistas de vegetación, así como las áreas ocupadas por infraestructura, caminos, asentamientos humanos, etc., se les asignó el valor "0", ya que no representan hábitat alguno para la fauna silvestre. La asignación de un valor "0" es necesaria para la representación gráfica y su utilidad en el Diagnóstico Ambiental.

Para el caso de fauna silvestre, los hábitats utilizados corresponden en gran medida a la clasificación de la vegetación que se menciona anteriormente en este capítulo (Figura 4.102).

A cada uno de los hábitats identificados se le asignó un valor entre 0 y 1. Este valor fue determinado de acuerdo con qué optimo resulta ser para la especie, es decir, si el hábitat aporta los requerimientos de la especie para sustentar de manera viable una población. A este valor se le denomina en este análisis como aptitud del hábitat para la especie (aH). El aH es multiplicado por el VIES y dividido entre 100 para obtener el valor de importancia del hábitat para la especie (VIHe).

$$VIHe = (aH * VIES)/100$$

Es así como la Importancia del hábitat (IH) se encuentra representada por la sumatoria de VIHe de todas las especies:

$$IH = \sum_{i=1}^{n} VIHe_i$$

Los valores resultantes de cada unidad evaluada de acuerdo con el tipo de vegetación o uso de suelo se clasificaron de manera percentil como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4. 98. Valores de Importancia del hábitat para la fauna silvestre

RANGOS DE VALORACIÓN DEL HÁBITAT
Baja (0-0.47)
Media (0.48-0.94)
Alta (0.95-1.41)

En orden de importancia la vegetación riparia, la vegetación secundaria de bosque de encino y bosque de táscate, el pastizal y la vegetación secundaria de matorral crasicaule, fueron los hábitats con una calificación de "Alta", con valores numéricos de 1.41, 1.22, 1.22, 1.14, 1.07 respectivamente. El hábitat identificado como Mezquital xerófilo obtuvo una calificación de

"Media" con un valor numérico de 0.94. La agricultura presento una calificación "Baja" (Figura 4.103).

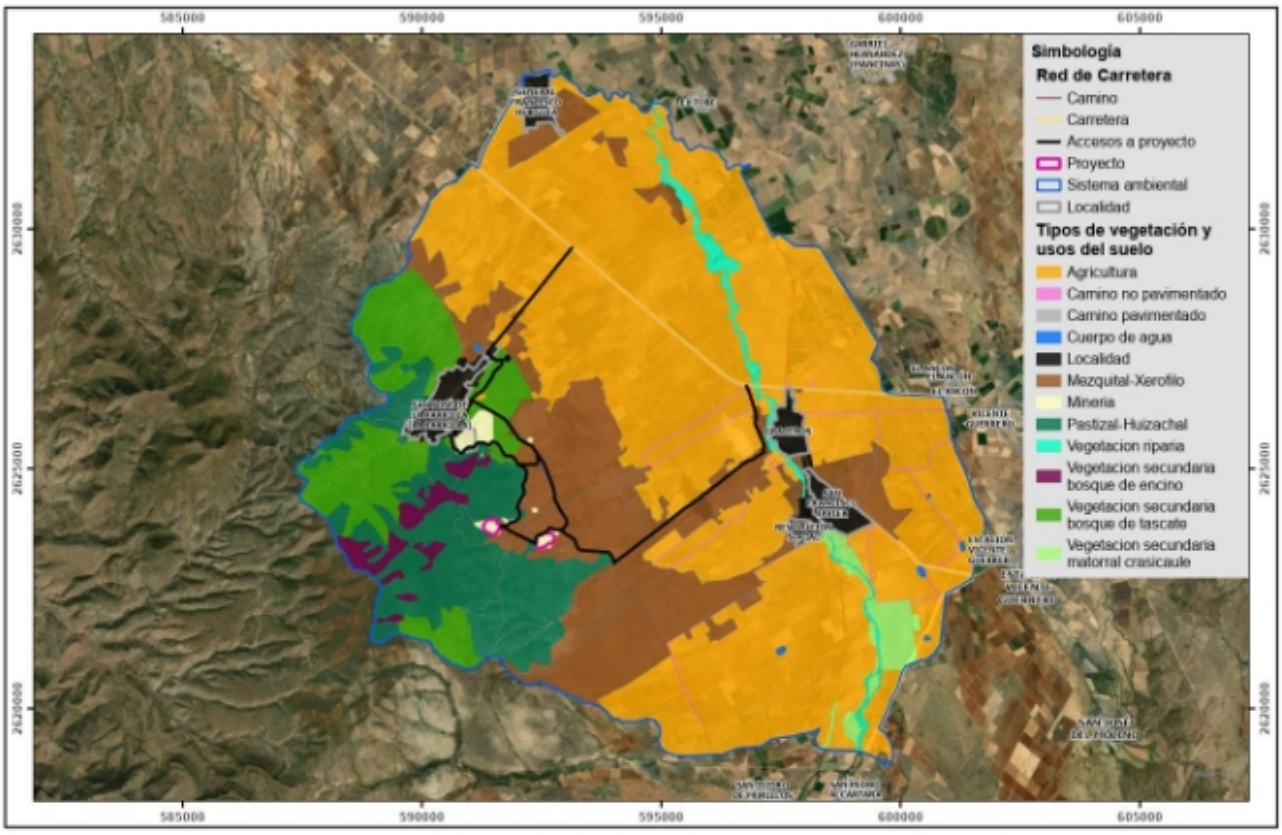

Figura 4.102. Hábitats identificados para la fauna silvestre

Figura 4.103. Importancia de los hábitats evaluados para la fauna silvestre. El color azul indica los hábitats de importancia "Alta", mientras que en amarillo se muestra los de importancia "Media"

IV.3.2.2.5. Discusión

Se registró una gran diversidad de vertebrados terrestres (49 spp), alrededor del 6.9 % de la fauna registrada para el estado de Durango, mostrando una composición de similar en cuanto a la proporción de especies por grupo (Díaz-Moreno, R., M. González-Elizondo y R. Muñiz-Martinez. 2016).

Respecto a la diversidad por área de análisis, se muestra una mayor riqueza de especies en el Sistema Ambiental Regional (SAR) para el grupo de los reptiles, sin embargo, para el grupo de los mamíferos y aves se presentó una mayor diversidad en el Área de Influencia (Figura 4. 104). Esto se debe en gran medida a la superficie de cada una de las áreas y al esfuerzo de muestreo realizado para cada una de éstas, y la cantidad de hábitats disponibles. Para el caso específico del área de proyecto, aunado a la pequeña superficie que representa con respecto al Sistema Ambiental Regional (SAR) y el área de Influencia (AI), el movimiento actual de personas y actividades que se realizan en los alrededores del Área del Proyecto (AP) ha condicionado a que la fauna se aleje y permanezca dispersa durante el día, siendo este cuando se realizaron los muestreos.

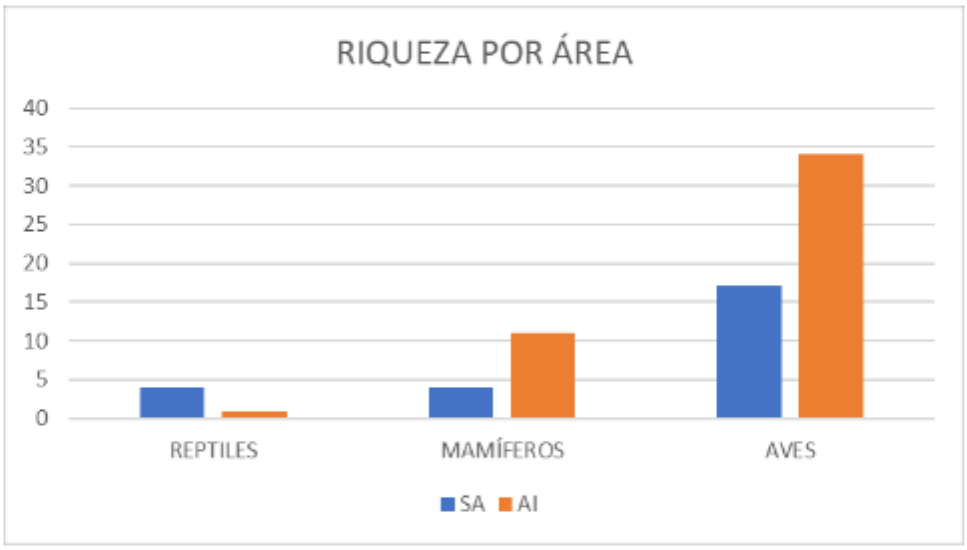

Figura 4. 104. Riqueza de especies por área de análisis

Se registró un número bajo de especies (3 spp) que se encuentran enlistadas en la NOM-059, éstas representan un 6.1% de la riqueza total de especies, con representantes de todos los grupos (Figura 4. 105). Esto se debe en gran parte a que estas especies son 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.

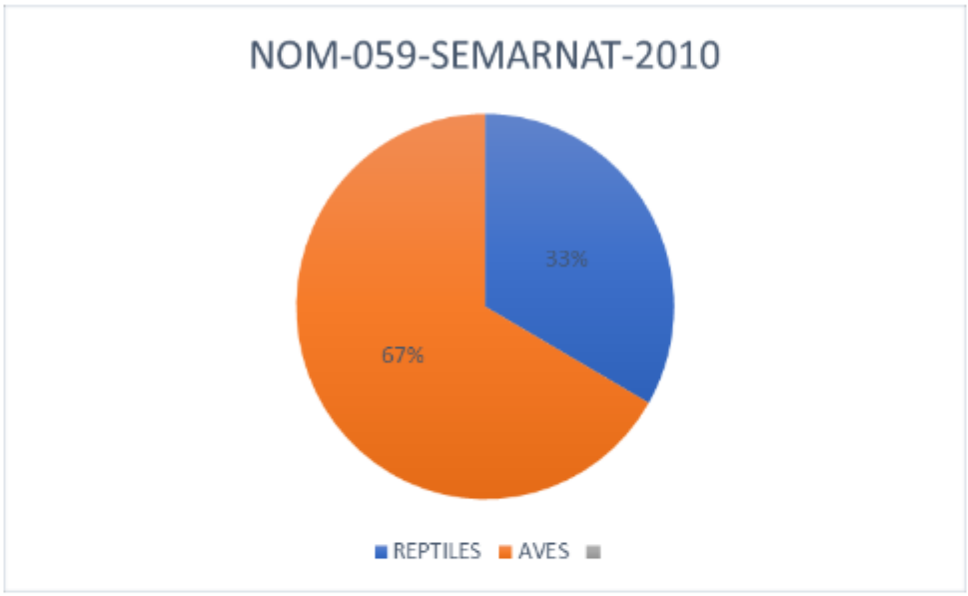

Figura 4. 105. Porcentaje de la fauna silvestre incluidas en la NOM-050-SEMARNAT-2010

Seis especies son endémicas de México, de estas el 33% son reptiles y el otro 63% son aves (Figura 4. 106). Esto representa un bajo de especies en relación con el total de especies registradas.

Figura 4. 106. Porcentaje de especies endémicas

El 2% (1 especies) del total de las especies reportadas en este estudio son consideradas como muy importantes para su conservación, y se encuentran su relación con varios factores, como su rareza, sus estatus de protección dentro y fuera del país, sus hábitos tan específicos.

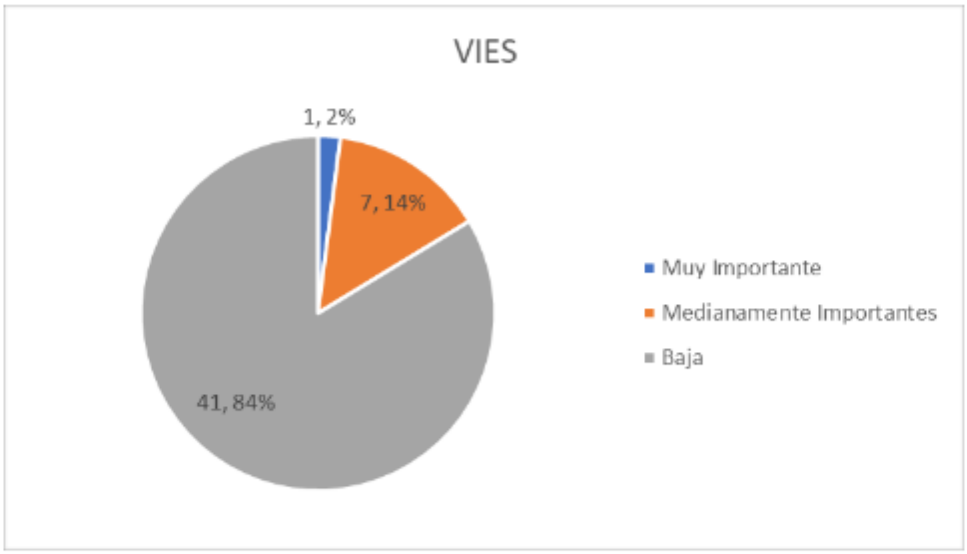

Figura 4. 107. Porcentaje de especies con respecto al Valor de Importancia de la Especie

En lo que respecta a los índices de diversidad obtenidos, las aves destacan entre los demás grupos presentando los valores más altos en ambas áreas de análisis. Los reptiles presentaron una diversidad baja en ambas áreas de análisis, mientras que los mamíferos presentaron una diversidad baja y media para SA y AI respectivamente. Lo que se presenta de manera consistente para los tres grupos de vertebrados analizados es que obtuvieron los valores mas altos del índice calcuclado para el AI (Tabla 4. 99).

Tabla 4. 99. Resumen Índice de diversidad de Shannon-Wiener

Grupo zoológico	No. especies			No. Individuos			Índice de Shannon-Wiener			Interpretación del Índice		
	SAR	AI	AP	SAR	AI	AP	SAR	AI	AP	SAR	AI	AP
Reptiles	1	4		4	14		0	1.1952		Diversidad baja	Diversidad baja	
Mamíferos	4	8		7	43		1.1537	1.8237		Diversidad baja	Diversidad media	
Aves	18	32		40	191		2.7075	3.0346		Diversidad media	Diversidad alta	

La obtención de valores más altos para el AI, al igual que la riqueza puede deberse a varios factores o la combinación de todos ellos, principalmente a que presenta mayor superficie con respecto al SAR, es así que presentará la mayor diversidad de hábitats disponibles para la fauna silvestre. Otro factor que puede influir son los esfuerzos de muestreo (cantidad de parcelas) que son necesarios para cubrir estas Áreas.

La vegetación del SAR se ve fuertemente alterada por actividades antropogénicas, principalmente agrícolas y mineras. La importancia del hábitat para la fauna silvestre es mayoritariamente muy baja, debido a múltiples factores que afectan la modificación de estos hábitats, especialmente el cambio de vegetación climática por otros usos.

Aunque todos los tipos de vegetación clímax presentaron una importancia alta, es probable que las diferencias en estos valores se deban al esfuerzo de muestreo empleado, siendo la vegetación riparia el hábitat con menor superficie en el SAR y el menor esfuerzo de muestreo.

La fauna silvestre también se ha especializado en estos hábitats específicos, como los pastizales naturales, lo que los hace vulnerables a cualquier cambio. Esta vulnerabilidad se extiende a otros tipos de vegetación asociados, como el bosque de pino.

IV.3.2.2.6. Conclusiones

Se registró un total de 49 especies de vertebrados; 34 aves, 11 mamíferos y 4 reptiles.

Tres especies se encuentran en listadas en la NOM-059; una especie en la categoría de Amenazada, y dos especies en la categoría de Protección especial.

El Área de Influencia obtuvo los mayores valores del índice de diversidad de Shannon para los grupos analizados.

En orden de importancia la vegetación riparia, la vegetación secundaria del bosque de encino y del bosque de táscate, pastizal y la vegetación secundaria de matorral Crasicaule, fueron los hábitats con una calificación de "Alta".

IV.3.3. Paisaje

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

La descripción del paisaje contempla la interpretación del entorno, mediante el proceso de percepción, el cual funciona por medio de la selección de información y reconocimiento visual de las zonas de interés. La percepción del ambiente no solo interesa por ser el origen de los fenómenos culturales o en la interpretación del entorno, sino que, además es necesaria para comprender y gestionar mejor los recursos naturales y el patrimonio que éstos representan.

El proceso de percepción funciona mediante la selección de información, reconocimiento e interpretación visual de un área en específico. A pesar de las diferencias de percepción individuales, hay patrones comunes a identificar y valorar en los paisajes, esto ayuda a clasificar y ubicar cartográficamente las unidades de paisaje. Esto se hace por medio de la evaluación cualitativa y cuantitativa de los componentes naturales, antrópicos y las interrelaciones entre ellos.

La percepción que se puede tener en gran escala sobre el entorno inmediato es la absorción de los paisajes naturales por paisajes humanizados. Al estar estas áreas dominadas por actividades y modificaciones antrópicas como: agricultura, ganadería, industria y/o poblaciones; genera en gran medida la disminución de la continuidad y calidad de los paisajes naturales.

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

IV.3.3.1. Metodología de evaluación

Unidades de paisaje

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

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

Para la delimitación de las unidades de paisaje (UP) dentro del área de estudio se utilizó la información recopilada durante los recorridos realizados, esto permitió generar una amplia percepción del medio ambiente del sitio. Posteriormente, en gabinete se procedió a segregar el paisaje general con base en lo descrito por (Muñoz, Pedreros, 2004) el cual recupera la metodología descrita por (Escribano & 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 & 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. 100.

Tabla 4. 100. Elementos para determinar la calidad visual del paisaje (Aguilera & al., 2016)

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

A continuación, se presentan las clasificaciones de la calidad del paisaje según el puntaje obtenido con respecto al resultado de la valoración generalista de los componentes del paisaje (Tabla 4. 101)

Tabla 4. 101. Criterios de evaluación de calidad visual del paisaje

Valoración	Calidad Visual
Excelente	Más de 30 puntos
Muy alta	De 21 a 30 puntos
Alta	De 16 a 20 puntos
Moderada	De 10 a 15 puntos
Baja	De 0 a 9 puntos

Fragilidad visual del paisaje

La fragilidad visual puede definirse como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él, es la expresión del grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas acciones. Un concepto similar es la vulnerabilidad visual que es la aptitud que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad visual. Según lo señalado a mayor fragilidad o vulnerabilidad visual corresponde una menor capacidad de absorción visual (Solari & Gazorla, 2009).

Para evaluar la fragilidad se propone un método inspirado en Escribano et al. (1991) y MOPT (1993), que considera tres variables: (a) factores biofísicos que ponderan la fragilidad visual del punto, se considera el suelo, cubierta vegetal, pendiente y orientación; (b) carácter histórico-cultural, que pondera la existencia, al interior de un paisaje, de valores singulares según escasez, valor tradicional e interés histórico; (c) accesibilidad dado por la distancia y acceso visual y desde carreteras y poblados.

Los factores biofísicos determinan la fragilidad visual del punto, que, sumados a los factores histórico- culturales, constituyen la fragilidad visual intrínseca. Por último, al integrarse la accesibilidad tenemos la fragilidad visual adquirida. De este modo la valoración se hará según la fórmula:

$$VFVP = \sum f/n$$

Donde *VFVP* es el valor de la fragilidad visual del punto, *f* es el valor obtenido para cada factor biofísico y *n* es el número de factores considerados, es decir, se calcula el promedio caro cada unidad de paisaje. Los valores de fragilidad fluctúan entre 1 y 3. A algunos paisajes, como cuerpos de agua, no se les podrá aplicar cada factor, para estos casos se adaptará la fórmula conforme el número de factores que se utilicen. En la Tabla 4.102 se presentan los factores analizados y valorados:

Tabla 4.102 Factores para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje

Factor	Característica	Valores de fragilidad	
		Nominal	Numérico
(D) Densidad de la vegetación	67-100% suelo cubierto de especies leñosas	Bajo	1

Factor	Característica	Valores de fragilidad	
		Nominal	Numérico
	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

A continuación, se presentan las clasificaciones de la fragilidad visual del paisaje según el puntaje obtenido con respecto al resultado de la valoración generalista de los componentes del paisaje (Tabla 4. 103).

Tabla 4. 103. Criterios de evaluación de fragilidad visual del paisaje

Valoración	Calidad Visual
Baja	1.0 – 1.6
Media	1.7 – 2.3
Alta	2.4 – 3.0

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 SAR se modeló con la herramienta *Viewshed (Cuenca visual)* del Software ArcGIS de Esri. Esta herramienta crea un ráster (Modelo de visibilidad) y registra la cantidad de veces que un área puede verse desde las ubicaciones de las entidades del observador de puntos o polilíneas de entrada.

Para la determinación de la cuenca visual se consideran las siguientes entradas:

- Un ráster de elevación de superficie (Modelo Digital de Elevación).
- Una clase de entidad de línea o punto que represente la ubicación del individuo (Obra o Proyecto).

IV.3.3.2. Unidades del Paisaje

Las Unidades de Paisaje (UP) son divisiones espaciales que cubren el territorio a estudiar. Una UP debería de ser lo más homogénea posible en relación con su valor de paisaje (calidad visual) y valor de fragilidad. La unidad es una agregación ordenada y coherente de las partes elementales (Escribano et al. 1991).

Con base en los criterios anteriores, se determinaron las siguientes unidades de paisaje localizadas dentro de la delimitación del SA (Figura 4. 108):

- Unidad de paisaje 1: Zonas con alta actividad antrópica (asentamientos humanos).
- Unidad de paisaje 2: Zonas con actividades agrícolas
- Unidad de paisaje 3: Zonas con actividad minera
- Unidad de paisaje 4: Zonas con baja o nula actividad antrópica, con cobertura vegetal baja y pendientes llanas (0-5%)
- Unidad de paisaje 5: Zonas con baja o nula actividad antrópica, con cobertura vegetal baja y pendientes onduladas (5-15%)
- Unidad de paisaje 6: Zonas con baja o nula actividad antrópica, con cobertura vegetal media y pendientes accidentadas (15-30%)
- Unidad de paisaje 6: Zonas con baja o nula actividad antrópica, con cobertura vegetal alta y pendientes montañosas (>30%)

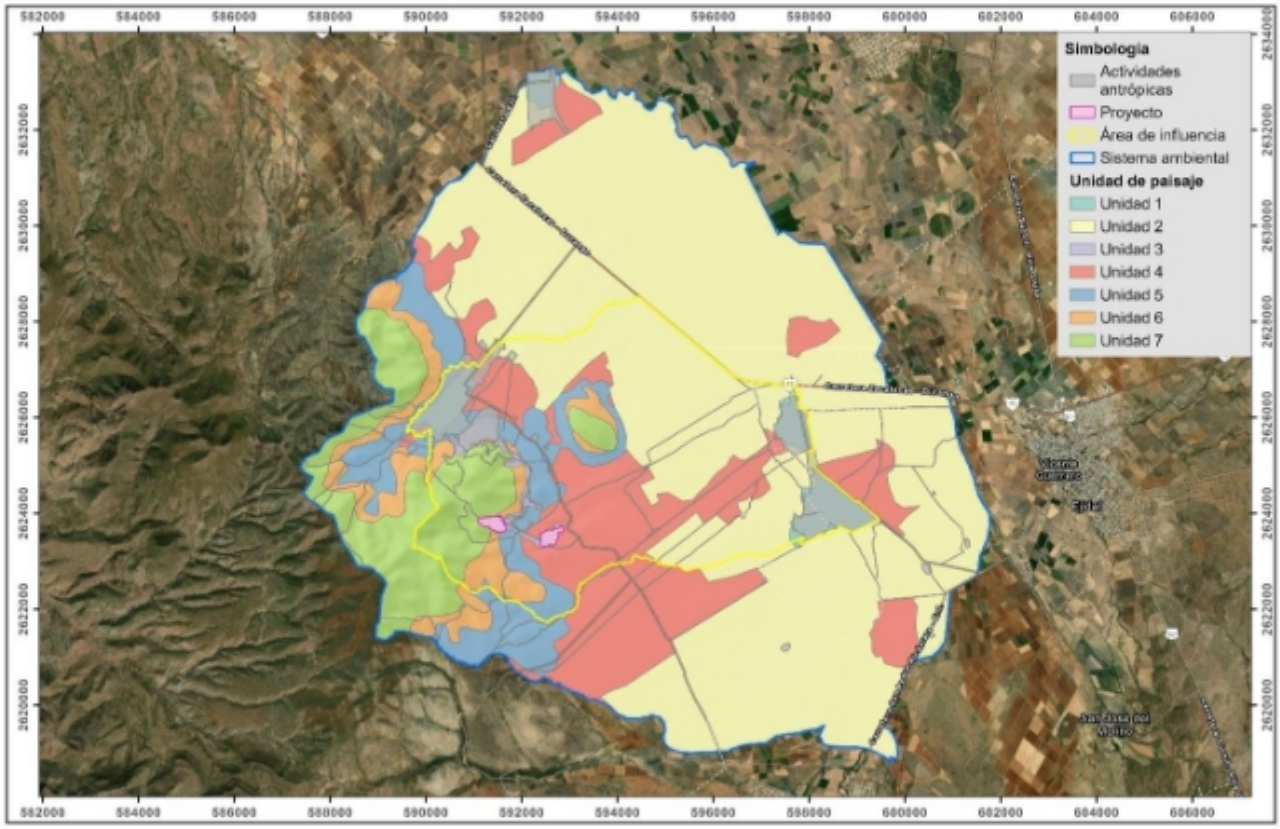

Figura 4. 108 Unidades de paisaje en el SA

En el Anexo 4.6. se muestra el reporte fotográfico general donde se incluyen fotografías del paisaje presente en el área de estudio.

IV.3.3.3. Calidad Visual

De acuerdo con la valoración de calidad visual hecha para cada Unidad de paisaje delimitada para el Sistema Ambiental, las Unidades de paisaje 1,2 3 y 4 se clasificaron con una calidad visual baja, debido a varios factores como las pendientes llanas, presentan poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación además la misma es bastante común en la región, en cuanto al contraste de

color entre suelo, roca y vegetación existe alguna o poca variedad. El principal elemento analizado que reduce o anula la calidad visual del paisaje es la alta modificación antrópica del medio (localidades, agricultura, caminos y actividad minera). El paisaje valorado en estas unidades se considera común, sin elementos únicos, singulares o de valor estético, creando sitios homogéneos y continuos con poca variación cromática y contrastante. Las unidades con calidad visual baja comprenden el 79.7% de la superficie total del SA.

La Unidad de paisaje 5 fueron clasificada con calidad visual media, ya que poseen calidad moderada en la variedad de forma, color y línea. Si bien se encuentra en pendientes onduladas, con poca variedad o contraste en la vegetación, presenta contrastes agradables entre suelo, vegetación y roca. Esta unidad del paisaje es considerada como un área poco singular y con características similares a las de otros sitios presentes en la región. El área representada por estas unidades con respecto al área del SA es del 7.3%.

La Unidad de paisaje 6 fue clasificada con calidad visual alta ya que los elementos evaluados cuentan con una alta calidad en cuanto a la variedad de forma, color, línea y textura. Los principales elementos evaluados en esta unidad son sus pendientes accidentadas, su variedad en la vegetación, sus contrasta es agradables entre suelo, vegetación y roca. Esta Unidad de paisaje se considera singular pero similar a otras presentes en la región y representa el 4.3% del área total del SA.

Por último, la Unidad de paisaje 7 fue clasificada con una calidad muy alta, debido a su paisaje montañoso, su cobertura vegetal cerrada y la variación de esta, la combinación de colores entre suelo, vegetación y roca son contrastantes de manera agradable. Esta unidad de paisaje se considera singular pero similar a otras presentes en la región y presenta el 8.7% del SA

En la Figura 4. 109 y Figura 4. 110 se muestra el resultado del análisis de la calidad visual del paisaje del SA. En el Anexo 4.24 se puede consultar la valoración de la calidad visual de las unidades de paisaje.

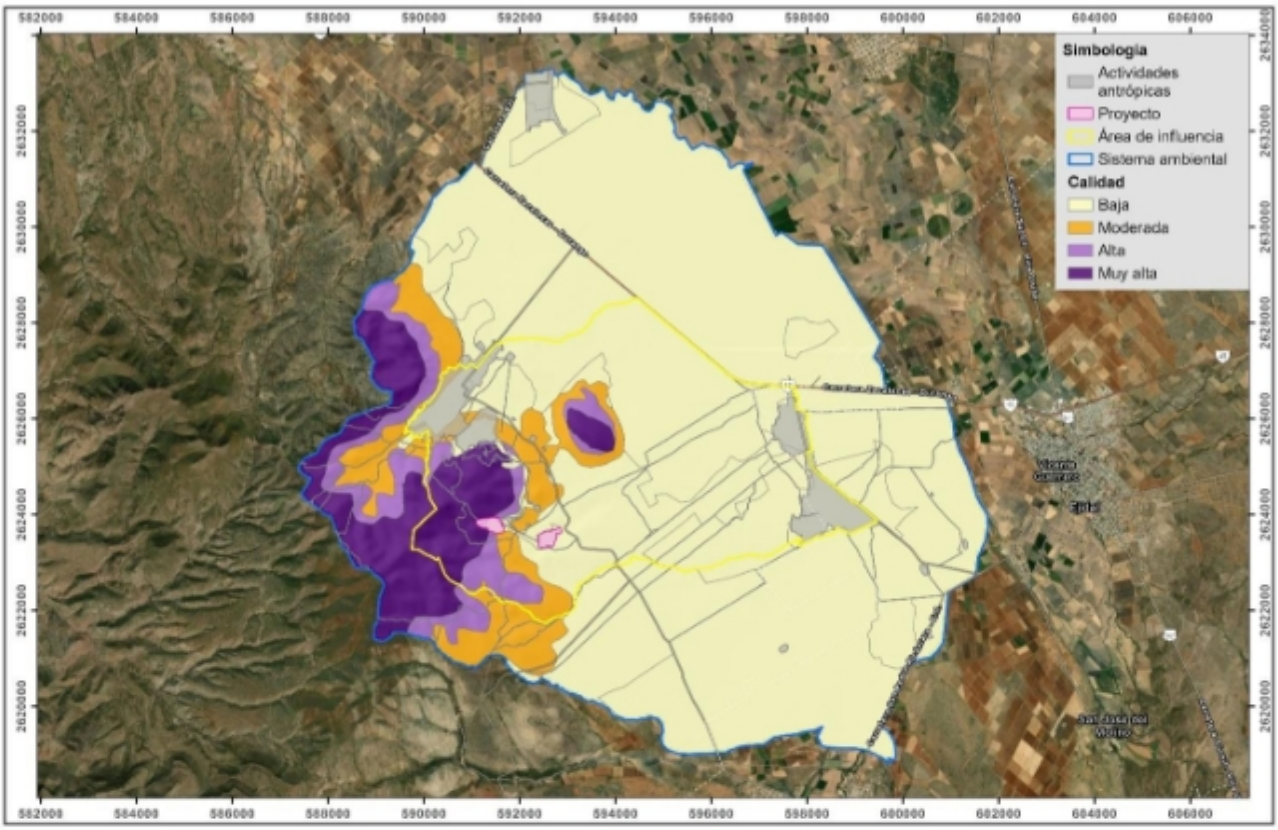

Figura 4. 109 Calidad visual del paisaje

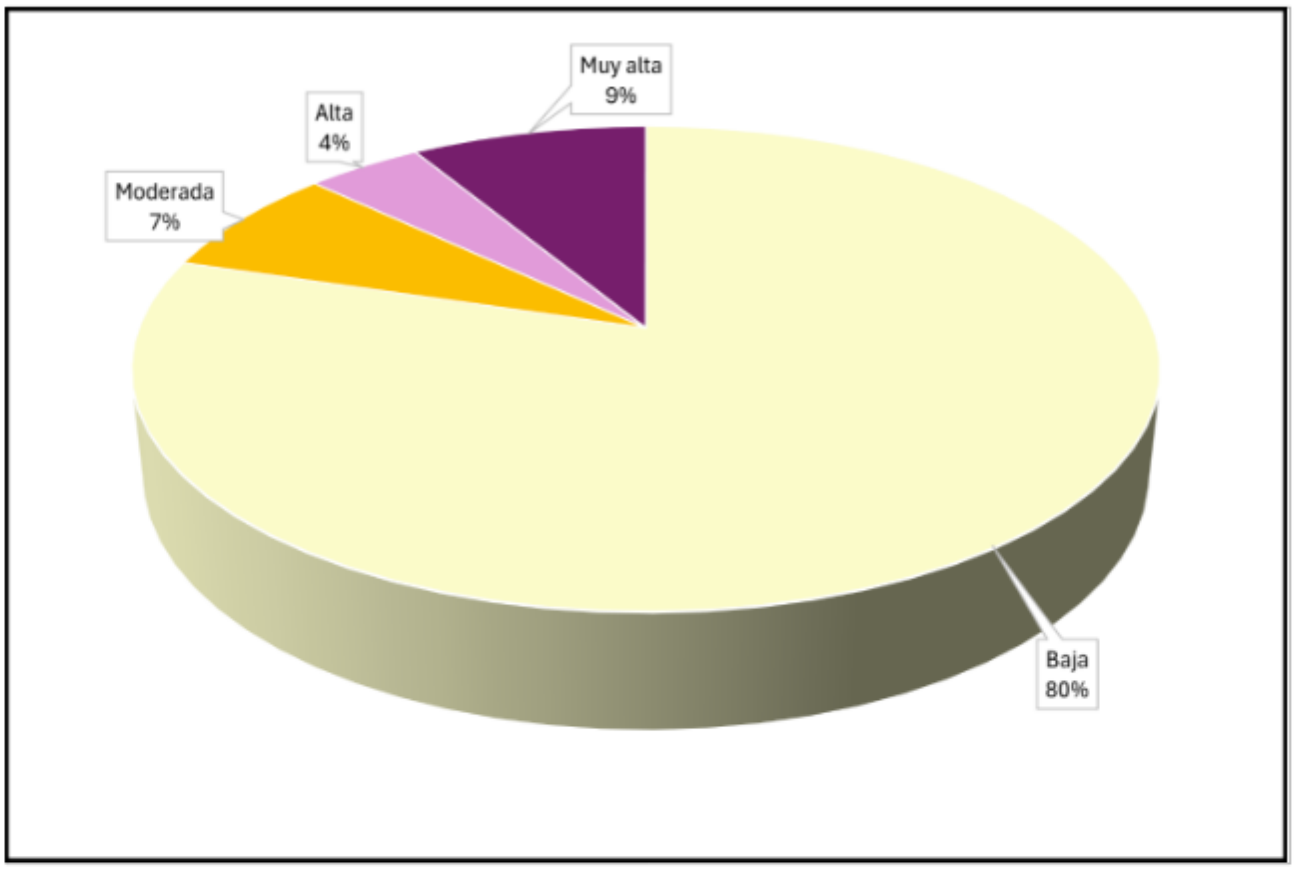

Figura 4. 110 Calidad visual del paisaje en la superficie del SA

IV.3.3.4. Fragilidad Visual

De acuerdo con la valoración de fragilidad visual hecha para cada Unidad de paisaje delimitada para el Sistema Ambiental la Unidad de paisaje 7 cuenta con una fragilidad visual baja, debido a la alta densidad de su vegetación, una diversidad que incluye más de tres estratos vegetacionales, y una vegetación promedio que supera los 3 metros de altura y donde su estacionalidad dominante es perennifolia, presenta pendientes mayores a 55%, el contraste de vegetación/ vegetación se observan manchas monocromáticas, el contraste cromático vegetación/suelo es alto. Esta unidad representa únicamente el 8.7% del área total.

La superficie representada con fragilidad visual media está formada por las Unidades de paisaje 1, 2,5 y 6. En dichas áreas la densidad de la cobertura vegetal es baja o media con pendientes predominantes >0% y <30, la densidad de su vegetación varia de baja a media con menos de 3 estratos vegetacionales y la altura promedio de su vegetación es de menos de 3 metros, en contraste entre vegetación/vegetación varia pueden observarse manchas con pautas nítidas e incluso monocromáticas, el contraste entre vegetación/suelo varía entre bajo y medio, y carecen de valor histórico y cultural. Por ello, la susceptibilidad del paisaje al cambio en estas unidades se considera como media y comprende el 73.1% del área total del SA.

Por último, la Unidad de paisaje 3 y 4 fue catalogada con fragilidad visual alta, ya que se encuentran pendientes >25%, la densidad vegetacional es baja con un estrato dominante, la

vegetación presenta una estacionalidad mixta, ambas presentan un contraste vegetación/vegetación con manchas policrómaticas, el contraste entre vegetación/suelo va de bajo a medio y su singularidad es baja. Estas unidades conforman el 18.2% del área total del SA.

En la Figura 4. 111 y Figura 4. 112 se muestra el resultado del análisis de la fragilidad visual del paisaje dentro del Sistema Ambiental. En el Anexo 4.25 se puede consultar la tabla de valoración de la fragilidad visual de las unidades de paisaje.

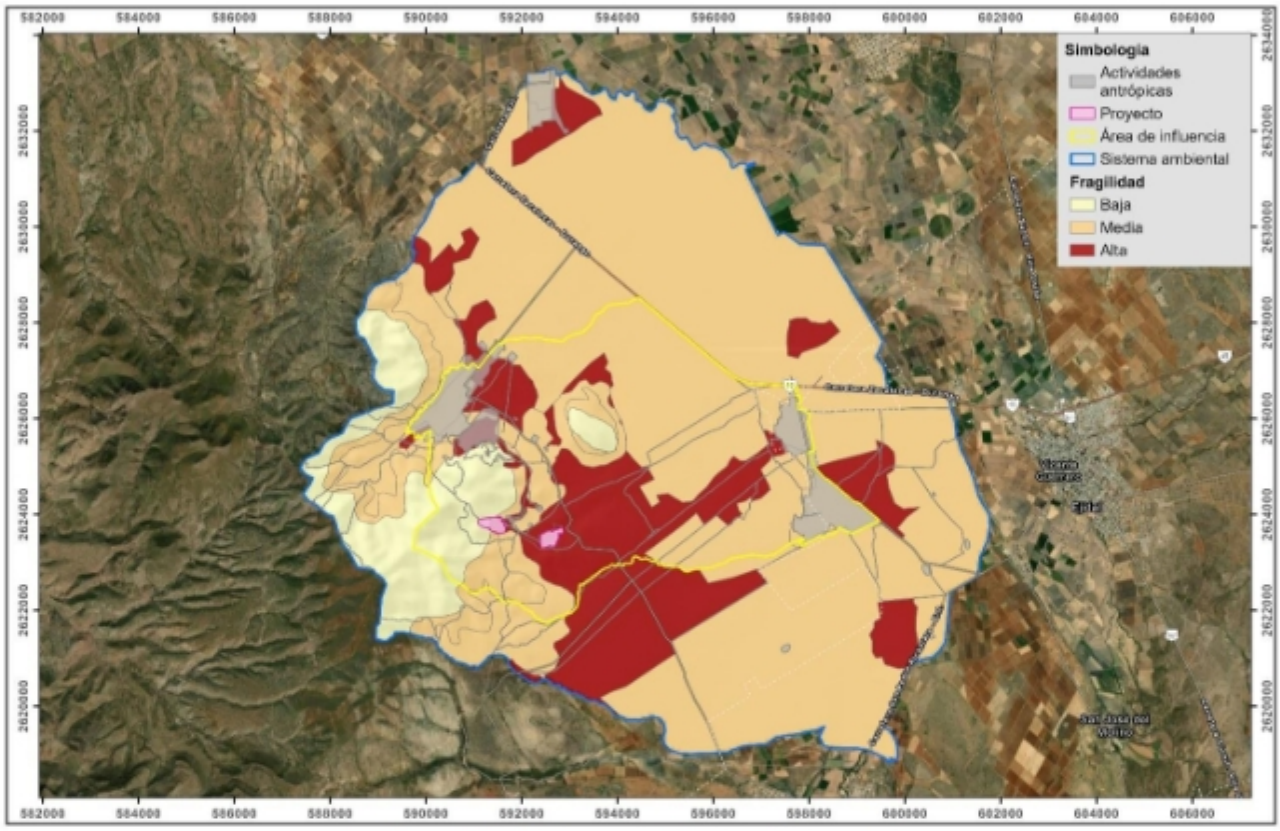

Figura 4. 111 Fragilidad visual del paisaje

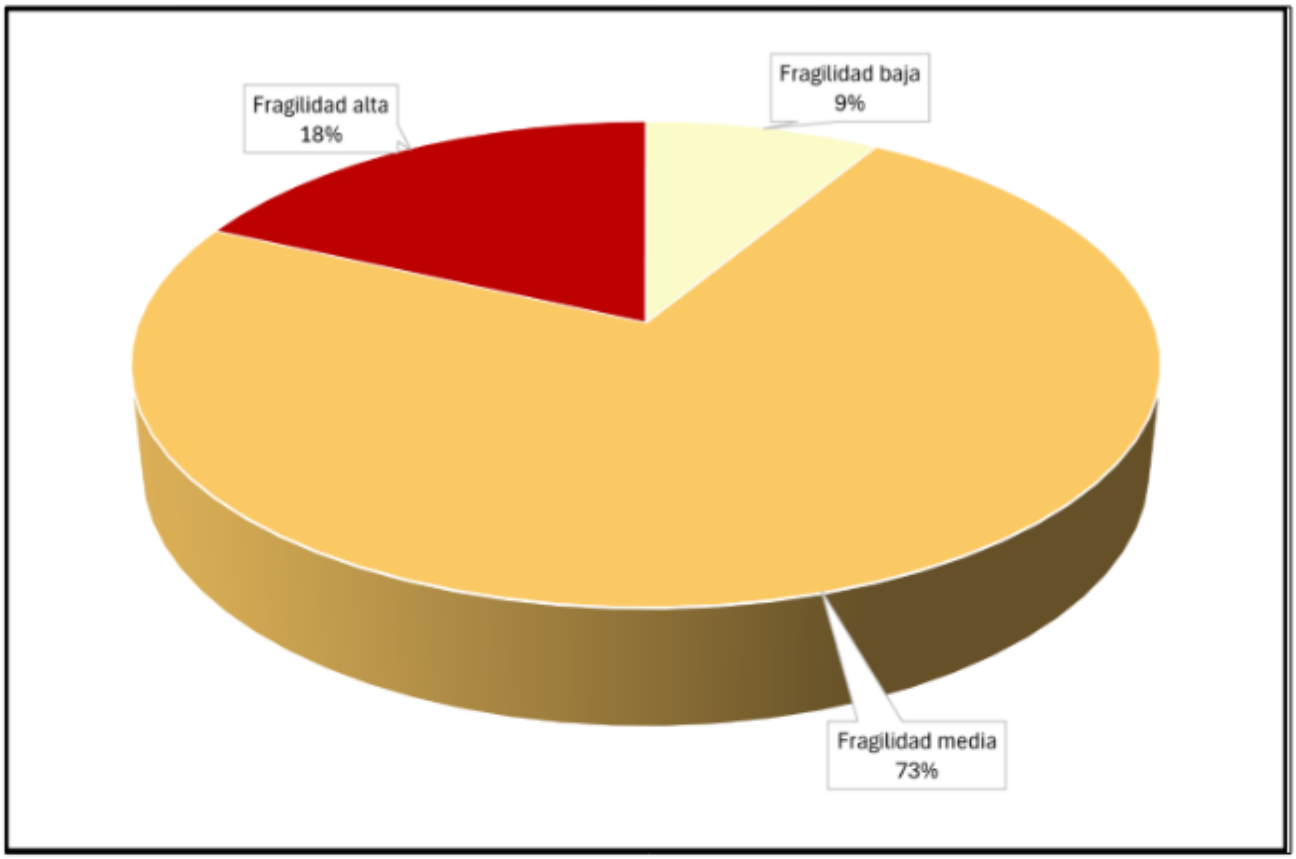

Figura 4. 112 Fragilidad visual del paisaje en la superficie del SA

IV.3.3.5. Cuenca visual (modelo de visibilidad)

El modelo generado muestra que en el 54.49% de la superficie del Sistema Ambiental no se podrá percibir visualmente el área donde se contempla desarrollar el Proyecto, a diferencia del 45.51% restante, dónde si será visible el área mencionada. En la Figura 4. 113 y Figura 4. 114 se muestra el resultado del modelo de visibilidad del Proyecto con la delimitación del SA.

