INFORME PREVENTIVO

Proyecto “IP Patios Sapuchi 2026”

Junio 2026

SAPUCHI
MINERA

CAPITULO I: DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE

Proyecto “IP Patios Sapuchi 2026”

Mayo 2026

SAPUCHI
MINERA

CIMA
CONSULTORES

CONTENIDO

I. GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO 1
I.1. Proyecto 1
I.1.1. Ubicación del Proyecto 2
I.1.2. Superficie del Proyecto 2
I.1.3. Inversión Requerida 3
I.1.4. Número de Empleos Directos e Indirectos Generados por el Desarrollo del Proyecto 3
I.1.5. Duración Total del Proyecto 3
I.2. Promovente 5
I.2.1. Nombre o Razón Social 5
I.2.2. Registro Federal De Contribuyentes del Promovente 5
I.2.3. Nombre y Cargo del Representante Legal 5
I.2.4. Domicilio del Promovente para Recibir u oír Notificaciones 5
I.3. Responsable de la elaboración del Informe Preventivo 5

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1. Programa general de trabajo. 4

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Ubicación del proyecto. 2
Figura I.2. Superficie del proyecto 3

I. GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

I.1. Proyecto

El proyecto se denomina "**IP Patios Sapuchi**".

El proyecto se encuentra ubicado al norte del País en el estado de Sonora, todas las obras solicitadas dentro del presente estudio se encuentran dentro del Municipio de Soyopa

El municipio de Soyopa limita al norte con el municipio de San Pedro de la Cueva, al este con el municipio de Bacanora, al sureste con el municipio de Onavas, al suroeste con el municipio de San Javier, al oeste con el municipio de La Colorada y con el municipio de Villa Pesqueira.

Este estudio solicita a la SEMARNAT la autorización en materia de impacto ambiental para llevar a cabo una serie de actividades que consisten en la recuperación de oro de terreros acumulados en la unidad minera, en una superficie estimada de 14.32 hectáreas.

La recuperación de oro se contempla usando el método de beneficio de lixiviación en montones, la absorción de columnas con carbón activado, seguido de cedas electrolíticas para la recuperación de valores. El programa constructivo del proyecto se apega a lo establecido en la NOM-155-SEMARNAT-2007.

I.1.1. Ubicación del Proyecto



Figura I.1. Ubicación del proyecto.

I.1.2. Superficie del Proyecto

La ocupación ocurre dentro del Ejido San Antonio De La Huerta, actualmente arrendado a favor del promovente Sapuchi Minera S. de R. L. de C.V.y la superficie requerida para el proyecto es de 14.32 ha, tal y como se detalla mas adelante en el capitulo III de este documento.

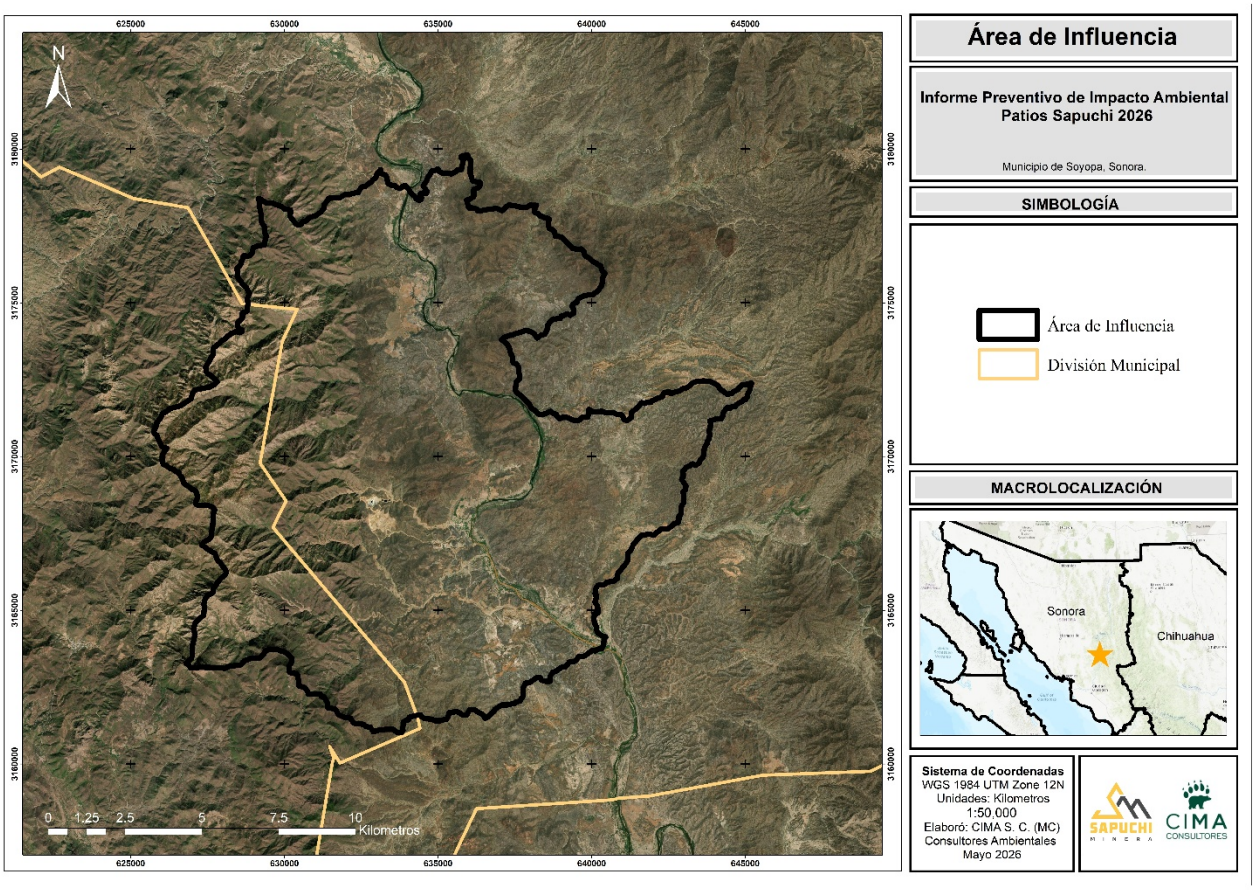


Figura I.2. Superficie del proyecto

I.1.3. Inversión Requerida

[redacted]

I.1.4. Número de Empleos Directos e Indirectos Generados por el Desarrollo del Proyecto

La ejecución del proyecto generará aproximadamente **50 empleos directos** y además se estima la generación de otros **10 empleos indirectos**. Entre los empleos a ocupar se contempla tanto para habitantes locales como externa, considerando las diferentes áreas de especialización para la ejecución del proyecto.

I.1.5. Duración Total del Proyecto

Las labores requieren de 2 años para la construcción y de base 14 años de vida útil coincidente con las reservas hasta ahora conocidas asi como 2 años para el cierre, de acuerdo con el siguiente programa de trabajo:

Tabla I.1. Programa general de trabajo.

Actividades	**Tiempo de vida útil del proyecto IP Patios Sapuchi 2026 expresado en años**															
Planificación	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
Estudios técnicos a detalle como geotecnia, estudios hidrológicos y permisos aplicables																
Dimensionamiento de obras/ Diseño ingeniería																
Obtención de permisos																
Preparación del sitio / construcción	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
Dimensionamiento de obras y criterios de diseño																
Ajuste de los criterios de diseño operativos																
Movimiento de maquinaria y manejo de residuos																
Pre-operación: Pruebas de inicio y de desempeño.																
Operación	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
Instalación del equipo																
Procedimientos seguros de trabajo en patio de lixiviación																
Colocación de mineral en el patio																
Suministro y manejo de sustancias																
Uso de agua de proceso																
Plan de seguridad y controles ambientales																
Manejo de residuos, maquinaria y equipo																
Mantenimiento	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
Mantenimiento preventivo																
Mantenimiento deductivo																
Mantenimiento correctivo																
Limpieza general																
Abandono del sitio	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
Cierre de operaciones																
Restitución del sitio																
Supervisión ambiental																

I.2. Promovente

I.2.1. Nombre o Razón Social

[redacted]

I.2.2. Registro Federal De Contribuyentes del Promovente

[redacted]

I.2.3. Nombre y Cargo del Representante Legal

[redacted]

I.2.4. Domicilio del Promovente para Recibir u oír Notificaciones

[redacted]

I.3. Responsable de la elaboración del Informe Preventivo

Razón Social: CONSULTORES INTERDISCIPLINARIOS EN MEDIO AMBIENTE S.C.

[redacted]

Datos del responsable del Proyecto

[redacted]

Profesión y Cedula Profesional

[redacted]

Dirección del responsable del Estudio

[redacted]

Colaboradores:

[redacted]

CAPITULO II: REFERENCIAS, SEGÚN CORRESPONDA, AL O LOS SUPUESTOS DEL ARTÍCULO 31 DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

Proyecto “IP Patios Sapuchi 2026”

Mayo 2026

SAPUCHI
MINERA

CIMA
CONSULTORES

CONTENIDO

II. REFERENCIAS, SEGÚN CORRESPONDA, AL O LOS SUPUESTOS DEL ARTÍCULO 31 DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE 1

II.1. Disposiciones normativas 1

II.2. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 1

II.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento 2
II.2.2 Normas Oficiales Mexicanas 4

II.3. Planes parciales de Desarrollo Urbano o de Ordenamiento Ecológico 8

II.3.1 Plan parcial de Desarrollo Urbano 8
II.3.2 Plan de Ordenamiento Ecológico 8
II.3.3 Programa De Ordenamiento Ecológico Del Territorio De Sonora (POETSON) 14

II.4. Decretos y programas de conservación y manejo de las Áreas Naturales Protegidas 18

II.4.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP) – Federales. 19
II.4.2 Áreas Naturales Protegidas (ANP) – Estatales. 20
II.4.3 Áreas Naturales Protegidas (ANP) – Municipales. 21
II.4.4 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC). 22

II.5. Áreas de Importancia Ecológica. 23

II.5.1 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP). 23
II.5.2 Regiones Terrestres Propietarias (RTP). 25
II.5.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). 48
II.5.4 Sitios Ramsar. 49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1. Vinculación del proyecto con la NOM-155-SEMARNAT-2007. 4
Tabla II.3. Descripción de la UAB 09 Sierras y Valles del Norte. 9
Tabla II.4. Situación actual de la UAB 09 Sierras y Valles del Norte. 10
Tabla II.5. Estrategias de la UAB 92 y su vinculación con el proyecto. 10
Tabla II.8. Lineamientos, Criterios y Estrategias Ecológicas para la UGA 602-0/03. 16
Tabla II.9. Vinculación de los lineamientos, criterios y estrategias ecológicas con de la UGA 602-0/03, con respecto al proyecto. 16
Tabla II.10. Aspectos Bióticos de la RTP 37 San Javier Tepoca 46
Tabla II.11. Aspectos antropogénicos de la RTP 37 San Javier Tepoca.. 47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Ubicación del proyecto respecto de la UAB 09. 9
Figura II.2. Unidad de Gestión Ambiental del POETSON dentro del AI. UGA 602-0/03 .Valle Intermontano con Lomerío 15
Figura II.3. ANP federales cercanas al proyecto. 20

Figura II.4. ANP estatales cercanas al proyecto. 21
Figura II.5. ANP Municipales cercanas al proyecto. 22
Figura II.6. ADVC cercanas al proyecto 23
Figura II.7. Ubicación del proyecto respecto la RHP 16 Río Yaqui-Cascada de Basaseachi. 25
Figura II.8. Localización del proyecto respecto de la RTP 37 San Javier - Tepoca. 48
Figura II.9. Ubicación del proyecto respecto de AICAS cercanas. 49
Figura II.10. Sitio RAMSAR cercano al proyecto. 50

II. REFERENCIAS, SEGÚN CORRESPONDA, AL O LOS SUPUESTOS DEL ARTÍCULO 31 DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

II.1. Disposiciones normativas

Sobre la base de las características del proyecto, es recomendable identificar y analizar los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se ubicará el proyecto, a fin de sujetarse a los instrumentos con validez. Para ello, existe un ordenamiento jurídico, tal como lo estipula la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), dentro de su artículo 31, el cual se transcribe de la siguiente forma "La realización de las obras y actividades a que se refieren las fracciones I a XII del artículo 28, requerirán la presentación de un informe preventivo y no una manifestación de impacto ambiental, cuando:

> *1. Existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que puedan producir las obras o actividades;*
>
> *2. Las obras y/o actividades estén expresamente previstas por un plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que haya sido evaluado por esta Secretaría;*
>
> *3. Si la obra o actividad está prevista en un parque industrial que haya sido evaluado por esta Secretaría;*

Asimismo, el penúltimo párrafo del citado artículo señala: "*El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto, no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.*"

Dicho lo anterior, tenemos que el presente estudio en cuestión se encuentra regulado por una norma oficial mexicana, tal como se hace alusión en el primer numeral siendo la **NOM-155-SEMARNAT-2007**, que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata.

II.2. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917 es la norma fundamental, establecida para regir jurídicamente al país, la cual fija los límites y define las relaciones entre los poderes de la federación: poder legislativo, ejecutivo y judicial, entre los tres órdenes diferenciados del gobierno: el federal, estatal y municipal, y entre todos aquellos y los ciudadanos.

Dentro del **Artículo 4to** constitucional se señala que *"Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la Ley"*. Para ello, la promovente se apegará a las diferentes legislaciones en materia ambiental aplicable al proyecto en cuestión, evitando la afectación del medio ambiente. Dicho estudio, por sus actividades a realizar deberá de ser sometido a un Informe Preventivo de Impacto Ambiental y regulado bajo la **NOM-155-SEMARNAT-2007** derivado al análisis posterior.

II.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento

La LGEEPA fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, entrando en vigor el 1 de marzo del mismo año. El 13 de diciembre de 1996 se publicaron en el Diario Oficial de la Federación el decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la misma, posteriormente, en el año 2000 y años subsecuentes se realizaron diversas modificaciones menores. A continuación, se presentan sus atribuciones respecto al proyecto:

ARTICULO 1.- *La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:*

… VIII.- *El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la Constitución;*

ARTÍCULO 5.- *Son facultades de la Federación: ...*

… **X**.- *La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes*; *…*

ARTICULO 23.- *Para contribuir al logro de los objetivos de la política ambiental, la planeación del desarrollo urbano y la vivienda, además de cumplir con lo dispuesto en el artículo 27 constitucional en materia de asentamientos humanos, considerará los siguientes criterios…*

*…***VI**. - *Las autoridades de la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, en la esfera de su competencia, promoverán la utilización de instrumentos económicos, fiscales y financieros de política urbana y ambiental, para inducir conductas compatibles con la protección y restauración del medio ambiente y con un desarrollo urbano sustentable*; *…*

ARTÍCULO 28.- *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones 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. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:*

Fracción III.- *Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear;*

Sin embargo, dentro de la misma ley existen excepciones de presentar una Manifestación de Impacto Ambiental, tal es el caso del siguiente artículo.

ARTÍCULO 31.- *La realización de las obras y actividades a que se refieren las fracciones I a XII del artículo 28, requerirán la presentación de un informe preventivo y no una manifestación de impacto ambiental, cuando:*

I. *Existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que puedan producir las obras o actividades;*

En los casos anteriores, la Secretaría, una vez analizado el informe preventivo, determinará, en un plazo no mayor de veinte días, si se requiere la presentación de una manifestación de impacto ambiental en alguna de las modalidades previstas en el reglamento de la presente Ley, o si se está en alguno de los supuestos señalados Incluyendo el penúltimo párrafo del Artículo 28 de la LGEEPA en el que se hace alusión aquellas actividades que no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.

Para las actividades pretendidas **SI** existe una norma oficial mexicana que legisla y regula la presente actividad, descrito con mayor amplitud en el apartado 1 (NOM-155-SEMARNAT-2007).

Para el caso del reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, tenemos como referencia el **Artículo 5o** *Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental*:

….

L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN

I. *Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo;*

II. *Obras de exploración, excluyendo las de prospección gravimétrica, geológica superficial, geo eléctrica, magnetotelúrica, de susceptibilidad magnética y densidad, así como las obras de barrenación, de zanjeo y exposición de rocas, siempre que se realicen en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos o templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinares, ubicadas fuera de las áreas naturales protegidas, y*

III. *Beneficio de minerales y disposición final de sus residuos en presas de jales, excluyendo las plantas de beneficio que no utilicen sustancias consideradas como peligrosas y el relleno hidráulico de obras mineras subterráneas.*

Artículo 29.- *La realización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 5o. del presente reglamento requerirán la presentación de un informe preventivo, cuando*:

I. *Existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que las obras o actividades puedan producir*;

II. *Las obras o actividades estén expresamente previstas por un plan parcial o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que cuente con previa autorización en materia de impacto ambiental respecto del conjunto de obras o actividades incluidas en él, o*

III. *Se trate de instalaciones ubicadas en parques industriales previamente autorizados por la Secretaría, en los términos de la Ley y de este reglamento.*

Artículo 33.- *La Secretaría analizará el informe preventivo y, en un plazo no mayor a veinte días, notificará al promovente:*

I. *Que se encuentra en los supuestos previstos en el artículo 28 de este reglamento y que, por lo tanto, puede realizar la obra o actividad en los términos propuestos, o*

II. *Que se requiere la presentación de una manifestación de impacto ambiental, en alguna de sus modalidades.*

Tratándose de informes preventivos en los que los impactos de las obras o actividades a que se refieren se encuentren totalmente regulados por las normas oficiales mexicanas, transcurrido el plazo a que se refiere este artículo sin que la Secretaría haga la notificación correspondiente, se entenderá que dichas obras o actividades podrán llevarse a cabo en la forma en la que fueron proyectadas y de acuerdo con las mismas normas.

II.2.2 Normas Oficiales Mexicanas

En seguida, se presentan las normas oficiales mexicanas a las que se apega el presente proyecto, así como su vinculación y la actividad a regular.

II.2.2.1 NOM-155-SEMARNAT-2007

El presente informe preventivo de impacto ambiental se basa en los lineamientos establecidos dentro de la NOM-155-SEMARNAT-2007, que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata, por lo tanto esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones para la caracterización del mineral lixiviado o gastado y del sitio, así como los requisitos de protección ambiental para las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, cierre y monitoreo de los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata.

Esta norma es de orden público y de interés social, así como de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, para las personas físicas y morales que construyan y operen sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata. Aplica también a los sistemas de lixiviación que entren en la fase de cierre, cuyo plan no fue autorizado en la evaluación del impacto ambiental, por lo anterior tenemos que algunas actividades de competencia federal en materia de impacto ambiental pueden regularse mediante una Norma Oficial Mexicana por medio de un Informe Preventivo de Impacto Ambiental, tal es el caso de las actividades de beneficio de mineral que además de tener características similares, no ocasionan impactos significativos para el ambiente y el entorno social, de realizarse en estricto apego a diversos requisitos, especificaciones y procedimientos de protección ambiental, que se establen en la Norma Oficial Mexicana en cuestión.

II.2.2.2 Vinculación del proyecto con la NOM-155-SEMARNAT-2007

Dicho lo anterior, la promovente ve la necesidad de realizar un estrecho vínculo con sus actividades y multicitada norma, a fin de apegarse a sus lineamientos establecidos, los cuales son vinculados a continuación.

Tabla II.1. Vinculación del proyecto con la NOM-155-SEMARNAT-2007.

Vinculación del proyecto con la NOM-155-SEMARNAT-2007		
Numeral	**Especificaciones aplicables de la NOM-155-SEMARNAT-2007**	**Acciones a cumplir por el promovente para cumplir con dicha norma**
5.Especificaciones de protección ambiental		
5.1	En la preparación del sitio, construcción, operación, cierre y monitoreo de los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata se deben aplicar las especificaciones para la caracterización del sitio y los criterios de protección ambiental establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana. Los estudios, proyectos de ingeniería y demás información técnica o científica utilizada, así como la evidencia de su cumplimiento, debe mantenerse clasificada y	Desde la preparación del sitio, construcción, operación, cierre y monitoreo de los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata se contempla aplicar las especificaciones para la caracterización del sitio y los criterios de protección ambiental establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana. El ANEXO 5 muestra los estudios iniciales para llevar a cabo lo anterior. El departamento de medio ambiente será el

	disponible en el sitio para que la autoridad verifique su existencia y contenido en el momento que lo considere necesario. Se deberá designar un responsable de la supervisión ambiental en el sitio del proyecto, para detectar aspectos críticos desde el punto de vista ambiental y que pueda tomar decisiones, definir estrategias o modificar actividades que generen impactos al ambiente, así como que se cumplan las especificaciones establecidas en esta norma.	responsable de la supervisión ambiental en el sitio del proyecto, para detectar aspectos críticos desde el punto de vista ambiental y que pueda tomar decisiones, definir estrategias o modificar actividades que generen impactos al ambiente, así como que se cumplan las especificaciones establecidas en esta norma.
5.2	Peligrosidad del mineral lixiviado o gastado	La promovente cuenta con pruebas para la caracterización del mineral (las cuales se apegan a la presente NOM-155-SEMARNAT-2007), se efectuaron a partir de muestras de mineral lixiviado o gastado en la operación. Puesto que el presente informe preventivo se presenta para darle seguimiento a un Informe preventivo anterior autorizado, el cual perdió vigencia con el número de oficio DS-SG-UGA-0350/2020. Sin embargo, se seguirán realizando pruebas para la caracterización del mineral lixiviado y gastado, las muestras deben ser obtenidas: Antes del inicio de operaciones, de las pruebas rnetalúrgicas realizadas, y durante la operación minera, de pruebas metalúrgicas realizadas en laboratorio o directamente de las pilas
5.2.1	Las pruebas para la caracterización del mineral deben efectuarse a partir de muestras de mineral lixiviado o gastado	La promovente se apegará al presente numeral
5.2.2	Para la caracterización del mineral lixiviado o gastado, las muestras deben ser obtenidas: • Antes del inicio de operación, de las pruebas metalúrgicas realizadas, y • Durante la operación minera, de pruebas metalúrgicas realizadas en laboratorio o directamente de las pilas	La promovente se apegará al presente numeral
5.2.3	El método empelado en el laboratorio para el beneficio del mineral debe simular el proceso de lixiviación seguido durante la operación.	La promovente se apegará al presente numeral
5.2.4	Muestreo para determinar la peligrosidad del mineral gastado	El promovente tomara en la etapa de operación dos muestras representativas cada mes durante la vida útil del proyecto, a partir de las cuales se hará un composite anual que represente las características del mineral gastado. Estas muestras deben ser obtenidas de pruebas de lixiviación a nivel laboratorio, hechas con mineral a lixiviar extraído de la mina, o bien, con mineral gastado de las pilas. A las muestras señaladas se les aplicarán las pruebas referidas en los incisos 5.2.5. y 5.2.6., por triplicado

5.2.4.1	En la etapa de operación se deberán tomar dos muestras representativas cada mes durante la vida útil del proyecto, a partir de las cuales se hará un compósito anual que represente las características del mineral gastado. Estas muestras deben ser obtenidas de pruebas de lixiviación a nivel laboratorio, hechas con mineral a lixiviar extraído de la mina, o bien, con mineral gastado de las pilas.	El promovente se apegará al presente numeral
5.2.4.2	A las muestras señaladas se les aplicarán las pruebas referidas en los incisos 5.2.5. y 5.2.6., por triplicado.	El promovente se apegará al presente numeral
5.2.5	Prueba de movilidad Se deberá de aplicar la prueba de extracción de constituyentes tóxicos, de acuerdo con el procedimiento de movilidad con agua meteórica (véase Anexo Normativo 1). Si la concentración en el extracto de uno o varios de los elementos listados en la Tabla referente a los constituyentes tóxicos en el extracto PECT de la NOM-052-SEMARNAT-2005, es superior a los límites permisibles señalados en la misma, el mineral lixiviado o gastado representado por la muestra es peligroso por su toxicidad.	El promovente se apegará al presente numeral, aplicará la prueba de extracción de constituyentes tóxicos, de acuerdo con el procedimiento de movilidad con agua meteórica (en apego al Anexo Normativo 1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007).
5.2.6	Prueba de generación de drenaje acido Para determinar si el mineral lixiviado o gastado es generador potencial de drenaje ácido, se debe de aplicar la prueba modificada de balance de ácido base establecida en los Anexos Normativos 1 y 5 (II) de la NOM-141-SEMARNAT-2003 y sujetarse a los límites establecidos.	El promovente ya cuenta con las pruebas, las cuales se encuentran bajo lo establecido al numeral correspondiente, ya que el presente informe preventivo se presenta para darle seguimiento a un Informe preventivo anterior autorizado, el cual perdió vigencia con el número de oficio DS-SG-UGA-0350/2020, sin embargo se contemplan los estudios para continuidad del proyecto.
5.3 Caracterización del sitio		
5.3.1	Aspectos climáticos	En la zona del proyecto se identifica con el clima BS1(h´)hw(x¨) el cual corresponde al tipo de clima semi seco cálido. Una descripción mas detallada del clima se presenta en el Capítulo III del presente documento.
5.3.2	Aspectos edafológicos	El proyecto cuenta con dos tipos de suelo, los cuales son leptosol y regosol. Una descripción más detallada de la edafología se presenta en el Capítulo III del presente documento.

5.3.3	Aspectos geotécnicos (geología, mecánica de suelos y de rocas).	En el capitulo III del presente documento se describe todo el numeral del arreglo geológico del área.
5.3.4	Aspectos hidrológicos	El área del proyecto se encuentra dentro de la red hidrológica RH09-Bb R. Yaqui-P. Álvaro obregón Una descripción mas detallada de la hidrología se presenta en el Capítulo III del presente documento
5.3.5	Vida silvestre	El área del proyecto corresponde a un área no clasificada como hábitat critico
5.3.5.3	Se deben determinar los tipos de vegetación que serán afectados, especificando la superficie por cada tipo de vegetación, así como la densidad y abundancia relativa por especie con nombres comunes y científicos.	En el capitulo III del presente documento se describe todo el numeral del arreglo de tipos de vegetación y flora y en el ANEXO 3 se presenta el programa de protección de especies
5.4	Determinación de la magnitud de riesgos físicos y criterios de proyecto del patio.	En el capitulo III del presente documento se describe todo el numeral de aspectos socioeconómicos
5.5	Criterios de preparación del sitio	El presente informe preventivo se realiza con el motivo de dar seguimiento a un Informe preventivo anterior autorizado, el cual perdió vigencia con el número de oficio DS-SG-UGA-0350/2020, por lo anterior mencionado se consideraron los atributos del medio físicos y biológico para la preparación del sitio, en apego al numeral señalado.
5.6	Criterios de obra	En el Capitulo III del presente documento se describen las condiciones de obra, apoyado en el ANEXO 5 de especificaciones técnicas de revisión.
5.7	Criterios de construcción – operación	En el Capítulo III del presente documento se describen las condiciones de obra, apoyado en el ANEXO 5 de especificaciones técnicas de revisión.
5.8	Eliminación de toxicidad	El promovente contempla el cumplimiento de los componentes que detallan el presente numeral
5.9	Criterios para el cierre del patio	El promovente contempla actividades concurrentes para el cierre de sus instalaciones, así como el acopio de información para la etapa de cierre. Se sigue además el protocolo

		del código de cianuro, en apoyo para el cumplimiento del siguiente numeral.
5.10	Monitoreo	Como ya fue señalado, el promovente contempla actividades concurrentes para el cierre de sus instalaciones, así como el acopio de información para la etapa de cierre. Se sigue además el protocolo del código de cianuro, en apoyo para el cumplimiento del siguiente numeral. El monitoreo forma parte de dichas actividades.

II.3. Planes parciales de Desarrollo Urbano o de Ordenamiento Ecológico

En estos instrumentos se identificaron los usos y destinos del área donde se pretende desarrollar el proyecto, analizando la compatibilidad entre este y los diferentes programas de desarrollo urbano de los diferentes órdenes de gobierno.

II.3.1 Plan parcial de Desarrollo Urbano

En el área del proyecto no se contempla ningún plan de este tipo, al ubicarse dentro de un área rural.

II.3.2 Plan de Ordenamiento Ecológico

El ordenamiento ecológico es una herramienta diseñada para caracterizar y diagnosticar el estado del territorio y sus recursos naturales, plantear escenarios futuros y, a partir de esto, proponer formas para utilizarlos de manera racional y diversificada, con el consenso de la población.

El ordenamiento ecológico del territorio se define jurídicamente como el instrumento de política ambiental cuya finalidad es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de utilización de los recursos naturales, para lograr la protección del medioambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de dichos recursos.

Conforme a la legislación ambiental, el ordenamiento ecológico puede tener cuatro modalidades: **general del territorio**, **regional**, local y marino, cabe mencionar que el proyecto recae sobre dos de ellos, siendo del tipo general y estatal, los cuales se describe a continuación:

II.3.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

Si bien el proyecto, no recae dentro de algún ordenamiento Marino o Regional – Local, si se ubica dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) con el cual se pretende dar coherencia a las políticas de la Administración Pública Federal (APF); esto se logrará mediante un esquema concertado de planificación transversal e integral del territorio nacional que identifique las áreas con mayor aptitud para la realización de las acciones y programas de los diferentes sectores, así como las áreas de atención prioritaria. Esto hará posible minimizar los conflictos ambientales derivados del uso de los recursos naturales.

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización. A continuación, se describen los siguientes programas de ordenamiento.

El territorio nacional fue dividido en un total de 80 regiones ecológica, las cuales a su vez fueron nuevamente divididas, dichas unidades territoriales se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima,

relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas.

Unidades Ambientales Biofísicas.

Dentro del área de influencia, se tiene la presencia de una UAB, la cual se denomina **(UAB) 09 "Sierra y Valles del Norte"**, tal y como se muestra a continuación.

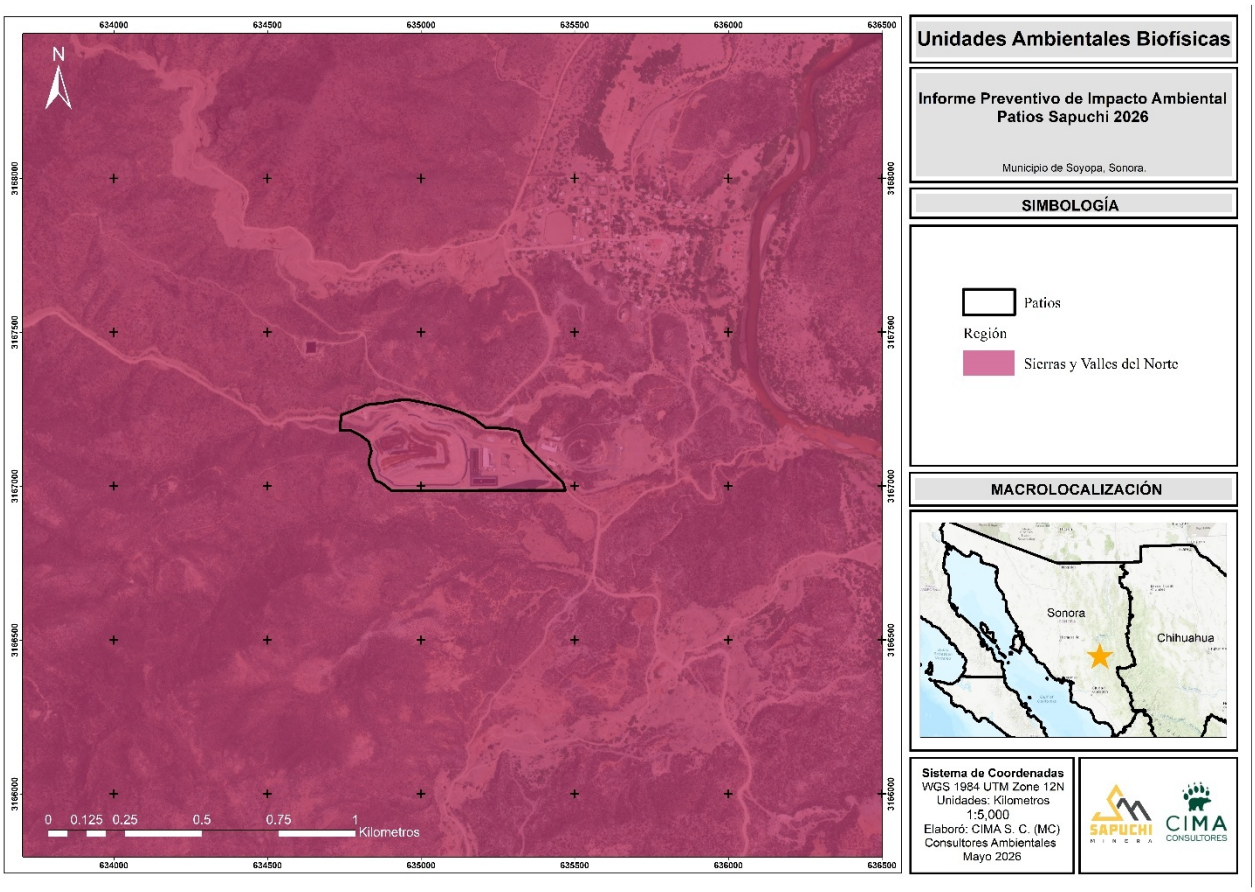


Figura II.1. Ubicación del proyecto respecto de la UAB 09.

Derivado que el proyecto incide dentro de una UAB, es conveniente realizar su vinculación a fin de determinar si este se contrapone o es viable a ser desarrollado, el cual se presenta a continuación.

Tabla II.3. Descripción de la UAB 09 Sierras y Valles del Norte.

09 Sierras y Valles del Norte	
Localización	Este de Sonora
Superficie km²	42,685.87
Población por UAB	78,700

Población indígena	Mayo – Yaqui (Fuera del área del proyecto)
Estado actual del medio ambiente (2008)	Estable a Medianamente estable. Conflicto Sectorial Bajo. Muy baja superficie de ANP's. Baja degradación de los Suelos. Baja degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km^2): Muy baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación, Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 58.8. Muy baja marginación social. Medio índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. **Media importancia de la actividad minera**. Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033	Medianamente estable a inestable
Política ambiental	Aprovechamiento sustentable
Prioridad de atención	Muy Baja

Tabla II.4. Situación actual de la UAB 09 Sierras y Valles del Norte.

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
09	**Minería** – Preservación de flora y fauna	Forestal	Ganadería	Industria	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 28, 29, 31, 33, 37, 42, 43, 44

Tabla II.5. Estrategias de la UAB 92 y su vinculación con el proyecto.

Estrategias UAB 09		
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio		**Vinculación**
A) Preservación	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	1.- La promovente realiza diferentes actividades, encaminadas a la preservación del ecosistema, así como una variedad de programas que coadyuvan a aminorar el impacto que puede ocasionar la operación del proyecto, como puede ser platicas ambientales, supervisión ambiental, señalética, prohibición de cacería, comercialización y daño de especies ente otros.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	2. Dentro del desarrollo del proyecto, se cuenta con el programa de protección de especies
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	3. La empresa cuenta con un acervo bibliográfico y de campo de las especies que han sido observadas en la región. Aunado a esto igual cuentan con un programa de protección de especies.

B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	4. La unidad minera solo realiza aprovechamiento de los materiales de interés, en ningún caso de las especies vegetales o animales.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	5.- No se prevén actividades de tipo agrícolas y pecuarias.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	6.- El giro del proyecto es minero (beneficio de mineral), por lo que se limitará solo a esa actividad.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	7. Las actividades a realizar no aprovecharán los recursos forestales, pues los trabajos a realizar es el proceso de lixiviación por montones, por lo que no se contempla el aprovechamiento de recursos forestales.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	8.- En la identificación de los impactos se describen aquellos que se verán afectados y a los que se les dará un énfasis especial en reducir, mitigar, atenuar o en su caso eliminar los impactos adversos detectados.
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	9.- Todo el proceso será cerrado, es decir el agua será recirculada para reutilizarse y no habrá pérdidas, únicamente la natural por evapotranspiración. La promovente cuenta con una concesión de agua de uso de industrial que es de donde se abastecería.
	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	10.- El uso de agua por parte del proyecto acatará todas las disposiciones establecidas por los organismos reguladores correspondientes.
	11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	11.- No aplica, ya que no se hará uso directo de las presas administradas por CONAGUA.
	12. Protección de los ecosistemas.	12.- Con la ejecución del proyecto se ejecutarán medidas preventivas, de mitigación y compensación con la finalidad de preservar los recursos naturales de la zona.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	13.- No aplica, ya que la promovente solo realiza actividades mineras.

D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	14.- Las actividades a realizar en todo momento estarán en conjunto con la protección de ecosistemas, promoviendo el cuidado y preservación del mismo.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	15.- De acuerdo al Servicio Geológico Mexicano, el proyecto se pretende desarrollar en una zona mineralizada.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	15 bis. – La promovente sigue la normatividad y legislación aplicable y cuenta con los permisos, licencias y autorizaciones para llevar a cabo las operaciones mineras contará con un supervisor ambiental externo.
	16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.	16.- No aplica, en virtud de que la promovente se dedica exclusivamente a la realización de actividades mineras.
	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras)	17.- No aplica, en virtud de que la promovente se dedica exclusivamente a la realización de actividades mineras.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		**Vinculación**
C) Agua y saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	28.- Todo el proceso será cerrado, es decir el agua será recirculada para reutilizarse y no habrá pérdidas, únicamnte las natural por evapotranspiración. La promovente cuenta con una concesión de agua de uso de industrial que es de donde se abastecería.
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	29.- Dentro de las capacitaciones realizadas a los trabajadores se incluirán aquellas relacionadas con el uso eficiente del agua.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	31.- No aplica, ya que el proyecto no está relacionado con el desarrollo de ciudades ni zonas metropolitanas.

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	33.- El desarrollo del proyecto considera la integración de la población en distintos puestos de trabajo dentro del mismo, así como la participación social con las comunidades de interés más próximas al proyecto.
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	34.- No cabe duda de que la región es la principal beneficiada, ya que el proyecto ofrece oportunidades de empleo bien remunerado. Esto, a su vez, impulsa la inversión en la creación de negocios propios, activa la economía local e incentiva a otros habitantes a ofrecer servicios de apoyo, contribuyendo así a la reducción de la pobreza mediante la generación de más empleos.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	37.- En la región no se cuenta con grupos indígenas, sin embargo, el desarrollo del proyecto considera la integración de la población en distintos puestos de trabajo sin discriminación.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		**Vinculación**
A) Marco Jurídico	42. Asegurará la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	42.- La promovente no puede realizar actividades sin previo consentimiento de los propietarios de las tierras, respetando completamente los derechos de la propiedad, con el fin de tener una buena relación entre la empresa y los propietarios.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	43.- Dar aviso de los programas que los diferentes niveles de gobierno proponen (municipal, estatal y federal), así como organizaciones privadas a favor de apoyar o ejecutar programas productivos para que puedan obtener sus recursos y generar aquel proyecto de interés.
	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.	44.- Las actividades que se realicen deberán de tener previo consentimiento para realizarlas según le aplique el caso, respetando las instancias de los 3 órdenes de gobierno u otros que rigen los ordenamientos territoriales.

II.3.3 Programa De Ordenamiento Ecológico Del Territorio De Sonora (POETSON)

El estado de Sonora, localizado al noroeste del país, es reconocido a nivel global por su gran diversidad biológica y ecológica. Además, tiene un alto potencial de desarrollo económico a pesar de sus condiciones climáticas extremas, basado en el aprovechamiento de los recursos naturales terrestres y costeros. Además, el aprovechamiento de los recursos terrestres tiene una gran importancia económica y social. La minería contribuye significativamente al PIB estatal y nacional, ya que Sonora es el primer productor nacional de varios metales como cobre, oro, wollastonita, molibdeno, barita y otros.

Considerando que el potencial económico puede expandirse a partir de la base de los recursos naturales estatales, es importante establecer una estrategia de desarrollo sustentable para el beneficio de los habitantes del estado, así como los acuerdos necesarios para su implementación entre los sectores económicos.

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) representa una alternativa para planificar el desarrollo sustentable del estado a través de una propuesta de ocupación del suelo y el establecimiento de protocolos de comunicación y toma de decisiones en caso de conflictos.

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB).

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

Aunado al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio el 21 de mayo de 2015 fue publicado en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Sonora; el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora. El Área de Influencia (AI) se encuentra dentro de la UGA 602-0/03 “Valle Intermontano con Lomerío”, como se muestra a continuación.

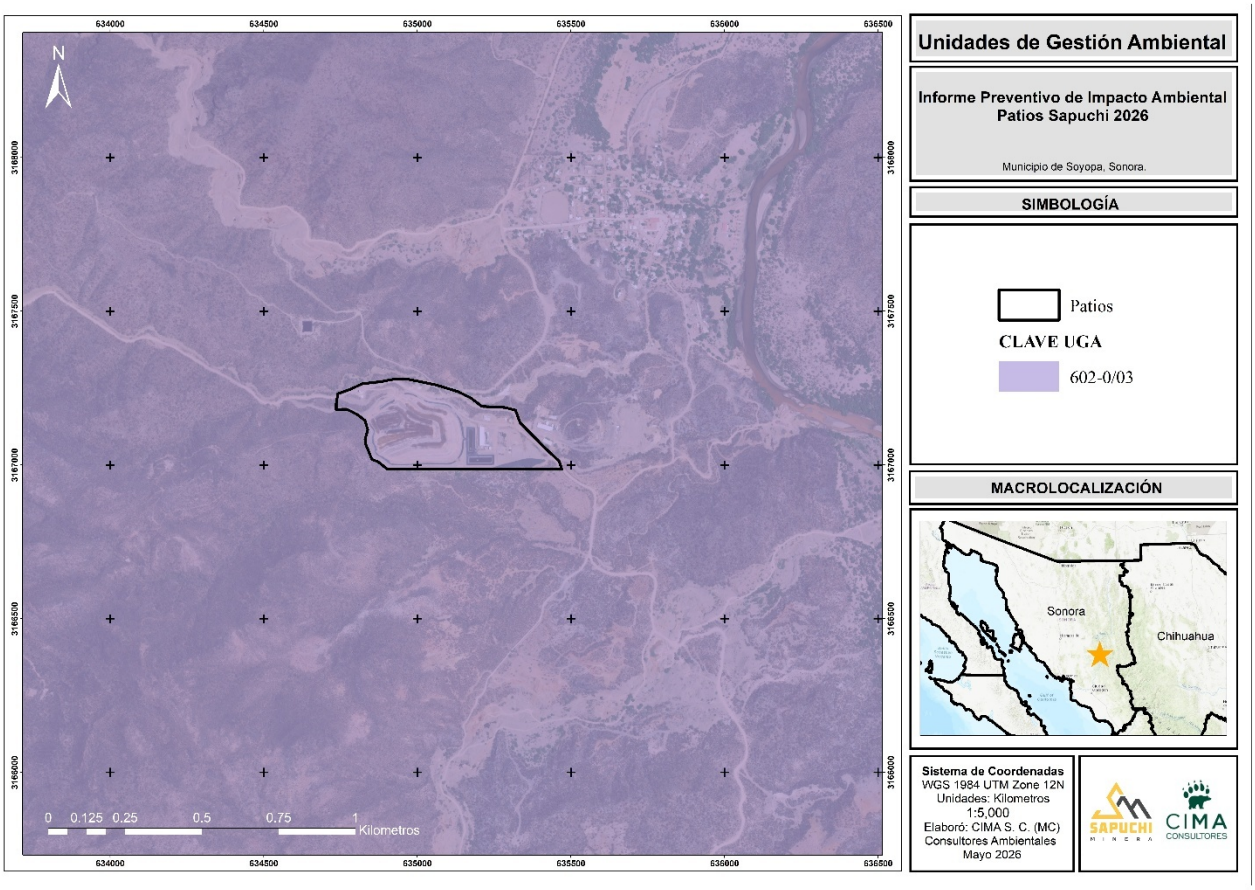


Figura II.2. Unidad de Gestión Ambiental del POETSON dentro del AI. UGA 602-0/03 .Valle Intermontano con Lomerío

A continuación, se describe la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) en la que incide el proyecto, definido para este, incluyendo un listado de sus respectivas estrategias y criterios ecológicos.

UGA 602-0/03 Valle Intermontano con Lomerío

Un valle es “una depresión alargada e inclinada hacia el mar o una cuenca endorreica, generalmente ocupada por un río” (INEGI 2000). Cuando se encuentra entre dos cadenas montañosas y existen varios conjuntos de lomas se le denomina Valle Intermontano con Lomerío. Esta unidad se encuentra representada en la Subprovincia 8 Sierras y Llanuras Sonorenses de la Provincia II Llanura Sonorense, con una superficie de 36,453 ha, y especialmente en la Provincia III Sierra Madre Occidental, en las Subprovincias 9 Sierras y Valles del Norte, con 740,601 ha, Subprovincia 10 Sierras y Cañadas del Norte, en 162,388 ha, y en la Subprovincia 12 Pie de la Sierra en 205,472 ha, que suman 1’144,914 ha. Consiste en terrenos con pendientes moderadas, suelos de profundidad variable y asociados a sistemas fluviales, afluentes del Concepción, los Alisos y Cocóspera, afluentes del Sonora, Río Sonora y San Miguel, Río Yaqui, Moctezuma, Bavispe, Papigochic. El clima es cálido.

Desde el punto de vista biológico es la unidad de gestión ambiental donde se encuentran los ecosistemas dulceacuícolas importantes; sin embargo, se seleccionaron solamente los del Río Bavispe porque están mejor conservados.

Entre las principales actividades productivas desarrolladas en esta Unidad de Gestión Ambiental (UGA) destacan la agricultura de riego en unidades de riego derivadas de cauces naturales (URDERALES), la

ganadería extensiva, la actividad cinegética enfocada en especies como venado cola blanca, jabalí, liebres y aves residentes, así como la minería, tanto metálica como no metálica.

Los posibles conflictos en esta UGA están relacionados con las interacciones entre la minería con la ganadería extensiva y la actividad cinegética, pero al igual que la UGA 602-0/01, es posible establecer negociaciones para mitigar los efectos de la minería sobre ellos.

Tabla II.8. Lineamientos, Criterios y Estrategias Ecológicas para la UGA 602-0/03.

UGA	Lineamiento Ecológico	Criterios de Regulación Ecológica	Estrategia Ecológica
602-0/03	Aprovechamiento sustentable de la piscicultura de especies de agua cálidas; agricultura en Urderales; cacería de especies de desierto; forestal no maderable; ganadería estabulada, minería y turismo aventura.	CRE-07; CRE-16; CRE-17; CRE-19	A3; B2; CX; D1; D4; F2; G1; M; T3

Tabla II.9. Vinculación de los lineamientos, criterios y estrategias ecológicas con de la UGA 602-0/03, con respecto al proyecto.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora		
Criterios de Regulación Ecológica (CRE)		
#	**Regulación**	**Vinculación**
CRE-07	Regulación de la contaminación por residuos líquidos y sólidos	Los residuos que pudiesen generarse durante la ejecución del proyecto serán gestionados de manera adecuada por la empresa promovente, desde su generación hasta su disposición final, conforme a la legislación ambiental vigente aplicable.
CRE- 16	Reducir al mínimo los impactos en la biodiversidad por la presencia de sustancias toxicas en el ambiente.	Se implementarán medidas de manejo, control y prevención para garantizar que las sustancias tóxicas en el área del proyecto no sean un problema para la biodiversidad y y preservar la salud de los ecosistemas y especies en la zona de influencia.
CRE-17	Aplicación de buenas prácticas de manejo agrícola y programas de restauración por salinidad.	No aplica, ya que la promovente solo realiza actividades de beneficio de mineral en las que se excluyen trabajos agrícolas.
CRE -19	Cumplir con la normatividad vigente en materia de aprovechamiento cinegético.	No aplica, ya que la promovente solo realiza actividades de beneficio de mineral, en las que se excluye el aprovechamiento cinegético.
#	**Regulación**	**Vinculación**
B1, B2	Uso eficiente del agua en la superficie agrícola de riego con agua subterránea para disminuir la presión sobre los acuíferos.	No aplica, en virtud de que la promovente se limita al desarrollo de actividades mineras, sin llevar a cabo labores agrícolas ni acciones asociadas al uso agropecuario del suelo.

B1, B2	Promover y vigilar que el uso del agua se haga con base a la disponibilidad del recurso.	El uso del agua para las actividades mineras se realizará conforme a la disponibilidad del recurso en la zona, respetando los volúmenes autorizados y sin afectar el abastecimiento local.
B1, B2	Motivar a los productores de las cuencas altas a un mejor manejo de los recursos para que los usuarios de las cuencas bajas aseguren los volúmenes de agua requeridos mediante programas de pago por servicios ambientales.	El proyecto se apega a los principios de uso responsable de los recursos naturales, contribuyendo de manera indirecta a la conservación de la cuenca y a la disponibilidad de volúmenes de agua para los usuarios aguas abajo, sin contravenir los esquemas de pago por servicios ambientales.
B1, B2	Reducir los niveles de contaminación con agroquímicos al incrementarse el uso de fertilizantes y pesticidas orgánicos.	No resulta aplicable, toda vez que la promovente se circunscribe exclusivamente al desarrollo de actividades mineras, sin realizar prácticas agrícolas ni ejecutar acciones vinculadas al uso agropecuario del suelo.
B1, B2	Fomentar sistemas de tratamiento y reúso de aguas residuales para proveer una parte del recurso a la actividad agrícola y liberar presión sobre los acuíferos.	No aplica, en virtud de que la promovente se limita al desarrollo de actividades mineras, sin llevar a cabo labores agrícolas ni acciones asociadas al uso agropecuario del suelo.
B1, B2	Reducir la degradación de los suelos mediante el cambio progresivo a prácticas agrícolas sustentables.	No aplica, en virtud de que la promovente se limita al desarrollo de actividades mineras, sin llevar a cabo labores agrícolas ni acciones asociadas al uso agropecuario del suelo.
CX	Fomentar el manejo adaptativo del aprovechamiento de cada especie de interés cinegético basado en el entendimiento del aprovechamiento actual, el conocimiento de su biología, sus parámetros de poblaciones, los objetivos y metas poblacionales regionalmente y su interrelación con los factores ambientales.	La promovente no realiza prácticas de aprovechamiento de fauna silvestre, incluyendo actividades cinegéticas. Sin embargo, se realizarán actividades de monitoreo de flora y fauna silvestre dentro del área de influencia de manera estacional, en el cual se determinan las especies existentes y sus poblaciones.
D1	Conservar efectivamente un tramo de 34 km de ecosistemas dulceacuícolas para la preservación de especies de flora y fauna asociadas a estos ecosistemas incluyendo la protección de 15 especies nativas de peces amenazados y en peligro de extinción para el 2030.	No aplica, ya que la promovente solo realiza actividades mineras, en las que se excluyen trabajos referentes a la acuacultura.
D4	Conservación de 1,821,545 ha de ecosistema de desierto para la protección de especies de flora y fauna asociadas a este ecosistema, así como la protección de 12 especies de manifiesto y reptiles nativos del desierto sonorense para el 2030.	No aplica, ya que la promovente solo realiza actividades mineras en áreas ya impactadas, en las que se excluye trabajos de desmonte. Sin embargo, la promovente cuenta con un programa de protección de especies.
F2	Fomentar el aprovechamiento sustentable de las poblaciones de mezquite utilizadas para la elaboración de leña y carbón para asegurar su producción sustentable para el año 2030.	No aplica, ya que la promovente solo realiza actividades mineras, en las que se excluyen trabajos referentes a la producción de leña o carbón.

	Fortalecer la capacidad técnica de los productores de chiltepín a través del desarrollo e implementación del plan en al menos 50% de las áreas productoras. Fortalecer el aprovechamiento de la tierra de monte a través del desarrollo e implementación de planes de manejo en al menos 50% de las áreas productoras.	
G1	Fomentar las prácticas que maximicen la producción extensiva con el mínimo impacto ambiental.	Dentro de la unidad minera, todas las actividades se desarrollarán con medidas de manejo ambiental que minimicen su impacto, esto basado en la NOM-155-SEMARNAT-2007, asegurando que la operación maximice la eficiencia de la producción minera con el menor daño posible al medio ambiente y a los ecosistemas de la zona de influencia.
M1	Mejorar y crear nuevas normas que faciliten la operación minera y que eviten los impactos negativos en la conservación del medio ambiente, para 2017.	El proyecto se vincula con este criterio al planearse y ejecutarse en apego al marco normativo ambiental y minero vigente, cumpliendo con las normas, lineamientos y disposiciones aplicables que regulan la operación minera. Asimismo, contempla la implementación de medidas de prevención, mitigación y control ambiental orientadas a evitar, reducir y compensar los posibles impactos negativos, contribuyendo a la conservación y protección del medio ambiente
M2	Fomentar el desarrollo empresarial de los pequeños mineros para lograr su identificación y el desarrollo de programas enfocados a que cumplan con la normatividad ambiental, para 2017.	La ejecución del proyecto se vincula con este criterio, al desarrollarse dentro del marco de la actividad minera formal, facilitando la identificación del promovente como pequeño productor y promoviendo el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable. Asimismo, se enmarca en esquemas de operación regulada que permiten la adopción de programas, lineamientos y buenas prácticas ambientales orientadas a la prevención, mitigación y control de impactos al medio ambiente.
T3	Incrementar la contribución del sector en un 15% del producto interno bruto estatal, a través del aprovechamiento de los recursos naturales y culturales del estado para el 2030.	El proyecto se alinea con el objetivo de incrementar la contribución del sector al Producto Interno Bruto estatal, al promover el aprovechamiento responsable de los recursos naturales mediante actividades mineras que impulsan la inversión productiva, la generación de empleos directos e indirectos y el fortalecimiento de las cadenas de valor locales. Estas acciones contribuyen al dinamismo económico regional y al crecimiento del PIB estatal, coadyuvando al cumplimiento de la meta establecida al año 2030.

II.4. Decretos y programas de conservación y manejo de las Áreas Naturales Protegidas

En este apartado, se realizó un análisis sobre cómo se ajusta el proyecto a las disposiciones del Título Segundo de la LGEEPA y de su Reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas. Se identificaron las Áreas Naturales Protegidas (ANP), de competencia federal, estatal, municipal y destinadas voluntariamente a la conservación, la categoría que ocupa, así como la(s) zona(s) especifica(s) donde será desarrollada la obra o actividad, acompañado de una representación gráfica donde se ubica el poligonal de las ANP's más cercanas al proyecto.

II.4.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP) – Federales.

Un Área Natural Protegida (ANP) es una porción de territorio (terrestre o acuático), cuyo fin es conservar la biodiversidad representativa de los ecosistemas. Tiene el propósito de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos y cuyas características no han sido esencialmente modificadas.

Estas zonas son manejadas bajo el instrumento político con mayor definición jurídica para la conservación, regulando sus actividades bajo el marco normativo de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), estando sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra actualmente 185 áreas naturales de carácter federal que representan 90,958,494 hectáreas y apoya 384 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, con una superficie de 631,743.49 hectáreas. De la superficie total de Áreas Naturales Protegidas, 21,499,881 de hectáreas corresponden a superficie terrestre protegida, lo que representa el 10.94% de la superficie terrestre nacional. En lo que respecta a superficie marina se protegen 69,458,613 de hectáreas, lo que corresponde al 22.05% de la superficie marina del territorio nacional.