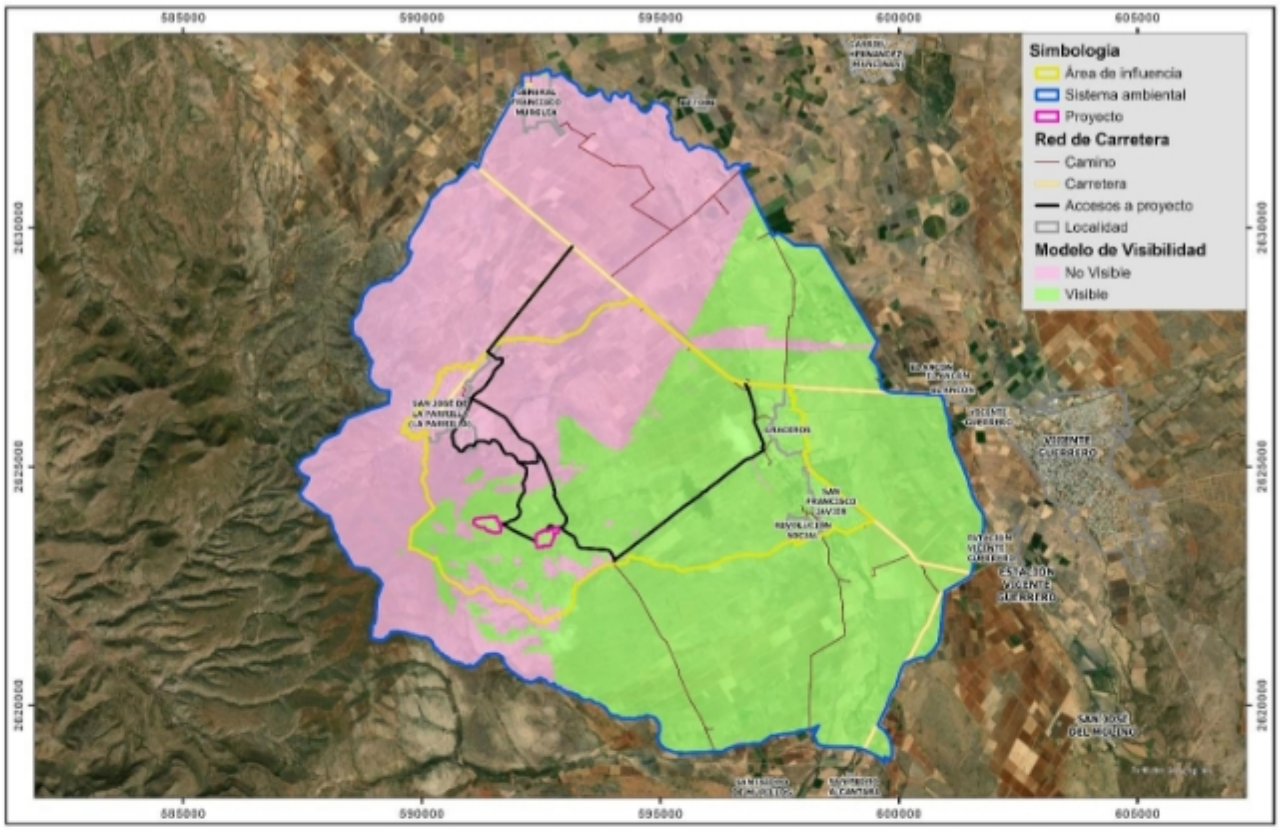

Figura 4. 113 Modelo de visibilidad del Proyecto en el SA

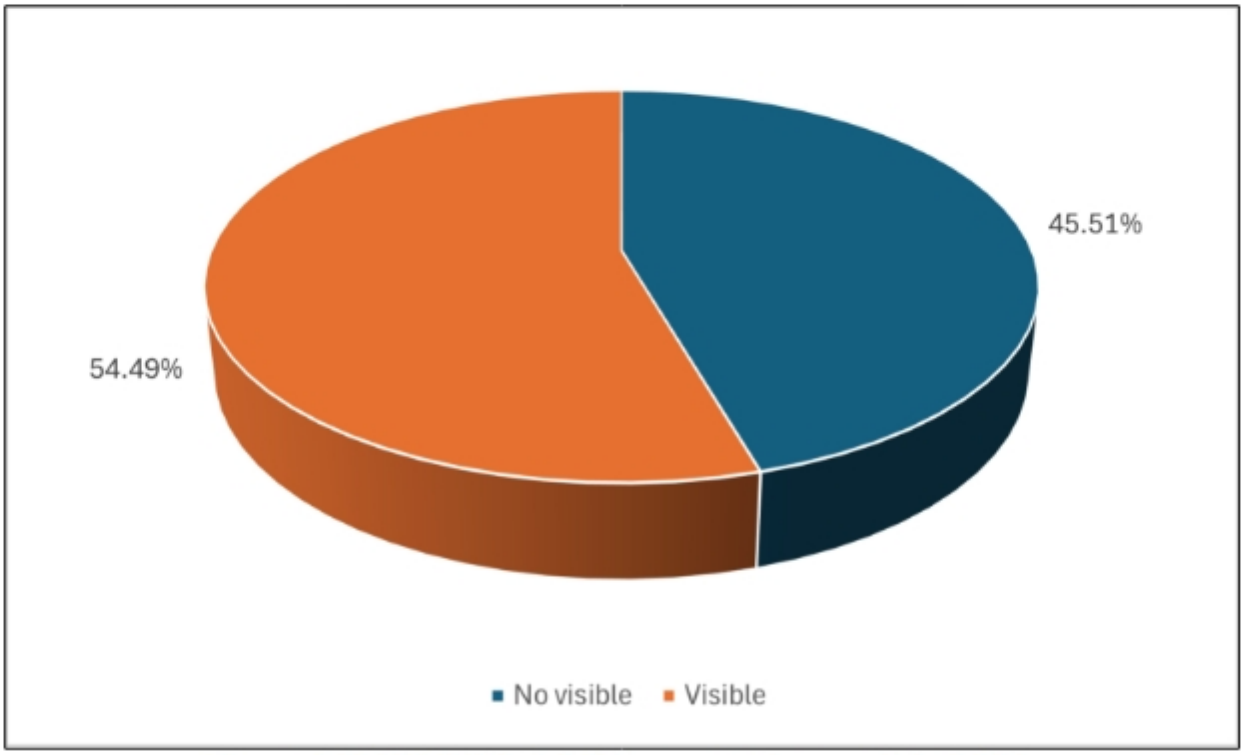

Figura 4. 114 Visibilidad del Proyecto en la superficie del SA

IV.3.4. Medio socioeconómico

El Sistema Ambiental se encuentra dentro de dos municipios del estado de Durango: Nombre de Dios y Vicente Guerrero. El municipio de Nombre de Dios se ubica aproximadamente a 1,730 metros sobre el nivel del mar, aproximadamente a 43.01 km de la Capital del Estado. La superficie calculada es de 1,478 km², y limita al norte con los municipios de Durango y Poanas, al sur con Mezquital y Súchil, al oriente con Vicente Guerrero y Poanas y al poniente con Durango y Mezquita.

El municipio de Vicente Guerrero se localiza en la parte sureste del estado. Su altura es de 1950 metros sobre el nivel mar. Limita al norte con el municipio de Poanas, al sur con Súchil, al oeste con Nombre de Dios y al este con el Estado de Zacatecas y las comunidades de Villa Insurgentes, Sombrerete y Zacatecas. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 168 kilómetros.

Si bien el proyecto se localiza dentro del municipio de Nombre de Dios, será este y el municipio de Vicente Guerrero, los que se verán impactados positivamente en el desarrollo económico y laboral por el desarrollo del Proyecto.

En la siguiente figura se muestra la ubicación del proyecto con respecto a los límites estatales.

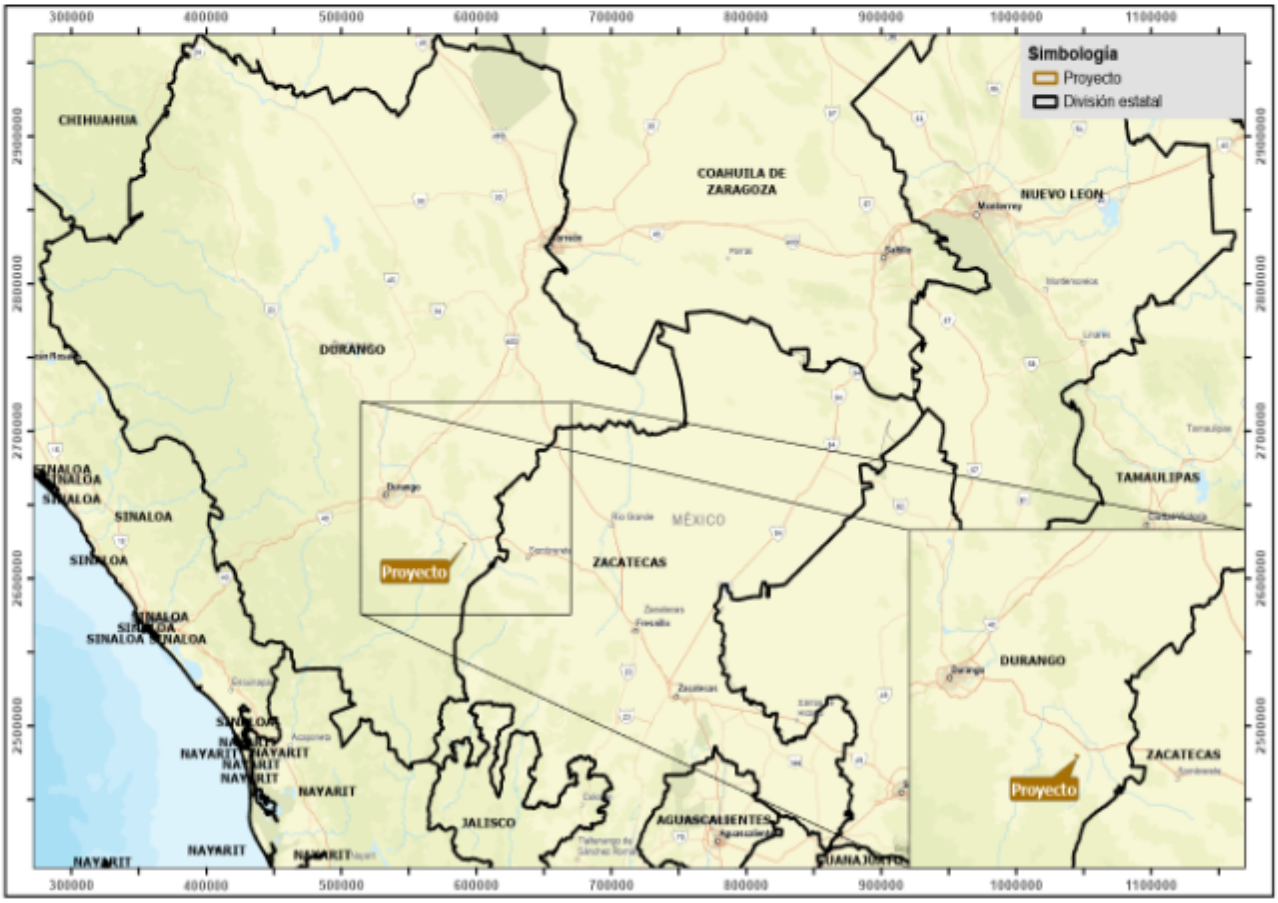

Figura 4. 115 Ubicación del proyecto con respecto a los límites estatales

Con la finalidad de complementar la caracterización del medio socioeconómico, a continuación, se presentan algunos indicadores demográficos de los municipios de Nombre de Dios y Vicente Guerrero, con base en la información oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), del Sistema de Consulta de Integración Territorial, Entorno Urbano y Localidad (SCITEL, 2020) y del Consejo Nacional de población (CONAPO).

IV.3.4.1. Demografía

Con base en estimaciones del Consejo Nacional de población (CONAPO), enseguida se presenta la Tabla 4.104, en la que se muestran las proyecciones de población al 2025 para el municipio de Vicente Guerrero. Se observa un decremento poblacional del 5.79% con respecto al año 1990. La población de este municipio representa el 2.76% del total estatal.

Tabla 4.104 Población del municipio de Nombre de Dios 1990 - 2025

Población	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025
Hombres	10,062	9,959	9,028	8,808	9,412	10,057	9,627	9,640
Mujeres	10,362	9,901	9,284	9,158	9,535	9,965	9,608	9,603
Total	**20,424**	**19,860**	**18,312**	**17,966**	**18,947**	**20,022**	**19,235**	**19,243**

Para el municipio de Vicente Guerrero se detecta un incremento poblacional del 30.03% con relación al año 1990. Este municipio representa el 3.40% de la población con respecto al estado, en la Tabla 4.105 se presentan las cifras de crecimiento poblacional del año 1990 al 2025.

Tabla 4.105 Población del municipio de Vicente Guerrero 1990 - 2025

Población	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025
Hombres	10,181	9,900	10,416	10,473	10,913	11,697	12,576	10,181
Mujeres	10,431	10,337	11,021	11,172	11,446	12,145	12,969	10,431
Total	**19,644**	**20,612**	**20,237**	**21,437**	**21,645**	**22,359**	**23,842**	**25,545**

El INEGI reportó para el municipio de Nombre de Dios los siguientes indicadores de población: densidad de población (Hab/km^2) y porcentaje de población con respecto al estado (Tabla 4.106) y su distribución respecto a grupos de edad al año 2020 (Tabla 4.107). En la Figura 4. 116 se muestra la representación gráfica de la distribución de la población total según los datos reportados en el Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI.

Tabla 4.106 Indicadores de población del municipio de Nombre de Dios 1990 - 2020

Indicador	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Densidad de población del municipio (Hab/Km^2)	11	11.8	11.8	12.3	13.2	14.2	14.9
% de población con respecto al estado	1.51	1.38	1.26	1.19	1.16	1.14	1.04

Tabla 4.107 Población por grupos de edad en el municipio de Nombre de Dios 2020

Grupo de edad	Hombres	Mujeres	Total	% Hombres	% Mujeres
0 a 4 años	863	838	1701	50.73%	49.27%
5 a 9 años	909	941	1850	49.14%	50.86%
10 a 14 años	932	854	1786	52.18%	47.82%
15 a 19 años	869	796	1665	52.19%	47.81%
20 a 24 años	712	681	1393	51.11%	48.89%
25 a 59 años	644	669	1313	49.05%	50.95%
30 a 34 años	621	686	1307	47.51%	52.49%
35 a 39 años	562	596	1158	48.53%	51.47%
40 a 44 años	559	574	1133	49.34%	50.66%
45 a 49 años	502	552	1054	47.63%	52.37%
50 a 54 años	493	524	1017	48.48%	51.52%
55 a 59 años	430	450	880	48.86%	51.14%
60 a 64 años	356	366	722	49.31%	50.69%
65 a 69 años	311	329	640	48.59%	51.41%
70 a 74 años	247	224	471	52.44%	47.56%
75 a 79 años	213	187	400	53.25%	46.75%
80 a 84 años	147	155	302	48.68%	51.32%
85 años o más	138	130	268	51.49%	48.51%

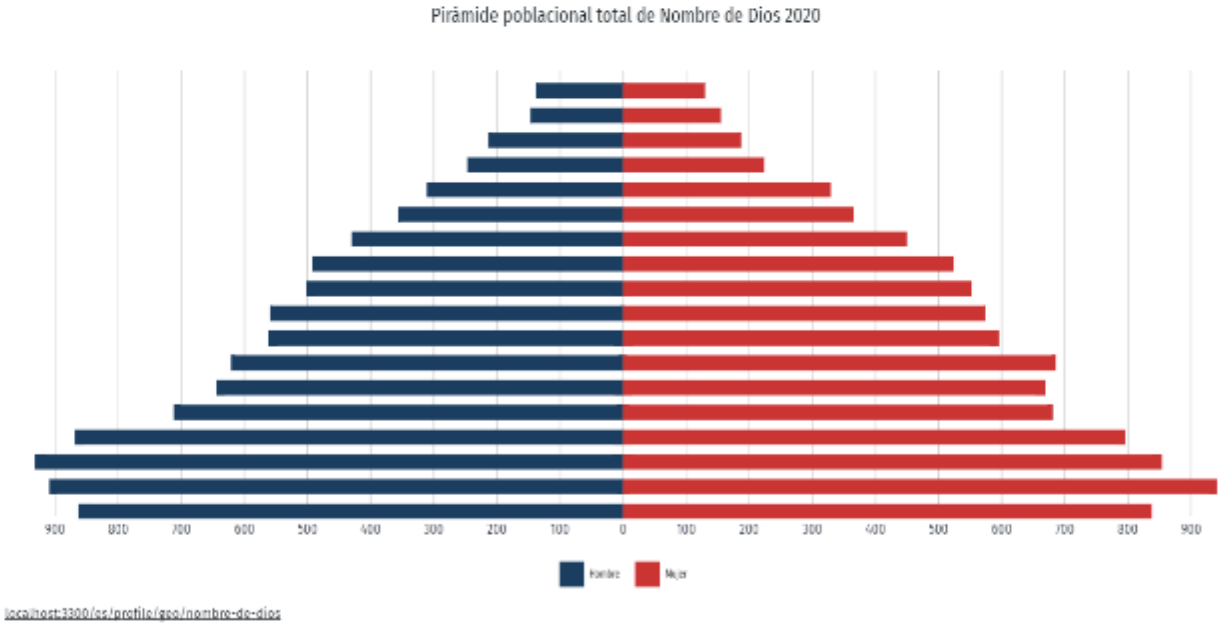

Figura 4. 116 Pirámide poblacional total de Nombre de Dios 2020

La información reportada para el municipio de Vicente Guerrero muestra los siguientes indicadores de población: densidad de población (Hab/km ^{2}) y porcentaje de población con respecto al estado (Tabla 4.108) y su distribución respecto a grupos de edad al año 2020 (Tabla 4.109). En la

Figura 4. 117 se muestra la representación gráfica de la distribución de la población por grupos de edad según los datos reportados en el Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI.

Tabla 4.108 Indicadores de población del municipio de Vicente Guerrero 1990 - 2020

Indicador	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Densidad de población del municipio (Hab/km^2)	11	11.8	11.8	12.3	13.2	14.2	14.9
Porcentaje de población con respecto al estado (%)	1.45	1.43	1.39	1.42	1.32	1.27	1.30

Tabla 4.109 Población por grupos de edad en el municipio de Vicente Guerrero 2020

Grupo de edad	Hombres	Mujeres	Total	% Hombres	% Mujeres
0 a 4 años	1146	1144	2290	50.04%	49.96%
5 a 9 años	1141	1069	2210	51.63%	48.37%
10 a 14 años	1066	1026	2092	50.96%	49.04%
15 a 19 años	992	974	1966	50.46%	49.54%
20 a 24 años	869	947	1816	47.85%	52.15%
25 a 59 años	893	920	1813	49.26%	50.74%
30 a 34 años	798	900	1698	47.00%	53.00%
35 a 39 años	698	767	1465	47.65%	52.35%
40 a 44 años	686	808	1494	45.92%	54.08%
45 a 49 años	672	730	1402	47.93%	52.07%
50 a 54 años	567	633	1200	47.25%	52.75%
55 a 59 años	508	556	1064	47.74%	52.26%
60 a 64 años	439	447	886	49.55%	50.45%
65 a 69 años	302	354	656	46.04%	53.96%
70 a 74 años	260	246	506	51.38%	48.62%
75 a 79 años	185	206	391	47.31%	52.69%
80 a 84 años	137	133	270	50.74%	49.26%
85 años o más	115	130	245	46.94%	53.06%

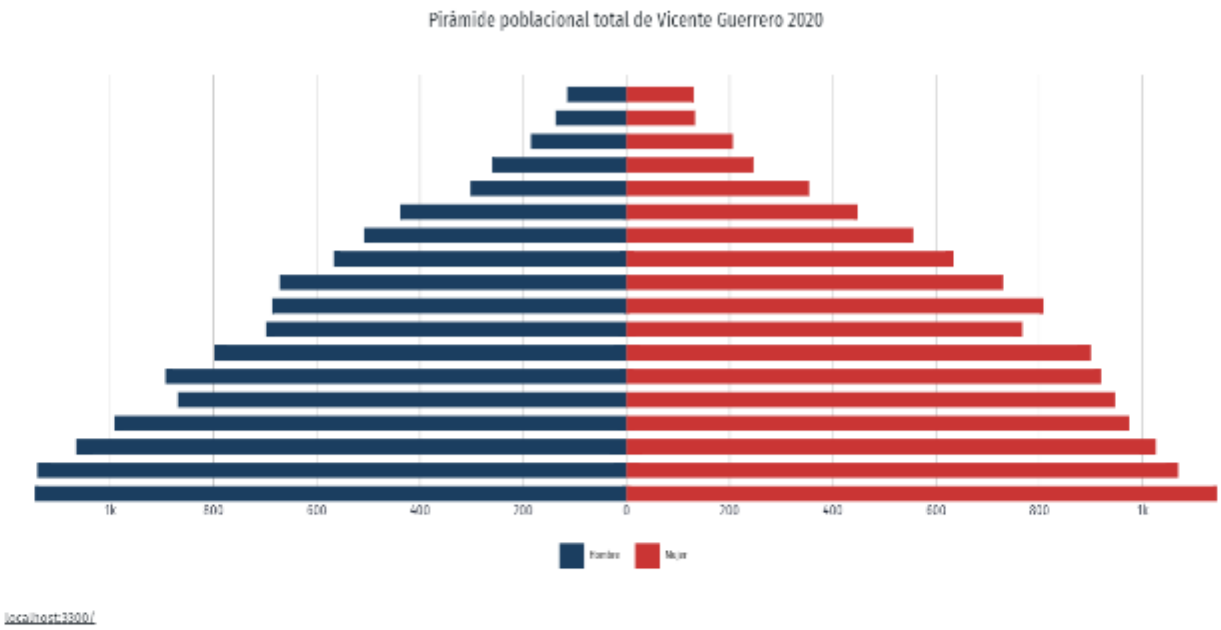

Figura 4. 117 Pirámide poblacional total de Vicente Guerrero 2020

A fin de complementar la caracterización del medio socioeconómico, a continuación, se presentan algunos indicadores socioeconómicos de los municipios Nombre de Dios y Vicente Guerrero con base en la información oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2020.

IV.3.4.2. Natalidad

De acuerdo con los registros más recientes de INEGI, en 2022 se reportaron 30,107 nacimientos para el estado de Durango; mientras que para el municipio de Nombre de Dios se reportaron 286 nacimientos, lo que representa el 0.94% del estado. Para el municipio de Vicente Guerrero hubo un total de nacimientos de 463, representando el 1.53% con respecto al estado.

IV.3.4.3. Mortalidad

En el caso de la mortalidad, se registraron 11,710 defunciones en el estado de Durango mientras que para el municipio de Nombre de Dios se registraron 159 defunciones, lo que representa el 1.35% del estado. Mientras que para el municipio de Vicente Guerrero el número de defunciones generales es de 168, lo que representa el 1.43% con respecto al estado.

IV.3.4.4. Migración

Con base en datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2020), el Estado de Durango ocupa el lugar número 8 en el contexto nacional en cuanto a la intensidad migratoria; por su parte, el municipio de Nombre de Dios ocupa el lugar 21 de 39 en el contexto estatal. El Grado de intensidad migratoria se registra como alto. Por otra parte, el municipio de Vicente Guerrero ocupa

el lugar 33 en el contexto estatal y un grado de intensidad migratoria medio. Lo anterior se muestra en la Figura 4. 118.

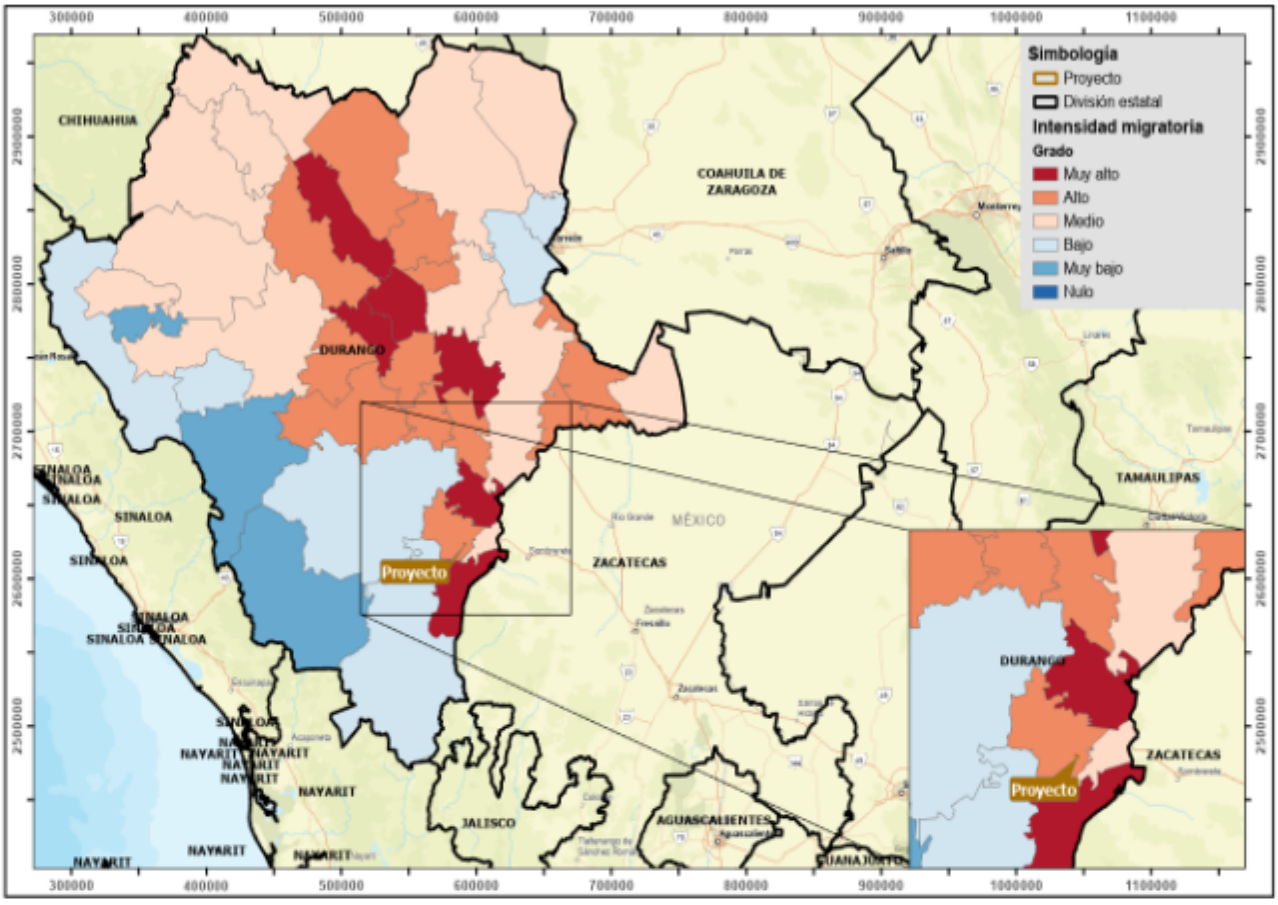

Figura 4. 118 Grado de intensidad migratoria por municipio, CONAPO 2020

Con el fin de complementar la información presentada en la figura anterior, a continuación, se muestran en la Tabla 4.110 los datos migratorios del total de viviendas (5,257) con las que cuenta el municipio de Nombre de Dios (CONAPO, 2020).

Tabla 4.110 Estadísticas migratorias para el municipio de Nombre de Dios

Municipio de Nombre de Dios	
Total, de viviendas	5,257
% viviendas que reciben remesas	20.46
% viviendas con emigrantes a Estados Unidos en el quinquenio anterior	2.97
% viviendas con migrantes circulares en del quinquenio anterior	1.79
% viviendas con migrantes de retorno del quinquenio anterior	3.12
Índice de intensidad migratoria DP2	59.1198
Grado de intensidad migratoria	Alto
Lugar que ocupa en el contexto estatal	21
Lugar que ocupa en el contexto nacional	157

El municipio de Vicente Guerrero registra los siguientes datos migratorios (Tabla 4.111) con las que cuenta el municipio (CONAPO, 2020).

Tabla 4.111 Estadísticas migratorias para el municipio de Vicente Guerrero

Municipio de Vicente Guerrero	
Total, de viviendas	6,721
% viviendas que reciben remesas	16.24
% viviendas con emigrantes a Estados Unidos en el quinquenio anterior	3.33
% viviendas con migrantes circulares en del quinquenio anterior	0.35
% viviendas con migrantes de retorno del quinquenio anterior	3.30
Índice de intensidad migratoria DP2	61.3907
Grado de intensidad migratoria	Medio
Lugar que ocupa en el contexto estatal	33
Lugar que ocupa en el contexto nacional	484

IV.3.4.5. Economía

De acuerdo con el INEGI, la Población en Edad de Trabajar (PET), es la que se encuentra delimitada entre los 12 y los 60 años. A esta población se deben sustraer los que se dedican a actividades no remuneradas, como actividades domésticas y estudiantiles, para obtener lo que se conoce como Población Económicamente Activa (PEA), que es la población mayor de 12 años que puede y quiere trabajar, es decir, que tiene la edad y condiciones de salud necesarias para realizar una actividad y que se encuentran en disposición de hacerlo.

El concepto de Población Ocupada (PO) comprende a los individuos que ejercen una actividad profesional remunerada, o sin remuneración directa cuando se trata de auxiliares de personas de la familia, se refiere, en consecuencia, a la población efectivamente absorbida por alguna actividad.

Enseguida se presenta una tabla con los datos de la PEA en el estado de Durango, así como en los municipios de Nombre de Dios y Vicente Guerrero de acuerdo con el Sistema de Consulta de Integración Territorial, Entorno Urbano y Localidad (SCITEL, 2020).

Tabla 4.112 Población económicamente activa, SCITEL 2020

Concepto	Durango (Estado)	Nombre de Dios	Vicente Guerrero
Población económicamente activa (PEA)	818,279	8,033	10,609
Hombres	503,083	5,388	6,612
Mujeres	315,196	2,645	3,997

La población económicamente activa del municipio de Nombre de Dios representa el 54.4% respecto al total de la población de 12 años y más. Del total de la PEA en el municipio (8,033) el 97.72% se encuentra ocupada y el 2.27% desocupada. A continuación, se muestra una gráfica con los datos antes mencionados.

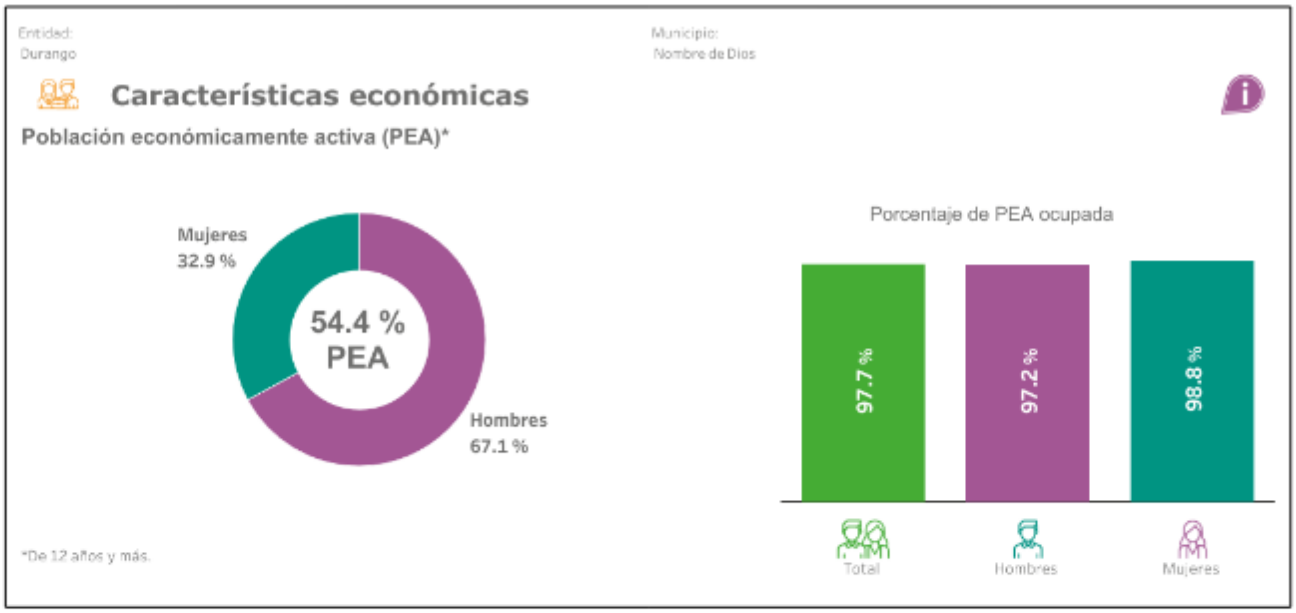

Figura 4. 119 Porcentaje de la PEA ocupada y desocupada 2020, municipio de Nombre de Dios

En el municipio de Vicente Guerrero, la Población Económicamente Activa representa el 58.6% respecto al total de la población de 12 años y más. Del total de la PEA en el municipio (10,609) el 97.28% se encuentra ocupada y el 2.71% desocupada. A continuación, se muestra una gráfica con los datos antes mencionados.

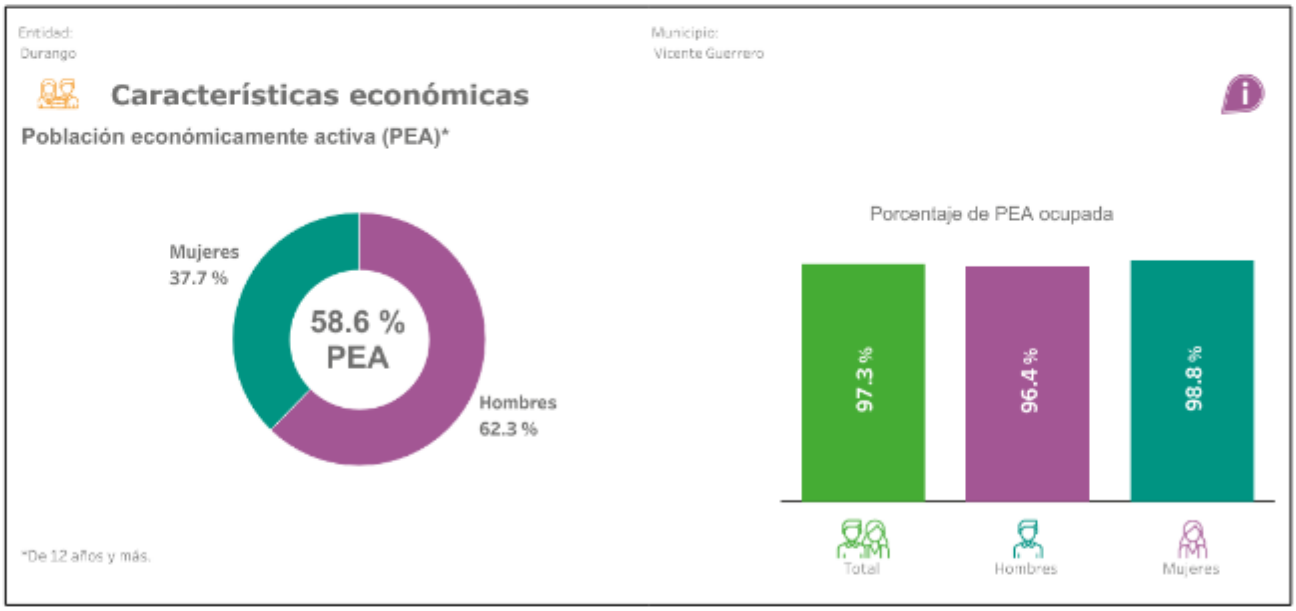

Figura 4. 120 Porcentaje de la PEA ocupada y desocupada 2020, municipio de Vicente Guerrero

La tasa de participación económica mide el grado de la población de 15 años y más en el mercado de trabajo, lo que significa que en el municipio de Nombre de Dios el 54.6% de la población

adulta está inserta en la actividad económica al igual que en el municipio de Vicente Guerrero (58.6), ya sea trabajando o buscando trabajo.

En lo que respecta a los ingresos percibidos, los resultados de la Encuesta Intercensal 2015 muestran que en Nombre de Dios el 35.04% de la población ocupada percibe más de 2 salarios mínimos, en tanto el municipio de Vicente Guerrero registra el 36.63% de la población que percibe más de 2 salarios mínimos (Tabla 4.113).

Tabla 4.113 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
Nombre de Dios	5,305	14.80	39.72	35.04	10.44
Vicente Guerrero	6,858	13.46	42.90	36.63	7.01
Durango (Estado)	581,568	5.92	29.86	21.85	11.33

**Se expresa en salario mínimo mensual (s.m.).*

En la Tabla 4.114 se detalla la distribución de la PEA y su porcentaje según el Sector de Actividad Económica, de acuerdo los datos más recientes disponibles para los municipios (Encuesta Intercensal 2015).