El área del proyecto **no se localiza** dentro de algún Área Natural Protegida (ANP); la más cercana es la de Tutuaca, que se encuentra al este del área del proyecto, en la frontera con los estados de Sonora y Chihuahua, a una distancia aproximada de 84.50 km lineales, como se puede apreciar a continuación:

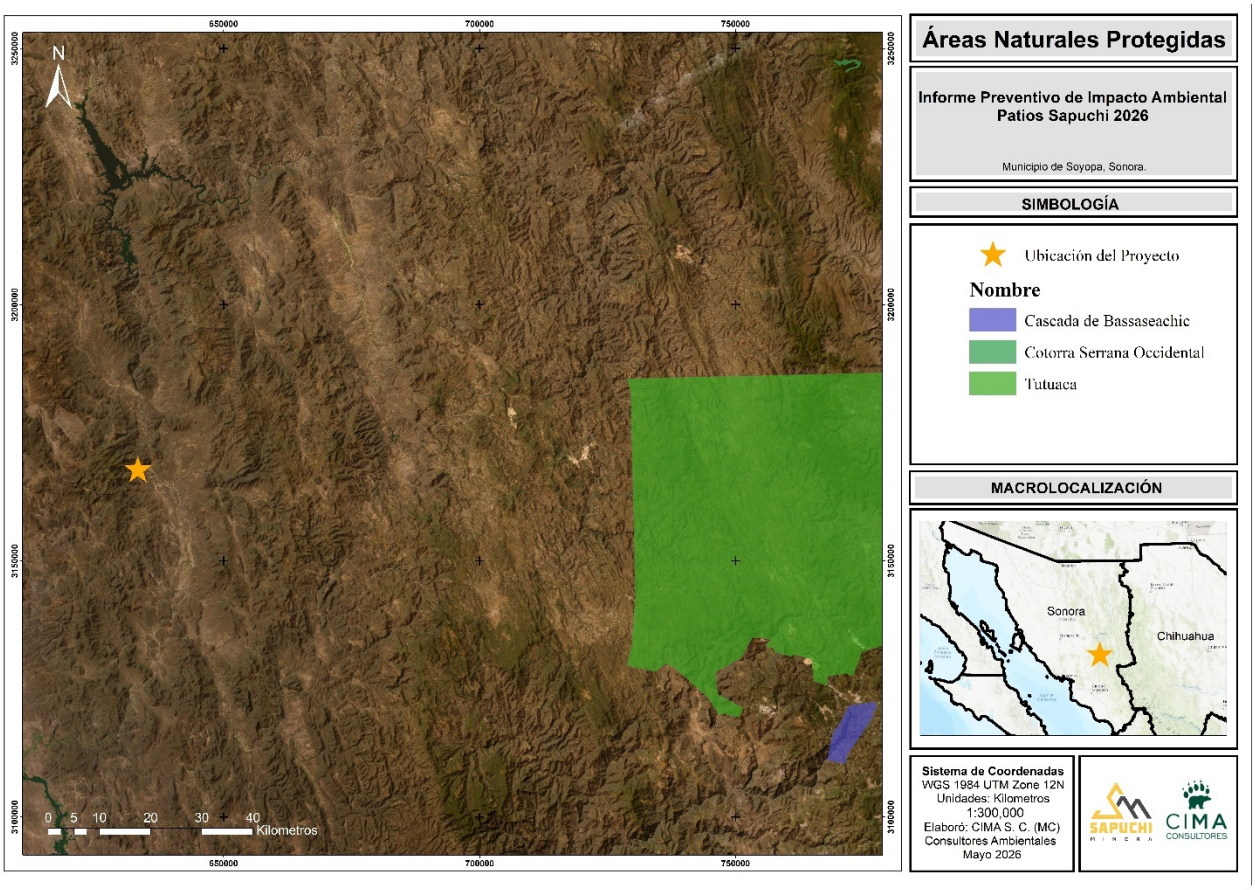


Figura II.3. ANP federales cercanas al proyecto.

II.4.2 Áreas Naturales Protegidas (ANP) – Estatales.

Son áreas relevantes a nivel nacional, representativas de uno a más ecosistemas no alterados significativamente por el hombre, o que quieran ser preservados y restaurados, en donde habitan especies representativas del país, endémicas, amenazadas o en peligro de extinción. Dentro del área de influencia del proyecto, **NO** se cuenta con algún área de este tipo, la más próxima corresponde a la denominada “Cerro Las Conchas”, ubicada en el municipio de Arivechi, como se muestra a continuación:

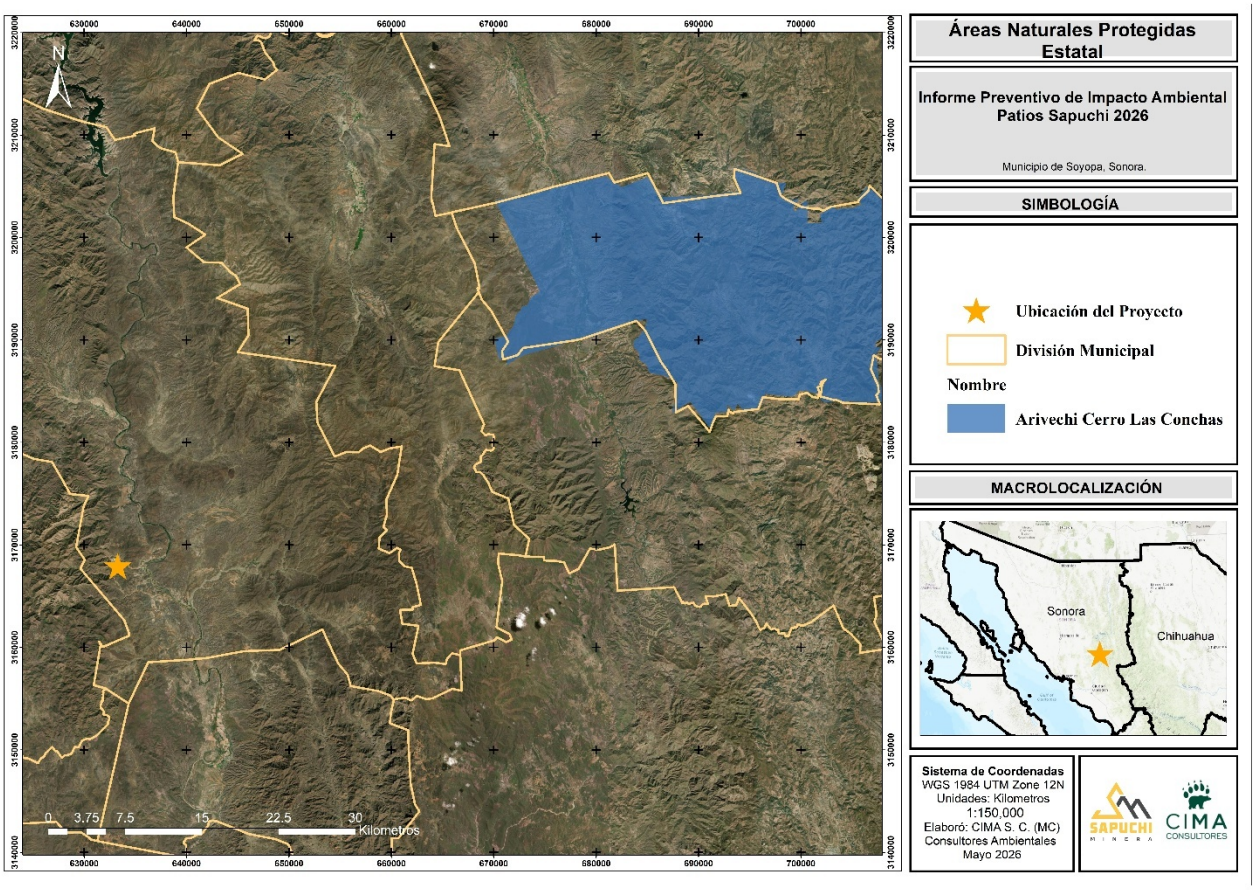


Figura II.4. ANP estatales cercanas al proyecto.

II.4.3 Áreas Naturales Protegidas (ANP) – Municipales.

Las áreas naturales protegidas municipales son zonas específicas dentro de un municipio destinadas a la preservación y protección de sus recursos naturales, flora y fauna. Estas áreas pueden tener diferentes categorías y propósitos, como la conservación de ecosistemas, la investigación científica, la recreación y el turismo sustentable. Dentro del Área de Influencia (AI) del proyecto no se localiza ninguna Área Natural Protegida (ANP) de carácter municipal. La ANP municipal más cercana corresponde al "**Sistema Lagunar Los Jagüeyes**", decretada mediante publicación en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Sonora el 5 de diciembre de 2022. Esta se ubica en el municipio de **Hermosillo**, aproximadamente a 150 km lineales al noroeste del área del proyecto, tal como se muestra en la siguiente figura.

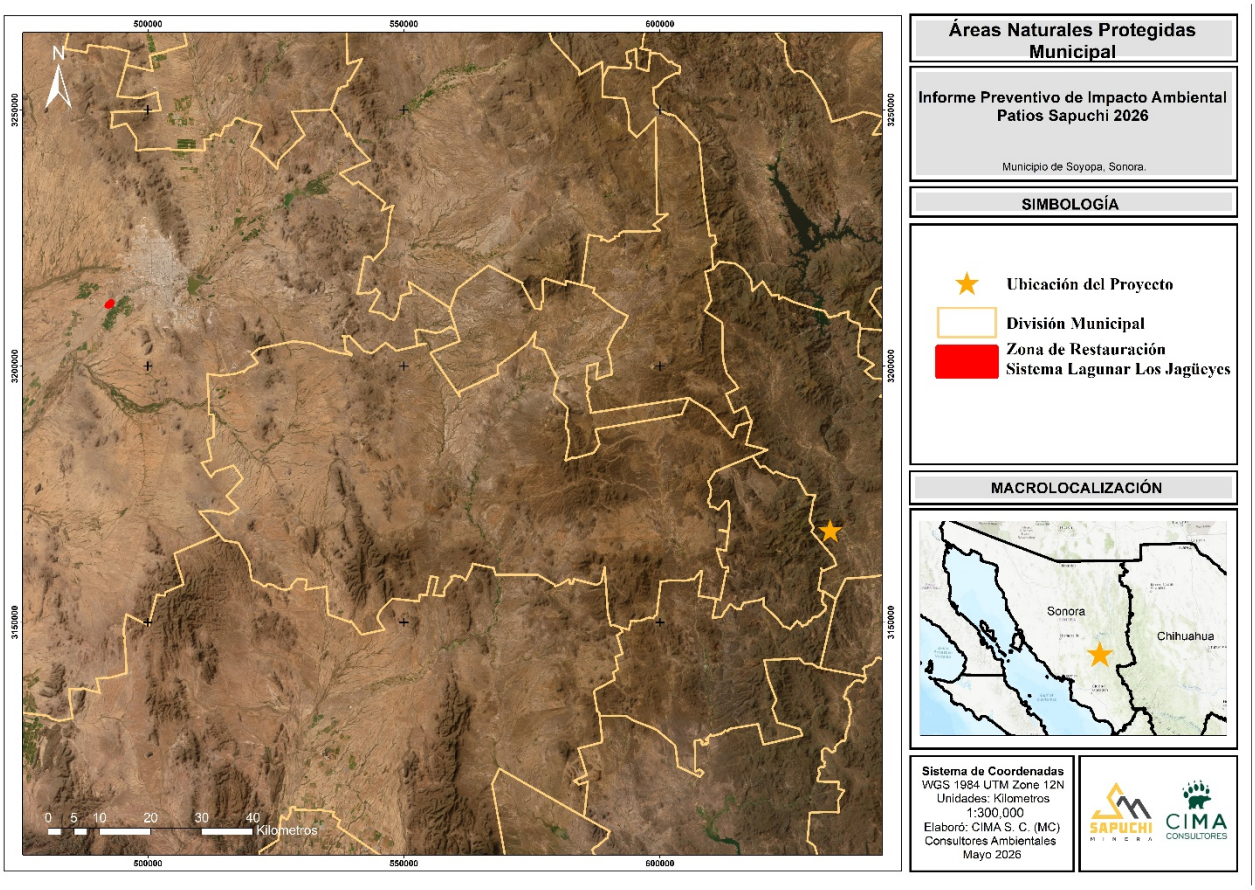


Figura II.5. ANP Municipales cercanas al proyecto.

II.4.4 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC).

Las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC), son áreas naturales protegidas de competencia Federal dedicadas a una función de interés público, y establecidas mediante certificado emitido por la secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), por conducto la Comisión Nacional de Áreas Naturales protegidas. Responden a iniciativas de pueblos indígenas, organizaciones sociales, personas morales, públicas o privadas, de destinar sus predios a acciones de conservación y son administradas por sus legítimos propietarios, conforme a su propia Estrategia de Manejo.

Dentro del Área del proyecto no se cuenta con alguna Área Destinadas Voluntariamente a la Conservación, por lo cual, el proyecto no incide de alguna manera. https://advc.conanp.gob.mx/wp-content/uploads/2025/01/Listado_ADVC_diciembre2024.pdf .

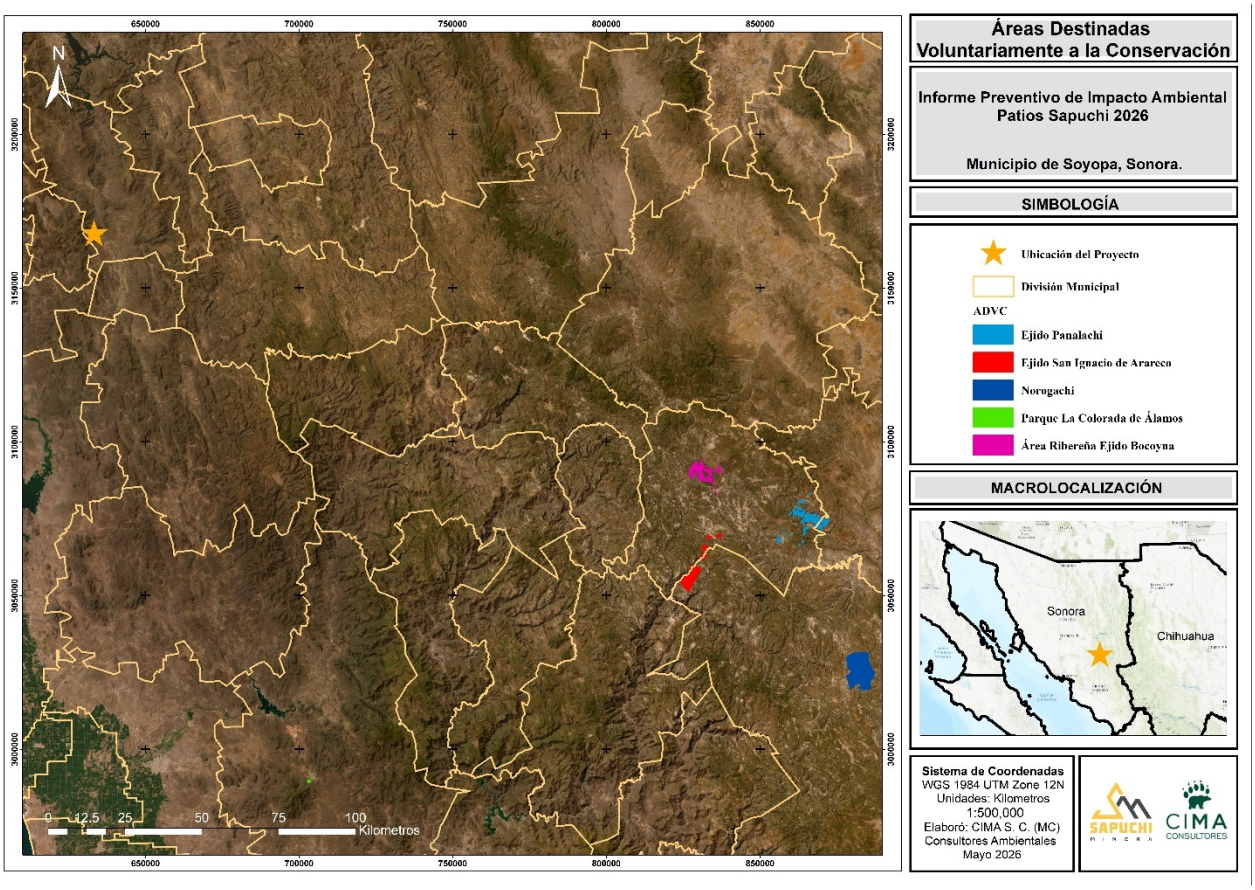


Figura II.6. ADVC cercanas al proyecto

II.5. Áreas de Importancia Ecológica.

Es importante identificar los alcances jurídicos de este tipo de planes, ya que representan acciones de alguna dependencia, sin una obligatoriedad hacia los particulares o autoridades distintas a la emisora, sin embargo, puede ayudar a evidenciar que el proyecto es congruente con las acciones y servir como elemento de apoyo. En el presente Informe Preventivo de Impacto Ambiental se identifican las restricciones derivadas de la aplicación de otros instrumentos jurídicos que regulen las obras y actividades, dicho análisis permite analizar si existen restricciones derivadas de esos instrumentos jurídicos, a lo que el promovente deberá indicar cómo pretende ajustar su proyecto a las mismas.

La CONABIO ha identificado regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad en áreas terrestres, marinas y acuático epicontinental con el fin de orientar los esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México. Esta regionalización, no constituye un instrumento formal de regulación, sin embargo, se incluye este apartado con el fin de que se cuente con más elementos de juicio para identificar su relación con el proyecto.

II.5.1 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando, las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido.

CONABIO tiene identificadas 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

El área del proyecto se encuentra en la **RHP 16 Río Yaqui-Cascada de Basaseachi**, cuyas características se muestran a continuación:

Clima: clima semiseco muy cálido y cálido, semiseco semicálido, secos muy cálidos y cálidos con lluvias en verano y algunas en invierno. Temperatura media anual de 16-26ºC. Precipitación total anual entre 200-700 mm.

Principales poblados: Cd. Obregón, Moctezuma, Villa Hidalgo, Mazatán, Yaqui, Vicam.

Actividad económica principal: forestal, agrícola, ganadera, pesquera, minera y ecoturismo.

Geología/Edafología: comprende las sierras de Bacatete, la Ventana, Baroyeca, el Encinal, La Sebastiana, Mazatán, las Palomas, las Guijas, las Maderas, Buenos Aires, el Tigre; rocas ígneas. Suelos de tipo Litosol, Xerosol, Regosol, Vertisol, Zolonchak, Cambisol, Fluvisol y Luvisol.

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosque espinoso, pastizal, bosques de coníferas, de pino-encino, de tascate, mesófilo, manglares, vegetación riparia, matorral xerófilo, manchones aislados de selva baja caducifolia. Región con una alta riqueza específica. Flora característica: bosques de coníferas de *Pseudotsuga* sp., *Abies* sp., de pinos *Pinus arizonica, P. Ayacahuite* y mixto *Populus tremuloides*. Fauna característica: *Awaous banana, Campostoma ornatum, Catostomus plebeius, Ajaia ajaja, Anas crecca, A. platyrhynchos, Ardea herodias. Endemismo de plantas Acacia willardiana; de insectos como Apodemia hepburni, A. phyciodioides, Enchioe guaymasensis, Texola elada. Especies amenazadas de fauna: Agosia chrysogaster, Catostomus bernardini (probablemente extirpada), C. cahita, C. leopoldi, Gila purpurea, Oncorhynchus sp.; de aves Anas acuta, A. discors, Aquila chrysaetos, Ara militaris, Aythya affinis, Campephilus imperialis; de mamíferos Lutra longicaudis annectens, Lynx rufus, Odocoileus hemionus, Puma concolor, Pecari tajacu, Ursus americanus. Ruta de aves migratorias. Área de anidación de la cotorra serrana occidental Rhynchopsitta pachyrhyncha y Accipiter gentilis. Representa a la zona límite norte de especies de origen neotropical y sur de especies boreales.*

Aspectos económicos: agricultura intensiva, pesca, ganadería extensiva, minería (tungsteno, cobre, fierro, plata, zinc y plomo), actividad forestal y ecoturismo. Pesquerías de carpa común (*Cyprinus carpio)*, mojarra (*Lepomis megalotis)*, langostino (*Macrobrachium americanum)*, lobina negra (*Micropterus salmoides)*, tilapia azul (*Oreochromis aureus)* y rana (*Rana catesbeiana)*. Generación de energía eléctrica y acuicultura.

Problemáticas:

1. **Modificación del entorno:** construcción de presas y sistemas hidráulicos para control de avenidas, generación de energía eléctrica y riego, explotación forestal, sobrepastoreo y construcción de carreteras. Desmontes y desvío de corrientes. Desertificación en algunas zonas. Desarrollo turístico en la parte alta de la cascada de Basaseachi.
2. **Contaminación:** por abuso de agroquímicos en la planicie costera, desechos mineros altos, uso de herbicidas en campañas antinarcóticos, descargas domésticas y residuales.
3. **Uso de recursos:** especies introducidas de carpa dorada (*Carassius auratus*, matalote (*Carpiodes carpio*, lirio acuático (*Eichhornia crassipes*, bagre azul (*Ictalurus furcatus*, mojarra (*Lepomis megalotis)*, lobina negra (*Micropterus salmoides)*, trucha arco iris (*Oncorhynchus mykis)s*, tilapia azul (*Oreochromis aureus)* y Rana *catesbeiana*. Caza furtiva y extracción de leña.

Vinculación: Para que el proyecto sea compatible con esta Región se tienen contempladas una serie de actividades, como lo son:

1. No se tendrá afectación a las corrientes naturales ni disminución en la capación de agua
2. Para el desarrollo del proyecto no se realizará desmonte.
3. Los residuos generados serán manejados adecuadamente conforme a la normatividad vigente aplicable
4. Proceso cerrado en el que no se tengan descargas de agua al ambiente.

En general, el proyecto tiene un impacto muy poco significativo sobre esta RHP, pues solo se llevará actividades de beneficio de mineral. Es importante mencionar que el proyecto no se contrapone a los objetivos que enmarca la RHP.

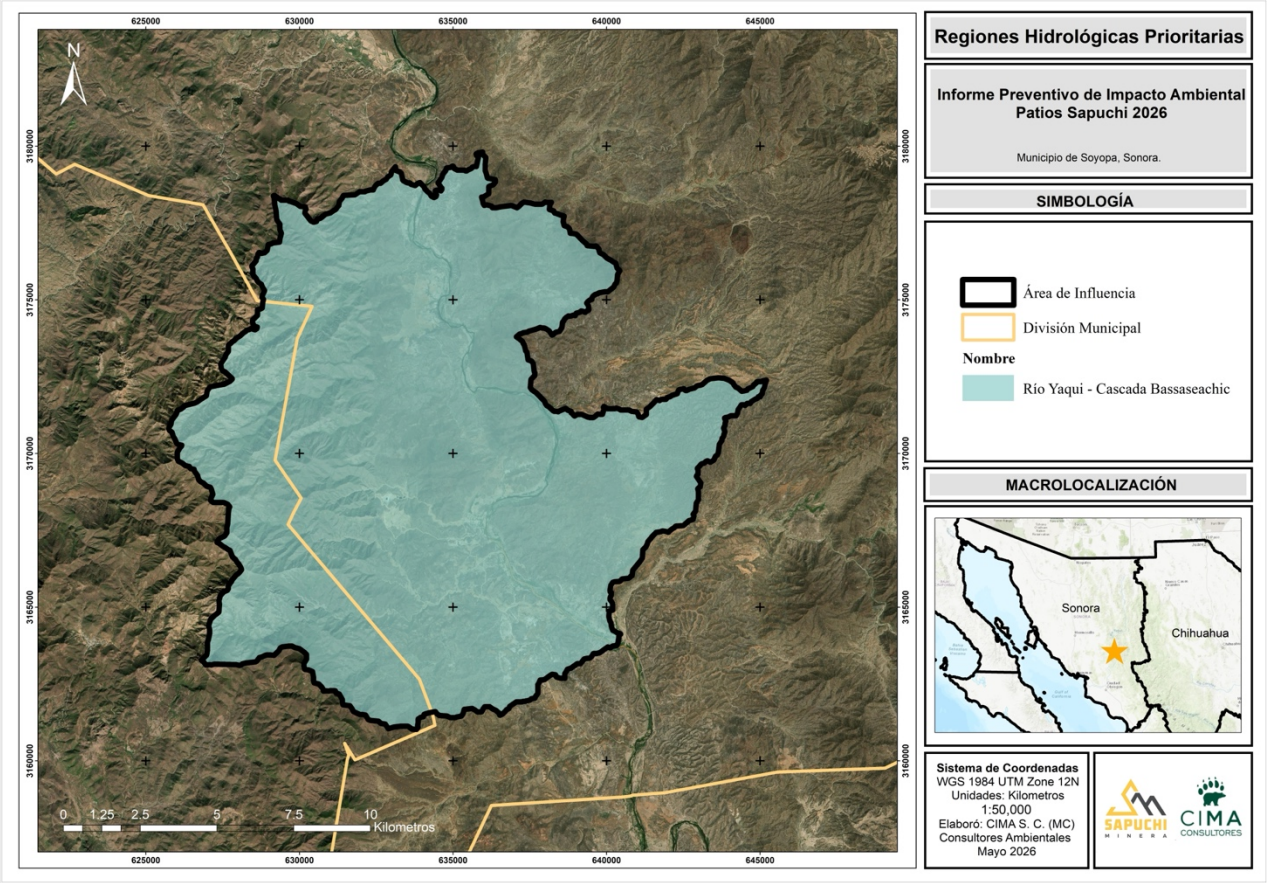


Figura II.7. Ubicación del proyecto respecto la RHP 16 Río Yaqui-Cascada de Basaseachi.

II.5.2 Regiones Terrestres Propietarias (RTP).

La acelerada pérdida y modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas requiere, con urgencia, que se fortalezcan los esfuerzos de conservación de regiones con alta biodiversidad. En este contexto, el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que

destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

El proyecto se localiza dentro de la **RTP 37 San Javier Tepoca**, esta región cuenta con una superficie de 3,783 km2.

Ubicación geográfica

Entidades**:** Sonora

Municipios**:** Cajeme, La Colorada, Onavas, Rosario, Sahuaripa, San Javier, Soyopa, Suaqui Grande, Yécora.

Localidades de referencia: Sahuaripa, Son.; Rosario, Son.; Suaqui Grande, Son.; Tecoripa, Son

Superficie: 3,783 km2

Valor para la conservación: 3 (mayor a 1,000 km²)

Características generales: La determinación de esta región como prioritaria se debe a la importancia biogeográfica que tiene, pues es el límite septentrional de la selva baja caducifolia, y comprende una gran diversidad de tipos de vegetación y la presencia de ecotonos (particularmente selva baja con matorral espinoso). Se han registrado alteraciones edáficas con presencia de especies endémicas y otras con distribución restringida. Al oeste de la región, las condiciones áridas dominan, en contraposición con los gradientes que incluyen selva baja caducifolia y bosque de encino en las partes montañosas, particularmente en las Sierras El Aliso y El Encinal. La localidad de Tepoca se ubica al sureste de la región, en la margen izquierda del río Techompa.

Aspectos climáticos

Tipos de clima: árido, cálido, semiárido, templado

Aspectos fisiográficos

Geoformas: Sierra, valles

Aspectos Bióticos

Diversidad ecosistémica: selva baja caducifolia y selva baja espinosa

Valor para la conservación: 3 (alto)

Tabla II.10. Aspectos Bióticos de la RTP 37 San Javier Tepoca

Aspectos Bióticos	
Factor	**Valor para la conservación**
Diversidad ecosistémica: Selva baja caducifolia, Selva baja espinosa	3 (alto)
Integridad ecológica funcional: Todavía hay continuidad funcional entre los ecosistemas, aunque se detectan problemas incipientes por desmonte y apertura para pastizales inducidos	4 (alto)
Función como corredor biológico: Ruta migratoria a lo largo de la Sierra Madre Occidental.	3 (alto)
Fenómenos naturales extraordinarios: Límite de distribución de muchos taxa tanto neárticos como neotropicales.	3 (muy importante)
Presencia de endemismos: Principalmente diversas especies de plantas vasculares.	2 (medio)
Riqueza específica: La poca alteración de los ecosistemas de la región y la gama de condiciones ambientales, favorecen una gran riqueza específica.	3 (alto)
Función como centro de origen y diversificación natural: Importante para diversas especies de pinos, encinos y leguminosas.	2 (importante)

Aspectos antropogénicos

Problemática ambiental: Se identifican como problemas la apertura de pastizales inducidos, el sobrepastoreo, la extracción de madera y las actividades mineras que, aunque no se han desarrollado a gran escala, pueden tener un fuerte impacto en la región.

Tabla II.11. Aspectos antropogénicos de la RTP 37 San Javier Tepoca..

Aspectos Antropogénicos	
Factor	**Valor para la conservación**
Función como centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles: Importante para especies como yorimuni (frijol) y chiltepín (chile).	2 (importante)
Pérdida de superficie original: No hay hasta la fecha una alteración significativa de los ecosistemas.	1 (bajo)
Nivel de fragmentación de la región: De momento, poco importante para la región.	1 (bajo)
Cambios en la densidad poblacional: No se detecta un crecimiento significativo de los asentamientos humanos.	1 (estable)
Presión sobre especies clave: Se carece de información al respecto, aunque se estima que no es significativa	1 (bajo)
Concentración de especies en riesgo: No hay información disponible, pero se estima que no hay peligro significativo para la biota por degradación de ecosistemas.	1 (bajo)
Prácticas de manejo inadecuado: La actividad forestal y la minería, aunque de ámbito restringido, no se llevan a cabo de una manera controlada.	1 (bajo)

Vinculación:

El proyecto minero que se pretende desarrollar contempla la reactivación de zonas que históricamente fueron utilizadas con fines mineros, así como la incorporación de nuevas áreas necesarias el beneficio de minerales metálicos, principalmente oro.

Teniendo en cuenta lo anterior y el propósito de las regiones terrestres prioritarias que es prioridad la conservación dada ***"****la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación"*, con la finalidad de realizar las actividades previstas en el proyecto minero, fue necesario plantear acciones para prevenir, mitigar y/o compensar los posibles impactos que el proyecto por su naturaleza pudiera generar.

Además, se realizarán monitoreos continuos de biodiversidad y condiciones ambientales para mantener una observación constante de los impactos generados a lo largo del desarrollo del proyecto. Cabe destacar que este no contempla el aprovechamiento directo de flora y fauna, ya que su enfoque principal es la extracción de minerales.

En conclusión, se considera que el proyecto, junto con las acciones planteadas, se encuentra alineado con los lineamientos establecidos en la RTP. Esto se debe a que el proceso se desarrolla estrictamente conforme a la normatividad vigente.

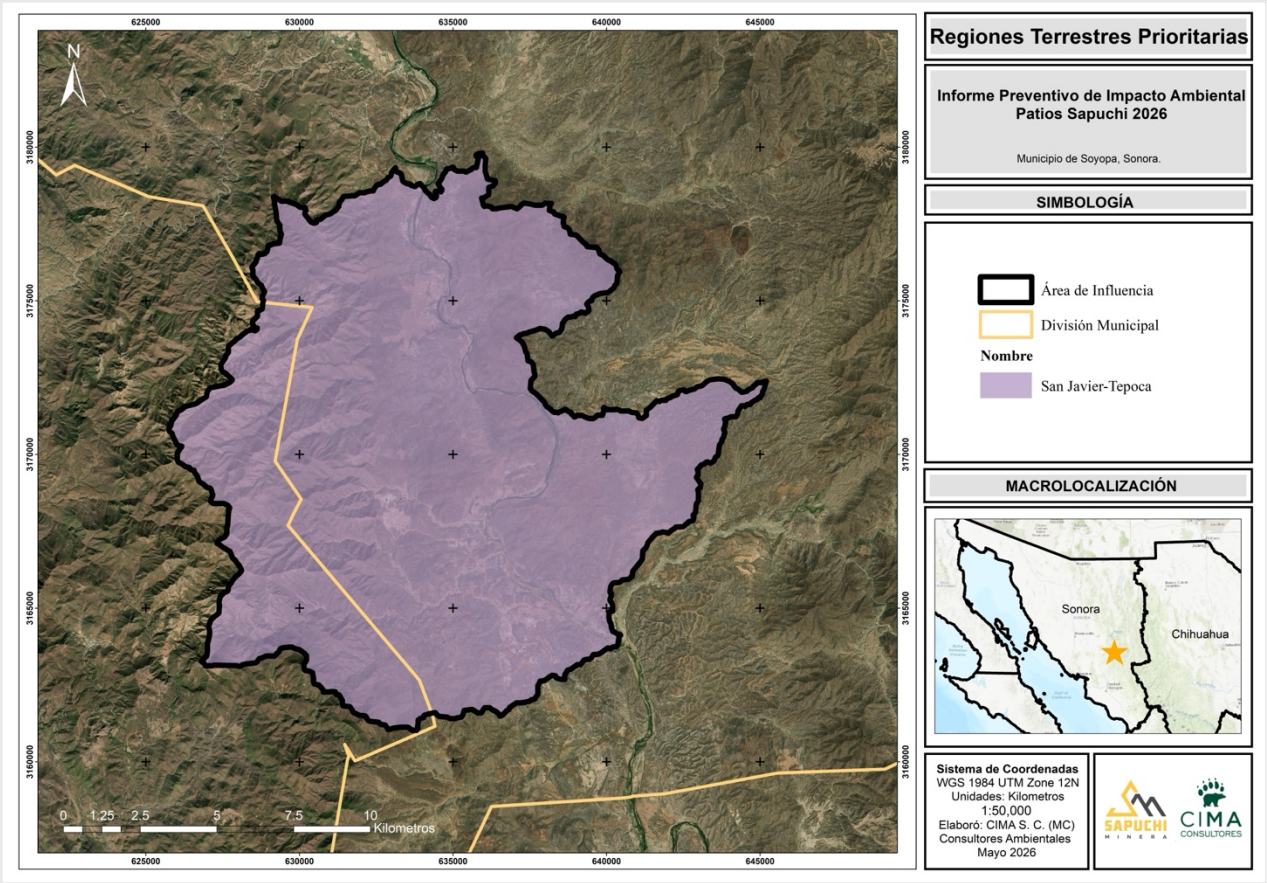


Figura II.8. Localización del proyecto respecto de la RTP 37 San Javier - Tepoca.

II.5.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).

Un AICA es un área de importancia internacional para la conservación de aves. Normalmente provee hábitat esencial para una o más especies de aves. Estos sitios pueden tener aves amenazadas, con rango de distribución restringida, las que son representativas de un bioma o concentraciones numerosas de aves en sitios de reproducción, durante su migración, o en sus sitios de hibernación.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) reconoce que la Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) en la que se encuentra el área del proyecto es la No. 127 Cuenca del Río Yaquí, cubriendo en su totalidad el sistema ambiental, como se muestra en la siguiente figura.

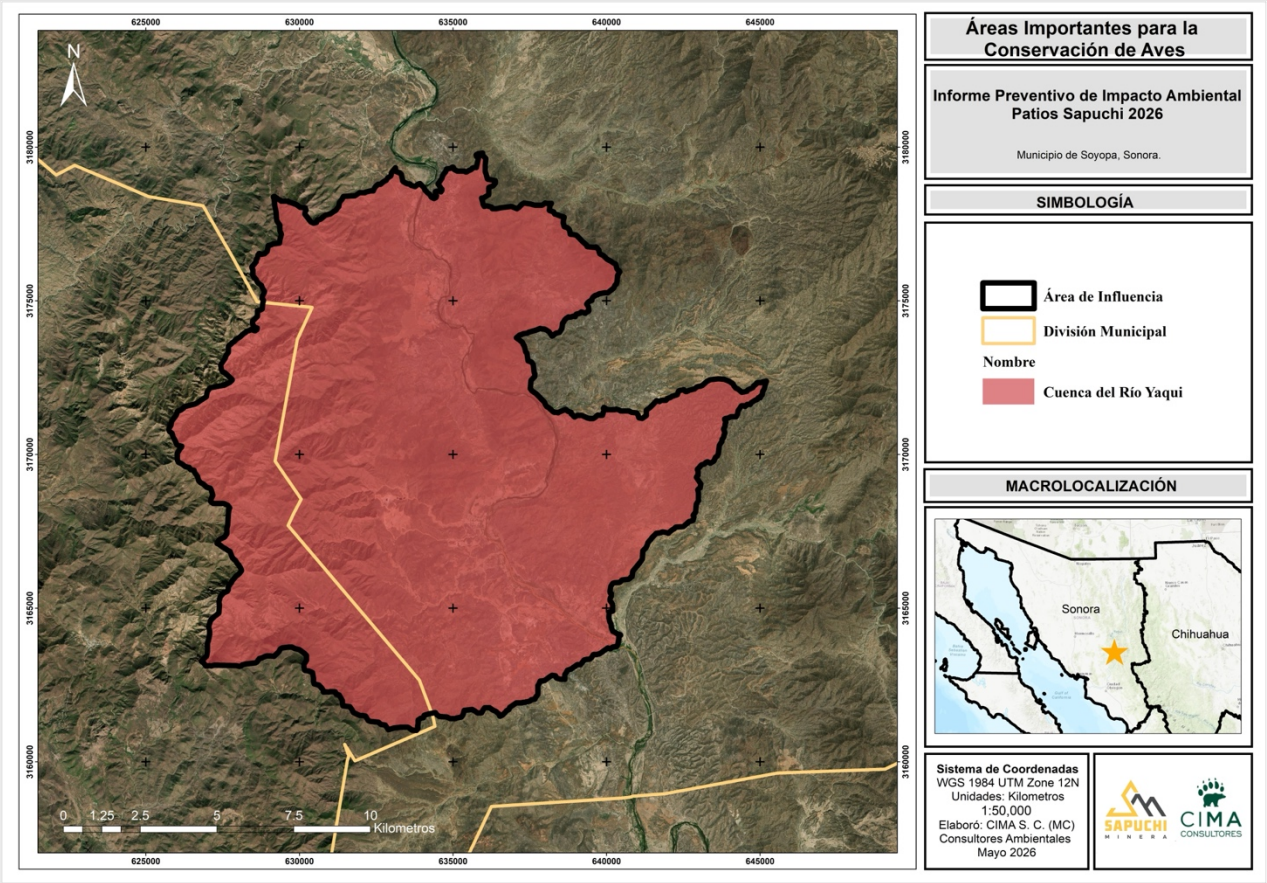


Figura II.9. Ubicación del proyecto respecto de AICAS cercanas.

II.5.4 Sitios Ramsar.

Los sitios Ramsar son una convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. Conocida también como Convenio RAMSAR, fue firmada en la ciudad de Ramsar (Irán) el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. México se adhirió a este Convenio en 1986. Instrumento que no forma parte del sistema de convenios y acuerdos sobre medio ambiente de las Naciones Unidas.

México forma parte de la Convención de Ramsar desde 1986, es actualmente la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la Dependencia del Gobierno Federal encargada de llevar a cabo la aplicación de la Convención. Actualmente nuestro país cuenta con 142 Sitios Ramsar con una superficie total de casi nueve millones de hectáreas. Estos incluyen, humedales, manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas cársticos y sitios con especies amenazadas.

El área del proyecto **no se encuentra dentro de algún sitio RAMSAR**, el más cercano al proyecto es “Complejo Lagunar Bahía Guásimas – Estero Lobos” a una distancia de 110.25 km lineales, como se puede apreciar a continuación:

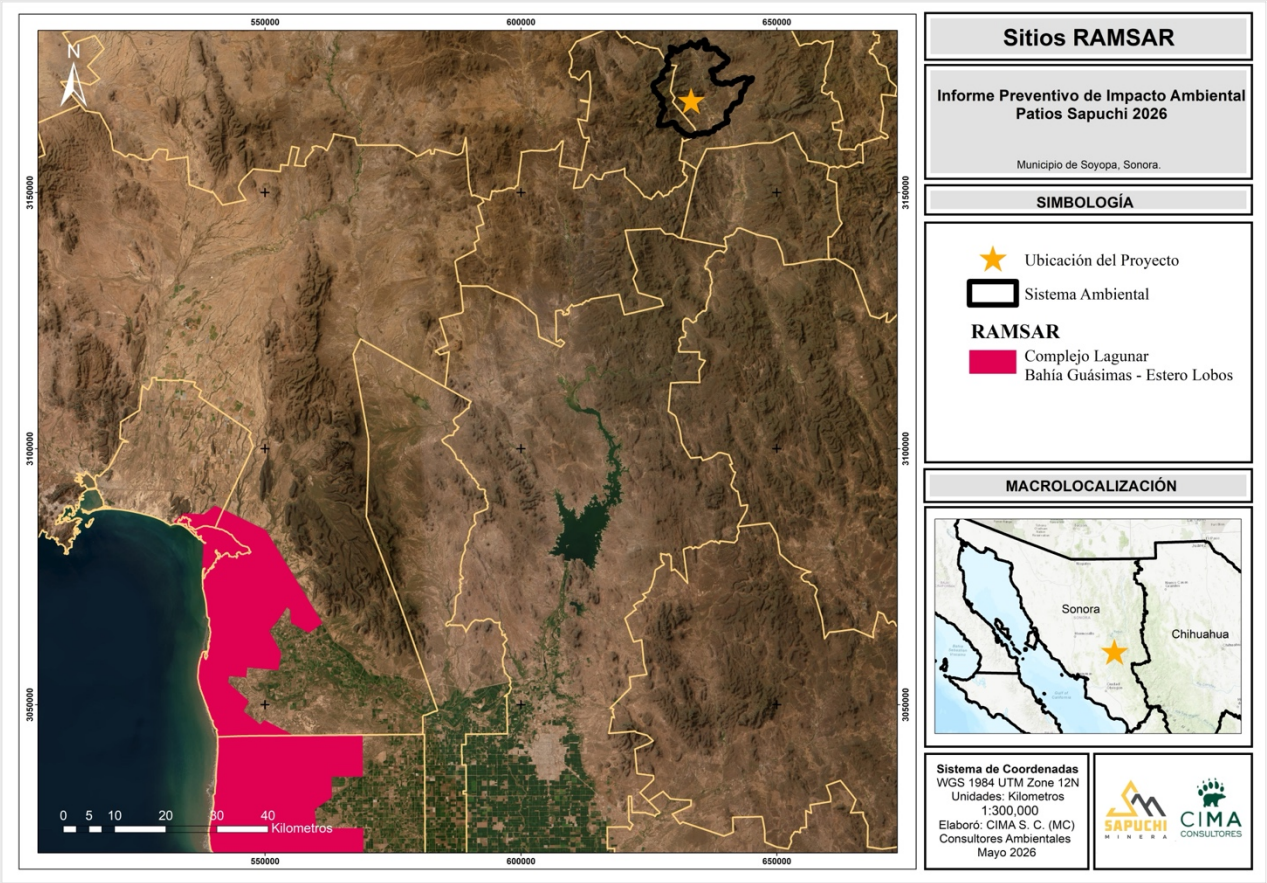


Figura II.10. Sitio RAMSAR cercano al proyecto.

CAPÍTULO III ASPECTOS TÉCNICOS Y AMBIENTALES

Proyecto “Patios Sapuchi 2026”

Mayo 2026

CONTENIDO

III. ASPECTOS TÉCNICOS Y AMBIENTALES 16
III.1. Descripción General de la Obra o Actividad Proyectada 16
III.1.1. Localización del Proyecto. 19
III.1.2. Dimensiones del proyecto 21
III.1.3. Características del Proyecto 22
III.1.4. Uso actual del suelo dentro del sitio seleccionado. 23
III.1.5. Programa de trabajo. 23
1. Criterios de obra 25
2. Mantenimiento 28
3. Abandono del sitio (post-operación) 28
III.1.6. Identificación de las sustancias o productos que van a empelarse y que podrían provocar un impacto al ambiente, así como sus características físicas y químicas. 29
III.1.1. Identificación y estimación de las emisiones, descargas y residuos cuya generación se prevea, así como medidas de control que se pretendan llevar a cabo. 29
III.2. Descripción del Ambiente y, en su Caso, la Identificación de otras Fuentes de Emisión de contaminantes Existentes en el Área de Influencia del Proyecto. 32
III.2.1. Representación Gráfica de Localización del Proyecto. 32
III.2.2. Justificación del Área de Influencia. 33
III.2.3. Identificación de Atributos Ambientales 34
1. Descripción de los Componentes Físicos 34
2. Descripción de los Componentes Bióticos 66
III.2.4. Funcionalidad. la importancia y/o relevancia de los servicios ambientales. 87
III.3. Diagnóstico ambiental. 89
III.4. Identificación de los Impactos Ambientales Significativos o Relevantes y Determinación de las Acciones y Medidas para su Prevención. 89
III.4.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales. 90
III.4.2. Evaluación de Identificación de Impactos Ambientales – Matriz de Leopold 111
III.4.3. Descripción de los impactos ambientales provocados por el desarrollo del proyecto – Matriz de Leopold 115
III.4.4. Impactos residuales 122
III.5. Identificación, prevención y mitigación de los impactos ambientales 124
III.5.1. Procedimiento para supervisar el cumplimiento de las medidas de mitigación 129
III.6. Planos de Localización del área en la que se pretende realizar el proyecto. 129
III.6.1. Condiciones adicionales 129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III.1 Coordendas de la superficie de ocupacion para la recuperacion de Oro Sapuchi 20
Tabla III.2. Superficie de Afectación del Proyecto. 21
Tabla III.3. Programa general de trabajo. 24

Tabla III.4. Climatología en el Área de Influencia del proyecto. 35
Tabla III.5. Datos de la estación Meteorológica más cercana al Área de Influencia. 37
Tabla III.6. Estadísticas de temperaturas máxima, media y mínima promedio de la estación meteorológica 26309 Soyopa. 38
Tabla III.7. Estadísticas de precipitación media anual 38
Tabla III.8. Rango de isoyetas dentro del AI del proyecto. 39
Tabla III.9. Rango de isotermas dentro del AI del proyecto. 40
Tabla III.10. Estadísticas de intemperismos severos 43
Tabla III.11. Geología dentro del Área de Influencia del proyecto. 45
Tabla III.12. Sistema de Topoformas en el Área de Influencia. 49
Tabla III.13. Rango de elevaciones presentes dentro del AI delimitada para el proyecto. 52
Tabla III.14. Superficie y Porcentaje de los Tipos de Suelo en el Área de Influencia. 60
Tabla III.15. Red hidrológica dentro del AI del proyecto. 61
Tabla III.16. Tipo de orden y distancia de las corrientes dentro del AI del proyecto. 63
Tabla III.17. Acuíferos y superficie dentro del AI. 64
Tabla III.18. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Onavas (2647). 66
Tabla III.19. Tipos de vegetación y uso de suelo dentro del AI del proyecto. 67
Tabla III.20. Listado de la flora presente en el área de influencia del proyecto. 71
Tabla III.31. Familias, géneros, especies y porcentajes relativos de plantas del AI del proyecto. 76
Tabla III.22. Estratos de vegetación presentes en el AI del proyecto. 78
Tabla III.23. Especies normadas dentro del AI. 79
Tabla III.24. Fauna detectada en el área de influencia del proyecto. 80
Tabla III.25. Clases de vertebrados, familias, géneros, número de especies y porcentaje de especies por clase con respecto al total, del AI del proyecto. 83
Tabla III.26. Especies de fauna del área de influencia del proyecto, en alguna categoría de riesgo en base a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES 85
Tabla III.27. Servicios Ambientales. 87
Tabla III.28. Nivel de Afectación de los Servicios Ambientales. 88
Tabla III.29. Diagnóstico Ambiental y Condición de los Componentes Ambientales. 89
Tabla III.30. Actividades por realizar en el Proyecto. 91
Tabla III.31. Factores, sub-factores y componentes ambientales del proyecto. 92
Tabla III.32. Resumen de los tipos de lista de chequeos empleados para el desarrollo del proyecto. 93
Tabla III.33. Lista de chequeo simple. 95
Tabla III.34. Planificación – Estatus cultural – Impactos benéficos. 96
Tabla III.35. Preparación del sitio – Suelos - Impactos adversos. 97
Tabla III.36.Preparación del sitio – Agua - Impactos adversos. 98
Tabla III.37.Preparación del sitio – Aire - Impactos adversos. 98
Tabla III.38.Preparación del sitio – Flora – Impactos adversos. 99
Tabla III.39.Preparación del sitio – Fauna - Impactos adversos. 100
Tabla III.40.Preparación del sitio – Paisaje - Impactos adversos. 101
Tabla III.41.Preparación del sitio – Estatus cultural - Impactos adversos. 101
Tabla III.42.Preparación del sitio – Estatus cultural - Impactos benéficos. 101
Tabla III.43. Operación – Suelo - Impactos adversos. 102
Tabla III.44.Operación – Agua - Impactos adversos. 103
Tabla III.45.Operación – Aire - Impactos adversos. 104
Tabla III.46.Operación – Fauna – Impactos adversos. 104
Tabla III.47.Operación – Paisaje - Impactos adversos. 105
Tabla III.48. Operación – Estatus cultural - Impactos adversos. 105
Tabla III.49.Operación – Estatus cultural - Impactos benéficos. 106
Tabla III.50. Mantenimiento – Suelo- Impactos adversos. 106

Tabla III.51.Mantenimiento – Agua - Impactos adversos. 107
Tabla III.52.Mantenimiento – Aire- Impactos adversos. 107
Tabla III.53.Mantenimiento – Estatus cultural - Impactos adversos. 107
Tabla III.54.Mantenimiento – Estatus cultural – Impactos benéficos 108
Tabla III.55.Abandono del sitio – Aire- Impactos adversos. 108
Tabla III.56.Abandono del sitio – Estatus cultural- Impactos adversos. 108
Tabla III.57.Abandono del sitio – Suelos - Impactos benéficos. 109
Tabla III.58.Abandono del sitio – Agua - Impactos benéficos. 109
Tabla III.59.Abandono del sitio – Flora - Impactos benéficos. 109
Tabla III.60.Abandono – Fauna – Impactos benéficos. 110
Tabla III.61.Abandono del sitio – Paisaje - Impactos benéficos. 110
Tabla III.62.Abandono del sitio – Estatus cultural – Impactos benéficos. 110
Tabla III.63. Valores y cálculos de importancia. 111
Tabla III.64. Resumen de interacciones de impacto por etapa del proyecto 112
Tabla III.65. Balance de valoración de Impactos Parciales por etapa. 113
Tabla III.66. Valoración de impactos. 113
Tabla III.76.Resultados de impactos parciales de la matriz de causa efecto Leopold. 114
Tabla III.68. Matriz de Leopold – Etapa de planificación. 115
Tabla III.69. Matriz de Leopold – Etapa de preparación del sitio. 117
Tabla III.70. Matriz de Leopold – Etapa de operación. 119
Tabla III.71. Matriz de Leopold – Etapa de mantenimiento. 120
Tabla III.72. Matriz de Leopold – Etapa de abandono del sitio. 121
Tabla III.73. Medidas de mitigación a implementar 125
Tabla III.74. Medidas de mitigación a implementar factor aire 126
Tabla III.75.Medidas de mitigación a implementar factor suelo 126
Tabla III.76.Medidas de mitigación a implementar factor agua 127
Tabla III.77.Medidas de mitigación a emplear factor flora 128
Tabla III.78. Medidas de mitigación a emplear factor fauna 128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1. Ubicación del proyecto. 20
Figura III.2. Estimación preliminar del consumo de cianuro de sodio en el proceso 26
Figura III.3. Ubicación del proyecto. 32
Figura III.4. Área de Influencia delimitada para el proyecto 34
Figura III.5. Tipos de climas que se encuentran en el proyecto. 36
Figura III.6. Tipos de climas del área del proyecto (sección 1). 37
Figura III.7. Rango de isoyetas dentro del AI del proyecto. 40
Figura III.8. Rango de isotermas presentes en el proyecto. 41
Figura III.9. Rango de evapotranspiración dentro del proyecto. 43
Figura III.10. Tipo de rocas dentro del AI del proyecto "IP Patios Sapuchi 2026". 46
Figura III.11. Tipo de rocas dentro en el ara del proyecto 47
Figura III.12. Provincia Sierra Madre Occidental dentro del AI del proyecto. 48
Figura III.13. Provincia fisiográfica dentro del área del proyecto 49
Figura III.14. Sistema de Topoformas presente dentro del AI del proyecto 50
Figura III.15. Sistema de topoformas presentes dentro del área del proyecto 51
Figura III.16. Fallas y fracturas en el AI del proyecto. 52
Figura III.17. Exposiciones dentro del AI del proyecto 53
Figura III.18. Exposiciones dentro del proyecto. 54

Figura III.19. Grado de intensidad de Escala de Mercalli. 55
Figura III.20. Ubicación del área de influencia de acuerdo con los grados de intensidad de Mercalli. 56
Figura III.21. Ubicación del AI con respecto a la regionalización sísmica de CFE. 57
Figura III.22. Ubicación del AI respecto a las regiones propensas a deslizamiento de laderas. 58
Figura III.23. Ubicación del proyecto con respecto a volcanes activos registrados. 59
Figura III.24. Tipos de suelo dentro del AI. 60
Figura III.25. Tipos de suelo dentro del área del proyecto 61
Figura III.26. Hidrología del Área de Influencia. 62
Figura III.27. Red hidrográfica presente dentro del AI del proyecto.....63
Figura III.28. Red hidrográfica del proyecto 64
Figura III.29. Acuíferos dentro del área de influencia. 65
Figura III.30. Denominaciones de uso de suelo y vegetación de INEGI Serie VII para el AI del proyecto. 67

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica III.1. Temperatura media, mínima y máxima anuales de la estación meteorológica 26309 Soyopa....38
Gráfica III.2. Precipitación media anuales de la estación meteorológica 26309 Soyopa 39
Gráfica III.3. Grafica de velocidad del viento 44
Gráfica III.4. Rosa de los vientos.....44
Gráfica III.5. Estructura de la comunidad vegetal del proyecto, en donde se observan los estratos. 78
Gráfica III.6. Estratos de plantas del área de influencia, y porcentajes respecto al total.....78
Gráfica III.7. Clase y número de especies de animales silvestres del área de influencia del proyecto IP Patios Sapuchi 2026.....84
Gráfica III.8. Clase de vertebrados del área de influencia del proyecto, porcentaje con relación al total de especies presentes. 85

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía III.1. Condiciones presentes, en área con Bosque de encino del AI Sapuchi, ahí se tienen algunos especímenes del género *Quercus* y algunas otras plantas adicionales que conforman este ecosistema. 69
Fotografía III.2. La viejita (*Melozone fusca*), se encuentra en el AI Sapuchi y tiene buena distribución (Autor foto: Jorge A. Pérez Torres. Naturalista). 84

III. ASPECTOS TÉCNICOS Y AMBIENTALES

III.1. Descripción General de la Obra o Actividad Proyectada

La empresa de **Sapuchi Minera S. de R.L de C.V.**, es una empresa cuyo principal giro es la industria minera, particularmente enfocada al desarrollo de proyectos para la exploración de minerales reservados a la federación.

El presente estudio se centra en la evaluación de un proyecto de beneficio de mineral cercano a la localidad de San Antonio de La Huerta dentro del municipio de Soyopa, Sonora, realizando actividades de recuperación de oro usando el método de beneficio de lixiviación en montones, la absorción de columnas con carbón activado, seguido de celdas electrolíticas para la recuperación de valores. El Proyecto se desarrollará bajo estricto apego a los lineamientos establecidos en materia de impacto ambiental, de manera que se garantice un progreso adecuado de las actividades en el contexto ambiental existente. Por ello, para asegurar la aplicación de las mejores prácticas, el Proyecto se realizará bajo una permanente supervisión ambiental.

El propósito del presente proyecto busca mediante las actividades, consiste en la recuperación de oro de terreros acumulados de la Unidad minera en una superficie estimada de 14.32 ha, la cual cuenta con Resolutivo en materia de Impacto Ambiental No. DS-SG-UGA-IA-700-06 de fecha 07 de septiembre de 2006 actualmente en suspensión mediante los Oficios No. DS-SGPA-UGA-964-08 y DS-SG-UGA-0273-2013. Dichos terreros pueden ser empleados por el actual promovente, al haber realizado el cambio de titularidad de dicho proyecto.

Sapuchi Minera S. de R.L de C.V pretende desarrollar una campaña de recuperación de oro, se contempla sea usado el método de beneficio de lixiviación en montones, la absorción de columnas con carbón activado, seguido de celdas electrolíticas para la recuperación de valores.

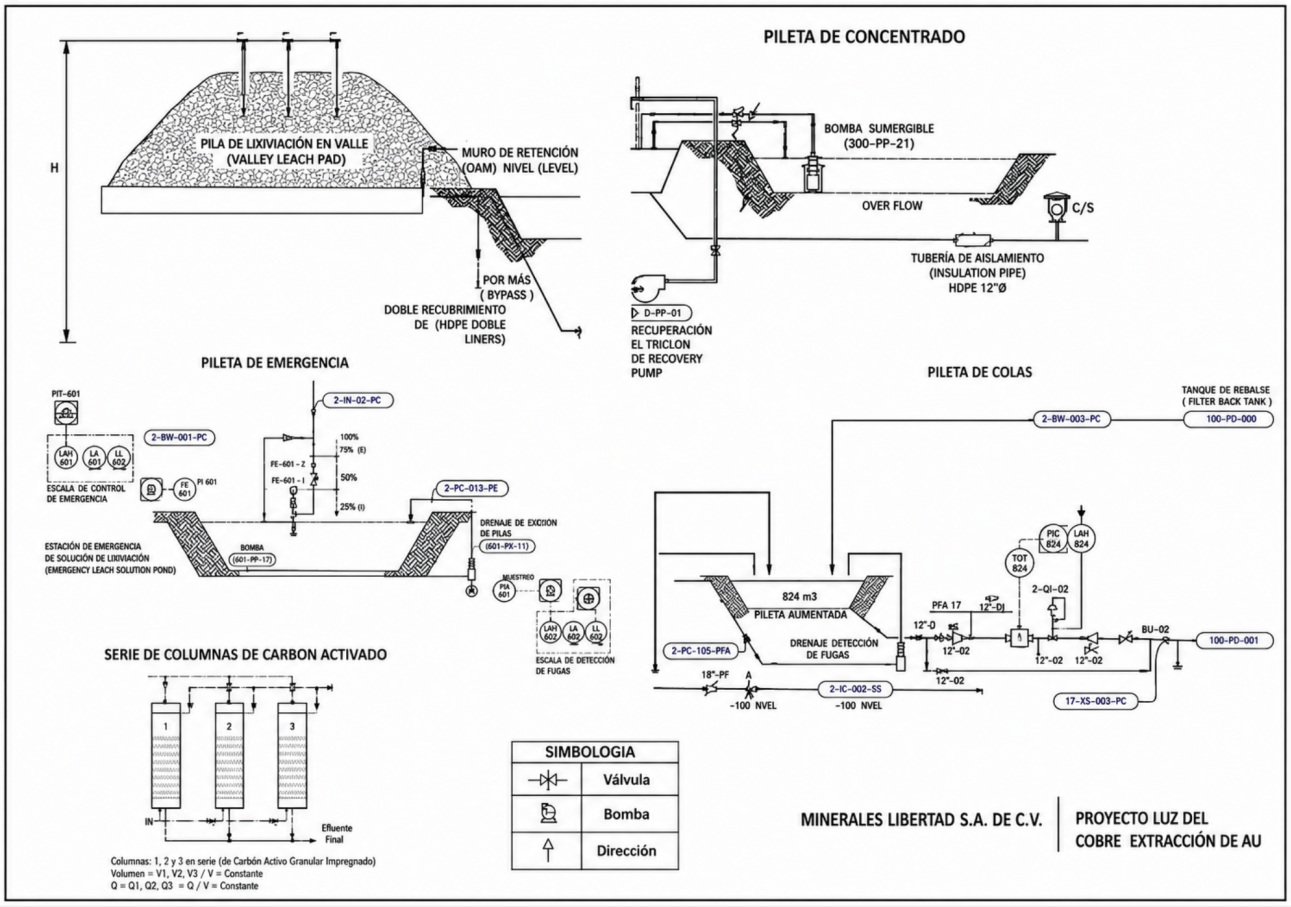


Figura III. 1 Diagrama general del proceso minero

De dicho material actualmente se proyectan las pruebas de geotecnia y se afina el programa constructivo en apego a la NOM-155-SEMARNAT-2007, producto del presente estudio.

Esta solicitud se deriva del porcentaje de oro contenido en parte del descapote del tajo que ha resultado de la actividad minera que se ha venido desarrollando en la zona, el cual se decidió acumularlo en un stock dentro del mismo terrero. Actualmente se tiene un acumulado total identificado de 1 200 000 toneladas con ley promedio estimada de 0.70-0.80 gr/Ton.

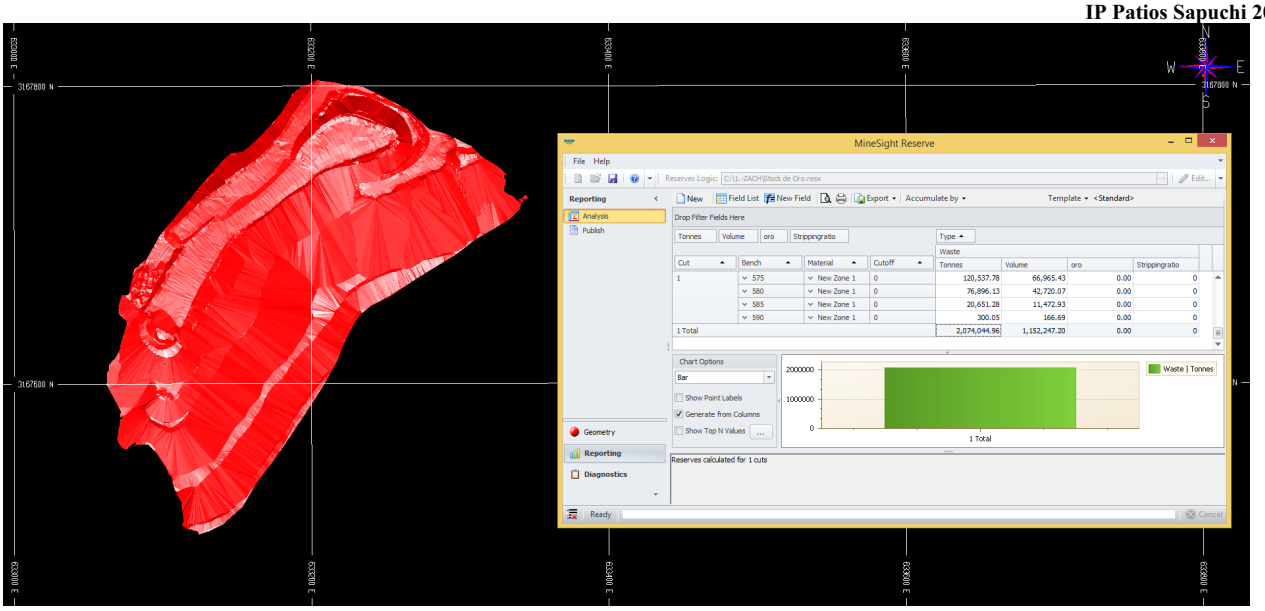


Figura III. 2 Dimensionamiento del terreno (Stockpile de Au).

El material acumulado (Stockpile) de Au, consiste básicamente de material seleccionado proveniente del tajo en zona de Óxidos, donde se estuvieron minando cuerpos de brechas con buenos valores de Au, dichas brechas se caracterizan por presentar fragmentos de roca tanto de la formación San Antonio como de la Formación Barranca, además de algunos fragmentos de intrusivos de composición Tonalítica y Diorítica, cementante de Especularita + Cuarzo + Calcita, moderada presencia de Boxwork, abundante Oxidos de Fierro (Hematita >> Goethita > Jarosita), los fragmentos de roca se encuentran frecuentemente con fuerte Silicificación además de presentar delgado vetilleo de Cuarzo, localmente podemos observar moderada Argilización y ocasionalmente Sericita fina, clorita débil reemplazando Feldespatos, trazas de Py fina diseminada.

En pruebas a nivel laboratorio (botella y columnas), realizadas en nuestro laboratorio, se han alcanzado recuperaciones hasta del 60% del oro total contenido, aunque las pruebas de afine de datos continúan.

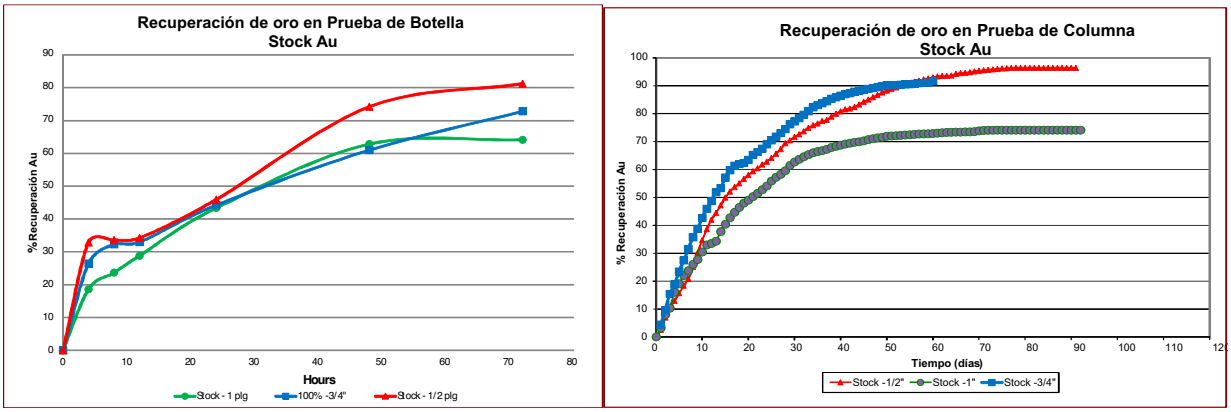


Figura III. 3 Tendencias de recuperación de oro

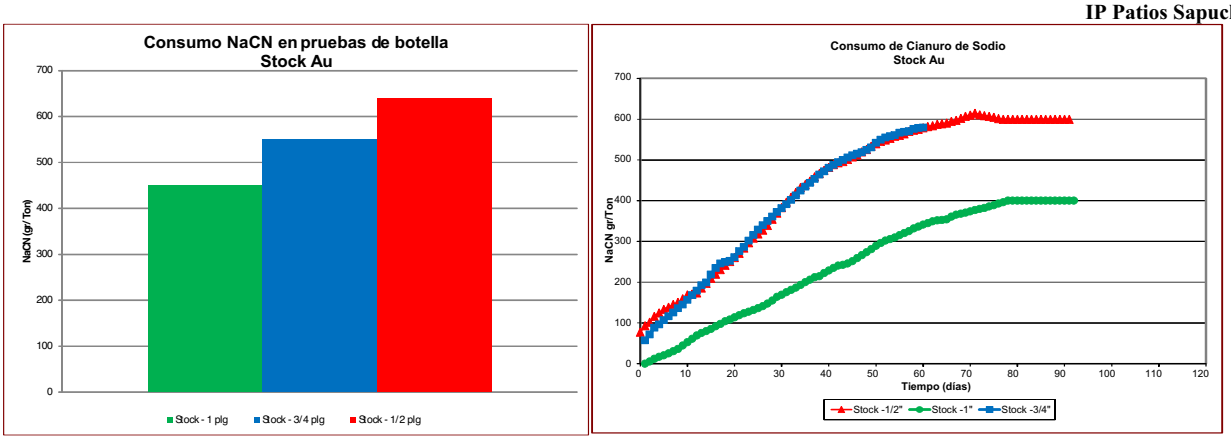


Figura III. 4 Consumo de reactivo en el proceso

La nueva actividad solicitada consistirá en una recuperación del Oro del terrero de la unidad, usando el método de beneficio de lixiviación en montones, la absorción en columnas con carbón activado seguido de celdas electrolíticas para la recuperación de valores. La recuperación será de 71,958.88 Oz Au. Como se mencionó, esta actividad abarcará una superficie de 14.32 hectáreas en terrenos que cuentan con espacios e infraestructura disponible sin uso y espacios de áreas carentes de vegetación nativa.

Entre las principales obras e instalaciones de esta actividad que pueden ser aprovechas son un patio de lixiviación, ya cuenta que se tienen áreas de proceso, taller de mina, oficinas administrativas, áreas de almacén y servicios diversos de apoyo a las operaciones para la producción de cobre que es la autorización original.

Se estima que se procesarán en promedio 1 200 000 toneladas de mineral que serán colocados en un año en el patio de lixiviación y la vida útil será de 16 años contemplando las etapas de planificación, preparación del sitio/ construcción, operación, mantenimiento y abandono del sitio, con las reservas conocidas, pudiendo extenderse en función del detalle de la ingeniería y geotecnia proyectada, previa justificación de resultados.

Al término de la recuperación de este lote de mineral, las instalaciones y materiales serán retiradas, y el costo del abandono y restauración de esta área será incluida dentro del Plan de Abandono y Restauración señalados más adelante y expuestos previamente para su Autorización:

III.1.1. Localización del Proyecto.

El proyecto tiene su ubicación geopolítica en el Estado de Sonora, Municipio de Soyopa, en la localidad San Antonio de la Huerta, en la porción central de la cuenca hidrológica del Río Yaqui, entre las coordenadas UTM 3,166,800 m y 3,168,600 m Norte y entre los 632,400 y 636 m Este aproximadamente a 138 km hacia el Sureste en línea recta desde la capital Hermosillo, específicamente dentro del complejo minero identificado como Luz del Cobre. A si mismo dichos terrenos pueden ser empleados por el actual promovente, ya que son terrenos que cuentan con espacios e infraestructura disponible sin uso y espacios de áreas carentes de vegetación.

Esta actividad se ubicaría en la zona de la planta vieja de flotación-lixiviación, sus terreros de jales, además del área de la celda piloto y un excedente del área de procesos que se encuentra hacia el sur, para sumar un total de 14.32 Hectáreas.

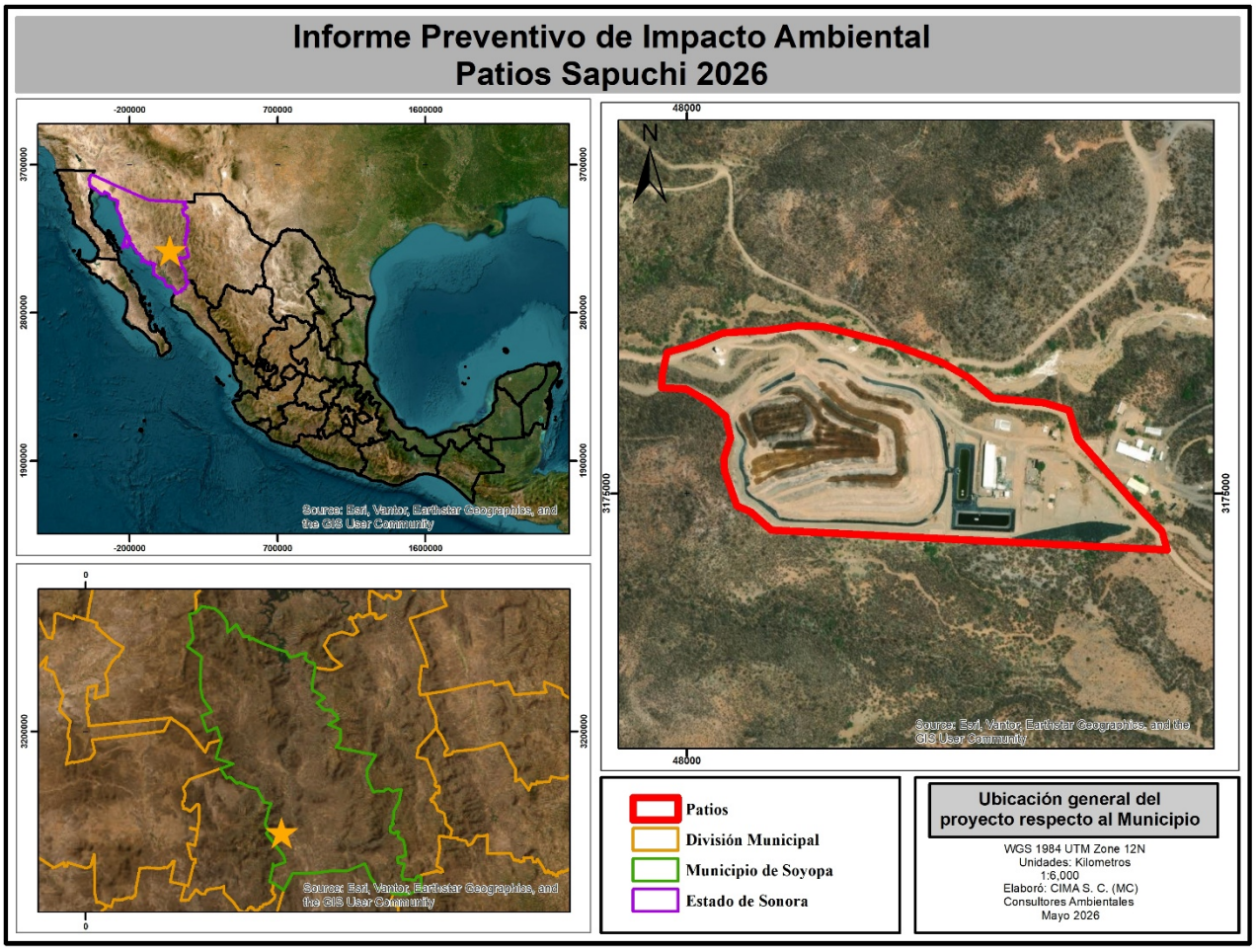


Figura III.1. Ubicación del proyecto.

Si bien el área en donde se pretende realizar el proyecto cuenta con un total de superficie de **14.32 ha**, de las cuales se tiene en existencia previa al proyecto varias obras e infraestructura sin uso . De la anterior superficie, esta actividad se ubicaría en la zona de la planta vieja de flotación-lixiviación, sus terreros de jales, además del área de la celda piloto y un excedente del área de procesos que se encuentra hacia el sur, cuyas coordenadas son:

Tabla III.1 Coordendas de la superficie de ocupacion para la recuperacion de Oro Sapuchi

Superficie del proyecto		
Vértice	**X**	**Y**
1	634735.864	3167181.06
2	634735.864	3167199.32
3	634740.909	3167232.2
4	634781.038	3167245.97
5	634819.737	3167264.35
6	634881.06	3167270.95
7	634925.25	3167279.64
8	634961.038	3167280.26
9	634998.965	3167273.36
10	635060.674	3167260.61
11	635134.042	3167237.87
12	635174.404	3167217.59
13	635209.818	3167190.6

14	635283.386	3167187.25
15	635319.058	3167178.47
16	635334.006	3167138.12
17	635413.862	3167056.41
18	635461.289	3167012.4
19	635469.767	3166986.36
20	634902.529	3166986.25
21	634871.581	3167010.77
22	634852.045	3167018.01
23	634831.792	3167066.75
24	634829.533	3167084.44
25	634838.039	3167114.99
26	634829.22	3167145.13
27	634802.645	3167165.25
28	634770.334	3167181.43
29	634735.864	3167181.06

Esta actividad consiste en recuperar el material del terrero y enviarlo para su procesamiento al patio de lixiviación. El área de esta nueva actividad no afecta áreas forestales ni se encuentra dentro de una zona de núcleo y/o zona de amortiguamiento de un área natural protegida. No se afectarán ecosistemas costeros ni se realizarán actividades que afecten humedales, manglares, ríos, lagunas, lagos, esteros, litorales o zonas federales como lo contempla el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente y el artículo 5 del reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental vigentes.

Esta actividad contempla desarrollarse aprovechando de manera óptima las áreas actualmente impactadas, ya mencionadas en la Autorización de Manifiesto Ambiental así con esto se evitará impactar de manera innecesaria áreas adicionales con trabajos de construcción mayor, y evitar impactos ambientales negativos innecesarios.

La actividad presenta avance significativo, toda vez que, si bien históricamente se ha extraído mineral de esa zona ya que se realizaría sobre las instalaciones de la vieja planta de oro y sus patios, además de otras áreas que se tienen en operación ya descritas, el promovente mantiene la proyección de obras sin haber realizado actividad alguna en sitio, objeto de la presente solicitud.

III.1.2. Dimensiones del proyecto

El proyecto IP Patios Sapuchi 2026, esta dimensionado en 14.32 hectáreas. Actualmente se elaboran las pruebas de geotecnia y se elabora el programa constructivo en apego a la NOM-155-SEMARNAT-2007, producto del presente estudio.

Se muestra a continuación las áreas con las que contará el proyecto.

Tabla III.2. Superficie de Afectación del Proyecto.

DESCRIPCIÓN	Superficie (ha)
Patio de Lixiviación	10.1 ha
Área de Procesos: Columnas de carbón activado, banda transportadora, Pileta de cabeza Pileta de cola, Pileta de Emergencia, área de arcillas y stock	4.2 ha
Total	**14.3 ha**

*Envolvente de material existente, sin ser limitativo a la profundidad del recurso o material aislado disponible

En esta superficie están contempladas todas las obras de servicio y apoyo requeridos para la correcta operación del patio de lixiviación, incluidas las bermas perimetrales, canales de desviación, piletas, hasta llegar a la fase total prevista, de acuerdo con el siguiente arreglo y con el sustento de ANEXO 5 de este documento.

III.1.3. Características del Proyecto.

Condiciones generales

En cumplimiento a la norma NOM-155-SEMARNAT-2007, en el sitio seleccionado para la construcción del sistema de lixiviación, actualmente se preparan los estudios geotécnicos y se evaluó la vulnerabilidad del acuífero de acuerdo con el anexo normativo 2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003, señalando que el sitio previsto para el patio de lixiviación hasta el momento está considerado como acuífero NO vulnerable.

El patio de lixiviación y las piletas son los elementos que requieren la construcción más extensa, conforme al programa de avance constructivo. Se prevé la ubicación del patio obedece a un valle con una pendiente leve con roca cerca de la superficie sin que se requiera desmonte. No se espera que la estabilidad sea un problema, pero las investigaciones geotécnicas e ingeniería más detallada actualmente en proceso, determinarán el arreglo más eficiente, presentando a la Autoridad los resultados.

Una vez triturado el mineral, es depositado en el patio de lixiviación. El patio de lixiviación se irá conformando con la deposición planificada de mineral en una secuencia programada, de manera que el sistema irá creciendo de forma paulatina conforme avance el programa de explotación. En todo momento se supervisará que la conformación de los niveles del patio de lixiviación se sujete a los criterios de diseño que garanticen su estabilidad estructural.

Las condiciones de diseño del circuito de lixiviación serán definidas una vez concluidos los estudios técnicos que actualmente se llevan a cabo (Ver **ANEXO 5**).

El sistema de revestimiento del patio de lixiviación estará en apego a la NOM-155-SEMARNAT-2007. Al mineral depositado en el patio se aplicará una solución cianurada mediante un sistema de irrigación por goteo y/o aspersores. La solución de cianuro de sodio aplicada pasa a través del apilamiento de mineral, lixiviando los contenidos de oro y plata. La solución de cianuro se aplicará utilizando emisores de goteo. Una vez que pasa la solución a través del apilamiento, se carga (disuelve los valores de oro y plata), convirtiéndose en la denominada solución rica (cargada de valores), que por gravedad fluye hacia la pileta de solución rica.

Piletas de solución

Las piletas de solución consisten en una pileta de solución estéril, una pileta de solución preñada y una pileta de aguas pluviales de emergencia en apego a la NOM-155-SEMARNAT-2007. Estarán dimensionadas para contener el volumen de trabajo durante un fallo de energía de 24 horas. La pileta de aguas pluviales se diseñará para almacenar agua pluvial para minimizar el consumo de agua fresca y además para contener el volumen de solución que se pudiera producir considerando el cálculo del mayor evento de precipitación de 24 horas por los próximos 100 años.

Las piletas de solución estéril y rica tienen revestimiento doble y están equipados con sistemas de recolección de fugas y de recuperación. La pileta de aguas pluviales de emergencia con revestimiento sencillo está disponible en caso de un flujo extremo. Si esto ocurre, la solución excedente será conducida la pileta de aguas pluviales y después utilizada como agua de reposición.

III.1.4. Uso actual del suelo dentro del sitio seleccionado.

El proyecto se ubica en una zona rural. A nivel regional, los terrenos superficiales son propiedad del promovente donde todas las obras mineras del proyecto se encuentran dentro de tierras a favor de la empresa promovente, Sapuchi Minera S. de R. L. de C.V. El Proyecto posee las concesiones mineras que se ubican principalmente en el municipio de Soyopa, Sonora, México. Las concesiones mineras también están a favor del promovente.

La principal actividad productiva que se registra actualmente en la zona es la ganadería del tipo extensivo. La zona presenta un grado de conservación aceptable dado que no se realizan aprovechamientos forestales, con excepción de la extracción de leña muerta y postería, para el autoconsumo y mercado local. También se tiene la presencia de pocas y pequeñas parcelas de cultivo, sobre todo para el establecimiento de huertas familiares.

III.1.5. Programa de trabajo.

Las labores requieren de 2 años para la construcción y de base 14 años de vida útil coincidente con las reservas hasta ahora conocidas asi como 2 años para el cierre, este plazo comenzará a partir de la resolución favorable por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de su Oficina de Representación en el Estado de Sonora. En la siguiente tabla se detalla el cronograma de las actividades a realizar.

Tabla III.3. Programa general de trabajo.

Actividades	**Tiempo de vida útil del proyecto IP Patios Sapuchi 2026 expresado en años**															
Planificación	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
Estudios técnicos a detalle como geotecnia, estudios hidrológicos y permisos aplicables																
Dimensionamiento de obras/ Diseño ingeniería																
Obtención de permisos																
Preparación del sitio / construcción	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
Dimensionamiento de obras y criterios de diseño																
Ajuste de los criterios de diseño operativos																
Movimiento de maquinaria y manejo de residuos																
Pre-operación: Pruebas de inicio y de desempeño.																
Operación	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
Instalación del equipo																
Procedimientos seguros de trabajo en patio de lixiviación																
Colocación de mineral en el patio																
Suministro y manejo de sustancias																
Uso de agua de proceso																
Plan de seguridad y controles ambientales																
Manejo de residuos, maquinaria y equipo																
Mantenimiento	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
Mantenimiento preventivo																
Mantenimiento deductivo																
Mantenimiento correctivo																
Limpieza general																
Abandono del sitio	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
Cierre de operaciones																
Restitución del sitio																
Supervisión ambiental																

Las áreas en donde se realizarán las obras son zonas estratégicamente ubicadas donde la vegetación del lugar se resguarde lo más posible, y por la poca actividad pecuarias ejercidas por los lugareños, por otra parte se entiende que el mantenimiento de un camino es uno de los impactos al medio que se consideran de mayor peso en esta ocasión, siendo así, la empresa ha considerado el reducir los impactos indirectos con una serie de acciones correctivas dirigidas a remediar los efectos producidos al medio, ya que los accesos entre la vegetación serán una obra asociada al proyecto, que deberá ser bien conducida y complementada para evitar mayores impactos negativos, acumulativos y residuales.

Todos los servicios requeridos en su momento en el proyecto serán provistos de Soyopa y otros municipios de Sonora. Las viviendas, en general, cuentan con servicios básicos e infraestructura, tal es el caso de Soyopa.

Por otra parte, el servicio de alimentación y descanso se encuentra en Soyopa lugar en donde se encuentra Mina Luz del Cobre que provee los servicios de dormitorio y comida para todos los trabajadores del proyecto.

Dentro de esta sección, se abordarán los trabajos a realizar con el desarrollo del proyecto, donde se describe de manera puntual cada una de sus etapas y actividades.

1. Criterios de obra

Los resultados de evaluación geotécnica acumulados indicarán la mejor configuración para el área destinada al patio de lixiviación.

Una vez triturado el mineral, es depositado en el patio de lixiviación. El patio de lixiviación se irá conformando con la deposición planificada de mineral en una secuencia programada, de manera que el sistema irá creciendo de forma paulatina conforme avance el programa de explotación. En todo momento se supervisará que la conformación de los niveles del patio de lixiviación se sujete a los criterios de diseño que garanticen su estabilidad estructural. Las condiciones de diseño del circuito de lixiviación serán definidas una vez concluidos los estudios técnicos que actualmente se llevan a cabo (Ver **ANEXO 5**).

Piletas de solución

Como fue mencionado, las piletas de solución consisten en una pileta de solución estéril, una pileta de solución preñada y una pileta de aguas pluviales de emergencia. Estarán dimensionadas para contener el volumen de trabajo durante un fallo de energía de 24 horas. La pileta de aguas pluviales se diseñará para almacenar agua pluvial para minimizar el consumo de agua fresca y además para contener el volumen de solución que se pudiera producir considerando el cálculo del mayor evento de precipitación de 24 horas por los próximos 100 años. Las piletas de solución estéril y rica tienen revestimiento doble y están equipados con sistemas de recolección de fugas y de recuperación. La pileta de aguas pluviales de emergencia con revestimiento sencillo está disponible en caso de un flujo extremo. Si esto ocurre, la solución excedente será conducida a la pileta de aguas pluviales y después utilizada como agua de reposición.

Criterios de construcción- operación

Una vez concluidos los estudios del **ANEXO 5** se podrán generar las especificaciones y dimensionamiento que componen al patio de lixiviación.

Se prevé una vez determinada la obra, que ha terminado la recuperación de valores, el patio de lixiviación debe lavarse y tratarse, antes de quedar como depósito de mineral lixiviado o gastado. EI deposito estará estabilizado, cuando en la solución del lavado del patio se cumplan los siguientes valores:

a) Los niveles de complejos débiles de cianuro asociados a los metales (WAD-CN) en el efluente de agua lavada y/o tratada sean menores a 0.2 mg/L.

b) EI nivel del potencial hidrógeno (pH) en el efluente de agua lavada 0 tratada este entre 5 y 10 unidades.

Se estima que el mineral extraído, sin valores de Cu ni Sulfuros, posee una ley estimada por cianuro 0.71-1.0 Au g / t, probablemente mayor si los ensayos ocurrieran por otros procesos.

Pruebas preliminares señalan el consumo de cianuro de sodio (NaCN), aún en ajuste de valores.

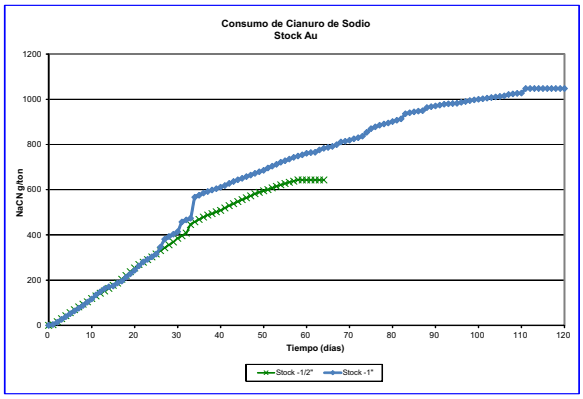


Figura III.2. Estimación preliminar del consumo de cianuro de sodio en el proceso

Cabe mencionar que el consumo de cianuro de sodio será empleado bajo la presentación en briquetas, sin descartar el uso de productos equivalentes como el xantato, que permita un mejor y seguro manejo del reactivo.

Los efluentes del patio deberán cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021.

EI patio de mineral lixiviado o gastado, una vez estabilizado, deberá asegurar las condiciones que impidan el transporte de contaminantes por la migración del agua meteórica y se deberá extraer el máximo de líquido existente de la pila.

Se prevé tener la información de los procedimientos para la caracterización de los materiales lixiviados o gastados de proceso, cuando se fueron generando, además de los procedimientos para estabilizar todos los componentes de procesos, en particular los utilizados en la estabilización de los patios. Se deberán documentar los periodos de duración y procedimiento de lavado, técnicas de muestreo y la curva estimada de disminución de drenaje residual.

Durante el proceso se pretende triturar alrededor de 12,000 toneladas diarias de mineral a un tamaño de 80% -1/2” y depositarlo en el patio. El tonelaje para procesar será de 980,000 toneladas métricas de mineral con una ley de 0.90 a 1.00 gramos de oro por tonelada.

El mineral se depositará en patios de lixiviación y será regado utilizando una solución acuosa con contenidos de 0.8 kg de cianuro de sodio por tonelada de mineral (mg/lt). El pH se mantendrá por encima de 10.5, y su control será mediante la adición de óxido de calcio con un consumo de 7.5 kg. por tonelada de mineral.

Por lo que se estima un consumo anual promedio de cianuro de 3,500 toneladas mientras que de óxido de calcio 32,850 ton.

La solución que se extraiga de la lixiviación del mineral (conteniendo el oro recuperado) puesto en el patio será depositada en una pileta de almacenamiento, la cual será llamada con suelo y bordos compactados y después enlaminada con HDPE. Esta pileta se llamará “pileta de PLS o pileta e cabezas”.

Desde esta pileta, la solución rica en oro será enviada a un proceso de adsorción en columnas de carbón activado; y el producto de este proceso, el oro contenido en la solución será “capturado” por el carbón dentro de las columnas y las columnas se llevarán a una instalación minera en la región donde se recuperará el oro mediante un proceso de fundición y formar lingotes de este, para su posterior comercialización.

La solución descargada, producto de las columnas de adsorción, será enviada a una pileta de almacenamiento, la cual será conocida como “pileta de Raff o pileta de colas”, y desde ese punto, la solución será acondicionada con cianuro de sodio y cal para posteriormente enviarse como solución de riego hacia los patios de lixiviación, cerrando así, el circuito de soluciones que se manejarán durante todo el proceso, por lo que la única salida del mismo, será el precipitado de oro que se obtenga desde las columnas de carbón.

Se estima que la vida útil de este proyecto alcance un total de 16 años, con una recuperación aproximada del 80% del oro depositado.

Para la construcción de los patios de lixiviación, el proyecto contempla la utilización de un área previamente impactada en el área de Mina, denominada tajo sur, y la cuál fue explotada para beneficiar minerales de cobre, por lo que no será necesaria afectación alguna sobre nuevos terrenos para este propósito. El área será preparada nivelando el fondo del tajo de manera que el piso quede inclinado en sentido contrario a las cañadas que corren aguas abajo rumbo al arroyo más cercano, y evitando posibles derrames.

Tanto los patios de lixiviación, como las piletas de PLS y estéril serán construidas sobre suelos compactados a un mínimo del 90% y cubiertos con una capa de arcilla, una malla de GSL y una más de liner impermeable de HDPE (polietileno de alta densidad), esta última con un espesor de 2 mm. Para la conducción de las soluciones de proceso, se utilizarán tuberías de acero al carbón y HDPE, los cuales son resistentes a los posibles efectos del cianuro en solución.

Criterios para el cierre y monitoreo del patio

Las labores encaminadas al abandono del proyecto en una etapa post-operación serán en apego al programa concurrente del desarrollo del proyecto, el cual se lleva a cabo durante las actividades mineras cuando sea posible de acuerdo con las obras mineras donde está asociada, pero la mayor parte del trabajo se realizará una vez concluido el minado y la recuperación de final del mineral residual. El objetivo de la etapa de abandono es reincorporar los terrenos al uso original y la reintegración del hábitat natural con flora y fauna. Para lograr estos objetivos, se incluirán los siguientes elementos clave en el plan de recuperación:

- Estabilización química, lograda a través del lavado y neutralización del patio y estabilizando el área resultante del terrero aprovechado;

- Estabilización física, lograda a través de la preparación de pendientes y de la aplicación de tierra y la revegetación;
- Monitoreo de aguas.

Para ello, las etapas que componen la fase de abandono del proyecto son tres:

- Actividades concurrentes: medidas implementadas durante la vida operativa del proyecto;
- Actividades finales de cierre: medidas implementadas después del cierre de operaciones
- Actividades posteriores al cierre: proporciona mantenimiento a corto plazo y monitoreo a largo plazo de las instalaciones cerradas.

De esta manera, las áreas previstas, se involucran en las actividades concurrentes, del final del cierre minero y posteriores al cierre (de monitoreo) en apego a la obra minera a la cual se encuentre asociada y los planes de crecimiento futuro del promovente.

2. Mantenimiento

No aplica ya que por ningún motivo se llevará dentro del sitio. En este tipo de obra y maquinaria, ya que no se realizan mantenimiento de este tipo en campo, o en su defecto posterior al programa de perforación, es cuando se espera para tener los resultados del laboratorio y decidir la continuación o el desistimiento del sitio, por lo que se prevé en base a un plan estructurado las acciones a seguir si esto sucede.

Lo anterior es parte de la política de seguridad y medio ambiente de la empresa Sapuchi Minera S. de R.L. de C.V, la que establece estándares de seguridad y ambiental con respecto al equipo, material y personal que labore y/o se utilice para cualquier actividad y por supuesto al cuidado del medio ambiente.

3. Abandono del sitio (post-operación)

Como se mencionó previamente, las labores encaminadas al abandono del proyecto en una estapa posoperación serán en apego al programa concurrente de la unidad minera, el cual se lleva a cabo durante las actividades mineras cuando sea posible de acuerdo con las obras mineras donde está asociada, pero la mayor parte del trabajo se realizará una vez concluido el minado y la recuperación de final del mineral residual.

El objetivo de la etapa de abandono es reincorporar los terrenos al uso original y la reintegración del hábitat natural con flora y fauna. Para lograr estos objetivos, se incluirán los siguientes elementos clave en el plan de recuperación:

- Estabilización química, lograda a través del lavado y neutralización del patio y estabilizando los tajos y terreros;
- Estabilización física, lograda a través de la preparación de pendientes y de la aplicación de tierra y la revegetación;
- Monitoreo de aguas.

Para ello, las etapas que componen la fase de abandono del proyecto son tres:

- Actividades concurrentes: medidas implementadas durante la vida operativa del proyecto;
- Actividades finales de cierre: medidas implementadas después del cierre de operaciones
- Actividades posteriores al cierre: proporciona mantenimiento a corto plazo y monitoreo a largo plazo de las instalaciones cerradas.

De esta manera, las áreas previstas, se involucran en las actividades concurrentes, del final del cierre minero y posteriores al cierre (de monitoreo) de acuerdo con lo señalado en el documento original de la unidad Minera, en apego a la obra minera a la cual se encuentre asociada

Cumplimiento a la NOM-155-SEMARNAT-2007 en cuanto a las especificaciones de protección ambiental.

Los principales problemas ambientales de la operación de un sistema de lixiviación se asocian con el potencial de generación de drenaje acido y la movilidad de metales del mineral lixiviado, así como por la pérdida de estabilidad del sistema, por lo cual en toda etapa del proyecto se contará con las especificaciones ambientales, tal y como lo establece el numeral ***5.1*** *Especificaciones generales*. De la NOM-155-SEMARNAT-2007 que establece: *En la preparación del sitio, construcción, cierre y monitoreo de los sistemas de lixiviaciones de minerales de oro y plata se debe aplicar las especificaciones parala caracterización del sitio y los criterios de protección ambiental establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana.*

Los estudios, proyectos de ingeniería y demás información técnica o científica utilizada, así como la evidencia de su cumplimiento, debe mantenerse clasificada y disponible en el sitio para que la autoridad verifique su existencia y contenido en el momento que lo considere necesario.

Se deberá designar un responsable de la supervisión ambiental en el sito del proyecto, para detectar aspectos críticos desde el punto de vista ambiental y que pueda tomar decisiones, definir estrategias o modificar actividades que generen impactos al ambienta, así como que se cumplan las especificaciones establecidas es esta norma.

III.1.6. Identificación de las sustancias o productos que van a empelarse y que podrían provocar un impacto al ambiente, así como sus características físicas y químicas.

El proyecto contempla el uso de cianuro de sodio en solución, el cual se maneja en la unidad minera, sin ser actividad altamente riesgosa por la presentación de briquetas y de acuerdo al Primer Listado de Actividdes Altamente Riesgosas en su artículo 5 mencionan que "…*se entenderá como sustancias en estado sólido, aquellas que se encuentren en polvo menor a 10 micras*", es así que las briquetas empleadas en general tienen unas dimensiones de 46.5 mm de largo, 36.5 mm de ancho y 20.3 mm de grosor[1] . El agua será requerida para la operación del patio, donde ya existe fuente de abastecimiento en mina. Las cantidades de reactivos se estiman en un consumo anual promedio de cianuro de 3,500 toneladas mientras que de óxido de calcio 32,850 ton.

III.1.1. Identificación y estimación de las emisiones, descargas y residuos cuya generación se prevea, así como medidas de control que se pretendan llevar a cabo.

Residuos sólidos y peligrosos

Son residuos sólidos aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente. Esta definición incluye a los residuos generados por eventos

[1] https://s3-us-west-2.amazonaws.com/eventrid-fisa/eventos/fisa_24/1e43ef616b49adb8a7cfd4bb250ca1ee.pdf

naturales; es decir, residuos sólidos son todas aquellas sustancias o productos que ya no necesitamos pero que algunas veces pueden ser aprovechados.

Clasificación de Residuos Solidos

- **Según su origen**

Residuo domiciliario, comercial, de limpieza, hospitalario, industrial, construcción, agropecuario,

- **Según su gestión**

Residuo de ámbito municipal y no municipal

- **Según su peligrosidad**

Residuos peligrosos y no peligrosos

Residuos sólidos urbanos

Los generados comúnmente en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques, además se incluyen en esta categoría restos de comida.

Residuos peligrosos

Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que le confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio y, por tanto, representan un peligro al equilibrio ecológico o el ambiente.

No se generarán residuos peligrosos en una operación normal, sin embargo, al existir la posibilidad de ocurrencia de algún derrame accidental de alguna maquinaria o equipo de alguna sustancia peligrosa como aceite, Diesel, lubricantes, etc., esta será recuperada, contenida y resguardada hasta que una empresa autorizada se encargue de su manejo y de su disposición final.

Los residuos no peligrosos y peligrosos generados durante el desarrollo del Proyecto serán manejados y dispuestos conforme a la Ley General de Prevención y Gestión Integral de residuos (LGPGIR) y su Reglamento (RLGPGIR), los cuales se describen a continuación:

Los residuos no peligrosos que se generarán son envases de refrescos, restos de comida, papel, cartón, entre otros residuos sólidos urbanos, los cuales, una vez revalorizados, serán separados para su reciclamiento, y aquellos que no tengan ningún valor comercial podrán ser recolectados en recipientes herméticos y rotulados, para ser manejados por un recolector autorizado en la región y ser dispuestos en un sitio designado por el municipio, previo acuerdo.

Dentro de los residuos que pueden ser generados son aceites y lubricantes, estopas, que se encuentran en la categoría de residuos peligrosos, pero son reutilizables y/o reciclables, envases que los contengan. Será

necesario almacenar de manera temporal estos residuos separadamente en tambos debidamente identificados por el perforista para su posterior recolección por parte de alguna empresa autorizada en la materia.

Los residuos peligrosos que se generen serán recolectados de las áreas de trabajo diariamente en recipientes rotulados y herméticos, serán almacenados temporalmente en áreas acondicionadas y diseñadas especialmente para ello en el campamento. El transporte de los residuos peligrosos hacia su destino final (tratamiento, aprovechamiento o disposición) será realizado por una empresa autorizada.

Manejo de agua

En cuanto al agua requerida, ésta forma parte del proceso, por lo que será recirculada y almacenada en un tanque propio para este proceso, de tal forma que sea reutilizada.

Las aguas residuales serán las generadas por los trabajadores involucrados en la construcción de las obras; el volumen de generación será aproximadamente de 10 litros/trabajador/día y provendrán de la fosa portátil establecida en el sitio de barrenación, siendo esta mantenida por compañía externa. Por otra parte, para el proceso se utilizará agua en cantidades que pueden variar. Esta agua está circulando en todo el proceso.

Emisiones a la atmosfera

Dada la naturaleza del Proyecto, existen actividades que ocasionarán emisiones a la atmósfera inevitablemente. Sin embargo, se considera la aplicación de diversos sistemas de control para la disminución máxima de dichas emisiones.

Se producirán emisiones de gases y partículas a la atmósfera por la operación del equipo de trabajo, mismo que utiliza diesel como combustible, así como de los vehículos de apoyo que transiten por la zona. Adicionalmente, se producirán polvos por la acción que ejercerán los vehículos y maquinaria sobre las partículas del terreno en la superficie del camino.

Se llevará a cabo la revisión y mantenimiento periódico de los vehículos y maquinaria que sean utilizados, auxiliándose de una bitácora, con la finalidad de no rebasar los límites máximos permisibles para la emisión de contaminantes a la atmósfera y ruido que establecen las normas oficiales mexicanas aplicables.

Los vehículos que transiten por el lugar y que transporten algún tipo de material para la apertura y rehabilitación de los caminos, lo harán con una lona que cubra el producto y respetando un límite de velocidad, que por ende ayude a la minimización de la propagación de polvo. De la misma manera, se sugiere realizar riegos periódicos de los sitios para evitar la presencia de polvo en el ambiente.

Emisiones de ruido

Las únicas emisiones de ruido serán las producidas por los equipos de construcción y de transporte, mismas que son de baja intensidad. Para contrarrestar dichos efectos, se considera la adopción de ciertas medidas de mitigación específicas durante las actividades.

La presencia de ruido será por periodos de tiempo cortos, y sólo en el día. De igual forma no afectará a vecinos debido a que este tipo de proyectos no se realizan cerca de casas o una comunidad relativamente cercana como para verse afectada por el ruido, además de que este estará dentro de los límites permisibles que marca la norma. Se calcula, de acuerdo con las características de la maquinaria que no se rebasarán los 72db.

III.2. Descripción del Ambiente y, en su Caso, la Identificación de otras Fuentes de Emisión de contaminantes Existentes en el Área de Influencia del Proyecto.

III.2.1. Representación Gráfica de Localización del Proyecto.

El proyecto se localiza a aproximadamente 182 km de la ciudad de Hermosillo. El acceso se realiza mediante un recorrido inicial de 173 km por la Carretera Federal México 16, en el tramo Hermosillo–La Colorada–Yécora. Posteriormente, se toma el entronque hacia San Antonio de la Huerta, girando a la izquierda, y se continúa por un camino de terracería durante aproximadamente 9 km, al término de los cuales se ubica la unidad minera al lado derecho del camino.

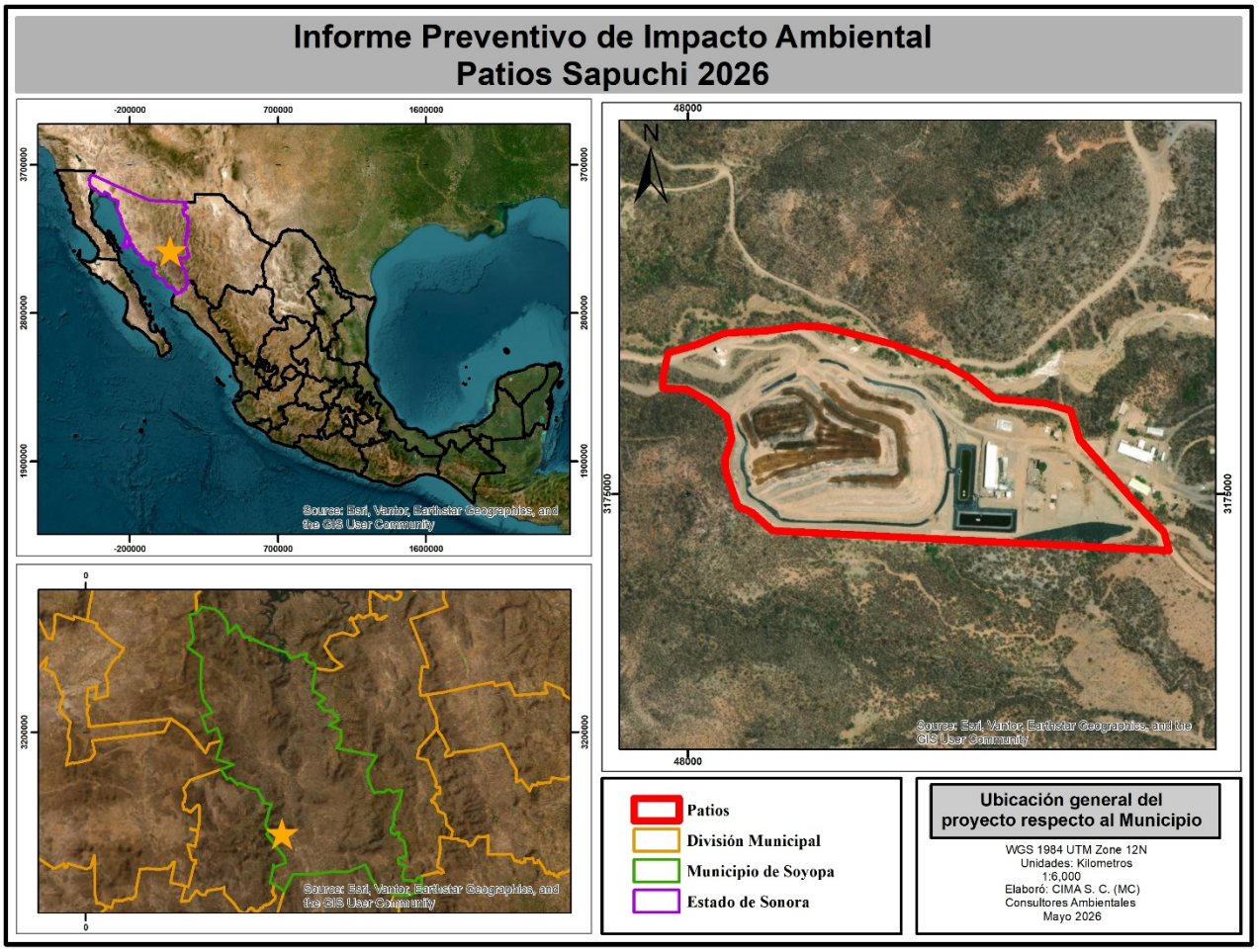


Figura III.3. Ubicación del proyecto.

Coordenadas de los vértices del área de influencia.

Nota: Las coordenadas del área de influencia se encuentran en anexos con el nombre Anexo 1. Coordenadas área de influencia y área proyecto

III.2.2. Justificación del Área de Influencia.

Aun cuando en diversos estudios de carácter ecológico se realiza el apoyo y delimitación del área de influencia (AI) a partir de la clasificación de región, cuenca y subcuencas hidrológicas, la escala no es representativa para el proyecto motivo de evaluación, en donde se hace mención que únicamente se realizará la exploración y sondeo, por lo que el grupo consultor multidisciplinario decidió determinar un área que permita realizar la evaluación lo más detallada posible para que la caracterización del medio natural y los efectos que la obra y actividades afines puedan incidir sobre el mismo.

El Área de Influencia fue delimitada exclusivamente dentro de una entidad federativa (Sonora), por medio del software "Simulador de Flujos de Aguas de Cuencas Hidrográficas" (SIATL)[2] diseñado por el INEGI. Dicha herramienta integra el modelo digital de elevación y la red de drenaje escala 1:50 000. La innovación de su demarcación reside en que se puede conseguir la delimitación en cualquier cauce, con el objetivo de cubrir todas las planillas de barrenación y descargarlas en un formato digital (shp), para luego ser gestionadas en los sistemas de información geográfica.

El Área de Influencia del proyecto se creó en base al polígono fundamental del área de escurrimiento determinado en el SIATL. Dicho polígono posee una superficie de **20,795.4971 ha** el cual se presenta a continuación.

[2] https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/

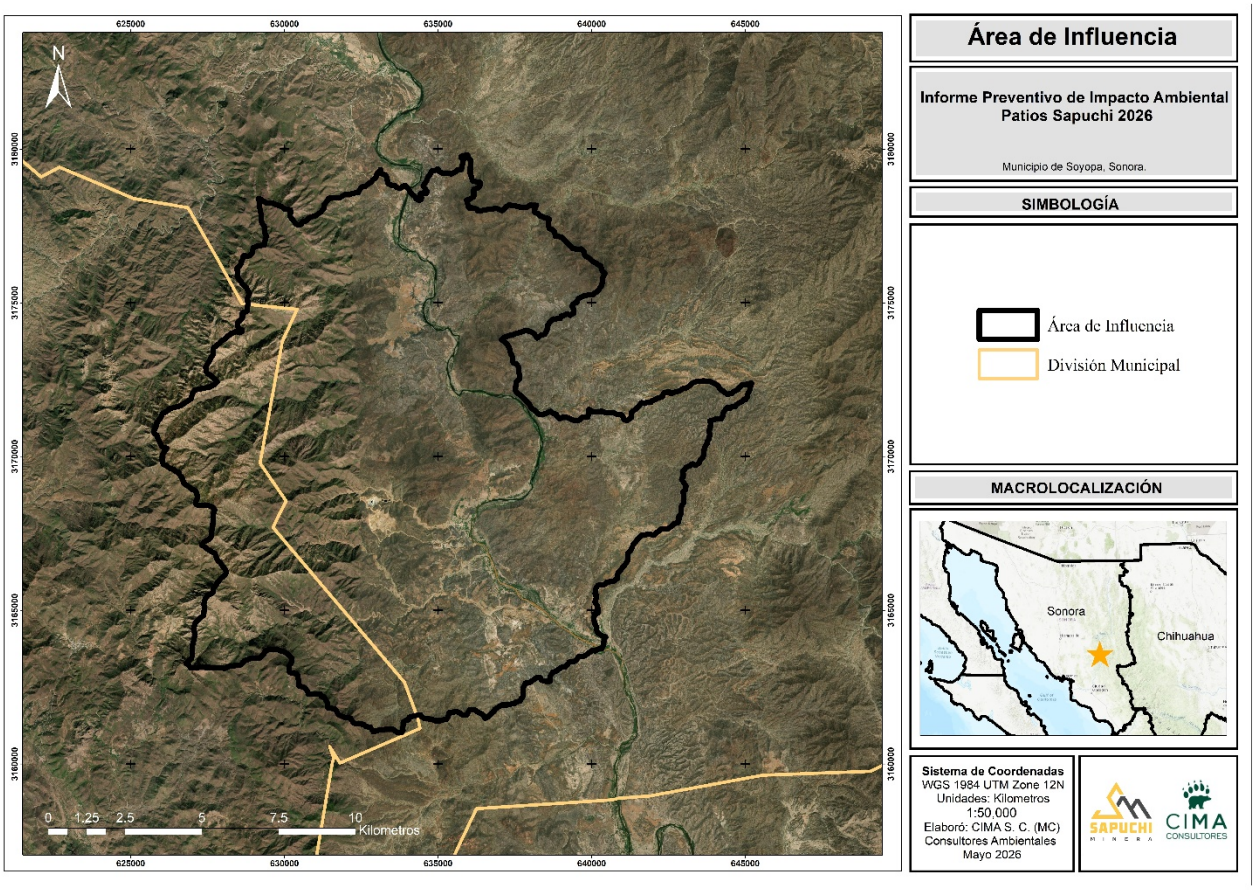


Figura III.4. Área de Influencia delimitada para el proyecto

III.2.3. Identificación de Atributos Ambientales

Se analizaron de manera integral los elementos del medio físico, biótico, social, económico y cultural, así como los diferentes usos de suelo y del agua que hay en el Área de Influencia. En dicho análisis se considerará la variabilidad temporal de los componentes ambientales, con el propósito de reflejar su comportamiento y sus tendencias.