Tabla 4.114 Distribución de la población ocupada por sector de actividad económica

Municipio	Sector de actividad económica				
	Primario	Secundario	Comercio	Servicios	No especificado
Nombre de Dios	24.20	36.91	9.97	27.90	01.02
Vicente Guerrero	7.96	34.78	21.61	34.81	0.85

IV.3.4.6. Educación

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda (INEGI 2020), del total de la población de 15 años y más del municipio de Nombre de Dios, el 3.1% no presenta algún grado de escolaridad, mientras que el 67.5% presenta educación básica y el 18.5% cuenta con educación superior. Para el municipio de Vicente Guerrero se observan estadísticas similares, donde el 2.2% de la población no presenta un grado de escolaridad, el 61.5% cuenta con un grado de educación media superior, y el 24% de la población tiene un grado de educación superior. Lo anterior se detalla a continuación en la Tabla 4.115.

Tabla 4.115 Población de 15 años y más según nivel de escolaridad, 2020

Municipio	Población de 15 años y más	% Sin escolaridad	% Educación básica	% Educación Media Superior	% Educación Superior
Nombre de Dios	13,723	3.1	67.5	21	18.5
Vicente Guerrero	16,872	2.2	61.5	19.2	24

Enseguida se muestra en la Tabla 4.116 la población de 15 años y más que habita en los municipios de Nombre de Dios y Vicente Guerrero en condición de analfabetismo (INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020).

Tabla 4.116 Condición de analfabetismo en los municipios de Chalchihuites y Sombrerete, 2020

Municipio	Alfabeta			Analfabeta			No especificado		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Nombre de Dios	13,285	6,565	6,720	426	236	190	12	3	9
Vicente Guerrero	16,872	8,121	8,751	352	159	193	22	12	10

En la Tabla 4.117 se expone la condición de asistencia a la escuela en los municipios de Nombre de Dios y Vicente Guerrero, de acuerdo con la última información contenida en el Censo Población y Vivienda 2020.

Tabla 4.117 Población de 3 años y más según condición de asistencia escolar, 2020

Municipio	Asiste			No asiste			No especificado		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Nombre de Dios	5,079	2,535	2,544	12,953	6,449	6,504	4	2	2
Vicente Guerrero	6,289	3,123	3,166	15,817	7,674	8,143	2	1	1

IV.3.4.7. Salud

Del total de la población que habita en el municipio de Nombre de Dios al año 2020, el 69% se encuentra afiliado a una institución de salud, mientras que para el municipio de Vicente Guerrero se tiene que el 55.19% de la población está afiliada. Estos datos, así como el número y porcentaje de la población no afiliada para ambos municipios se presenta en la Tabla 4.118.

Tabla 4.118 Población afiliada a servicios de salud, 2020

Municipio	Población Total	Población Afiliada	% Población Afiliada	Población No Afiliada	% Población No Afiliada	No especificado
Nombre de Dios	19,060	13,328	69.93	5,722	30.02	10
Vicente Guerrero	23,476	12,957	55.19	10,502	44.74	17

IV.3.4.8. Marginación y Rezago social

El Índice de Rezago Social es una medida ponderada que resume cuatro indicadores de carencias sociales (educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda) en un solo índice que tiene como finalidad ordenar a las unidades de observación según sus carencias sociales.

Los resultados de la estimación del índice de rezago social se presentan en cinco estratos, los cuales son: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. El grado que se presenta en el SA del Proyecto corresponde a Muy Bajo.

Con base en estimaciones del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2020) el cual a su vez se basa en los censos y conteos del INEGI, se analizaron los indicadores de marginación y rezago social, mismos que se presentan en la Figura 4. 121 y Figura 4. 122.

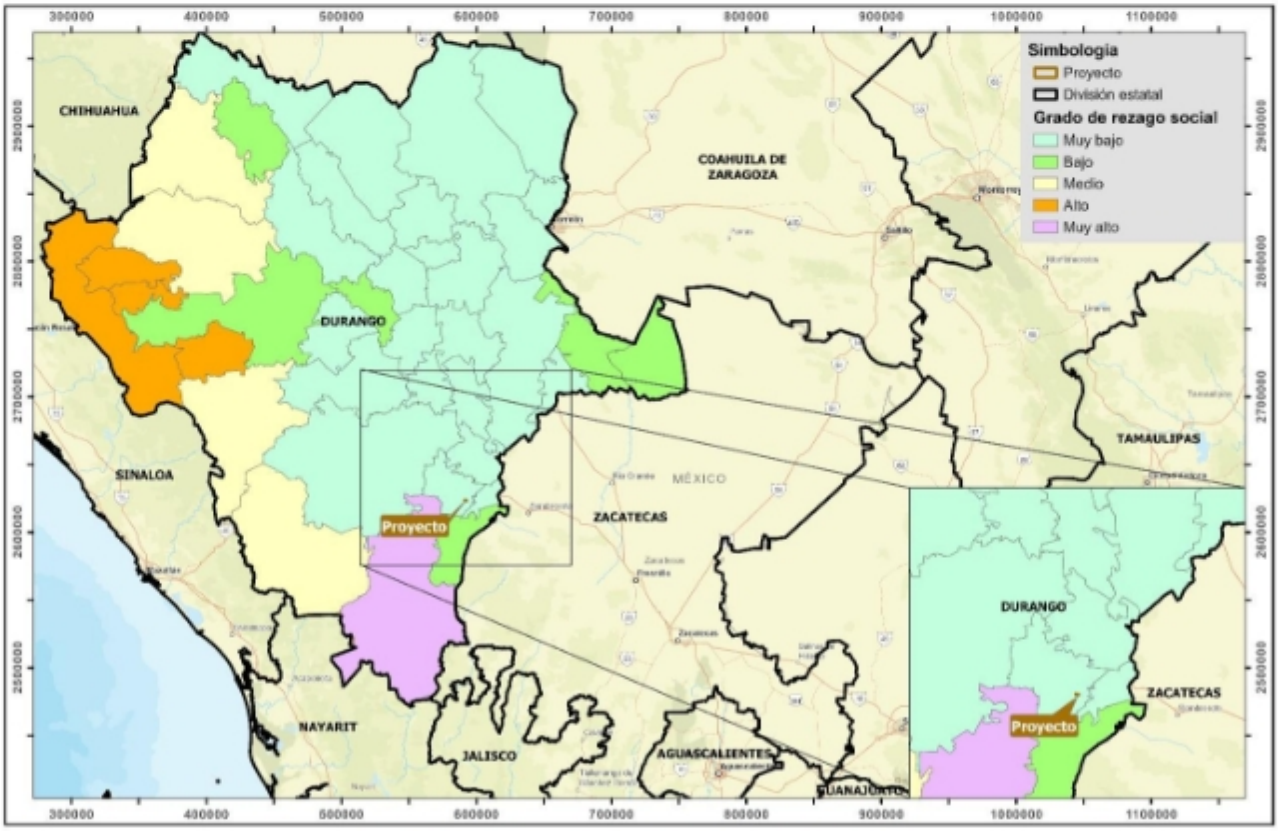

Figura 4. 121 Rezago social dentro del SA

Por su parte la marginación se concibe como un problema estructural de la sociedad, en donde no están presentes ciertas oportunidades para el desarrollo, ni las capacidades para adquirirlas. Si tales oportunidades no se manifiestan directamente, las familias y comunidades que viven en esta situación se encuentran expuestas a ciertos riesgos y vulnerabilidades que les impiden alcanzar determinadas condiciones de vida.

El índice de marginación busca establecer un parámetro analítico que permita entender cuándo un sector de la sociedad se encuentra en una situación donde no están presentes las oportunidades para el desarrollo, ni la capacidad para encontrarlas. Este análisis otorga herramientas que permiten cuantificar la situación de las entidades, los municipios y las localidades, y las Áreas Geoestadísticas Básicas, como se muestra en la Tabla 4.119y en la Tabla 4.120.

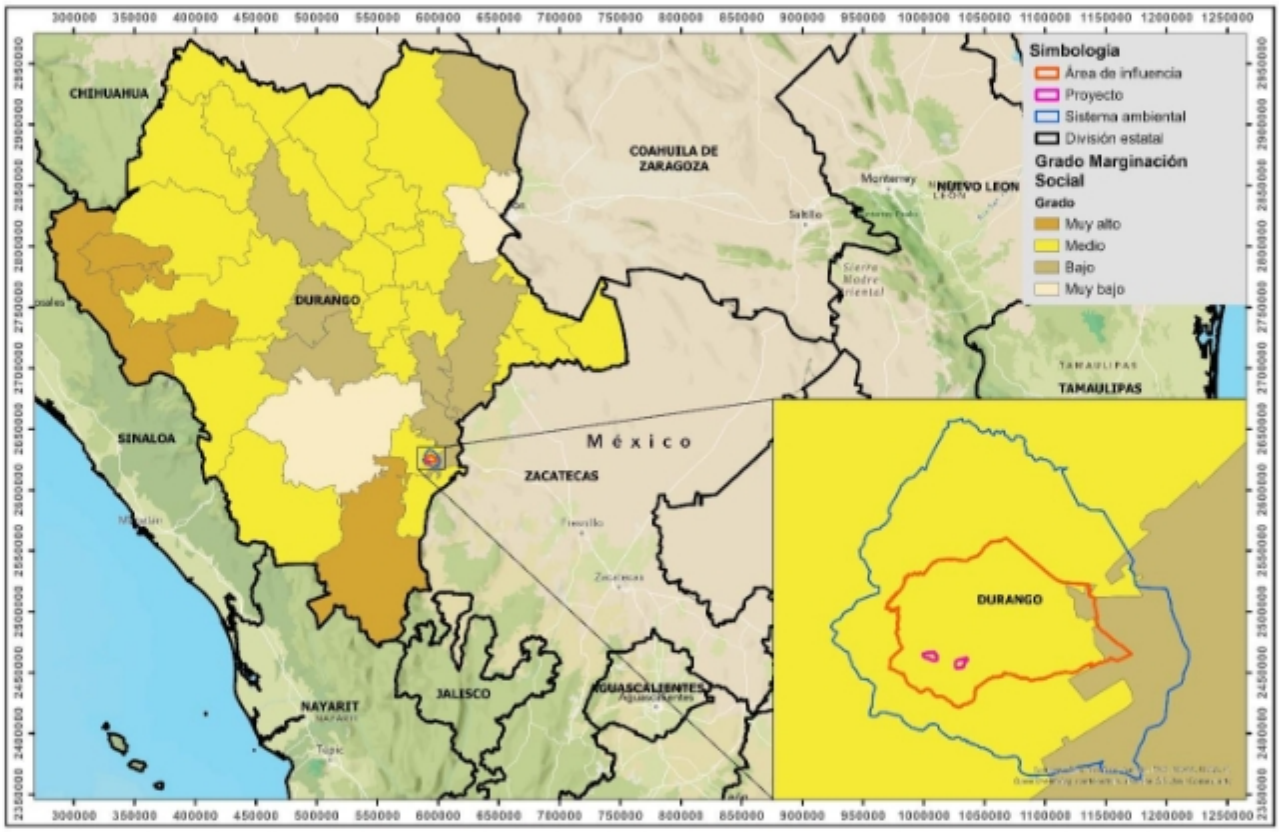

Figura 4. 122 Marginación social dentro del SA

Tabla 4.119 Marginación y Rezago social del municipio de Nombre de Dios, 2020

Grado de marginación					
Muy bajo					
Grado de rezago social					
Muy Bajo					
Indicadores de marginación y rezago social					
% de población analfabeta de 15 años o más	% de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	% de población de 15 años y más sin primaria completa	% de población sin derechohabiencia a servicios de salud	% de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	% de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador
3.1	5.1	36.6	30	2.2	8.1

Tabla 4.120 Marginación y Rezago social del municipio de Vicente Guerrero, 2020

Grado de marginación					
Muy bajo					
Grado de rezago social					
Muy bajo					
Indicadores de marginación y rezago social					
% de población analfabeta de 15 años o más	% de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	% de población de 15 años y más sin primaria completa	% de población sin derechohabiencia a servicios de salud	% de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	% de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador
2.1	4.9	28.5	44.7	1.9	5.5

IV.3.5. Diagnostico ambiental

Para complementar la caracterización del medio biótico y abiótico dentro del SA (Sistema Ambiental), se elaboró un Diagnóstico Ambiental (DA), a través del cual se ha de identificar con mayor precisión la problemática ambiental detectada en el SA y en el Área de Influencia del Proyecto.

La descripción de los componentes ambientales en el sitio del Proyecto, son una recopilación de la información obtenida y la generada en el sitio, con la que se ofrece una caracterización pre-operacional del área donde se establecerá el Proyecto, y que además funge como base para la identificación de los impactos potenciales, para el establecimiento de medidas de control, prevención, mitigación y compensación; y para los pronósticos ambientales.

El Diagnóstico Ambiental, es un complemento de esa caracterización del medio biótico y abiótico dentro del SA y evaluación de impactos derivados de la ejecución del Proyecto; a través del cual, se ha de identificar con mayor precisión la problemática ambiental detectada en su Área de Influencia.

El objetivo que pretende el DA es plasmar tanto de forma descriptiva como en imágenes y planos georreferenciados un modelo de estimación del estado actual y de la calidad de los componentes ambientales con los que interactuará el Proyecto, de acuerdo con la metodología empleada y los criterios profesionales del equipo de especialistas involucrados en el desarrollo de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

IV.3.5.1. Metodología para la elaboración del DA

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

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

El AHP, es una metodología de análisis multicriterio desarrollada a fines de la década del 70 por Thomas L. Saaty (Saaty, 1994; Saaty & Vargas, 1994; Bhushan & Rai, 2004). A grandes rasgos, la metodología emplea matrices cuadradas de comparación por pares, para evaluar la importancia de un componente sobre otro en consideración de un criterio a la vez.

A fin de facilitar el procesamiento de la información, se ha realizado el análisis en un software de uso libre denominado "PriEsT – A Priority Estimation Tool" (Siraj, 2013), basado completamente en el Proceso Analítico Jerárquico.

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

Tabla 4.121 Ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en el SA

No.	Componente	Peso Ponderado (%)
1	Vegetación	24.2
2	Fauna	20.8
3	Suelo	11.0
4	Hidrología	17.0
5	Atmósfera	11.0
6	Paisaje	10.7
7	Socioeconómico y cultura	5.1

Una vez asignado el peso ponderado para cada componente ambiental, se elaboró un listado con aquellos criterios que influyen directamente sobre la calidad de cada uno de éstos. Estos criterios fueron seleccionados por un equipo interdisciplinario y tienen la característica de que son cartografiables y pueden ser representados en un Sistema de Información Geográfica a través de un archivo vectorial.

Una vez definida la lista de criterios a considerar, se repartió el valor del peso ponderado de cada componente entre los criterios que lo integran, de acuerdo con nivel de influencia que tiene este sobre la calidad del componente. Cada criterio está a su vez conformado por una serie de factores.

Posteriormente, el equipo de trabajo evaluó y asignó un valor a cada factor, denominado "Valor de Importancia", en una escala de 0 a *n*, siendo *n* el valor del criterio correspondiente, y que además representa el mayor aporte al estado de calidad del componente; mientras que 0 equivale a un nulo aporte.

A fin de darle una proporcionalidad adecuada a los factores, se multiplicó el Valor de Importancia de cada uno de los factores por el valor del criterio que lo contiene. Al producto de esta operación se la ha denominado "Valor Ponderado". A continuación, en el Sistema de Información Geográfica, se asignaron los valores ponderados de cada factor a las capas georreferenciadas (shapefiles). Esto se llevó a cabo por componente ambiental.

Para la obtención del diagnóstico individual de cada componente, todos los *shapefiles* que lo conforman fueron sobrepuestos y sumados entre sí con la ayuda del SIG. Los resultados de esta operación fueron clasificados en 5 rangos que describen el estado de calidad estimado de dicho componente: baja, media baja, media, media alta y alta.

Tabla 4.122 Criterios y factores indicativos para el análisis de cada componente ambiental

Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de Importancia	Valor Ponderado
Atmósfera 10.7	Actividades humanas 3.5	Zonas sin afectación	1	3.5
		Caminos pavimentados	0.4	1.4
		Caminos no pavimentados	0.3	1.05
		Localidades urbanas y rurales	0.2	0.7
		Agostaderos y parcelas	0.2	0.7
		Actividades mineras	0.1	0.35
		Zonas incendiadas	0.4	1.68
	Captura de polvos fugitivos 4.2	Alto	1	4.2
		Medio	0.5	2.1
		Bajo	0.2	0.84
		Nulo	0.1	0.42
	Emisión de partículas 3	Alto	0.1	0.3
		Medio	0.4	1.2
		Bajo	0.7	2.1
		Nulo	1	3
Suelo 11	Actividades humanas 6	Zonas sin afectación	1	6
		Caminos pavimentados	0.1	0.6
		Caminos no pavimentados	0.3	1.8
		Localidades urbanas y rurales	0.2	1.2
		Agostaderos y parcelas	0.5	3
		Actividades mineras	0.1	0.6
		Zonas incendiadas	0.6	3.6
	Tipo de degradación del suelo 3	Sin degradación aparente	1	3
		Degradación química (pérdida de fertilidad y de materia orgánica)	0.3	0.9
		Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	0.5	1.5
		Erosión hídrica con deformación del terreno	0.5	1.5
	Erosión Actual 2	Muy baja	1	2
		Baja	0.8	1.6
		Media	0.6	1.2
		Alta	0.3	0.6
		Muy alta	0.1	0.2
Hidrología 17	Presencia de cuerpos de agua 7	Corrientes perenes	1	7
		Cuerpos lénticos	0.7	4.9
		Corrientes intermitentes	0.3	2.1

Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de Importancia	Valor Ponderado
	Ordenes de corrientes 2	(n°) 6° Orden (20 m)****	1	2
		5° Orden (15 m)	0.8	1.6
		4° Orden (10 m)	0.6	1.2
		3° Orden (5 m)	0.4	0.8
		2° Orden (5 m)	0.2	0.4
		1° Orden (5 m)	0.1	0.2
	Zonas con potencial de infiltración en función del material 3	Material NO consolidado con posibilidades altas	1	3
		Material NO consolidado con posibilidades medias	0.7	2.1
		Material NO consolidado con posibilidades bajas	0.4	1.2
		Material Consolidado con posibilidades bajas	0.1	0.3
	Hidrogeología 5	Presencia de cuerpos lóticos	1	5
		Ausencia de cuerpos lóticos	0.1	0.5
		Presencia de cuerpos lénticos perennes	0.8	4
		Presencia de cuerpos lénticos intermitentes	0.6	3
Vegetación 24.2	Actividades humanas 5	Zonas sin afectación	1	5
		Caminos pavimentados	0.3	1.5
		Caminos no pavimentados	0.4	2
		Localidades urbanas y rurales	0.2	1
		Agostaderos y parcelas	0.6	3
		Actividades mineras	0.1	0.5
		Zonas incendiadas	0.5	2.5
	Tipos de vegetación 8	Mezquital Xerófilo	1	8
		Vegetación secundaria arbustica de matorral crasicaule	0.8	6.4
		Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	1	8
		Vegetación secundaria arbustiva de táscate	0.9	7.2
		Pastizal-Huizachal	0.7	5.6
		Vegetación no aparente	0.1	0.8
		Zonas incendiadas	0.5	4
	Cobertura de la vegetación 11.2	0-25	0.4	4.48
		25-50	0.6	6.72
		50-75	0.8	8.96
		75-100	1	11.2
Fauna 20.8	Zonas de ahuyentamiento	Zonas sin afectación	1	11.8
		Caminos pavimentados	0.2	2.36

Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de Importancia	Valor Ponderado
	11.8	Caminos no pavimentados	0.6	7.08
		Localidades urbanas y rurales	0.1	1.18
		Agostaderos y parcelas	0.5	5.9
		Actividades mineras	0.1	1.18
		Zonas incendiadas	0.4	4.72
	Calidad del hábitat 9	Alta	1	9
		Media	0.5	4.5
		Baja	0.1	0.9
Paisaje y geomorfología 11.2	Calidad visual del paisaje 4	Excelente	1	4
		Muy Alta	0.7	2.8
		Alta	0.5	2
		Moderada	0.3	1.2
		Baja	0.1	0.4
	Fragilidad visual del paisaje 2.2	Alta	1	2.2
		Media	0.5	1.1
		Baja	0.1	0.22
	Actividades humanas 5	Zonas sin afectación	1	5
		Caminos pavimentados	0.2	1
		Caminos no pavimentados	0.4	2
		Localidades urbanas y rurales	0.1	0.5
		Agostaderos y parcelas	0.5	2.5
		Actividades mineras	0.1	0.5
		Zonas incendiadas	0.3	1.5
Socioeconómico y Cultural 5.1	Actividades económicas 1	Zonas agrícolas	8	8
		Zonas sin presencia antrópica	0.1	0.1
		Localidades	1	1
	Grado de rezago social por localidad 1	Muy bajo	1	1
		Bajo	0.7	0.7
		Medio	0.5	0.5
		Alto	0.3	0.3
		Muy Alto	0.1	0.1
	Grados de marginación a nivel localidad Conabio 2010 1	Muy bajo	1	1
		Bajo	0.7	0.7
		Medio	0.5	0.5
		Alto	0.2	0.2
		Muy Alto	0.1	0.1
	Servicios e infraestructura 2.1	Zonas sin afectación	0.1	0.21
		Caminos pavimentados	0.6	1.26
		Caminos no pavimentados	0.5	1.05

Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de Importancia	Valor Ponderado
		Localidades urbanas y rurales	1	2.1
		Agostaderos y parcelas	0.4	0.84
		Actividades mineras	0.8	1.68
		Zonas incendiadas	0.1	0.21

Al emplear la información geográfica disponible y generada para el área de estudio, y procesada en el Sistema de Información Geográfica mediante el software especializado (ArcGIS), se obtuvo un diagnóstico del estado (estimado o modelado) que guarda el SA y AI, que servirá de referencia para la modelación de los escenarios futuros, a partir de la estimación de los impactos ambientales generados por el Proyecto una vez que esté en desarrollo, y con la aplicación de las medidas de prevención, control, mitigación y compensación.

Una vez generados los Diagnósticos Individuales de todos los componentes, fueron validados por el equipo antes de pasar al siguiente punto. Luego, se le asignó a cada uno en el SIG su correspondiente peso ponderado conforme a su relevancia dentro del SA; y enseguida se integraron todos en un solo modelo, que se realizó sobreponiendo los *shapes* de los Diagnósticos Individuales, haciendo luego una sumatoria con los Grids y clasificando los valores resultantes en cinco rangos empleando el método de rupturas naturales[2], generando así el Diagnóstico Ambiental Integrado (DA-I) del SA y AI del Proyecto.

Con la finalidad de resumir y esquematizar la metodología empleada para la elaboración del DA-I, en la siguiente Figura se presenta el procedimiento seguido que dio origen a los Diagnósticos Individuales de los 6 componentes ambientales, finalmente al Diagnóstico Ambiental Integrado en el SA y la problemática ambiental detectada en el AI del Proyecto.

[2] Rupturas naturales (Jenks), es un método de clasificación estándar en ArcGis donde las clases de cortes naturales se basan en las agrupaciones naturales inherentes a los datos. Los cortes de clase se caracterizan porque agrupan mejor los valores similares y maximizan las diferencias entre clases. Las entidades se dividen en clases cuyos límites quedan establecidos dónde hay diferencias considerables entre los valores de los datos. (Fuente: https://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/mapping/symbols-and-styles/data-classification-methods.htm#, recuperada el 10/03/2017)

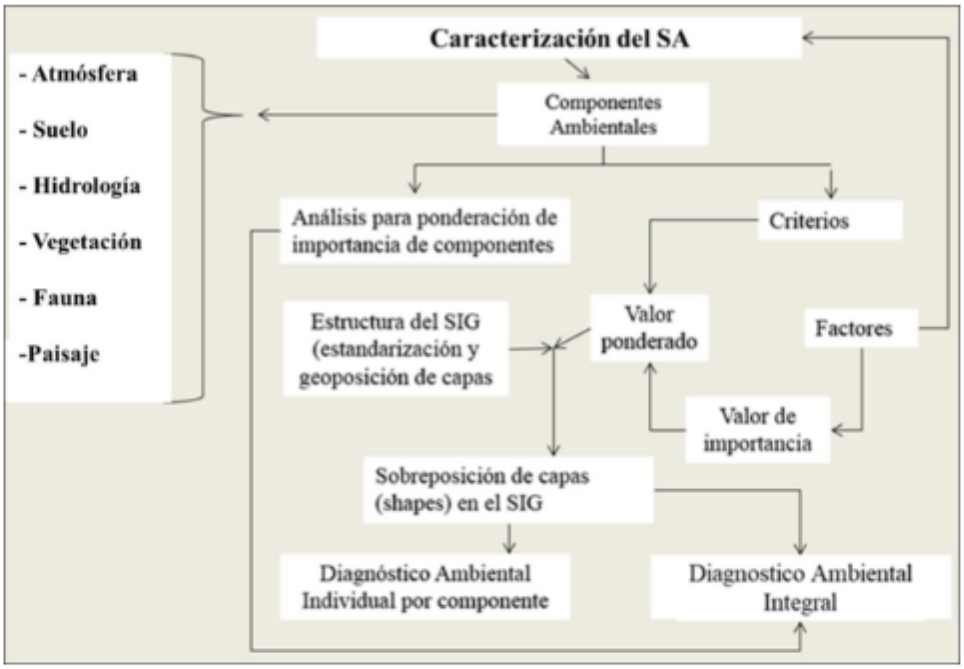

Figura 4.123 Procedimiento para la generación del Diagnóstico Ambiental Integrado

A continuación, se describen los diagnósticos individuales de los componentes ambientales dentro del SA; pero antes se presenta un mosaico con los modelos generados en el SIG para los diagnósticos individuales de cada componente. La información contenida en estos modelos condujo a la generación de los Diagnósticos Individuales de cada componente, presentados en sus respectivas secciones, que muestran los rangos de calidad resultantes a partir de una partición de rupturas naturales (Jenks) de los valores entre los cinco rangos propuestos, como anteriormente fue descrito, es decir, la escala de valores que resultó para cada componente se dividió en cinco categorías, y se asoció una etiqueta lingüística y un color específico a cada categoría, las cuales van de la Calidad Baja a la Calidad Alta, pasando por valor intermedios (Media Baja, Media y Media Alta).

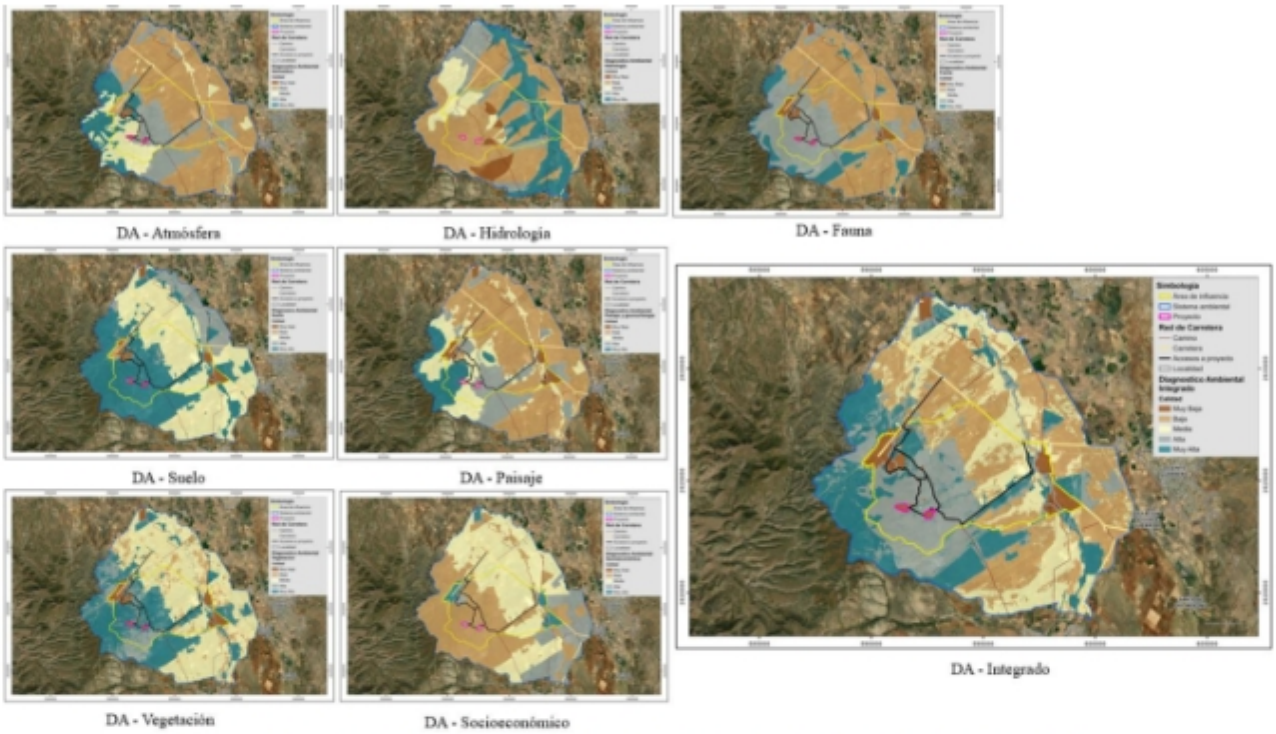

Figura 4. 124 Modelos de diagnósticos individuales de los componentes

IV.3.5.2. Diagnóstico Ambiental por componentes

IV.3.5.2.1. Atmósfera

En consideración a los criterios catalogados en la Tabla 4.100, la calidad atmosférica en el Sistema Ambiental es el resultado de los elementos antrópicos y físicos que interactúan en torno a éste, tales como, emisiones de gases contaminantes, niveles lumínicos, generación de ruido natural o artificial, generación de polvos fugitivos, además de la capacidad del medio natural para absorber efectos negativos a la atmosfera. Para este componente, las actividades humanas son los factores principales que degradan la calidad.

De esta manera, se consideró que las áreas donde se desarrollan actividades antrópicas, las de uso de suelo rural, los caminos, las parcelas y las carreteras, son sitios donde los contaminantes atmosféricos se dispersan de forma muy variable dependiendo de las condiciones climáticas. De igual manera la captura de polvos fugitivos con base en la vegetación, y un modelo de emisión de partículas en función de las actividades de la zona.

Se presenta en la Figura 4.125 el DA del componente atmósfera, donde las zonas con calidad Muy alta y Alta corresponden a aquellas con el potencial suficiente para contener la dispersión de ciertos contaminantes atmosféricos, principalmente el material particulado. Por el contrario, los sitios donde se desarrollan actividades antrópicas, hay emisión de gases, ruido artificial, altos niveles lumínicos y generación de polvos, aunado a donde la cobertura del suelo no ofrece barreras contra la dispersión de éstos en el entorno inmediato, la calidad atmosférica resultó Media baja, Baja, o

Muy baja respectivamente La huella de las operaciones de la mina posee la calidad más baja al ser la principal fuente emisora sobre todo de polvos.

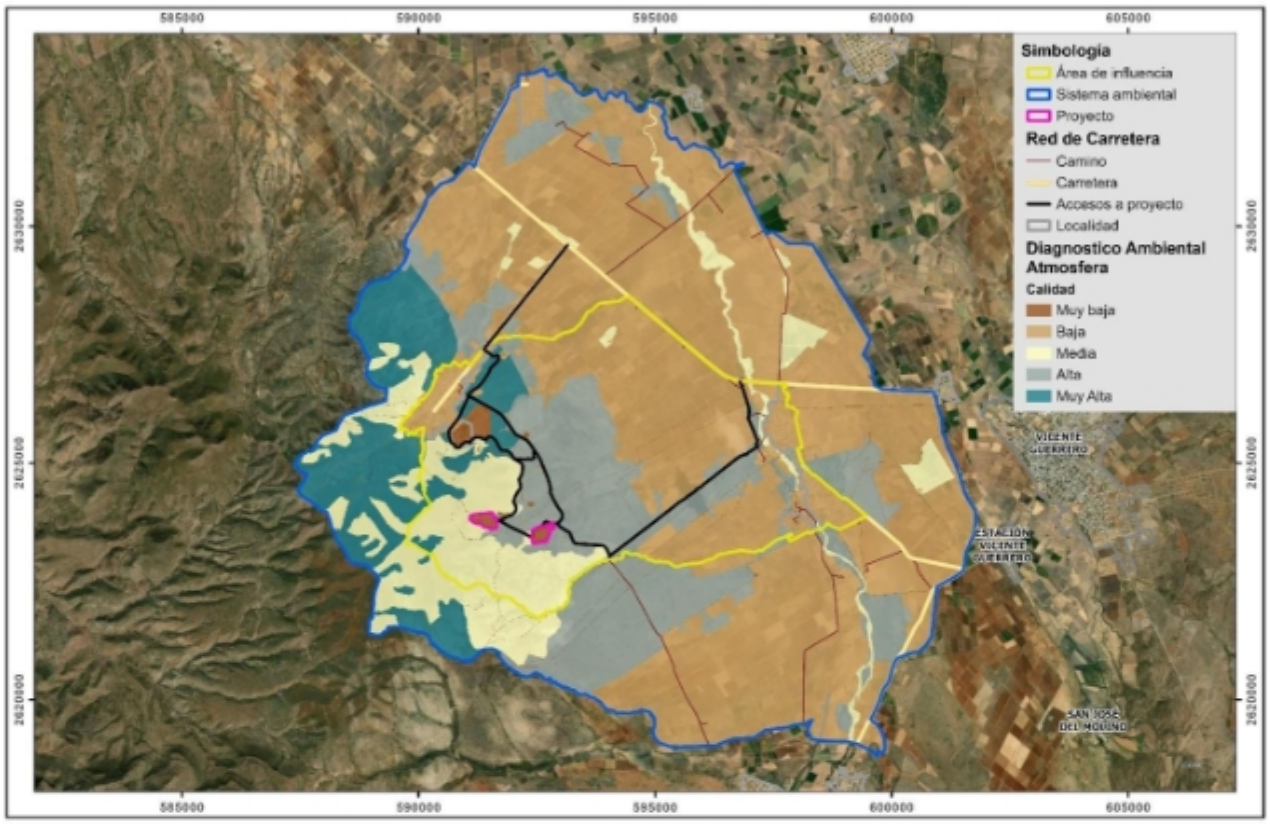

Figura 4.125 Diagnóstico Individual para el componente Atmósfera

IV.3.5.2.2. Suelo

Para evaluar la calidad del componente suelo, se consideraron tres criterios: Actividades humanas, Tipos de degradación, que se obtuvo de información generada por el INEGI, y La erosión actual, que es un modelo generado a partir de la susceptibilidad del suelo a la lluvia (factor R), erodabilidad del suelo (factor K), longitud de la pendiente (factor LS) y tipo de cobertura vegetal (factor C).

En el SA predominan valores de calidad Media, Alta y Muy alta, como se observa en la Figura 4.126. Estos sitios han sido catalogados con un grado de erosión hídrica baja, es decir, con una erosión menor a 10 toneladas por hectárea por año. Estos suelos son considerados como suelos no degradados, mientras que aquellos catalogados con calidad media a baja son suelos que presentan erosión moderada, alta o muy alta. Esto puede ser deberse a la falta de cobertura del suelo que lo pone en contacto directo con los agentes erosivos, como ocurre en los caminos sin pavimentar, en terrenos destinados a la agricultura y en la huella minera.

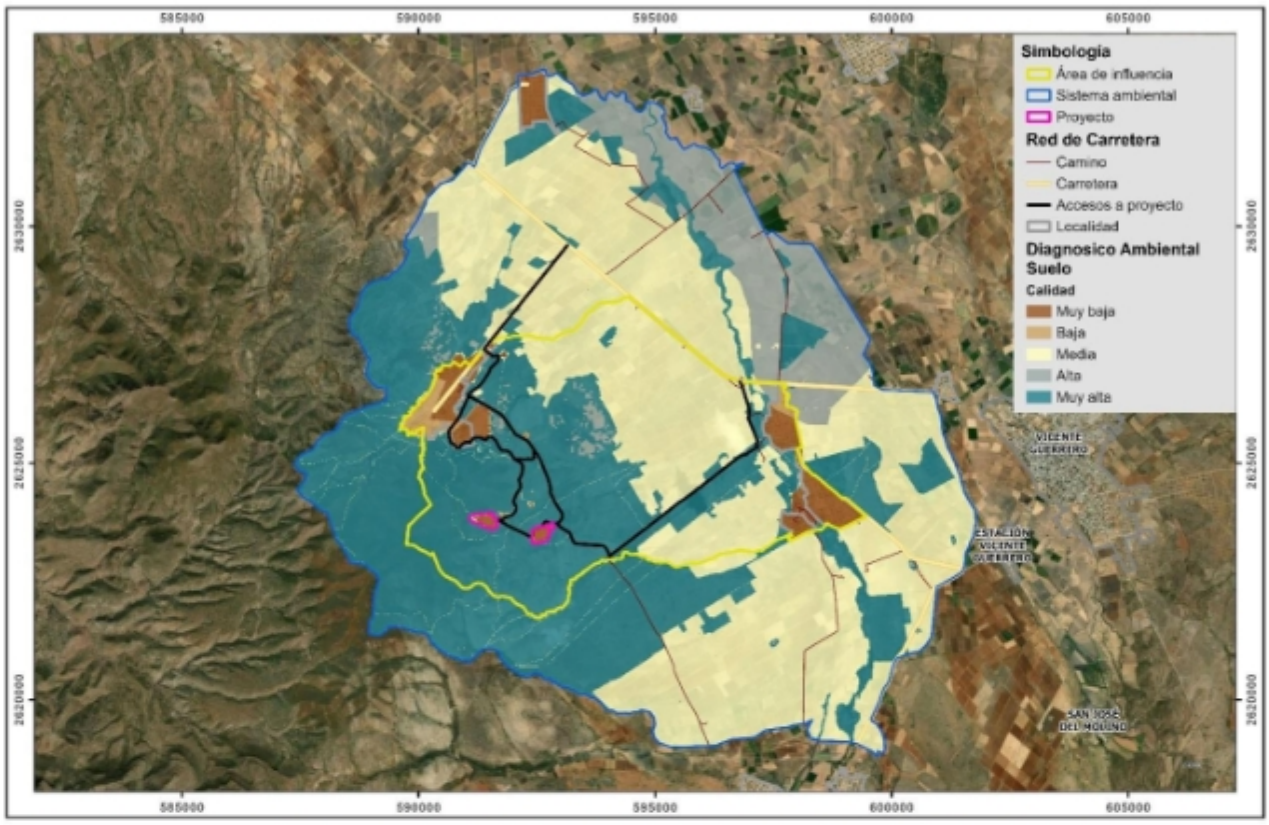

Figura 4.126 Diagnóstico Individual para el componente Suelo

IV.3.5.2.3. Hidrología

Para el diagnóstico hidrológico, se consideraron los Presencia de cuerpos de agua, Órdenes de corrientes, Infiltración en función del material, e Hidrogeología. En la Figura 4.127 se puede consultar el resultado de la sobreposición de estos factores. Se observa que la calidad alta y media alta se tienen donde la infiltración de los escurrimientos es mayor. Los rangos de calidad media baja a baja se encuentran en aquellos sitios desprovistos de vegetación, donde la infiltración es menor.