1. Descripción de los Componentes Físicos

Climas

Como es sabido, el clima es el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan a un determinado lugar o región. Para definir el clima es necesario conocer los valores medios de los diferentes elementos que lo componen (Precipitación, temperatura, humedad, nubosidad, vientos, latitud, altitud, presión geográfica, etc.) durante un largo periodo de tiempo. Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), este periodo ha de tener una duración mínima de treinta años. No debe confundirse el clima, que es un promedio de los valores atmosféricos registrados en un mismo lugar durante largo tiempo y estudiado por la climatológica, con el tiempo, que se refiere al estado de la atmosfera en un lugar y un comento determinados y que es objeto de estudio de la meteorología.

Dentro del AI se encuentra presente tres tipos de clima: **BS1hw(x'), BS1(h')hw(x') y (A)C(w0)(x')** según el Sistema de Clasificación Climática de Koppen, modificado por E. García, Conjunto de datos Vectoriales climatológicos escala 1:1 000 000. INEGI (2008). El cual tiene como objetivo exponer adecuadamente las características climatológicas de nuestro país y con ello definir los tipos de clima que se presentan en el SA.

A continuación, se hace una breve descripción de los tipos de clima encontrados:

- **BS1hw(x') semiseco semicálido:** Este tipo de clima se caracteriza por presentar precipitaciones escasas, concentradas principalmente en verano, y una marcada estacionalidad en la disponibilidad de humedad. La temperatura media anual es semicálida, con veranos cálidos e inviernos moderados. La evaporación potencial generalmente supera a la precipitación, lo que genera condiciones de déficit hídrico durante gran parte del año.
- **BS1(h')hw(x') semiseco cálido:** Este clima presenta baja precipitación anual, con lluvias concentradas en la temporada de verano y periodos prolongados de sequía. Se distingue por una temperatura media anual cálida, con veranos muy calurosos e inviernos suaves. La alta evaporación y la limitada humedad disponible favorecen ambientes áridos a semiáridos.
- **(A)C(w0)(x') templado subhúmedo:** Este tipo de clima se caracteriza por presentar temperaturas templadas, con veranos frescos a moderadamente cálidos e inviernos relativamente fríos. La precipitación es moderada, concentrada principalmente en verano, con baja humedad durante el resto del año. La presencia de humedad subhúmeda permite el desarrollo de vegetación más densa en comparación con climas secos, como bosques de encino, pino-encino o matorral subtropical, dependiendo de la altitud y condiciones locales. Las variaciones térmicas estacionales son más marcadas que en climas cálidos.

El clima BS1(h')hw(x') es el que ocupa la mayor superficie dentro del SA, con un 59.95%, seguido del clima BS1hw(x') con un 27.78% y, en menor proporción, el clima (A)C(w0)(x') con un 12.27%. En conjunto, predominan los climas semisecos en la superficie total del AI.

Vinculación al área del proyecto

El área del proyecto, así como las planillas de barrenación se encuentran sobre el tipo de clima **BS1(h')hw(x')** como se puede ver a continuación:

Tabla III.4. Climatología en el Área de Influencia del proyecto.

No.	Nombre	Tipo	Superficie (ha)	Superficie (%)
1	Semiseco semicálido	BS1hw(x')	5,776.6545	27.78
2	Semiseco cálido	BS1(h')hw(x')	12,467.7818	59.95
3	Templado subhúmedo	(A)C(w0)(x')	2,551.0609	12.27
Total			**20,795.4971**	**100.00**

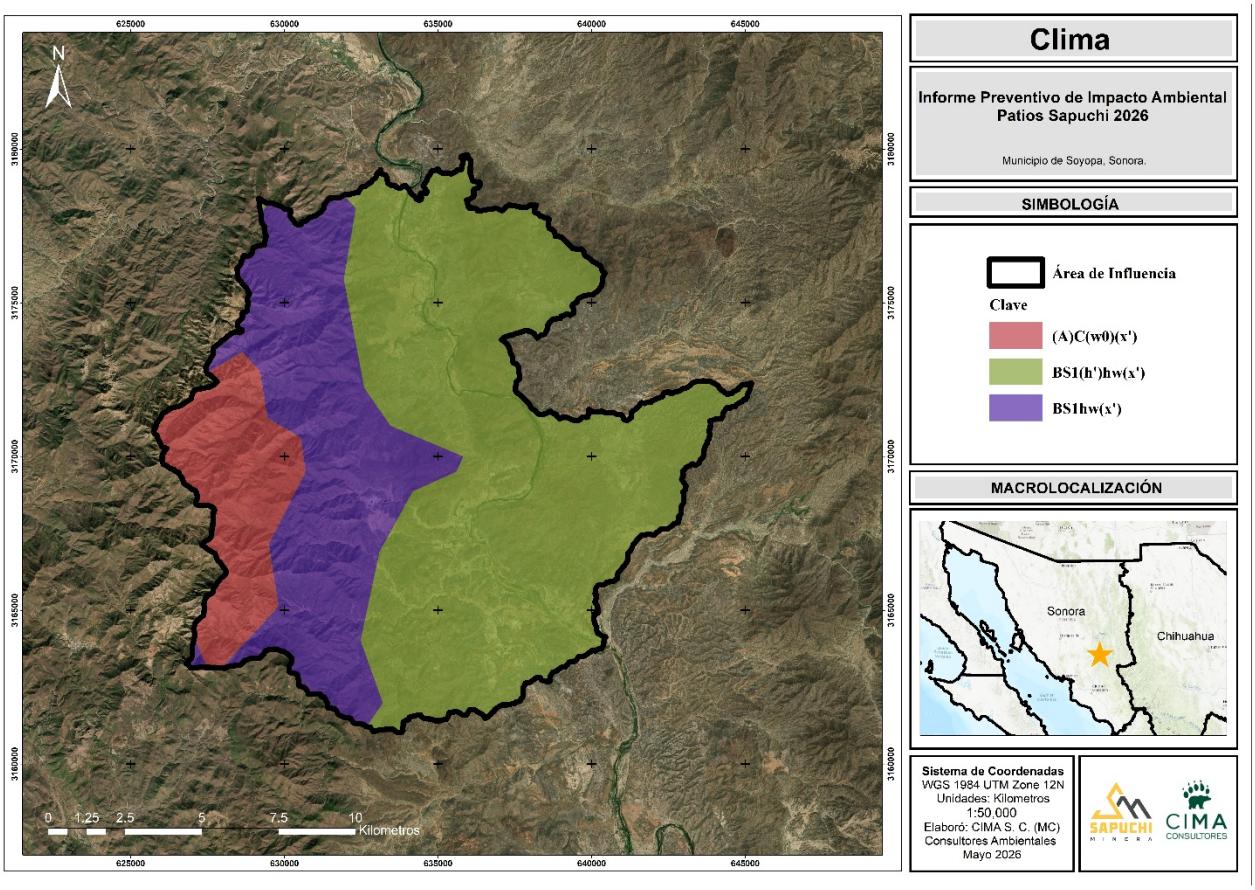


Figura III.5. Tipos de climas que se encuentran en el proyecto.

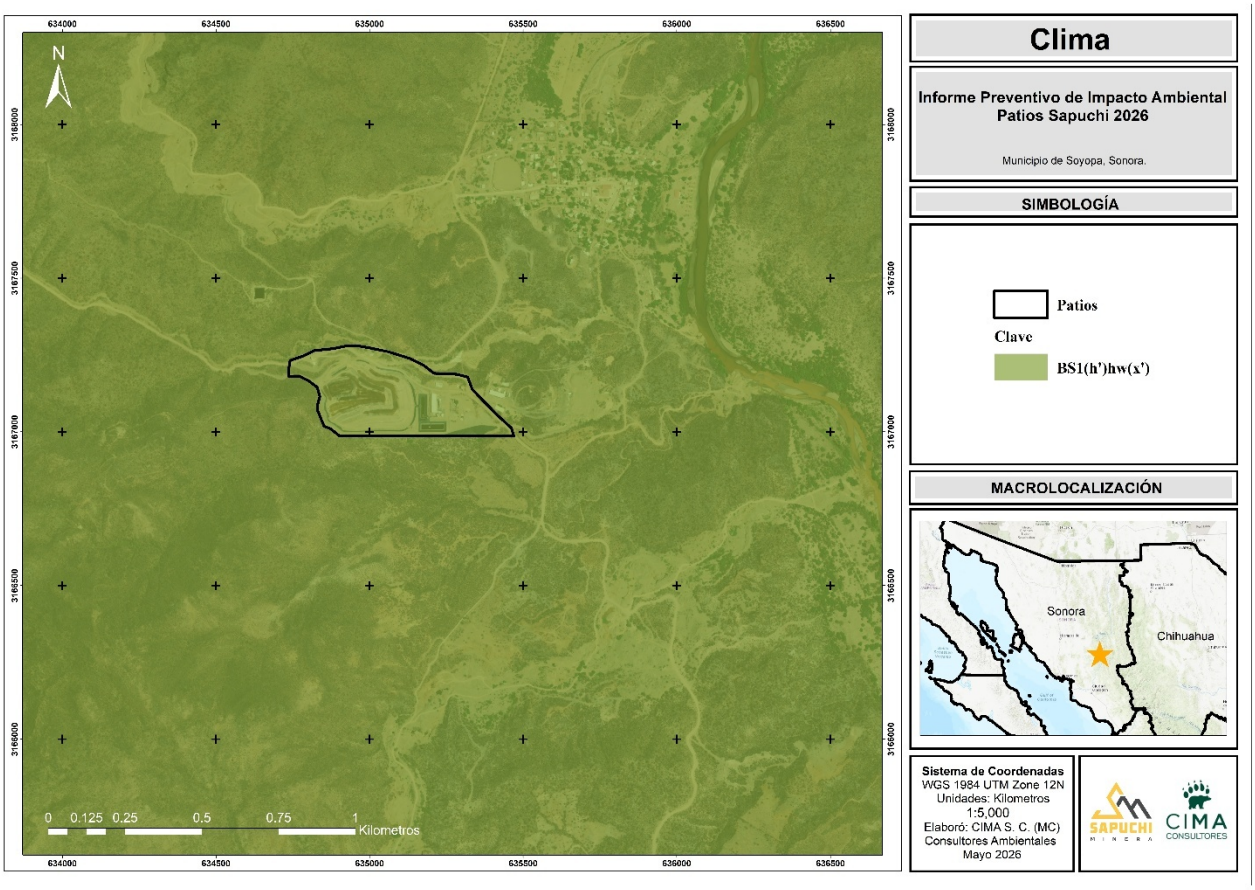


Figura III.6. Tipos de climas del área del proyecto (sección 1).

Las características de las temperaturas, máxima, media, mínima, así como la precipitación, se tomaron de la red de estaciones del Servicio Meteorológico Nacional (https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica) . La estación meteorológica operando más próxima al área del proyecto es la numero **26309 Soyopa,** ubicada en el municipio de Soyopa, Sonora, la cual cuenta con la siguiente información:

Tabla III.5. Datos de la estación Meteorológica más cercana al Área de Influencia.

Datos de la Estación Meteorológica		
Estación: 26309 Soyopa	Latitud: 28.75 °	Altitud: 214 msnm
Soyopa, Sonora	Longitud: -109.6344444 °	Años: 1991-2020
Distancia lineal al proyecto: 12.29 km		
Fuente: Servicio Meteorológico Nacional		

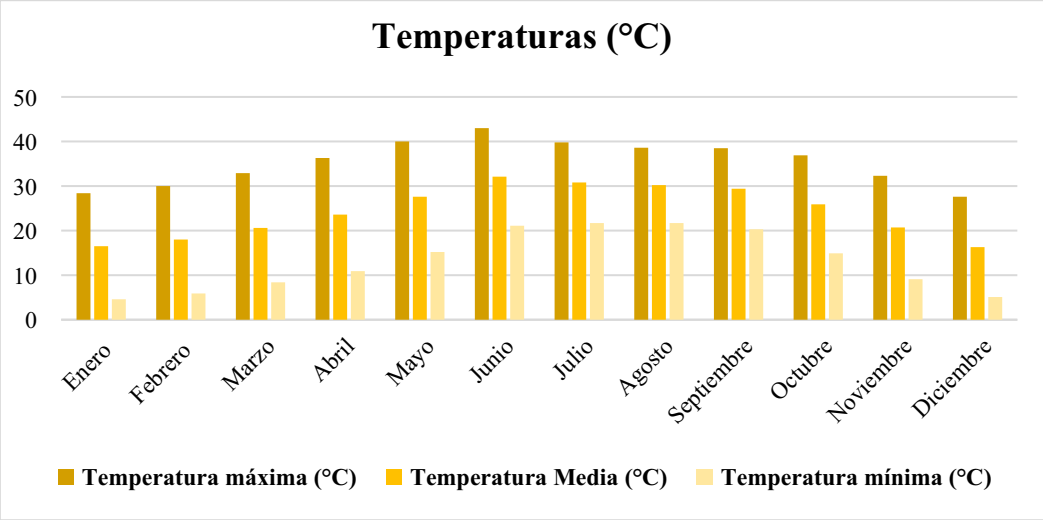
Temperatura Promedio

La temperatura presenta variaciones estacionales a lo largo del año, con una temperatura máxima promedio anual de 35.4 °C, una media anual de 24.3 °C y una mínima anual de 13.2 °C. No obstante, durante los meses más fríos se registran temperaturas mínimas de hasta 4.6 °C, mientras que en los meses más cálidos se alcanzan valores máximos de hasta 43 °C.

La información detallada se presenta en la siguiente tabla.

Tabla III.6. Estadísticas de temperaturas máxima, media y mínima promedio de la estación meteorológica 26309 Soyopa.

Mes	Temperatura máxima (°C)	Temperatura Media (°C)	Temperatura mínima (°C)
Enero	28.4	16.5	4.6
Febrero	30	18	5.9
Marzo	32.9	20.6	8.4
Abril	36.3	23.6	10.9
Mayo	40	27.6	15.2
Junio	43	32.1	21.1
Julio	39.8	30.8	21.7
Agosto	38.6	30.2	21.7
Septiembre	38.5	29.4	20.3
Octubre	36.9	25.9	14.9
Noviembre	32.3	20.7	9.1
Diciembre	27.6	16.3	5.1
Anual	**35.4**	**24.3**	**13.2**



Gráfica III.1. Temperatura media, mínima y máxima anuales de la estación meteorológica 26309 Soyopa

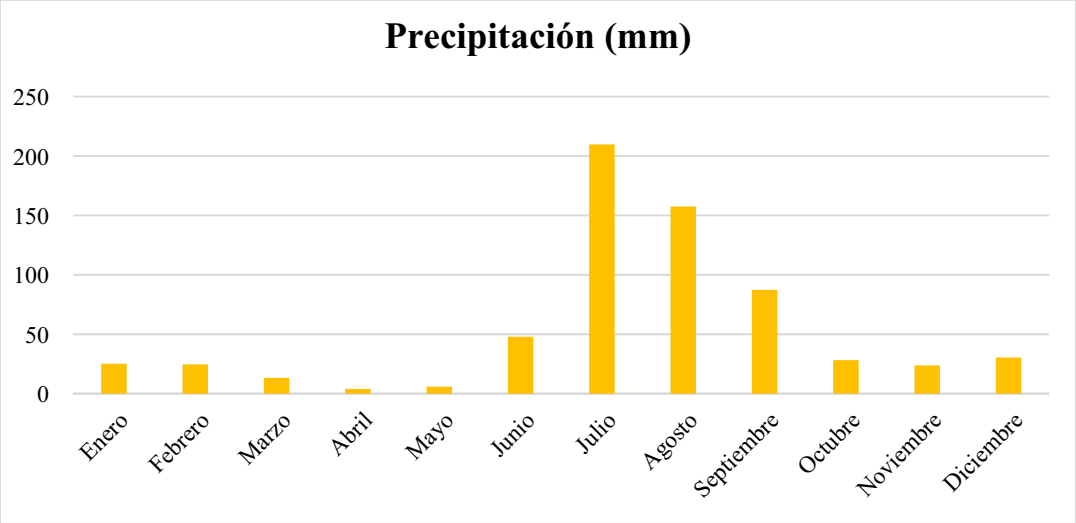
Precipitación Anual

La precipitación media anual asciende a 657.8 mm, estimada a partir de un periodo de análisis de 29 años (1991–2020). De acuerdo con los registros de la estación climatológica Soyopa 26309, la mayor concentración de precipitación se presenta durante los meses de julio y agosto, con valores de 209.7 mm y 157.5 mm, respectivamente. Por el contrario, los meses de abril y mayo registran las precipitaciones más bajas, con 4.0 mm y 5.9 mm. Este régimen de lluvias es congruente con los tipos de clima identificados al interior del área de Influencia.

Tabla III.7. Estadísticas de precipitación media anual

Mes	Precipitación (mm)	Precipitación (%)
Enero	25.2	3.83
Febrero	24.6	3.74
Marzo	13.3	2.02
Abril	4	0.61
Mayo	5.9	0.90
Junio	47.9	7.28
Julio	209.7	31.88
Agosto	157.5	23.94

Septiembre	87.3	13.27
Octubre	28.2	4.29
Noviembre	23.8	3.62
Diciembre	30.4	4.62
Anual	**657.8**	**100.00**



Gráfica III.2. Precipitación media anuales de la estación meteorológica 26309 Soyopa

Isoyetas

Las Isoyetas son curvas que en un mapa une los puntos que reciben la misma cantidad de precipitación (lluvia) en un tiempo determinado. Se puede utilizar para cualquier período de tiempo, desde un período corto hasta la media total anual de lluvia o precipitaciones.

Los rangos de precipitación varían año con año, dado que las precipitaciones dependerán de las condiciones climáticas que se presenten diariamente, sobre todo en los meses de julio, agosto y septiembre, catalogados como los más lluviosos como se mencionó anteriormente.

La identificación de los rangos de precipitación se realizó en base a la Carta Precipitación Media Anual, Escala 1:4,000,000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2001).

Dentro del AI se presentan dos rangos de Isoyetas los cuales van de los 400-600 mm, y de 600-800 mm, las superficies que ocupan estos rangos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla III.8. Rango de isoyetas dentro del AI del proyecto.

No.	Rangos en mm	Área (ha)	Superficie (%)
1	400 a 600 mm	15,230.8981	73.24
2	600 a 800 mm	5,564.5990	26.76
Total		**20,795.4971**	**100.00**

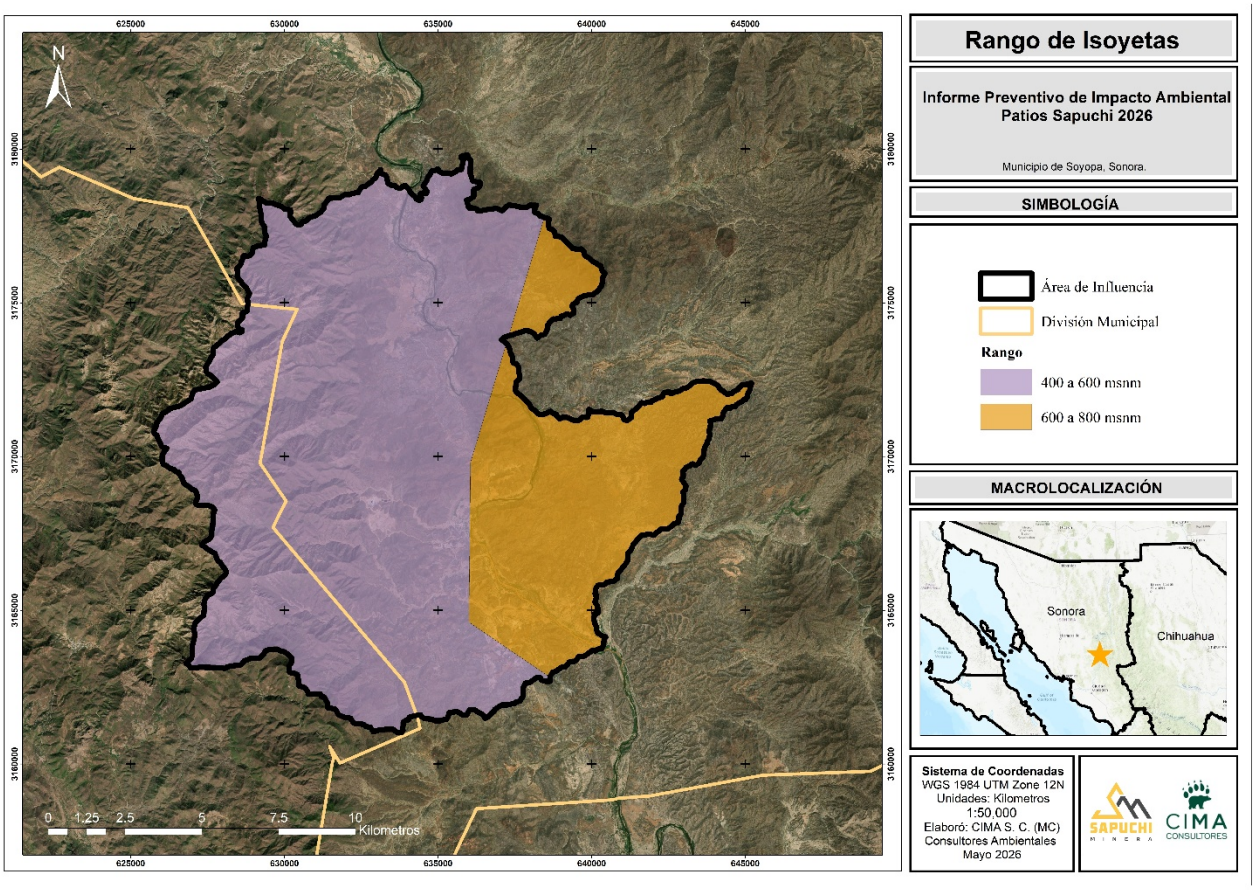


Figura III.7. Rango de isoyetas dentro del AI del proyecto.

Isotermas

La isoterma es un elemento y una herramienta que resulta fundamental a la hora de la medición de la temperatura de una zona determinada. En un plano cartográfico, la isoterma es una curva que une aquellos puntos que presentan las mismas temperaturas en una unidad de tiempo considerada. El INEGI calculó los gradientes térmicos según las diferentes vertientes, así mismo se calcularon las altitudes a las que pasan las isotermas y se procedió a su trazo. La equidistancia de isotermas es cada dos grados y de acuerdo con la temperatura se presentan las siguientes zonas térmicas: seco, semiseco, semiseco templado.

La delimitación de los rangos de isotermas se llevó a cabo con base en el conjunto de datos vectoriales Isotermas Medias Anuales, a escala 1:1,000,000, elaborado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 1998). En el AI se reconocen cuatro rangos isotérmicos, de los cuales el intervalo de 22 a 24 °C es el predominante al abarcar aproximadamente 72% de la superficie total, mientras que el rango de 16 a 18 °C presenta la menor representación, con una cobertura cercana al 0.78%. El detalle de esta información se muestra en la siguiente tabla.

Tabla III.9. Rango de isotermas dentro del AI del proyecto.

No.	Rango en °C	Área (ha)	Superficie (%)
1	De 16 a 18	161.9566	0.78
2	De 18 a 20	2,384.5867	11.47
3	De 20 a 22	3,250.2363	15.63

4	De 22 a 24	14,998.7175	72.12
Total		**20,795.4971**	**100.00**

Vinculación al Área del Proyecto

El área del proyecto se encuentra dentro de rangos entre 22 a 24°C, tal como se aprecia en la siguiente figura.

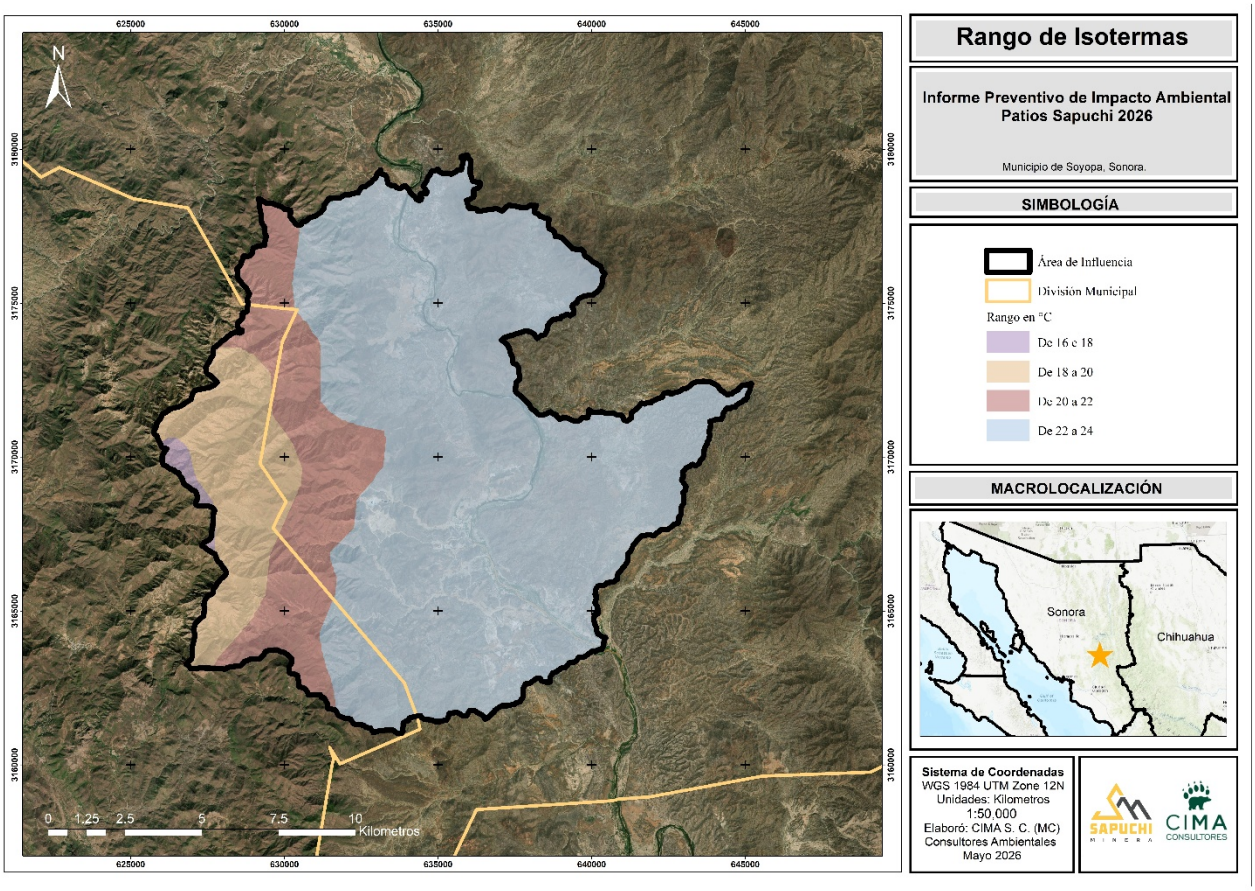


Figura III.8. Rango de isotermas presentes en el proyecto.

Evapotranspiración.

La evapotranspiración es esencialmente similar a la evaporación, excepto que la superficie de la cual se escapan las moléculas de agua no es una superficie de agua, sino hojas de plantas, es decir, el término de evapotranspiración se utiliza para abarcar tanto el proceso físico de pérdida de agua por evaporación como el proceso de evaporación del agua absorbida por las plantas, debido a que se involucran ambos mecanismos de evaporación y transpiración. Sin embargo, aunque los dos sistemas son diferentes y se realizan independientemente no resulta fácil separarlos, pues ocurren por lo general de manera simultánea; de este hecho deriva la utilización del concepto más amplio de evapotranspiración que los engloba.

La cantidad de vapor de agua que transpira una planta varía día a día con los factores ambientales que actúan sobre las condiciones fisiológicas del vegetal y determinan la rapidez con que el vapor del agua se desprende de la planta, siendo los principales factores:

Radiación Solar: Este término comprende la luz visible y otras formas de energía radiante (radiaciones infrarrojas y ultravioleta). El principal efecto de las radiaciones solares sobre la evapotranspiración proviene de la influencia de la luz sobre la apertura y cierre de las estomas, ya que, en la mayoría de las especies vegetales, las estomas por lo común permanecen cerrados cuando desaparece la luz.

Humedad Relativa: En general, si otros factores permanecen constantes, cuando la presión del vapor es mayor, será más lenta la evapotranspiración. Si las estomas están cubiertas, la difusión del vapor de agua de las hojas dependerá de la diferencia entre la presión de vapor de agua en los espacios intercelulares y la presión de vapor de la atmósfera exterior.

Temperatura: Influye en la velocidad en que se difunde el vapor de agua de las hojas a través de las estomas, en general cuanto más alta es la temperatura para un gradiente dado, más alta es la velocidad de difusión.

Viento: El efecto del viento sobre la evapotranspiración dependerá de las condiciones ambientales. Un aumento en la velocidad del viento, dentro de ciertos límites significa una mayor evapotranspiración, sin embargo, puede decirse que la evapotranspiración aumenta relativamente más, por los efectos de una brisa suave (0 a 3 km/hora), que por vientos de gran velocidad. Se ha observado que estos últimos ejercen más bien un efecto retardante sobre la evapotranspiración, probablemente debido al cierre de las estomas en tales condiciones. El efecto del viento puede ser indirecto sobre la evapotranspiración a través de la influencia que ejercen en la temperatura de las hojas.

El Área de Influencia se encuentra definido solo en un rango de evapotranspiración que es de 500 a 600 mm, el cual abarca el 100% de la superficie del área solicitada, tal como se muestra en la figura correspondiente.

Vinculación del Área del Proyecto

La totalidad de los espacios solicitados se ubican dentro del rango de 500 a 600 mm de evapotranspiración, lugar donde se cuenta también con los rangos más altos de lluvia y temperatura, el cual refleja el comportamiento de los climas característicos de la zona, tal como se puede ver en la siguiente figura.

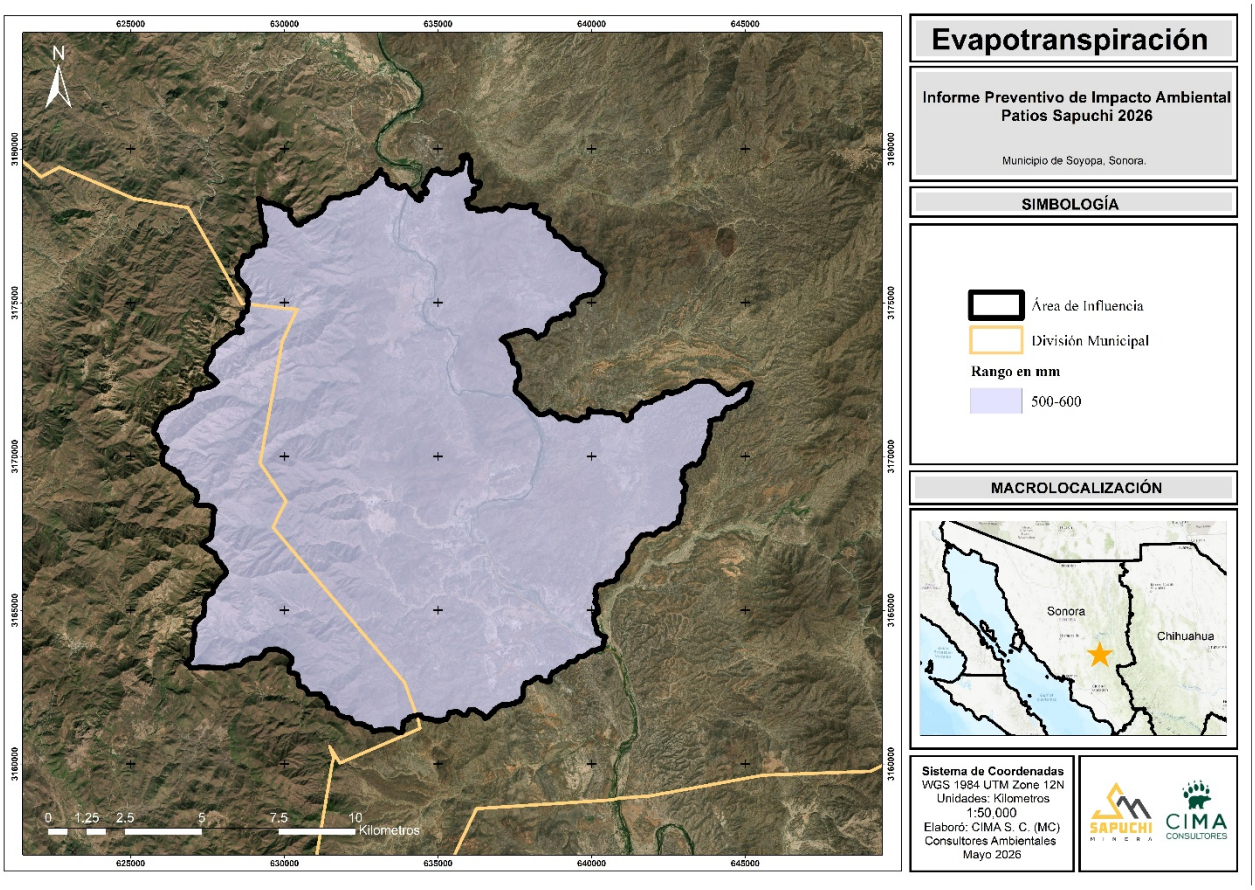


Figura III.9. Rango de evapotranspiración dentro del proyecto.

Eventos meteorológicos

El intemperismo, también denominado meteorización, comprende el conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos responsables del desgaste, descomposición y desintegración de las rocas al encontrarse expuestas a las condiciones atmosféricas. Estos procesos actúan directamente sobre los materiales geológicos en la superficie terrestre, modificando sus propiedades y favoreciendo su transformación progresiva. En la tabla siguiente se presentan los datos correspondientes al número de días con precipitación registrados en la región de estudio.

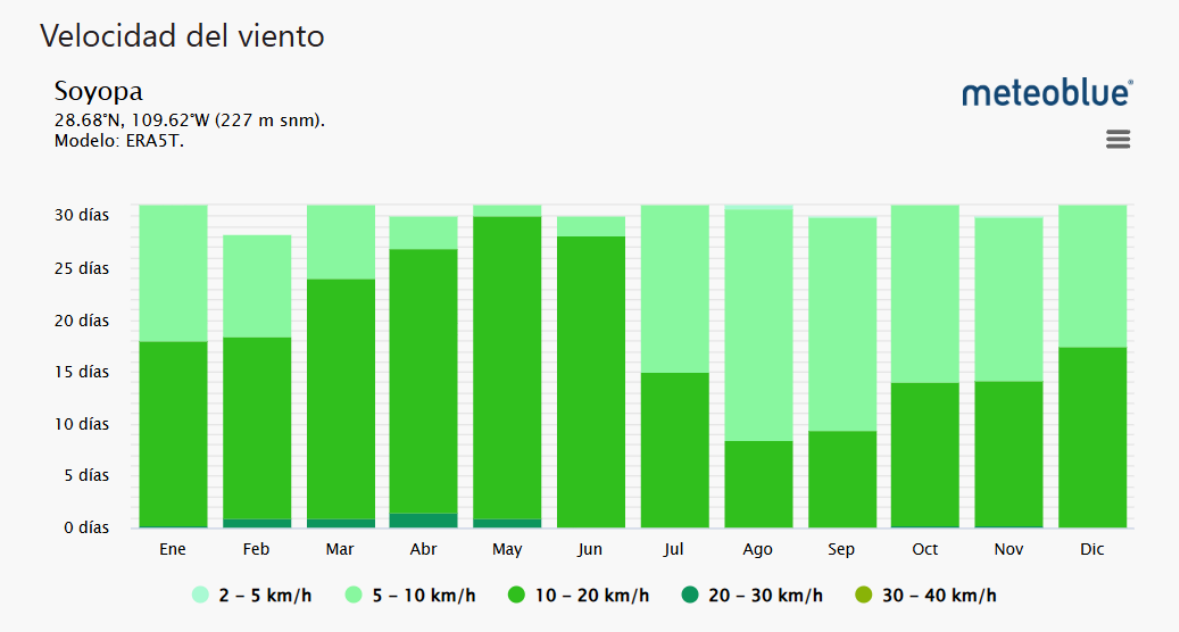
Tabla III.10. Estadísticas de intemperismos severos

Intemperismos severos													
Meses	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Anual**
No. de días con lluvia	3.1	3.2	2.2	0.9	1	4.2	14	11.7	7.3	3.2	3	3.4	57.2
Fuente: CONAGUA-SMN **Sitio web:** https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales_Climatologicas/Normales9120/son/nor9120_26309.txt													

Velocidad y dirección de los vientos

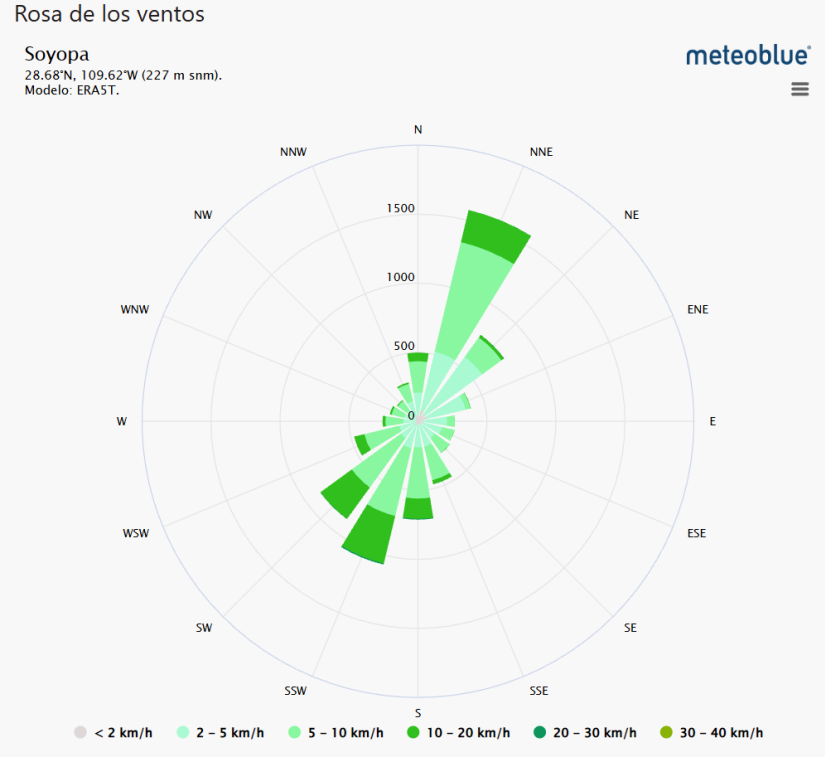
La descripción de los vientos dominantes y su velocidad fueron tomados de la plataforma **meteoblue**, que realiza modelaciones y proyecciones del clima con base a registros que se tienen desde 1940, misma que se consultó para las estación meteorológica de Soyopa, Sonora disponible en la siguiente liga: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/soyopa_m%c3%a9xico_3982790.

La mayor parte del año se presentan vientos con una velocidad de entre 10 y 20 km/h, como se muestra en la siguiente gráfica, seguido de vientos entre 5 y 10 km/h.



Gráfica III.3. Grafica de velocidad del viento

Por otro lado, los vientos dominantes en esta región durante el año se presentan mayormente hacia el noreste, con velocidades que van desde los 2 hasta los 20 km/h, como se observa en la siguiente gráfica



Gráfica III.4. Rosa de los vientos

Resumen de clima y meteorología

El área de influencia presenta climas que van de semiseco semicálido, semiseco cálido y templado subhúmedo, con una temperatura media de 24.3 °C y una precipitación media anual de 657.8 mm principalmente en los meses de julio, agosto y septiembre. La evapotranspiración que oscila entre los 500 y 600 mm anuales. Cabe mencionar que los vientos dominantes van en dirección al noreste.

Geología y Geomorfología

Geología

La Geología es la ciencia que estudia la composición, estructura, dinámica e historia de la Tierra, incluyendo sus recursos naturales (energía, minerales, agua…), así como los procesos que repercuten en su superficie y, por tanto, en el medio ambiente.

Según el Conjunto de datos Cartografía Geológica de la República Mexicana escala 1:250,000 del Servicio Geológico Mexicano (SGM,2008) serie I, en la superficie del AI, se encuentran rocas de tipo: ígnea extrusiva intermedia, ígnea intrusiva ácida, conglomerado, lutita-arenisca, arenisca, ígnea extrusiva intermedia.

De acuerdo con los tipos de materia parental, las rocas sedimentarias ocupan la mayor parte de la superficie del AI con el 64.72%, extrusiva 34.09%, y por último la intrusiva con 1.19%.

A continuación, se describe los tipos de roca presentes en el AI:

Clase; Extrusiva: Se forma a partir del enfriamiento rápido del magma al entrar en contacto con la superficie terrestre, lo que impide el crecimiento de cristales grandes y da lugar a texturas finas o vítreas. Este tipo de material se asocia comúnmente a actividad volcánica.

Clase; Intrusiva: Se origina por el enfriamiento lento del magma en el interior de la corteza terrestre, lo que favorece la cristalización de minerales de mayor tamaño y una textura generalmente gruesa. Se encuentra formando cuerpos magmáticos a distintas profundidades.

Clase; Sedimentaria: Se forma mediante la acumulación, transporte, depósito, compactación y cementación de sedimentos de origen mineral, químico u orgánico. Generalmente se dispone en capas y es común en ambientes continentales y marinos.

En la tabla y la figura siguientes se identifican los tipos de rocas presentes dentro de la AI, lo que permite apreciar su distribución y características principales.

Tabla III.11. Geología dentro del Área de Influencia del proyecto.

No.	Clase	Tipo	Área (ha)	Superficie (%)
1	Extrusiva	Andesita-Toba andesítica	7,041.4382	33.86
2		Ignimbrita-Toba riolítica	48.3092	0.23
3	Intrusiva	Granito-Granodiorita	90.1597	0.43
4		Granodiorita-Diorita	156.5405	0.75
5	Sedimentaria	Aluvial	1,085.6385	5.22
6		Arenisca-Conglomerado poligénico	1,308.4916	6.29
7		Arenisca-Lutita	1,399.2969	6.73

8		Conglomerado poligénico-Arenisca	2,087.8052	10.04
9		Lutita-Caliza	7,324.6601	35.22
10	Cuerpo de Agua	Cuerpo de Agua	253.1571	1.22
Total			**20,795.4971**	**100.00**

Vinculación al Área del Proyecto

El área del proyecto se encuentra localizada sobre un tipo de roca descrito anteriormente, en la siguiente figura se puede observar la ubicación del proyecto en la clase de roca mencionadas con anterioridad.

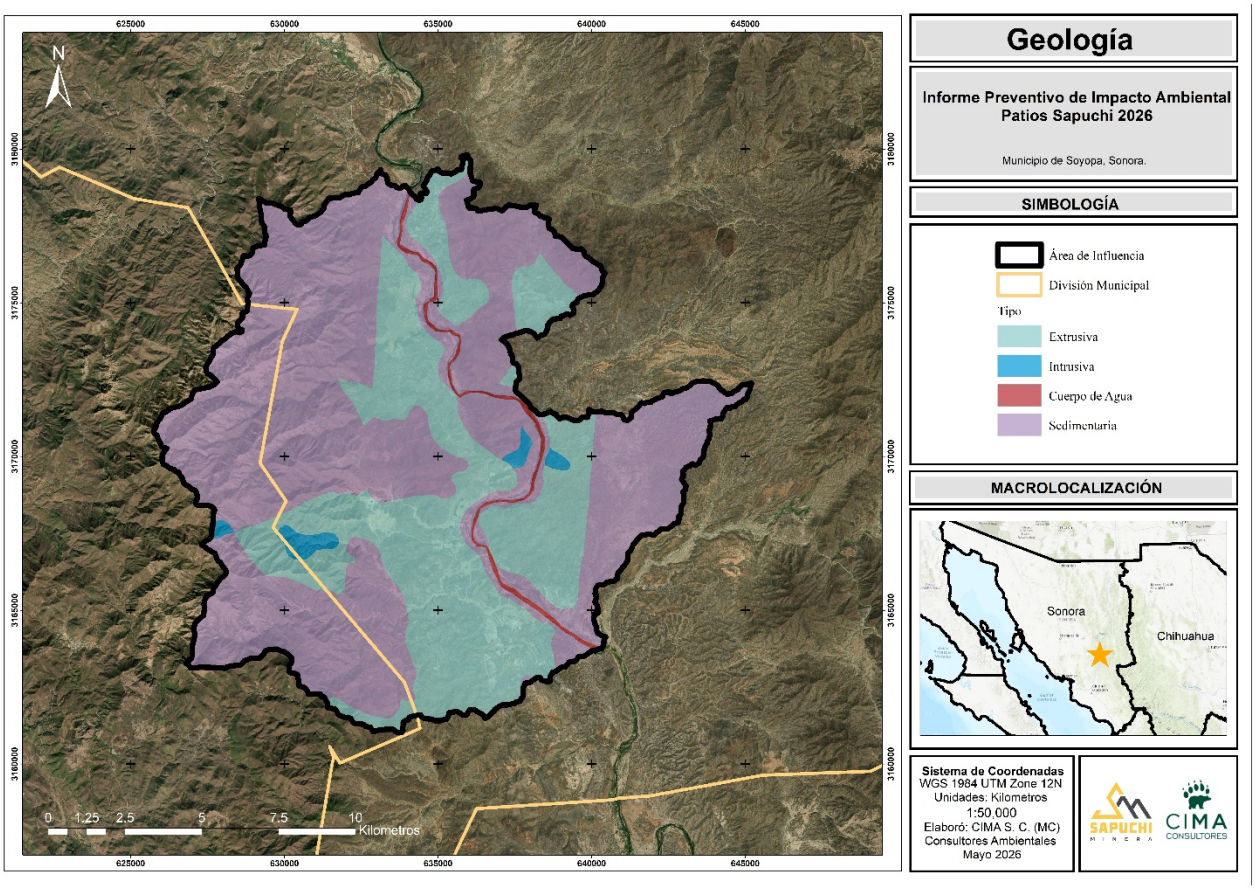


Figura III.10. Tipo de rocas dentro del AI del proyecto "IP Patios Sapuchi 2026".

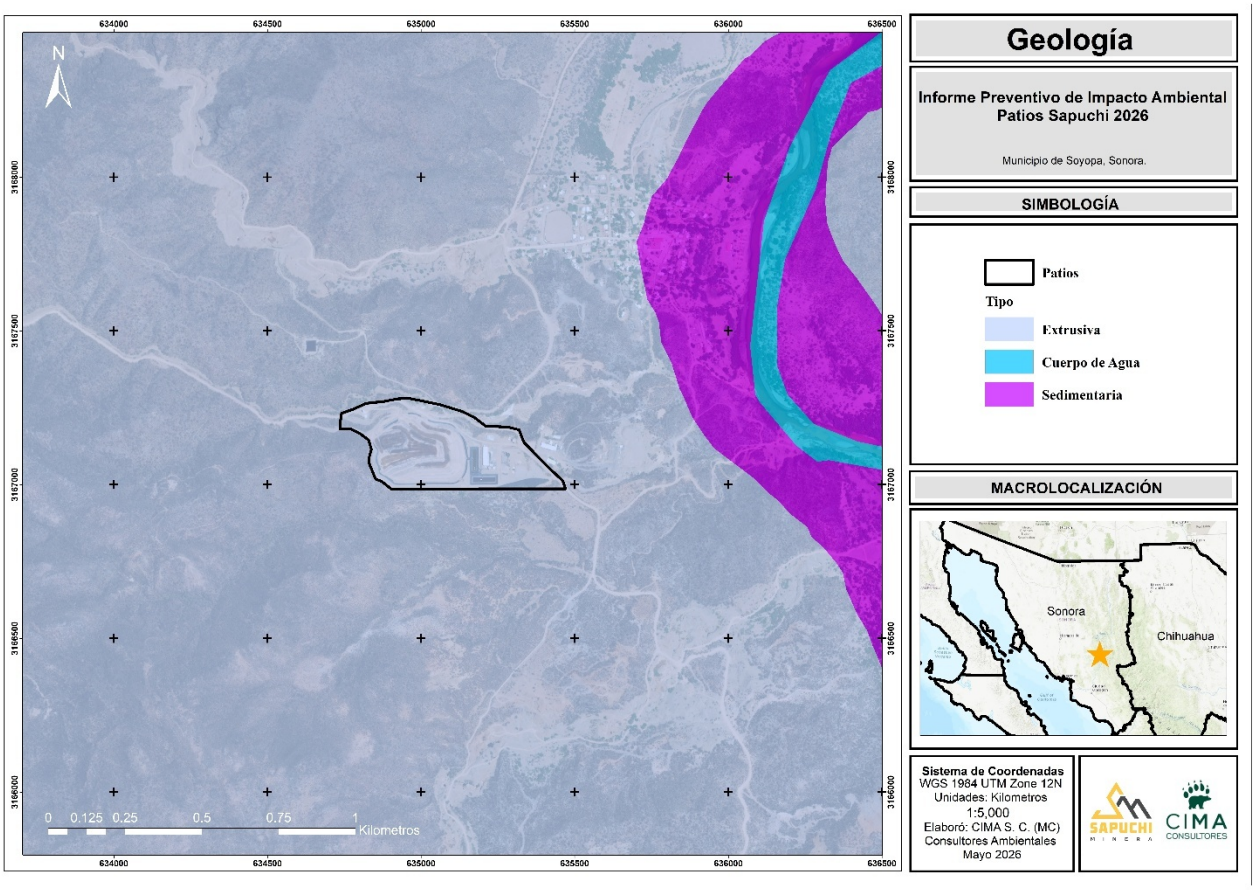


Figura III.11. Tipo de rocas dentro en el ara del proyecto

Geomorfología

La geomorfología estudia y pretende cuantificar determinados rasgos propios de la superficie terrestre, como en el caso de las cuencas hidrográficas. Las cuencas hidrográficas funcionan como colectores, es decir, reciben las precipitaciones y las transforman en escurrimientos. Esta transformación de precipitación a escurrimiento se hace con pérdidas de agua y está en función de numerosos factores, entre los que predominan el clima y la configuración del terreno, y también los índices de magnitudes físicas que expresan en términos simples los valores medios de ciertas características del terreno. Diferentes investigaciones han comprobado la influencia que tienen determinados índices a las respuestas hidrológicas en las cuentas, por ello la importancia de los análisis y determinaciones cuantitativas, como por ejemplo el área de la cuenca, su forma, pendiente, elevación media, características de su red de drenaje, longitud del cauce o colector principal, entre otros.

El área de influencia recae únicamente sobre la provincia fisiográfica sierra madre occidental, la cual se define a continuación.

Provincia Fisiográfica

Sierra madre occidental: Esta sierra se encuentra entre la sierra madre Oriental y la Meseta Central al oriente, y la Zona desértica de Sonora y la llanura Costera de Sinaloa al poniente. Al norte desaparece antes de llegar a la frontera con los Estados Unidos y al sur se une a la Zona Montañosa de la Costa del Suroeste y a la Zona de Fosas Tectónicas, con las cuales no hay propiamente una separación fisiográfica definida. Este sistema

montañoso tiene una anchura media de 250 kilómetros y se extiende de noroeste a sur-sureste por unos 10° de latitud.

Esta provincia está caracterizada por rocas eruptivas, principalmente del Mioceno, que cubren y sepultan rocas intrusivas probablemente de buena parte del Eoceno y que contienen gran riqueza mineral en la forma de verdaderas vetas de fisura, vetas de falla y cuerpos de contacto, especialmente en su flanco orienta.

La parte norte de esta provincia se ha subdividido en tres subprovincias o zonas que la dividen longitudinalmente. Estas subprovincias son: 1) la zona de altiplanicie, 2) la zona de barrancas y 3) la zona de sierras y valles paralelos.

Vinculación al Área del Proyecto

La totalidad del proyecto se ubica dentro de esta provincia fisiográfica de gran extensión, tal como se observa en las siguientes figuras.

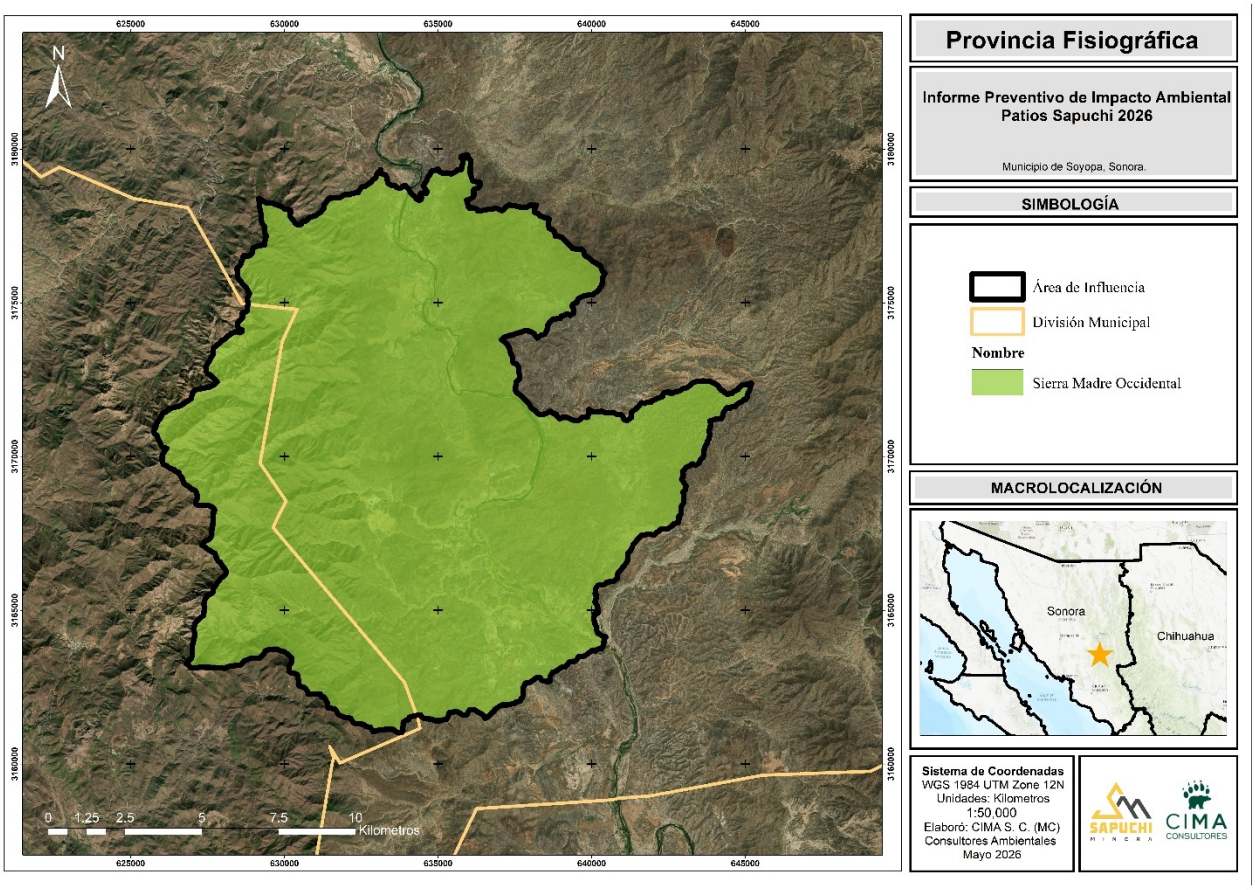


Figura III.12. Provincia Sierra Madre Occidental dentro del AI del proyecto.

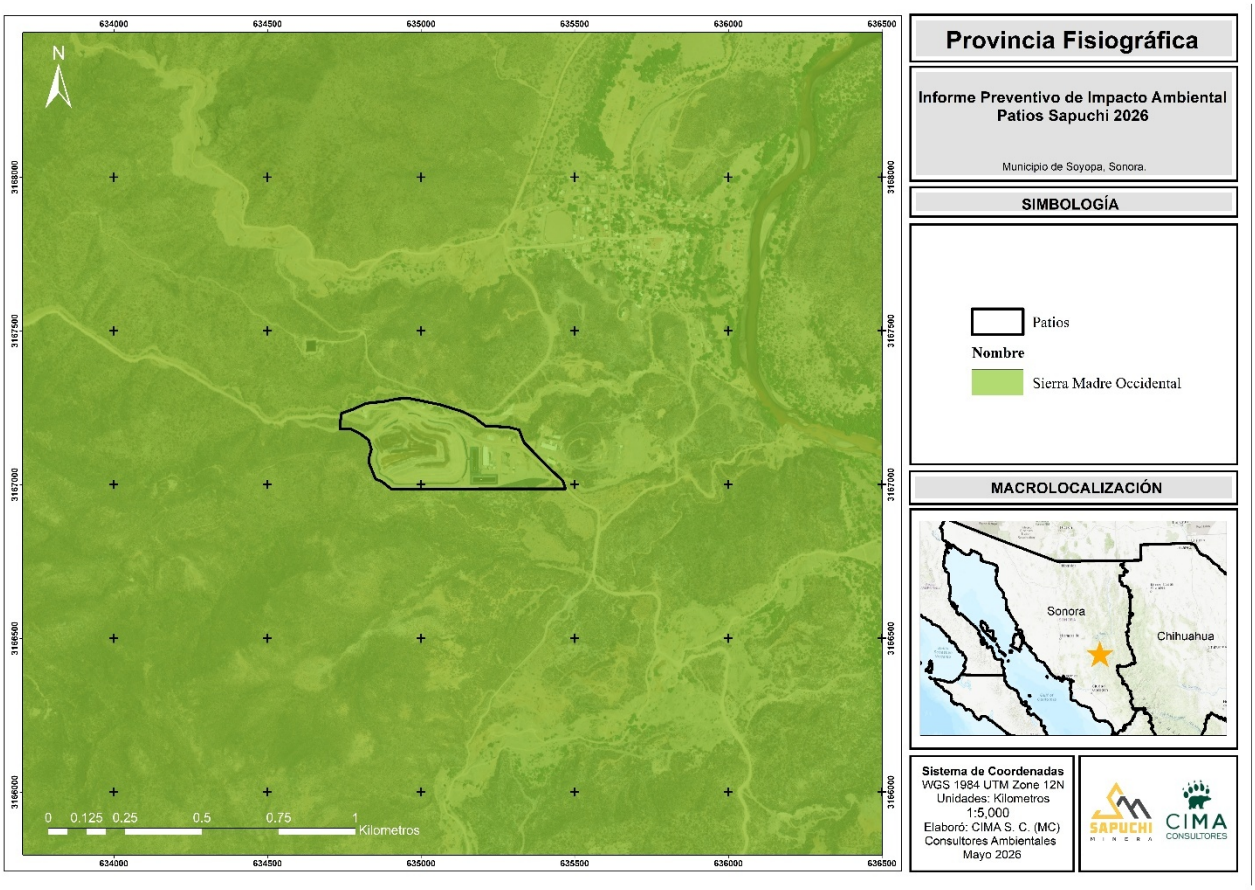


Figura III.13. Provincia fisiográfica dentro del área del proyecto

Sistema de Topoformas

Estos sistemas son un conjunto de topoformas asociadas entre sí, según un patrón o patrones estructurales y/o degradativos y que además presentan un mayor grado de uniformidad paisajística respecto a las subprovincias o discontinuidades fisiográficas.

Una topoforma es una geoforma geométricamente reducible a un número pequeño de elementos topográficos, entendiendo como geoforma a cualquier accidente del relieve tales como planicie, cono cinerítico, inselberg, abanico aluvial, duna y otras (Rosete y Bocco, 1999).

Con base en el Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos, Serie I, a escala 1:1,000,000, sistema de topoformas (INEGI, 2001), dentro de los límites del AI se identifican dos tipos de topoforma: Sierra Alta, que abarca el 49.38% de la superficie, y Valle Intermontano con Lomerío, que representa el 50.62%.

Tabla III.12. Sistema de Topoformas en el Área de Influencia.

No.	Nombre	Área (ha)	Superficie (%)
1	Sierra Alta	10,268.9117	49.38
2	Valle Intermontano con Lomerío	10,526.5854	50.62
Total		**20,795.4971**	**100.00**

Vinculación del Área del Proyecto

El área del proyecto, se encuentra dentro de los sistemas de topoformas Sierra Alta y Valle intermontano con lomerío, tal como se muestra en las siguientes figuras.

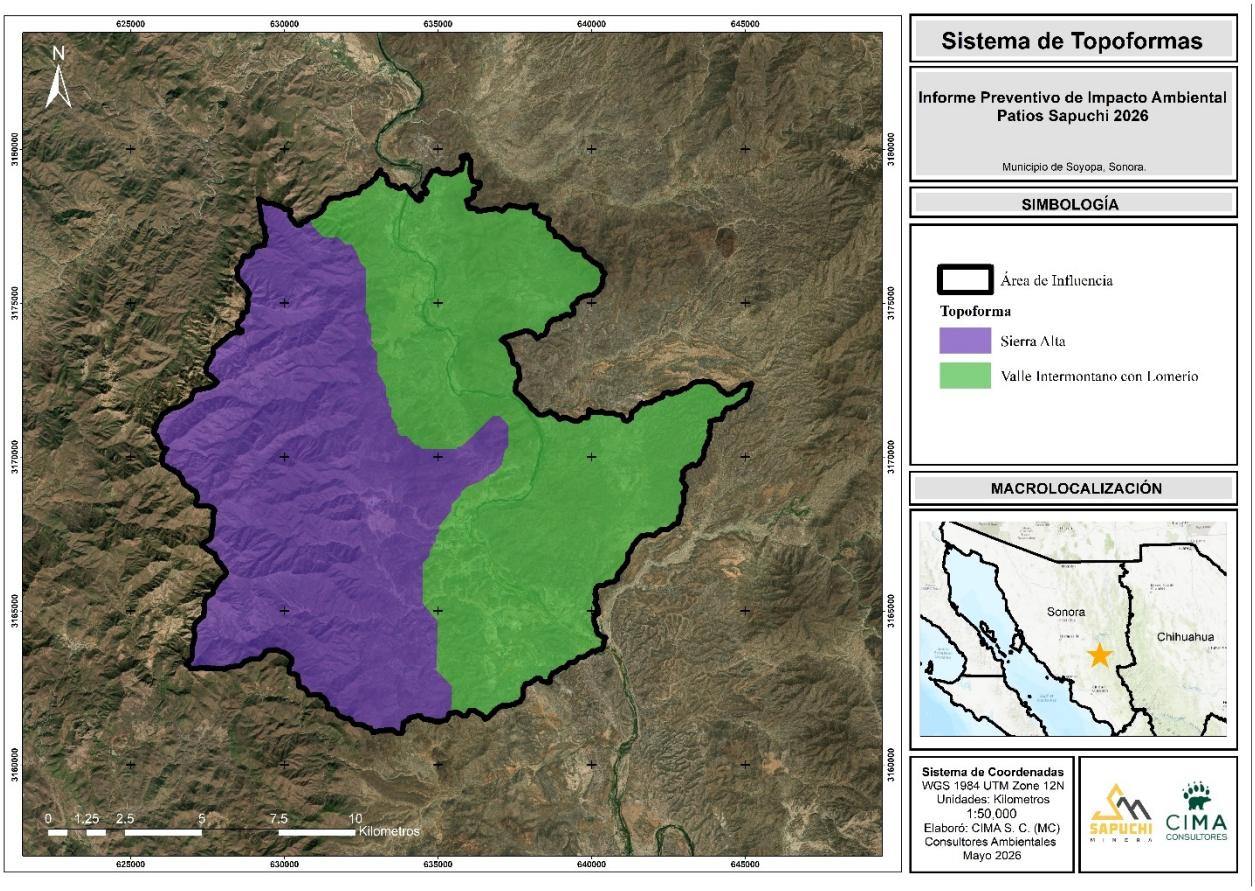


Figura III.14. Sistema de Topoformas presente dentro del AI del proyecto

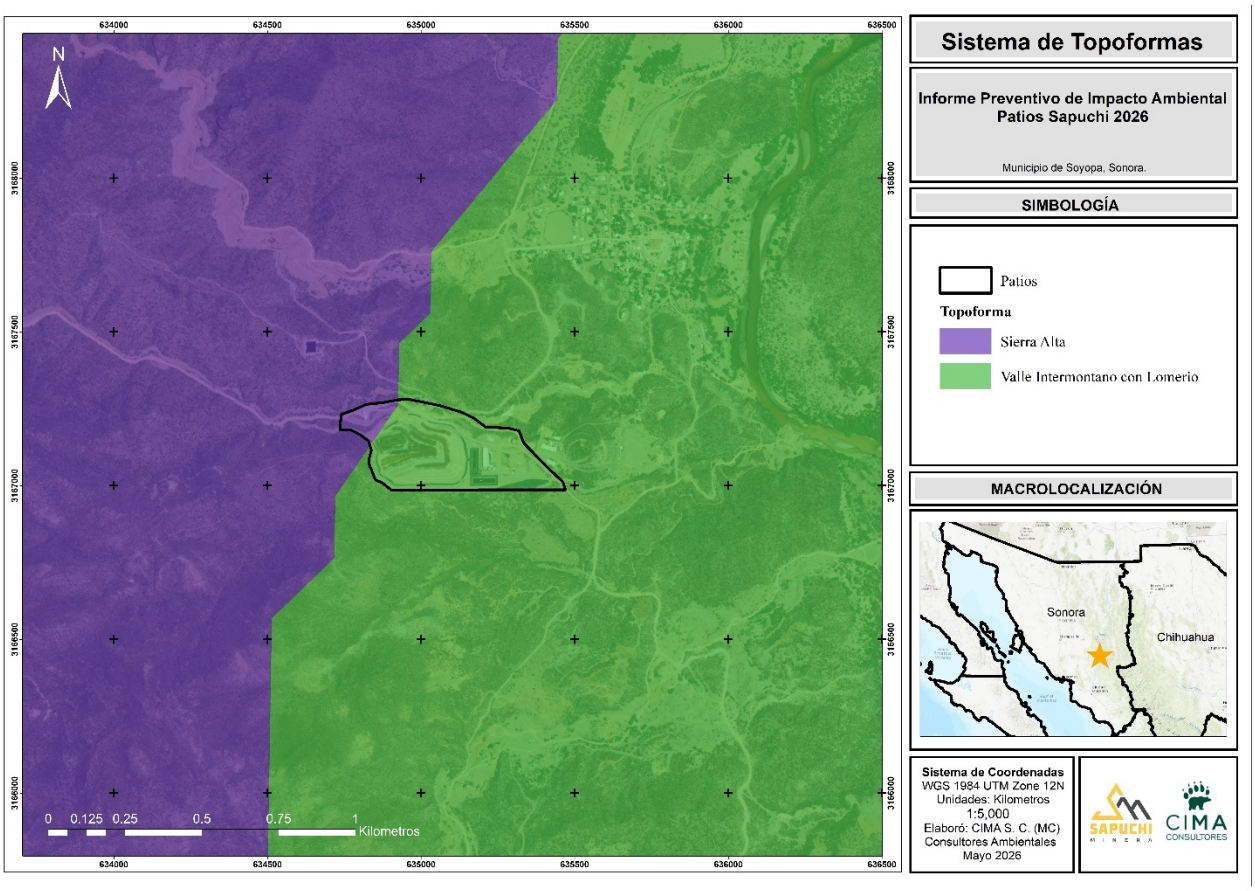


Figura III.15. Sistema de topoformas presentes dentro del área del proyecto

Fallas y Fracturas

Las fallas se forman por esfuerzos técnicos o gravitatorios actuantes en la corteza. La zona de ruptura tiene una superficie generalmente bien definida denominada plano de falla, aunque puede hablarse de banda de falla cuando la fractura y la deformación asociada tienen una cierta anchura.

Las fracturas son grietas del terreno producida por fuerzas tectónicas. Muchas fracturas se deben a que el terreno carecía de la necesaria flexibilidad para plegarse al ser sometido a empujes laterales.

Basado en el Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos, Escala 1:1,000,000, Fallas fracturas, INEGI, 2002, dentro del AI no se presentan fallas y fracturas incidiendo, como se puede ver a en la siguiente figura:

Vinculación al Área del Proyecto

Dentro del AI del proyecto no se presentan fallas y fracturas incidiendo, como se puede ver a en la siguiente figura:

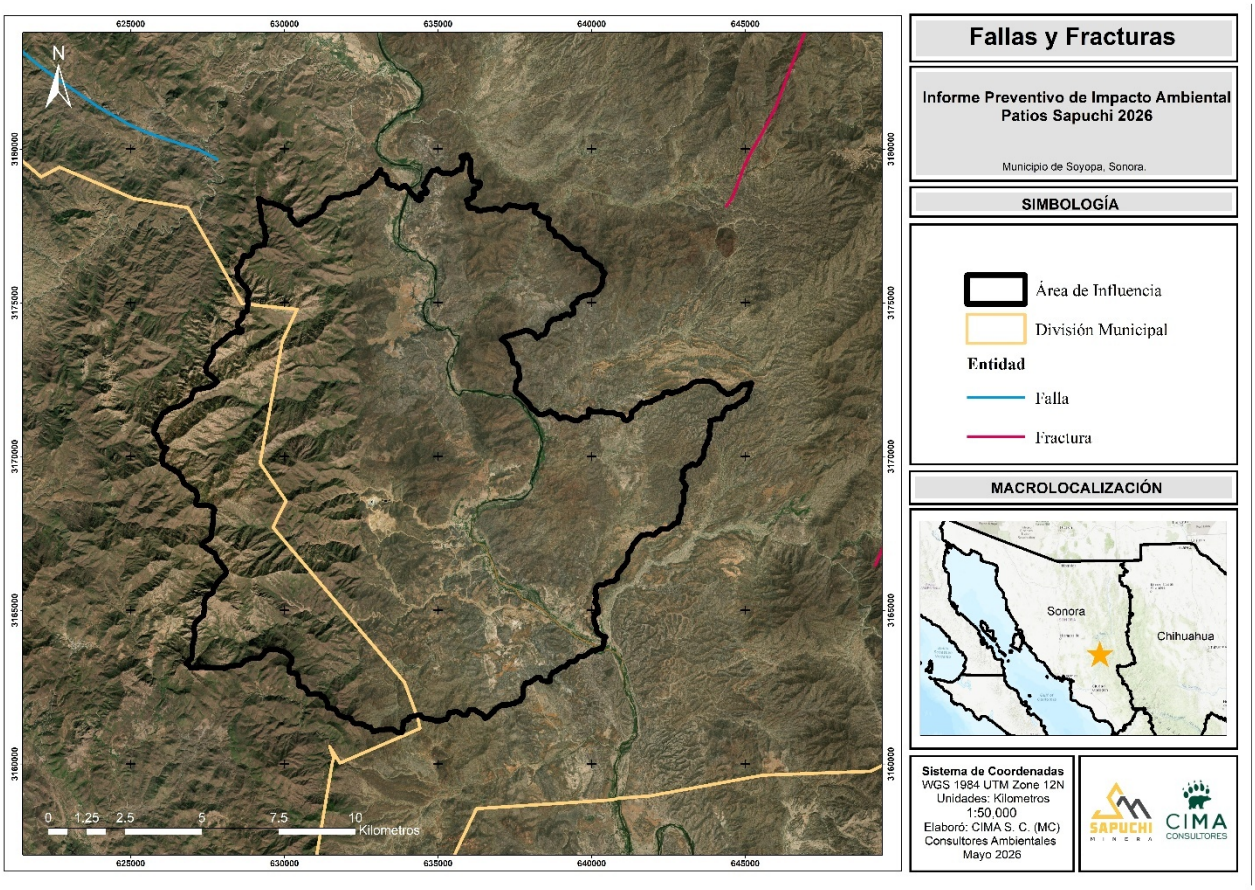


Figura III.16. Fallas y fracturas en el AI del proyecto.

Relieve

El relieve representa la expresión del conjunto de procesos que originan, modelan y destruyen la superficie terrestre, entre los cuales se encuentran los de carácter endógeno que se vinculan con las fuerzas tectónicas capaces de transportar continentes, plegar, fracturas y desplazar estratos de rocas, así como formar volcanes, mientras que los de carácter exógeno se encargan de modelar la superficie a través de la erosión, el transporte y la deposición de materiales a través de los agentes del intemperismos y la presión de ambientes fluviales, glaciares y kársticos (Rodríguez, *et al*, 2018).

Modelo Digital de Elevación

Un modelo digital de elevación (MDE) es una representación visual y matemática de la topografía con la representación de los valores de altura de una zona terrestre con respecto al nivel medio del mar. Dentro del AI.

Tabla III.13. Rango de elevaciones presentes dentro del AI delimitada para el proyecto.

No.	Rango en msnm	Área (ha)	Superficie (%)
1	134 - 300	8,529.9286	41.02
2	330 - 700	8,518.6575	40.96
3	700 - 1100	3,185.2378	15.32
4	1100 - 1393	561.6732	2.70

Total	**20,795.4971**	**100.00**

Vinculación del Área del Proyecto

Dentro del área del proyecto se pueden encontrar elevaciones que van desde los 134-1,393 msnm, tal como se puede observar en las siguientes figuras.

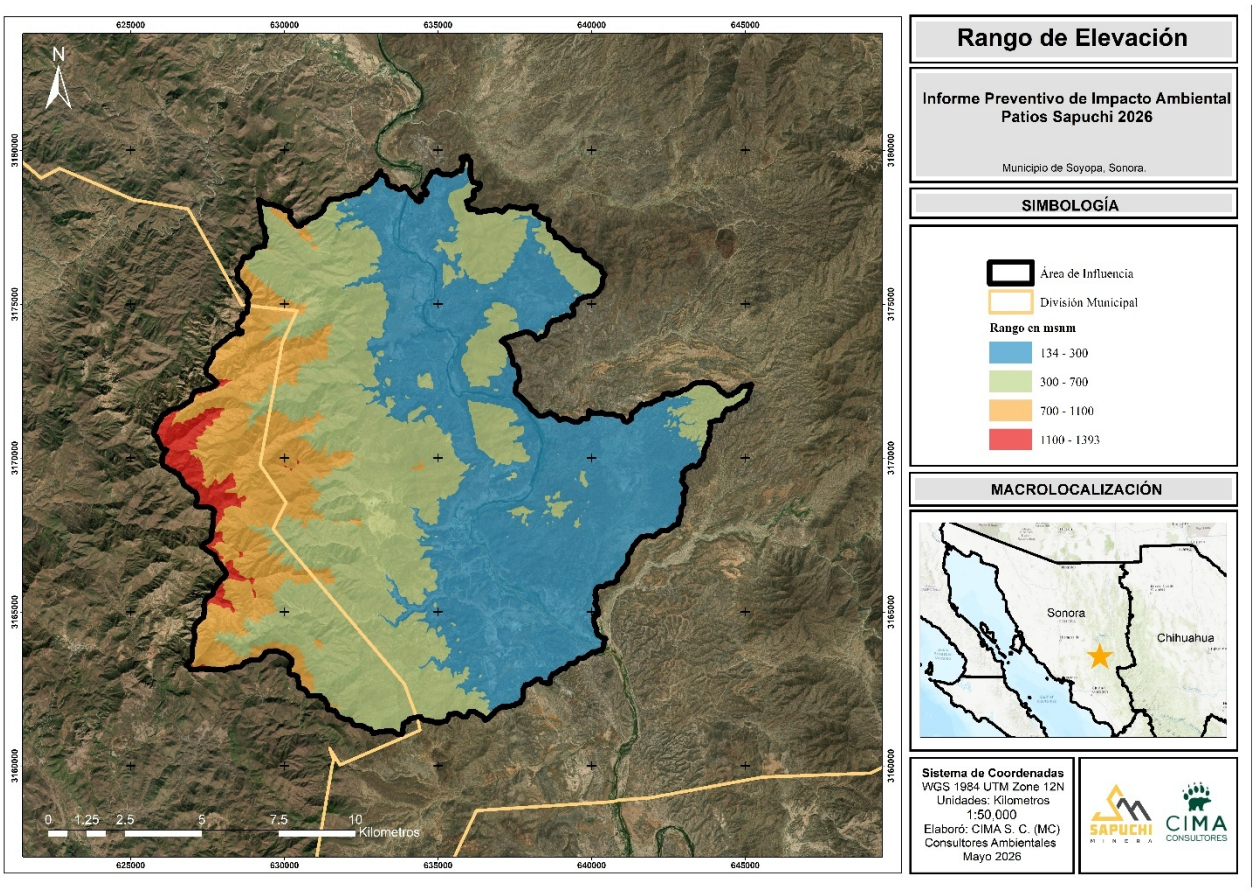


Figura III.17. Exposiciones dentro del AI del proyecto.

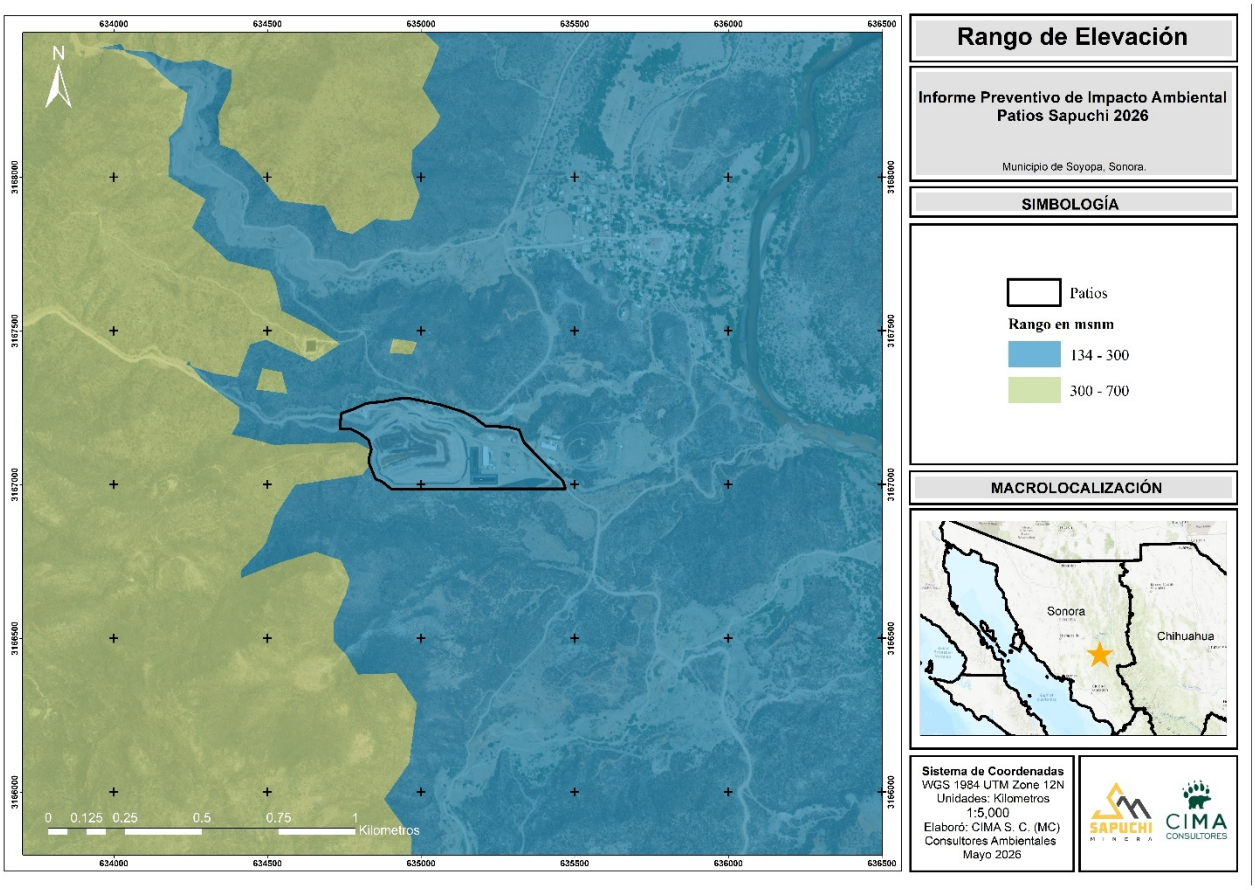


Figura III.18. Exposiciones dentro del proyecto.

Susceptibilidad de la zona

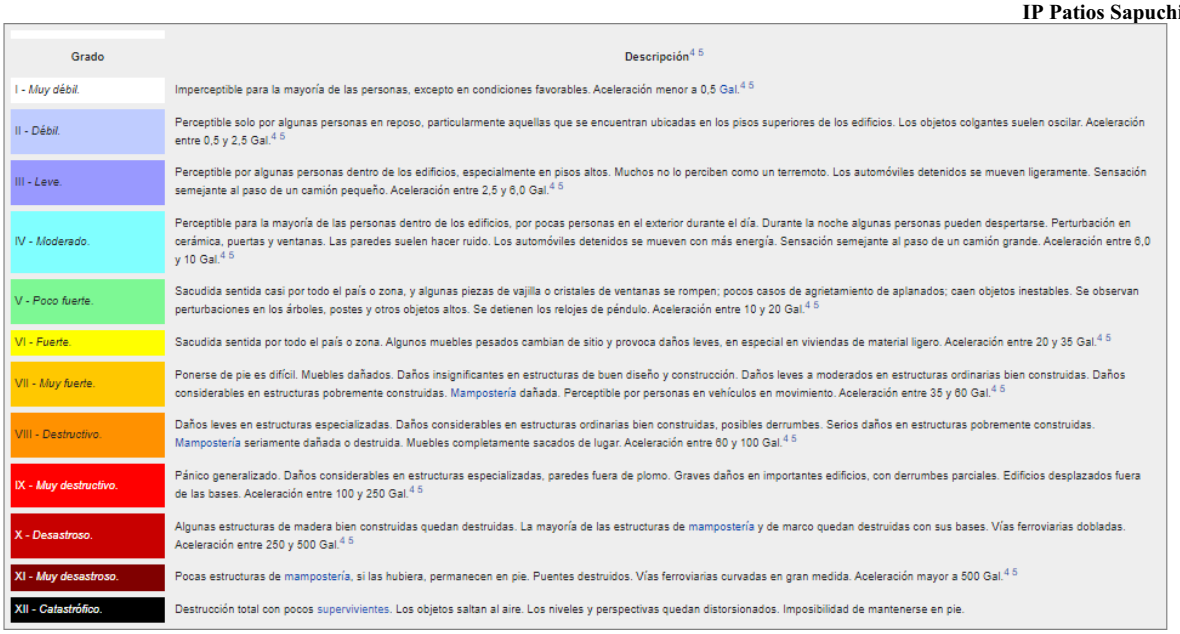
Sismicidad

Un sismo es el movimiento brusco de la Tierra causado por la liberación de energía acumulada durante un largo tiempo. Habitualmente estos movimientos son lentos e imperceptibles, pero en algunos casos el desplazamiento libera una gran cantidad de energía cuando una de las placas se mueve bruscamente contra la otra, rompiéndola y originando el terremoto.

Escala Mercalli

La escala de Mercalli mide cualitativamente la intensidad o violencia de un sismo, mediante la percepción de un observador entrenado para establecer los efectos del movimiento telúrico en un punto determinado de la superficie terrestre.

Los terremotos pueden ser caracterizados en base a la energía liberada y por el daño o efecto producido en estructuras. Existen diferentes criterios para evaluar la intensidad de este tipo de fenómenos, tal es el caso de la escala de Mercalli, la cual es una evaluación cualitativa de la clase de daños causados por un sismo, dicha escala se describe en base a 12 grados de intensidad donde se describen las características de cada uno, denotado por números romanos del I al XII (Servicio Geológico Mexicano, 2017). La siguiente ilustración muestra la clasificación de los grados:



Grado	Descripción[4 5]
I - *Muy débil.*	Imperceptible para la mayoría de las personas, excepto en condiciones favorables. Aceleración menor a 0,5 Gal.[4 5]
II - *Débil.*	Perceptible solo por algunas personas en reposo, particularmente aquellas que se encuentran ubicadas en los pisos superiores de los edificios. Los objetos colgantes suelen oscilar. Aceleración entre 0,5 y 2,5 Gal.[4 5]
III - *Leve.*	Perceptible por algunas personas dentro de los edificios, especialmente en pisos altos. Muchos no lo perciben como un terremoto. Los automóviles detenidos se mueven ligeramente. Sensación semejante al paso de un camión pequeño. Aceleración entre 2,5 y 6,0 Gal.[4 5]
IV - *Moderado.*	Perceptible para la mayoría de las personas dentro de los edificios, por pocas personas en el exterior durante el día. Durante la noche algunas personas pueden despertarse. Perturbación en cerámica, puertas y ventanas. Las paredes suelen hacer ruido. Los automóviles detenidos se mueven con más energía. Sensación semejante al paso de un camión grande. Aceleración entre 6,0 y 10 Gal.[4 5]
V - *Poco fuerte.*	Sacudida sentida casi por todo el país o zona, y algunas piezas de vajilla o cristales de ventanas se rompen; pocos casos de agrietamiento de aplanados; caen objetos inestables. Se observan perturbaciones en los árboles, postes y otros objetos altos. Se detienen los relojes de péndulo. Aceleración entre 10 y 20 Gal.[4 5]
VI - *Fuerte.*	Sacudida sentida por todo el país o zona. Algunos muebles pesados cambian de sitio y provoca daños leves, en especial en viviendas de material ligero. Aceleración entre 20 y 35 Gal.[4 5]
VII - *Muy fuerte.*	Ponerse de pie es difícil. Muebles dañados. Daños insignificantes en estructuras de buen diseño y construcción. Daños leves a moderados en estructuras ordinarias bien construidas. Daños considerables en estructuras pobremente construidas. Mampostería dañada. Perceptible por personas en vehículos en movimiento. Aceleración entre 35 y 60 Gal.[4 5]
VIII - *Destructivo.*	Daños leves en estructuras especializadas. Daños considerables en estructuras ordinarias bien construidas, posibles derrumbes. Serios daños en estructuras pobremente construidas. Mampostería seriamente dañada o destruida. Muebles completamente sacados de lugar. Aceleración entre 60 y 100 Gal.[4 5]
IX - *Muy destructivo.*	Pánico generalizado. Daños considerables en estructuras especializadas, paredes fuera de plomo. Graves daños en importantes edificios, con derrumbes parciales. Edificios desplazados fuera de las bases. Aceleración entre 100 y 250 Gal.[4 5]
X - *Desastroso.*	Algunas estructuras de madera bien construidas quedan destruidas. La mayoría de las estructuras de mampostería y de marco quedan destruidas con sus bases. Vías ferroviarias dobladas. Aceleración entre 250 y 500 Gal.[4 5]
XI - *Muy desastroso.*	Pocas estructuras de mampostería, si las hubiera, permanecen en pie. Puentes destruidos. Vías ferroviarias curvadas en gran medida. Aceleración mayor a 500 Gal.[4 5]
XII - *Catastrófico.*	Destrucción total con pocos supervivientes. Los objetos saltan al aire. Los niveles y perspectivas quedan distorsionados. Imposibilidad de mantenerse en pie.

Figura III.19. Grado de intensidad de Escala de Mercalli.

Para la identificación de la escala de Mercalli se realizó en base a el Conjunto de datos vectoriales el Global de Intensidades Mercalli por parte de Centro Nacional De Prevención De Desastres (CENAPRED, 2015). Tanto el AI como el área del proyecto, se localizan dentro de una categoría o región sísmica, la cual se describe a continuación:

- **IV – Moderado –** Perceptible para la mayoría de las personas dentro de los edificios, por pocas personas en el exterior durante el día. Durante la noche algunas personas pueden despertarse. Perturbación en cerámica, puertas y ventanas. Las paredes suelen hacer ruido. Los automóviles detenidos se mueven con más energía. Sensación semejante al paso de un camión grande. Aceleración entre 6,0 y 10 Gal.

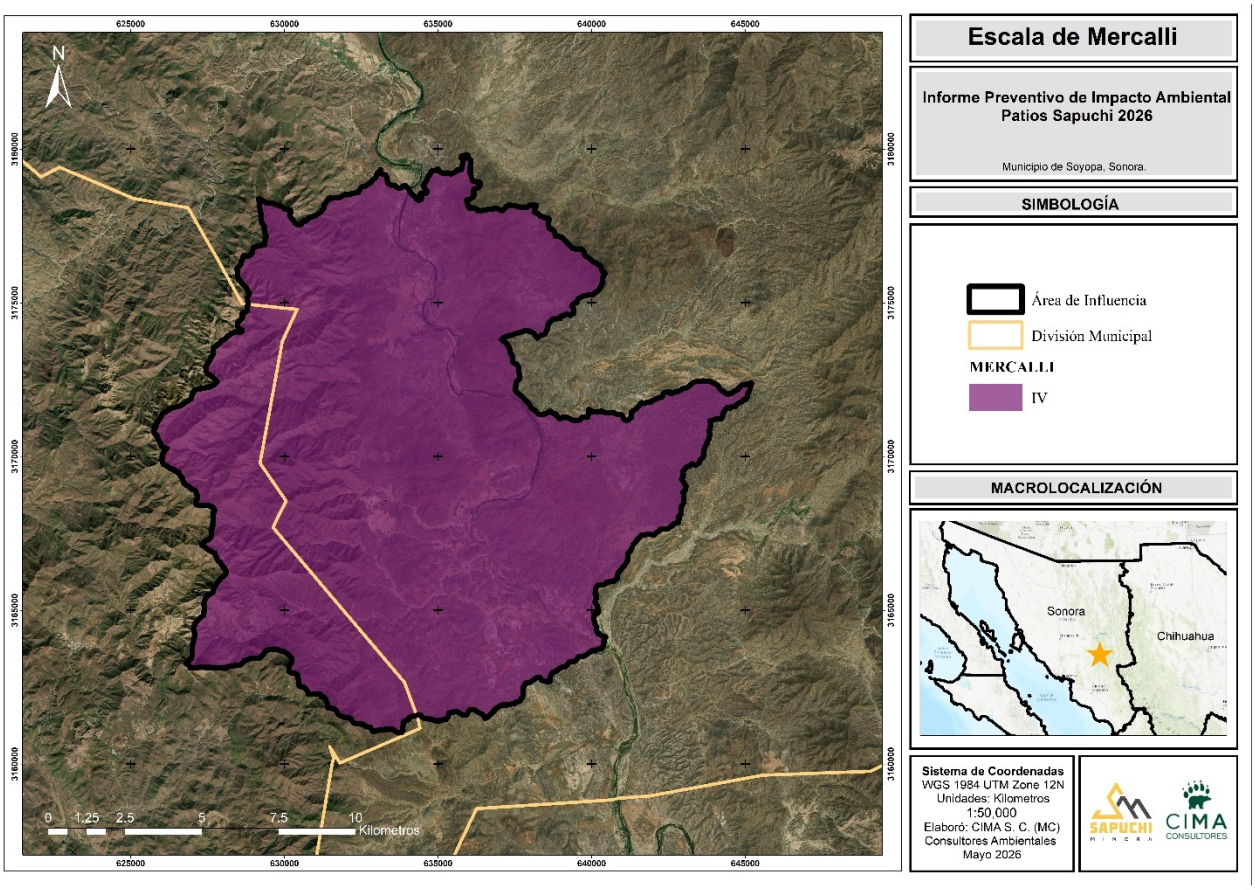


Figura III.20. Ubicación del área de influencia de acuerdo con los grados de intensidad de Mercalli.

Regionalización sísmica de CFE

Otra manera de caracterizar los sismos es a partir de la Regionalización Sísmica de la CFE (Comisión Federal de Electricidad), en el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, 2021), se encuentra el mapa de regionalización sísmica que permite identificar el nivel de peligro sísmico que tiene un área determinada dentro del territorio nacional, en base a cuatro clasificaciones:

- **Alto:** Grandes sismos frecuentes, aceleración del terreno mayor al 70% de la gravedad.
- **Medio:** Sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno menor al 70% de gravedad.
- **Bajo**: Sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno menor al 70% de gravedad.
- **Muy bajo:** No se tienen registros históricos de sismos en los últimos 80 años.

Basado en el Conjunto de Datos Vectoriales Regionalización Sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2015), el AI está dentro de la categoría “Medio”.

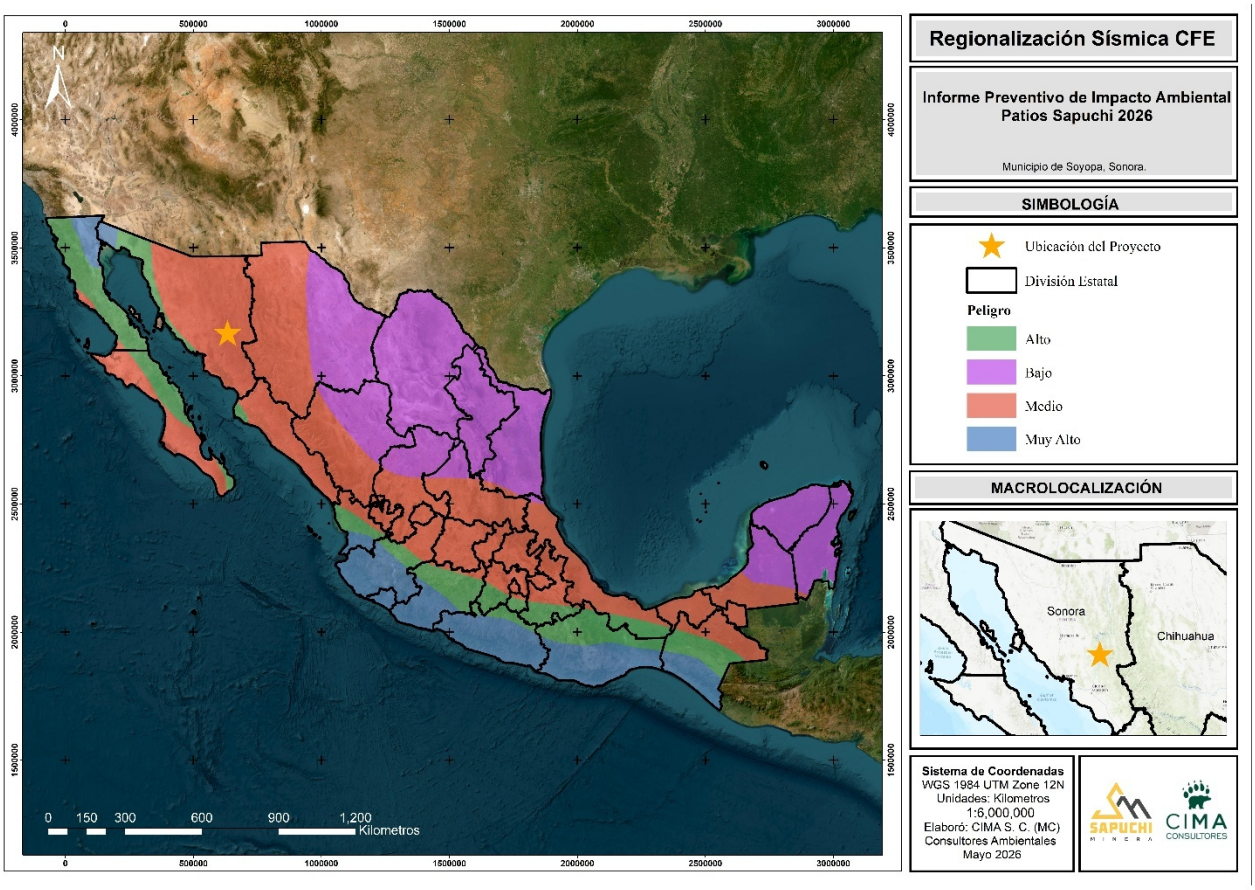


Figura III.21. Ubicación del AI con respecto a la regionalización sísmica de CFE.

Deslizamiento de Laderas

Estos fenómenos son desplazamientos de masas de tierra o rocas por una pendiente en forma súbita o lenta. Si bien la gravedad que actúa sobre las laderas es la principal causa de un deslizamiento, su ocurrencia también depende de variables como son las clases de rocas y suelos, la topografía (lugares montañosos con pendientes fuertes), orientación de las fracturas o grietas en la tierra, cantidad de lluvia en el área, actividad sísmica, actividad humana (cortes en ladera, falta de canalización de aguas, etc.) y la erosión (por actividad humana y de la naturaleza).

Los deslizamientos de tierra ocurren con mayor frecuencia que cualquier otro evento geológico. Se producen a diario en las capas más superficiales del terreno como consecuencia de fuertes precipitaciones o de ondas sísmicas.

La identificación de regiones potenciales a deslizamiento de laderas se realizó en base a el Conjunto de datos vectoriales de regiones potenciales a deslizamiento de laderas por parte del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2015). El área de influencia no se encuentra dentro de alguna región potencial a deslizamiento de laderas.

Vinculación al Área del Proyecto

El área del proyecto no se encuentra dentro de alguna región potencial a deslizamiento de laderas, la más cercana se localiza a 58.9539 km aproximadamente al este del proyecto, tal como se puede ver en el siguiente mapa.

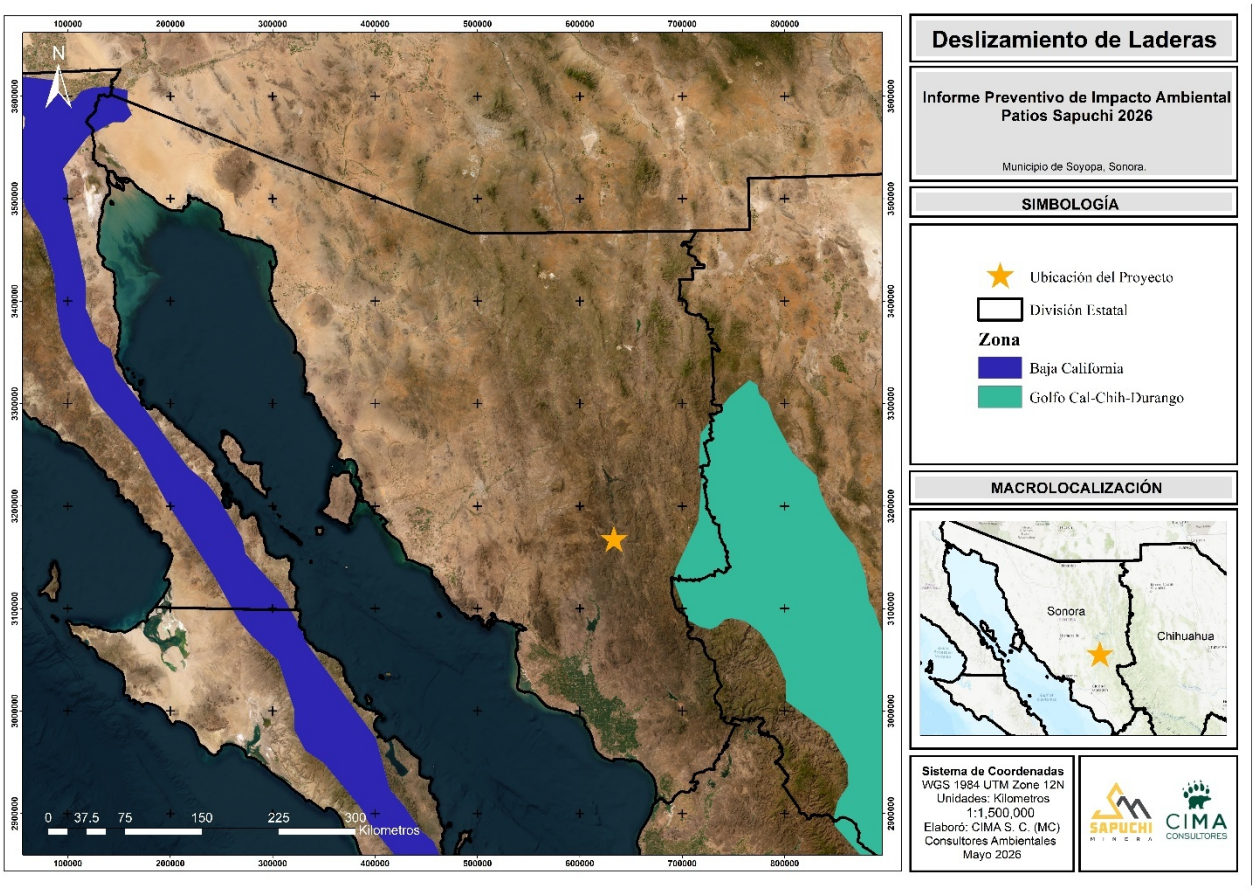


Figura III.22. Ubicación del AI respecto a las regiones propensas a deslizamiento de laderas.

Posible Actividad Volcánica.

La identificación de volcanes activos se realizó en base a el conjunto de datos vectoriales de volcanes activos por parte del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2015). No se tiene registro de este tipo de actividad volcánica dentro del área de influencia, tal y como se muestra en la siguiente figura.

Vinculación al Área del Proyecto

Dentro del área del proyecto no se tiene registro de actividad volcánica, en la siguiente figura se puede observar lo antes mencionado.

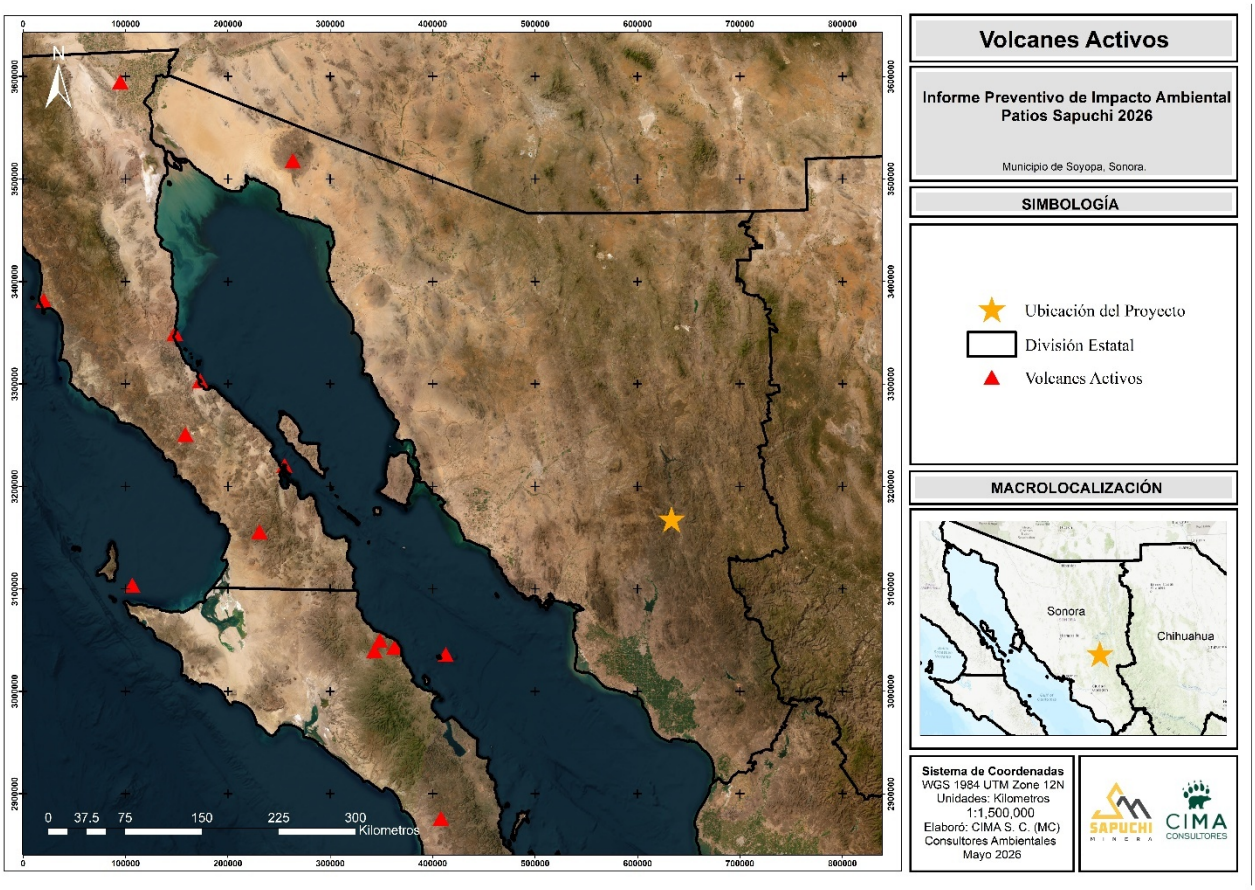


Figura III.23. Ubicación del proyecto con respecto a volcanes activos registrados.

Suelos

Edafología

La edafología se encarga de estudiar el suelo, resultado de la interacción de varios factores del ambiente y fundamentalmente de los siguientes: clima, material parental o tipo de roca a partir de la cual se originan los suelos, vegetación y uso del suelo, relieve y tiempo. El suelo está formado por horizontes y/o capas, las cuales se pueden apreciar en los cortes de las carreteras, pozos y zanjas. Hay que tener presente que el suelo es un elemento dinámico, abierto al medio que lo rodea y que está en constante evolución.

Con base en el Conjunto Nacional de Información Edafológica, Serie III, a escala 1:250,000 (INEGI, 2024), dentro del AI predomina el suelo tipo regosol, el cual abarca el 86.20% de la superficie total. En menor proporción se presenta el suelo leptosol, con una cobertura del 12.56%.

A continuación, se hace una breve reseña de cada tipo de suelo presente dentro del área de influencia.

- **Regosol -** Los regosoles son suelos muy jóvenes, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua; de ahí que se encuentren sobre todo al pie de las sierras, donde son acumulados por los ríos que descienden de la montaña cargados de sedimentos. No presentan capas con diferencias claras y tienen un horizonte A ócrico muy claro en color y pobre en materia orgánica, el cual sobre yace directamente sobre roca o sobre un horizonte C. En general los regosoles tienen

textura media, por lo que su drenaje interno es moderado. El material parental del que se han originado son principalmente rocas ígneas extrusivas.

- **Leptosol -** Suelos menores de 10 cm de profundidad que están limitados por un estrato duro, continuo y coherente (fase lítica). La delgada capa superficial es, por definición, un horizonte A ócrico. Por sus características no son aptos para la agricultura, su utilización es pecuaria cuando presentan vegetación de pastos y matorrales aprovechables por el ganado. En la actualidad, sustentan bosques de pino y/o encino, chaparral, matorral desértico rosetófilo y pastizal natural.

En la siguiente tabla y figura se puede apreciar el tipo de suelo presente en el AI:

Tabla III.14. Superficie y Porcentaje de los Tipos de Suelo en el Área de Influencia.

No.	Tipo de Suelo	Área (ha)	Superficie (%)
1	Leptosol	2,612.2939	12.56
2	Regosol	17,926.2259	86.20
3	Cuerpo de agua	2,56.9773	1.24
Total		**20,795.4971**	**100.00**

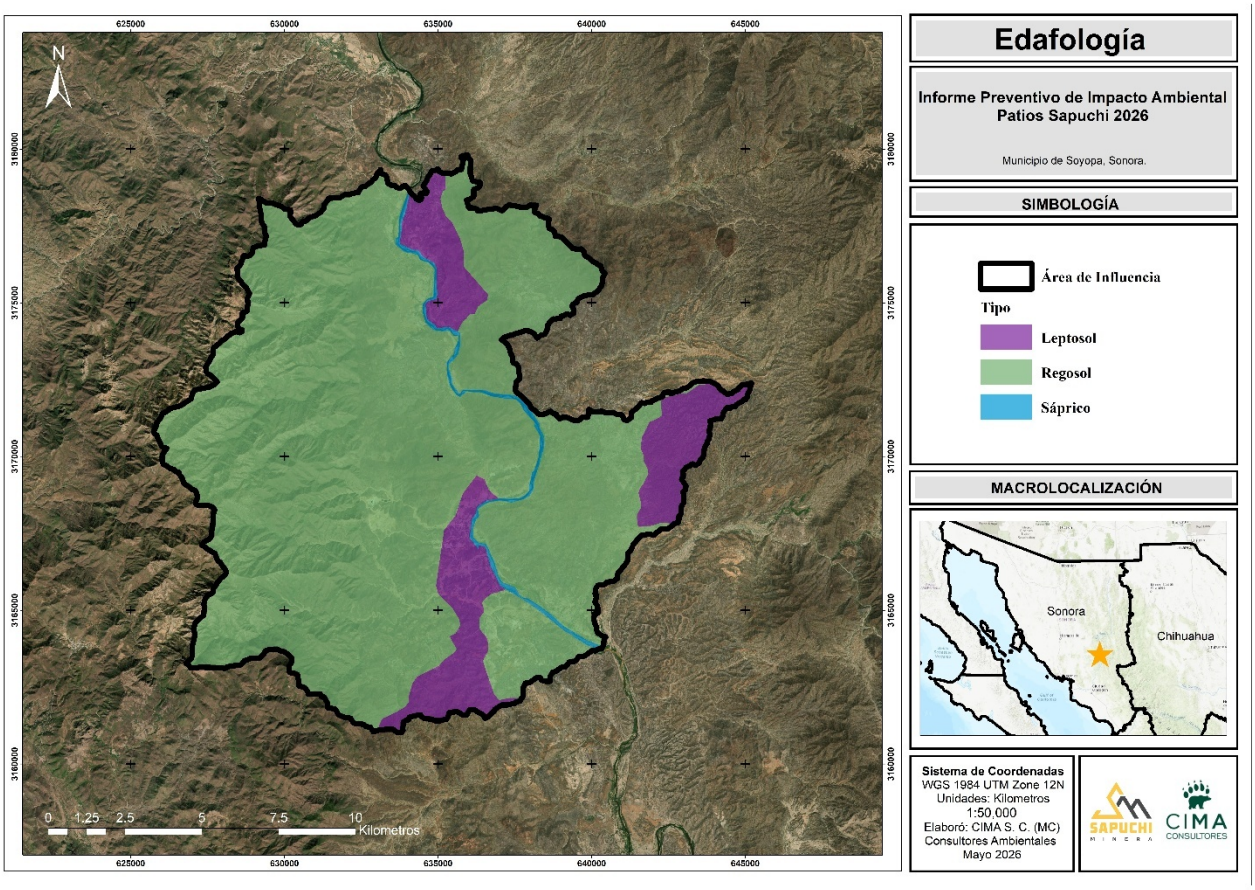


Figura III.24. Tipos de suelo dentro del AI.