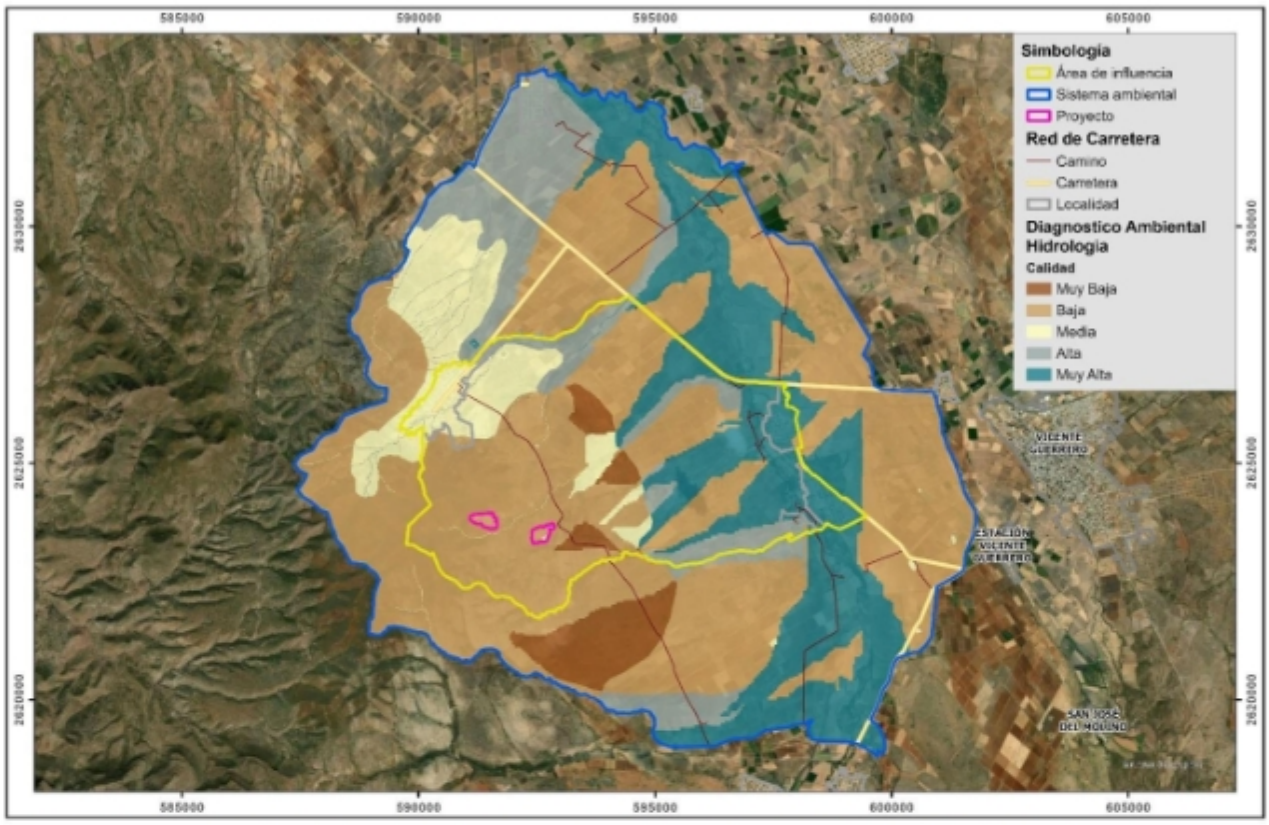

Figura 4.127 Diagnóstico Individual para el componente Hidrología

IV.3.5.2.4. Vegetación

Para el componente Vegetación se tomaron en cuenta tres criterios, Actividades humanas, Tipos de vegetación y Cobertura de la vegetación. En la Figura 4.128 se presenta el diagnostico para la Vegetación dentro del SA, en este, se distingue la presencia de una calidad Muy Alta a Alta en la región Oeste-Centro del Sistema ambiental con manchones de calidad Muy Baja por la presencia de actividades mineras en la zona, sitios principalmente caracterizados por la ausencia de cobertura vegetal, En las secciones Norte, Este y Sur del SA existe una calidad Media a Muy baja, estas zonas tienen presencia de actividades antrópicas, presencia de comunidades, agricultura, caminos etc, las cuales cuentan con una menor o nula cobertura de vegetación, y la presión que estas actividades generan vegetaciones más dispersas en las zonas contiguas.

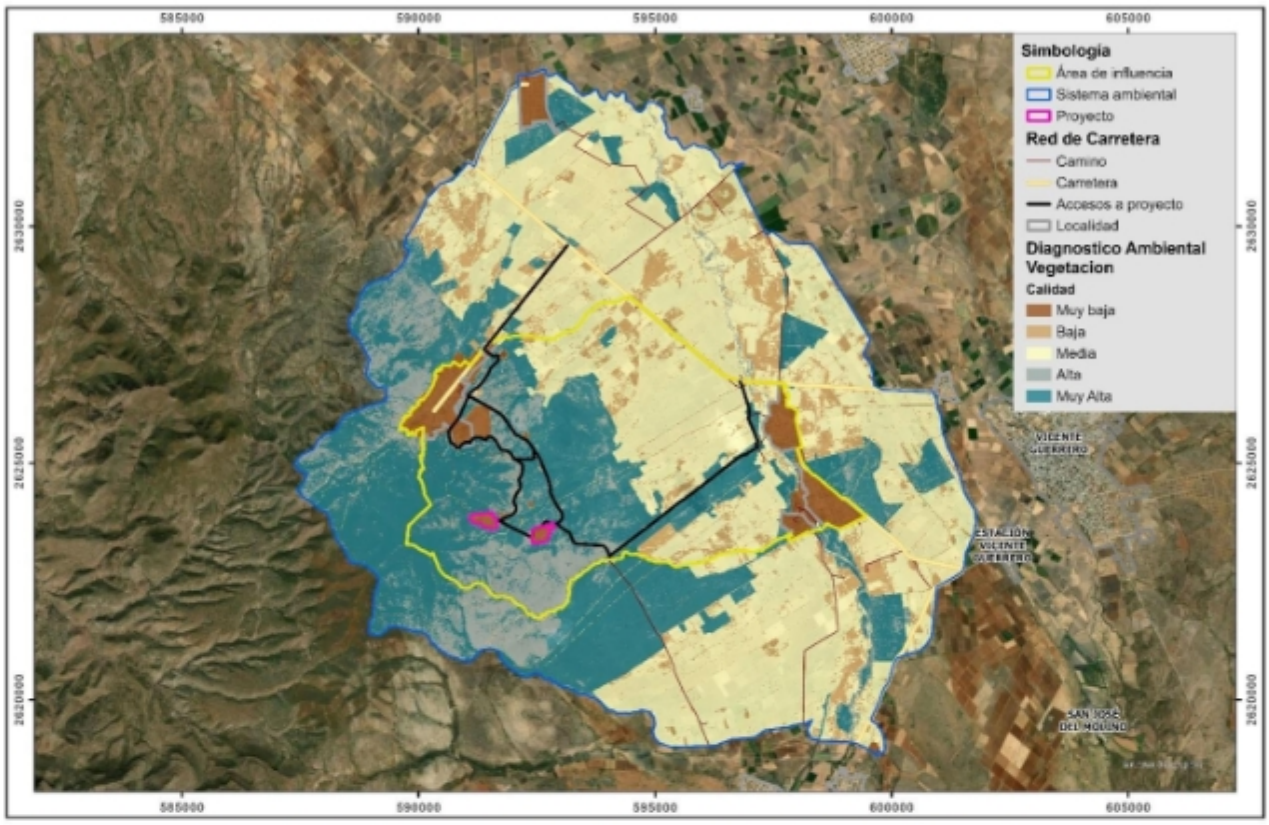

Figura 4.128. Diagnóstico Individual para el componente Vegetación

IV.3.5.2.5. Fauna

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

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

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

Las carreteras, aunque fundamentales para la conectividad humana, tienen impactos significativos en los hábitats naturales, ya que la construcción de estas implica la alteración del

terreno, la fragmentación de hábitats y la introducción de barreras físicas las cuales aumentan el riesgo de colisiones con la fauna silvestre, además de dificultar su movilidad y causar estrés en los individuos (debido al ruido y a los estímulos visuales) contribuyendo directamente a la disminución de poblaciones y a la pérdida de diversidad biológica (Van der Zande et al., 1980; Romin y Bissonette, 1996; Boarman y Sazaki, 2005; Parris y Schneider, 2009).

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

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

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

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

1. **Planificación Efectiva del Uso del Suelo:** Permiten una planificación del uso del suelo basada en datos concretos sobre la calidad de los hábitats. Esto es esencial para equilibrar las necesidades humanas con la conservación de áreas críticas para la biodiversidad.

2. **Conservación de Especies y Hábitats en Peligro:** Identificar y mapear áreas que albergan especies en peligro o hábitats críticos ayuda a dirigir esfuerzos de conservación hacia lugares específicos donde se necesitan más urgentemente.

3. **Monitoreo de Cambios Ambientales:** Permiten un monitoreo continuo de los cambios en la calidad de los hábitats a lo largo del tiempo. Esto es crucial para evaluar el impacto de las actividades humanas, eventos climáticos o cambios naturales, y ajustar estrategias de conservación en consecuencia.

4. **Priorización de Acciones de Conservación:** La identificación de áreas prioritarias en los mapas ayuda a priorizar acciones de conservación y asignar recursos de manera más eficiente, maximizando el impacto positivo en la biodiversidad.

5. **Comunicación y Sensibilización:** Proporcionan una herramienta visual poderosa para comunicar la importancia de la biodiversidad y la necesidad de conservar hábitats naturales. Facilitan la sensibilización de la opinión pública y el respaldo a iniciativas de conservación.

6. **Apoyo a la Investigación Científica:** Los datos espaciales detallados en los mapas son esenciales para la investigación científica en ecología, biogeografía y conservación. Facilitan la comprensión de patrones ecológicos y la identificación de factores que influyen en la calidad de los hábitats.

7. **Resiliencia y Sostenibilidad:** El conocimiento detallado sobre la calidad de los hábitats contribuye a la resiliencia de los ecosistemas y fomenta prácticas de desarrollo sostenible. Permite tomar decisiones informadas que equilibran el progreso humano con la protección de la naturaleza.

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

Objetivos.

1. Evaluar la calidad de los hábitats presentes en el área de estudio.

2. Identificar las principales factores o actividades humanas que reducen la calidad de los hábitats.

Metodología.

InVEST™. Para determinar la calidad del hábitat se aplicaron una serie de módulos específicos de InVEST™, diseñados para evaluar la calidad del hábitat ya que este permite estimar el impacto relativo de una amenaza sobre otra debido a que no todos los hábitats se ven afectados por todas las amenazas de la misma manera, de modo que el modelo toma en cuenta esta variabilidad y así las amenazas más perjudiciales para la persistencia de la biodiversidad en el paisaje pueden representarse como tales.

El modelo se ejecuta utilizando datos ráster en los que se asigna a cada celda del ráster una clase de patrones de uso y cobertura del suelo (LULC por sus siglas en inglés). Los tipos de LULC pueden tener cualquier nivel de detalle de clasificación.

Se realizó un análisis de los requerimientos de información y datos que necesitaba el software para poder crear un modelo de Calidad de Hábitat, los cuales fueron:

- *Cobertura de uso de suelo y vegetación:*

  Áreas que tengan uso pecuario, ganadero y/o agrícola, cuerpos de agua, así como vegetación de tipo: matorral de coníferas (MC), matorral desértico micrófilo (MDM), Matorral desértico rosetófilo (MDR), Bosque de Pino (BP), bosque de táscate (BT), pastizal (P) y un estado sucesional representado por la vegetación secundaria de matorral desértico micrófilo (VSMDM).

- *Datos de amenazas:*

  Información y fuentes de amenazas en la zona: localidades, vialidades de 4 y 2 carriles, bancos de material, minería, caminos rurales y agricultura, así como el peso relativo de cada amenaza.
  MAX_DIST: Se indica la máxima distancia a la cual cada amenaza afecta a la Calidad del Hábitat.
  THREAT (amenaza): Es el nombre de cada amenaza.
  WEIGHT (peso): Es el impacto de cada amenaza en la Calidad de Hábitat, en relación con las demás amenazas, estos pesos pueden variar siendo el 1 el valor más alto y el 0 como el más bajo.
  DECAY: Este es el tipo de decaimiento con la que la amenaza va disminuyendo conforme al espacio, este puede ser "linear" o "exponencial".

- *Sensibilidad de cada hábitat frente a las diversas amenazas*.
  En este apartado van los datos sobre los tipos de cobertura del Uso de Suelo y Vegetación, y además del valor de sensibilidad ante cada amenaza. El rango de valores es de 0 a 1, donde '1' representa una alta sensibilidad a una amenaza y '0' no representa ninguna sensibilidad.

Tabla 4. 123. Parámetros y escalas utilizados para el modelo InVEST™

Nombre	Escala
Distancia máxima	En kilómetros
Peso	1 valor más alto 0 valor más bajo
Hábitat	1 forma parte del hábitat del organismo 0 no forma parte del hábitat del organismo
Sensibilidad	1 valor más alto 0 valor más bajo

Estos datos se distribuyeron en dos tablas, una de amenazas y otra donde se ponderó la sensibilidad que tenía cada área con base a la amenaza planteada.

En la primera tabla se colocaron las 6 amenazas más importantes y que, además fuese posible contabilizarlas, asimismo se agregó una columna con la distancia máxima de la amenaza, el peso y el decaimiento de ésta; la ponderación de la distancia máxima y el peso de la amenaza se realizó con base a investigación bibliográfica (Tabla 4. 124).

Tabla 4. 124. Amenazas

Amenaza	MAX_DIST	PESO	DECAY
Población, Localidades	2	1	exponencial
Vialidades de 4 carriles	1	0.8	lineal
Vialidades 2 carriles	0.7	0.7	lineal
Bancos de material	1	0.5	exponencial
Relleno sanitario	2	1	exponencial

Amenaza	MAX_DIST	PESO	DECAY
Minería	3.5	1	exponencial
Caminos rurales	0.2	0.5	lineal
Agricultura	0.2	0.5	exponencial

En la siguiente se ponderaron los datos en cuanto a la sensibilidad de la cobertura de uso de suelo y vegetación frente a las diversas amenazas existentes en el área, obteniendo diferentes resultados para cada uno de los parámetros.

Posteriormente las tablas de amenazas y sensibilidad se añadieron al software de InVEST™ cada una en forma de datos ráster para ejecutar el modelo.

LULC	NAME	HABITAT	POBLACION	VIAL 4	VIAL 2	BANCOMAT	RELLENO SANITARIO	MINERIA	CAM RURAL	AGRICULTURA
1	Agricultura	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Vialidades	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Urbano	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Cuerpo de agua	1	1	0.2	0.1	0.1	1	1	0.05	0.55
6	MX	1	0.9	0.5	0.55	0.4	1	1	0.25	0.5
7	P	1	0.9	0.8	0.55	0.4	1	1	0.25	0.5
8	VR	1	0.9	0.8	0.5	0.4	0.5	1	0.25	0.5
9	VS BE	1	0.9	0.8	0.5	0.4	0	1	0.3	0.6
10	VS BT	1	0.9	0.8	0.5	0.4	0	1	0.3	0.6
11	VS MC	1	0.8	0.7	0.5	0.4	0.5	1	0.25	0.4

Resultados

Dentro de gran parte del área de estudio, se evidencia una calidad de hábitat baja a muy baja. Este deterioro se atribuye principalmente a su ubicación dentro de una zona urbanizada donde las continuas presiones generadas por las actividades humanas tales como: la agricultura, ganadería, contaminación, construcción de caminos y crecimiento poblacional han causado efectos negativos en la calidad del suelo, agua y aire, provocando una degradación significativa de la integridad del hábitat. Sin embargo, es importante destacar que la minería, en particular, ha ejercido una presión considerable sobre este entorno.

Además, se observa que a medida que nos alejamos de las zonas urbanas, la calidad del hábitat mejora notablemente o alcanza niveles más altos, ya que se reduce significativamente la presión antropogénica sobre el medio ambiente, lo que permite que los ecosistemas naturales se desarrollen y recuperen de mejor manera.

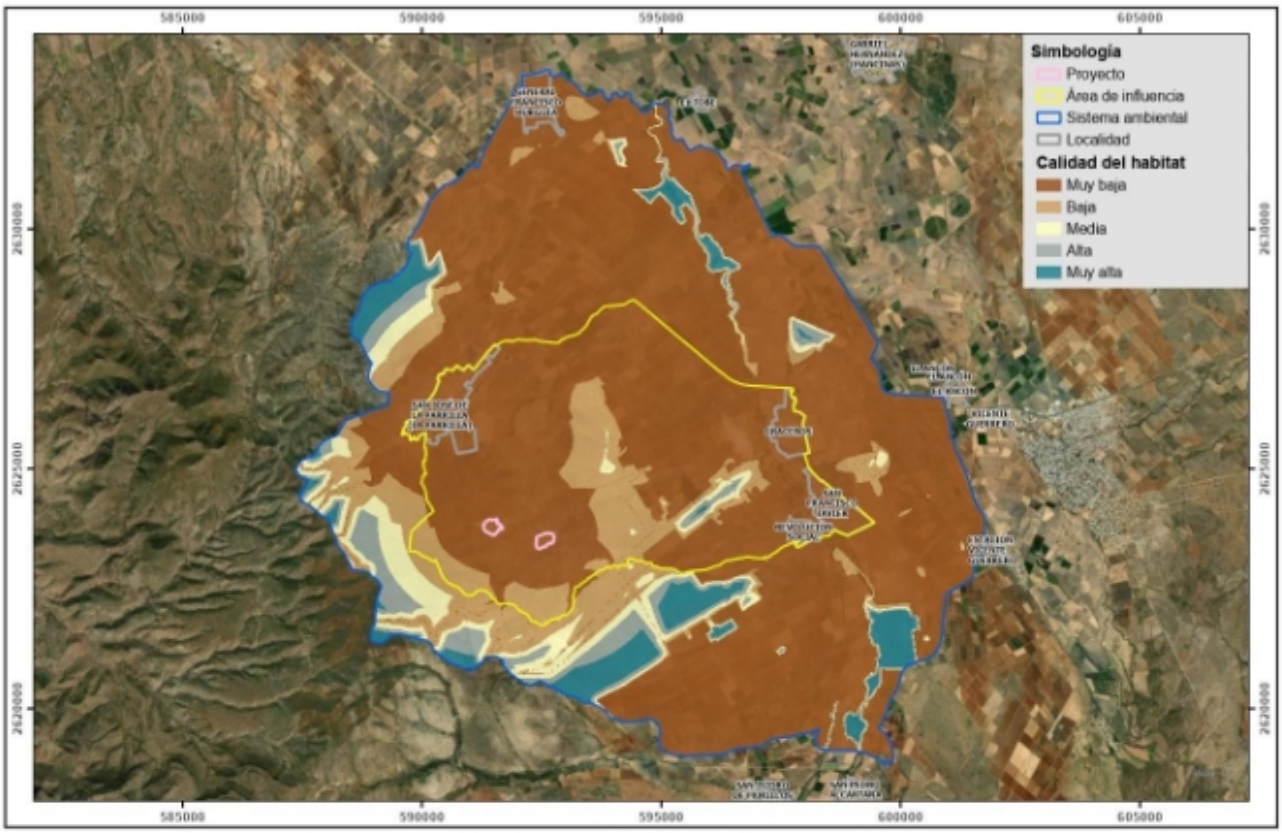

Figura 4. 129. Calidad del Hábitat para vida silvestre

Adicionalmente para el componente fauna se realizó el análisis tomando en cuenta lo descrito anteriormente y las zonas de ahuyentamiento, resultando la **Figura 4.130**, donde se aprecia una calidad Muy alta y Alta en la sección Oeste y Centro del Sistema ambiental, caracterizadas principalmente por zonas mejor conservadas, vegetación cerrada, y menor actividad y perturbación de origen antrópico.

En el resto del Sistema ambiental es posible ver que existe una calidad Media, Baja a Muy baja, dadas por la presencia de Comunidades, actividades agrícolas, actividades mineras, caminos etc, estas variables producen presencia antrópica, aumento de niveles lumínicos, ruido, y disminución del hábitat para las especies presentes en el SA, por lo tanto, presentan una alteración en el componente fauna.

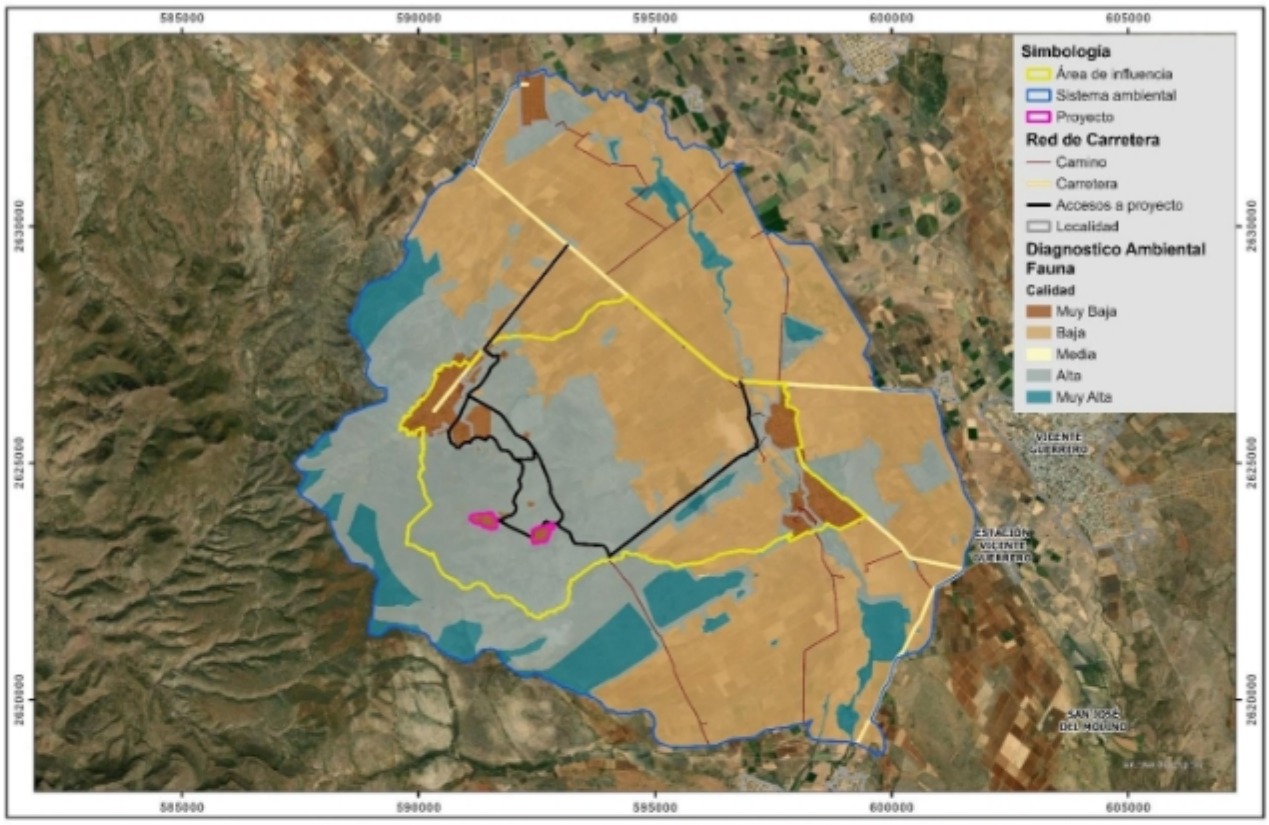

Figura 4.130 Diagnóstico Individual para el componente Fauna

IV.3.5.2.6. Paisaje

Para el diagnóstico individual del componente paisaje, que se muestra en la Figura 4.131, se consideraron tres criterios: la calidad visual del paisaje, la fragilidad visual, y las actividades humanas. Estos modelos ya habían sido previamente generados en la caracterización del paisaje.

De acuerdo con la valoración realizada de calidad del componente paisaje, la porción Norte, Este, Sur se categorizaron con calidad Baja a Muy Baja, sitios que se presentan con estructura morfológica con pendientes menores a 30%, combinaciones de color intensas y variadas, contrastes no evidentes entre el suelo, vegetación y rocas, ausencia de fauna nativa y áreas de nidificación, reproducción y libre.

En la parte Centro y Oeste del SA se presentan zonas con calidad Alta y Muy alta, los elementos catalogados presentan pendientes mayores a 70%, alta cobertura vegetal, nula influencia antrópica y alta presencia de fauna nativa.

El área donde se desarrollará el Proyecto se encuentra en una zona de calidad Baja.

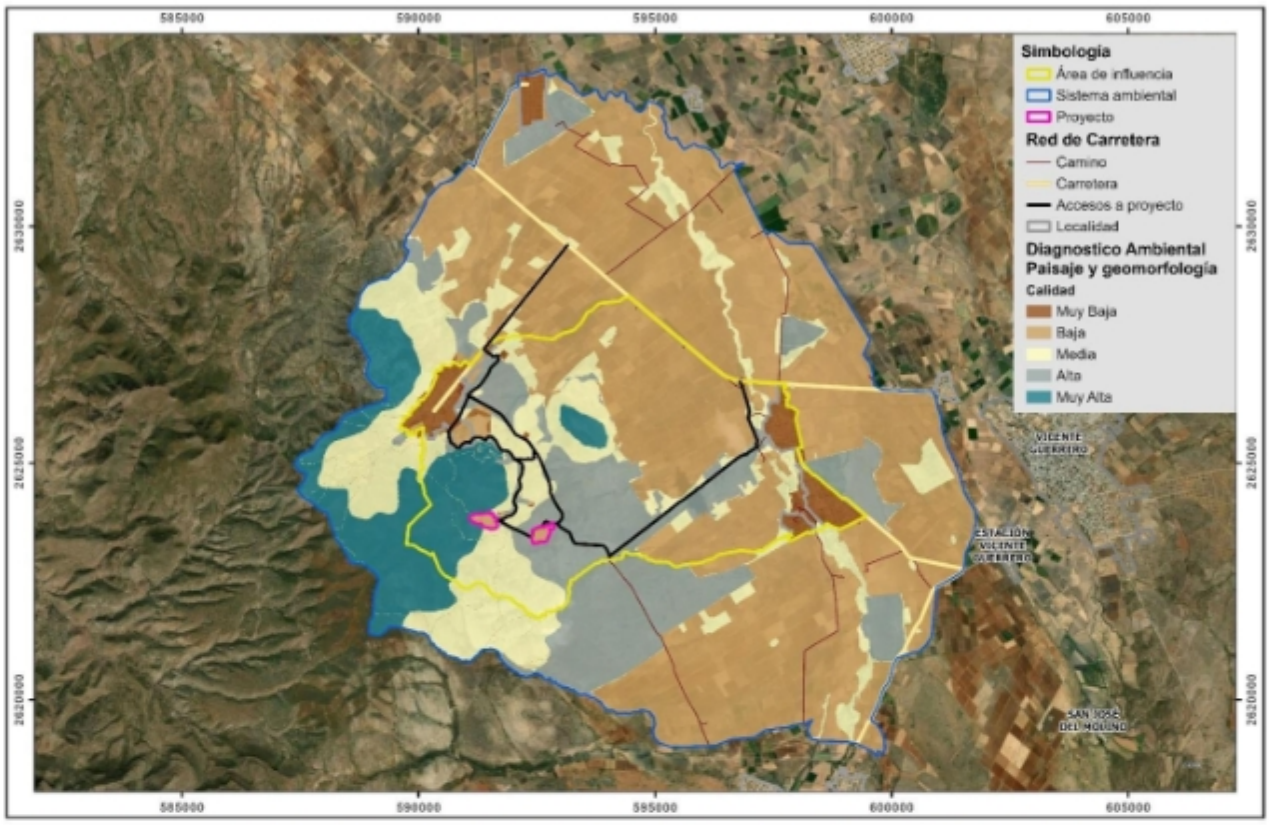

Figura 4.131 Diagnóstico Individual para el componente Paisaje

IV.3.5.2.7. *Socioeconomía* y cultura

Para este componente se consideraron principalmente las actividades productivas que traen derrama económica a los habitantes de la zona. Así mismo, se integraron al diagnóstico el grado de rezago social y de marginación por localidad, de acuerdo con información recopilada en el Geoportal de la CONABIO.

Los factores evaluados para el diagnóstico socioeconómico y cultural que contribuyen a la buena la calidad del componente son las localidades rurales, las actividades de minería, los caminos y las parcelas. Este diagnóstico se muestra en la Figura 4.132.

Debido a que para este componente sólo se evaluaron aquellas áreas donde se dan las actividades productivas para el ser humano, el resto del territorio no intervenido muestra una calidad ambiental Baja.

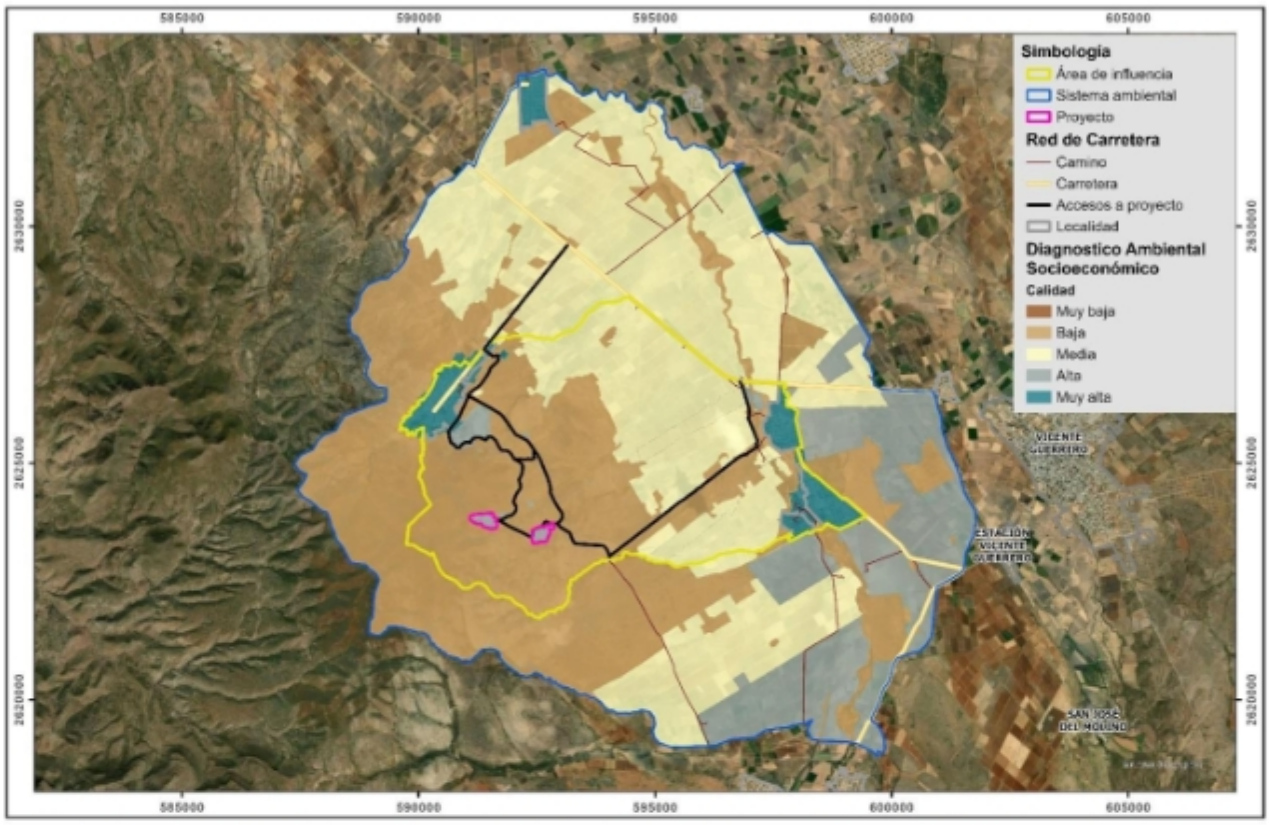

Figura 4.132. Diagnóstico Individual para el componente Socioeconomía y Cultura

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

Para la integración de los diagnósticos individuales que dan origen al diagnóstico ambiental general en el SA y del Área de Influencia del Proyecto, se han tomado los valores de los Grids de los modelos de cada componente y se han multiplicado por su respectivo peso ponderado, determinado mediante el análisis para la ponderación de la importancia de los componentes (Figura 4.123).

Es importante resaltar que la multiplicación se hace con el fin de comparar en la escala adecuada a los valores resultantes en los modelos de cada componente ambiental. En otras palabras, se compatibilizan las escalas de valores mostradas en la Tabla 4.123, y posteriormente se suman para generar el Diagnóstico Ambiental Integrado. Una vez realizadas las operaciones matemáticas sobre los Grids de cada modelo, la escala de valores resultantes se vuelve a dividir en cinco categorías empleando el método de clasificación estándar de rupturas naturales (Jenks), y se asigna un rango de calidad a cada categoría. De esta manera, son los valores de cada modelo y no los grados de calidad mostrados en las figuras de los diagnósticos ambientales individuales de los apartados previos, los que influyen directamente sobre el Diagnóstico Ambiental Integrado, puesto que para el DA-I se ha generado su propia clasificación.

Al emplear la información geográfica disponible y generada para el área de estudio, y procesada en el Sistema de Información Geográfica mediante el software especializado (ArcGIS), se obtuvo un diagnóstico del estado (estimado o modelado) que guarda el Área de Estudio, que

servirá de referencia para la estimación de los impactos ambientales generados por el Proyecto una vez que esté en desarrollo, y con la aplicación de las medidas de prevención, control, mitigación y compensación.

El Diagnóstico Ambiental Integrado se muestra en la Figura 4. 133, que permite apreciar con más detalle las zonas mejor conservadas contra las zonas con mayor grado de deterioro en el SA y el AI del Proyecto.

En consideración al análisis he integración de los componentes valorados se obtiene como resultado final la calidad ambiental que se presenta en el SA Como se puede observar en la Figura 4. 134, la mayor parte de la superficie presenta Muy alta, Alta, Media, Baja y Muy baja calidad ambiental.

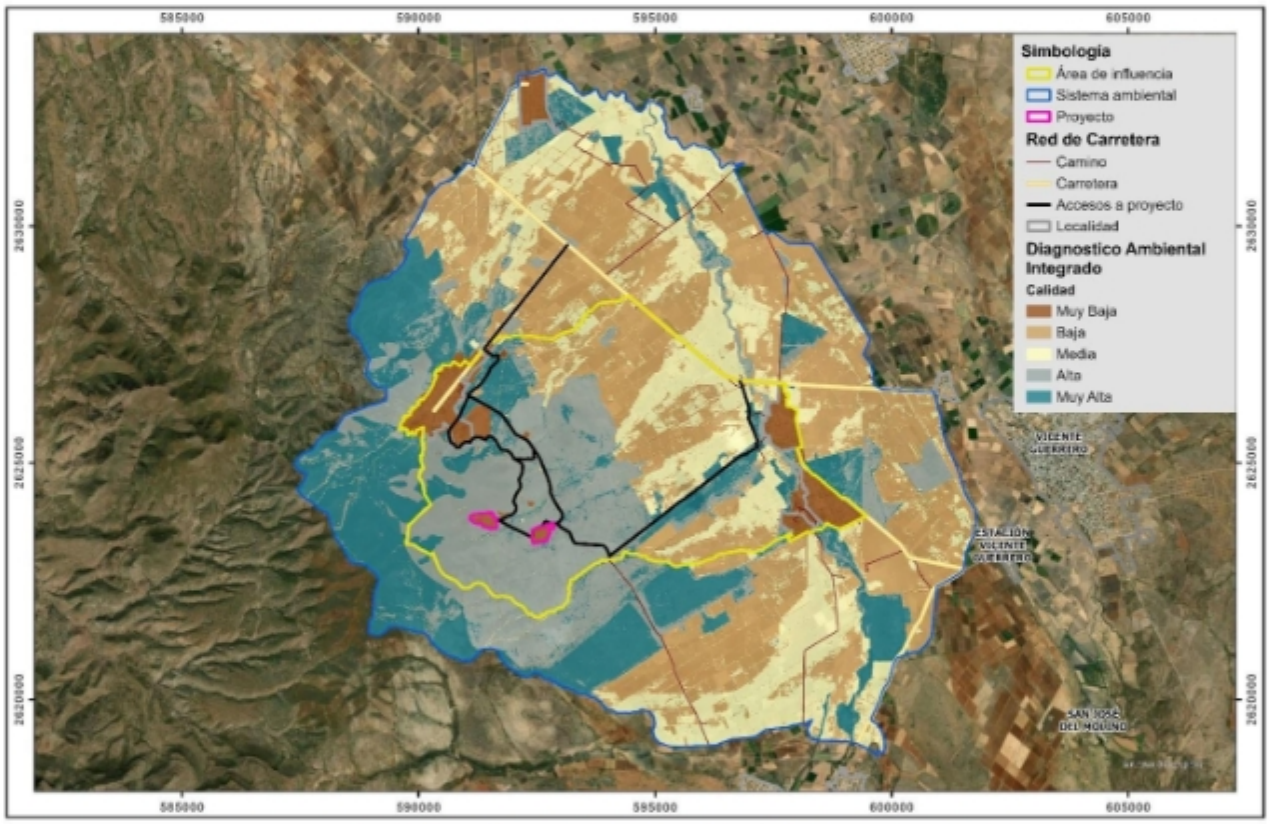

Figura 4. 133 Diagnóstico Ambiental Integrado

A continuación, se presenta el análisis de las zonas categorizadas con Muy alta y Alta calidad ambiental. Dichas áreas presentan:

- Sitios con menor escurrimiento y por ende mayor infiltración de agua al subsuelo.
- Alta calidad atmosférica donde el ruido que se genera es de forma natural, la generación de polvos no es resultado de actividades humanas, sino natural.
- Alta calidad en suelo, se encuentran sitios catalogados sin degradación aparente y baja erosión hídrica.

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

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

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

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

- Sitios con mayor escurrimiento causado por suelo desprovisto de vegetación.
- Presencia de baja calidad atmosférica dada a la alta actividades antrópicas donde se genera ruido artificial esporádico o constante, además de generación de polvo, gases, entre otros.
- Baja calidad del suelo causado por la alta degradación física del suelo que deriva de las actividades humanas (degradación por compactación y eliminación del suelo).
- Baja calidad de la vegetación puesto a las intensas y extensas actividades antrópicas que se desarrollan, como los caminos, agostaderos e infraestructura. La cobertura vegetal es inexistente.
- Media-baja y baja calidad en el componente fauna en consideración a la fuerte influencia de las actividades antrópicas, que inevitablemente ahuyentan a la fauna. Dichas zonas se consideran como no aptas para el establecimiento de hábitats para las especies animales.
- Baja calidad paisajista en consecuencia de las acciones antrópicas que modifican y no añaden calidad visual al escenario que se presenta.

IV.3.5.4. Problemática ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto

Al integrar los componentes ambientales que se encuentran en la superficie del AI, se determinó la problemática ambiental que se presenta en dicha área.

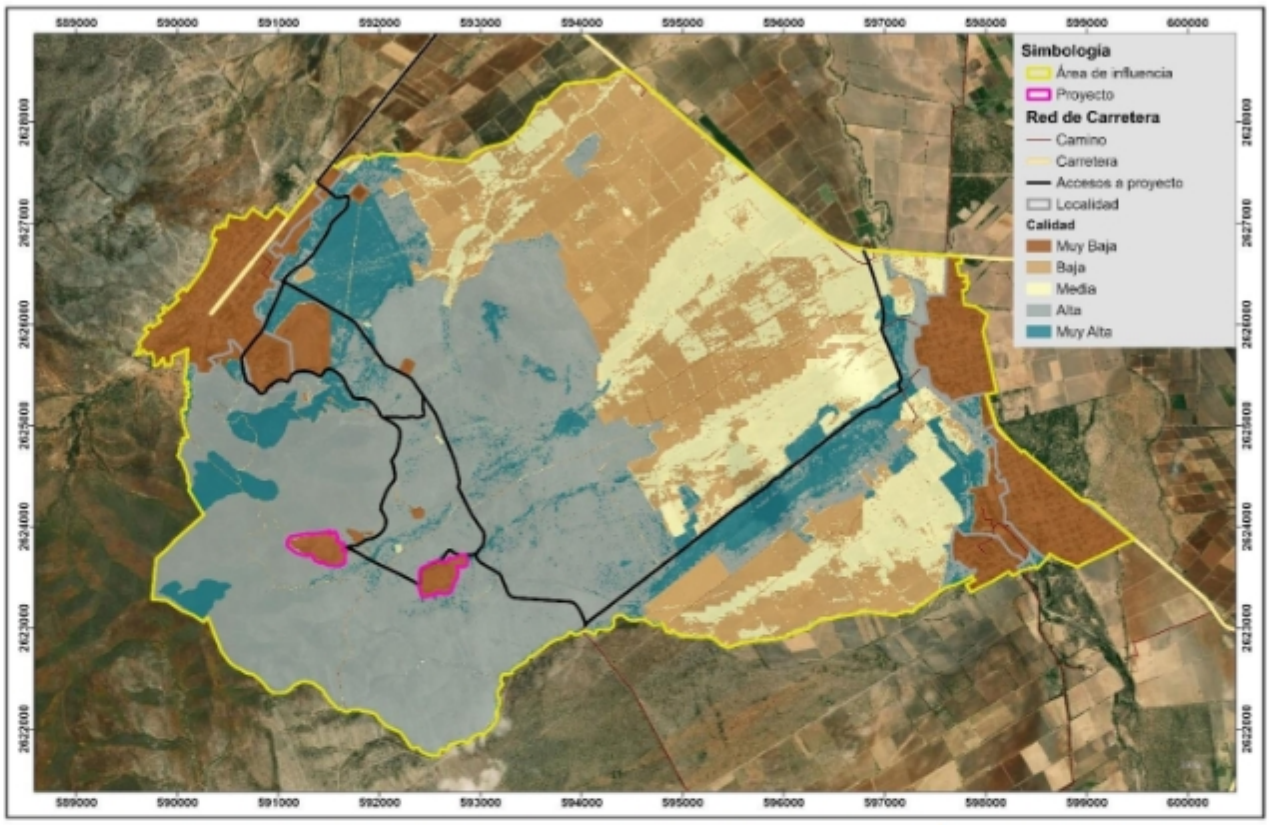

Figura 4. 134 Diagnóstico Ambiental Integrado para el Área de Influencia

La problemática ambiental detectada en el AI es generada por acciones antrópicas que al mismo tiempo potencian la degradación del entorno (AI), a continuación, se describe la problemática detectada:

- Las actividades e infraestructura antrópica que se encuentran en el Área de Influencia generan cambios a las características del suelo dando como resultado la degradación física por compactación de este recurso.
- La circulación constante de vehículos y maquinaria aumenta la generación de polvos y ruido que es perceptible al entorno inmediato.
- La presencia de caminos dentro del Área de Influencia tiene implicaciones hacia la fauna silvestre, a pesar de que los caminos representan un beneficio social y económico hacia las localidades, son también un factor de mortalidad de especies silvestres, además limitan la dispersión de fauna silvestre alejándolas a zonas conservadas, fungiendo como una especie de barrera.
- La calidad visual que se presenta en la superficie del Área de Influencia se ve disminuida por las acciones antrópicas principalmente industrial-minera que modifican y no añaden calidad visual al escenario paisajista que se presenta.