En cuanto al área que respecta al proyecto, este abarca los dos tipos de suelo que se encuentran dentro del AI tal como se muestran en la siguiente figura.

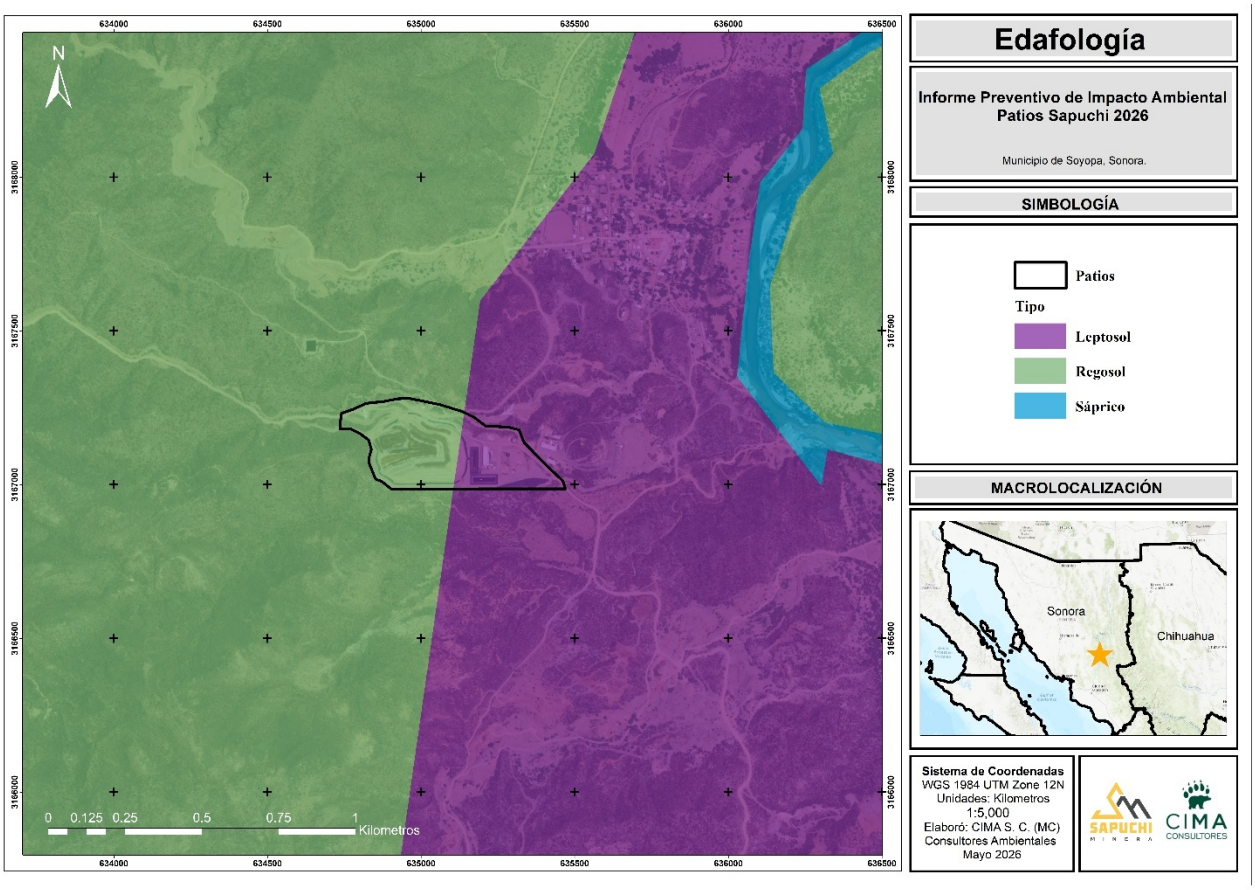


Figura III.25. Tipos de suelo dentro del área del proyecto

Hidrología superficial y subterránea

Con base a datos obtenidos del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) de INEGI, se determinó el área que ocupa cada una de las categorías de clasificación hidrológica, en las que se ubica el área de influencia del presente estudio, mismas que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla III.15. Red hidrológica dentro del AI del proyecto.

Nivel jerárquico	Clave	Nombre	Área (km²)	Perímetro (Km)
Región hidrológica	RH09	Region Hidrologica Sonora Sur	139,348.1956	3,210.9210
Cuenca	RH09B	Cuenca Rio Yaqui	70,851.4398	1,600.2731
Subcuenca	RH09Bb	Subcuenca R. Yaqui - P. Alvaro Obregón	4,945.0849	608.3075
	RH09Bj	Subcuenca R. Tecoripa	2,455.2054	322.3199
Fuente: SIATL				

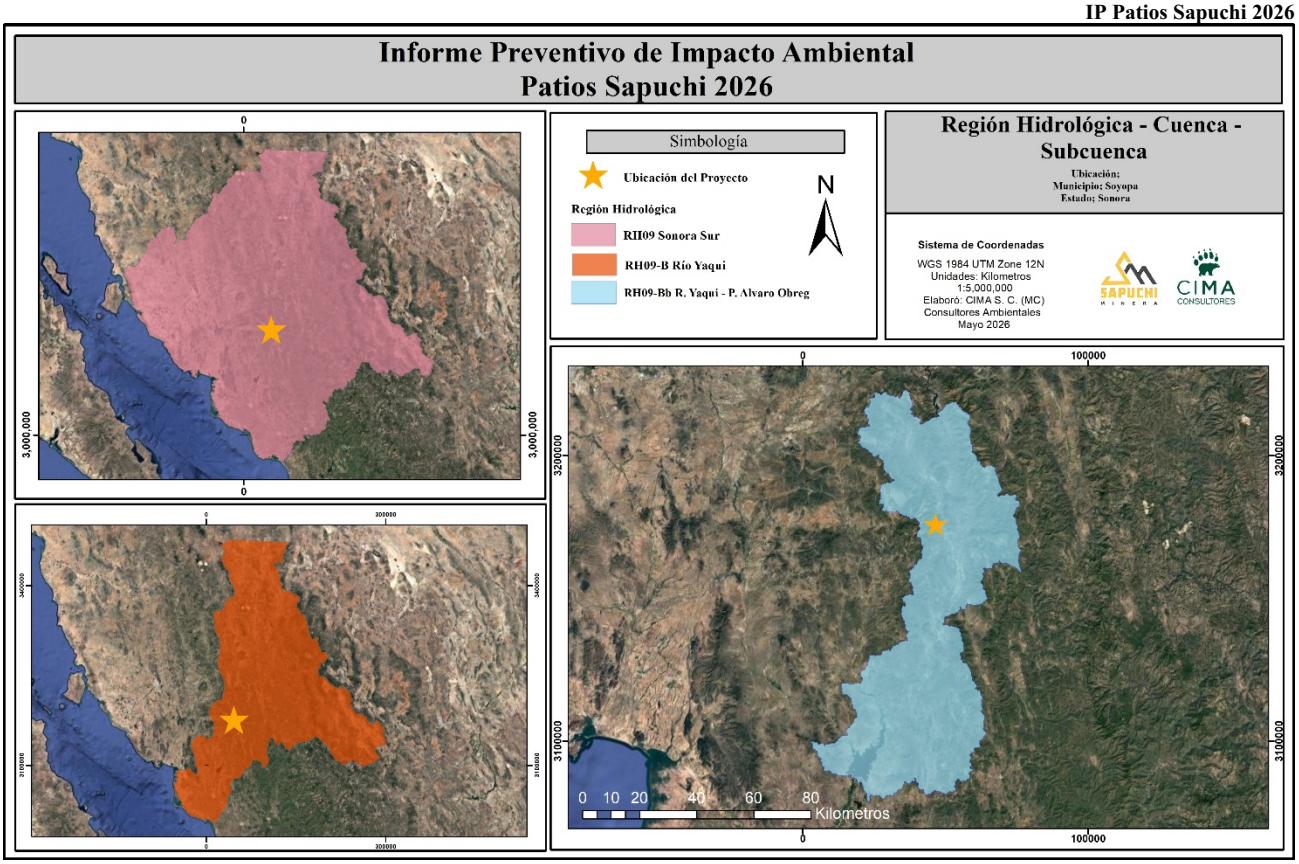


Figura III.26. Hidrología del Área de Influencia.

Embalses y cuerpos de agua cercanos (lagos, presas, etc.)

Dentro del área de Influencia (AI) se localiza el río Yaqui, una de las corrientes superficiales más importantes del estado de Sonora y del noroeste de México. Este río tiene su origen en la Sierra Madre Occidental, donde recibe aportaciones de numerosos arroyos y ríos tributarios, y presenta un escurrimiento con dirección general de este a oeste, hasta su desembocadura en el Golfo de California.

El régimen hidrológico del río Yaqui es predominantemente intermitente, determinado por la precipitación estacional asociada al monzón de verano, así como por la regulación derivada de la infraestructura hidráulica existente. La cuenca del río Yaqui cumple una función estratégica en el abastecimiento de agua para los sectores agrícola, urbano e industrial, además de desempeñar un papel fundamental en la conservación de los procesos ecológicos y en el desarrollo socioeconómico del sur del estado de Sonora.

Ordenes de Corriente.

La clasificación de Strahler establece que los cauces de menor orden corresponden a arroyos pequeños y no ramificados; cuando dos de estos confluyen, se forma un cauce de segundo orden. De manera progresiva, la confluencia de dos canales del mismo orden da origen a un cauce de orden inmediato superior, proceso que continúa hasta alcanzar el orden máximo correspondiente a la corriente principal de la cuenca.

En el Área de Influencia se identifican órdenes de corriente que varían del -1 al 7, con un claro predominio de los cauces de primer orden, los cuales representan más del 63% del total. En segundo lugar, se ubican los cauces de segundo orden, que concentran el 19.14%. Los órdenes presentan una distribución significativamente menor dentro del porcentaje restante, tal como se muestra en la tabla correspondiente.

Tabla III.16. Tipo de orden y distancia de las corrientes dentro del AI del proyecto.

No.	Orden del cauce	Longitud (km)	Superficie (%)
1	-1	0.9821	0.14
2	1	458.3390	63.16
3	2	138.8712	19.14
4	3	79.8253	11.00
5	4	18.6374	2.57
6	5	6.2352	0.86
7	7	22.8342	3.15
Total		**725.7244**	**100.00**

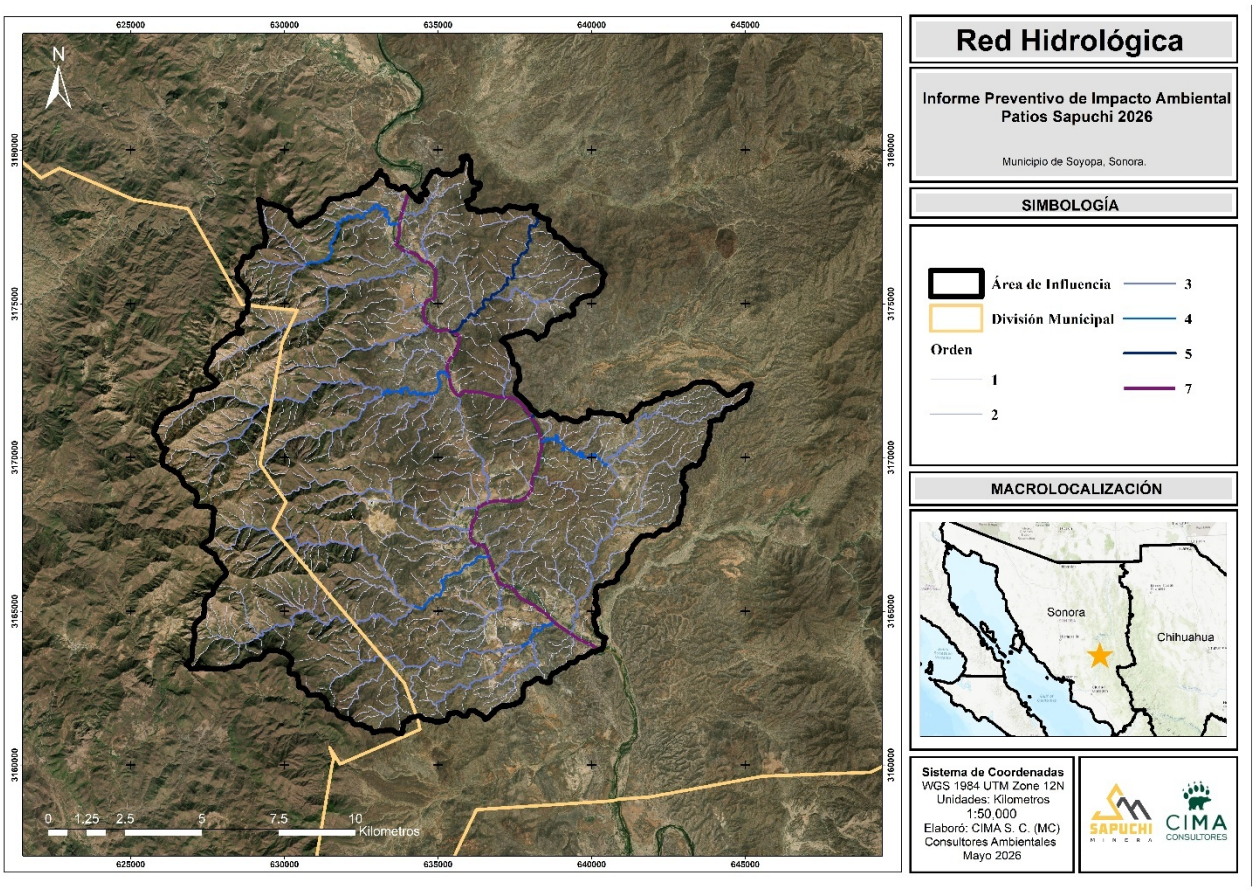


Figura III.27. Red hidrográfica presente dentro del AI del proyecto.

Vinculación al Área del Proyecto

Dentro del AI del proyecto se pueden encontrar ordenes de corriente 1, 2 3,4 y 7 sin embargo, como se puede ver a continuación.

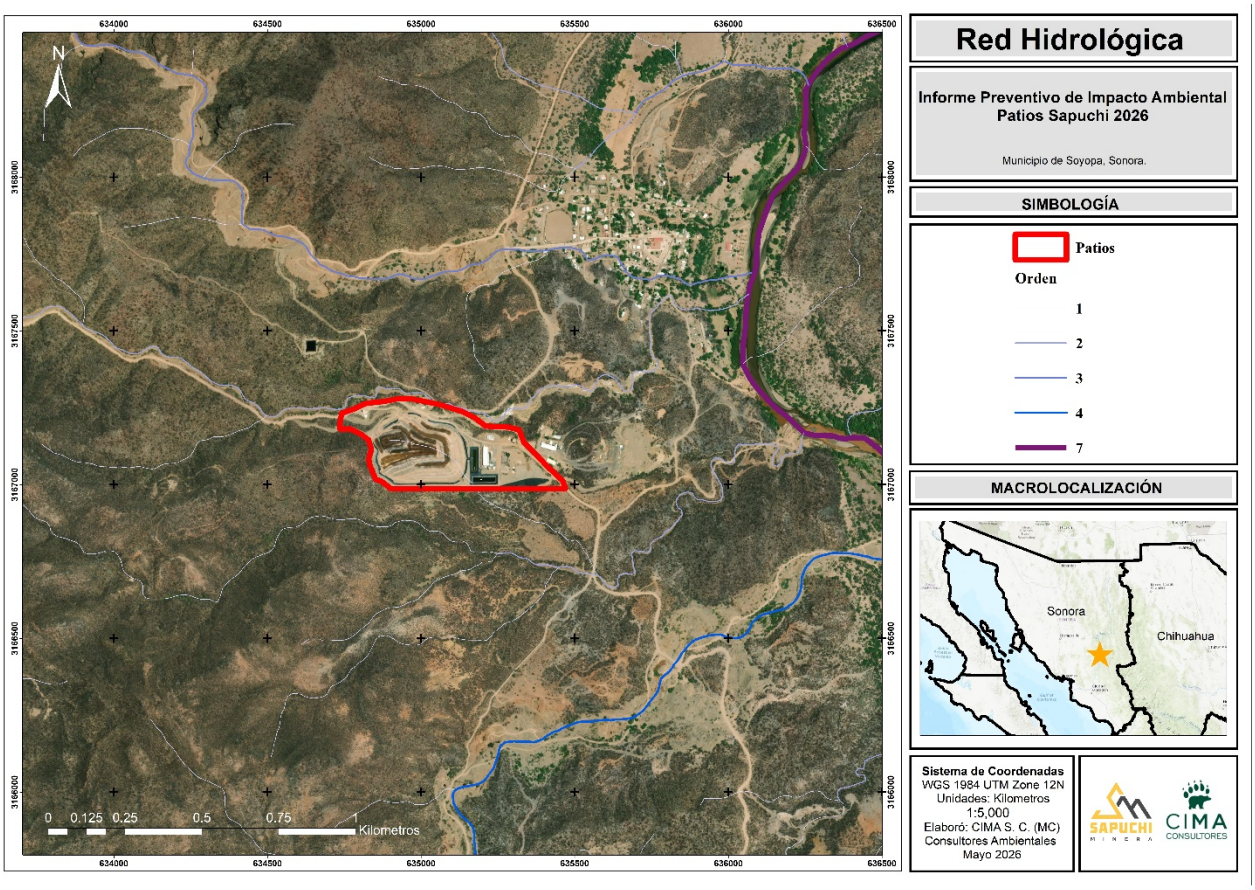


Figura III.28. Red hidrográfica del proyecto

Hidrología Subterránea

De acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales (2020) se define que un acuífero es cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen de forma convencional para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo. El AI se encuentra localizado dentro de los acuíferos **Onavas (clave 2647)**, **Río Tecoripa (clave 2639)**, y **Soyopa (clave 2648)** como se muestra en la siguiente tabla y figura:

Tabla III.17. Acuíferos y superficie dentro del AI.

No.	Acuífero	Área (ha)	Superficie (%)
1	Onavas	18,650.7299	89.69
2	Soyopa	1,984.7424	9.54
3	Rio Tecoripa	160.0248	0.77
Total		**20,795.4971**	**100.00**

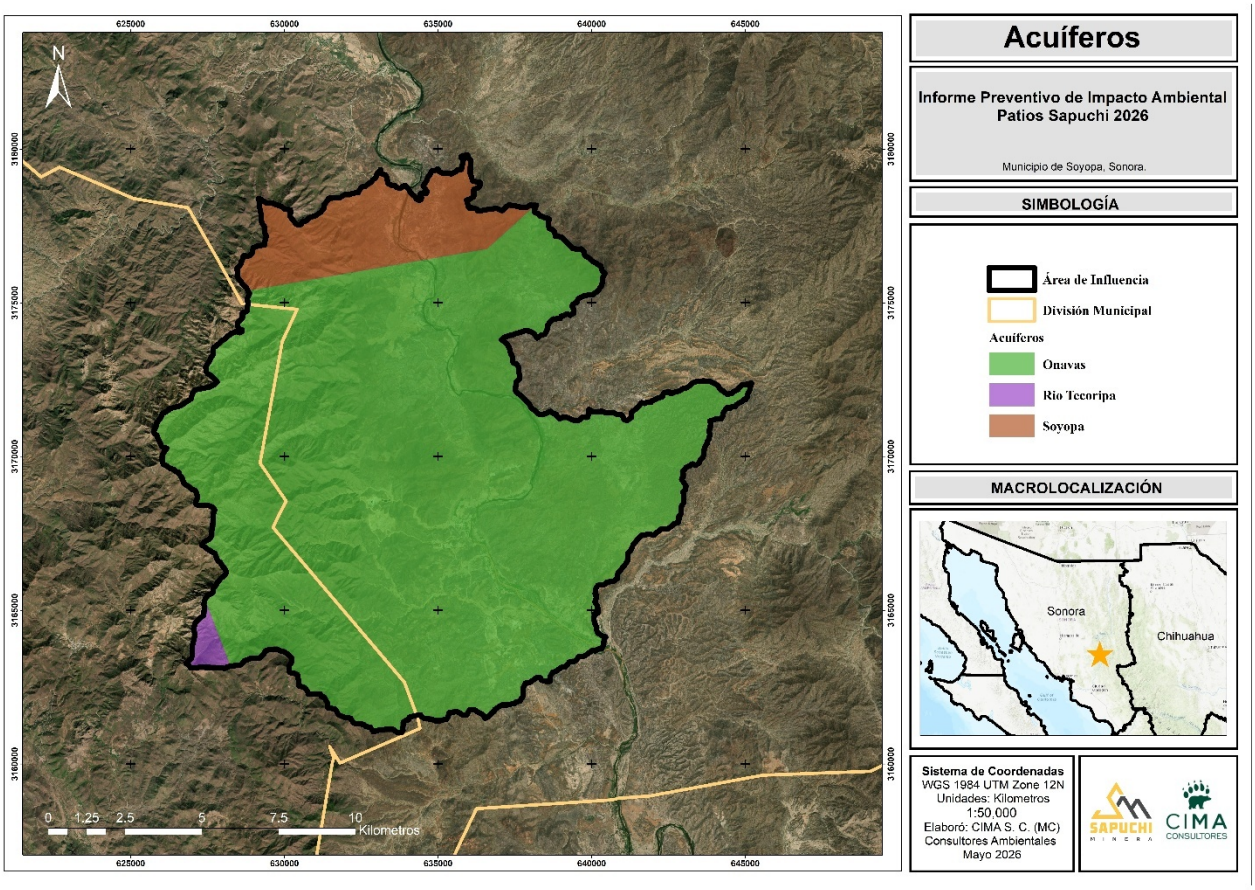


Figura III.29. Acuíferos dentro del área de influencia.

A continuación, encontramos las actualizaciones más recientes respecto a la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo para la zona donde se encuentra el AI.

Acuífero Onavas (clave 2647): El acuífero Ónavas, definido con la clave 2647 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción centro-oriental del Estado de Sonora, entre las coordenadas geográficas 28° 20’ y 28° 51’ de latitud, y 109° 20’ y 109° 45’ de longitud, cubriendo una superficie de 1,405 km^2. Limita al noroeste con el acuífero de Soyopa, al noreste con el acuífero Río Bacanora, al este con el acuífero Río Tecoripa, al sureste con el acuífero Río Chico y finalmente al sur con el acuífero Cumuripa.

El acuífero de Ónavas pertenece al Organismo de Cuenca Noroeste. Su territorio no se encuentra regido por ningún decreto de veda para aguas subterráneas. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 4.

Pertenece a la Región Hidrológica 9, Sonora-Sur (RH-9), cuenca (B), que la integran a su vez las cuencas del Río Mayo, Río Mátape, Río Bacoachi, y Río Yaqui, siendo en éste última en donde se ubica el acuífero. Pertenece a la Región Hidrológica 9, Sonora-Sur (RH-9), cuenca (B), que la integran a su vez las cuencas del Río Mayo, Río Mátape, Río Bacoachi, y Río Yaqui, siendo en éste última en donde se ubica el acuífero.

Los principales arroyos afluentes del Río Yaqui dentro del acuífero son El Carrizo, El Capulín, El Carrizal, Los Pilares, Cervantes.

Según la "Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Onavas (clave 2647), estado de Sonora, 2024", indica que existe un volumen disponible de 2.8919 hm^3

Tabla III.18. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Onavas (2647).

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNC	VEAS	DMA
		CIFRAS EN MILLONES DE HM^3 ANUALES		CIFRAS EN MILLONES DE M^3 Y HM^3ANUALES	
2647	Onavas	6.1	2.5	708,061	2.8919

2. Descripción de los Componentes Bióticos

Flora silvestre

Tipos de vegetación presentes del predio o Área de Influencia del proyecto, en base al sistema de clasificación de INEGI serie VII

- Bosque de Encino (BQ)
- Matorral subtropical (MST)
- Pastizal inducido (PI)
- Selva Baja Caducifolia (SBC)
- Vegetación secundaria arbórea de Selva Baja Caducifolia (VSA/SBC)
- Vegetación secundaria arbórea de Selva Baja Espinosa Caducifolia (VSA/SBK)
- Vegetación secundaria arbustiva de Matorral Subtropical (VSa/MST)
- Vegetación secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSa/SBC)

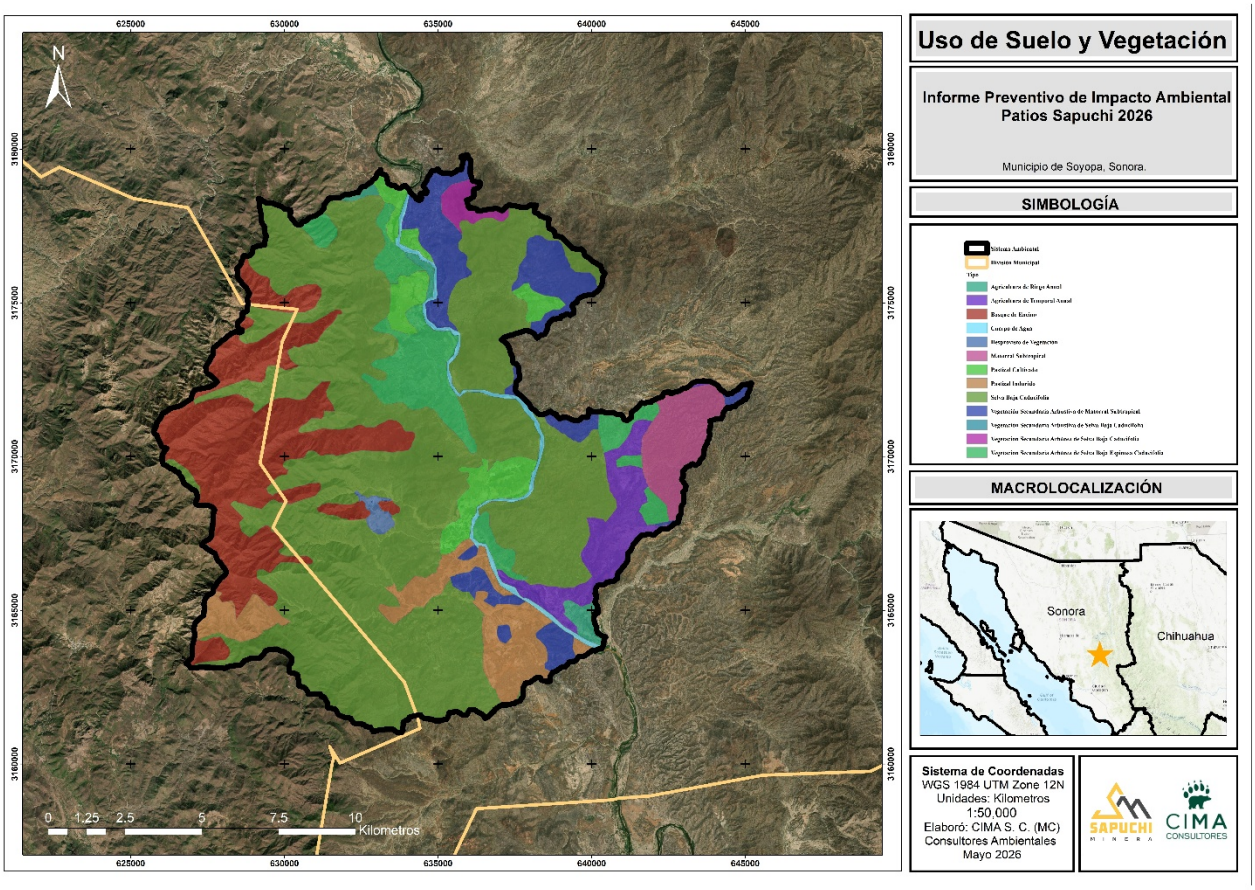


Figura III.30. Denominaciones de uso de suelo y vegetación de INEGI Serie VII para el AI del proyecto.

El proyecto en cuestión se ubica en el municipio de Bavispe, Sonora, México. A continuación, se muestra mapa con tipos de vegetación del AI del proyecto IP Patios Sapuchi 2026, en base a información de INEGI serie VII.

Tabla III.19. Tipos de vegetación y uso de suelo dentro del AI del proyecto.

No.	Descripción	Clave	Área (ha)	Superficie (%)
1	Agricultura de riego anual	RA	183.1496	0.88
2	Agricultura de temporal anual	TA	815.7024	3.92
3	Bosque de encino	BQ	3,152.6866	15.16
4	Cuerpo de agua	H2O	256.9325	1.24
5	Desprovisto de vegetación	ADV	85.9453	0.41
6	Matorral subtropical	MST	676.8066	3.25
7	Pastizal cultivado	PC	813.3742	3.91
8	Pastizal inducido	PI	1,181.9882	5.68
9	Selva baja caducifolia	SBC	10,749.0362	51.69
10	Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	VSA/SBC	166.0313	0.80
11	Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa caducifolia	VSA/SBK	1,317.8025	6.34
12	Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	VSA/MST	1,392.6576	6.70
13	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	VSA/SBC	3.3841	0.02
Total			**20,795.4971**	**100.00**

Tipos de vegetación y asociaciones vegetales

Los tipos de vegetación y usos del suelo fueron establecidos a partir del análisis cartográfico del AI, consideración de criterios de vegetación del INEGI (serie VII, 2021), después de hacer un análisis ambiental en campo, análisis de parámetros ecológicos, y mediante la revisión de los diferentes ecosistemas que se tienen presentes en el sistema en cuestión. Cabe hacer mención, que la vegetación presente muestra una aceptable diversidad vegetal, sobre todo por los usos que se han hecho del terreno; en este sentido, dado que el uso ha sido entre agricultura y pecuario, se llegan a presentar algunas plantas invasoras, denominadas como malezas o arvenses.

Considerando lo anterior, para fines de este estudio, se considera de manera genérica la vegetación del AI Sapuchi como un complejo, entre bosque de encino, matorral subtropical y selva baja caducifolia, dado que se tienen estos tipos de vegetación presentes de manera representativa, siendo esta la vegetación típica de esta región Centro - Este del Edo. de Sonora. En este sentido, se aplican los análisis y parámetros ecológicos para la flora de este complejo vegetal.

En el área del AI del proyecto IP Patios Sapuchi 2026, se reconocen variados tipos de vegetación y de uso de suelo. Estos ecosistemas se asocian al bosque de encino y a la selva baja y matorrales arbustivos de Sonora. Para fines prácticos, se definen las características de estos tipos de vegetación con mayor presencia en el área de influencia en cuestión.

Agricultura de riego anual (RA). Este tipo de uso del suelo se presenta en las porciones del sistema ambiental con mayor disponibilidad de agua superficial o subterránea, principalmente en zonas de topografía plana o ligeramente ondulada que facilitan la instalación de infraestructura hidráulica. Corresponde a áreas destinadas al establecimiento de cultivos de ciclo anual que dependen del suministro artificial de agua mediante sistemas de riego, como canales, pozos o sistemas presurizados. La cobertura vegetal es temporal y varía a lo largo del año agrícola en función de los periodos de siembra y cosecha. Estas áreas se encuentran asociadas a parcelas claramente delimitadas, caminos de acceso y suelos modificados por labores agrícolas continuas, tales como labranza, fertilización y control de plagas. Presentan un alto grado de intervención antrópica y sustituyen completamente la vegetación natural original, alterando de manera significativa los procesos ecológicos locales.

Agricultura de temporal anual (TA). La agricultura de temporal anual se distribuye en áreas donde la actividad agrícola depende exclusivamente de la precipitación estacional, sin el apoyo de sistemas de riego artificial. Generalmente se localiza en terrenos planos a ligeramente inclinados, con suelos de fertilidad moderada y aptos para el cultivo, donde se establecen especies agrícolas de ciclo corto. La cobertura vegetal es estacional y está fuertemente condicionada por la variabilidad climática, especialmente por la distribución y cantidad de lluvias. Durante los periodos sin cultivo, estas áreas suelen alternarse con fases de barbecho o descanso del suelo, lo que permite cierta recuperación edáfica. Este uso del suelo representa una modificación importante de la vegetación natural, aunque en algunos casos favorece la presencia de vegetación herbácea secundaria y especies oportunistas.

Bosque de encino (BQ). El Bosque de encino, este tipo de vegetación se presenta hacia las partes medias, -altas de la localidad, distribuyéndose en el 15.16% del sistema ambiental, formando ecotonos con las partes bajas del SA, este se extiende en una parte clave del sistema ocupando una superficie baja, aquí se localizan diversas especies de encinos del género *Quercus* y en menor porcentaje, dada esta situación ecotonal se presentan especies vegetales propias de menores altitudes, como del matorral subtropical y de la selva baja caducifolia sobre todo hacia la parte oeste del SA. En los encinos, la altura generalmente no rebasa los 10 m, pero también se llegan a encontrar encinos con alturas sobresalientes a los mismos 10 m. Este tipo de vegetación se ubica en terrenos ondulados, lomeríos, y algunas partes planas con áreas abiertas, suelos someros y con materia orgánica regular, estos terrenos en general se encuentran sujetos a pastoreo.



Fotografía III.1. Condiciones presentes, en área con Bosque de encino del AI Sapuchi, ahí se tienen algunos especímenes del género *Quercus* y algunas otras plantas adicionales que conforman este ecosistema.

Desprovisto de vegetación (ADV). Este tipo de cobertura se presenta en áreas donde la vegetación es prácticamente inexistente, ya sea por condiciones naturales adversas o por disturbios severos de origen antrópico. Se localiza en terrenos con suelos desnudos, superficies erosionadas, afloramientos rocosos, taludes o zonas recientemente alteradas por obras, actividades extractivas o agrícolas. Estas áreas presentan una muy baja capacidad de regeneración vegetal en el corto plazo y son altamente vulnerables a procesos de erosión hídrica y eólica. Además, suelen contribuir a la degradación del suelo y a la alteración del escurrimiento superficial.

Matorral subtropical (MST). Es un ecosistema con vegetación formada por arbustos o árboles bajos no espinosos y espinosos, caducifolios, entre los bosques de encino y selvas bajas. Se encuentra en Mesas de ambas Sierras Madres de México. El matorral subtropical, cuenta con diversas familias de plantas hojosas, pero también hay presencia de plantas espinosas como las leguminosas y las cactáceas. En algunos espacios de este tipo de vegetación, se puede notar erosión o degradación del suelo por desgaste y esto se debe principalmente a procesos favorecidos por factores humanos.

Pastizal cultivado (PC). El pastizal cultivado se localiza en áreas donde la vegetación original ha sido sustituida de manera intencional por especies herbáceas sembradas para fines ganaderos. Generalmente se presenta en terrenos planos o ligeramente ondulados, con suelos manejados de forma continua. Estas áreas suelen recibir prácticas de manejo como resiembra, fertilización, control de malezas y, en algunos casos, riego suplementario. El pastizal cultivado muestra una estructura homogénea y una composición florística dominada por pocas especies, lo que refleja su carácter artificial. Representa un uso del suelo productivo con fuerte influencia antrópica y baja diversidad biológica en comparación con los pastizales naturales.

Pastizal inducido (PI). Esta vegetación, se constituye por gramíneas y otras plantas primarias, que surgen cuando es eliminada la cubierta original. El pastizal inducido, puede aparecer como consecuencia de desmontes en cualquier tipo de vegetación, también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien, en terrenos que se alteran frecuentemente.

Su distribución en el Estado de Sonora, abarca diferentes condiciones naturales. Aquí en Sapuchi se tiene en pequeños espacios, principalmente en la parte sur del AI y se pueden encontrar diversas especies de plantas en

proceso de estabilización, influenciadas por el manejo de los recursos que hace el hombre. Como la mayoría de los procesos sucesionales, podemos encontrar plantas de establecimiento primario, creando condiciones para el posterior establecimiento de plantas de los ecosistemas originales. El pastizal inducido, se estructura de un estrato vegetal con arbustos y hierbas, con alturas menores al 2.00 m, donde sobresalen por su abundancia algunos pastos de géneros como *Bouteloua*, *Aristida* y *Muhlenbergia*, entre otros. Destacan también ciertos arbustos de los géneros *Neltuma*, *Mimosa*, *Cylindropuntia*, *Opuntia*, *Celtis*, y *Croton*, por mencionar algunos.

Selva baja caducifolia (SBC). Este tipo de vegetación también se tiene en buena parte del sistema ambiental, ocupando poco más del 50% de la superficie, este tipo de ecosistema corre de norte a sur, flanqueando los extremos Este y Oeste del cauce del Río Yaqui, que se hace presente en este SA.

La SBC, se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. La temperatura media anual oscila entre los 18 - 28°C; las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1 500 mm. Se le halla desde el nivel del mar hasta unos 1900 m de altitud; para el caso del proyecto Sapuchi la SBC se ubica entre los 250 y 650 msnm, ocupando laderas, cerros y algunos espacios planos, los suelos con buen drenaje. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m); hay presencia notable de variadas especies de arbustos; el estrato herbáceo es también notable y se le encuentra claramente en la época de lluvias. En este tipo de vegetación, hay presencia de variadas especies de árboles, arbustos y hierbas, destacando algunos géneros de plantas como *Vachellia*, *Guazuma*, *Lysiloma*, *Celtis, Ceiba*, *Ipomoea. Bursera, Stemmadenia, Caesalpinia*, *Croton*, *Acacia*, *Mimosa*. *Cordia*, *Montanoa*, *Nicotiana*, *Dodonaea*, *Asclepias*, *Mammillaria*, *Stenocereus thurberi, Agave*, *Bidens*, *Stevia*, *Aristida*, *Muhlenbergia*, *Bouteloua*, y *Brickellia*, entre muchas otras plantas.

Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia (VSA/SBC). Este tipo de vegetación se compone principalmente por leguminosas, algunas plantas espinosas y plantas compuestas de la familia Asteraceae. Se denomina vegetación secundaria, por haber tenido una modificación la vegetación original, generalmente con fines agrícolas y ganaderos, ante esto, se inician procesos sucesionales con cambios en su estructura, dado que hay semillas latentes de la vegetación original (selva baja caducifolia) se facilitan estos procesos, es así que esta vegetación secundaria arbórea contiene cierta variedad de vegetación. Se encuentran algunas especies de árboles nativos que conviven con otros arbustos y hierbas, hay arbustos presentes en ciertas áreas y son de talla mediana, pero destacan en varios puntos algunos árboles como palos blancos, acacias, guajes, varas blancas, sangregrados, guarumos, parotas y guácimas; cabe mencionar que se reconoce vegetación secundaria, que ha aprovechado la oportunidad para establecerse, esto debido posiblemente al pastoreo y disturbios provocados por el hombre, por eso la presencia de variadas especies.

Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa caducifolia (VSA/SBK). El tipo de vegetación de vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa caducifolia se tiene detectada en una parte limitada del sistema ambiental (1317.80 ha), esta denominación va de acuerdo con el INEGI (2021). Esta es una vegetación secundaria, que tiene origen de un tipo de selva baja que se tiene en climas más secos, como tal, este ecosistema se ha visto modificado por aspectos humanos, principalmente. Aquí podemos encontrar diferentes géneros de plantas en diversos estratos, entre los cuales podemos encontrar a *Neltuma, Acacia*, *Vachellia*, *Randia*, *Bursera*, *Fouquieria*, *Stenocereus*, *Opuntia*, *Cercidium*, *Caesalpinia*, *Jatropha* y *Lycium*, por mencionar algunos.

Como se ha mencionado anteriormente, este tipo de vegetación tiene una afinidad sucesional con las plantas de origen, por lo que podemos encontrar buena variedad de árboles, arbustos, cactáceas y hierbas, estas plantas llegan a ser principalmente de las familias de las compuestas de las leguminosas (Fabaceae), de las compuestas (Asteraceae), de los cactus (Cactaceae), de los torotes (Burseraceae) y de los papaches (Rubiaceae), sólo por mencionar algunas. Esta vegetación, con el paso de los años, podría ser sustituida o no por una arbórea con mayor similitud a la vegetación original, que es la SBK.

Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical (VSA/MST). Es una vegetación secundaria con arbustos, del matorral subtropical. Se tiene en una superficie moderada (1392.65 ha) dentro del SA, haciendo colindancia con otros tipos de vegetación secundaria y con otras vegetaciones primarias como el propio matorral subtropical y la selva baja caducifolia. Esta asociación vegetal, se genera principalmente después de una modificación, ya sea natural u ocasionada por el hombre. En esta zona se tiene en condiciones ecotonales, entre una secuencia de tipos de vegetación que incluye el bosque de encino y la selva baja caducifolia. Se caracteriza por tener **arbustos espinosos e inermes (con tallas menores a 3 m),** regularmente adaptados a condiciones de sequedad, por lo que presentan espinas y hojas pequeñas, y tenemos también presencia de cactáceas. Como ejemplos de géneros propios de esta VSa/MST, tenemos los siguientes: *Agave, Neltuma*, *Vachellia*, *Opuntia*, *Fouquieria*, y *Caesalpinia*.

Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (VSA/SBC). La VSa/SBC, se integra mayoritariamente de plantas de la familia de las leguminosas, algunas plantas espinosas y plantas con flores compuestas de la familia Asteraceae. Se le llama vegetación secundaria, por haber tenido una modificación a su vegetación original que es la selva baja caducifolia. Generalmente estas modificaciones se dan con fines agrícolas y ganaderos, ante esto, se inician procesos sucesionales con cambios en su estructura, dado que hay semillas latentes de la vegetación original (SBC), lo que permite se de estos procesos, es así que esta vegetación secundaria arbustiva contiene cierta variedad de vegetación, en donde encuentran algunas especies de especies nativas en desarrollo que conviven con otras plantas establecidas.

Se tienen arbustos variados en ciertas áreas, y regularmente son de talla mediana; cabe mencionar que se reconoce esta vegetación secundaria, que ha aprovechado la oportunidad para establecerse. Dado que esta vegetación se halla inmersa en un proceso sucesional, es probable que en un futuro cercano se tenga en condiciones similares a lo que es la vegetación original.

Diversidad y Composición florística

Entre los diversos ecosistemas (con sus tipos de vegetación) y ecotonos que conforman el Área de Influencia, podemos encontrar una gran variedad de especies que se encuentran delimitadas por factores diversos como la altitud, exposición, temperatura, humedad etc. Las especies representativas, que se reconocen para esta área de influencia, son ordenadas de manera sistemática, además se consideran algunas de sus características para su mejor identificación.

El listado presentado, se deriva de base de datos obtenidos de Naturalista, CONABIO y estudios técnicos, las cuales han sido reportadas para la localidad en cuestión. Además, se consignan otras especies que se reconocieron en trabajos en la región.

Diversidad florística. El área precisa del área de Influencia del proyecto está constituida por una variedad aceptable de especies vegetales, los cuales le confieren características particulares que se ven influenciadas por la vegetación circundante, después de realizar el análisis ambiental se determinó la riqueza florística con 125 especies de plantas. Los datos totales de la flora (árboles, arbustos, cactáceas y hierbas) presentes en el área precisa del área de Influencia, se integró con datos obtenidos en la visita de campo, detección en recorridos de traslado, todo dentro del área de influencia del Sistema Ambiental, esta lista completa se muestra en la tabla siguiente.

Tabla III.20. Listado de la flora presente en el área de influencia del proyecto.

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma biológica	En la NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
1	**Acanthaceae**	*Elytraria imbricata* (Vahl) Pers.	Cordón de San Juan	Hierba		

2		*Justicia candicans* (Nees) Benson	Rama del toro	Hierba		
3	**Amaranthaceae**	*Amaranthus palmeri* S. Watson	Quintonil tropical	Hierba		
4		*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants	Epazote	Hierba		
5	**Anacardiaceae**	*Rhus virens* Lindh. ex A. Gray	Capulín	Arbusto		
6	**Apocynaceae**	*Asclepias leptopus* I.M. Johnst.	Hierba lechosa	Arbusto		
7	**Asparagaceae**	*Agave angustifolia* Haw	Bacanora	Arbusto rosetófilo		
8		*Agave vilmoriniana* A. Berger	Amole, Agave pulpo, maguey torcido	Arbusto rosetófilo		
9		*Dasylirion wheeleri* S. Watson	Sotol de desierto	Arbusto rosetófilo		
10		*Yucca arizonica* McKelvey	Yuca	Arbusto rosetófilo		
11		*Yucca declinatta* Laferr.	Yuca, palmilla	Arbusto rosetófilo		
12	**Asteraceae**	*Ambrosia confertifolia* DC,	Estafiate del desierto, istafiate	Arbusto		
13		*Ambrosia cordifolia* (A. Gray) W.W. Payne	Chicurilla	Hierba		
14		*Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pav.) Pers.	Batamote, jarilla resinosa, jarilla pegajosa	Arbusto		
15		*Baccharis sarothroides* A. Gray	Romerillo	Arbusto		
16		*Encelia farinosa* A. Gray ex Torr	Flor de rocío	Hierba		
17		*Franseria ambrosioides* Willd.	Chicurilla	Hierba		
18		*Gutierrezia microcephala* (DC.) A. Gray	Escobilla enana, cola de zorra	Hierba		
19		*Helianthus petiolaris* Nutt.	Girasolillo, girasol	Hierba		
20		*Pseudognaphalium leucocephalum* (A. Gray) Anderb.	Gordolobo	Hierba		
21		*Trixis californica* Kellog	Hierba del aire, guillermito, falsa jara	Arbusto		
22		*Zinnia peruviana* (L.) L.	Contrayerba, Zinia, Gallito de monte	Hierba		
23	**Bignoniaceae**	*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos	Palo rosa, Amapa, amapa prieta, palo de rosa	Árbol	**Amenazada (A)**	
24	**Boraginaceae**	Cordia sonorae Rose	Palo de asta, palo prieto	Árbol - arbusto		
25	**Bromeliaceae**	*Hechtia montana* Brandegee	Magueycito	Arbusto		
26	**Burseraceae**	*Bursera confusa* (Rose) Engl.	Papelillo	Árbol		
27		*Bursera fragilis* S. Watson	Torote, torote prieto	Árbol		
28		*Bursera laxiflora* S. Watson	Copalillo, Torote prieto	Árbol		
29	**Cactaceae**	*Cephalocereus senilis* (Haw.) Pfeiff.	Viejito	Arbusto suculento (Cactácea)	**Amenazada (A) endémica**	**Apéndice II**
30		*Coryphantha recurvata* (Engelm.) Britton & Rose	Biznaga	Arbusto suculento (Cactácea)		**Apéndice II**
31		*Cylindropuntia arbuscula* (Engelm.) F.M.Knuth	Choya arbusto	Arbusto suculento (Cactácea)		**Apéndice II**
32		*Cylindropuntia thurberi* (Engelm.) F.M.Knuth	Cardenche de Sonora	Arbusto suculento (Cactácea)		**Apéndice II**

33		*Echinocereus rigidissimus rigidissimus* (Engelm.) F.Haage	Cabeza de viejo	Arbusto suculento (Cactácea)		**Apéndice II**
34		*Lemaireocereus thurberi* (Engelm.) Britton & Rose	Pitayo dulce	Arbusto suculento (Cactácea)		**Apéndice II**
35		*Mammillaria grahamii* Engelm.	Biznaga chollo chico	Arbusto suculento (Cactácea)		**Apéndice II**
36		*Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelmann	Nopal Cuijo	Arbusto suculento (Cactácea)		**Apéndice II**
37		*Opuntia phaeacantha* Engelm.	Nopal de Chihuahua	Arbusto suculento (Cactácea)		**Apéndice II**
38		*Pachycereus pecten-aboriginum* (Engelm.) Britt. & Rose	Cardón, etcho, eco, cardón barbón	Arbusto suculento (Cactácea)		**Apéndice II**
39		*Stenocereus thurberi* (Engelm.) Buxb.	Pitaya, Pitayo dulce, falso sahuaro	Arbusto suculento (Cactácea)		**Apéndice II**
40	**Cannabaceae**	*Celtis pallida* Torr.	Granjeno, grangel, granjelo	Arbusto		
41	**Capparaceae**	*Cleome viscosa* L.	Cola de rata	Hierba		
42	**Convolvulaceae**	*Distimake palmeri* (S. Watson)	Sombrilla afilada	Arbusto		
43		*Exogonium bracteatum* (Cav.) Choisy	Jícama silvestre morada, bejuco	Arbusto		
44		*Ipomoea arborescens* (Humb. & Bonpl.) D. Don	Palo blanco, palo santo, cazahuate	Árbol		
45		*Ipomoea hederacea* Jacq.	Campanita lila, trompillo	Hierba		
46		*Ipomoea nil* (L.) Roth	Amol, campanita morada	Hierba		
47		*Ipomoea ternifolia* Cav.	Campanita lila	Hierba		
48		*Jacquemontia pringlei* A. Gray	Arbusto ébano	Arbusto		
49	**Equisetaceae**	*Equisetum hyemale* L.	Cola de caballo	Arbusto		
50	**Euphorbiaceae**	*Euphorbia hyssopifolia* L.	Hierba de la golondrina	Hierba		
51		*Jatropha angustidens* (Torr.) Müll. Arg.	Mala mujer	Hierba		
52		*Jatropha cordata* (Ortega) Mull.	Papelillo	Árbol - arbusto		
53		*Jatropha cardiophylla* (Torr.) Muell.-Arg.	Sangre de Cristo, sangregrado	Arbusto		
54		*Ricinus communis* L.	Ricino, Higuerilla del Mediterráneo	Arbusto		
55	**Fabaceae**	*Acacia crinita* Brandegee	Cepillo	Arbusto		
56		*Acacia cymbispina* Sprague & L. Riley	Espino, cuchara, huinolo	Arbusto		
57		*Acacia occidentalis* (L.) Link	Tesota, uña de gato	Arbusto		
58		*Caesalpinia platyloba* S. Watson	Palo colorado, palo rojo	Arbusto		
59		*Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw.	Palo piojo, tabachín, Bigotillo	Arbusto		
60		*Calliandra eriophylla* Benth.	Mezquitillo, Charrasquillo, falso mezquite	Arbusto		
61		*Desmodium procumbens* (Mill.) A.S. Hitch.	Pata de gallo, engorda cabras, gallito, zarzabacoa espiral	Hierba		
62		*Erythrina flabelliformis* Kearney	Colorín norteño, Chilicote	Árbol - arbusto		
63		*Eysenhardtia orthocarpa* (A. Gray) S. Watson	Palo dulce	Árbol		
64			Palo brasil	Árbol		

		Haematoxylum brasiletto Karst				
65		*Lysiloma divaricata* (Jacq.) J.F. Mcbride	Mauto, mauta, quiebrahacha	Árbol		
66		*Lysiloma watsonii* Rose	Tepeguaje	Árbol		
67		*Mimosa dysocarpa* Benth. ex A. Gray	Garuño, uña de gato Garároa	Arbusto		
68		*Parkinsonia microphylla* Torr.	Palo verde, amapa de Castilla	Arbusto		
69		*Piscidia mollis* Rose	Palo blanco, palo santo, cazahuate	Árbol		
70		*Pithecellobium tortum* Mart.	Palo fierro, palo pinto, árbol de lluvia, quiebra hacha	Arbusto - árbol		
71		*Neltuma velutina* Wooton	Mesquite terciopelo, mezquite blanco	Árbol		
72		*Sesbania herbacea*	Cáñamo de río	Hierba		
73		*Vachellia campechiana* (Mill.) Seigler & Ebinger	Huinolo	Árbol		
74		*Vachellia constricta* (Benth.) Seigler & Ebinger	Largoncillo, gigantillo, chaparro prieto	Arbusto		
75		*Vachellia farnesiana* (L.) Wight & Arn	Huizache, vnorama	Árbol - arbusto		
76		*Willardia mexicana* (S. Watson)	Nesco	Árbol		
77	**Fagaceae**	*Quercus arizonica* Sarg.	Encino blanco, Toa	Árbol		
78	**Fouquieriaceae**	*Fouquieria splendens* Engelm.	Ocotillo	Arbusto		
79		*Fouquieria macdougalii* Nash.	Jaboncillo, ocotillo	Arbusto		
80	**Lamiaceae**	*Salvia parryi* A. Gray	Salvia peluda	Arbusto		
81	**Malvaceae**	*Abutilon incanum* (Link.) Sweet.	Oreja de tecolote, rama escoba, tronadora	Arbusto		
82		*Abutilon mollicomum* (Willd.) Sweet	pintapan cimarrón de Sonora	Arbusto		
83		*Anoda cristata* (L.) Schltdl.	Violeta de campo, malva cimarrona	Hierba		
84		*Ceiba acuminata* (S. Watson) Rose	Ceiba, pochote, ceiba algodón, huacapi	Árbol		
85		*Ceiba pentandra* (L) Gaertn.	Ceiba, pochote	Árbol		
86		*Gossypium thurberi* Tod.	algodoncillo	Arbusto		
87		*Guazuma ulmifolia* Lam.	Guácima, guásima, guácimo	Árbol		
88		*Herissantia crispa* (L.) Briz	Hierba del campo	Hierba		
89		*Malva sylvestris* L.	Malva	Hierba		
90		*Malvastrum coromandelianum* (L.) Garcke	Escobillo, malva	Hierba		
91	**Moraceae**	*Ficus insipida* Willd.	Higuera blanca, matapalo	Árbol		
92		*Ficus petiolaris* Kunth	Amate amarillo, chalate	Árbol		
93	**Nyctaginaceae**	*Boerhavia coccinea* P. Mill.	Flor pegajosa, abrojo rojo, scarlet spiderling	Hierba		
94	**Plantaginaceae**	*Stemodia durantifolia* (L.) Sw.	Contrayerba	Hierba		
95	**Poaceae**	*Bouteloua aristidoides* (H.B.K.) Griseb.	Navajita aguja, pasto escalera	Hierba tipo pasto		
96		*Bouteloua barbata* Lag.	Zacate gusano, Navajita anual	Hierba tipo pasto		
97		*Bouteloua diversispicula* J.T. Columbus	Zacate	Hierba tipo pasto		
98		*Bouteloua hirsuta* Lag.ex Griffiths	Zacate navajita peluda, pasto grama	Hierba tipo pasto		
99		*Cenchrus ciliaris* L.	Zacate africano buffel	Hierba tipo pasto		

100		*Echinochloa colona* (L.) Link	Pasto victoria, arrocillo silvestre, arroz del monte	Hierba tipo pasto		
101		*Leptochloa filiformis* (Lam.) Beauv.	Zacate, cola de zorra	Hierba tipo pasto		
102		*Melinis repens* (Willd.) Zizka	Zacate rosado, pasto rosa, pasto africano rosado	Hierba tipo pasto		
103		*Muhlenbergia arizonica* Scribn.	Zacate	Hierba tipo pasto		
104		*Setaria adherens* (Forssk.) Chiov.	Zacate Cadillo	Hierba tipo pasto		
105		*Setaria liebmannii* E. Fourn.	Zacate cola de zorra	Hierba tipo pasto		
106	**Polygonaceae**	*Antigonon leptopus* Hook. & Arn.	Hierba de San Miguelito	Hierba		
107		*Ruprechtia macrosepala* Standl.	Palo pinto	Arbusto		
108	**Portulacaceae**	*Portulaca grandiflora* Hook.	Amor de un día	Hierba		
109	**Rhamnaceae**	*Sarcomphalus obtusifolius* (Hook. ex Torr. & A.Gray) Hauenschild	Espino gris, junco ceroso, junco espinoso	Arbusto		
110	**Rubiaceae**	*Esenbeckia hartmanii* B.L.Rob. & Fernald	Samota	Arbusto		
111		*Hintonia latiflora* (Sesse & Moc.) Bullock	Copalquín, palo amargo, Quina amarilla, palo amargoso, tecomate	Arbusto		
112		*Randia echinocarpa* Sesse & Moc.	Papache, granjel, crucillo, papache picudo	Arbusto		
113		*Randia obcordata* S. Watson	Papache	Arbusto		
114		*Randia sonorensis* Wiggins	Papache borracho	Arbusto		
115	**Salicaceae**	*Salix gooddingii* C.R. Ball	Sauce, sauce norteño	Árbol		
116	**Solanaceae**	*Capsicum annuum* L.	Chiltepín	Arbusto		
117		*Datura wrightii* Regel	Toloache sagrado, mala mujer	Hierba		
118		*Lycium andersonii* A. Gray	Tomatito rojo, frutilla, salicieso	Arbusto		
119		*Lycium berlandieri* Dunal	Cilindrillo, tomatillo, arbusto del lobo	Arbusto		
120		*Nicotiana glauca* Graham	Tabacote, Tabaquillo sudamericano, Juan loco	Árbol		
121		*Solanum elaeagnifolium* Cav.	Trompillo, pera	Hierba		
122		*Solanum grayi* Rose	Huevo de gato	Hierba		
123	**Verbenaceae**	*Lantana achyranthifolia* Desf.	Hierba mariposa, confitería blanca	Arbusto		
124		*Verbena carolina* L.	Verbena, ajenjo grande, hierba de San José, nardo de campo, verbena del perro	Hierba		
125	**Zygophyllaceae**	*Guaiacum coulteri* A. Gray	Guayacán, palo santo	Arbusto	**Amenazada (A) endémica**	**Apéndice II**

La información, de la diversidad florística que se presenta, se integró con los siguientes indicadores: familia, nombre científico, nombre o nombres comunes, forma biológica, estatus de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y categoría de acuerdo con la CITES

Composición florística

La composición florística, considera a **125** especies de plantas vasculares, pertenecientes a **33** familias y **94** géneros, entre las que destacan las familias Fabaceae, Asteraceae, Cactaceae, y Poaceae. A continuación, se muestra tabla con las familias botánicas, géneros, número de especies y porcentaje por familia en relación con el total de especies.