La mayor parte de la superficie del Área de Influencia presenta calidad ambiental Alta, Media y Baja, donde se presentan moderadas combinaciones de color y poco variadas, moderados contrastes entre el suelo, vegetación y rocas, baja a moderada presencia de fauna nativa, con presencia de actividades antrópicas estéticamente no deseables. En las superficies con Muy alta,

distribuidos en la superficie del Área de Influencia, son sitios donde se encuentra cobertura cerrada de vegetación, mayor presencia de fauna, mayor conservación del suelo, mayor calidad visual del paisaje, mayor infiltración, menor escurrimiento, etc.

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 Tajo Quebradillas.

V.1. Identificación de impactos adversos

V.1.1. Metodología empleada

En la predicción de los impactos se analizaron las actividades que se ejecutarán en el Proyecto y su relación con cada factor ambiental dentro del Área de Influencia del proyecto, estableciendo su comportamiento en forma cualitativa según la opinión conjugada de los expertos de diversas disciplinas, es decir, la identificación y evaluación de impactos ambientales se hizo a través de un enfoque multidisciplinario, a través de un grupo de especialistas de entre los que se puede mencionar, un ingeniero forestal, biólogos especialistas en flora y fauna, un edafólogo y un ingeniero ambiental, quienes proporcionaron su juicio profesional para el análisis de cada impacto identificado.

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

En concreto, el Área de Influencia considera las interacciones del Proyecto y su alcance sobre los componentes ambientales (Figura 5. 1).

Figura 5. 1 Área de Influencia y Huella del Proyecto

Para el análisis del medio, el ambiente fue dividido en dos Sistemas: Físico y Socioeconómico y cinco Subsistemas: Inerte, Biótico, Perceptual y Económico. A cada uno de estos Subsistemas pertenecen una serie de Componentes Ambientales susceptibles de recibir impactos, es decir, los elementos o cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por las acciones impactantes del Proyecto (Tabla 5. 1).

Tabla 5. 1 Componentes del entorno

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

Posteriormente, de cada Componente Ambiental se identificaron y seleccionaron los principales factores ambientales que serán potencialmente afectados por las obras o actividades del Proyecto durante las etapas del Proyecto.

Los factores ambientales fueron identificados de acuerdo con los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado, y, por tanto, del impacto total producido por la ejecución del Proyecto sobre el medio ambiente
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias
- De fácil identificación, tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o de trabajos de campo
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles y habrá que recurrir a modelos de cuantificación específicos

De los factores ambientales identificados se seleccionaron aquellos que serán potencialmente afectados por las actividades del Proyecto, de acuerdo con los siguientes criterios.

- Extensión: Área de Influencia en relación con el entorno
- Complejidad: compuesto de elementos diversos
- Rareza: no frecuente en el entorno
- Representatividad: carácter simbólico, incluye el carácter endémico
- Naturalidad: natural, no artificial
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- Estabilidad: permanencia en el entorno, firmeza
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido
- Irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración
- Fragilidad: endebles, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor
- Continuidad: necesidad de conservación
- Insustituible: imposibilidad de ser remplazado
- Clímax: proximidad al punto de más alto valor ambiental de un proceso
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
- Interés histórico-cultural: por su peculiaridad histórico-monumental-cultural
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual
- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado
- 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
	Niveles sonoros
	Niveles lumínicos
Geomorfología	Topografía
Hidrología	Escurrimientos
	Calidad del agua
	Infiltración
Suelo	Profundidad efectiva del suelo
	Potencial de erosión
	Estructura del suelo
Flora	Distribución espacial y temporal de vegetación
	Cobertura vegetal
	Especies protegidas, o de interés especial de flora
Fauna	Distribución espacial y temporal de fauna
	Hábitat para fauna
	Especies protegidas o de interés especial de fauna
Paisaje	Calidad visual
	Continuidad paisajística y visibilidad
Infraestructura	Infraestructura
	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 Tajo Quebradillas, se procedió al reconocimiento de sus indicadores ambientales.

Identificación de indicadores de impacto ambiental

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

La identificación de los indicadores de impacto ambiental del Proyecto Tajo Quebradillas se llevó a cabo con base en los siguientes criterios de identificación:

- Tener representatividad y relevancia respecto al impacto de la obra

- Ser medibles en términos cuantitativos
- Ser cuantificables
- De fácil identificación

Los indicadores ambientales identificados fueron utilizados en la medida en la que fue posible cuantificarlos, para la valoración de cada uno de los impactos ambientales.

Lista indicativa de indicadores de impacto

Los indicadores ambientales empleados para la identificación y cuantificación se presentan a manera de listado, conforme el Factor al cual se les atribuyen:

Tabla 5. 3 Indicadores ambientales

Factor	Indicador Ambiental
Calidad del aire	Número de unidades móviles
	Tamaño de unidades móviles
	Número de fuentes fijas
	Turnos laborados
	Cantidad y/o intensidad de movimientos de tierras
Niveles sonoros	Cantidad y tipo de equipos utilizados
	Presencia de trabajadores y gente a los alrededores
Niveles lumínicos	Turnos nocturnos
	Instalaciones y edificaciones
	Tráfico nocturno
Topografía	Pendientes
	Curvas de nivel (corte, excavación, relleno, apilamiento)
Escurrimientos	Geomorfología de la zona
	Escorrentía (relleno, desviación, cortes)
	Intermitentes o perennes
Calidad del agua	Cantidad de materia orgánica (MO) de desmonte
	Cantidad de Solidos Suspendidos Totales (SST) y Sólidos Disueltos Totales (SDT)
	Calidad química del agua
Infiltración	Área de captación por nanocuenca
	Pendiente
	Permeabilidad
	Textura de suelo
Profundidad efectiva del suelo	Superficie despalmada
	Volumen de suelo removido
Potencial de Erosión	Cobertura vegetal
	Pendiente
	Tipo de suelo
Estructura del suelo	Superficie compactada

Factor	Indicador Ambiental
Distribución espacial y temporal de la vegetación	Distribución espacial de la vegetación
Cobertura vegetal	Tipo de cobertura (abierta, cerrada o dispersa)
Especies protegidas o de interés especial (flora)	Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Especies de interés comercial, Cultural, u otro
Distribución espacial y temporal de la fauna	Localización potencial de fauna silvestre
Hábitat de fauna	Integridad estimada de hábitat
Especies protegidas o de interés especial	Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Especies de interés internacional (CITES)
	Especies de baja movilidad
	Especies Migratorias
Calidad visual	Estimación de las cualidades escénicas de las nanocuencas
Continuidad paisajística	Estimación cualitativa
	Cuenca visual
Infraestructura	Infraestructura de utilidad únicamente para la Mina
Capacitación, educación y programas	Programas
	Capacitación/Educación
Desarrollo económico	Número de empleos directos generados
	Número de empleos indirectos generados
	Derrama económica
	Recaudación
Uso del territorio para actividades productivas	Actividad
	Intensidad
Vocación del suelo	Uso potencial al final de cada etapa: Agrícola, Pecuaria, Habitacional, Industrial, Vida Silvestre

Los indicadores ambientales identificados fueron utilizados de forma variable, y consideraron valores, números o intensidades estimadas para cuantificarlos y lograr una valoración de cada uno de los impactos ambientales del Proyecto.

El procedimiento seleccionado para la identificación y evaluación de los impactos ambientales consiste en el acotamiento del universo de análisis, es decir, la delimitación espacial del entorno, en el cual se definieron los factores ambientales para el análisis de cada Componente, así como los Indicadores de impacto para cada Factor. A partir de ello, y tomando como referencia las obras y actividades propias del Proyecto clasificadas por etapa en que se desarrollarán (construcción y operación), se identificaron de manera cualitativa los impactos ambientales y se determinaron cuáles de los factores serían los más afectados, sumado a las obras y actividades con respecto a su impacto ambiental.

Posteriormente, se procedió a determinar la importancia y magnitud de cada uno de los impactos identificados, mediante utilización de matrices de causa – efecto para cada etapa del

Proyecto, mediante las cuales se efectúa una evaluación cuantitativa y más refinada de los impactos. Finalmente, se realizó una valoración de los impactos ponderando su valor de importancia y el peso relativo de los componentes afectados en el SA, para ello fue generada una sola matriz para la etapa evaluada para del Proyecto (matriz de ponderados **Anexo 5.3**, para proceder a la interpretación y descripción de los principales impactos que generará el Proyecto).

En la Figura 5. 2 se presenta un diagrama que esquematiza los insumos, productos y procedimiento de la metodología empleada para la identificación, evaluación e interpretación de los impactos ambientales que se prevén para el Proyecto.

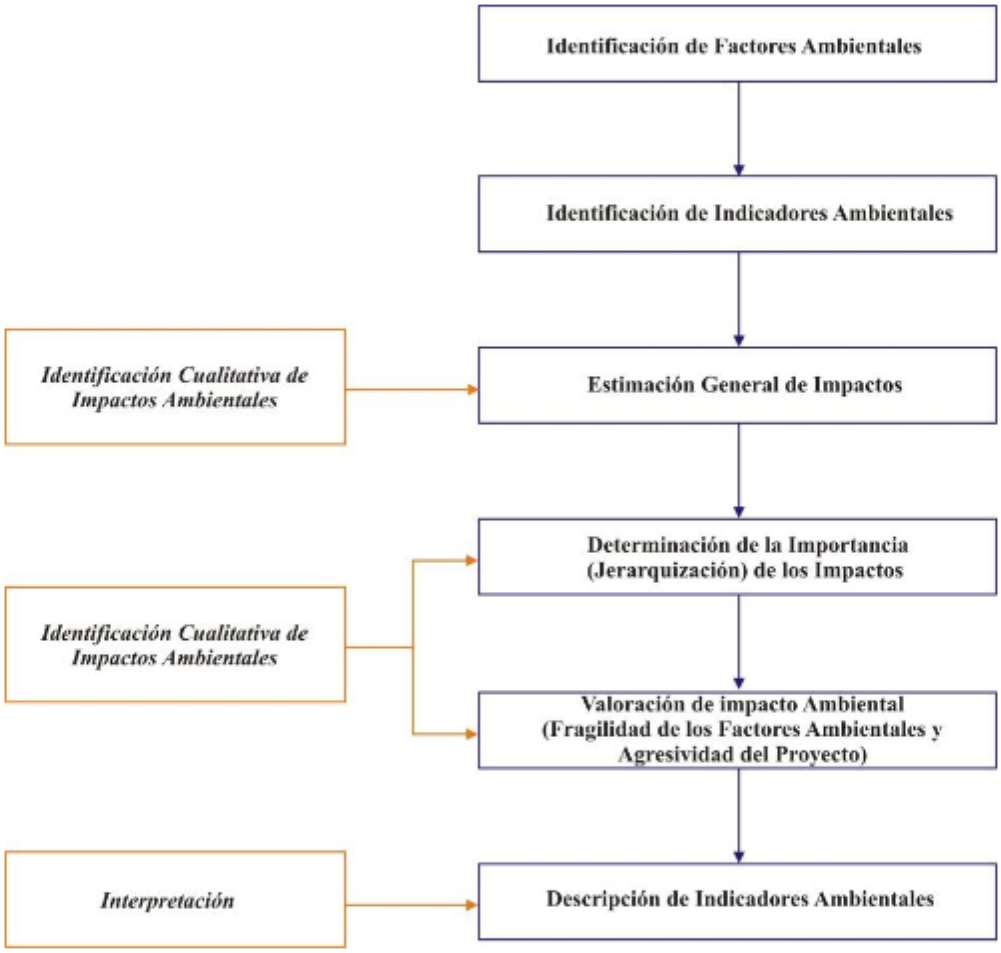

Figura 5. 2 Procedimiento utilizado para la identificación y evaluación de impactos

V.1.2. Criterios para la evaluación del impacto ambiental

Para la colecta de información y la caracterización del entorno, se utilizaron diversos criterios y metodologías, entre las que resaltan:

- Superposición cartográfica de los diferentes componentes ambientales en el área del Proyecto.
- Análisis de actividades históricas en el sitio.

- Estudios cercanos llevados a cabo por diversas firmas de ingeniería y consultoría, observaciones y estudios de campo de referencia base del sistema ambiental.
- Validación y confirmación de datos en cada una de las zonas propuestas de trabajo, zonas aledañas y áreas vecinas relevantes como referencia.
- Criterios de selección del sitio.
- Fotografías satelitales de la zona de distintas fechas (la más reciente del 2023).
- Fotografías de vuelos por dron.
- Información estatal y municipal sobre datos socioeconómicos.

V.1.2.1. Actividades impactantes

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

Las actividades contempladas en la etapa de construcción son las siguientes serán dadas debido a la construcción de la nueva Bocamina estas comenzarán con el levantamiento topográfico para la ubicación de la obra, se hará el trazo y delimitación del área autorizada. La evaluación de la etapa de Construcción del Proyecto integra la obra civil, excavaciones, armado de estructuras, trabajo de maquinaria, tránsito de vehículos, presencia de personal en la zona, entre otras actividades implícitas en la construcción de la bocamina.

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

Finalmente, la etapa de Operación hace referencia a la integración de todas las actividades del Tajo Quebradillas, Mina subterránea Quebradillas y Tepetatera Vacas, evaluando en esta etapa las siguientes actividades potencialmente impactantes y que han sido previamente presentadas, evaluadas y autorizadas en materia de Impacto Ambiental: extracción de mineral, tránsito de vehículos, caminos de acceso, generación de residuos, monitoreo y estabilización de obras.

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

Partiendo de lo anterior, en la Tabla 5. 4 se presentan las actividades y componentes como serán considerados para la evaluación de impactos en las etapas Proyecto.

Tabla 5. 4 Clasificación por etapas del Proyecto para evaluación de impactos

Etapa	Obras/ Actividades
Construcción	Levantamiento topográfico
	Trazo y delimitación de obras
	Utilización de maquinaria pesada
	Incremento de personal trabajando
	Tráfico vehicular
	Emisión de polvos y emisiones a la atmósfera.
	Mantenimiento de maquinaria y vehículos
	Construcción de nueva bocamina
Operación	Utilización de maquinaria pesada
	Incremento de personal trabajando
	Tráfico vehicular
	Emisión de polvos y emisiones a la atmósfera.
	Mantenimiento de maquinaria y vehículos
	Operación Mina subterránea Quebradillas
	Operación Tepetatera Vacas
	Mantenimiento Tepetatera Vacas
	Mantenimiento de Tajo Quebradillas

V.1.2.3. Tipos e intensidad de las alteraciones ambientales

Primeramente, se realizó un análisis cualitativo de la posible alteración a los componentes ambientales por la ocupación del Proyecto, según los siguientes criterios:

- Intensidad de la alteración o perturbación ambiental:
  - Perturbación alta: cuando el impacto modifica substancialmente su calidad e impide su funcionamiento en forma importante.
  - Perturbación media: el impacto modifica parcialmente su uso, calidad o integridad
  - Perturbación baja: el impacto no supone un cambio perceptible en la integridad o calidad del elemento medioambiental.
- Amplitud del impacto:
  - Amplitud regional: el impacto alcanzará el conjunto de la población del área de influencia o una parte de esta.
  - Amplitud local: el impacto alcanzará a una parte limitada de la población.

- Amplitud puntual: el impacto alcanzará a un pequeño grupo de gente.

- Importancia del impacto:

  - Importancia mayor: cuando se provoca una modificación profunda en la naturaleza o en el uso de un elemento ambiental de gran resistencia y estimado por la mayoría de la población del área de influencia.
  - Importancia media: cuando hay una alteración parcial de la naturaleza o de la utilización de un elemento ambiental con resistencia media y considerada por una parte limitada de la población del área.
  - Importancia menor: cuando hay una alteración local de la naturaleza o del uso de un elemento ambiental con resistencia baja y que, repercute en un grupo muy pequeño de la población del área.

- Signo del impacto:

  - Signo positivo (+): Cuando los impactos son favorables

  - Signo negativo (-): Cuando los impactos son desfavorables

  - Signo cero (0): Cuando los impactos sean nulos

La Tabla 5. 5 que se presenta a continuación, muestra de forma generalizada los impactos esperados para el Proyecto sobre cada componente ambiental.

Tabla 5. 5 Matriz de estimación general de impactos

Componente Ambiental	Intensidad de la alteración	Amplitud del impacto	Importancia del impacto	Signo
Atmósfera	Media	Local	Media	-
Geomorfología	Media	Puntual	Media	-
Hidrología	Baja	Puntual	Menor	-
Suelo	Baja	Puntual	Menor	-
Flora	Baja	Puntual	Menor	0
Fauna	Baja	Local	Media	-
Paisaje	Baja	Local	Menor	-
Infraestructura	Alta	Local	Media	+
Cultura	Baja	Local	Menor	+
Medio Económico	Alta	Local	Mayor	+

De la tabla anterior se desprenden las siguientes observaciones:

- Los impactos de importancia mayor que fueron identificados y que serán de tipo positivo, recaerán sobre los Componentes Medio económico, pues se estima que con el desarrollo del

Proyecto se dará pie a que se continúe con la operación de obras de sumo interés en la Mina La Parrilla.

- Para los componentes del medio abiótico y por la intensidad de la alteración resultando en impactos de importancia media para el caso del componente Atmósfera, Geomorfología e intensidad Baja para Hidrología y suelo.

- Respecto al componente Paisaje, durante el desarrollo del Proyecto, se estima que el impacto sea de intensidad Baja y amplitud Local, puesto que el presente Proyecto se ubica en un punto de la Mina La Parrilla perturbado por las distintas actividades mineras a las que se le suma el presente Proyecto y que adicionalmente las obras del Proyecto existen de manera previa a la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental.

- Respecto al componente flora, se prevé que no haya afectación al componente debido a que en los sitios en los que se desarrollarán las obras y actividades del Proyecto se encuentran desprovistos de vegetación.

- Respecto al componente fauna se estima una afectación baja, aunque con una importancia media, principalmente dado por la operación del Proyecto, ya que las actividades de este indirectamente pueden afectar la distribución espacial y temporal de la fauna, derivado del ruido, vibraciones, presencia de maquinaria y personal en el área.

Identificación de impactos ambientales

A continuación, se llevó a cabo una identificación más detallada de los diferentes impactos, para lo cual se construyó una matriz cualitativa que permite identificar las interacciones relevantes al ambiente causadas durante las etapas del proyecto, considerando todas las obras y actividades requeridas por el mismo.

La matriz consiste en un cuadro de doble entrada en el que se disponen como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las etapas del Proyecto que engloban a las actividades que tendrán lugar en cada una de las tres etapas y que serán causa de los posibles impactos.

A continuación, se presenta en la Tabla 5. 6 la Matriz de identificación de impactos del Proyecto y el balance numérico de los impactos por etapa.

Tabla 5. 6 Matriz de Identificación de Impactos del Proyecto

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTORES IMPACTADOS	Etapa: CONSTRUCCIÓN	Etapa: OPERACIÓN
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	A	A
			NIVELES SONOROS	a	a
			NIVELES LUMÍNICOS	ND	ND
		GEOMORFOLOGÍA	TOPOGRAFÍA	A	A
		HIDROLOGÍA	ESCURRIMIENTOS	ND	a
			CALIDAD DEL AGUA	a	a
			INFILTRACIÓN	a	a
		SUELO	PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO	ND	ND
			POTENCIAL DE EROSIÓN	a	a
			COBERTURA DEL SUELO	ND	ND
	MEDIO BIÓTICO	FLORA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE VEGETACIÓN	ND	ND
			COBERTURA VEGETAL	ND	ND
			ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL DE FLORA	ND	ND
		FAUNA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA FAUNA	a	a
			HABITAT PARA FAUNA	ND	ND
			ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL DE FAUNA	ND	ND
	MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJE	CALIDAD VISUAL	ND	a
			CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA Y VISIBILIDAD	ND	A
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	MEDIO SOCIO-CULTURAL	INFRAESTRUCTURA	INFRAESTRUCTURA	B	B
			RESIDUOS	a	A
		CULTURAL	CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS	B	b
	MEDIO ECONÓMICO	MEDIO ECONÓMICO	DESARROLLO ECONÓMICO	b	B
			USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	B	B
			VOCACIÓN DEL SUELO	B	B

A = Impacto adverso principal
a = Impacto adverso secundario
B = Impacto benéfico principal
b = Impacto benéfico secundario
ND = Sin impacto

Tabla 5. 7 Balance de impactos por etapas

Impacto / Etapa	Adverso Principal	Adverso Secundario	Benéfico Principal	Benéfico Secundario	No determinado
Construcción	2	6	4	1	11
Operación	4	7	4	1	8

De la matriz de identificación de impactos, se obtiene estas conclusiones:

- Durante el desarrollo del Proyecto NO se identifica que puedan acontecer impactos adversos críticos que comprometan a la biodiversidad u ocasionen desequilibrios ecológicos.

- Con la Matriz de identificación de impactos fue posible determinar que durante el desarrollo del Proyecto pudieran acontecer 48 impactos posibles sobre los distintos componentes ambientales, de los cuales se determinan 19 como impactos adversos, 10 impactos benéficos y 19 con impactos nulos o no determinados.

Una vez identificados de forma general los impactos sobre cada uno de los factores ambientales del entorno del Proyecto, se procedió a determinar su importancia.

V.1.2.4. Determinación de la importancia y jerarquización de los impactos ambientales

Se desarrolló una matriz causa – efecto para cuantificar la importancia de los impactos por tipo actividad en la fase de preparación.

Para determinar la importancia de cada impacto, se valoraron diez atributos o parámetros de referencia. En las matrices utilizadas las casillas de cruce están ocupadas por los valores correspondientes a los atributos. A continuación, se describen cada uno de los atributos empleados y sus escalas de valoración.

- Intensidad (IN) – Grado de afectación

Grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que se actúa. El parámetro de valoración estará comprendido entre 1 y 8, en el que el 8 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 la afección mínima. Los valores comprendidos entre estos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

En el caso de que el efecto se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería en función de la extensión en que se manifiesta (+4).

- Extensión (EX)

Se refiere al área de influencia teórica del impacto. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter Puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del Proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación como impacto Parcial (2) y Extenso (4).

- Momento (MO)

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.

Cuando el tiempo transcurrido sea nulo o inferior a un año, el momento será Inmediato o a Corto Plazo, asignándole un valor (4) en ambos casos. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años, largo plazo (1).

Si ocurre alguna circunstancia que haga crítico el momento del impacto, se le debe atribuir un valor de una a cuatro unidades por encima de las especificadas.

- Persistencia (PE)

Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto a partir de su aparición aun cuando la actividad impactante haya cesado. Si dura menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como Permanente asignándole un valor (4).

- Reversibilidad (RV)

La posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el Proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

Si es a Corto Plazo, se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es irreversible (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos períodos son los mismos asignados en el parámetro Persistencia.

- Sinergia (SI)

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos posibles. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabrían de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actúa sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la importancia del impacto.

- Acumulación (AC)

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa (4).

- Efecto (EF)

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto; es decir, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser Directo o Primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta.

En el caso de que el efecto sea Indirecto o Secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.

Este término toma valor (1) en caso de que el efecto sea secundario y el valor (4) cuando sea directo.

- Periodicidad (PR)

La periodicidad se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (Periódico), de forma impredecible en el tiempo (Irregular), o constante en el tiempo (Continuo).

A los efectos Continuos se les asigna valor (4), a los Periódicos (2) y a los de aparición irregular y discontinuos (1).

- Recuperabilidad (MC)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del Proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana.

Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna un valor de (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a mediano plazo, si lo es parcialmente, el efecto es Mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) se le asigna el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias el valor adoptado será (4).

En la Tabla 5. 8 se resumen las escalas de valoración de los diez atributos mencionados.

Tabla 5. 8 Valores asignables a los atributos de importancia del impacto

Atributo	Características	Valor
Intensidad (IN)	Baja	1
	Media	2
	Alta	4
	Muy alta	8
	Total	12
Extensión (EX)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	4
	Total	8
	Crítico	(+4)
Momento (MO)	Largo plazo	1
	Medio plazo	2
	Inmediato	4
	Crítico	(+4)

Atributo	Características	Valor
Persistencia (PE)	Fugaz	1
	Temporal	2
	Permanente	4
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
	Medio plazo	2
	Irreversible	4
Sinergia (SI)	Sin sinergismo	1
	Sinérgico	2
	Muy sinérgico	4
Acumulación (AC)	Simple	1
	Acumulativo	4
Efecto (EF)	Indirecto (secundario)	1
	Directo	4
Periodicidad (PR)	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
	Periódico	2
	Continuo	4
Recuperabilidad (MC)	Recuperable de manera inmediata	1
	Recuperable a mediano plazo	2
	Compensable	4
	Irrecuperable	8

Una vez valorados los atributos, la importancia de cada impacto se obtiene mediante la siguiente fórmula:

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

El signo del impacto hace alusión al carácter benéfico (+) o adverso (-) de la naturaleza de las acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

La evaluación llevada a cabo crea un índice que refleja las características cuantitativas y cualitativas del impacto, tanto por la obra/actividad como la condición actual del sitio, con lo cual se describe la interacción en términos de magnitud e importancia.

La importancia de los impactos puede tomar valores en un rango de 13 a 100, lo que permite hacer comparaciones numéricas y jerarquizar los impactos. Los impactos con valores de importancia inferiores a 28 son clasificados como "Compatibles", es decir irrelevantes; los impactos con importancia en el rango entre 28 y 53 son clasificados como "Moderados", en el rango 54 y 78 son "Severos" y cuando la importancia tiene un valor superior a 78 se consideran como "Críticos". Según su clasificación, los impactos son marcados en la matriz de importancia con un color que los distingue: blanco para los compatibles, amarillo para los moderados, naranja para los severos y rojo para los impactos críticos.

En la siguiente descripción se presenta el análisis derivado de la evaluación de impacto ambiental para las distintas etapas del Proyecto detallando el posible impacto para los distintos factores ambientales.

Etapa de Construcción

De la matriz de caracterización de la importancia de impactos de la etapa de construcción del Proyecto (**Anexo 5.1**) se concluye lo siguiente:

- Debido a que durante la etapa de construcción será necesaria la utilización de maquinaria, se estimó que el impacto por la emisión de gases contaminantes producto de la maquinaria de trabajo, excavaciones y vehículos de contratistas será de intensidad media y extensión parcial, considerándose, así como impacto moderado y que puede ser reversible inmediatamente una vez que la maquinaria finalice su operación.

- Respecto a los niveles sonoros se tendrá una alteración en los mismos por el uso constante de maquinaria y de personal en el sitio, alterarán los niveles normales de ruido ambiental. Este impacto es de importancia compatible por su intensidad media y que es reversible y recuperable de manera inmediata cuando no se realicen actividades en esta etapa.

- Se estima que, durante el desarrollo de la etapa de construcción, no se presenten alteraciones de los niveles lumínicos en el área del Proyecto, ya que todas las actividades podrán llevarse a cabo durante horarios de trabajo diurnos.

- El componente hidrología tendrá afectaciones dentro de los factores calidad del agua e infiltración, principalmente dado por las actividades de construcción, perforaciones, excavaciones, desviación y bombeo. El impacto se presentará con una intensidad baja, puntual, acumulativo y mitigable.

- El componente suelo durante la etapa de construcción sólo tendrá afectaciones sobre el factor potencial de erosión, ya que los factores Profundidad efectiva del suelo y Cobertura del suelo no presentarán impactos debido a que el sitio en el que se desarrollará la construcción de la nueva bocamina está dentro del Tajo Quebradillas, en el cuál actualmente ya no existe una capa de suelo. Por su parte, el Potencial de erosión se ve afectado de manera puntual, con una intensidad baja, aunque acumulativa.

- La distribución espacial y temporal de la fauna se verá impactada de manera directa al iniciar las actividades y obras de construcción, acontecerá un ahuyentamiento involuntario por el ruido de la maquinaria y el paso de personal, ocasionando que los individuos de las diferentes especies se desplacen a zonas aledañas al área de trabajo, el impacto tendrá una intensidad baja debido a que el área del Proyecto ya ha sido impactada previamente, adicionalmente, las cualidades ambientales aledañas que presentan cierto grado de perturbación por actividades antrópicas, lo que lleva a que el impacto sea acumulativo, parcial y con una persistencia temporal.

- Los factores de especies protegidas y de interés especial para la fauna se verán impactados durante el desarrollo de la construcción, ello debido a que las especies que se encuentren en zonas aledañas y que ocurran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 sufrirán la misma presión que el resto de las especies al momento de iniciar el desplazamiento forzado, cambio de áreas de anidación, alimentación, reproducción, entre otras. El impacto a este Factor será de

intensidad baja y de extensión parcial por la superficie del Proyecto y sus limitantes, siendo también un impacto mitigable durante su desarrollo.

- Debido a las condiciones actuales en las que se encuentra el sitio del proyecto y a su entorno, además de la ubicación de la nueva bocamina, las modificaciones a la calidad visual y la continuidad paisajística y visibilidades producidas por el desarrollo de las actividades de construcción, no causarán un impacto aun cuando se observan los vestigios de impactos provenientes de las etapas previas a la presentación de esta MIA-P

- Durante el desarrollo de esta etapa, el factor de infraestructura para la mina tendrá impactos en el rango de los moderados en sentido positivo ya que la construcción de la bocamina favorece en los accesos a mina subterránea, acarreo de minerales, y actividades propias de la explotación de minerales dentro de la etapa siguiente del Proyecto. El factor de generación de residuos tendrá una intensidad media, aunque de extensión puntual, esto debido a que en esta etapa se tiene considerado que en los sitios donde se desarrolle el proyecto se generen residuos orgánicos por consumo de alimentos por parte del personal que ahí laborará, así como residuos generados a partir del mantenimiento de maquinaria, y residuos producto de la excavación para la conformación de la bocamina, sin embargo el manejo de todos los tipos de residuos seguirá las medidas implementadas en la Mina La Parrilla.

- El Componente cultural se verá beneficiado en esta etapa del proyecto pues se llevarán a cabo capacitaciones en materia ambiental y operativa, lo que dará como resultado una concientización ambiental directa a los trabajadores e involucrados en el proyecto, así como una actualización de las mejores técnicas y procedimientos de operación durante las jornadas laborales en áreas industriales.

- El Componente medio económico, se encuentra dividido en tres factores: desarrollo económico, uso del territorio para actividades productivas, vocación del suelo, que serán impactados de manera positiva en esta etapa, ya que con el inicio de actividades del proyecto se lograrán mantener empleos dentro de la Mina, y con ello las operaciones generales dentro de la mina La Parrilla, lo que se refleja en el sustento de los empleos directos e indirectos que conlleva.

En la Figura 5. 3 se muestra una gráfica con la relación de los impactos ambientales por componente en la etapa de Construcción, así como la valorización dada a cada uno de los componentes ambientales y sus distintos factores a impactar.

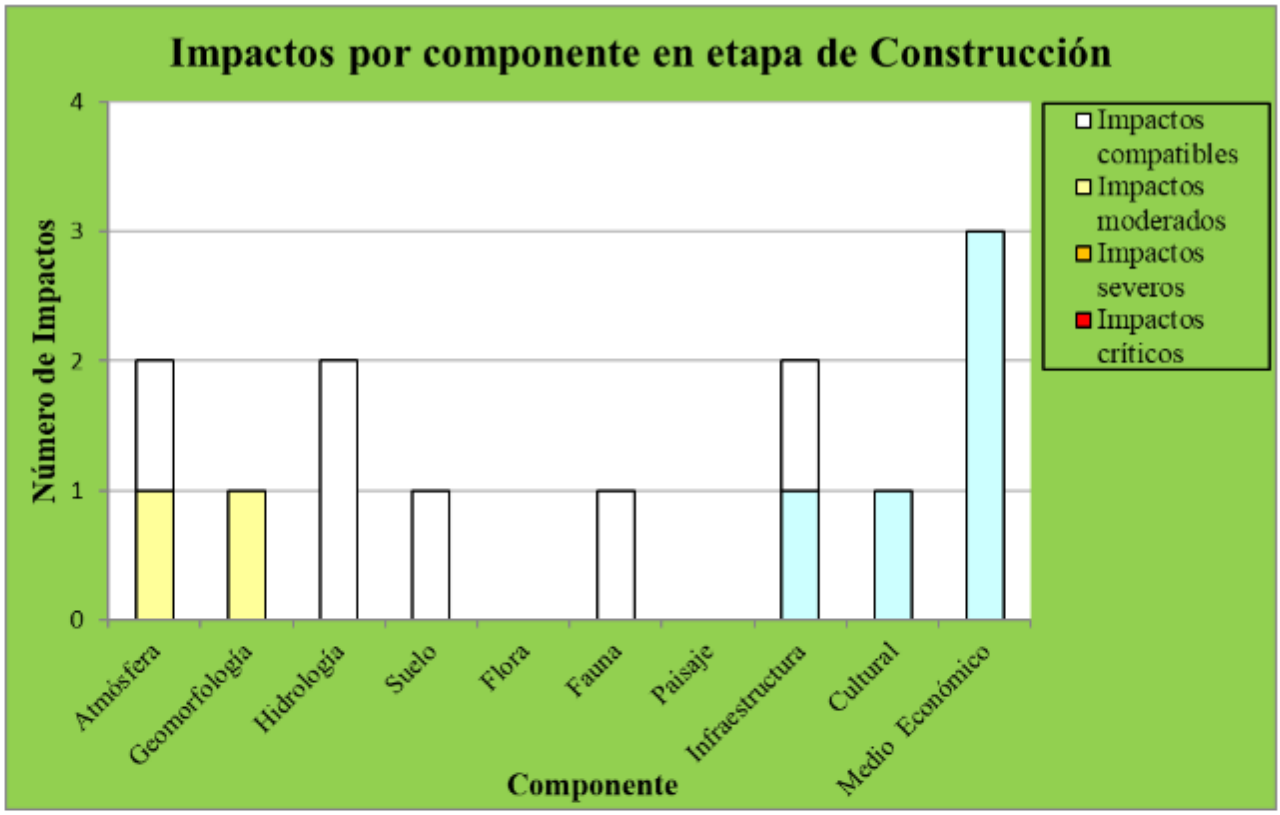

Figura 5. 3 Impactos por componente en la Etapa de Construcción

En el **Anexo 5.1**, se presenta la matriz de importancia de los impactos identificados para la etapa de construcción del Proyecto, en la que se presenta y evalúa las distintas actividades que se pretenden realizar.

Tabla 5. 9 Matriz de Importancia de Impactos en la Etapa de Construcción

Anexo 5.1

Matriz de importancia de impactos

Etapa de construcción

Clifton Associates Ltd.- Natural Environment S.C.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN											
				ATRIBUTOS DE IMP. DEL IMPACTO										IM
SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTORES IMPACTADOS	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	P
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	2	2	4	1	1	1	4	4	2	1	28
			NIVELES SONOROS	2	2	4	1	1	1	1	1	2	1	22
			NIVELES LUMÍNICOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Atmósfera											
		GEOMORFOLOGÍA	TOPOGRAFÍA	2	2	4	4	2	1	1	4	2	2	30
			Total Geomorfología											
		HIDROLOGÍA	ESCURRIMIENTOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			CALIDAD DEL AGUA	1	1	2	2	2	1	1	1	1	4	19
			INFILTRACIÓN	1	1	4	2	2	1	4	1	1	4	24
			Total Hidrología											
		SUELO	PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			POTENCIAL DE EROSIÓN	1	1	4	2	2	1	4	1	2	2	23
			COBERTURA DEL SUELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Suelo											
			Total Medio Inerte											
	MEDIO BIÓTICO	FLORA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE VEGETACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			COBERTURA VEGETAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL DE FLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Flora											
		FAUNA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE FAUNA	1	1	4	1	1	1	4	1	2	2	21
			HÁBITAT PARA FAUNA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL DE FAU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Fauna											
			Total Medio Biótico											
	MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJE	CALIDAD VISUAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA Y VISIBILIDAD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Paisaje											
			Total Medio Perceptual											
			Total Medio Físico											
MEDIO SOCIO-	MEDIO SOCIO-CULTURAL	INFRAESTRUCTURA	INFRAESTRUCTURA	4	1	2	4	2	2	4	4	4	8	44
			RESIDUOS	2	1	4	2	1	1	1	4	1	2	24
			Total Infraestructura											
		CULTURAL	CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS	2	2	4	2	2	1	4	4	2	2	31
			Total Cultural											
			Total Medio Sociocultural											
	MEDIO ECONÓMICO	MEDIO ECONÓMICO	DESARROLLO ECONÓMICO	2	2	2	2	1	1	4	1	2	2	25
			USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	4	2	4	2	2	1	4	4	2	2	37
			VOCACIÓN DEL SUELO	4	1	2	2	2	1	4	4	4	2	35
			Total Medio Económico											
			Total Medio Económico											
			Total Medio Socioeconómico											

* I= +/-(3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)

Impactos compatibles | Impactos positivos

Impactos moderados

Impactos severos

Impactos críticos

Lo anteriormente analizado y descrito por las matrices de impacto para la etapa de construcción, la cua
general en el **Anexo 5.1**, donde se observa la presencia de los impactos estimados para esta etapa de manera g
poder identificarlos por su importancia como impactos principales del Proyecto

Etapa de Operación

De la matriz de caracterización de la importancia de impactos de la etapa de Operación del Proyecto (**Anexo 5.2**), se destacan las siguientes conclusiones:

De acuerdo con la evaluación de impactos, en la etapa de operación se presentarán impactos adversos compatibles y moderados, sin identificarse impactos severos ni críticos. Los impactos benéficos se presentan con una importancia en el rango de los moderados. Se presenta a manera de resumen gráfico la categorización de la importancia de los impactos identificados para la etapa de Operación.

Los impactos de mayor importancia que se generarán a partir de la ejecución de las actividades propias de la etapa de Operación del Proyecto, la cual se estima como la de intensidad de maniobras y la que requiere afluencia de personal, extracción de mineral, monitoreo de obras manejo de tepetate, entre otras actividades.

- Respecto al componente atmósfera, las maniobras que implicarán movimiento de tierras (el uso de vehículos y maquinaria con motores de combustión interna que generan ruido y emisiones de gases contaminantes atmosféricos) serán de importancia media con una extensión parcial de momento inmediata, acumulativo con las actividades presentes en la zona, efecto directo, aunque es un impacto mitigable para el factor Calidad del aire. Respecto al factor Niveles sonoros, el impacto se mantiene dentro del rango de los compatibles, principalmente porque si bien en esta etapa se tendrá una mayor actividad por la operación de las obras, varias de estas se desarrollarán dentro de la mina subterránea Quebradillas, el ruido producido por estas actividades es reducido ya que las paredes de la mina, y la profundidad actúan como una barrera natural que mitiga el impacto. Por su parte, el factor niveles lumínicos no tiene afectación ya que no se pretenden realizar actividades en horarios nocturnos ni tampoco instalación de luminarias en el área que incrementen los niveles lumínicos en el área.

- El componente Topografía, presentará impactos de importancia moderada, dados principalmente por la operación de la tepetatera Vacas y la mina subterránea Quebradillas, ya que existen afectaciones en las curvas de nivel debido a excavaciones, crecimiento de la tepetatera, etc. Estas afectaciones tendrán una intensidad media-alta, de extensión puntual, a mediano plazo, reversibles a mediano plazo, acumulativas con las actividades presentes en la zona, efecto directo, continuo y mitigable.

- En hidrología, los impactos se presentan de manera compatible en los tres factores para todas las obras. Los impactos se darán por la compactación del suelo, la disminución de áreas de infiltración por la operación de obras, lo que reducirá la capacidad de retención y absorción de humedad del suelo si la infiltración es afectada, los escurrimientos aumentarán de forma inversamente proporcional. Respecto a la calidad del agua, se prevé que podría existir un efecto adverso, aunque compatible por el incremento de aguas residuales producidas por el personal laborando, aunque este impacto puede ser mitigado mediante el uso de baños portátiles.

- El componente suelo no tendrá afectaciones dentro de los factores profundidad efectiva del suelo y cobertura del suelo. Ya que como se ha mencionado anteriormente, la operación de las obras se desarrollará sobre sitios con previa afectación donde ya no existe una capa de suelo ya que esta fue retirada con anterioridad a la presentación de esta MIA-P.

- En esta etapa no serán afectados los siguientes factores: distribución espacial y temporal de la flora, cobertura vegetal, especies protegidas y/o de interés especial de flora, especies protegidas y/o de interés especial de flora ni hábitat para fauna.

- La fauna podría seguir siendo afectada indirectamente por los mismos supuestos planteados para la etapa de construcción (presencia humana, maquinaria y equipos operando, movimiento de materiales, vehículos y maquinaria circulando, emisión de ruido, etc.), condiciones que se presentarán a su vez durante el desarrollo de la etapa de operación. El impacto para los factores de distribución espacial y/o temporal se considera de importancia compatible.

- Respecto al componente paisaje, se considera que dentro del factor Continuidad paisajística y visibilidad se presentará un impacto de importancia moderada, dado que el crecimiento de la tepetatera, presencia de maquinaria y personal supone la inserción de elementos no naturales y fragmentan la continuidad del paisaje. Por su parte para el factor calidad visual se considera que el Proyecto se encuentra inmerso en una zona con presencia de otras actividades mineras que previamente modificaron la calidad de la zona, siendo este un impacto de baja intensidad, parcial, de efecto inmediato, permanente, irreversible, acumulativo y discontinuo, aunque sinérgico e irrecuperable.

- El componente sociocultural recibirá dos impactos benéficos en el rango de los moderados sobre los factores Infraestructura y Capacitación, educación y programas, estos impactos son derivados de que la operación de estas obras proveerá de la infraestructura necesaria para la operación general de la mina, como lo es en el caso de la Tepetatera Vacas, además de que a los trabajadores se les impartirá capacitación constante en temas de seguridad, operación correcta, manejo de residuos, en los distintos frentes de trabajo. Dentro de este mismo componente, se estima que exista un impacto moderado dentro del factor Residuos, ya que durante la operación aumentará la generación de residuos mineros por la explotación de minerales en la mina subterránea Quebradillas, sin embargo, con el correcto manejo de los residuos este impacto será altamente mitigable.

- El componente económico presentará impactos benéficos durante la operación del Proyecto en el rango de los moderados en sentido positivo, el mayor impacto se dará sobre el factor Desarrollo económico el impacto sobre este factor será de una intensidad muy alta, extenso, de efecto inmediato, persistencia temporal, acumulativo, directo y continuo.

- Los impactos benéficos del Proyecto, de mayor importancia relativa y absoluta, se presentarán durante la Operación de este, ya que al reanudarse la operación se extenderá la vida útil de las obras, que influye en una gran inversión que contribuirá a la continuidad del crecimiento económico de la región, generación y mantenimiento de empleos directos e indirectos. El incremento en la producción minera supone un progreso de índole regional,

puesto que se potencializa el desarrollo económico en cualquiera de los sectores que sea beneficiado.

En la Figura 5. 4 se muestra una gráfica con la relación de los impactos ambientales por componente en la etapa de Operación, así como la valorización dada a cada uno de los componentes ambientales y sus distintos factores a impactar.

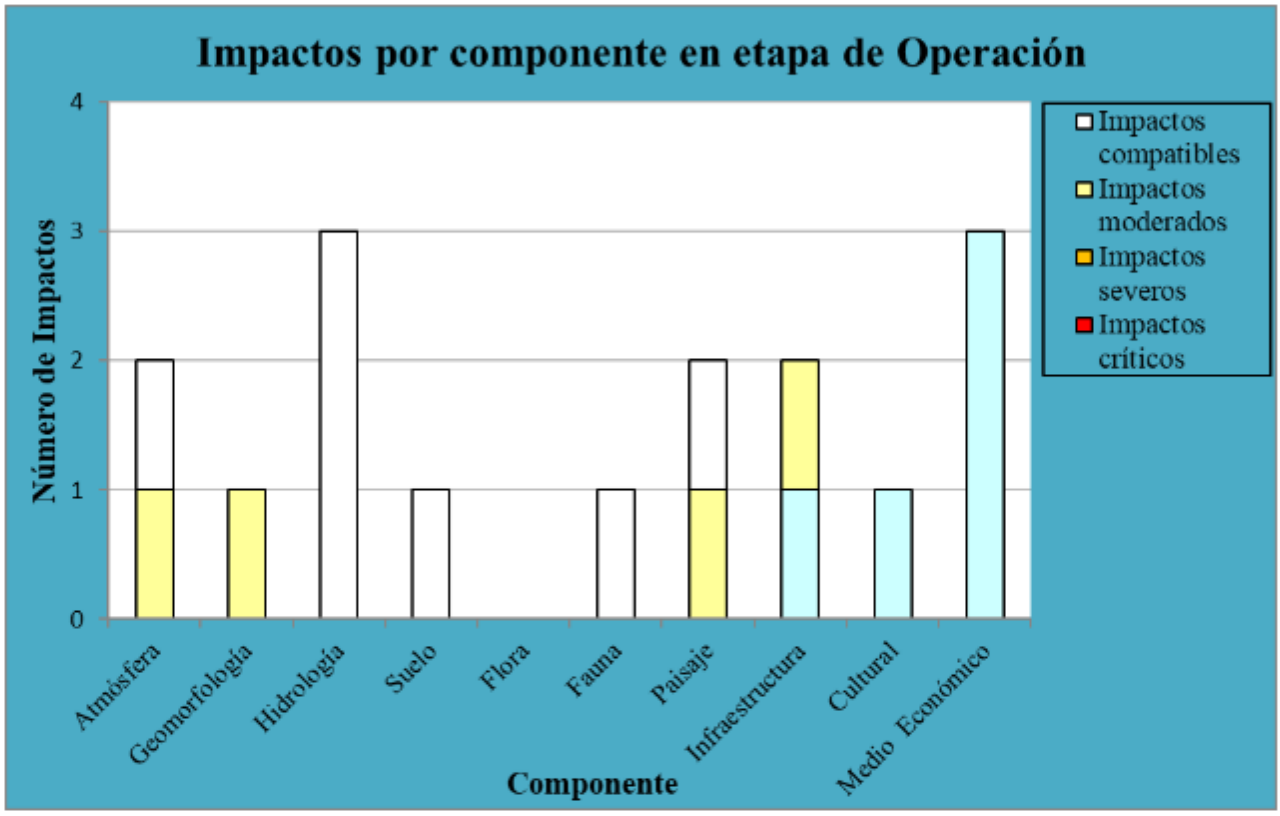

Figura 5. 4 Impactos por componente en la Etapa de Operación

En la Tabla 5. 10 se presenta la matriz de importancia de impactos de la etapa de Operación, en la cual se muestra la valorización realizada para cada uno de los factores impactados por actividad impactante. Esta matriz puede consultarse a detalle en el **Anexo 5.2**.

Tabla 5. 10 Matriz de importancia de impactos de la etapa de Operación

Anexo 5.2
Matriz de importancia de impactos
Etapa de operación

				ETAPA DE OPERACIÓN											ETAPA DE OPERACIÓN										
				Mantenimiento de Tajo Guebradillas											Operación Mina Subterránea Guebradillas										
				ATRIBUTOS DE IMP. DEL IMPACTO									IMPORTANCIA (I*)		ATRIBUTOS DE IMP. DEL IMPACTO									IMPORTANCIA (I*)	
				IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	POR FACTOR	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	POR FACTOR
SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTORES IMPACTADOS																						
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	1	1	4	1	1	1	1	1	2	1	17	1	2	4	1	2	1	4	4	4	1	28
			NIVELES SONOROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			NIVELES LUMÍNICOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Atmosfera											*17*											*28*
		GEOMORFOLOGÍA	TOPOGRAFÍA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	4	2	2	1	4	4	4	4	33
			Total Geomorfología											*0*											*33*
		HIDROLOGÍA	ESCURRIMIENTOS	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			CALIDAD DEL AGUA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	2	1	1	1	2	20
			INFILTRACIÓN	1	1	4	2	2	1	1	1	1	2	19	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	25
			Total Hidrología											*36*											*45*
		SUELO	PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			POTENCIAL DE EROSIÓN	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			COBERTURA DEL SUELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Suelo											*17*											*0*
			Total Medio Inerte											*70*											*104*
	MEDIO BIÓTICO	FLORA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE VEGETACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			COBERTURA VEGETAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL DE FLORA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Flora											*0*											*0*
		FAUNA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE FAUNA	1	1	4	2	2	1	1	1	1	2	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			HABITAT PARA FAUNA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL DE FAUNA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Fauna											*19*											*0*
			Total Medio Biótico											*19*											*0*
	MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJE	CALIDAD VISUAL	1	1	1	2	2	1	4	1	1	2	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA Y VISIBILIDAD	1	1	2	2	2	1	4	1	1	2	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Paisaje											*39*											*0*
			Total Medio Perceptual											*39*											*0*
			Total Medio Físico											*69*											*104*
MEDIO SOCIO-	MEDIO SOCIO-CULTURAL	INFRAESTRUCTURA	INFRAESTRUCTURA	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	33	2	1	4	1	2	1	4	4	4	2	30
			RESIDUOS	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	17	2	1	4	2	2	1	4	4	4	4	35
			Total Infraestructura											*50*											*65*
		CULTURAL	CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS	2	2	2	2	2	1	4	1	2	2	34	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	31
			Total Cultural											*84*											*93*
			Total Medio Sociocultural											*67*											*95*
	MEDIO ECONÓMICO	MEDIO ECONÓMICO	DESARROLLO ECONÓMICO	1	1	2	1	1	1	4	1	2	2	19	0	4	4	2	2	1	4	4	4	2	35
			USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	14	4	1	2	2	2	1	4	4	4	2	28
			VOCACIÓN DEL SUELO	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	17	4	1	2	2	2	1	4	4	4	2	28
			Total Medio Económico											*51*											*98*
			Total Medio Económico											*51*											*98*
			Total Medio Socioeconómico											*118*											*193*

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

	Impactos compatibles
	Impactos moderados
	Impactos severos
	Impactos críticos
	Impactos positivos

V.1.2.5. Valoración de impactos ambientales con ponderación de importancia de los factores ambientales

Una vez determinado su grado de importancia, se realizó una nueva valoración de los impactos, esta vez ponderando la importancia de los factores ambientales.

Para lo anterior, se extrajeron los valores máximos de importancia de los impactos identificados para cada etapa del Proyecto. En esta matriz se pondera el efecto de acuerdo con lo significativo que es con respecto a cada factor ambiental.

A cada factor ambiental identificado se le asignó un factor de peso por su mayor o menor contribución a la situación ambiental, expresado en Unidades de Importancia ("UIP"). La determinación de los valores numéricos de cada factor de peso se basó en el juicio de un grupo multidisciplinario de especialistas ambientales, para lo cual se predeterminaron un total de 1,000 UIP a ser repartidos entre los distintos factores ambientales de acuerdo con su grado de contribución al sistema ambiental.

En la matriz de valoración de impactos, se presentan en la columna del factor, las UIP asignadas a cada factor ambiental. La columna del Total Absoluto representa entonces la sumatoria de los impactos ambientales de todas las acciones sobre cada factor ambiental; mientras que la columna del Total Relativo representa la sumatoria del Total Absoluto más las Unidades de Importancia de cada factor ambiental. La sumatoria por filas nos indica las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental, traducido como "Fragilidad" ante el Proyecto. La suma por columnas nos da una valoración relativa del efecto que cada acción producirá en el medio y, por tanto, su "grado de alteración". Es importante señala que, aunque se tabulen los distintos impactos determinados por su valor absoluto o su valor relativo, el orden en cada tabla no es sinónimo de su representatividad u orden jerárquico por importancia, ya que dichas tablas dan pauta para el establecimiento final de los impactos ambientales relevantes del Proyecto.

De la matriz de valoración de impactos con ponderación de los factores ambientales del Proyecto, se concluye lo siguiente:

- Por la magnitud del impacto adverso absoluto que reciben los factores ambientales, estos pueden ser ordenados, de mayor a menor alteración, como aparecen en la Tabla 5. 14.

- Por la magnitud del impacto adverso relativo que reciben los factores ambientales, estos pueden ser ordenados, de mayor a menor alteración, como aparecen en la Tabla 5. 15.

Tabla 5. 11 factores impactados por valor absoluto ordenados de mayor a menor vulnerabilidad

ID	Factor	Abs
1	Topografía	67
2	Calidad Del Aire	62
3	Residuos	57
4	Niveles Sonoros	47
5	Infiltración	47
6	Potencial De Erosión	42
7	Distribución Espacial Y Temporal De Fauna	42
8	Calidad Del Agua	39
9	Continuidad Paisajística Y Visibilidad	28
10	Calidad Visual	24
11	Escurrimientos	23

Tabla 5. 12 factores impactados por valor relativo ordenados de mayor a menor vulnerabilidad

ID	Factor	Rel
1	Calidad del aire	212
2	Niveles sonoros	197
3	Topografía	167
4	Infiltración	157
5	Niveles lumínicos	150
6	Distribución espacial y temporal de vegetación	150
7	Cobertura vegetal	150
8	Especies protegidas y/o de interés especial de flora	150
9	Calidad del agua	149
10	Potencial de erosión	142
11	Distribución espacial y temporal de fauna	142
12	Escurrimientos	133
13	Continuidad paisajística y visibilidad	128
14	Calidad visual	124
15	Residuos	107
16	Profundidad efectiva del suelo	100
17	Cobertura del suelo	100
18	Hábitat para fauna	100
19	Especies protegidas y/o de interés especial de fauna	100

- Por la magnitud del impacto Adverso Absoluto que reciben los Subsistemas Ambientales, estos pueden ser ordenados de mayor a menor vulnerabilidad como sigue, Medio Inerte, Medio Perceptual y Medio Biótico.

- El Medio inerte recibirá impactos Adversos compatibles y Moderados. No se estimaron impactos Severos o Críticos.

- El Medio biótico recibirá impactos nulos, adversos compatibles y adversos moderados. No se estimaron impactos Severos o Críticos.

- Por la magnitud del impacto Benéfico Relativo que reciben, los Factores Ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor importancia, como sigue: Desarrollo económico, Uso del territorio en actividades productivas, Vocación del suelo, Infraestructura y Capacitación, Educación y Programas.

Tabla 5. 13 factores con impactos benéficos por valor relativo ordenados de mayor a menor importancia

ID	Factor	rel
1	Desarrollo económico	160
2	Uso del territorio para actividades productivas	152
3	Vocación del suelo	150
4	Infraestructura	124
5	Capacitación, educación y programas	117

En la Figura 5. 5, se ejemplifica a manera de gráfica la cuantificación de impactos en cada una de las etapas del Proyecto.

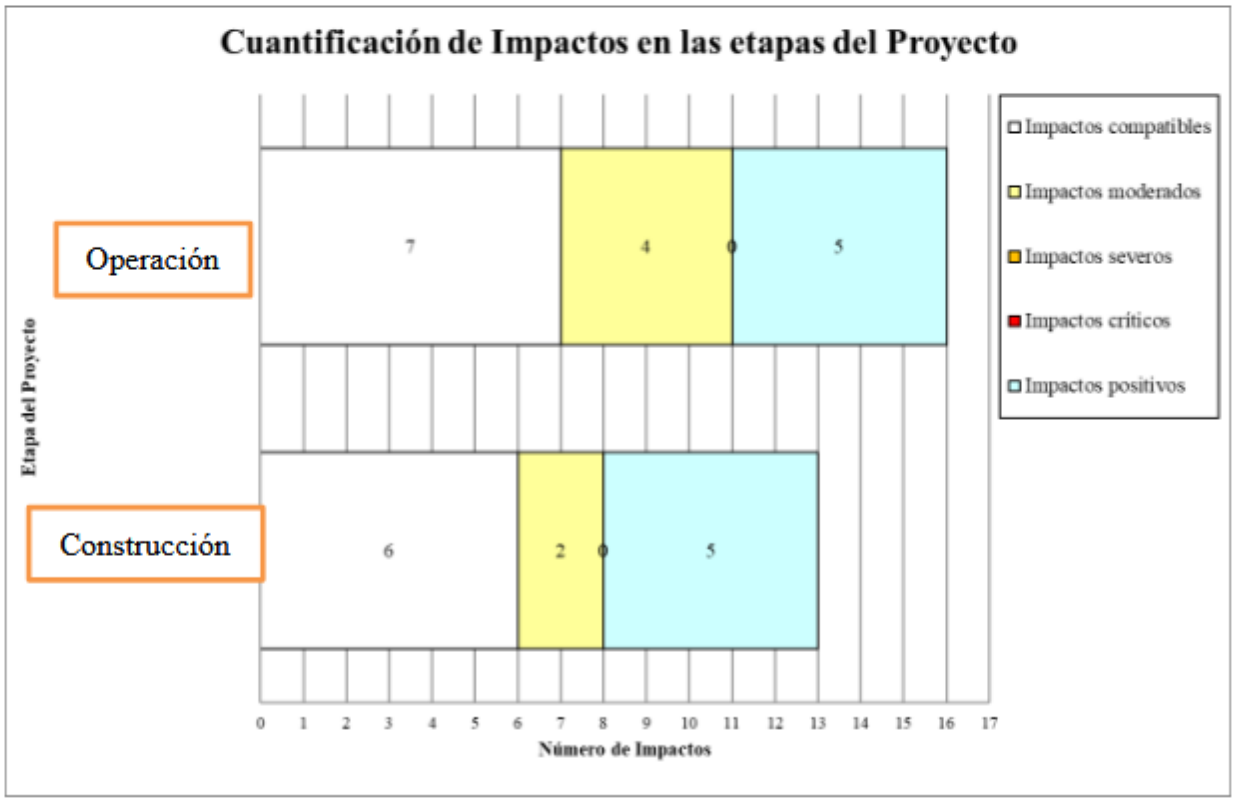

Figura 5. 5 Tipos de impacto identificados y anticipados para las etapas del Proyecto

V.2. Caracterización de los impactos

De acuerdo las definiciones integradas en el Glosario de esta MIA-P y con base en el Artículo 3°, Fracción IX del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), un impacto ambiental significativo o relevante es aquel que *"provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales"*.

Conforme al proceso de Evaluación de los Impactos Ambientales (EIA) desarrollado para el Proyecto, ninguno de los impactos identificados provocará alteraciones que obstaculicen la existencia de ningún ser vivo, ni la continuidad de los procesos naturales. En estos términos, el Proyecto no generará impactos potenciales significativos o relevantes que ocasionen desequilibrios ecológicos en la región.

No obstante, las metodologías empleadas permitieron identificar los impactos potenciales, de importancia variable, que se presentarán sobre los componentes ambientales, a partir de la realización de las obras y actividades en cada etapa del Proyecto.

Así también, la valoración y jerarquización de los impactos permitió discernir los impactos principales de los secundarios o de menor importancia, considerándose como impactos principales del Proyecto, cuyo valor de importancia relativa y/o absoluta resultó más alto, en virtud de que convergen algunas de las siguientes condiciones:

- Que la evaluación de sus atributos resultó en los mayores valores de importancia;
- Que la influencia sobre el Factor alterado se presenta en más de una etapa del desarrollo del Proyecto (preparación del sitio, construcción y operación);
- Que la ponderación del Factor ambiental alterado (UIP), sea alta en el contexto del AI.

De acuerdo con estos criterios de jerarquización, en la presente sección se interpretan y se describen los impactos identificados como principales a partir de las matrices de importancia y de la matriz de ponderados (**Anexo 5.3)**.

V.2.1. Descripción de los impactos principales identificados

A continuación, se describen los impactos interpretados y definidos como principales, tanto adversos como positivos, que se estima generará el desarrollo del Proyecto, a los cuales se les ha designado un código respecto al componente ambiental sobre el cual se presentarán.

Dichos impactos se enlistan según el orden en el que aparecen dentro de la matriz de evaluación de impactos, misma que evalúa en primera instancia los componentes ambientales, abióticos y posteriormente los componentes bióticos y socioeconómicos.

Impactos Adversos

Atmósfera

Atm-01 Alteración a la Calidad del aire

Las actividades que comprenden las etapas del Proyecto causarán la emisión de contaminantes atmosféricos que en cierta medida alterarán los parámetros de calidad del aire en el sitio. Dichos contaminantes tendrán principalmente dos orígenes: emisión de gases de combustión por la operación de la maquinaria y el uso de vehículos, y la suspensión de polvo; aunque también debido al paso de vehículos en los caminos de terracería, así mismo, los niveles de ruido aumentarán.

Es en la etapa de Operación cuando se intensificará el impacto por el hecho de que las emisiones estarán asociadas a que se intensificarán otras actividades diarias, tales como el tránsito de personal y vehículos en todas las áreas, movimiento de material, y uso de maquinaria.

Las emisiones de polvos y gases serán fugitivas y constantes durante el desarrollo del Proyecto, sin embargo, el impacto se presentará de manera moderada en ambas etapas, sin llegar a ser un impacto severo o crítico. El impacto es reversible una vez que las actividades finalicen este desaparecerá casi inmediatamente después, es altamente mitigable si se aplican medidas de supresión de polvos y aplicando el mantenimiento periótico de maquinaria y vehículos.

Geomorfología

Geo-01 Modificación de la Topografía

La ejecución del Proyecto implica la modificación de la topografía por medio de excavaciones, cortes y rellenos durante ambas etapas del proyecto, aunque se considera la permanencia de la modificación de la topografía debido al crecimiento la Tepetatera Vacas y operación de la Mina Subterránea Quebradillas, estas obras provocarán modificaciones a la topografía natural del sitio debido a la naturaleza de las alteraciones, éstas serán acumulativas, de efecto directo, continuas, y mitigables.

Fauna

Fa-1 Modificación sobre la distribución espacial y temporal de fauna

Las actividades del Proyecto Tajo Quebradillas que se ejecutarán en cada una de sus etapas ocasionarán efectos adversos e indirectos sobre la distribución espacial y temporal de la fauna. Es por ello este impacto se considera principal, por la fragilidad del componente, siendo uno de los impactos de mayor valor relativo y absoluto que resultó del proceso de evaluación de los impactos, aunque este se encuentre en el rango de los impactos compatibles en todas las etapas del Proyecto.

Aunque el Proyecto dará seguimiento a medidas de reubicación y ahuyentamiento de fauna con la finalidad de prevenir la muerte de ejemplares de fauna silvestre, las actividades contempladas dentro del Proyecto provocarán una alteración en su distribución. La presencia humana y de

maquinaria operando en el sitio también provocará que la fauna menos tolerante al disturbio se aleje del sitio. Sin embargo, este impacto se considera de extensión parcial, de efecto inmediato, acumulativo, y continuo.

Paisaje

Pa-01 Pérdida de la continuidad paisajística y visibilidad

El impacto al paisaje se considera será un impacto principal, se perderá la continuidad paisajística, es decir, existirá un impacto al paisaje importante debido a la inserción de elementos no naturales como lo es la Tepetatera, circulación de maquinaría, y presencia de personal en el área. Dichas actividades producen una alteración en la cuenca visual en la que se encuentra inmerso el Proyecto.

El impacto se identifica con mayor intensidad en la etapa de Operación del Proyecto, principalmente dado en la Tepetatera Vacas, si bien esta obra ya existía con anterioridad, la reanudación de la operación implica la continuidad del impacto. El impacto se considera principal pues perdurará hasta que se llegue a la etapa de restitución y cierre, que es donde se planea la restauración del sitio ocupado por el Proyecto.

Infraestructura

Infra-01 Generación de residuos

Este impacto se mantendrá desde el inicio del Proyecto en la etapa de construcción y se incrementará durante la operación aumentando la intensidad de generación conforme avanza el proyecto, los tipos de residuos que se presentaran en las actividades de construcción (Residuos de manejo especial, Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Peligrosos) y la operación integral del Proyecto (Residuos Sólidos Urbanos, Residuos de Manejo Especial, Residuos Peligrosos y Residuos Mineros). Este impacto será mitigado conforme a la normatividad vigente con respecto al manejo integral de residuos y de acuerdo a los planes de manejo de residuos con los que cuente la Promovente.

Impactos benéficos

Además de los impactos adversos descritos anteriormente, el desarrollo del Proyecto causará impactos positivos con importancia que va desde la categoría de los compatibles a los severos, durante todo el desarrollo del Proyecto. En la Tabla 5. 14 se describen los impactos positivos.

Tabla 5. 14 Impactos benéficos identificados

Componente	Código	Descripción del Impacto potencial
Infraestructura y servicios	Infra-02	Este se presentará a partir de la etapa de construcción y operación. Corresponde al desarrollo de servicios e infraestructura minero industrial en beneficio de la región. El proyecto contribuirá al desarrollo industrial minero de la zona. Este desarrollo industrial implica beneficios económicos y sociales directos e indirectos a los trabajadores y habitantes de la zona. Este impacto será moderado (positivamente) en ambas etapas.

Componente	Código	Descripción del Impacto potencial
Medio económico	Me-01	Generación de empleos fijos, generación de empleos temporales y generación de empleos indirectos. El efecto de generación de empleos se considera de alta importancia.
Medio económico	Me-02	Todo personal, que labore en alguna de las obras, actividades y/o etapas del Proyecto, deberá recibir capacitación, ya sea por parte del promovente, o por parte de la empresa contratista responsable de su contratación. Además, durante todas las etapas se impartirán programas sociales en beneficio de la comunidad local y de la región.

V.2.2. Impactos identificados por etapas del Proyecto

Considerando que los impactos ambientales identificados serán potencialmente causados en diferentes momentos del desarrollo del Proyecto, se elaboró la Tabla 5. 15 en donde se muestran los impactos principales para cada componente ambiental, para el caso de los impactos principales, se emplea en el su código de impacto.

Tabla 5. 15 Impactos potenciales en cada componente ambiental

Componente	Factores impactados	Construcción	Operación
Atmósfera	Calidad del aire	Compatible	*Atm-01*
	Niveles sonoros	Compatible	Compatible
	Niveles lumínicos	N.A.	N.A.
Geomorfología	Topografía	*Geo-01*	*Geo-01*
Hidrología	Escurrimientos	N.A.	Compatible
	Calidad del agua	Compatible	Compatible
	Infiltración	Compatible	Compatible
Suelo	Profundidad efectiva del suelo	N.A.	N.A.
	Potencial de erosión	Compatible	Compatible
	Cobertura del suelo	N.A.	N.A.
Flora	Distribución espacial y temporal de la vegetación	N.A.	N.A.
	Cobertura vegetal	N.A.	N.A.
	Especies protegidas y/o de interés especial de flora	N.A.	N.A.
Fauna	Distribución espacial y temporal de la fauna	*Fa-1*	*Fa-1*
	Hábitat para fauna	N.A.	N.A.
	Especies protegidas y/o de interés especial de fauna	N.A.	N.A.
Paisaje	Calidad visual	N.A.	Compatible
	Continuidad paisajística y visibilidad	*Pa-01*	*Pa-01*
Infraestructura	Infraestructura	Positivo	Positivo
	Residuos	Compatible	*Infra-01*
Cultura	Capacitación, educación y programas	Positivo	Positivo
Medio económico	Desarrollo económico	Positivo	Positivo
	Uso del territorio para actividades productivas	Positivo	Positivo

Componente	Factores impactados	Construcción	Operación
	Vocación del suelo	Positivo	Positivo

Simbología:	
N.A.	No aplica el impacto en esa etapa
	Impacto de importancia compatible
	Impacto de importancia moderada
	Impacto de importancia severa
	Impacto de importancia crítica
	Impacto positivo

V.2.3. Impactos acumulativos

El Proyecto conlleva por su naturaleza impactos acumulativos; los primeros son aquellos que pueden ser acentuados o sumados a los impactos a determinado Factor ambiental, ya sean entre las mismas obras pretendidas, obras y actividades existentes en el sitio o dentro del AI e incluso, por la dinámica natural y de uso de suelo de la zona.

Además de los efectos específicos del Proyecto, se tomaron en cuenta los impactos que pueden ser acumulativos por la interacción con las actuales operaciones dentro de la Unidad Minera La Parrilla. Un elemento de evaluación considerado durante el análisis de la importancia de cada impacto es la acumulación de dicho impacto considerado sobre cada factor ambiental.

El Proyecto incrementará el efecto acumulativo de la zona, lo cual se verá reflejado en:

- Acumulación de los niveles sonoros y de polvos generados por el acarreo, las contantes actividades de operación, así como por las actividades diarias propias de la mina (oficinas, talleres, tránsito de personal, vehículos y maquinaria, exploración, etc.)
- Modificaciones geomorfológicas derivado de las obras y actividades del Proyecto y las actividades mineras presentes en la zona.
- Acumulación del efecto de ahuyentamiento de la fauna inmediata a las operaciones existentes en la zona
- Transformación del paisaje natural por la inserción y modificación de elementos que producirá el Proyecto, que serán acumulativos con la transformación antrópica que se presenta con anterioridad.

Los principales impactos acumulativos del Proyecto Tajo Quebradillas corresponden a los descritos a continuación:

El Proyecto Tajo Quebradillas, para fines descriptivos de impactos acumulativos, descarta como relevantes a las afectaciones que pueden llegar a ser acumulativas pero cuyos efectos presentan características de persistencia fugaz o temporal, reversibles a corto plazo, y recuperables a corto o mediano plazo. Para efectos de relevancia en la acumulación de impactos, se consideran como relevantes a aquellos impactos identificados como de importancia moderada y que presentan efectos temporales a permanentes, que implican necesidad de medidas de mitigación o que puedan llegar a ser irrecuperables y donde se tendrían que llevar a cabo medidas compensatorias.

Acumulativos: Factores Socio Económicos

El Proyecto implica tanto la expansión de la plantilla de trabajadores, empleados y contratistas, generando empleos directos e indirectos adicionales a los existentes en la región, así como también implica la continuidad de su plantilla laboral durante el periodo de vida útil del Proyecto, conservando los empleos que hasta el momento produce, tanto directos como indirectos.

El efecto de generación de empleos se considera de alta importancia, aunque el pico de empleados se dará en la etapa de operación. Corresponde al desarrollo de infraestructura a la mina industrial en beneficio de la región. El Proyecto contribuirá al desarrollo industrial minero de la zona. Este desarrollo industrial implica beneficios económicos y sociales directos e indirectos a los trabajadores y habitantes de la zona.

V.3. Conclusiones

En términos generales, en las áreas donde se pretende el desarrollo del Proyecto (y su Área de Influencia), los componentes ambientales reflejan en cierto grado la presión que reciben por las actividades antrópicas que ahí se desarrollan; esto sin causar desequilibrios ecológicos.

La metodología de evaluación de impactos empleada para el desarrollo del presente estudio, la cual analiza la reanudación de la operación de las obras y actividades que se pretenden realizar en cada etapa del Proyecto dentro del contexto ambiental presente en el sitio; se vuelve progresivamente más detallada a través de la partición de las interacciones que se presentarán entre los elementos del Proyecto y los factores ambientales, y sustenta la valoración de la importancia de cada interacción, a través del análisis puntual de su intensidad, su extensión, su acumulación, su sinergia, su persistencia, su periodicidad, su reversibilidad, su recuperabilidad, el momento en que se manifiesta el efecto, así como su cualidad de ser un impacto directo o indirecto. De acuerdo con esta metodología, se obtuvo que los principales impactos ambientales adversos o de mayor trascendencia que podría generar el Proyecto los que se presentan de forma sintetizada en la Tabla 5. 16.

Tabla 5. 16 Impactos adversos potenciales

Componente Ambiental	Código	Impacto potencial	Importancia del impacto
Atmósfera	Atm-01	Alteración en la calidad del aire	**Moderado**
Geomorfología	Geo-01	Modificación de la topografía	**Moderado**

Componente Ambiental	Código	Impacto potencial	Importancia del impacto
Fauna	Fa-01	Modificación sobre la distribución espacial y temporal de fauna	**Compatible**
Paisaje	Pa-01	Pérdida de la continuidad paisajística y visibilidad	**Moderado**
Infraestructura	Infra-01	Generación de residuos	**Moderado**

Con base en el análisis realizado relativo a los posibles impactos directos e indirectos sobre el entorno, la naturaleza del Proyecto e historial de actividades, se identifica una clara similitud entre los efectos negativos identificados en obras ya existentes y la presentación de este Proyecto.

Analizados los impactos identificados, la principal medida de control y mitigación, corresponderá a dar continuidad a las labores en materia ambiental dentro de los terrenos de la Unidad Minera La Parrilla, a través de los encargados de Medio Ambiente y estricta supervisión a los departamentos de construcción, operativos y contratistas involucrados para el aseguramiento de cumplimiento y desarrollo responsable de obras y actividades.

A partir del análisis realizado, la identificación y evaluación de los impactos ambientales directos e indirectos por la ejecución del Proyecto durante sus Etapas es posible concluir que:

- Las medidas de prevención, mitigación y compensación podrán ser evaluadas pues serán ubicables, medibles y cuantificables.

- Los efectos ambientales negativos derivados del Proyecto Tajo Quebradillas son congruentes con las actividades y obras planteadas. Es importante mencionar que la opción presentada para el Proyecto corresponde a la mejor alternativa posible en términos de distancia a la zona industrial, integración de servicios, menor superficie de desmonte, así como menor grado de fragmentación de la zona.

- El desarrollo del Proyecto no resultará en impactos de naturaleza diferente a los identificados para el resto de la Unidad Minera La Parrilla, y a los ya presentes en las obras correspondientes al Proyecto.

- El desarrollo del Proyecto implica la generación de impactos benéficos de mayor importancia, relacionados principalmente con el incremento de aspectos socioeconómicos derivados de acciones como la generación de empleos; por la derrama económica, por la recaudación fiscal, etc.; además de que se considera como un impacto benéfico de mayor relevancia y alcance el establecimiento de infraestructura que coadyuve al crecimiento y mejora de la industria minera de la región, lo cual fortalece a su vez el crecimiento del país.

- Se hará una oportuna y estricta aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para los impactos adversos que potencialmente generará el Proyecto (principales y secundarios), a través de un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) con su puntual seguimiento y evaluación mediante indicadores; además de incluir el

seguimiento y cumplimiento de las obligaciones respecto a las medidas propuestas en anteriores autorizaciones en materia de impacto ambiental

- Ninguno de los impactos detectados, ni en conjunto ni en su etapa residual, causarán el desequilibrio del ecosistema, esto mediante la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación se encuentran integradas en el Programa de Vigilancia Ambiental (**Anexo 6.1**).

- Que las obras y actividades del Proyecto no comprometerán la biodiversidad, no provocarán irremediablemente la erosión de los suelos ni el deterioro de la calidad del agua ni de su captación, así como efectos sociales negativos que pudieran poner en riesgo el equilibrio del ecosistema o de la convivencia social.

Por lo tanto, es posible determinar que la correcta ejecución del Proyecto, basado en los principios y características aquí descritas, así como en el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) que se pretende aplicar, responde a las exigencias establecidas en la legislación ambiental vigente y que representa una oportunidad de fortalecer la infraestructura local, lo cual traerá como consecuencia la correcta operación integral de la Unidad Minera La Parrilla y, por lo tanto, el crecimiento económico en la región; por lo que se garantiza un desarrollo en equilibrio con el entorno, sin restar oportunidades ni comprometer recursos naturales, logrando con esto un desarrollo integral y en apego al respeto de los recursos naturales.

VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El presente apartado se caracteriza por ser un instrumento de gestión ambiental que será llevado a cabo por la promovente. durante el desarrollo del Proyecto, con la finalidad de planificar, definir y facilitar la aplicación de medidas ambientales destinadas a prevenir, mitigar, o compensar, los efectos previsibles producto de la ejecución del cambio de uso de suelo que requiere el Proyecto, o en su caso, reparar los daños ambientales ocasionados.

Por esta razón, surge la necesidad de definir las medidas que se agruparán en función de su naturaleza con respecto a las etapas mencionadas anteriormente de acuerdo con la siguiente tipología:

- Medidas preventivas: Serán el conjunto de acciones anticipadas al impacto, que tendrán la función de evitar el deterioro del ambiente o afectación a los recursos biológicos, antes de que se lleguen a producirse.

- Medidas de mitigación: Tienen por finalidad disminuir los efectos adversos del Proyecto o actividad, en cualquier fase de su ejecución, y abarcan:

    - Las que minimizan o disminuyen el efecto adverso significativo, mediante una adecuada limitación o reducción de la extensión, magnitud o duración de la obra o acción, o de alguna de sus partes
    - Las que minimizan o disminuyen el efecto adverso significativo mediante medidas tecnológicas o de gestión consideradas en el diseño.

- Las medidas de compensación tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado, que no sea posible mitigar o reparar.

- Las medidas de reparación tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al impacto sobre dicho componente o elemento o, en caso de no ser posible, restablecer sus propiedades básicas, como son por ejemplo los bancos de extracción de material, campamentos, brechas, ente otros.

Para el correcto desarrollo ambiental es necesario establecer un seguimiento puntual y detallado de los compromisos planteados en la MIA-P como medidas y de aquellas que imponga la autoridad al Proyecto, por lo cual es necesario instrumentar un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) que garantice su cumplimiento. Para dar seguimiento y control a los impactos previstos por el Proyecto que se solicita en este documento, se anexan el PVA (**Anexo 6.1**).

La información del PVA se encuentra organizada de modo que garantiza la atención de todas las actividades y obras a desarrollar en el Proyecto considerando todos los factores y conceptos ambientales.

VI.1. Descripción de las medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos principales identificados conforme al Proceso de Evaluación de los Impactos Ambientales (PEIA)

A continuación, se describen aquellas medidas aplicables para el apropiado manejo ambiental de los impactos principales derivados de la ejecución del Proyecto Tajo Quebradillas, y que aplican directamente a los impactos detectados durante la evaluación del Proyecto, en cada descripción se menciona componente ambiental, impacto y la clave del impacto, clave de medida y medida, finalmente tipo de medida y la etapa en la que tendrá mayor relevancia su aplicación, esto porque algunas medidas se seguirán aplicando de manera continua durante todo el Proyecto.

Tabla 6. 1Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos principales

Componente ambiental	Impacto	Clave de medida	Medida	Tipo de medida	Etapa en la que se aplicará
Atmósfera	**Atm-01:** Afectación a la calidad del aire	**Md-01**	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Construcción y Operación
		Md-02	Riego de las áreas de rodamiento y vialidades internas	Mitigación	Construcción y Operación
		Md-03	Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria y vehículos dentro de áreas designadas y acondicionadas	Prevención y Mitigación	Construcción y Operación
		Md-04	Control de velocidad de los vehículos	Prevención	Construcción y Operación
		Md-05	Prohibición de uso de fuegos o quemas dentro del proyecto	Prevención	Construcción y Operación
Geomorfología	**Geo-01** Modificación de la topografía	**Md-01**	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Construcción y Operación
		Md-06	Estabilización de taludes	Mitigación	Operación
		Md-07	Incorporación de los sitios que se modifiquen sustancialmente la topografía al plan definitivo de restitución y cierre	Compensación	Cierre
Fauna	**Fa- 01:** Modificación sobre la distribución espacial y temporal de fauna	**Md-05**	Prohibición de uso de fuegos o quemas dentro del Proyecto	Prevención	Construcción y Operación
		Md-08	Prohibición del uso de equipos de sonido que no sean requeridos para las actividades del proyecto	Prevención	Construcción y Operación

Componente ambiental	Impacto	Clave de medida	Medida	Tipo de medida	Etapa en la que se aplicará
		Md-09	Recorridos para el ahuyentamiento de la fauna de alta movilidad	Prevención	Construcción y Operación
		Md-10	Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad o aquella enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Prevención	Construcción y Operación
		Md-11	Capacitación	Prevención	Construcción y Operación
Paisaje	**Pa-01:** Pérdida en la continuidad paisajística y visibilidad	**Md-01**	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Construcción y Operación
		Md-12	Restitución del sitio con características similares a las presentes antes del Proyecto	Compensación	Operación, cierre
Infraestructura	**Infra-01** Generación de residuos	**Md-13**	Manejo integral de los residuos	Mitigación	Construcción, Operación y cierre

Descripción ampliada de las medidas para los impactos principales

- *Md-01 Delimitación de áreas autorizadas*

La delimitación de las áreas autorizadas para la realización de las actividades del Proyecto, será una medida preventiva para que el personal que labore en el Proyecto reconozca los límites de las áreas permitidas para el desarrollo de obras y actividades, con lo que se evitará generar impactos no previstos sobre varios de los componentes ambientales en áreas aledañas a los polígonos del Proyecto, e indirectamente favorece a que los efectos adversos de algunos de los impactos identificados sean más puntuales, es decir, muy localizados sobre el área de afectación directa. Por ello, previo al inicio de las actividades de preparación del sitio, en particular del desmonte, un equipo de topografía delimitará con ayuda de los planos autorizados y de estacas, o cualquier otro elemento visual identificable, el área que cubren los polígonos del Proyecto, con el objetivo de no invadir áreas sin autorización.