Tabla III.21. Familias, géneros, especies y porcentajes relativos de plantas del AI del proyecto.

No.	Familias	Géneros	Especies	Porcentaje (%) con respecto al total
1	**Acanthaceae**	2	2	1.600
2	**Amaranthaceae**	2	2	1.600
3	**Anacardiaceae**	1	1	0.800
4	**Apocynaceae**	1	1	0.800
5	**Asparagaceae**	3	5	4.000
6	**Asteraceae**	9	11	8.800
7	**Bignoniaceae**	1	1	0.800
8	**Boraginaceae**	1	1	0.800
9	**Bromeliaceae**	1	1	0.800
10	**Burseraceae**	1	3	2.400
11	**Cactaceae**	9	11	8.800
12	**Cannabaceae**	1	1	0.800
13	**Capparaceae**	1	1	0.800
14	**Convolvulaceae**	4	7	5.600
15	**Equisetaceae**	1	1	0.800
16	**Euphorbiaceae**	3	5	4.000
17	**Fabaceae**	16	22	17.600
18	**Fagaceae**	1	1	0.800
19	**Fouquieriaceae**	1	2	1.600
20	**Lamiaceae**	1	1	0.800
21	**Malvaceae**	8	10	8.000
22	**Moraceae**	1	2	1.600
23	**Nyctaginaceae**	1	1	0.800
24	**Plantaginaceae**	1	1	0.800
25	**Poaceae**	7	11	8.800
26	**Polygonaceae**	2	2	1.600
27	**Portulacaceae**	1	1	0.800
28	**Rhamnaceae**	1	1	0.800
29	**Rubiaceae**	3	5	4.000
30	**Salicaceae**	1	1	0.800
31	**Solanaceae**	5	7	5.600
32	**Verbenaceae**	2	2	1.600
33	**Zygophyllaceae**	1	1	0.800
	TOTALES	**94**	**125**	**100%**

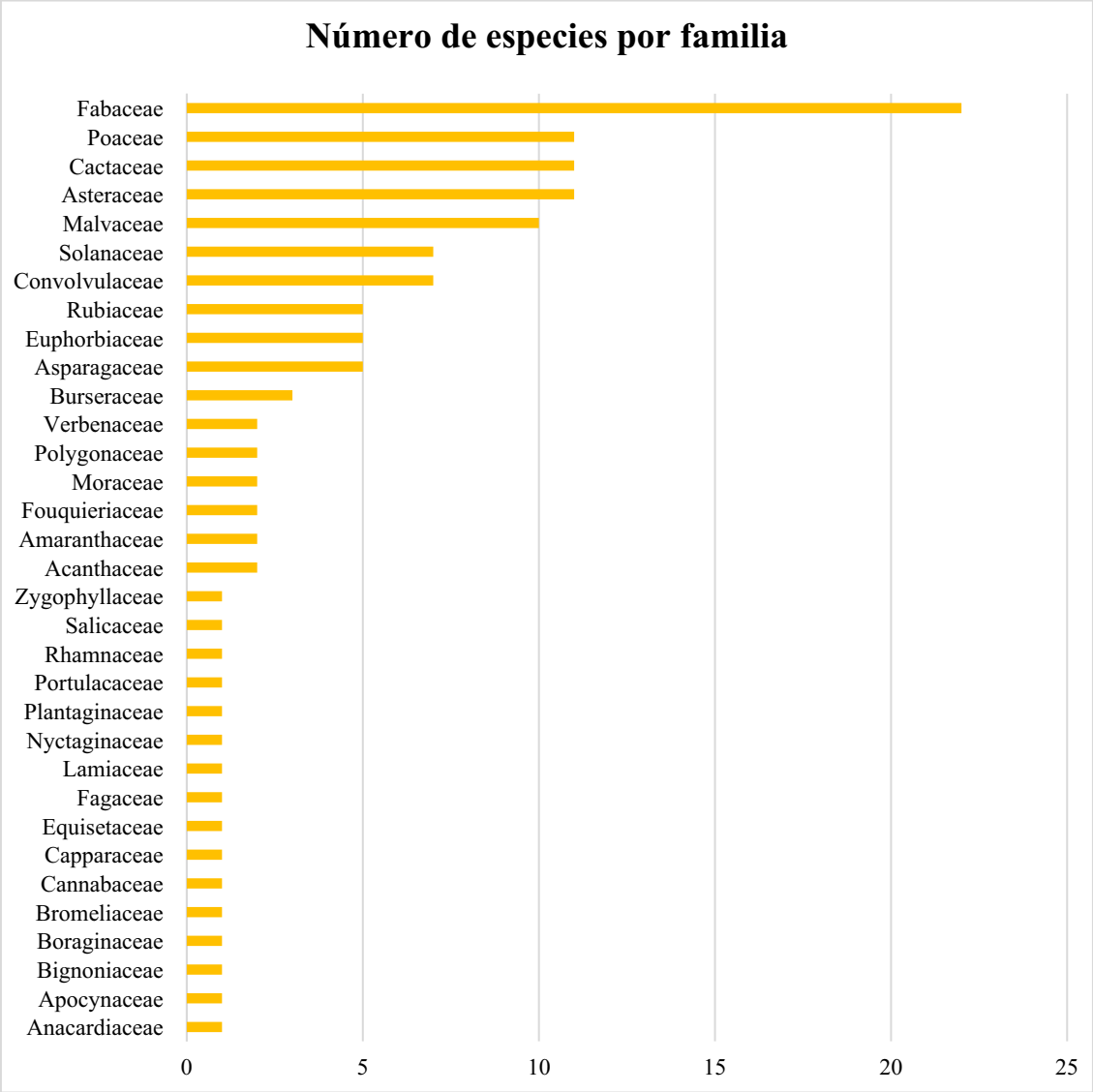


Figura III. 5 Porcentaje de distribución de familias por especies.

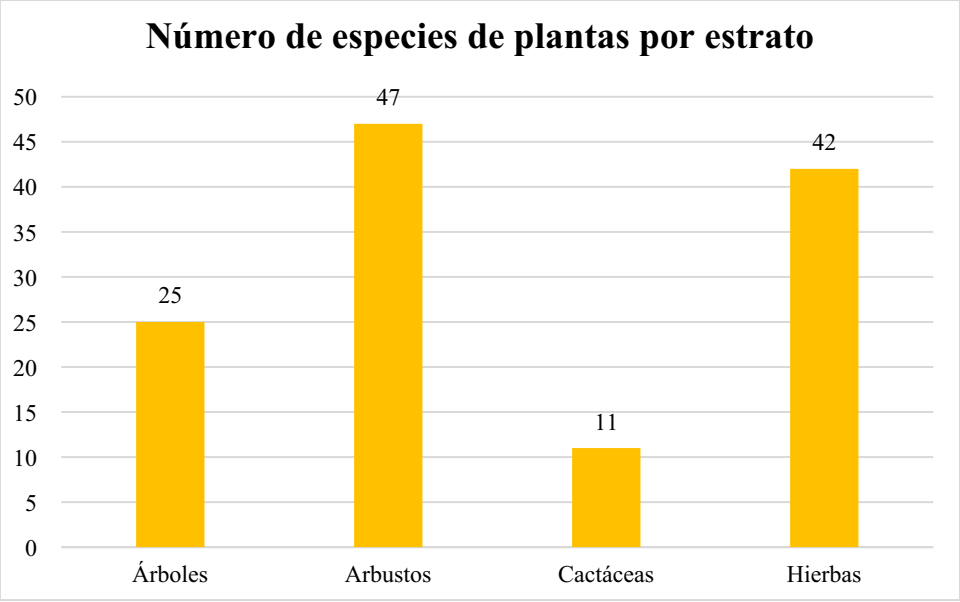
En la gráfica anterior, se observa cómo se agrupan las diferentes familias presentes y el número de especies que contienen, de esta manera se puede ver cuáles son las más representativas y en qué magnitud se presentan en el área de influencia.

Estructura de la vegetación

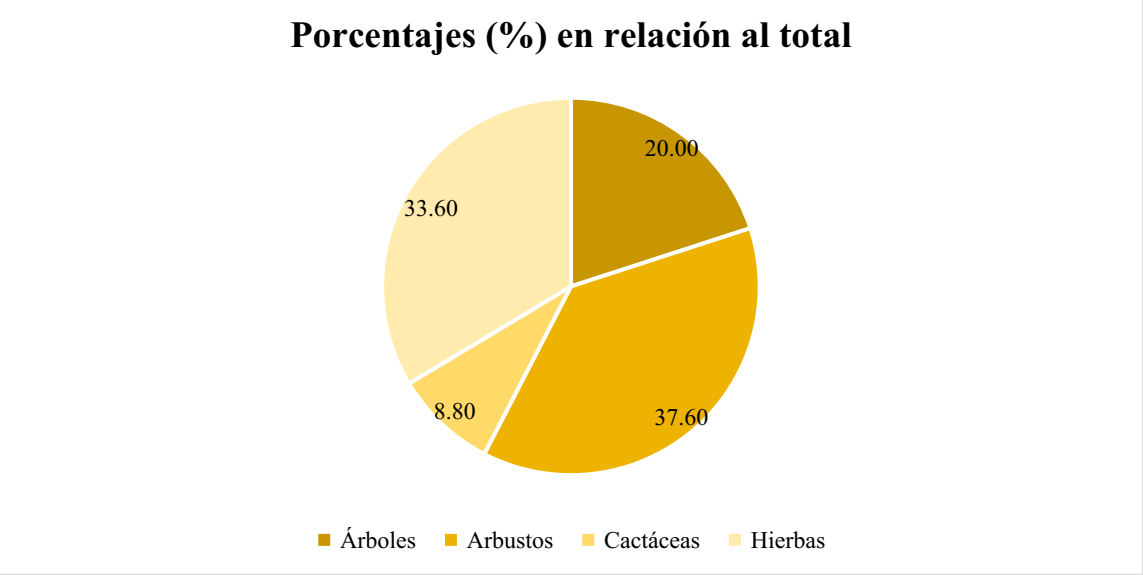
La flora del área de influencia está constituida por una variedad vegetal aceptable, con **125** especies de plantas, debido a esta condición, denota una estructura marcada, en donde los árboles de talla mediana a grande tienen presencia, por otro lado, los arbustos también destacan con un número aceptable y las hierbas tienen una presencia importante. Lo anterior fue resultado del análisis ambiental e inventario forestal, estas son las condiciones ecológicas y reflejan el uso que se ha hecho de los recursos, siendo lo principal en tiempos recientes, la ganadería, la agricultura y la minería. En el AI Sapuchi, se reconocieron **25** especies de árboles, **47** especies de arbustos, **11** especies de cactáceas y **42** especies de hierbas (tabla siguiente). Cabe hacer mención, que algunos árboles, al estar en proceso de crecimiento, suelen tener alturas de arbustos.

Tabla III.22. Estratos de vegetación presentes en el AI del proyecto.

Estratos de vegetación	Número de especies de plantas por estrato	Porcentajes (%) en relación con el total
Árboles	25	20.00
Arbustos	47	37.60
Cactáceas	11	8.80
Hierbas	42	33.60
Total	**125**	**100 %**



Gráfica III.5. Estructura de la comunidad vegetal del proyecto, en donde se observan los estratos.



Gráfica III.6. Estratos de plantas del área de influencia, y porcentajes respecto al total

Especies de flora silvestre, en alguna categoría de riesgo o amenaza oficial.

De las especies de flora, detectadas en el área del AI del proyecto, se tienen **tres** (**3**) especies que se tienen en alguna categoría de la NOM–059–SEMARNAT-2010. En lo que respecta a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), se tienen **doce** (**12**) especies que están consideradas dentro del apéndice II de dicha convención (tabla siguiente).

Tabla III.23. Especies normadas dentro del AI.

No.	Nombre científico	Nombre común	Familia	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
1	*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos	Palo rosa, Amapa, amapa prieta, palo de rosa	**Bignoniaceae**	**Amenazada (A)**	
2	*Guaiacum coulteri* A. Gray	Guayacán, palo santo	**Zygophyllaceae**	**Amenazada (A) endémica**	**Apéndice II**
3	*Cephalocereus senilis* (Haw.) Pfeiff.	Viejito	**Cactaceae**	**Amenazada (A) endémica**	**Apéndice II**
4	*Coryphantha recurvata* (Engelm.) Britton & Rose	Biznaga	**Cactaceae**		**Apéndice II**
5	*Cylindropuntia arbuscula* (Engelm.) F.M.Knuth	Choya arbusto	**Cactaceae**		**Apéndice II**
6	*Cylindropuntia thurberi* (Engelm.) F.M.Knuth	Cardenche de Sonora	**Cactaceae**		**Apéndice II**
7	*Echinocereus rigidissimus rigidissimus* (Engelm.) F.Haage	Cabeza de viejo	**Cactaceae**		**Apéndice II**
8	*Lemaireocereus thurberi* (Engelm.) Britton & Rose	Pitayo dulce	**Cactaceae**		**Apéndice II**
9	*Mammillaria grahamii* Engelm.	Biznaga chollo chico	**Cactaceae**		**Apéndice II**
10	*Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelmann	Nopal Cuijo	**Cactaceae**		**Apéndice II**
11	*Opuntia phaeacantha* Engelm.	Nopal de Chihuahua	**Cactaceae**		**Apéndice II**
12	*Pachycereus pecten-aboriginum* (Engelm.) Britt. & Rose	Cardón, etcho, eco, cardón barbón	Cactaceae		**Apéndice II**
13	*Stenocereus thurberi* (Engelm.) Buxb.	Pitaya, Pitayo dulce, falso sahuaro	Cactaceae		**Apéndice II**

Fauna, diversidad y composición faunística en el área de influencia del proyecto

Diversidad faunística

La fauna, es un recurso importante dentro de las comunidades biológicas de los ecosistemas y juega un papel ecosistémico de calidad. En este sentido, se analizó a la fauna silvestre del área de influencia (AI) del proyecto, notándose una variedad o diversidad buena de animales silvestres. Como se había mencionado en el apartado de vegetación, la condición estructural y de diversidad vegetal es aceptable en esta localidad, lo que se refleja con una buena diversidad de vertebrados, lo cual fue detectado durante el análisis ambiental realizado.

Para conocer la diversidad de animales silvestres de esta área de influencia, se realizó análisis ambiental, en visitas realizadas, mediante observación directa, a través de rastros o indicios, y también se documentaron especies que se encontraron durante recorridos y traslados propios de este análisis, además se revisó bibliografía y bases de datos del SNIB correspondientes al área donde se pretende la implantación del proyecto.

Diversidad faunística. - Después de realizados los recorridos, revisiones, detecciones y el análisis ambiental en el área de influencia del proyecto, se definió la diversidad faunística (riqueza de especies) que es de **71** vertebrados silvestres, reconocidos durante el proceso de análisis, este número, necesariamente no es el definitivo y es probable que, en posteriores estudios, el número se incremente.

Enseguida, se muestra lista, de la fauna silvestre definida para el AI del proyecto IP Patios Sapuchi 2026, en donde se diferencian clase, familia, nombre científico, nombre común, estatus de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES.

Tabla III.24. Fauna detectada en el área de influencia del proyecto.

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
M A M I F E R O S					
1	**DIDELPHIDAE**	*Didelphis virginiana* Kerr	Tlacuache norteño, zarigüeya		
2	**CRICETIDAE**	*Neotoma albigula* Hartley	Rata maderera de cuello blanco, rata magueyera, rata nopalera		
3	**LEPORIDAE**	*Lepus alleni* Mearns	Liebre antílope		
4		*Lepus californicus* Gray	Liebre cola negra		
5		*Sylvilagus audubonii* (Baird)	Conejo cola de algodón		
6	**CANIDAE**	*Canis latrans* Say	Coyote		
7		*Urocyon cinereoargenteus* (Schreber)	Zorra gris		
8	**PROCYONIDAE**	*Procyon lotor* (Linnaeus)	Mapache		
9		*Nasua narica* (Linnaeus)	Coatí		
10	**MUSTELIDAE**	*Mephitis macroura* Lichtenstein	Zorrillo encapuchado, zorrillo listado		
11	**FELIDAE**	*Lynx rufus* (Schreber)	Gato montés		**AP II**
12	**CERVIDAE**	*Odocoileus virginianus couesi* (Coues and Yarrow)	Venado cola blanca		
13	**TAYASSUIDAE**	*Pecari tajacu* (Linnaeus)	Pecarí, jabalí de collar		
A V E S					
14	**ARDEIDAE**	*Ardea herodias* Linnaeus	Garza morena, garza gris		
15	**SCOLOPACIDAE**	*Actitis macularius* (Linnaeus)	Chichicuilote manchado, alza colita		
16	**CATHARTIDAE**	*Cathartes aura* Linnaeus	Aura, buitre, zopilote cabeza roja		
17		*Coragyps atratus* (Bechstein)	Zopilote, buitre		
18	**PANDIONIDAE**	*Pandion haliaetus* (Linnaeus)	Aguila pescadora, gavilán pescador		
19	**ACCIPITRIDAE**	*Buteo jamaicensis* (J.F. Gmelin)	Halcón cola roja, gavilán cola roja		**AP II**
20		*Buteogallus anthracinus* (Deppe)	Águila negra, aguililla negra menor	**Pr (protección especial)**	**AP II**
21	**FALCONIDAE**	*Caracara plancus (*Miller)	Quebrantahuesos, quelele, caracara		**AP II**

22	**ODONTOPHORIDAE**	*Callipepla douglasii* (Vigors)	Codorníz cabeza dorada		
23	**COLUMBIDAE**	*Columbina inca* (Lesson)	Paloma torcáz, paloma tórtola, torcaza, palomita inca, cococha, coquita		
24		*Columbina passerina* (Linnaeus)	Paloma torcacita, tortolita		
25		*Streptopelia decaocto* (Frivaldszky)	Paloma turca		
26		*Zenaida asiatica* (Linnaeus)	Paloma de alas blancas		
27		*Zenaida macroura* (Linnaeus)	Paloma huilota, paloma habanera		
28	**CUCULIDAE**	*Geococcyx californianus* (Lesson)	Correcaminos, paisano, faisán		
29	**PICIDAE**	*Dryobates scalaris* (Wagler)	Pájaro carpintero mexicano, carpintero listado, carpintero pinto		
30		*Melanerpes uropygialis* (Baird)	Carpintero del desierto		
31	**CORVIDAE**	*Corvus corax* Linnaeus	Cuervo		
32		*Cyanocorax colliei* (Vigors)	Urraca cara negra		
33	**TROCHILIDAE**	*Calypte anna* (Lesson)	Colibrí cabeza roja		**AP II**
34		*Hylocharis leucotis* (Vieillot)	Colibrí oídos blancos, chuparrosa orejas blancas		**AP II**
35	**TYRANNIDAE**	*Pyrocephalus rubinus* (Boddaert)	Mosquero cardenal		
36		*Sayornis nigricans* (Swainson)	Papamoscas negro, mosquero negro, cachamoscas obscuro		
37		*Tyrannus melancholicus* Vieillot	Tirano pico grueso		
38		*Tyrannus verticalis* Say	Madrugador, pica cuervos, Tirano pálido, western king bird		
39		*Tyrannus vociferans* (Swainson)	Tirano, pájaro madrugador, pica cuervos, tirano gritón, tirano chibiú		
40	**MIMIDAE**	*Mimus polyglottos* (Linnaeus)	Cenzontle, chonte, cenzontle norteño		
41		*Toxostoma curvirostre* Swainson	Cuitacoche, Cuitlacoche pico curvo		
42	**REGULIDAE**	*Regulus calendula* (Linnaeus)	Reyezuelo, reyezuelo copete rojo		
43	**ALCEDINIDAE**	*Chloroceryle americana* (Gmelin)	Martín pescador verde		
44		*Megaceryle alcyon* (Linnaeus)			

			Martín pescador, martín pescador norteño		
45	**PARULIDAE**	*Cardellina pusilla* (A. Wilson)	Chipe corona negra		
46	**THRAUPIDAE**	*Piranga ludoviciana* (Wilson)	Piranga capucha roja		
47		*Piranga rubra* (Linnaeus)	Piranga roja, tanagra roja, tángara roja		
48	**PASERELLIDAE**	*Aimophila ruficeps* (Cassin)	Gorrión corona canela, Zacatonero corona rufa		
49		*Melozone fusca* (Swainson)	Viejita, vieja, rascador, pipilo café		
50		*Melospiza melodia* (Wilson)	Gorrión cantador, gorrión cantor		
51	**CARDINALIDAE**	*Cardinalis cardinalis* (Linnaeus)	Cardenal rojo		
52		*Cardinalis sinuatus* (Linnaeus)	Chivo, Cardenal pardo		
53		*Passerina caerulea* (Linnaeus)	Pinzón azul, picogordo azul, azulejo real		
54		*Pheucticus melanocephalus* (Swainson)	Picogordo tigrillo, pájaro del frío, black headed grosbeak		
55	**ICTERIDAE**	*Icterus cucullatus* Swainson	Bolsero encapuchado, bolsero cuculado, calandria dorso negro		
56		*Icterus pustulatus* (Wagler)	Calandria dorso rayado		
57		*Quiscalus mexicanus* (J.F. Gmelin)	Chanate, zanate mexicano, tordo negro		
58	**FRINGILLIDAE**	*Haemorhous mexicanus* P.L. Statius (Müller)	Pinzón casero, pinzón mexicano		
59	**PASSERIDAE**	*Passer domesticus* (Linnaeus)	Gorrión casero, gorrión inglés		
A N F I B I O S					
60	**BUFONIDAE**	*Incilius alvarius* Baird & Girard	Sapo del desierto		
R E P T I L E S					
61	**KINOSTERNIDAE**	*Kinosternon integrum* (Le Conte)	Tortuga casquito, tortuga pecho quebrado	**Pr (protección especial) endémica**	**AP II**
62	**IGUANIDAE**	*Callisaurus draconoides* Blainville	Cachora arenera	**A (amenazada)**	
63		*Ctenosaura macrolopha* Smith	Iguana cola espinosa sonorense		**AP II**
64		*Holbrookia elegans* Bocourt	Lagartija sorda		
65		*Urosaurus ornatus* (Baird and Girard)	Lagartija arbórea		
66		*Uta stansburiana* Schmidt	Lagartija de costados	**A (amenazada)**	

			manchados, cachora		
67		*Drymarchon melanurus* (Duméril, Bribon & Duméril)	Culebra índigo, culebra negra, culebra arroyera de cola negra		
68	**COLUBRIDAE**	*Masticophis bilineatus* Jan	Culebra chirrionera de Sonora, culebra chirriadora		
69		*Masticophis flagellum*(Shaw)	Culebra chirrionera		
70		*Thamnophis cyrtopsis* (Kennicott)	Culebra de agua de cuello negro	**A (amenazada)**	
71	**VIPERIDAE**	*Crotalus atrox* Baird y Girard	Víbora de cascabel de diamantes, cascabel diamante	**Pr (protección especial)**	

De la diversidad faunística resultante, se destaca que las 71 especies de fauna del AI del proyecto Sapuchi, fueron definidas a través de la revisión exhaustiva que se dio, realizando observaciones directas, detección de variados indicios (como huellas, excretas, plumas, huesos y otros), reconocimiento en traslados y recorridos en visitas de análisis ambiental, y recopilación de información con personas de la propia localidad de Sapuchi

Composición faunística del área de influencia del proyecto

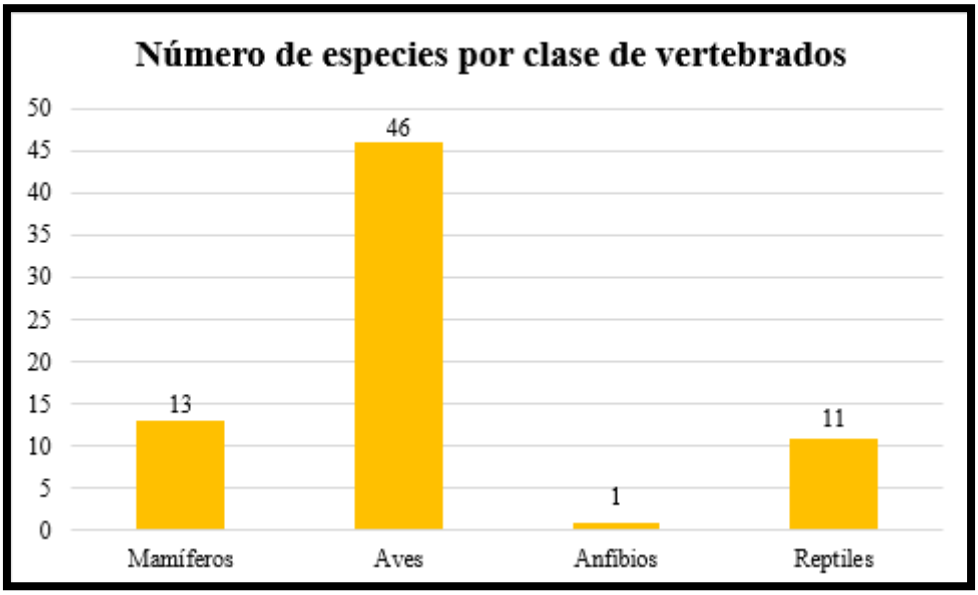
La composición faunística, se integra por especies de mamíferos, aves, anfibios y reptiles, que se reconocieron como presentes en el AI del proyecto, lo que se muestra en la tabla siguiente.

Tabla III.25. Clases de vertebrados, familias, géneros, número de especies y porcentaje de especies por clase con respecto al total, del AI del proyecto.

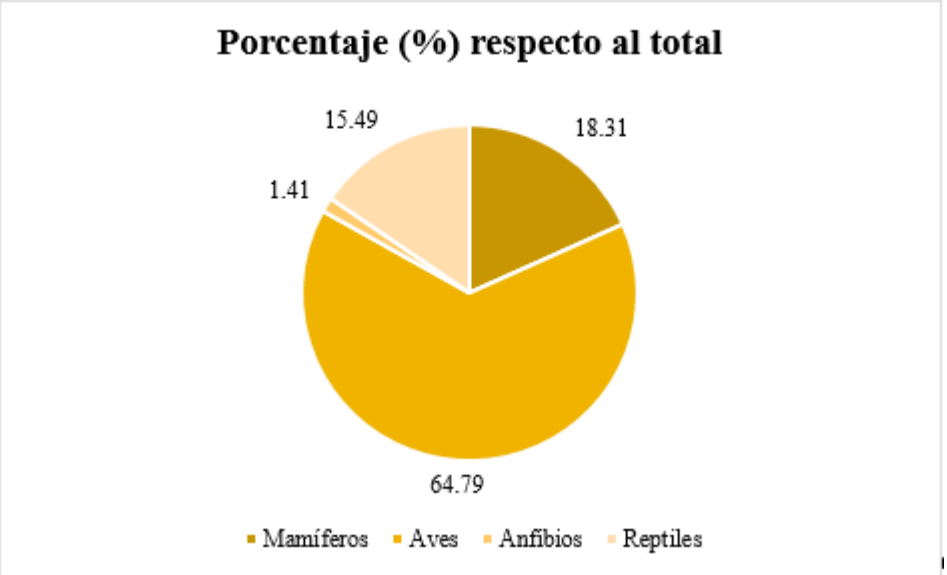
No.	Clases	Familias	Géneros	Especies	Porcentaje (%) respecto al total
1	**Mamíferos**	9	12	13	18.31
2	**Aves**	23	39	46	64.79
3	**Anfibios**	1	1	1	1.41
4	**Reptiles**	4	10	11	15.49
TOTAL		**37**	**62**	**71**	**100.00**



Fotografía III.2. La viejita (*Melozone fusca*), se encuentra en el AI Sapuchi y tiene buena distribución (Autor foto: Jorge A. Pérez Torres. Naturalista).



Gráfica III.7. Clase y número de especies de animales silvestres del área de influencia del proyecto IP Patios Sapuchi 2026



Gráfica III.8. Clase de vertebrados del área de influencia del proyecto, porcentaje con relación al total de especies presentes.

Especies de fauna en riesgo o amenaza, en ordenamientos legales

En el área de influencia del proyecto se detectaron **71** especies de animales silvestres y de las cuales algunas se hallan en categoría de riesgo listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 ó en la CITES. En general, se detectaron **seis (6)** especies consideradas en algunas de las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010. De la CITES, se encontraron **ocho (8)** especies listadas en el apéndice II de dicha Convención. Estas especies, se muestran en la tabla siguiente.

Tabla III.26. Especies de fauna del área de influencia del proyecto, en alguna categoría de riesgo en base a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES

No.	Clase	Familia	Nombre técnico	Nombre común	EstatusNOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
1	**Mamíferos**	**Felidae**	*Lynx rufus* (Schreber)	Gato montés		**AP II**
2	**Aves**	**Accipitridae**	*Buteo jamaicensis* (J.F. Gmelin)	Halcón cola roja, gavilán cola roja		**AP II**
3	**Aves**	**Accipitridae**	*Buteogallus anthracinus* (Deppe)	Águila negra, aguililla negra menor	**Pr (protección especial)**	**AP II**
4	**Aves**	**Falconidae**	*Caracara plancus* (Miller)	Quebrantahuesos, quelele, caracara		**AP II**
5	**Aves**	**Trochilidae**	*Calypte anna* (Lesson)	colibrí cabeza roja		**AP II**
6	**Aves**	**Trochilidae**	*Hylocharis leucotis* (Vieillot)	Colibrí oídos blancos, chuparrosa orejas blancas		**AP II**
7	**Reptiles**	**Iguanidae**	*Kinosternon integrum* (Le Conte)	Tortuga casquito, tortuga pecho quebrado	**Pr (protección especial) endémica**	**AP II**
8	**Reptiles**	**Iguanidae**	*Callisaurus draconoides* Blainville	Cachora arenera	**A (amenazada)**	
9	**Reptiles**	**Iguanidae**	*Ctenosaura macrolopha* Smith	Iguana cola espinosa sonorense		**AP II**

10	**Reptiles**	**Iguanidae**	*Uta stansburiana* Schmidt	Lagartija de costados manchados, cachora	**A (amenazada)**	
11	**Reptiles**	**Colubridae**	*Thamnophis cyrtopsis* (Kennicott)	Culebra de agua de cuello negro	**A (amenazada)**	
12	**Reptiles**	**Viperidae**	*Crotalus atrox* Baird y Girard	Víbora de cascabel de diamantes, cascabel diamante	**Pr (protección especial)**	

III.2.4. Funcionalidad. la importancia y/o relevancia de los servicios ambientales.

La provisión de agua en cantidad y calidad. La captura de agua es el servicio ambiental que producen las áreas forestales al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, propiciando su infiltración que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua.

Al contar con un buen sistema de filtrado a través del suelo, el agua llega hasta los acuíferos en el subsuelo que a su vez son la cuna de ríos y lagos de donde nos proveemos de agua. Los servicios ambientales hidrológicos podrían ser afectados a raíz de cambios en las funciones hidrológicas del ecosistema, tales como la intercepción de lluvias o la infiltración en el suelo. Por ejemplo, el incremento de la deforestación con el aumento de las condiciones secas puede reducir el estrato superficial de sustancias orgánicas. Esto causaría menor infiltración y mayor escorrentía a nivel del bosque o matorrales, y caudales mínimos o máximos más extremos a nivel de la cuenca (Townsend *et al.,* 2004).

Los cambios en ecosistemas impactarán también el servicio ambiental de regulación de la calidad del agua, especialmente en lo que concierne la concentración de elementos químicos o biológicos y el transporte de partículas sólidas (erosión). La captura de agua no sólo depende de la cuantía de las zonas forestales y de las condiciones en que éstas se encuentren, sino también de la disponibilidad de lluvia y de las características de suelo.

La superficie donde se plantea el proyecto es mínima y no interfiere con las dinámicas hídricas del AI delimitada para el proyecto.

Captura de Carbono:

Las especies vegetales son importantes productores del oxígeno que respiramos; esto se debe al proceso de fotosíntesis a través del cual las plantas y árboles utilizan el carbono que está disuelto en el aire en forma de dióxido de carbono y lo depositan en sus tejidos; como producto secundario de este proceso liberan oxígeno a la atmósfera.

Para el caso que nos ocupa en el presente proyecto, el área donde se pretenden hacer las actividades no se pretende realizar desmonte de vegetación de ningún tipo en dichas áreas, por lo que lo que se considera el impacto es nulo en este servicio ambiental.

Paisaje y Recreación

La zona de interés no se utiliza actualmente como área de recreación, ya que se localiza en una región aislada y distante de centros de población o manchas urbanas. Asimismo, las actividades del proyecto no generarán afectaciones permanentes al paisaje, debido a que los trabajos se realizarán en superficies puntuales.

Tabla III.27. Servicios Ambientales.

Servicio ambiental	Aportación	Riesgo por el proyecto al servicio ambiental
Producción de agua	Calidad y cantidad	MINIMO. En cuanto al agua requerida, esta forma parte del proceso, por lo que será recirculada y almacenada en un tanque propio para este proceso, de tal forma que será reutilizada.

Captura de carbono	Reducción de contaminantes	MINIMO. Al plantearse ubicación del patio obedece a un valle con una pendiente leve con roca cerca de la superficie sin que se requiera desmonte, aunado a esto cabe recalcar que el área cuenta con escasa o nula cobertura vegetal, esto no se verá reducida la capacidad de reducción de captación de carbono.
Producción de oxigeno	Aporte de aire limpio	MINIMO. Conforme al programa de avance constructivo. Se prevé la ubicación del patio obedece a un valle con una pendiente leve con roca cerca de la superficie sin que se requiera desmonte, el cual no se afectara el aporte de aire limpio.
Amortiguamiento de fenómenos naturales	Disminución de la velocidad del viento y de la velocidad de los escurrimientos, retención del suelo.	MINIMO. Puesto que serán áreas previamente intervenidas o en zonas con escasa o nula cobertura de vegetación forestal, aunado a que las áreas adyacentes al proyecto cuentan con una buena condición la cual servirá como una barrera contra los vientos o bien de amortiguamiento de los fenómenos naturales.
Regulación climática	Estabiliza o regula los elementos que conforman el clima como la temperatura, evapotranspiración, insolación, etc.	MINIMO. Inminente por el proyecto en este sentido, ya que la afectación es mínima, aunque existe una alteración puntual derivada de las actividades del proyecto, esta es de baja magnitud, localizada y temporal, aunado a ellos se restaurarán áreas cercanas con poca vegetación una vez concluidas las actividades.
Protección a la biodiversidad	Se mantiene en cantidad y calidad las diferentes especies que cohabitan en los ecosistemas.	MINIMO. Al plantearse en áreas previamente intervenidas o en zonas con escasa o nula cobertura de vegetación forestal, se mantendrá la cantidad y calidad de las especies de flora, aunado a esto se cuenta con un programa de protección de especies, lo cual evitará la afectación de aquellas especies de lento desplazamiento o bien enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Protección y recuperación de suelos	Formación y retención de suelos por las raíces y la materia orgánica generada	MINIMO. Al momento de ejecutarse las actividades y las medidas de mitigación, la pérdida de suelo es prácticamente igual a la que se presenta de manera natural
Paisaje y recreación	La calidad de los paisajes proporciona un valor para poder realizar la recreación o ecoturismo	MINIMO, En cuanto a la pérdida de la calidad del paisaje, debido a que el área del proyecto cuenta con escasa o nula cobertura de vegetación forestal, lo cual es imperceptible desde áreas alejadas al proyecto, aunado a que la duración entra cada una es por un periodo determinado.

En seguida se presenta el nivel de afectación sobre los Servicios Ambientales de acuerdo con lo descrito en la tabla anterior.

Tabla III.28. Nivel de Afectación de los Servicios Ambientales.

Servicio ambiental	Grado de afectación
Producción de agua	Mínimo
Captura de carbono	Mínimo
Producción de oxigeno	Mínimo
Amortiguamiento de fenómenos naturales	Mínimo

Regulación climática	Mínimo
Protección a la biodiversidad	Mínimo
Protección y recuperación de suelos	Mínimo
Paisaje y recreación	Mínimo

III.3. Diagnóstico ambiental.

En la siguiente tabla se puede apreciar el estado de conservación y condiciones naturales de los componentes ambientales del área donde se pretende la implementación del proyecto.

Tabla III.29. Diagnóstico Ambiental y Condición de los Componentes Ambientales.

Factor	Condición
Agua	Los escurrimientos superficiales dentro del AI, son en su mayoría intermitentes, es decir que únicamente el flujo de agua corre por ellos en temporada de lluvias, sin embargo, cuenta con un río permanente. Ante ello la red drenaje se encuentra bien representada y marcada en estos ecosistemas subhúmedos con una topografía bien definida.
Aire	La calidad del aire es buena, pues existe una baja cantidad de actividades antrópicas que pueden afectar este factor y al existir una buena densidad de vegetación el viento no es capaz de arrastrar gran cantidad de partículas suspendidas, aunado a esto al estar dentro de una serie de cadenas montañosas la afectación de la calidad del aire se ve aún más reducida considerablemente.
Suelo	El uso de suelo del área de influencia es en su mayoría selva baja caducifolia y bosque de encino. Estos tipos de suelo guardan un volumen de carbono mayor y alta producción de oxígeno.
Flora	Se cuenta con una importante cantidad de especies vegetales, las cuales son características a los tipos de suelo dentro del área de influencia.
Fauna	Las especies detectadas a través del análisis y verificación en campo se encuentran ampliamente distribuidas dentro del AI y la región.
Paisaje	Actualmente, la superficie dentro del AI presenta una baja perturbación antropogénica por lo que se considera que se encuentra en buen estado, con alteraciones reducidas o puntuales.
Factor humano	Las actividades antropogénicas se encuentran presentes en especial por la actividad de caminos existentes.

III.4. Identificación de los Impactos Ambientales Significativos o Relevantes y Determinación de las Acciones y Medidas para su Prevención.

En el presente capítulo se describirán la evolución de los impactos ambientales que generará el proyecto en sus diferentes etapas, así como las medidas para prevenir y en su caso mitigar los impactos al ambiente que se pudieran generar por la puesta en marcha del proyecto.

El objetivo de esta sección es la identificación de los daños e impactos ambientales producidos por las diferentes actividades en la operación del proyecto. Al poder identificar los posibles impactos que este proyecto pueda causar al ambiente, se pueden determinar, con mayor facilidad, las posibles medidas de mitigación y la corrección de los efectos que puedan causar.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que para la evaluación de impacto ambiental se debe realizar una identificación y valoración, de forma objetiva e imparcial, de los efectos ambientales producidos por el desarrollo de obras y/o actividades que conforman los proyectos.

III.4.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

Las evaluaciones de impacto ambiental (EIA) son metodologías que permiten estimar de manera global la magnitud de un impacto ambiental, ante la influencia que puede generar la construcción de obras o el desarrollo de actividades humanas, tanto de manera favorable como adversa. Estas evaluaciones y las medidas de mitigación que se prescriben permiten que el desarrollo económico y social se integre de una manera óptima con los diversos proyectos y sin deteriorar el uso de los recursos naturales requeridos para tales proyectos.

La selección de la metodología se realizó, debido a la facilidad de interpretación de estas, así como por la facilidad de adecuación a casi cualquier Proyecto. La amplia gama de factores a evaluar ayuda a no pasar por alto elementos ambientales y socio económicos, y de esta forma realizar las mejores identificaciones y evaluaciones de impactos ambientales.

El impacto ambiental se puede definir como la *alteración o modificación de las condiciones del ambiente ocasionadas por el hombre ya sean negativa o positivamente*. Para poder identificar las acciones de un proyecto, susceptibles de provocar impactos sobre el medio ambiente, es necesario diferenciar las distintas fases de la obra y las actividades que pueden provocar efectos importantes sobre los elementos del medio y factores ambientales.

La identificación y valoración de los impactos permite indicar las posibles medidas correctoras o reductoras de sus efectos, tomando en cuenta que resulta prácticamente imposible erradicar por completo ciertos impactos negativos.

Es de hacerse notar que las especificaciones y normas bajo las que se desarrollan las diversas actividades del proyecto aseguran, desde su inicio, la prevención y mitigación de impactos, sobre todo los más agudos y aquellos referidos a la seguridad. En las herramientas de evaluación también se encuentran incluidos ciertos impactos benéficos que traerá consigo la ejecución del proyecto.

El objetivo de esta sección es la identificación de los daños e impactos ambientales producidos por las diferentes etapas del proyecto, desde la preparación del sitio, operación, mantenimiento y cierre.

Un estudio de evaluación de impacto ambiental (EIA), deberá de involucrar recursos humanos y económicos, especialmente para establecer la línea base y mejorar los niveles de calidad y cantidad de información, la metodología suele ser similar y busca en su mayoría la identificación y evaluación de impactos.

La evaluación comprende:

- La descripción del área de estudio con relación a los aspectos del ambiente que son o pueden ser afectados derivados a los proyectos, principalmente son el **suelo, hidrografía, vegetación, fauna y ambiente social**.

- La identificación de efectos y la predicción de la magnitud de los cambios sobre el ambiente, que considera una pre-identificación de efectos, resultado de trabajos anteriores y revisión de antecedentes

bibliográficos, y la elaboración de una matriz de interacción entre las acciones y los componentes ambientales (FAO, 1995).

Se acepta que el ambiente físico comprende principalmente los componentes geomorfológicos, clima, suelo, agua y aire (*Estevan,* 1980). Algunos autores incluyen también el paisaje, aun cuando estos últimos puede ser considerados parte del ambiente sociocultural (*MOPU*, 1981).

Todos los proyectos, como consecuencia de su actividad, repercuten sobre el medio ambiente, generando, en mayor o menor medida, un impacto ambiental.

Para poder actuar de manera eficaz sobre los impactos ambientales, la empresa debe realizar en primera instancia la identificación de los aspectos ambientales asociados a las actividades del proyecto. Posteriormente, dichos aspectos son evaluados y priorizados, a fin de determinar sobre cuáles se implementarán medidas de manejo ambiental.

La identificación y evaluación requieren tener claramente definidas las áreas de incidencia del proyecto y, en consecuencia, los impactos ambientales reales o potenciales que pueden generarse durante sus diferentes etapas.

En este marco, se emplearon como referencia los componentes ambientales comúnmente utilizados y recomendados para el desarrollo de estudios de impacto ambiental.

- **Actividades del Proyecto**

La primera actividad consistió en sintetizar y ordenar todas las actividades relacionadas con la preparación del sitio, operación, mantenimiento y finalmente la etapa de abandono del sitio.

Con base en esta información se elaboró una lista de las actividades principales que impactan el área de interés de manera adversa o benéfica según sea el caso, dicha lista se presenta a continuación:

Tabla III.30. Actividades por realizar en el Proyecto.

Etapa del proyecto	Actividad
Planificación	Planteamiento, logística y contrataciones
	Diseño ingeniería/Diseño de obras
	Obtención de permisos
Preparación de sitio/ construcción	Dimensionamiento de obras y criterios de diseño
	Movimiento de maquinaria y manejo de residuos
	Pruebas de desempeño
Operación	instalación del equipo
	Procedimientos seguros de trabajo en patio de lixiviación
	Colocación de mineral en patio
	Suministro y manejo de sustancias
	Uso de agua de proceso
	Plan de seguridad y controles ambientales
	Manejo de residuos, maquinaria y equipo
Mantenimiento	Mantenimiento preventivo
	Mantenimiento deductivo
	Mantenimiento correctivo
	Limpieza general
Abandono de sitio	cierre de operaciones
	Restitución del sitio

	Supervisión ambiental

- **Elaboración de una lista de factores, sub – factores y componentes ambientales.**

En esta etapa se elaboró el inventario de los factores y componentes ambientales del área de estudio que podrían ser afectados por las actividades del proyecto.

Una vez identificado los factores ambientales susceptibles que pudieran ser afectados a consecuencia del desarrollo del proyecto, se procedió al reconocimiento de sus indicadores ambientales.

Se entiende por Indicador de Impacto Ambiental a los elementos cuantificables que en su conjunto son el mecanismo que permite medir el impacto comparando el valor del indicador lo que arroja un valor numérico para cada uno de los impactos sobre los factores ambientales.

Para la identificación de los indicadores de impacto ambiental, se realizaron en base a los siguientes criterios de identificación.

1. Tener representatividad y relevancia respecto al impacto de la obra.
2. Ser medibles en términos cuantitativos.
3. De fácil identificación.

Los indicadores ambientales que se seleccionaron se presentan a manera de listado en la siguiente tabla conforme al factor ambiental al cual se le atribuye.

Tabla III.31. Factores, sub-factores y componentes ambientales del proyecto.

Factor	Sub-Factor	Componente Ambiental
Factores abióticos	**Suelo**	Geomorfología
		Topografía
		Estabilidad/Erosión
		Contaminación*
	Agua	Superficial
		Subterránea
		Calidad/Contaminación*
	Aire	Contaminantes
		Olor
		Ruido
		Vibración
Factores bióticos	**Flora**	Diversidad
		Aislamiento
		Especies en algún estatus
	Fauna	Diversidad
		Aislamiento
		Especies en algún estatus
		Propagación de fauna nociva
Factores humanos	**Paisaje**	Vista escénica
	Estatus cultural	Demografía
		Empleo y actividades económicas
		Salud y seguridad de la población
		Capacitación al personal
		Salud y seguridad ocupacional*
		Bienes y servicio

- **Metodologías seleccionadas:**

Las herramientas que se utilizaron para la evaluación y cuantificación de los impactos fueron:

1. Lista de chequeo simple
2. Lista de chequeo descriptiva
3. Matriz de identificación de impactos de Leopold modificada

Primera Evaluación de Identificación de Impactos Ambientales – Lista de Chequeo

Las listas de chequeo son relaciones categorizadas o jerárquicas de factores ambientales a partir de las cuales se identifican los impactos producidos por un proyecto o actividad específica. Existen listas de chequeo que se adecúan según el tipo de proyecto, haciendo una identificación expresa de los elementos del medio que en forma particular resultan impactados por las actividades desarrolladas en el marco de este, *Magrini* (1990) menciona que a pesar de que constituyen una forma concisa y organizada de relacionar los impactos, no permiten la identificación de las interrelaciones entre los factores ambientales.

La mayor ventaja que presentan las listas de chequeo es que ofrecen cubrimiento o identificación de casi todas las áreas de impacto; sin embargo, representan básicamente un método de identificación cualitativo, limitando su alcance en el proceso de evaluación, a un análisis previo.

Las listas de chequeo pueden clasificarse en varios tipos, para lo que en este proyecto en particular se emplearon las listas de chequeo simples y descriptivas.

Según Conesa (2010), son un método de identificación muy simple, por lo que se usa para evaluaciones preliminares. Sirven primordialmente, para llamar la atención sobre los impactos más importantes que puedan tener lugar, como consecuencia de la realización del proyecto.

Las listas de chequeo simples: pueden estructurarse a manera de listas o cuestionarios, para lo cual se formula una serie de interrogantes relativos a la posible ocurrencia de impactos sobre los diferentes factores producidos por un determinado proyecto. Son listas de los factores ambientales, actividades o efectos que deberán ser tomados en cuenta en la valoración. No proporcionan información específica sobre los métodos de estimación o la predicción y valoración de los impactos; en donde el evaluador escoge la respuesta dependiente de la realidad observada.

Las listas de chequeo descriptiva: a diferencia de las listas de chequeo simple, estas aportan algo más de información relevante para el evaluador de impactos: en general, incluyen descripciones de los posibles impactos, lo que facilita la toma de decisiones por parte del equipo evaluador.

En síntesis, ambos tipos de listas –simples y descriptivas- proporcionan un enfoque estructurado para la identificación de impactos y factores ambientales concernidos en el marco ejecutorio las evaluaciones de impacto ambiental tal y como se muestra en el resumen de la siguiente tabla. La adecuada adopción y empleo de estas listas condiciona en buena medida el éxito alcanzado por el ejercicio evaluativo, ya que se corresponde prácticamente con su punto de partida, y de él dependerá el desarrollo secuencial de pasos posteriores que conducirá finalmente a la valoración y síntesis de impactos, y a la formulación del plan de manejo ambiental del proyecto.

Tabla III.32. Resumen de los tipos de lista de chequeos empleados para el desarrollo del proyecto.

Tipo	Descripción
Simples	Analizan factores o parámetros sin ser estos valorados o interpretados.

Descriptivas	Analizan factores o parámetros y presentan la información referida a los efectos sobre el medio.

Lista de Chequeo Simple

Dentro de cada tabla se pueden observar 3 variables o letras **"A – B - C"** las cuales marcan un impacto **A** adverso, **B** benéfico y **C** adverso bajo condiciones especiales según sea el caso además se hace referencia de los impactos más significativos al colocarlos en "**Negritas**" o resaltando la letra. En algunas ocasiones es posible detectar ambas dentro del mismo recuadro, esto es debido a que es posible que ciertos grupos de actividades pueden generar ambos impactos sobre un mismo componente ambiental.

Este tipo de listas de chequeo son un complemento de otras metodologías empleadas en el presente estudio, principalmente con la denominada Matriz de Leopold desarrollada más adelante.

Etapa de planificación:

En la etapa de planificación, la interacción con el medio ambiente es mínima, ya que durante esta fase no se llevan a cabo actividades directas en el sitio del proyecto, predominando las labores de gabinete y oficina. Los impactos comienzan a manifestarse principalmente en el factor humano, dentro del sub-factor estatus cultural, a través de la generación de empleos, la derrama económica, y la capacitación del personal. Estos efectos se consideran de carácter positivo.

Etapa de preparación del sitio/construcción:

En la etapa de preparación del sitio inicia la interacción directa con el medio ambiente, ya que se ejecutan actividades en las áreas destinadas al proyecto, tales como el dimensionamiento de obras, el movimiento de maquinaria, manejo de residuos, pruebas de desempeño, etc…

Como consecuencia, durante esta fase se generan impactos en la mayoría de los componentes ambientales, siendo los más relevantes aquellos que afectan al suelo, agua y aire; mientras que la flora y la fauna presentan alteraciones de menor magnitud debido a que no se pretende la remoción de vegetación. De manera paralela, se identifican también impactos positivos dentro del subfactor estatus cultural, asociados a la generación de empleos, la derrama económica y la contratación de bienes y servicios locales. De manera adicional, en lo referente a los componentes de salud y seguridad de la población y de salud y seguridad ocupacional, se identifican impactos que, en situaciones fuera de lo habitual o no previstas, podrían generar efectos adversos, afectando tanto a las comunidades cercanas como al personal involucrado en las actividades del proyecto.

Etapa de operación:

En la etapa de operación se mantiene la interacción directa con el medio ambiente, ya que se llevan a cabo actividades vinculadas con la lixiviación de minerales, tales como las instalaciones del equipo, los procedimientos de trabajo en patio de lixiviación, colocación de minerales en patios, suministro y manejo de sustancias, uso de agua de proceso, y el manejo de residuos, maquinaria y equipo.

Durante esta fase se generan impactos adversos que, bajo condiciones anómalas o fuera de lo normal, podrían resultar significativos en diversos componentes ambientales, con mayor incidencia sobre el suelo, el agua y el aire, y en menor medida sobre la flora y la fauna, debido a que no se pretende remoción de vegetación.

De manera paralela, se identifican impactos positivos dentro del subfactor estatus cultural, asociados principalmente a la generación de empleos, la derrama económica y la contratación de bienes y servicios locales. Asimismo, respecto a los componentes de salud y seguridad de la población, así como de salud y seguridad ocupacional, se identifican impactos que, bajo condiciones fuera de lo normal, podrían resultar

adversos y afectar tanto a las comunidades cercanas como al personal involucrado en las actividades del proyecto.

Etapa de mantenimiento:

En la etapa de mantenimiento, no se anticipan impactos adversos bajo condiciones normales de operación. Sin embargo, podrían presentarse efectos negativos en caso de situaciones fuera de lo habitual, principalmente sobre los subfactores suelo, agua y aire, principalmente asociados a posibles contaminaciones, así como sobre la salud y seguridad ocupacional, en caso de ocurrir accidentes.