- *Md-02 Riego periódico de las áreas de rodamiento y accesos internos*

A fin de minimizar la generación y dispersión de polvo, producto de las actividades de preparación del sitio incluyendo el acarreo de suelo rescatado y el material vegetal desmontado, así como del tránsito vehicular constante, se humedecerá periódicamente el acceso al Proyecto, así como las áreas de maniobras y rodamiento. El humedecimiento se deberá hacer través del riego con agua de un camión pipa con capacidad igual o mayor a 10,000 lts, equipado con motobomba y aspersores. Durante la temporada de estiaje, el riego de estas zonas deberá realizarse por lo menos

2 veces por día el primer riego antes de iniciar actividades, mientras que en la temporada lluviosa se podrá evitar el humedecimiento siempre y cuando las áreas se encuentren húmedas. El humedecimiento del acceso se deberá de realizar con aguas superficiales o tratadas y nunca con aguas negras o algún otro fluido que pudiera presentar características peligrosas, pudiendo poner en riesgo la integridad del suelo y por consiguiente del medio ambiente. El registro de humedecimiento de caminos se realizará de acuerdo con lo descrito en el Programa de Vigilancia Ambiental del Proyecto.

Así mismo, en los cursos de capacitación que se le dará al personal que se integre a las labores del Proyecto en cualquiera de sus etapas, especialmente a los conductores de vehículos y operarios de maquinaria, se les inducirá sobre las reglas de conducción, haciendo hincapié sobre los efectos que produce no acatar las medidas establecidas, en este caso, por no respetar los límites de velocidad.

- *Md-03 Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria y vehículos dentro de áreas designadas y acondicionadas*

La maquinaria utilizada para las distintas actividades y obras del Proyecto deberá recibir de manera periódica mantenimiento preventivo y correctivo para verificar aspectos generales de su funcionalidad, especialmente en referencia a sus emisiones y posibles fugas de hidrocarburos.

Toda actividad que implique el manejo de alguna sustancia de mantenimiento (aceite, grasas, etc.) se realizará dentro del taller de mantenimiento de la Unidad Minera La Parrilla o en su defecto en el área temporal para faenas de construcción y empleando las medidas adecuadas según el caso, para evitar la contaminación del suelo y del agua en el sitio.

- *Md-04 Control de velocidad de vehículos*

Una de las principales causas de la generación de PST en caminos de terracería es la velocidad, a mayor velocidad es mayor la cantidad de polvos que se genera durante el tránsito de un vehículo, de manera que una forma de reducir la presencia de este impacto es controlando la velocidad. Se deberá mantener un control de la velocidad de los vehículos que transitan dentro del Proyecto, y de esta forma reducir la generación de polvos. Para la aplicación de esta medida se deberán colocar letreros de señalización a la entrada del Proyecto y en la superficie de ocupación (60cm x 60cm en el cual se limitará la velocidad a 20 km/hr).

Se instalarán todas las señales de tránsito que sean necesarias en vialidades y en las áreas que presenten un constante movimiento vehicular. Además de la señalética restrictiva de velocidad, se instalarán otras señales de tránsito preventivas e informativas cuando sea necesario, por seguridad de todos los usuarios de los caminos.

- *Md-05 Prohibición de uso de fuegos o quemas dentro del Proyecto y AI*

Se prohíbe el uso de fuego para cualquier actividad dentro del Proyecto, incluyendo fogatas y quemas. Para esto se colocará un señalamiento en cada acceso al Proyecto, en el cual se señalará

que se prohíbe el uso de fuego. De igual manera se abordará este y otros temas en las capacitaciones que se impartirán al personal.

La meta es concientizar a todo el personal involucrado en las actividades propias de las etapas de construcción y operación sobre las restricciones existentes respecto al uso de fuego.

- *Md-06 Estabilización de taludes*

Si bien, el impacto causado a la geomorfología es un impacto que provocarán la modificación del terreno original, no cuenta con medidas realmente efectivas para prevenir o mitigar sus efectos por completo, por lo que la estabilización de taludes es una tarea que ayudará a mitigar el impacto que esta actividad provoca sobre otros componentes ambientales, reduciendo con esto la posible cadena sinérgica del impacto.

Por estabilización de taludes se entenderá a las maniobras que sean ejecutadas durante las etapas preparación del sitio y construcción, de forma simultánea y/o al finalizar la realización de las actividades de excavación, cortes y rellenos en los frentes donde sea requerido, para establecer la mínima pendiente en los taludes finales, con el objetivo de reducir el potencial riesgo de erosión del suelo y evitar accidentes.

Durante la operación de la tepetatera Vacas, se deberán conformar los taludes de manera que sean estables para fines operativos, pudiendo variar conforme se vaya depositando mayor volumen de material sobre esta obra, o por el contrario, en caso de que se reduzca el volumen almacenado, ya sea por cierres progresivos, o por requerimientos operativos de tepetate en la mina subterránea. Se podrán conformar bermas con la finalidad de que cualquier rodado o caída de material sea detenida en la misma área de las obras, para ser recogida y reacomodada nuevamente.

Una vez finalizada la operación de la Unidad Minera, se revisarán las dimensiones y volúmenes finales del material remanente en la tepetatera, debido a que el tepetate se podrá considerar en la etapa de cierre como un insumo para diversas actividades como posible cubierta inerte de las distintas obras o como insumo para explotación de minerales de baja ley según los requerimientos de la Unidad Minera La Parrilla. Conforme a estas consideraciones, se diseñarán los taludes finales para la estabilización física de las obras a largo plazo, pudiéndose requerir la ocupación de una mayor superficie a fin de extender el talud, y suavizar su pendiente.

- *Md-07 Incorporación de los sitios que se modifiquen sustancialmente a la topografía al plan definitivo de restitución y cierre*

La Promovente deberá contar con un Plan de Restitución y Cierre. Este plan se actualizará periódicamente, sobre todo si se presentan cambios relevantes en las obras consideradas inicialmente para el Proyecto. Posteriormente, antes de finalizar la vida útil del Proyecto, hará una última actualización, la cual ya contendrá un programa definitivo de actividades, con base en los usos y destinos finales que se hayan decidido para las áreas ocupadas por la unidad minera.

El Plan definitivo de Restitución y Cierre del Proyecto tendrá como objetivos primordiales, la estabilización física, química y biológica de las áreas ocupadas y afectadas directa o

indirectamente por las obras y actividades del Proyecto, así como de los aspectos socioeconómicos entorno a la actividad minera en la región. De manera que uno de los principales problemas que se deberán analizar y resolver para fines del cierre y abandono definitivo del sitio, será la definición de las maniobras que se ejecutarán sobre las obras que hayan impactado de forma residual a la topografía natural del terreno.

A partir de la revisión y análisis de los usos futuros más adecuados que se definan para la etapa post-operativa, se harán todas las maniobras necesarias para otorgar una estabilidad física de los taludes finales a largo plazo; lo que preliminarmente podría incluir extender la huella de ocupación de las obras al momento del cierre para la suavización de la pendiente, así como el establecimiento de sustrato para la estabilización biológica mediante la revegetación y/o reforestación de los taludes.

Las acciones que sean definidas en el Plan de Restitución y Cierre para la restauración y rehabilitación de los componentes ambientales, además de compensar el impacto generado sobre las modificaciones residuales de la topografía, también actuarán sobre el impacto por la modificación a la calidad visual y afectación sobre la continuidad paisajística y visibilidad.

- *Md-08 Prohibición del uso de equipos de sonido que no sean requeridos para las actividades del proyecto*

Para evitar el aumento de los niveles sonoros de manera innecesaria en el sitio que propicie contaminación sonora y el aumento en el ahuyentamiento de especies de fauna que tengan incidencia con la huella del Proyecto. Esta medida contempla el prohibir el uso de distintos equipos que emitan sonidos fuertes tales como bocinas portátiles, elementos que alteren el sonido de manera gradual. Autoestéreos y demás equipos de sonido en el sitio. Esta medida aplica para todas las etapas de desarrollo en horarios diurnos y nocturnos.

- *Md-09 Recorridos para el ahuyentamiento de la fauna de alta movilidad*

Esta actividad corresponde a una medida de prevención, ya que se realizarán recorridos en las obras de la huella del Proyecto. La misma cuadrilla de personal técnico calificado que realizará el rescate y liberación de fauna de baja movilidad, será la que realice de manera previa los recorridos de ahuyentamiento para permitir que la fauna de alta movilidad se desplace fuera del sitio, el encargado del Proyecto será el responsable de la realización de esta medida. La cuadrilla estará equipada con instrumentos sonoros que permitan generar un ligero disturbio y por tanto el ahuyentamiento de los animales de alta movilidad, que son aquellos que por sus características físicas, motrices, conductuales o metabólicas cuentan con una respuesta rápida o efectiva de desplazamiento ante cualquier disturbio o afectación.

- *Md-10 Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad o aquella enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010*

Durante las actividades de construcción y operación del Proyecto se realizará el rescate de las especies de baja movilidad que puedan verse afectadas con dichas actividades, tomando las medidas necesarias para evitar daños tanto a la fauna como al personal encargado del rescate. Todas

las especies, tanto de baja movilidad como aquellas de interés especial, serán reubicadas de manera adecuada en sitios con características ambientales similares a donde se encontraron.

- *Md-11 Capacitación*

Todo el personal involucrado en actividades dentro del área del Proyecto deberá asistir a un curso de seguridad, educación y concientización ambiental que se impartirá en el aula designada por la promovente.

- *Md-12 Restitución del sitio con características similares a las presentes antes del Proyecto*

En la última etapa de desarrollo del Proyecto, así como al finalizar la vida útil del mismo, la huella del Proyecto podrá ser sometida a distintas obras y/o actividades de restitución con la finalidad de recuperar en medida de lo posible las características naturales del sitio anterior al desarrollo del Proyecto. Para esta medida podrá ser implementado un programa de abandono y cierre en el que se detallen las actividades a realizar para regresar al sitio a condiciones menos impactadas. Entre estas acciones se presenta el sellado de las rampas de acceso y las bocaminas con el material inerte extraído en la construcción de estas, aumentando la calidad visual y compensando el impacto al suelo, flora y fauna, además del desmantelamiento de obras en las distintas Zonas del Proyecto y recuperación de áreas con el menor impacto residual posible.

- *Md-13 Manejo integral de los residuos*

Como medida preventiva contra una eventual contaminación del suelo y/o agua, así como una medida de compensación contra el impacto sobre la calidad visual que generará el Proyecto, se realizará un manejo integral y adecuado de todos los residuos que se generen durante el desarrollo del Proyecto.

La presente medida está enfocada al manejo de los residuos generados durante todas las etapas del Proyecto, se aplicará el Plan de Manejo Integral de Residuos que actualmente se encuentra en operación en la Unidad Minera La Parrilla, el cual se compromete concluir con la disposición final conforme a la normatividad y buenas prácticas aplicables a cada uno de los tipos de residuos generados.

Impactos secundarios

Con respecto a los impactos secundarios, que son aquellos que pueden presentarse durante las actividades del Proyecto en sus distintas etapas pero que por sus características como intensidad, extensión o efecto no se catalogan como principales, sin embargo, son considerados en la evaluación de impactos y se describen para la posible aplicación de distintas medidas preventivas, de mitigación o compensación.

La descripción detallada de las medidas se presenta en el Programa de Vigilancia Ambiental (**Anexo 6.1**). En la siguiente tabla se presentan las medidas propuestas para los impactos secundarios.

Tabla 7. 1 Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos secundarios identificados, aplicables durante el desarrollo del proyecto y con énfasis en las actividades de cambio de uso del suelo

Componente beneficiado	Clave de medida	Medida	Tipo de medida	Etapa	Indicador / Grado de cumplimiento
Hidrología y Suelo	MSc-01	Uso de baños portátiles	Prevención	Construcción, Operación	No. de baños portátiles instalados, comprobantes de limpieza e inspección
Hidrología y Suelo	MSc-02	La recarga de combustible para la maquinaria y vehículos deberá realizarse en las estaciones de servicio o en sitios debidamente acondicionados	Prevención	Construcción, Operación	Bitácoras, inspección y evidencia fotográfica
Medio económico	MSc-03	Contratación de personal local	Prevención	Construcción, Operación	Lista de personal contratado
Medio económico	MSc-04	Ejecución de programas, capacitación, apoyos y campañas para comunidades	Prevención	Operación	Cantidad de personas beneficiadas y evidencia fotográfica

Descripción ampliada de las medidas para los impactos secundarios

Msc-01 Uso de baños portátiles

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se deben instalar baños portátiles en las áreas de trabajo, estableciéndose su uso como una obligación, quedando estrictamente prohibido orinar y defecar al aire libre. Para ello, se contratará a una empresa especializada para la instalación de los baños portátiles, misma que deberá de darles mantenimiento y limpieza. La adecuada disposición de los residuos sanitarios será responsabilidad de la empresa contratada, quedando prohibido cualquier tipo de descarga de aguas residuales sanitarias al suelo natural o a escorrentías.

Msc-02 La recarga de combustible para la maquinaria y vehículos deberá realizarse en las estaciones de servicio o en sitios debidamente acondicionados

Los vehículos ligeros involucrados en el Proyecto deberán recargar gasolina o diésel en la estación de servicio para el abastecimiento de combustibles más cercana. En el caso de la maquinaria pesada, la recarga de combustible deberá realizarse en un lugar especialmente destinado para esta finalidad y con dispositivos de seguridad para evitar derrames que contaminen el suelo.

Msc-03 Contratación de personal local

Como parte de los impactos benéficos de alta importancia identificados para el Proyecto, está la oferta laboral que se abrirá con la construcción de éste, generando empleos directos e indirectos, temporales. Como parte de los procesos de contratación de personal no calificado, se privilegiará el reclutamiento de los pobladores de las comunidades rurales y rancherías vecinas.

Msc-04 Ejecución de programas, capacitación apoyos y campañas para comunidades

Esta medida está centrada en la ejecución de programas, capacitación y apoyo para las comunidades cercanas al Proyecto, incluyendo a los trabajadores y sus familias, esto con la finalidad de mejorar el desarrollo social de las zonas aledañas al proyecto y las familias de los trabajadores del proyecto. Las actividades anteriormente mencionadas serán llevadas a cabo mediante los programas internos establecidos y autorizados en la Mina La Parrilla.

VI.2. Programa Vigilancia Ambiental (PVA)

El PVA se establece como un instrumento de planeación y gestión ambiental, así como de supervisión del desempeño ambiental para el Proyecto. En él, se identifican las estrategias que se aplicarán, concebidas como las técnicas y conjunto de actividades destinadas a conseguir los objetivos establecidos para las medidas específicas que permitan orientar y conducir la correcta implantación de las obras y actividades previstas en el Proyecto hacia esquemas conceptuales y metodológicos de desarrollo sustentable o, en su caso, establecer los esquemas estratégicos de trabajo para cumplir con la legislación ambiental y acciones y medidas establecidas para minimizar al máximo el daño ambiental previsto para el Proyecto.

En el **Anexo 6.1** de esta MIA-P se encuentra un documento preliminar del PVA, que la promovente ha de ejecutar una vez que se emita el resolutivo correspondiente, con los Términos y Condicionantes impuestos al Proyecto. En dicho documento se establece que el objetivo general del PVA es el de ser un instrumento de gestión ambiental a través de la atención integral y ordenada de las distintas medidas y actividades de prevención, control y mitigación. También se incluye en su contenido los objetivos, las metas y alcances de cada medida en particular, así como los responsables de su ejecución, la calendarización para su aplicación, el análisis de los resultados obtenidos, y conclusiones.

VI.3. Impactos residuales

Posterior a la determinación y descripción de las medidas propuestas para cada uno de los impactos detectados para las etapas del Proyecto, se realizó un análisis de la efectividad de cada

medida, tomando como base los impactos ambientales máximos determinados en el Capítulo V del presente documento y la aplicación de las medidas en la Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos principales en el Capítulo VI presentado.

Una vez implementadas las medidas de prevención, mitigación y compensación, se anticipan los siguientes impactos residuales[3] para cada Componente Ambiental, como resultado de la ejecución del Proyecto.

Derivado de dicho análisis, los impactos ambientales estimados presentarán disminución en su intensidad e importancia respecto a su realización sin la aplicación de dichas medidas, resultando en la erradicación de impactos ambientales o en la modificación en su importancia general.

VI.3.1. Fauna

El impacto residual se considera poco significativo ya que se realizarán actividades de reforestación y ahuyentamiento de fauna y actividades de reforestación adicionales, que propiciará que, las especies de menor tolerancia a los disturbios puedan de forma gradual, repoblar el sitio.

Los efectos ambientales residuales para la vida silvestre son poco significativos ya que no existen situaciones con alta probabilidad de efectos permanentes o largo plazo de gran magnitud sin solución desde el punto de vista técnico.

VI.3.2. Paisaje

El principal impacto residual para presentarse con la ejecución del Proyecto y su posterior ejecución de medidas corresponde a la alteración del paisaje y la reducción de las cualidades estéticas del AI, ya que, al ser obras irreversibles, la continuidad y cualidad estética del paisaje podrá considerarse como irrecuperable aun con la correcta ejecución de las distintas medidas de prevención, mitigación y/o compensación propuestas en el Proyecto.

[3] Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación, y cuya residualidad deriva de la persistencia e irreversibilidad del efecto (incluso después de la atenuación o mitigación).

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En el presente Capítulo se describe el pronóstico ambiental para la zona, tomando en cuenta la situación actual del Sistema Ambiental (SA), los impactos positivos y adversos del Proyecto Tajo Quebradillas, la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación, así como los impactos residuales del Proyecto.

La metodología que se ha empleado para pronosticar los posibles escenarios ambientales conjuga información cualitativa, cuantitativa, descriptiva y geográfica de los siguientes aspectos:

- Del Diagnóstico Ambiental Integrado (DA-I), presentado en el Capítulo IV de este documento, el cual ilustra el escenario actual; siendo analizado particularmente dentro de los límites del área de influencia (AI), por ser dentro de esta área donde se resentirán y se amortiguarán los efectos adversos ocasionados por el Proyecto.

- De la problemática ambiental y los procesos de degradación identificados en el Área de Influencia, los cuales evolucionan hacia el escenario sin Proyecto (E0).

- De la evaluación de los impactos positivos y adversos que podría ocasionar el Proyecto, los cuales fueron identificados y evaluados en las matrices de importancia de impactos, a partir de lo cual se generó el escenario de impactos (escenario con Proyecto y sin medidas = E1).

- La aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en el Capítulo VI, así como los impactos residuales del proyecto, que dan lugar al escenario de medidas o E2 (escenario con Proyecto y con medidas).

Es importante recordar que el objetivo del DA-I es mostrar cartográficamente el rango de calidad que guardan los componentes ambientales actualmente dentro del Sistema Ambiental, y por ende dentro del Área de Influencia del Proyecto; plasmando de forma gráfica las áreas con mayor afectación y las que se conservan mejor. Ello se logró mediante la jerarquización de la importancia de los recursos bióticos y abióticos a través de criterios aplicados a la información geográfica de los componentes.

Retomando este objetivo, y teniendo como base el Diagnóstico Ambiental, el equipo multidisciplinario que ha sido partícipe del desarrollo de este Proyecto, determinó las posibles modificaciones a los valores de importancia actuales de los componentes ambientales integrados, en una escala porcentual; primero suponiendo un escenario donde no se desarrollará el Proyecto; luego, estimando la disminución porcentual de la calidad de los componentes a consecuencia del desarrollo de las obras del Proyecto, conforme a la evaluación completa de sus impactos. Con esto es posible hacer una proyección del escenario actual modificado por la ejecución de las obras y actividades, sin la minimización de los efectos negativos con la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas.

Posteriormente, a fin de hacer un análisis comparativo, se determinó otro conjunto de valores correspondiente a la disminución porcentual de la calidad de los componentes ambientales

integrados derivada de la ejecución del Proyecto, pero esta vez considerando la aplicación de las medidas del Capítulo VI. Este escenario además de mostrar el detrimento acumulativo en la calidad actual del AI, pero atenuado con la aplicación de las medidas propuestas, muestra también una estimación de la distribución que tendrán los impactos residuales, que son aquellos que permanecerán en el ambiente aun después de aplicar las medidas de mitigación y compensación. Cabe mencionar que en este escenario se contempla la aplicación de una medida de compensación importante, siendo una superficie a reforestación y aplicación de obras de conservación de suelos y agua. Por lo anterior, el segundo escenario se ha denominado Escenario de Medidas o E2.

La referencia que se toma para la asignación de los valores porcentuales de disminución en la calidad de los componentes ambientales en los escenarios E1 y E2, viene de la identificación de los impactos principales, así como desde las matrices de importancia de impactos; para ello se consideraron los valores de importancia absoluta determinados por componente ambiental, con especial atención en su residualidad; así mismo, se han determinado hasta tres áreas de afectación dependiendo de la extensión de los impactos con la que fueron evaluados en las matrices de impactos, suponiendo una disminución del efecto adverso conforme se aleja del sitio de origen; siendo así el área de afectación más intensa la superficie de ocupación del Proyecto (superficie solicitada).

La metodología para plasmar gráficamente los valores porcentuales de disminución en la calidad de los componentes ambientales en la cartografía, consiste nuevamente en la aplicación de álgebra de mapas, utilizando las herramientas de la plataforma donde se construyó el Sistema de Información Geográfica; para ello, a los valores del modelo del Diagnóstico Ambiental Integrado se les resta el valor total de disminución porcentual para cada área de afectación, repitiendo el procedimiento para cada escenario.

VII.1. Pronóstico de los Escenarios

VII.1.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto – E0

El escenario sin Proyecto (E0), mantendría como base una condición similar a la situación actual del SA, con las alteraciones e impactos previamente identificados y definidos como parte del Diagnóstico Ambiental Integrado, y de la descripción de la Problemática Ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto, pero con un decremento general de la calidad ambiental asociado a la continuidad de los procesos de degradación que se presentan en la zona, principalmente en relación a las actividades agrícolas, las actividades de industriales-mineras existentes, y en cierta medida a la presión que ejerce la urbanización del SA o cercanas a éste.

En la siguiente Tabla se muestran los valores de calidad modificados para el escenario E0 en el AI (escenario sin proyecto); los cuales se presenta en la siguiente tabla. Es de suma importancia mencionar que el resultado de los valores que se encuentran en la siguiente tabla, representan una disminución de 19.5% que tendría el medio ambiente de forma natural (E0, escenario sin proyecto dentro del tiempo de vida útil del Proyecto **12 años).**

Tabla 7. 2 Pronóstico de la calidad ambiental en el SA considerando que no se ejecute el Proyecto (escenario E0)

Componente	Valor de disminución %	Peso Ponderado	Valor en la escala del DA-I (%)
	Sistema ambiental		Sistema ambiental
Atmósfera	20%	10.7	2.1
Suelo	30%	11	3.3
Hidrología	20%	20	4.0
Vegetación	30%	17	5.1
Fauna	20%	20.8	4.2
Paisaje y geoformas	30%	11.2	3.4
Socioeconomía y Cultura	-50%	5.1	-2.6
		Total	**19.5%**

* Los valores porcentuales negativos indican que, en vez de hacer una disminución de los valores de calidad, se hace una adición de valores, reflejando en los modelos de los escenarios los impactos positivos identificados que potencialmente se generarán.

Comparando el Diagnóstico Ambiental en el SA contra el pronóstico del E0, las modificaciones adversas esperadas serían Bajas de forma generalizada, bajando ligeramente en su categoría de calidad, es decir, que las áreas de categoría Alta podrían bajar a Media, mientras que las áreas de categoría Media podrían bajar a calidad Baja; aunque no sería la misma condición para toda la superficie del SA, en el DA-I se aprecian áreas con calidad Muy Alta, que disminuyen en extensión, pero se conservan con la misma calidad en el Escenario E0, así mismo, zonas con Calidad Muy Alta que disminuyen su categoría a Alta.

El resultado obtenido para este Escenario (E0) demuestra un decremento a futuro de la calidad ambiental de 19.5% a la calidad catalogada en la actualidad, presentada en el DA-I, siendo casi imperceptible a escala global. El resultado considerado se basa en el constante e inminente crecimiento de la población y el aumento de actividades productivas dando como resultado mayor demanda de recursos naturales, tales como; suelos, vegetación, agua, entre otros.

Dado al origen de ciertas actividades antrópicas como la minería, la cual se considera seguirá desarrollándose, permitiendo el desarrollo económico de la región, y por consiguiente el requerimiento y demanda de superficie forestal, que genera la disminución de la calidad ambiental.

Las modificaciones potenciales corresponden al crecimiento de actividades industriales y actividades agrícolas implicarán la reducción de la calidad visual, existiendo actividades estéticamente no deseada, la reducción del hábitat disponible para la fauna se vería mermada en menor escala por actividades antrópicas existentes. Por otro lado, como ya se ha mencionado, se contempla el mejoramiento del factor Población-Socioeconómica, considerando un resultado positivo al crecimiento de éste.

En conclusión, si bien el valor resultante es una estimación generalizada, y no representa en teoría un gran cambio sobre el estado que conserva actualmente en el SA, de acuerdo con los modelos desarrollados, esta disminución es poco perceptible durante los años de vida útil solicitados

para el Proyecto, sin representarse geográficamente en el Escenario E0. Lo anterior se observa en la Figura 7. 1 y el **Anexo 7.1**.

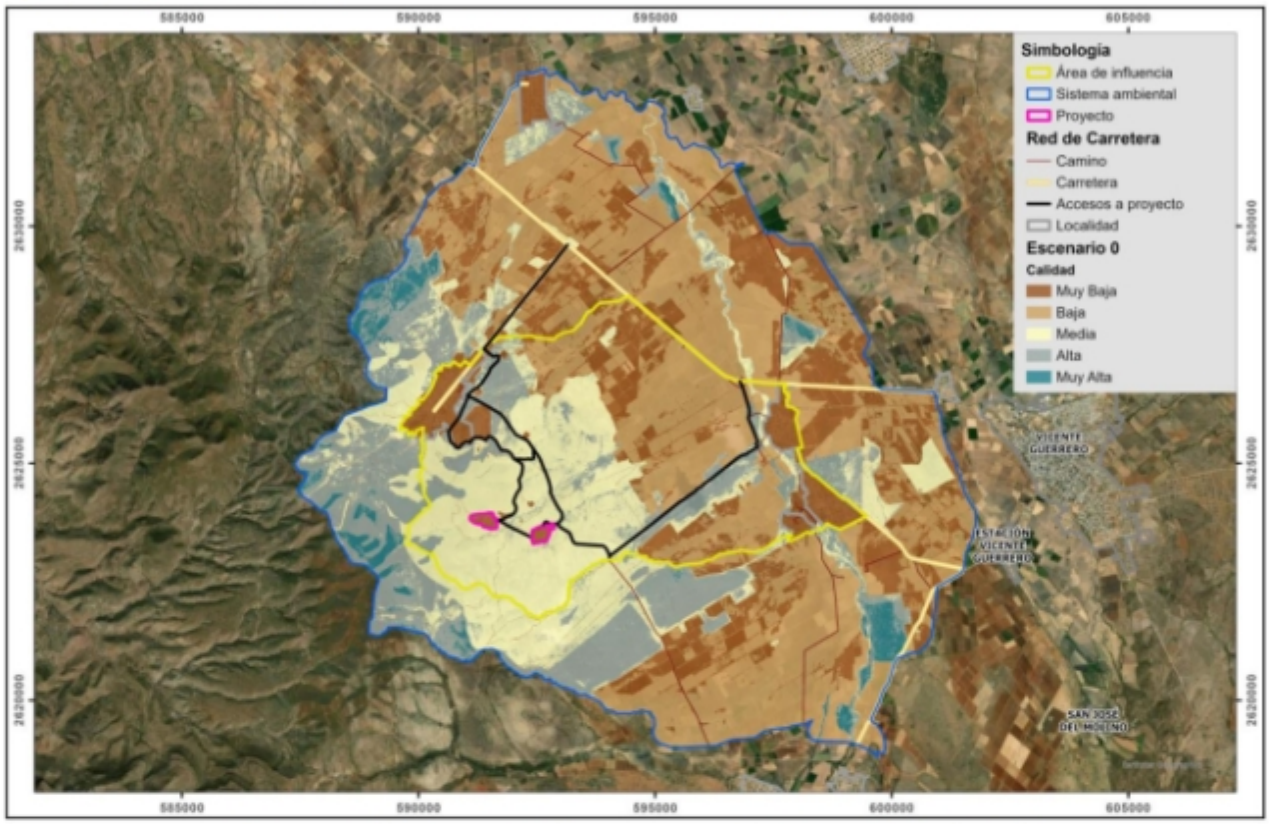

Figura 7. 1 Pronóstico del escenario sin Proyecto (E0) -AI

VII.1.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto, sin medidas de mitigación - E1

La base para la construcción del modelo que describe el escenario con Proyecto y sin medidas (E1) pronosticado, fue el escenario sin proyecto E0, considerando que los procesos de degradación y presión sobre los componentes ambientales señalados en la sección previa, se presentarán a nivel del SA independientemente del desarrollo del Proyecto; de manera que la reducción de la calidad en todo el SA ocurrirá de forma similar a lo que se presenta en la siguiente tabla, produciéndose cambios visibles sólo dentro del Proyecto y su Área de Influencia.

En otras palabras, el desarrollo del Proyecto sin la ejecución de medidas afectará de forma puntual la calidad del ecosistema, sin distribuirse más allá de la superficie de Área de Influencia, cabe destacar que a nivel del SA no tendría relevancia, conforme a las consideraciones tomadas para el modelo del E0.

La calidad ambiental en la superficie del Proyecto se reduciría un 69%, y en el Área de Influencia se reduciría en un 23%, sin efectos negativos más allá de esta superficie, es decir, el resto de la superficie del SA seguirá manteniendo la misma calidad catalogada en el escenario E0.

Tabla 7. 3 Disminución porcentual de los valores de calidad del escenario actual a consecuencia del desarrollo del proyecto (escenario E1)

Componente	Valor de disminución %		Peso Ponderado	Valor en la escala del DA-I (%)	
	Área de Proyecto	Área de Influencia		Área de Proyecto	Área de Influencia
Atmósfera	60%	20%	10.7	6.4	2.1
Suelo	100%	20%	11	11.0	2.2
Hidrología	40%	20%	20	8.0	4.0
Vegetación	100%	20%	17	17.0	3.4
Fauna	100%	40%	20.8	20.8	8.3
Paisaje y geoformas	80%	40%	11.2	9.0	4.5
Socioeconomía y Cultura	-60%	-30%	5.1	-3.1	-1.5
			Total	69	**23**

* Los valores porcentuales negativos indican que, en vez de hacer una disminución de los valores de calidad, se hace una adición de valores, reflejando en los modelos de los escenarios los impactos positivos identificados que generará el Proyecto.

En el Escenario de Impactos sin medidas o E1, se aprecia que la realización del Proyecto, en el supuesto de no considerar ninguna de las medidas propuestas, modificaría sensiblemente la calidad ambiental en el Área de Influencia, sobre todo de manera puntual, a nivel de la superficie de ocupación del Proyecto, en donde el polígono solicitado para el establecimiento del Proyecto, la calidad ambiental se reduciría a la categoría de Muy baja.

La afectación del Proyecto tendrá mayor relevancia en esta superficie, disminuyendo gradualmente en el Área de Influencia y se verán afectados los componentes; Fauna, Atmósfera y Paisaje, esto por el ahuyentamiento que pueda existir, el ruido generado por la operación del Proyecto, la pérdida de vegetación fuera de los límites establecidos y al Paisaje puesto que el proyecto podrá ser perceptible desde el Área de Influencia delimitada.

Se estima que el componente Población-Socioeconomía tendrá de cualquier manera, un mejoramiento en su calidad a nivel de la superficie del Proyecto tanto por la generación de empleos como por el uso del territorio para actividades más productivas que las que actualmente hay en el sitio.

Todos los componentes ambientales presentan diferente fragilidad ante cualquier actividad antrópica que se desarrolle en su mismo espacio, esto depende de las características de las actividades que se desarrollen y el impacto que genere a dichos componentes. A continuación, se describe un escenario a futuro (E1) con implementación del Proyecto y sin aplicación de medidas:

- La eliminación de la protección al recurso suelo ante los factores físicos que se presenten, tales como el agua, provocará la erosión, degradación y sedimentación de éste; como efecto secundario en los sitios contiguos, se contempla exista ligera erosión del suelo, sin distribuirse más allá de esta superficie.

- Las actividades antrópicas provocarán el ahuyentamiento de la fauna, teniendo mayor relevancia en la superficie del Proyecto, reduciéndose gradualmente en el Área de Influencia.

De igual forma se contempla la reducción del hábitat disponible para los animales, tanto de refugio, alimentación y reproducción.

- El paisaje se encuentra actualmente degradado por las actividades minero-industriales que se presentan en el sitio del Proyecto, reduciendo así la calidad ambiental para la calidad y continuidad paisajística, sin embargo, con el desarrollo del presente Proyecto y la alteración del paisaje de manera indiscriminada puede afectar de manera considerable la huella del Proyecto en las nuevas áreas a implementar y en el Área de Influencia.

En términos generales, la implementación del Proyecto y sin la aplicación de medidas conllevará a la afectación de los componentes ambientales que se encuentra puntualmente en dicha superficie, reduciendo su calidad ambiental a la categoría Baja y Muy Baja puntualmente en el Área del Proyecto. En la Figura 7. 2 se presenta el E1 de manera gráfica en un plano georreferenciado y puede ser consultada a mayor detalle en el **Anexo 7.2**.

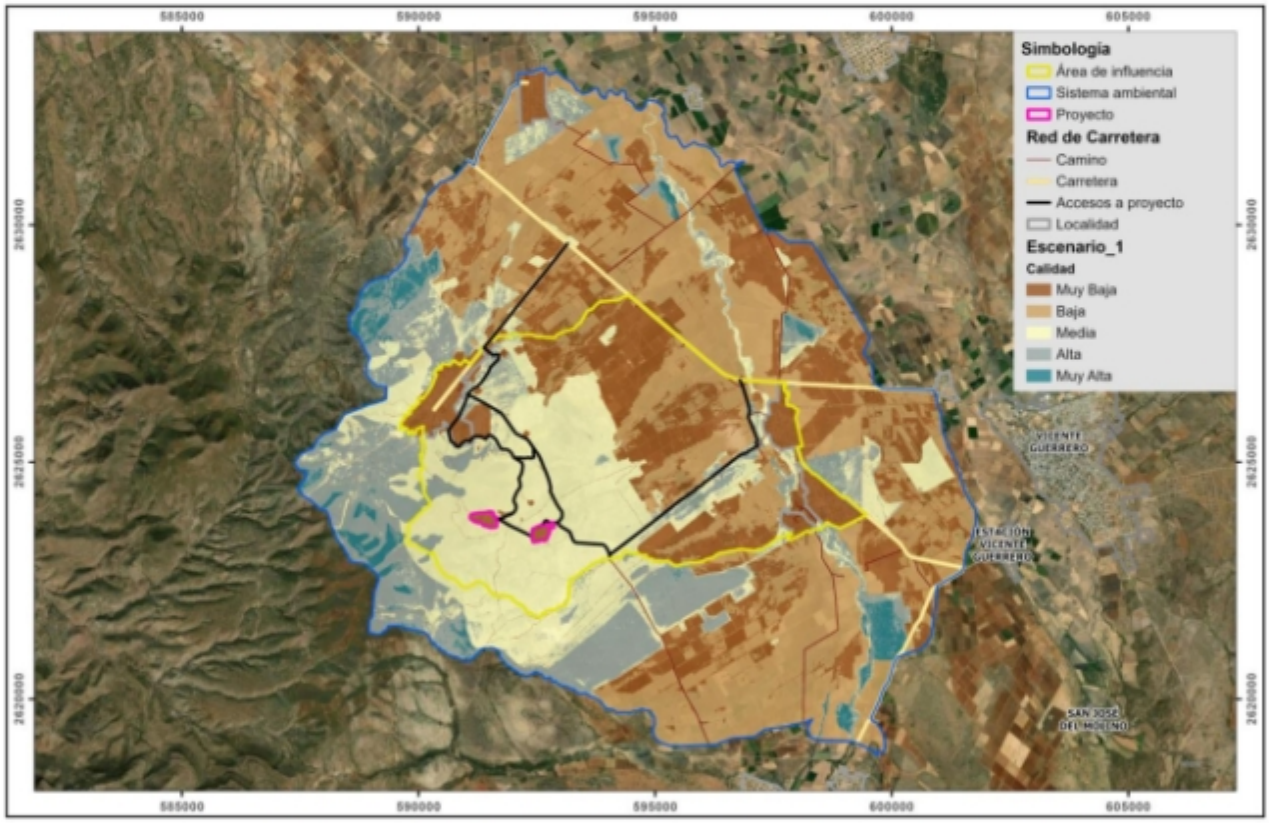

Figura 7. 2 Escenario de impactos (E1 –AI con Proyecto, sin medidas)

VII.1.3. Descripción y análisis del escenario con Proyecto y las medidas de mitigación - E2

El escenario E2 mantiene como base el escenario de impactos, pero considera una atenuación de los valores de disminución en función de los resultados que se espera que tengan las medidas propuestas, dentro de las medidas para la prevención y mitigación de los impactos. En la siguiente tabla se muestran los valores estimados de disminución de la calidad de cada componente.

Es importante señalar que durante el desarrollo del presente Proyecto y de sus actividades posteriores en el cierre y abandono de las instalaciones se contemplan distintas actividades y medidas compensatorias como la incorporación de áreas al plan definitivo de cierre restitución del sitio con condiciones similares a las presentes antes del inicio del Proyecto, obras que usarán la reforestación de áreas, la conservación de suelo y agua mediante barreras a curvas, trincheras y demás obras que puedan propiciar un mejoramiento ambiental en el sitio. Sumado a las demás medidas tanto de prevención, mitigación y compensación determinadas en el Capítulo VI del presente documento se estima una reducción considerable en la importancia de los impactos evaluados para cada uno de los componentes ambientales del Proyecto.

En la siguiente Tabla se presentan los valores de reducción en la calidad ambiental para cada uno de los componentes analizados con respecto a la realización del Proyecto y la debida aplicación de las medidas propuestas.

Tabla 7. 4 Disminución porcentual de los valores de calidad del escenario actual a consecuencia del desarrollo del Proyecto con la aplicación de medidas (escenario E2)

Componente	Valor de disminución %		Peso Ponderado	Valor en la escala del DA-I (%)	
	Área de Proyecto	Área de Influencia		Área de Proyecto	Área de Influencia
Atmósfera	35%	5%	10.7	3.7	0.5
Suelo	80%	0%	11	8.8	0.0
Hidrología	30%	10%	20	6.0	2.0
Vegetación	80%	-20%	17	13.6	-3.4
Fauna	60%	20%	20.8	12.5	4.2
Paisaje y geoformas	60%	10%	11.2	6.7	1.1
Socioeconomía y Cultura	-100%	-80%	5.1	-5.1	-4.1
			Total	**46**	**0**

* Los valores porcentuales negativos indican que, en vez de hacer una disminución de los valores de calidad, se hace una adición de valores, reflejando en los modelos de los escenarios los impactos positivos identificados que generará el Proyecto.

De acuerdo con la tabla anterior, en el E2 se está estimando que sobre la superficie del Proyecto con la aplicación de medidas habrá una disminución equivalente al 46% de su calidad ambiental global (incluye todos los componentes) respecto al Escenario de impactos E1; es decir, que en vez de disminuir un 69% la calidad actual con la realización del proyecto sin medidas, se estima una disminución aproximada al 46% de la calidad actual estimada a partir de la aplicación de las medidas propuestas. Esto es principalmente con la estimación de efectividad de las medidas propuestas a lo largo del desarrollo del Proyecto, ya que el análisis se hace directamente sobre la superficie del Proyecto que invariablemente será ocupada por las obras y actividades, por lo que se refleja en este modelo principalmente la residualidad de los impactos identificados.

Así mismo, en el Área de Influencia, se estima que no tenga afectaciones, ya que los impactos serán mitigados por la correcta aplicación de las medidas propuestas, siendo sólo perceptible el cambio natural en el tiempo sobre estas áreas.

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 Alta, conforme a las consideraciones y evaluaciones realizadas. El modelo del escenario de medidas o impactos residuales E2, mantendrá una condición muy aproximada al escenario sin Proyecto o E0 con la modificación de la calidad ambiental en el sitio en el total de la vida útil del Proyecto analizada; lo que se interpreta como un balance positivo para el Proyecto.

Considerando las medidas ejecutadas adecuadamente en consideración a la ejecución del Proyecto se pronostica en dicho escenario (E2) que las condiciones al medio ambiente permanezcan en las condiciones óptimas o lo mejor posible de acuerdo con las catalogadas en el escenario sin proyecto (E0). Sin duda alguna los cambios existentes serán perceptibles, pero no tendrán gran efecto que modifique el entorno inmediato del Proyecto o AI. Lo anterior puede observarse en la Figura 7. 3 y el **Anexo 7.3**.

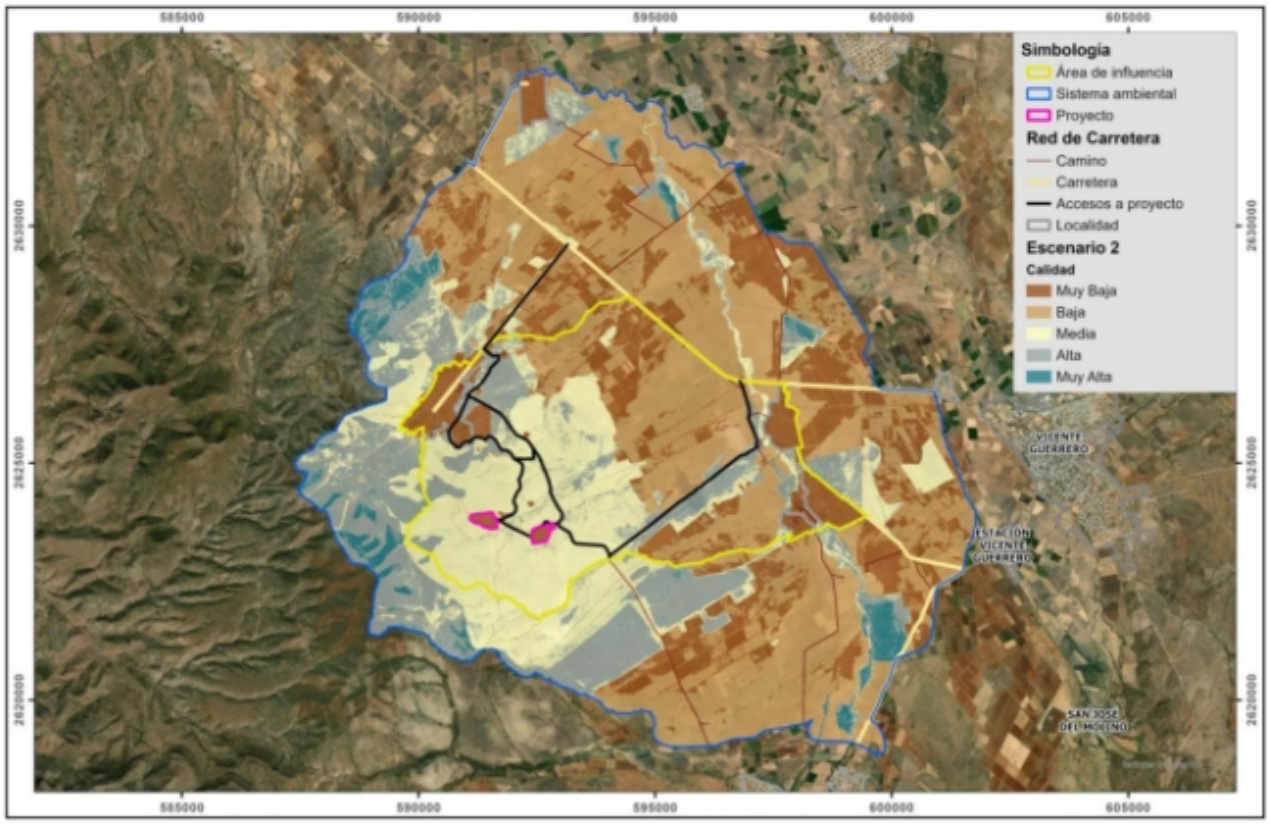

Figura 7. 3 Escenario de medidas (E2 –y AI con Proyecto y con medidas)

VII.1.4. Pronóstico ambiental

Con la finalidad de facilitar un análisis comparativo de los escenarios pronosticados, en la Figura 7. 4 se muestra un mosaico de los tres escenarios modelados, enmarcados en el SA del Proyecto y el Área de Influencia delimitada para el Proyecto.

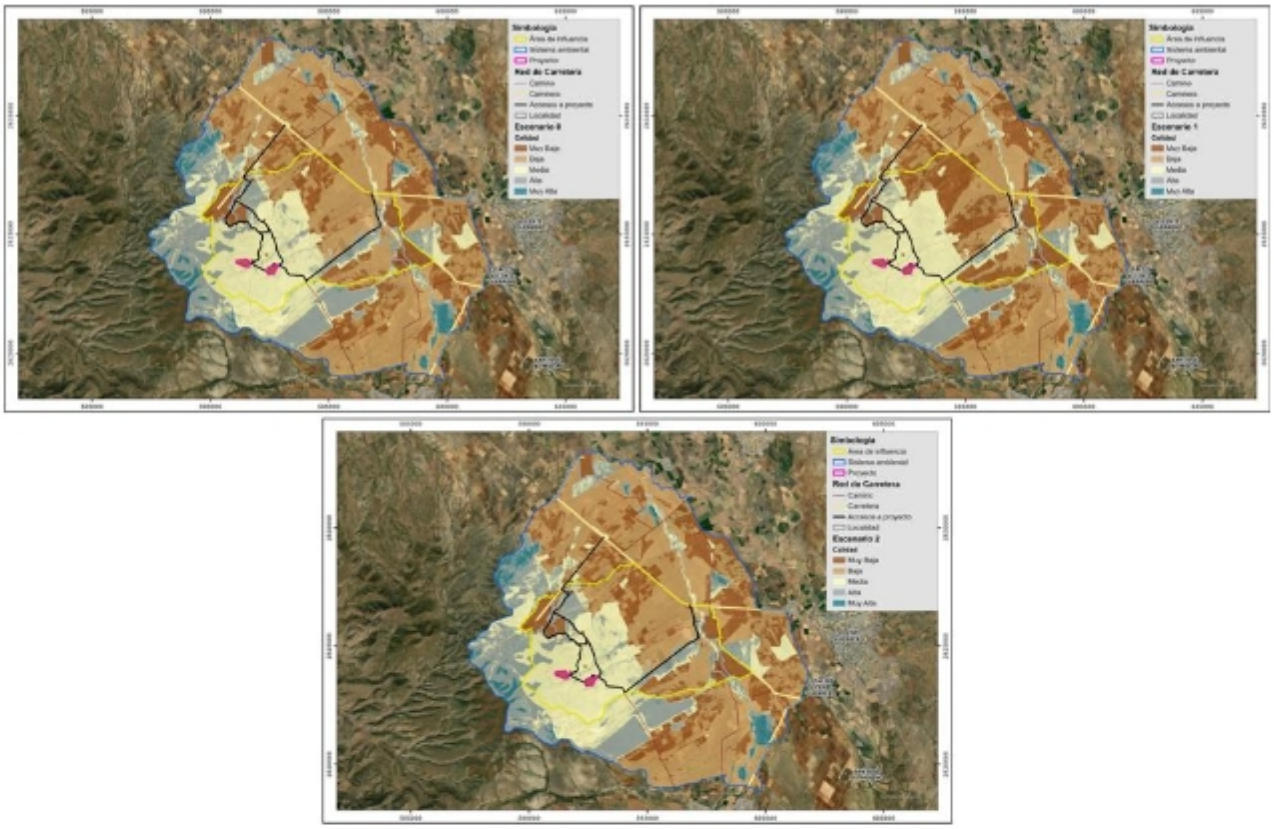

Figura 7. 4. Pronóstico de los escenarios

En consideración a la interpretación resultado del consenso del grupo de especialistas que trabajaron en el análisis del presente Proyecto, se presenta el pronóstico:

- De acuerdo con el Diagnóstico Ambiental Integrado la mayor parte del SA, AI y área del Proyecto posee de forma generalizada una calidad Muy alta, Alta, Media, Baja y Muy baja, con áreas marcadas con calidad Baja para las áreas actualmente operativas de la Unidad Minera La Parrilla; así como sitios donde se alcanzan los menores niveles de calidad ambiental del AI. Considerando la evaluación realizada para el Diagnóstico Ambiental Integrado, el modelo resultante evidencia claramente el deterioro de la calidad ambiental puntualmente en zonas donde se realizan actividades antrópicas, que a lo largo de los años han transformado las condiciones naturales del ecosistema.

- La calidad ambiental pronosticada en el escenario sin Proyecto (E0), demuestra decremento a futuro de la calidad ambiental de 19.5% a la calidad catalogada en la actualidad, presentada en el DA-I. El resultado considerado se debe al constante e inminente crecimiento de la población dando como resultado mayor demanda de recursos naturales, tales como; suelos, vegetación, agua, entre otros. Entre las principales actividades que se desarrollan se encuentra la agricultura, la cual se distribuye en todas la zonas de fácil accesibilidad humana; con tendencia al desarrollo, crecimiento y necesidad de mayor superficie para el desarrollo de dichas actividades lo que genera la degradación física por compactación del recurso suelo y al mismo tiempo la degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del

contenido de materia orgánica, como se presenta en la actualidad en algunas zonas de agricultura de acuerdo a información de INEGI.

- La calidad ambiental pronosticada en el escenario con Proyecto y sin medidas (E1), considera que la afectación del Proyecto tendrá mayor relevancia en esta superficie, La afectación del Proyecto tendrá mayor relevancia en esta superficie, disminuyendo gradualmente en el Área de Influencia y se verán afectados los componentes; Fauna, Atmósfera y Paisaje, esto por el ahuyentamiento que pueda existir, el ruido generado por la operación del Proyecto, la pérdida fuera de los límites establecidos y al Paisaje puesto que el proyecto podrá ser perceptible desde el Área de Influencia delimitada. Entre los componentes catalogados de mayor importancia y al mismo tiempo valorado con mayor afectación se encuentra: la vegetación; la implementación del Proyecto contempla la eliminación de la cobertura vegetal en áreas que lo requieran, lo cual generará disminución de los servicios que presta este componente, tales como, captura de carbono, generación de oxígeno y protección al recurso suelo.

- La calidad ambiental pronosticada en el escenario con Proyecto e implementación de medidas de mitigación (E2) contempla una mejoría en dicha superficie, equivalente al 36% de su calidad ambiental global (incluye todos los componentes) respecto al Escenario de impactos E1; es decir, que en vez de disminuir un 69% la calidad actual con la realización del proyecto sin medidas, se estima una disminución aproximada al 46% de la calidad actual estimada a partir de la aplicación de las medidas propuestas. El análisis se hace directamente sobre la superficie del Proyecto que invariablemente será ocupada por las obras y actividades, por lo que se refleja en este modelo principalmente la residualidad de los impactos identificados. En este Escenario E2 se puede observar de manera general condiciones similares al Escenario E0, en el que el desarrollo del Proyecto puede considerarse como viable y que no tendría impactos que causen desequilibrios ecológicos.

- En el escenario futuro, en caso de ejecutarse el Proyecto tal como está contemplado, incluyendo las medidas de prevención, control, mitigación y compensación, el Proyecto se presentará como un desarrollo productivo 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, estabilización y derrama económica a través de la creación de empleos y las necesidades de servicios.

VII.1.5. Evaluación de alternativas

Con el análisis realizado para los distintos escenarios y pronósticos con el desarrollo del Proyecto se busca encontrar las mejores alternativas para que la calidad ambiental en el sitio no se vea altamente perturbada con las actividades del Proyecto, contemplando como la mejor alternativa para la correcta operación del Proyecto.

Para un correcto funcionamiento de las actividades y medidas propuestas para el Proyecto se dispone de un Programa de Manejo Ambiental (descrito y propuesto en el Capítulo VI de la presente MIA-P), en el cual se describen a detalle todas y cada una de las medidas de prevención, mitigación, compensación y sus respectivas actividades, así como distintas metodologías que

promuevan una alternativa adecuada para que el presente Proyecto pueda desarrollarse de manera adecuada con el menor impacto a los componentes ambientales existentes. Además, se utilizarán distintas áreas que serán destinadas específicamente para el mejoramiento ambiental y la aplicación de las medidas propuestas.

En consideración de lo anterior, el Proyecto busca implementar distintas actividades y metodologías para obtener mejores resultados en su operación con el menor impacto ambiental, por lo que las actividades descritas para cada una de las etapas de este, las superficies solicitadas y sus distintas actividades de prevención, mitigación y/o compensación representar las mejores opciones de desarrollo para las actividades de naturaleza minera como el presente Proyecto.

VII.1.6. Conclusiones

Con el desarrollo y evaluación de los pronósticos ambientales para el Proyecto, se estima que las obras y actividades contempladas a lo largo de la vida útil del mismo presenten interacciones adversas y benéficas, pues con la debida aplicación de metodologías, medidas y acciones, el desarrollo del Proyecto no conlleva la modificación de manera considerable las cualidades ambientales del SA y su Área de Influencia. Se estima que el Proyecto no genere desequilibrios ecológicos ni interferirá con los procesos ambientales en el SA y su Área de Influencia de manera considerable, conforme al análisis realizado.

Para que estas descripciones y estimaciones sean congruentes durante el desarrollo del Proyecto, se deberá cumplir cabalmente con todas y cada una de las medidas propuestas en el Capítulo VI conforme al Programa de Manejo Ambiental, además de los distintos lineamientos y condicionantes establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para que el Escenario 2 pueda ser generado de manera correcta durante la vida útil del Proyecto.

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 Tajo Quebradillas, se desarrollaron diferentes acciones para evaluar la información ambiental del área donde se pretende realiza el Proyecto:

a) Evaluación preliminar del Proyecto
b) Trabajo de campo
c) Procesamiento de la información generada
d) Recopilación bibliográfica de información
e) Elaboración de un sistema de información geográfica
f) Generación de elementos de salida

A continuación, se menciona una breve descripción de las diferentes acciones involucradas en la ejecución de la evaluación ambiental:

a) Evaluación preliminar del Proyecto

Una vez que Natural Environment S.C. recibe la solicitud de la promovente para la elaboración de los estudios que integran la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), se conforma el equipo de trabajo y se reúne para analizar de forma preliminar los alcances del Proyecto (scooping), revisando la información general de las obras y actividades pretendidas (información proporcionada por el promovente), así como las condiciones generales del entorno, lo cual incluye la revisión de la base de datos de información geográfica que dispone Natural Environment S.C., un análisis espacial en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la SEMARNAT, y revisión de otras fuentes de información. Así mismo, se hace un bosquejo del polígono que representará al Sistema Ambiental y de las áreas de referencia involucradas en el Proyecto, con las cuales se planean los trabajos de campo y se determinan los sitios de muestreos.

b) Trabajo de campo

Como parte de los trabajos de investigación y evaluación de las características ambientales naturales del sitio, se hicieron recorridos por las áreas involucradas en el Proyecto, durante los cuales se levantó la información de los medios biótico, físico y socioeconómico que se presentan en el Sistema Ambiental del Proyecto, empleando para ello métodos y técnicas particulares para cada Componente (transectos, recorridos aleatorios, capturas, fototrampas, tomas fotográficas, identificación de huellas, entrevistas, etc.)

c) Procesamiento de la información generada

El trabajo de gabinete se inicia con el procesamiento de la información generada en campo para obtener resultados de los muestreos, además de organizar la información facilitada durante la visita por los responsables del Proyecto, para su análisis, descripción e integración al Sistema de Información Geográfica.

d) Recopilación bibliográfica de información

Se colectó información bibliográfica de estudios disponibles realizados en la región, referente al medio biótico, abiótico e infraestructura, así como información a nivel regional de diversas fuentes públicas, principalmente del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), del Servicio Geológico Mexicano (SGM), etc. incluyendo a temas como edafología, geología, uso del suelo, vegetación, topografía, climatología e hidrología superficial y subterránea.

e) Elaboración de un Sistema de Información Geográfica

Con la finalidad de asegurar el apropiado análisis de la situación ambiental del sitio donde se pretende el desarrollo del Proyecto, se elaboró un Sistema de Información Geográfica (SIG) el cual consistió en los siguientes puntos:

- Estructuración funcional del sistema

En este paso se diseñó la estructura del sistema con base en las necesidades específicas del Proyecto, con esto se definieron escalas mínimas y máximas, proyecciones geográficas aplicables, zonas geográficas limitada y atributos: así como, características de la topología del sistema, creando las bases para la estandarización de la información.

- Integración y estandarización de la información recopilada

Se vertió al sistema la información de las fuentes públicas oficiales citadas en el inciso anterior junto con la información generada para el proyecto y con información adicional de otras fuentes privadas; integrándola toda en un formato digital estándar, con el fin de homogeneizar y manejar dicha información para abordar diversos planteamientos.

A continuación, en la tabla siguiente, se enlistan los principales datos que se integraron al Sistema en esta fase:

Tabla 8. 1 Datos integrados al Sistema de Información Geográfica

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
Polígonos de obras y componentes (plan maestro)	Vector	Proyecto	Información proporcionada por el promovente	Cap I - II - III - IV - VII
Polígonos de lotes y predios	Vector	Proyecto	Información proporcionada por el promovente	Cap I - II - III - IV - VII
Plano de instalaciones de abastecimiento y vías de acceso	Vector	Proyecto	Información proporcionada por el promovente	Cap I - II - III - IV - VII
ESRI base Imagen servidor ARCVIEW	Archivo ráster	Proyecto y SA	Referencia ESRI, imagen servidor	Cap I - II - III - IV - VII
Imagen de dron	Archivo ráster	Local	Dron Natural Environment	Cap I - II - III - IV - VII
SENTINEL	Archivo ráster	Proyecto y SA	Satélite Copernicus imagen 2019	Cap I - II - III - IV - VII
Imagen Satelital Base ESRI	Archivo ráster	Mundial y Local	Información gratuita ESRI MAPS, imágenes locales y regionales	Cap I - II - III - IV - VII
Topografía Base ESRI	Archivo ráster	Mundial y Local	Información gratuita ESRI MAPS, imágenes locales y regionales	Cap I - II - III - IV - VII
Vías de Acceso y Carreteras Base ESRI	Archivo ráster	Mundial y Local	Información gratuita ESRI MAPS, imágenes locales y regionales	Cap I - II - III - IV - VII
Modelo digital de elevación regionales	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.	Local	Generados mediante Spatial Analysis por proceso de Tin interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla)	Cap III - IV
Modelo de relieve regionales	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.	Local	Generados mediante Spatial Analysis a partir del modelo digital de elevación con una equidistancia de 10 m	Cap III - IV
Modelo de pendientes regionales	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.	Local	Generados mediante Spatial Analysis a partir del modelo digital de elevación con una equidistancia de 10 m	Cap III - IV
Modelo hidrológico regionales	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.	Local	Generados mediante Arc-Hidro Analysis, generando rumbo de corrientes y el flujo acumulado de precipitación, para posteriormente determinar el modelo de corrientes y el modelo de nano cuencas y cuencas hidrológicas	Cap III - IV
Modelo digital de elevación locales	Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente	Proyecto	Generados mediante Spatial Analysis por proceso de Tin interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla)	Cap IV

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
Modelo de relieve locales	Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente	Proyecto	Generados mediante Spatial Analysis a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable	Cap IV
Modelo de pendientes locales	Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente	Proyecto	Generados mediante Spatial Analysis a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable	Cap IV
Modelo hidrológico local	Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente	Proyecto	Generados mediante Arc-Hidro a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable	Cap IV
Modelo de clasificación espectral de la vegetación	Vector	Local	Generado a partir de fotografía detalla del proyecto (Pixel)	Cap IV
Carta Hidrología Superficial INEGI	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta INEGI	Cap. IV
Carta Hidrología Subterránea INEGI	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta INEGI	Cap. IV
Carta Geológica INEGI	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta INEGI	Cap. IV
Carta Edafológica INEGI	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta INEGI	Cap. IV
Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie 5 INEGI	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta INEGI	Cap. IV
Carta de Uso Potencial INEGI	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta INEGI	Cap. IV
Carta de Efectos Climáticos INEGI (mayo - octubre)	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta INEGI	Cap. IV
Carta de Efectos Climáticos INEGI (noviembre - abril)	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta INEGI	Cap. IV
Carta de Geológica Minera SGM	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta Servicio Geológica Mexicano	Cap. IV

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
Carta Propiedad Mineras SGM	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta Servicio Geológica Mexicano	Cap. IV
Carta Magnética SGM	Archivo ráster y Carta dura 1:250,000	F1303	Datos referidos a la carta Servicio Geológica Mexicano	Cap. IV
Áreas de Conservación de Aves AICAS	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Cabeceras Municipales	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Modelo de Climas Nacional	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Curvas de Nivel 100 metros	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
División Política Estatal	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap I - II - III - IV - VII
Divisiones Florísticas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Edafología	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Escurrimiento Media Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Escurrimiento Total Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Estaciones Climatológicas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Estaciones Hidrométricas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Evapotranspiración Real	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto	Cap. IV

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
			corregidas Red Geodésica Nacional	
Fisionómica Estructural	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Hidrogeología	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Hidrografía	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Hipsometría	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Insolación Media Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Insolación Total Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Inventario Nacional Forestal Puntos de Verificación	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Lenguas Indígenas a Nivel Municipal	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Marginación a Nivel Municipal	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Precipitación Media Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Precipitación Total Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Provincias Bio-Geográficas de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Permeabilidad de Rocas y Suelos	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto	Cap. IV

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
			corregidas Red Geodésica Nacional	
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 Cap. de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Rasgos de Humedad Según Climas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Redes Carreteras	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap I - II - III - IV - VII
Regímenes de humedad en el suelo	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Región Terrestre Prioritaria RTP	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III
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
Usos de Suelo y Vegetación Serie 7	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto	Cap. IV

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
			corregidas Red Geodésica Nacional	
Vegetación Según Cap.	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto	Cap. IV
Cuencas CONAGUA	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Cuencas Instituto de Geografía	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Sub-Cuencas CONAGUA	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Plano de Políticas de Conservación CONAFOR	Vectorial temática nacional	Nacional	Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Plano de Políticas de Producción CONAFOR	Vectorial temática nacional	Nacional	Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Plano de Políticas de Restauración CONAFOR	Vectorial temática nacional	Nacional	Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Plano de Políticas No Aplicables CONAFOR	Vectorial temática nacional	Nacional	Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Áreas Naturales Protegidas Federales CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Áreas Naturales Protegidas Estatales CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Áreas Naturales Protegidas Municipales CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Sitios RAMSAR - CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Grado de Peligro por Sequia	Vectorial temática nacional	Nacional	CENAPRED Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Grado de Riesgo por Ciclones Tropicales	Vectorial temática nacional	Nacional	CENAPRED Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Grado de Riesgo por Nevadas	Vectorial temática nacional	Nacional	CENAPRED Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
Regionalización Sísmica CFE	Vectorial temática nacional	Nacional	CENAPRED - CFE Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Zonificación Eólica CFE	Vectorial temática nacional	Nacional	CENAPRED - CFE Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
División Ejidal ASERCA RAN	Vectorial temática nacional	Nacional	SAGARPA – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Entidades Urbanas, Rurales y Divisiones Municipales Actualizadas 2013	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI 2013 – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Maco Geodésico Nacional	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI 2013 – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Uso de Suelo y Vegetación Serie 6 INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI 2013 – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Modelo de Climas – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Modelo de Climas – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Modelo de Climas – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Modelo Edafológico – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Fisiografía – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Geología Fallas – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Geología Fracturas – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Sitios de Muestro de hidrogeología – Nacional Temática	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Geo-Hidrología– Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV
Hidrología Superficial Cuencas y Subcuencas – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. IV

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
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 Landas	Imagen Ráster	Regional	Imagen link Landsat.com	Cap. III y IV
Modelo de Paisaje Goleando	Imagen Ráster	Local	Generado a partir de Modelo Jaeneses	Cap. IV
Muestreos de Vegetación	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo	Cap. IV
Muestreos de Suelo	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo	Cap. IV
Muestreos de Fauna	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo	Cap. IV
Puntos de Control para Modelo de Paisaje	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo	Cap. IV
Toponimia INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B23	Cap I - II - III - IV - VII
Poblados INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B23	Cap I - II - III - IV - VII
Referencia topográfica puntual INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B23	Cap I - II - III - IV - VII
Instalaciones de Comunicación INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B23	Cap I - II - III - IV - VII
Cementerios INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B23	Cap I - II - III - IV - VII
Cuerpos de agua cercanos al área de estudio INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B23	Cap I - II - III - IV - VII
Modelo de escorrentías INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B23	Cap I - II - III - IV - VII
Conducción de agua INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B23	Cap I - II - III - IV - VII
Topografía INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B23	Cap I - II - III - IV - VII
Edificaciones Diversas puntuales INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B23	Cap I - II - III - IV - VII
Hidrográficos Puntuales INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B23	Cap I - II - III - IV - VII

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
Límites linderos INEGI Oficiales	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B23	Cap I - II - III - IV - VII
Referencia Topográfica de área INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B23	Cap I - II - III - IV - VII
Áreas urbanas INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B23	Cap I - II - III - IV - VII
Líneas de Conducción y Transmisión	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI Clave F13B23	Cap I - II - III - IV - VII
Acuíferos	Vector Temática Nacional	Nacional	CONAGUA - REPDA – Corregidas Red Geodésica Nacional	Cap. III y IV
Vías de Comunicación INEGI 250,000	Vector Temática Local	Regional	Carta 250,000 INEGI Clave F1303	Cap. III
Áreas de Importancia Topográfica INEGI 250,000	Vector Temática Local	Regional	Carta 250,000 INEGI Clave F1303	Cap. III
Vías de conducción hidrológica INEGI 250,000	Vector Temática Local	Regional	Carta 250,000 INEGI Clave F1303	Cap. III
Sitio de anidación, refugio y alimentación	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo	Cap. III
Recomendaciones forestales	Vector Temático	Local	Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C.	Cap. IV
Clases texturales	Vector Temático	Local	Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C.	Cap. IV
Profundidad Efectiva del Suelo	Vector Temático	Local	Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C.	Cap. IV
Limitantes Físicas	Vector Temático	Local	Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C.	Cap. IV
Unidades Edafológicas FAO 70, WRB 2000 y WRB 2006	Vector Temático	Local	Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C.	Cap. IV
Modelo de Climas Máximo	Ráster - Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriding	Cap IV
Modelo de Climas Mínimos	Raster - Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriding	Cap IV
Modelo de Climas Promedio	Raster - Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriding	Cap IV
Modelo de Precipitación	Raster - Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriding	Cap IV

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones	Capítulos Vinculatorios
Modelo de Heladas	Raster - Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriding	Cap IV
Zonas de Recarga Natural	Raster - Temático	Local	Generados mediante Arc-Hidro a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable	Cap IV

- Creación de nuevas capas de información temática

Utilizando la información topográfica, se generó nueva información temática, como los siguientes modelos: Modelo Digital de Elevación, Modelo de Relieve, Modelo de Geoformas, Modelo de Topoformas, entre otros.

- Presentación general del sistema en plataforma de ArcMap

Una vez armado el sistema, éste se presentó en formato de Proyecto con plataforma ArcMap. Dicha información se estructuró por capas ligadas a un macro.

g) Generación de elementos de salida del sistema

Se generó una plataforma de salida (layout), para lo cual fue necesario realizar una solapa en donde se muestra la información referente al plano, se determinó el sistema de coordenadas, el datum, así como la retícula.

Se nombró un norte geográfico y se procedió a la generación de planos temáticos de salida; para cada uno de ellos de creo su simbología especifica.

VIII.2. Cartografía

Tal como se explicó anteriormente, el SIG, permitió la generación de cartografía de baja escala que fue empleada para elaborar diferentes planos que se encuentran anexos en el presente estudio.

El sistema se diseñó para presentar información de salida del SIG en forma de planos, para lo cual se crearon layouts para impresión en plotter y/o impresora de escritorio. El sistema permitió también presentar la información en forma de tablas, gráficas, imágenes digitales, en formatos como jpg, bmp, gif, etc.; así como exportar e importar información en programas como AutoCAD y AutoCAD MAP.

Más adelante se presenta la lista de Anexos (planos y documentos) de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P) del Proyecto Tajo Quebradillas.

VIII.3. Fotografías

A lo largo del presente documento se han presentado distintos elementos fotográficos para evidenciar los distintos componentes ambientales o estados actuales del sitio propuesto para el desarrollo del Proyecto, así como distintos anexos que conjuntan dichas evidencias.

VIII.4. Videos

No fue necesaria la inclusión de videos en el presente documento

VIII.5. Otros anexos

A continuación, se presenta la lista de anexos por capítulo que incluye esta MIA.

VIII.5.1. Listado de anexos

Capítulo I

Anexo 1.1. Copia simple del Acta Constitutiva y Poder del Representante legal de Parrilla Plata Mining, S.A. de C.V.
Anexo 1.2. Copia simple del Registro Federal de Contribuyentes de Parrilla Plata Mining, S.A. de C.V.
Anexo 1.3. Copia simple de la Identificación Oficial del Representante Legal
Anexo 1.4. Copia simple de la Cédula Profesional del responsable técnico del estudio

Capítulo II

Anexo 2.1. Localización del predio respecto al estado de Durango, INEGI
Anexo 2.2. Localización particular del Proyecto y sus rutas de acceso
Anexo 2.3. Plan Maestro del Proyecto Tajo Quebradillas

Capítulo IV

Anexo 4.1. Área de Influencia del Proyecto Tajo Quebradillas
Anexo 4.2. Sistema Ambiental del Proyecto Tajo Quebradillas
Anexo 4.3. Modelo de erosión hídrica en sistema ambiental
Anexo 4.4. Modelo de erosión eólica en sistema ambiental
Anexo 4.5. Modelo de infiltración en sistema ambiental
Anexo 4.6. Reporte fotográfico general de actividades del medio abiótico
Anexo 4.7. Edafología serie II, INEGI
Anexo 4.8. Descripción de los perfiles edafológicos
Anexo 4.9. Informe de resultados de laboratorio (agua)
Anexo 4.10. Informe de resultados de laboratorio (sedimentos)
Anexo 4.11. Reporte fotográfico de vegetación
Anexo 4.12. Tipos de vegetación en el Sistema ambiental
Anexo 4.13. Tipos de vegetación en el Sistema ambiental mediante el trabajo en campo

Anexo 4.14. Sitios de muestreo de vegetación en el Sistema ambiental
Anexo 4.15. Tipos de vegetación en el Área de Influencia
Anexo 4.16. Tipos de vegetación en el Área de Influencia mediante el trabajo en campo
Anexo 4.17. Sitios de muestreo en el Área de Influencia
Anexo 4.18. Tipos de vegetación en el Área del Proyecto
Anexo 4.19. Tipos de Vegetación en el Área del Proyecto mediante el trabajo en campo
Anexo 4.20. Sitios de muestreo de fauna
Anexo 4.21. Ubicación de cámaras trampa
Anexo 4.22. Reporte fotográfico de fauna
Anexo 4.23. Valor de Importancia de la especie VIES (Digital)
Anexo 4.24. Valoración de calidad visual del paisaje
Anexo 4.25. Valoración de fragilidad visual del 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 construcción
Anexo 5.2. Matriz de importancia de impactos, etapa operación
Anexo 5.3. Matriz de valoración de impactos con factores ponderados

Capítulo VI

Anexo 6.1. Programa de Vigilancia Ambiental

Capítulo VII

Anexo 7.1. Escenario E0
Anexo 7.2. Escenario E1
Anexo 7.3. Escenario E2

Anexo Digital

Coordenadas y Superficies del Proyecto (Proyecto, AI, SA) formatos *shp, kmz* y Excel

VIII.5.2. Bibliografía

AOU (2012). The American Ornithologists Union, en: http://www.aou.org/

APG. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society 161: 105–121.

Bhushan, N., y Rai, K. (2004). Strategic decision making. Applying the analytic hierarchy process. United States of America. Springer-Verlag. 2004, pp. 15-17.

Calderón de Rzedowski, G. (1985). Familias. Flora fanerogámica del valle de México, 2, 77-85.

CAMIMEX. (2020). Informe Anual. Cámara Minera de México. Ciudad de México.

Challenger, A. (1998). Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado Presente y Futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.847 p.

Chapa, Bezanilla, D., Sosa, Ramírez, J., & Alba, Ávila, A. (2008). Estudio multitemporal de fragmentación de los bosques en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. Madera y Bosques , 37-51.

CNAH (2012). The Center for North American Herpetology, en: http://www.cnah.org/

CONABIO (2011). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, SEMARNAT, en: http://www.conabio.gob.mx

CONAFOR (2004). Protección, restauración y conservación de Suelos forestales. CONAFOR, México.

Cronquist, A. (1981). An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. Nueva York.1262 p.

Caballero, Deloya, M. (1977). Técnicas de muestreo usadas en México en Inventarios forestales, Desarrollo histórico. Ciencia Forestal, 3-30.

Castillo-Sánchez, C., 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.

Lot, A., & Chiang, F. (1986). Manual de herbario. México: UNAM.

Molina, F. E. (2010). Diversidad Biológica de Sonora. México, D.F: Mora- Caantúa.

Moreno Ortega, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Pachuca, Hidalgo: UAEH.
Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia: El País.

Orozco, L., & Brumér, C. (2002). Inventarios forestales para bosques de latifoliados en américa central.

Turrialba, Costa Rica: CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Refaeilzadeh-P, T. L. (2009). Cross-validation. Boston: Springer.

Sánchez, Mejía, Z. M., Serrano-Grijalva, L., Peñuelas-Rubio, O., & Pérez, E. R. (2007). Composición florística y estructura de la comunidad vegetal del límite del desierto de Sonora y la selva baja caducifolia (Noroeste de México). Revista Latinoamericana de Recursos Naturales, 74-83.

SEMARNAT. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental– Especies nativas de México de flora y fauna silvestres– Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio– Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación 30 diciembre.

Shoji-Sánchez, D. (2005). Adecuación del Índice de Integridad Ecológica para la evaluación del Matorral Desértico Micrófilo en dos localidades del Valle de Cuatro ciénegas. Monterrey, N.L: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

Sivinski, R. C. (1998). The genus Cryptantha (Boraginaceae) in New Mexico. Botanist, 8.

Villareal, H., Álvarez, M., Cordoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . . . Umaña, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Bogotá, Colombia.: Instituto de Investigación de Recursos Biologicos Alexnader von Humboldt.

Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 559-902.

Yang, K.-C., & Pulkki, R. E. (2002). Sample Size Determination and Probability Level Estimation. Taiwan J For Sci, 135-41.

Espinosa, Organista, D., & Ocegueda, Cruz, S. (2008). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. Capital natural de México, I, 33-65.

Eugene, A.T. y H.E. Burkhat. (1983). Forest Measurements. McGraw-Hill. N.Y., USA. 331 p. Font-Quer P. 1953. Diccionario de botánica. Editorial Labor. Barcelona.

García, E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) (2. ed. corr. y aumentada ed.). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía.

González-Elizondo, M. S. (1997). Upper Mezquital River region, Sierra Madre Occidental, México, In: Davis, S. D., V. H. Heywood, O. Herrera-McBryde, J. Villa-Lobos y A. C. Hamilton (eds.). Centres for plant diversity: a guide and strategy for their conservation. Vol. III: The Americas. The Worldwide Fund for Nature & International Union for the Conservation of Nature - The World Conservation Union. Cambridge, UK. pp. 157-160.

González-Elizondo M.S., González- Elizondo M., Tena-Flores J.A., Ruacho-González L. y López-Enríquez I.L. (2012). Vegetación de la Sierra Madre Occidental: una síntesis. Acta Botánica Mexicana 100: 351-403

González Márquez, J. J., & Montelongo Buenavista, I. (Septiembre-Diciembre de 1996). El ordenamiento ecológico del territorio como instrumento de política ambiental. Recuperado en Marzo de 2014, del sitio web de Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco: http://www.azc.uam.mx/publicaciones/alegatos/pdfs/31/34-05.pdf

González, Villarreal, L. M. (1986). Contribución al conocimiento del género Quercus (Fagaceae) en el estado de Jalisco. . Guadalajara, Jal.: Instituto de Botánica. Universidad de Guadalajara.

H. Lamprecht.(1990). Silvicultura en los trópicos. Ed. GTZ

INE (2010). Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, en: http://www.ine.gob.mx/

INEGI (2000). Los análisis físicos y químicos en la cartografía edafológica de INEGI, guía normativo-metodológica. Versión digital tomada de http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/normatividad/edafologia/normedaf.pdf?c=3 Noviembre 2006.

INEGI (2006a). Guía para la interpretación de cartografía, Edafología. Editorial INEGI. Primera reimpresión. México.

INEGI. (2012). Guía para la interpretación de cartografía : uso del suelo y vegetación : escala 1:250, 000 : serie V. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

López, C., Chanfón, S. & Segura, G. (2005) La Riqueza de los Bosques Mexicanos: Más Allá de la Madera. Experiencias en Comunidades Rurales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 199 p.

Lot, A. y Chiang F. (Compiladores). (1986). Manual de Herbario. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C., México, D. F.

Magaña, P. (2002). La flora de México ¿Se podrá conocer completamente? Ciencias, 24-26.

Martin, P. S., D. Yetman, M. Fishbein, P. Jenkins, T. R. Van Devender y R. K. Wilson. (1998). Gentry´s Río Mayo plants: The tropical deciduous forest and environs of Northwest Mexico. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona, USA. 558 pp.

Martínez–Gordillo, M., Jiménez, J., Ramírez, R. C., Durán, E. J., Arriaga, R. G., Cervantes, A., & Mejía, R. Hernández. 2002. Los géneros de la familia Euphorbiaceae en México. In Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot (Vol. 73, pp. 155-281).
McVaugh, R. (1974). Flora novo-galiciana (Vol. 12). University Herbarium, University of Michigan.

Miranda F. y Hernández-Xolocotzi E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 28: 29-179

Moreno N.P. (1984). Glosario Botánico Ilustrado. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (CECSA), Xalapa.

Morrone J. J. (2005). Hacia una síntesis biogeográfica de México. Revista Mexicana de biodiversidad 76: 207 – 252.

Pérez-García, E. A., Meave, J. A., & Cevallos-Ferriz, S. R. (2012). Flora y vegetación de los trópicos estacionalmente secos en México: origen e implicaciones biogeográficas. Acta botánica mexicana, (100), 149-193.

Porta Casanella, Jaume. López-Acevedo, M (2005). Agenda de Campo de Suelos, Información de Suelos para la Agricultura y el Medio Ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Porta, J. López-Acevedo, M. Roquero, C (1999). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Segunda edición. Bilbao

Rzedowski, J. (1994). Vegetción de México (Sexta reimpresión ed.). D.F. México: Limusa.

Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México. 1a. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504pp.

SEDESOL (2010), Secretaría de Desarrollo Social, en: http://www.sedesol.gob.mx/

SIATL (2010). Simulador de Flujos de Agua de Cuencas hidrográficas, INEGI, en: http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#.
SMN (2010). Servicio Meteorológico Nacional. CONAGUA, en: http://smn.conagua.gob.mx

Standley, P. C. (1920). Trees and Shrubs of México (Vol. 23). US Government Printing Office.

Vibrans, H. (2009). Malezas de México. Recuperado el 10 de 05 de 2016, de http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico

Villaseñor , J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico . Revista Mexicana de Biodiversidad , 559-902.