Cabe señalar que la interacción con el medio ambiente durante esta etapa es mínima, ya que los mantenimientos se realizarán en talleres especializados, que cuentan con las autorizaciones correspondientes y con las contenciones necesarias para prevenir cualquier tipo de contaminación fuera de las áreas de trabajo.

Etapa de abandono del sitio:

Durante la etapa de abandono del sitio, la mayoría de los impactos se consideran positivos, ya que esta fase incluye actividades como la limpieza, el cierre de operaciones, restitución del sitio y la supervisión ambiental.

Los impactos que podrían resultar adversos se concentran principalmente en los sub-factores aire, asociados a olores, ruidos y vibración, así como en la salud y seguridad ocupacional, en caso de ocurrir accidentes derivados del incumplimiento de los protocolos de seguridad establecidos.

Fuera de estas circunstancias, todos los impactos se consideran positivos, ya que las acciones están orientadas a la restauración ambiental y a devolver al sitio condiciones similares a las existentes antes del desarrollo del proyecto.

Tabla III.33. Lista de chequeo simple.

Indicadores de impacto ambiental			Etapas del proyecto				
Factor	**Sub-Factor**	**Componente Ambiental**	**Planificación**	**Preparación del sitio/ construcción**	**Operación**	**Mantenimiento**	**Abandono del sitio**
Factores abióticos	**Suelo**	Geomorfología		A	A		
		Topografía		A			B
		Estabilidad/Erosión		A			B
		Contaminación*		C	C	C	
	Agua	Superficial		C	C		B
		Subterránea		A	C		B
		Calidad/Contaminación*		C	C	C	
	Aire	Contaminantes		C	C		
		Olor		A	A		
		Ruido		A	A		
		Vibración		A	A		
Factores bióticos	**Flora**	Diversidad		C			B
		Aislamiento		C			B
		Especies en algún estatus					B
	Fauna	Diversidad		C	A		B
		Aislamiento		C	A		B
		Especies en algún estatus			A		B
		Propagación de fauna nociva					
Factores humanos		Vista escénica		A	A		B
	Estatus cultural	Demografía		B	B		
		Empleo y actividades económicas	B	B	B	B	B
		Salud y seguridad de la población		C	C	C	C
		Capacitación al personal	B	B	B		B
		Salud y seguridad ocupacional*		C	C	C	C
		Bienes y servicio		B	B	B	
"C" Indica que el componente ambiental se verá afectado solo bajo circunstancias fuera de lo normal							

Los impactos ambientales identificados mediante esta metodología son diversos, contabilizándose un total de 64 interacciones, clasificadas de la siguiente manera:

- Impactos adversos (A): 16 interacciones identificadas.
- Impactos beneficiosos (B): 25 interacciones identificadas.
- Impactos adversos condicionales (C): 23 interacciones que podrían ocurrir únicamente bajo condiciones fuera de lo normal.

Lista de Chequeo Descriptiva

La segunda etapa de las listas de chequeo, denominada modalidad "descriptiva", consiste en presentar los impactos identificados mediante una serie de tablas, detallando sus interacciones adversas o benéficas. En estas tablas:

- La primera columna indica el componente ambiental.
- La segunda columna especifica el origen del impacto.
- La tercera columna describe la obra o actividad que lo genera.
- La cuarta columna proporciona una descripción del impacto causado, estableciendo la interacción real de causa-efecto de los impactos.

Se realizará una descripción suficiente por sub-factor, tipo de impacto (beneficioso o adverso) y etapa del proyecto, retomando los impactos previamente identificados en la lista de chequeo simple.

Planificación

Impactos benéficos (B)

Tabla III.34. Planificación – Estatus cultural – Impactos benéficos.

Impactos Benéficos - Estatus Cultural – Planificación			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Empleo y actividades económicas	Planteamiento, logística y contrataciones, diseño de obras, diseño ingenieril, obtención de permisos	Trabajo de gabinete	En la etapa de planificación, la interacción con el medio ambiente es mínima, ya que en esta fase no se realizan actividades directas en el sitio del proyecto. Las acciones se desarrollan principalmente en oficina y se enfocan en el diseño específico de la obra y programación de las actividades de lixiviado, el desarrollo ingenieril, la gestión de permisos ante las autoridades competentes, así como la elaboración de programas internos de operación, seguridad y mantenimiento. Durante esta fase no se generan impactos adversos al medio ambiente, sin embargo, se identifican impactos positivos en el factor humano, principalmente relacionados con la creación de empleos directos e indirectos, la capacitación del personal y la derrama económica en la zona de influencia del proyecto.
Capacitación del personal	Contratación de nuevo personal y	Programas de capacitación	En la etapa de planificación se contempla la realización de programas de capacitación integral. Todo el personal

	fortalecimiento de capacidades del personal existente		de nuevo ingreso será instruido para desempeñar adecuadamente las funciones de sus puestos, mientras que el personal existente recibirá actualización y fortalecimiento de conocimientos respecto a las nuevas actividades a desarrollar. Adicionalmente, se impartirán capacitaciones en materia ambiental, de seguridad y salud ocupacional, con el fin de garantizar un desempeño responsable y conforme a la normativa aplicable.

Preparación del sitio / construcción

Impactos adversos (A-C)

Tabla III.35. Preparación del sitio – Suelos - Impactos adversos.

Impactos Adversos - Suelos y Rocas - Preparación del sitio			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Geomorfología	Dimensionamiento de obras y criterios de diseño	Limpieza del sitio, mantenimiento y rehabilitación de acceso, deshierbe del área, acondicionamiento de servicios	El establecimiento de las obras, así como la rehabilitación de acceso y deshierbe del área, puede generar impactos en la geomorfología debido a la alteración puntual de la configuración natural del terreno, principalmente mediante cortes y rellenos superficiales que modifican de manera localizada las formas originales del relieve. Estas actividades pueden ocasionar cambios menores en la expresión geomorfológica del sitio, tales como la modificación de pequeñas pendientes naturales, la alteración de microformas asociadas a procesos erosivos superficiales y la interrupción parcial de patrones locales de escurrimiento.
Topografía	Dimensionamiento de obras y criterios de diseño	Limpieza del sitio, mantenimiento y rehabilitación de acceso, deshierbe del área, acondicionamiento de servicios	El establecimiento o acondicionamiento de las obras, así como la rehabilitación de caminos, puede generar impactos en la topografía principalmente debido a la modificación del relieve natural al realizar nivelaciones o cortes del terreno, así como a la alteración de microformas del suelo, como pequeños montículos, depresiones o pendientes, para dejar la superficie apta para la instalación del equipo. Además, estas actividades pueden provocar la generación de irregularidades locales en el terreno por rellenos o excavaciones menores y ocasionar cambios temporales en la morfología superficial.
Estabilidad/Erosión	Movimiento de maquinaria entre áreas	Establecimiento de las obras y movilidad de automóviles y maquinaria pesada	El establecimiento y acondicionamiento de las de las obras para el proceso de lixiviación, así como la rehabilitación de caminos, que incluye el deshierbe, junto con el movimiento de vehículos y maquinaria pesada, puede incrementar la erosión del suelo en el área de trabajo. Estas actividades remueven la cobertura vegetal y la capa superficial del suelo,

			alterando su estructura y exponiéndolo a la acción del viento y la escorrentía pluvial, lo que puede generar pérdida de material fértil, y sedimentación en áreas adyacentes.
Contaminación*	Falla o avería de maquinaria y vehículos	Establecimiento de las obras y movilidad de automóviles y maquinaria pesada	El establecimiento y acondicionamiento de las de las obras para el proceso de lixiviación, así como la rehabilitación de caminos la falla o avería de maquinaria y vehículos puede generar contaminación del suelo. Los derrames de combustibles, lubricantes, aceites hidráulicos u otros fluidos provenientes del equipo pueden infiltrarse en el terreno o ser arrastrados por la escorrentía pluvial, provocando alteraciones químicas en el suelo.

Tabla III.36.Preparación del sitio – Agua - Impactos adversos.

Impactos Adversos - Agua - Preparación del sitio / construcción			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Superficial	Movimiento de maquinaria, manejo de residuos y pruebas de desempeño	Establecimiento de las obras y pruebas de desempeño del proceso	El eliminar la vegetación herbácea anual de los espacios que serán destinados a la construcción sobre áreas estratégicamente ubicadas. La remoción de la cobertura vegetal y la exposición de material suelto incrementan la susceptibilidad al transporte de partículas finas durante eventos de lluvia, lo que podría generar alteraciones puntuales en la calidad y turbidez del agua superficial.
Subterránea	Acondicionamiento de obras – rehabilitación de caminos	Establecimiento de las obras – y deshierbe de áreas para su rehabilitación	El deshierbe y el establecimiento de las obras puede modificar de manera localizada la capacidad de infiltración natural del terreno. La alteración de la estructura superficial del suelo podría reducir temporalmente la recarga hídrica en las áreas intervenidas, afectando de forma puntual los procesos de infiltración hacia los acuíferos.
Calidad / Contaminación*	Falla o avería de maquinaria y vehículos	Establecimiento de las obras y movilidad de automóviles y maquinaria entre áreas	as actividades de maquinaria y tránsito vehicular durante el establecimiento las obras y la rehabilitación de caminos pueden generar riesgos de derrames accidentales de combustibles, lubricantes o fluidos hidráulicos. En caso de ocurrir, estas sustancias podrían infiltrarse en el suelo o ser transportadas por escurrimiento superficial hacia cuerpos de agua cercanos, ocasionando alteraciones fisicoquímicas puntuales en la calidad del agua.

Tabla III.37.Preparación del sitio – Aire - Impactos adversos.

Impactos Adversos - Aire - Preparación del sitio / Construcción

Componente ambiental	Origen	Obra o actividad	Tipo de Impacto
Contaminantes	Maquinaria y equipos trabajando / Posible falla o avería	Establecimiento las obras, rehabilitación de caminos, procesos de desempeño y movilidad de automóviles y maquinaria entre áreas	El uso de maquinaria y equipos, así como el tránsito de vehículos durante el establecimiento del proyecto y rehabilitación de caminos, puede generar emisiones atmosféricas derivadas de la combustión interna de los motores y de la resuspensión de partículas de polvo. Estas emisiones incluyen material particulado y gases de escape, los cuales pueden modificar temporalmente la calidad del aire en el área inmediata de trabajo, incrementando la exposición del personal y, de manera localizada, del entorno cercano.
Olor	Maquinaria y equipos trabajando	Establecimiento las obras, rehabilitación de caminos, procesos de desempeño y movilidad de automóviles y maquinaria entre áreas	El funcionamiento de maquinaria y equipos puede generar olores asociados a la combustión de combustibles y a la volatilización de lubricantes y otros insumos. Estos olores pueden percibirse de manera temporal en las áreas inmediatas de trabajo, sin extenderse a zonas fuera del área de influencia directa.
Ruido	Maquinaria y equipos trabajando	Establecimiento las obras, rehabilitación de caminos, pruebas de desempeño y movilidad de automóviles y maquinaria entre áreas	El funcionamiento de maquinaria, equipos y el tránsito vehicular durante la preparación del sitio generan niveles de ruido que pueden alterar temporalmente el ambiente acústico en el área de intervención. Estas emisiones sonoras pueden influir en el personal operativo y en la fauna local presente en las inmediaciones del área de trabajo.
Vibración	Maquinaria y equipos trabajando	Establecimiento las obras, rehabilitación de caminos, pruebas de desempeño y movilidad de automóviles y maquinaria entre áreas	El uso de maquinaria, equipos y vehículos puede generar vibraciones de baja intensidad asociadas al funcionamiento de motores y al tránsito sobre caminos en acondicionamiento. Estas vibraciones son de carácter local y se limitan al área inmediata de operación, pudiendo generar efectos perceptibles únicamente en las proximidades del sitio de trabajo.

Tabla III.38.Preparación del sitio – Flora – Impactos adversos.

Impactos Adversos - Flora - Preparación del sitio			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Diversidad	Deshierbe y tránsito de vehículos	Establecimiento las obras, rehabilitación de caminos	Con las actividades descritas se genera el deshierbe directo de cobertura vegetal dentro de las áreas intervenidas, lo que puede ocasionar una disminución en la diversidad florística local.

			La eliminación de individuos vegetales y la alteración del estrato herbáceo modifican temporalmente la composición y estructura de la comunidad vegetal en el área de influencia directa.
Aislamiento	Deshierbe y tránsito de vehículos	Establecimiento las obras, rehabilitación de caminos	Se pueden generar discontinuidades puntuales en la cobertura vegetal, reduciendo la conectividad local entre individuos o pequeños parches de vegetación. Estas interrupciones se limitan al área directa de intervención y pueden modificar temporalmente la continuidad del estrato herbáceo.
Especies en algún estatus	Deshierbe y tránsito de vehículos	Establecimiento las obras, rehabilitación de caminos	La remoción de vegetación durante el deshierbe puede afectar individuos pertenecientes a especies con algún estatus de protección, en caso de encontrarse dentro de las áreas de intervención. La alteración directa del hábitat y la eliminación de ejemplares podrían modificar de manera puntual la presencia de estas especies en el sitio.

Tabla III.39.Preparación del sitio – Fauna - Impactos adversos.

Impactos Adversos - Fauna - Preparación del sitio			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Diversidad	Deshierbe y tránsito de vehículos	Establecimiento las obras, pruebas de desempeño y rehabilitación de caminos	El deshierbe, el tránsito de vehículos y la presencia de personal pueden generar alteraciones en la fauna local al provocar la pérdida temporal de cobertura vegetal, modificación de microhábitats y disturbios asociados a ruido y movimiento. Estas condiciones pueden ocasionar el desplazamiento de individuos y cambios en la actividad o uso del espacio dentro del área de influencia directa.
Aislamiento	Deshierbe y tránsito de vehículos	Establecimiento las obras, pruebas de desempeño y rehabilitación de caminos	Las actividades del deshierbe y tránsito vehicular pueden generar interrupciones puntuales en la continuidad del hábitat, reduciendo temporalmente la conectividad entre áreas de refugio, alimentación o desplazamiento de fauna. Estas modificaciones se limitan al área intervenida y pueden influir en los patrones locales de movilidad de algunas especies.
Especies en algún estatus	Deshierbe y tránsito de vehículos	Establecimiento las obras, rehabilitación de caminos	La remoción de vegetación y la perturbación derivada de la presencia de maquinaria y personal pueden afectar individuos de fauna que cuenten con algún estatus de protección, en caso de encontrarse dentro del área de intervención. La alteración temporal del hábitat y de las condiciones de refugio o alimentación podría modificar su presencia local.

Propagación de fauna nociva	Presencia de personal y mala gestión de residuos	Establecimiento las obras, rehabilitación de caminos	La presencia de personal y la generación de residuos asociados a las actividades de preparación del sitio pueden favorecer de manera temporal la atracción o proliferación de fauna oportunista, como roedores o insectos, al incrementarse la disponibilidad de recursos alimenticios en el área de trabajo.

Tabla III.40.Preparación del sitio – Paisaje - Impactos adversos.

Impactos Adversos - Paisaje - Preparación del sitio			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Vista escénica	Criterios de diseño, movimiento de maquinaria, establecimientos de obras	Establecimiento las obras, rehabilitación de caminos	Las actividades de establecimiento, el deshierbe, así como la presencia de maquinaria y equipos, generan modificaciones visuales en el paisaje al remover la cobertura vegetal y exponer superficies de suelo desnudo. Estas acciones alteran temporalmente los patrones naturales de color, textura y forma del terreno, produciendo contrastes visuales respecto al entorno circundante y modificando la percepción escénica dentro del área intervenida.

Tabla III.41.Preparación del sitio – Estatus cultural - Impactos adversos.

Impactos Adversos - Estatus cultural - Preparación del sitio / Construcción			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Salud y seguridad poblacional	Todos los trabajos a realizar durante la etapa de preparación del sitio y para el establecimiento de las obras	Establecimiento las obras, rehabilitación de caminos	Las actividades de preparación del sitio, particularmente el tránsito de vehículos, operación de maquinaria y generación de polvo y ruido, pueden representar riesgos potenciales para la población ubicada en las inmediaciones del área del proyecto. Entre los posibles efectos se incluyen incremento en la probabilidad de accidentes viales, exposición temporal a emisiones de polvo y ruido, así como riesgos asociados a la interacción no autorizada con maquinaria o áreas de trabajo.
Salud y seguridad ocupacional	Todos los trabajos a realizar durante la etapa de preparación del sitio y para el establecimiento de las obras	Establecimiento las obras, rehabilitación de caminos	Las actividades de deshierbe, preparación del sitos, tránsito vehicular y operación de maquinaria implican riesgos inherentes para el personal operativo, tales como golpes, caídas, atrapamientos, exposición a ruido, vibraciones y material particulado. Estas condiciones pueden influir en la integridad física de los trabajadores durante el desarrollo de las labores en campo.

Benéficos (B)

Tabla III.42.Preparación del sitio – Estatus cultural - Impactos benéficos.

Impactos Benéficos - Estatus cultural - Preparación del sitio

Componente ambiental	Origen	Obra o actividad	Tipo de Impacto
Demografía	Generación de empleos, migración temporal al área del proyecto por empleos	Establecimiento las obras, dimensionamiento de obras, criterios de diseño y rehabilitación de caminos	La generación de empleos asociados a las actividades de preparación del sitio puede propiciar la llegada temporal de trabajadores al área del proyecto. Este flujo de personal puede modificar de manera puntual la dinámica demográfica local, incrementando temporalmente la población flotante y la demanda de servicios básicos, alojamiento y bienes de consumo en la zona de influencia.
Empleo y actividades económicas	Generación de empleos, y activación económica por llegada de personal nuevo	Establecimiento las obras, dimensionamiento de obras, criterios de diseño y rehabilitación de caminos	La ejecución de las actividades del proyecto implica la contratación de personal y la adquisición de bienes y servicios en la zona de influencia, lo que puede dinamizar la economía local. La presencia de trabajadores y el desarrollo de las labores operativas pueden incrementar temporalmente la demanda de hospedaje, alimentación, transporte y otros servicios, favoreciendo la circulación de recursos económicos en la comunidad.
Capacitación al personal	Capacitación al personal de nuevo ingreso y refuerzo de capacitación a personal existente	Establecimiento las obras, dimensionamiento de obras, criterios de diseño y rehabilitación de caminos	La implementación de procesos de capacitación dirigidos al personal de nuevo ingreso y al personal existente puede fortalecer las competencias técnicas y operativas del equipo de trabajo, mejorando su desempeño en las actividades del proyecto. El desarrollo y actualización de conocimientos en materia operativa y de seguridad influyen en la profesionalización del personal y en la mejora de sus habilidades laborales.
Bienes y servicios	Adquisición de insumos, contratación de empresas locales	Establecimiento las obras, dimensionamiento de obras, criterios de diseño y rehabilitación de caminos	La ejecución de las actividades del proyecto requiere la adquisición de insumos, materiales y servicios, así como la posible contratación de proveedores y empresas dentro de la zona de influencia. Estas acciones pueden incrementar la demanda de bienes y servicios locales, favoreciendo la participación de comercios y prestadores de servicios en la dinámica económica asociada al proyecto.

Operación

Adversos (A-C)

Tabla III.43. Operación – Suelo - Impactos adversos.

Impactos Adversos - Suelo y Rocas - Operación			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
geomorfología	Instalación del equipo, realización de los trabajos de lixiviación,	Instalación del equipo	Las actividades de lixiviación y el tránsito frecuente de personal, la colocación de mineral en el patio y vehículos entre áreas pueden generar compactación

	colocación de mineral en el patio, mantenimiento de maquinaria		localizada del suelo y alteraciones en su estructura superficial. La colocación del mineral en el patio puede modificar la estabilidad del terreno en puntos específicos, incrementando la susceptibilidad a procesos erosivos, particularmente en presencia de escurrimientos pluviales.
Contaminación*	Instalación del equipo, falla o avería de maquinaria y vehículos	Instalación del equipo, Procedimiento de trabajos lixiviación	Las actividades de lixiviación y el tránsito continuo entre áreas implican el manejo de combustibles, lubricantes. Manejo de agua de proceso, manejo de residuos y fluidos, lo que puede generar riesgos de derrames accidentales o fugas asociadas a fallas mecánicas. En caso de ocurrir, estas sustancias podrían infiltrarse en el suelo o permanecer en superficie, alterando temporalmente sus características fisicoquímicas en áreas puntuales dentro del sitio de operación.

Tabla III.44.Operación – Agua - Impactos adversos.

Impactos Adversos - Agua - Operación			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Superficial	Procedimientos de trabajos de lixiviación, colocación de material en patio falla o avería de maquinaria y vehículos	Procedimiento de trabajo en patio, uso del agua de proceso y proceso de lixiviación	La colocación del material en el patio, pueden generar modificaciones puntuales en los patrones de escurrimiento superficial debido a la compactación del suelo y a la posible acumulación de material fino en el área. En presencia de precipitaciones, estos materiales podrían ser transportados por escorrentía, incrementando temporalmente la carga de sedimentos en áreas cercanas al sitio de trabajo.
Subterránea	Procedimientos de trabajos de lixiviación, colocación de material en patio falla o avería de maquinaria y vehículos	Procedimiento de trabajo en patio y proceso de lixiviación	La colocación del material o mineral en el patio, más la maquinaria pesada utilizada, puede generar una alteración puntual en la estructura geológica local, al atravesar diferentes estratos y fracturas naturales y en caso de presentarse mantenimiento de los vehículos no controlado esto podría generar algún derrame de aceites o lubricantes En caso de no implementarse un adecuado protocolo, podría generarse la impregnación de aceites en el suelo y esto bajar al subsuelo, modificando de manera localizada las condiciones naturales del subterráneo.
Calidad / Contaminación*	Procedimientos de trabajos de lixiviación, colocación de material en patio falla o avería de	Procedimiento de trabajo en patio y proceso de lixiviación	Las actividades de lixiviación y el tránsito entre áreas implican el manejo de combustibles, lubricantes, aceites hidráulicos, residuos y, lo que puede representar un riesgo de contaminación en caso de derrames accidentales.

	maquinaria y vehículos		Estas sustancias podrían infiltrarse en el suelo o ser transportadas por escurrimiento superficial, ocasionando alteraciones puntuales en la calidad fisicoquímica del agua superficial o subterránea dentro del área de operación.

Tabla III.45.Operación – Aire - Impactos adversos.

Impactos Adversos - Aire - Operación			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Contaminantes	Procedimientos de trabajos de lixiviación, colocación de material en patio	Procedimiento de trabajo en patio y proceso de lixiviación	Las actividades de lixiviación y el tránsito entre áreas generan emisiones atmosféricas, principalmente material particulado (polvo) y gases derivados de la combustión de maquinaria y equipos. Estas emisiones pueden modificar temporalmente la calidad del aire en el área inmediata de operación.
Olor	Procedimientos de trabajos de lixiviación, colocación de material en patio	Procedimiento de trabajo en patio y proceso de lixiviación	La operación de maquinaria y vehículos durante las actividades de lixiviación puede generar emisiones de olores asociados a combustibles, lubricantes y gases de escape. Estos olores pueden percibirse de manera temporal en el área inmediata del proyecto.
Ruido	Procedimientos de trabajos de lixiviación, colocación de material en patio	Procedimiento de trabajo en patio y proceso de lixiviación	La operación continua del equipo de lixiviación y el tránsito vehicular generan emisiones sonoras que modifican temporalmente el ambiente acústico en el área de trabajo. Estos niveles de ruido pueden influir en el comportamiento de la fauna cercana y en las condiciones laborales del personal operativo dentro del sitio
Vibraciones	Procedimientos de trabajos de lixiviación, colocación de material en patio	Procedimiento de trabajo en patio y proceso de lixiviación	El funcionamiento del equipo de lixiviación y el tránsito de vehículos pueden generar vibraciones de baja intensidad que se transmiten al suelo en el área inmediata de operación. Estas vibraciones son de carácter localizado y pueden influir de manera temporal en el entorno cercano al área del proyecto.

Tabla III.46.Operación – Fauna – Impactos adversos.

Impactos Adversos - Fauna - Operación			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**

Diversidad	Procedimientos de trabajos de lixiviación, colocación de material en patio	Procedimiento de trabajo en patio, el tránsito de vehículos y proceso de lixiviación	La presencia de maquinaria, personal y el tránsito de vehículos durante las actividades generan perturbaciones asociadas a ruido, vibraciones y movimiento constante, lo que puede modificar el comportamiento de la fauna silvestre en el área del proyecto. Estas condiciones pueden inducir desplazamientos temporales y variaciones en el uso del hábitat por parte de las especies presentes.
Aislamiento	Procedimientos de trabajos de lixiviación, colocación de material en patio	Procedimiento de trabajo en patio, el tránsito de vehículos y proceso de lixiviación	Las actividades el tránsito constante de personal y vehículos pueden generar zonas de perturbación que influyan en los patrones de movilidad de la fauna, modificando el uso de rutas habituales y la conectividad entre microhábitats dentro del área de operación.
Especies en algún estatus de protección	Procedimientos de trabajos de lixiviación, colocación de material en patio	Procedimiento de trabajo en patio, el tránsito de vehículos y proceso de lixiviación	La presencia de maquinaria, personal y vehículos durante la operación puede generar perturbaciones en el hábitat inmediato de especies que se encuentren bajo algún estatus de protección, alterando sus patrones de comportamiento, desplazamiento o permanencia en el área intervenida.
Propagación de fauna nociva	Presencia de personal y mala gestión de residuos.	Procedimiento de trabajo en patio, el tránsito de vehículos y proceso de lixiviación	La presencia continua de personal en el área de operación y el manejo inadecuado de residuos orgánicos pueden favorecer la atracción y establecimiento de fauna oportunista o nociva, modificando la dinámica ecológica local.

Tabla III.47.Operación – Paisaje - Impactos adversos.

Impactos Adversos - Paisaje - Operación			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Vista escénica	instalación del equipo, colocación de mineral en el patio	Actividades para el proceso de lixiviación	La instalación y operación de equipos para el proceso de lixiviación en el área del proyecto introduce elementos antrópicos que modifican la percepción visual del entorno dentro del área de trabajo. La presencia de maquinaria, personal y vehículos altera las condiciones visuales existentes durante el periodo de ejecución de las actividades.

Tabla III.48. Operación – Estatus cultural - Impactos adversos.

Impactos Adversos - Estatus cultural - Operación			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Salud y seguridad poblacional	Posibles accidentes durante todos los trabajos que impliquen las actividades para el	Actividades para el proceso de lixiviación	Durante la etapa de operación, el tránsito de vehículos y la ejecución de actividades de lixiviación pueden representar riesgos potenciales para la población cercana, principalmente asociados a accidentes viales,

	proceso de lixiviación		ingreso no autorizado al área de trabajo o exposición indirecta a ruido y polvo generados por la operación.
Salud y seguridad ocupacional*	Posibles accidentes durante todos los trabajos que impliquen las actividades para el proceso de lixiviación	Actividades para el proceso de lixiviación	Las actividades para el proceso de lixiviación implican la operación de maquinaria, manipulación de herramientas, de residuos y tránsito constante dentro del área de trabajo, lo que puede generar riesgos laborales tales como golpes, caídas, atrapamientos, exposición a ruido, vibraciones y polvo, así como posibles incidentes derivados de fallas mecánicas.

Benéficos (B)

Tabla III.49.Operación – Estatus cultural - Impactos benéficos.

Impactos Benéficos - Estatus cultural - Operación			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Demografía	Generación de empleos, migración temporal al área del proyecto por empleos	Actividades para el proceso de lixiviación	Durante la etapa de operación se puede presentar un incremento temporal en la presencia de población flotante, derivado de la incorporación de trabajadores a las actividades del proceso de lixiviación. Esta situación puede modificar de manera puntual la dinámica demográfica en el área de influencia del proyecto.
Empleo y actividades económicas	Generación de empleos, y activación económica por llegada de personal nuevo	Actividades para el proceso de lixiviación	La operación del proyecto implica la contratación de personal y la adquisición de insumos y servicios, lo que genera empleos directos e indirectos y favorece la actividad económica en el área de influencia.
Capacitación al personal	Capacitación al personal de nuevo ingreso y refuerzo de capacitación a personal existente	Actividades para el proceso de lixiviación	Durante la operación se lleva a cabo la capacitación del personal de nuevo ingreso y el reforzamiento de conocimientos del personal existente, orientados al desempeño de las actividades del proceso de lixiviación y al cumplimiento de procedimientos de seguridad y normatividad aplicable.
Bienes y servicios	Adquisición de insumos, contratación de empresas locales	Actividades para el proceso de lixiviación	La operación del proyecto requiere la adquisición de insumos y la contratación de bienes y servicios, lo que incrementa la demanda local de proveedores y empresas vinculadas a las actividades del proyecto.

Mantenimiento

Adversos

Tabla III.50. Mantenimiento – Suelo- Impactos adversos.

Impactos Adversos - Suelo - Mantenimiento			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Contaminación	Mantenimiento preventivo,	Actividades de mantenimiento a	Las actividades de mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipo implican el manejo de aceites, combustibles, grasas y lubricantes, lo que puede generar

	deductivo y correctivo	vehículos, maquinaria y equipo	riesgo de derrames o fugas accidentales. En caso de ocurrir, estas sustancias podrían infiltrarse en el suelo y modificar localmente sus características físicas y químicas.

Tabla III.51.Mantenimiento – Agua - Impactos adversos.

Impactos Adversos - Agua - Mantenimiento			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Calidad / Contaminación	Mantenimiento preventivo, deductivo y correctivo	Actividades de mantenimiento a vehículos, maquinaria y equipo	Las actividades de mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipo implican el manejo de combustibles, aceites, grasas y otros fluidos, los cuales, en caso de derrames o fugas accidentales, podrían escurrir hacia el suelo y alcanzar cuerpos de agua superficiales o infiltrarse hacia el subsuelo, generando una alteración en la calidad del agua.

Tabla III.52.Mantenimiento – Aire- Impactos adversos.

Impactos Adversos - Aire - Mantenimiento			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Contaminantes	Mantenimiento preventivo, deductivo y correctivo	Actividades de mantenimiento a vehículos, maquinaria y equipo	Las actividades de mantenimiento de vehículos y maquinaria pueden generar emisiones atmosféricas asociadas a la operación temporal de motores, pruebas de funcionamiento y manejo de combustibles, liberando gases de combustión y compuestos volátiles al ambiente.

Tabla III.53.Mantenimiento – Estatus cultural - Impactos adversos.

Impactos Adversos - Estatus cultural - Mantenimiento			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Salud y seguridad de la población	Mantenimiento preventivo, deductivo y correctivo	Actividades de mantenimiento a vehículos, maquinaria y equipo	Las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo pueden representar riesgos potenciales para la población en caso de manejo inadecuado de combustibles, lubricantes o residuos peligrosos, así como por posibles incidentes asociados a la operación de vehículos dentro del área del proyecto.
Salud y seguridad ocupacional	Mantenimiento preventivo, deductivo y correctivo	Actividades de mantenimiento a vehículos, maquinaria y equipo	Las actividades de mantenimiento implican la manipulación de herramientas, refacciones, combustibles, aceites y componentes mecánicos, lo que puede generar riesgos laborales como golpes, cortes, quemaduras, exposición a sustancias químicas y posibles incidentes derivados del uso de equipos y maquinaria.

Benéficos (B)

Tabla III.54.Mantenimiento – Estatus cultural – Impactos benéficos

Impactos Benéficos - Estatus cultural - Mantenimiento			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Empleo y actividades económicas	Generación de empleos, y activación económica por llegada de personal nuevo	Actividades de mantenimiento a vehículos, maquinaria y equipo	Las actividades de mantenimiento requieren la participación de personal técnico especializado y la contratación eventual de servicios, lo que contribuye a la generación de empleos directos e indirectos y a la dinámica económica local.
Bienes y servicios	Adquisición de insumos, contratación de empresas locales	Actividades de mantenimiento a vehículos, maquinaria y equipo	El mantenimiento de maquinaria y equipo implica la adquisición de refacciones, insumos y servicios especializados, lo que incrementa la demanda de bienes y servicios en el área de influencia del proyecto.

Abandono del sitio

Adversos

Tabla III.55.Abandono del sitio – Aire- Impactos adversos.

Impactos Adversos - Aire - Abandono del sitio			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Olor	Uso de maquinaria y equipo en actividades de abandono de sitio	Actividades de abandono de sitio	Durante la etapa de abandono, la operación de maquinaria y vehículos puede generar emisiones de olores asociados a combustibles, lubricantes y otros insumos utilizados en las labores de retiro y restauración del área.
Ruido	Uso de maquinaria y equipo en actividades de abandono de sitio	Actividades de abandono de sitio	La operación de maquinaria y vehículos durante las actividades de abandono del sitio genera emisiones sonoras que modifican temporalmente el ambiente acústico en el área de trabajo.
Vibraciones	Uso de maquinaria y equipo en actividades de abandono de sitio	Actividades de abandono de sitio	Las actividades de retiro de infraestructura, limpieza y restauración del sitio pueden generar vibraciones derivadas del funcionamiento de maquinaria y equipo, las cuales se transmiten al suelo en el área inmediata de intervención.

Tabla III.56.Abandono del sitio – Estatus cultural- Impactos adversos.

Impactos Adversos - Estatus cultural - Abandono del sitio			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Salud y seguridad poblacional	Uso de maquinaria y equipo en actividades de abandono de sitio	Actividades de abandono de sitio	Durante la etapa de abandono, la operación de maquinaria y el tránsito de vehículos asociados a las labores de retiro y restauración pueden representar riesgos potenciales para la población cercana, principalmente por incidentes viales o ingreso no autorizado al área de trabajo.

Salud y seguridad ocupacional	Uso de maquinaria y equipo en actividades de abandono de sitio	Actividades de abandono de sitio	Las actividades de limpieza, desmantelamiento, y restauración del sitio implican la operación de maquinaria y el uso de herramientas, lo que puede generar riesgos laborales tales como golpes, caídas, atrapamientos, cortes, exposición a ruido, vibraciones y contacto con sustancias utilizadas durante las labores de abandono.

Benéficos

Tabla III.57.Abandono del sitio – Suelos - Impactos benéficos.

Impactos Benéficos - Suelos - Abandono del sitio			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Topografía	Retiro de maquinaria y equipos, actividades de rehabilitación y restauración	Actividades de abandono de sitio	Durante la etapa de abandono, el retiro de maquinaria y la ejecución de actividades de rehabilitación y conformación del terreno permiten corregir las modificaciones realizadas durante la preparación y operación, favoreciendo la restitución de las condiciones topográficas del área intervenida.
Estabilidad / Erosión	Retiro de maquinaria y equipos, actividades de rehabilitación y restauración	Actividades de abandono de sitio	Las actividades de retiro de infraestructura, limpieza y rehabilitación del terreno durante el abandono contribuyen a mejorar la estructura superficial del suelo y a reducir la susceptibilidad a procesos erosivos en el área intervenida.

Tabla III.58.Abandono del sitio – Agua - Impactos benéficos.

Impactos Benéficos - Agua - Abandono del sitio			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Superficial	Retiro de maquinaria y equipos, actividades de rehabilitación y restauración	Actividades de abandono de sitio	Durante la etapa de abandono, el retiro de maquinaria y equipos, así como las actividades de rehabilitación del terreno y revegetación, contribuyen a disminuir fuentes potenciales de contaminación y a favorecer los procesos naturales de infiltración y escurrimiento superficial en el área intervenida.
Subterránea	Retiro de maquinaria y equipos, actividades de rehabilitación y restauración	Actividades de abandono de sitio	Las actividades de cierre y rehabilitación del sitio, incluyendo el retiro de equipo y la estabilización del terreno, reducen el riesgo potencial de infiltración de contaminantes hacia el subsuelo y favorecen la protección de las condiciones hidrogeológicas locales.

Tabla III.59.Abandono del sitio – Flora - Impactos benéficos.

Impactos Benéficos - Flora- Abandono del sitio			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**

Diversidad	Retiro de maquinaria y equipos, actividades de rehabilitación y restauración	Actividades de abandono de sitio	Durante la etapa de abandono, el retiro de maquinaria y las actividades de rehabilitación del terreno, y en caso de ser necesario un programa de plantación y reforestación, favorecen el restablecimiento progresivo de la cobertura vegetal en el área intervenida, contribuyendo a la recuperación de la composición y diversidad florística local.
Aislamiento	Retiro de maquinaria y equipos, actividades de rehabilitación y restauración	Actividades de abandono de sitio	Las actividades de rehabilitación y revegetación del sitio contribuyen a restablecer la continuidad de la cobertura vegetal en las áreas intervenidas, favoreciendo la conectividad entre parches de vegetación circundantes.
Especies en algún estatus	Retiro de maquinaria y equipos, actividades de rehabilitación y restauración	Actividades de abandono de sitio	La rehabilitación del terreno y la revegetación con especies nativas favorecen (en caso de ser necesario) la restitución de condiciones de hábitat potencial para especies de flora que pudieran encontrarse bajo algún estatus de protección en el área de influencia del proyecto.

Tabla III.60.Abandono – Fauna – Impactos benéficos.

Impactos Benéficos - Fauna - Abandono del sitio			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Diversidad	Retiro de maquinaria y equipos, actividades de rehabilitación y restauración	Actividades de abandono de sitio	La restauración del terreno y la revegetación del área intervenida favorecen el restablecimiento gradual de condiciones de hábitat, lo que puede propiciar el retorno y uso del sitio por parte de la fauna local.
Aislamiento	Retiro de maquinaria y equipos, actividades de rehabilitación y restauración	Actividades de abandono de sitio	Las acciones de rehabilitación y revegetación contribuyen a restituir la continuidad de la cobertura vegetal en las áreas intervenidas, favoreciendo la conectividad del hábitat y el desplazamiento de fauna dentro del entorno del proyecto.
Especies en algún estatus	Retiro de maquinaria y equipos, actividades de rehabilitación y restauración	Actividades de abandono de sitio	La rehabilitación del terreno y la restauración de la cobertura vegetal favorecen la restitución de condiciones de hábitat potencial para especies de fauna que pudieran encontrarse bajo algún estatus de protección en el área de influencia del proyecto.

Tabla III.61.Abandono del sitio – Paisaje - Impactos benéficos.

Impactos Benéficos - Paisaje - Abandono del sitio			
Componente ambiental	**Origen**	**Obra o actividad**	**Tipo de Impacto**
Vista escénica	Retiro de maquinaria y equipos, actividades de rehabilitación y restauración	Actividades de abandono de sitio	Durante la etapa de abandono, el retiro de maquinaria y equipos, así como las actividades de rehabilitación del terreno y revegetación de las áreas intervenidas, favorecen la restitución progresiva de las condiciones visuales del entorno, reduciendo la presencia de elementos antrópicos en el paisaje.

Tabla III.62.Abandono del sitio – Estatus cultural – Impactos benéficos.

Impactos Benéficos – Estatus cultural - Abandono del sitio

Componente ambiental	Origen	Obra o actividad	Tipo de Impacto
Empleo y actividades económicas	Retiro de maquinaria y equipos, actividades de rehabilitación y restauración	Actividades de abandono de sitio	Durante la etapa de abandono, las actividades de retiro de maquinaria, rehabilitación del terreno y restauración del sitio requieren la participación de personal y la contratación de servicios asociados, lo que genera empleos temporales y demanda de bienes y servicios en el área de influencia del proyecto.
Capacitación al personal	Retiro de maquinaria y equipos, actividades de rehabilitación y restauración	Actividades de abandono de sitio	Las actividades de abandono del sitio requieren personal con conocimientos en procedimientos de seguridad, manejo de maquinaria y acciones de rehabilitación ambiental, lo que implica la aplicación y fortalecimiento de capacidades técnicas durante la ejecución de estas labores.

III.4.2. Evaluación de Identificación de Impactos Ambientales – Matriz de Leopold

Para la evaluación de los impactos determinados se usan criterios de significancia en función del carácter, persistencia, reversibilidad, intensidad, extensión y el momento del impacto; es decir, las interacciones determinadas por las actividades del proyecto con los factores de ambiente tienen un cambio o grado de afectación, el cual dependerá de dichos aspectos funcionales, lo que permite de alguna manera calificar tal grado o magnitud del impacto y con ello definir la evaluación de este.

Para la evaluación y grado de los impactos determinados en este proyecto se aplicaron los siguientes criterios:

Los impactos negativos o adversos fueron señalados con el signo (-) y los positivos o benéficos con el signo (+); Los impactos negativos modifican parcial o totalmente algún componente. Los impactos benéficos influyen de manera positiva sobre algún factor del ámbito natural o social, en donde las características ambientales o socioeconómicas reflejan un aspecto de desarrollo y productividad en el entorno del proyecto.

El carácter de un impacto dependerá del grado de respuesta del elemento ambiental frente a la acción de un proyecto. El impacto es adverso o negativo cuando una acción del proyecto altera las condiciones del elemento ambiental o el proceso se ve afectado en su producción o función, modifica su interacción dentro del ecosistema (factores físicos o biológicos) o sistema social (factores socioeconómicos).

Si un elemento ambiental se favorece o de alguna manera el proceso natural o social genera consecuencias positivas o productivas en el entorno, los impactos generados son benéficos o positivos.

En el grado de un impacto se incluyen otros criterios de evaluación que permiten definir con mayor precisión las características de un impacto, tales criterios son:

Tabla III.63. Valores y cálculos de importancia.

Valores y cálculos de importancia			
Signo		**I = Intensidad (destrucción)**	
Impacto benéfico	+	Baja	2
Impacto adverso	-	Media	4
IMPORTANCIA		Alta	6
± 1 x (3I+2E+M+P+R)		Muy alta	8
E = Extensión (sistema ambiental)		**M = Momento (tiempo)**	
Puntual	2	Largo plazo	2
Parcial	4	Mediano plazo	4
Colindante	6	Inmediato	6
Extenso	8	Critico	8
P = Persistencia		**R = Reversibilidad**	

(permanencia del efecto)		(reconstrucción)	
Fugaz	2	Corto plazo	2
Temporal	4	Mediano plazo	4
Pertinaz	6	Largo plazo	6
Permanente	8	Irreversible	8

Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

La metodología seleccionada para los indicadores cualitativos es la **matriz de importancia de causa efecto o de Leopold** modificada por Vicente Conesa (1997), sus factores y componentes ambientales son adaptadas para el proyecto en particular.

Este método empleado para la identificación de impactos es una modificación de la técnica de evaluación de impacto ambiental de Leopold *et al* (1971), que es una matriz integrada por renglones y columnas, donde los renglones contienen los atributos ambientales posiblemente afectados y las columnas las actividades del proyecto. En dicha matriz se determinan las interacciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales sobre los cuales inciden, además se estima el grado de interacción, es decir, se determina de manera cuantitativa la intensidad y magnitud de dicho efecto.

Para la identificación de impactos se maneja una simbología en las matrices, donde se señalan las actividades de cada una de las etapas del proyecto, que afectan a los aspectos ambientales.

Matriz de causa-efecto de Leopold

Para este proyecto se realizó la matriz de Leopold, modificándole en la sección donde se indica los aspectos cualitativos y cuantitativos en la misma matriz. Es de hacerse notar que las acciones impactantes que se consideran y se discuten se analizarán por separado es decir por etapa y sub-factores, con el fin de tener una mejor interpretación además del alcance de cada factor.

En buena medida, los impactos tendrán incidencia sobre los valores ecológicos típicos tales como flora, fauna, paisaje o recursos naturales. Los conceptos del medio ambiente potencialmente impactantes se describirán a continuación.

En la matriz de causa–efecto se identificaron un total de 25 componentes ambientales, agrupados en 7 sub-factores que inciden en dichos componentes.

El análisis permitió contabilizar **221 interacciones**, de las **cuales 81 corresponden a impactos positivos y 140 a impactos negativos.**

A continuación, se presenta el desarrollo de la metodología aplicada, así como la descripción e interpretación de los resultados obtenidos.

Tabla III.64. Resumen de interacciones de impacto por etapa del proyecto

Resumen de interacciones identificadas por etapa	Impacto		Total
Etapa	+	-	
Planificación	6	0	6
Preparación del sitio	12	49	61
Operación	35	64	99
Mantenimiento	9	15	24
Abandono del sitio	25	12	37
Total	**81**	**140**	**221**

Estas interacciones se determinaron de manera cualitativa para después analizarlas cuantitativamente de acuerdo con los criterios y a la fórmula de importancia del autor V. Conesa.

± 1 x (3I+2E+M+P+R), donde:

I – Intensidad. Se refiere al grado de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa.

E – Extensión. Se refiere al sistema ambiental teórica del impacto con relación al entorno del proyecto. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter puntual. Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo el Sistema Ambiental, el impacto será total, considerando situaciones intermedias, según su gradación como impacto Parcial y Extenso.

M – Momento. 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.

P – Persistencia. Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.

R – Reversibilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado como consecuencia de la acción acometida; 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.

Signo – Hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

Cálculo del impacto total: Se realiza la sumatoria de cada concepto ambiental afectado.

Para el proyecto se obtuvieron los siguientes resultados de impactos parciales por etapa.

Tabla III.65. Balance de valoración de Impactos Parciales por etapa.

Balance de valoración de Impactos Parciales por etapa	Impacto		Total
Etapa	+	-	
Planificación	6.96	0.00	6.96
Preparación del sitio	12.00	-60.70	-48.70
Operación	31.65	-96.70	-65.04
Mantenimiento	15.30	-25.91	-10.61
Abandono del sitio	20.26	-20.35	-0.09
Total	**79.22**	**-203.65**	**-124.43**

Clasificación de los impactos ambientales parciales por su importancia relativa.

Para la clasificación de los impactos parciales (Ip), según su importancia relativa e independiente de su signo predominante, se adoptó el criterio de valores, si estos se encuentran dentro del rango de:

- entre 0 y 2 se consideran insignificantes
- valores entre 2.1 y 4 se consideraron poco significativos
- valores entre 4.1 y 6 se consideraron significativos
- y valores mayores de 6.1 se consideraron muy significativos

Tabla III.66. Valoración de impactos.

Impactos			
Impactos no significativos (valores de Ip 0 a ≤ 2)	**Impactos poco significativos (valores de Ip 2.1 a ≤ 4)**	**Impactos significativos (valores de Ip 4.1 a ≤ 6)**	**Impactos muy significativos (valores de Ip ≥ 6.1)**

Tabla III.67.Resultados de impactos parciales de la matriz de causa efecto Leopold.

Etapa		Impactos				
		Impactos no significativos (valores de Ip 0 a ≤ 2)	Impactos poco significativos (valores de Ip 2.1 a ≤ 4)	Impactos significativos (valores de Ip 4.1 a ≤ 6)	Impactos muy significativos (valores de Ip ≥ 6.1)	Totales generales
Planificación	-					0
	+		2			2
Preparación del sitio	-	4	12	4		20
	+		4			4
Operación	-	5		5	8	18
	+			1	3	4
Mantenimiento	-	5				5
	+				2	2
Abandono de sitio	-	10	0			10
	+	1	5	2		8
Totales negativos		24	12	9	8	53
Totales positivo		1	11	3	5	20

De acuerdo con la tabla anterior de resultados de impactos parciales de la matriz de causa – efecto Leopold:

En la etapa de planificación únicamente se presentan 2 impactos positivos poco significativos, asociados a la generación inicial de empleos y derrama económica, sin registrarse impactos negativos.

Durante la preparación del sitio se observa la mayor concentración de poco significativos, con 4 impactos no significativos, y 5 impactos significativos, derivados de las actividades de dimensionamiento de obras-criterios de diseño, movimiento de maquinaria y la realización de las pruebas de desempeño, que afectan principalmente a los sub-factores de suelo, agua, flora y fauna.

De manera paralela, se identifican impactos positivos poco significativos, vinculados con la contratación de personal, la capacitación y la adquisición de bienes y servicios.

En la operación se contabilizan 18 impactos negativos, de los cuales 5 son no significativos, 6 poco significativos y 7 muy significativos. Estos se relacionan con las instalaciones del equipo, colocación de minerales en el patio, suministro y manejo de sustancias y el uso de manejo de residuos, maquinaria y equipo entre áreas. Sin embargo, también se registran 3 impactos positivos significativos, asociados a la continuidad de los empleos y la dinámica económica regional.

La etapa de mantenimiento presenta una baja interacción con el medio ambiente, con 5 impactos negativos no significativos relacionados con las actividades de revisión y reparación de maquinaria, así como 2 impactos positivos muy significativos vinculados a la generación de empleos.

Finalmente, en la etapa de abandono del sitio se observan 10 impactos negativos poco significativos, principalmente asociados a riesgos de contaminación por el uso de maquinaria y equipo. Y los riesgos de salud y seguridad de la población. No obstante, también cuenta con impactos positivos, al contabilizarse 7 de los cuales, 5 son poco significativos y 2 significativos, derivados de las actividades de cierre como, cierre de operaciones y restauración del sitio.

En términos generales, los resultados muestran un total de 53 impactos negativos (24 no significativos, 12 poco significativos, 9 significativos y 8 muy significativos) y 20 impactos positivos (1 poco significativos,11 poco significativos, 3 significativos y 5 muy significativos), lo que refleja que, aunque el proyecto genera afectaciones principalmente en las etapas de preparación del sitio y operación, estas pueden ser contrarrestadas

por las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas y los beneficios sociales y económicos asociados.

III.4.3. Descripción de los impactos ambientales provocados por el desarrollo del proyecto – Matriz de Leopold

Con base en los indicadores de impacto señalados, se describen los efectos al ambiente que potencialmente pudieran producirse por parte del desarrollo del proyecto, a lo largo de sus distintas etapas.

- **Etapa de planificación**

En la etapa de planificación, la matriz de valoración muestra que los impactos se concentran exclusivamente en los factores humanos, sin registrarse afectaciones en los componentes bióticos ni abióticos.

Los impactos positivos se relacionan principalmente con la generación de empleo y actividades económicas, así como con la capacitación del personal, ambos clasificados como poco significativos (ip ≈ 3.65-3.31). Estos efectos derivan de las actividades de diseño de ingenieria/diseño de obras, planteamiento, logística y contrataciones y la obtención de permisos.

En total, se identificaron 6 interacciones positivas y ningún impacto negativo, con un impacto parcial positivo (ip+) de 6.96, lo cual confirma que la planificación representa una etapa de baja incidencia ambiental y con aportaciones favorables al ámbito socioeconómico.

Tabla III.68. Matriz de Leopold – Etapa de planificación.

MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES				Planificación			Matriz de importancia (3I + 2E + M + P + R) = IP									
							Acciones Impactantes	E	M	P	R		Fp	Ip		
Factores, sub - factores y componentes ambientales			Signo predominante	Planteamiento, logística y	Diseño ingenieril/diseño de	Obtención de permisos	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Matriz de Importancia (MI)	frecuencia /probabilidad	Impacto Parcial	IP Evaluar	Clasificación del impacto
Factores humano	Pai	Vista escénica														
		Turismo potencial														
	Estatus cultural	Demografía														
		Empleo y actividades económicas	+	+	+	+	6	6	4	2	-8	28	13.0	3.7	**3.65**	**Poco significativo**
		Salud y seguridad de la población														
		Capacitación al personal	+	+	+	+	6	6	4	2	-8	32	13.0	3.3	**3.31**	**Poco significativo**
		Salud y seguridad ocupacional														
		Bienes y servicios														
										Total		**60**	**26.1**	**7.0**		
													IP -	0.00		
													IP +	6.96		
													Interacciones			

												+	6			
												-	0			
												Total	6			

- **Etapa de preparación del sitio.**

En la etapa de preparación del sitio se identificó un total de 61 interacciones, de las cuales 49 corresponden a impactos negativos y 12 a impactos positivos. El Impacto Parcial total negativo (IP -) fue de -60.70, mientras que el Impacto Parcial total positivo (IP +) alcanzó un valor de 15.13, lo que refleja un predominio de efectos adversos sobre los benéficos.

Los impactos negativos se concentran principalmente en los factores abióticos, como el suelo, el agua y el aire. Dentro de estos destacan los efectos sobre la contaminación del suelo y del agua, así como la generación de contaminantes atmosféricos, ruido y vibraciones derivados de las actividades de dimensionamiento de obras y el movimiento de maquinaria y manejo de residuos entre áreas. La mayoría de estos impactos fueron clasificados como poco significativos y no significativos, pero se presentan de forma acumulada en diversos componentes ambientales.

En los factores bióticos, se registraron afectaciones principalmente a la diversidad de flora y fauna, incluyendo aislamiento y posibles repercusiones sobre especies en algún estatus de conservación. Aunque estos impactos se clasificaron como poco significativos, reflejan el inicio de presiones ecológicas por la modificación del hábitat.

Por otro lado, en los factores humanos, se identificaron impactos positivos significativos, derivados de la generación de empleos temporales, derrama económica local, capacitación al personal y adquisición de bienes y servicios. Estos efectos benéficos contribuyen al desarrollo socioeconómico de la zona de influencia, aunque su magnitud y persistencia son moderadas en comparación con los efectos adversos.

En síntesis, la etapa de preparación del sitio se caracteriza por ser la primera en generar presiones ambientales directas sobre los componentes bióticos y abióticos, principalmente por las actividades

de dimensionamiento de obras y el movimiento de maquinaria y manejo de residuos entre áreas, mientras que los beneficios se concentran en el ámbito social y económico.

Tabla III.69. Matriz de Leopold – Etapa de preparación del sitio.

MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES			Preparación del sitio/ Construcción				Matriz de importancia (3I + 2E + M + P + R) = IP									
							Acciones Impactantes	E	M	P	R		Fp	Ip		
Factores, sub - factores y componentes ambientales			Signo dominante	Dimensionamiento de obras y	Movimiento de maquinaria y	Pruebas de desempeño	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Matriz de Importancia (MI)	frecuencia /probabilidad	Impacto Parcial	IP Evaluar	Clasificación del impacto
Factores Abióticos	Suelo y Rocas	Geomorfología	-	-	-		-4	-4	-6	-4	-8	-38.0	8.7	**-3.3**	**3.3**	**Poco significativo**
		Topografía	-	-	-		-4	-2	-6	-4	-8	-34.0	8.7	**-3.0**	**3.0**	**Poco significativo**
		Estabilidad/Erosión	-	-	-		-4	-4	-2	-4	-4	-30.0	8.7	**-2.6**	**2.6**	**Poco significativo**
		Contaminación	-	-	-		-6	-6	-6	-6	-4	-46.0	8.7	**-4.0**	**4.0**	**Poco significativo**
	Agua	Superficial	-	-	-	-	-4	-2	-2	-4	-8	-30.0	13.0	**-3.9**	**3.9**	**Poco significativo**
		Subterránea	-	-	-		-2	-2	-2	-4	-6	-22.0	8.7	**-1.9**	**1.9**	**No significativo**
		Calidad/Contaminación	-	-	-		-6	-6	-4	-4	-4	-42.0	8.7	**-3.7**	**3.7**	**Poco significativo**
	Aire	Contaminantes	-	-	-	-	-2	-6	-4	-4	-6	-32.0	13.0	**-4.2**	**4.2**	**Significativos**
		Olor	-	-	-	-	-4	-2	-2	-2	-8	-28.0	13.0	**-3.7**	**3.7**	**Poco significativo**
		Ruido	-	-	-	-	-8	-2	-2	-2	-8	-40.0	13.0	**-5.2**	**5.2**	**Significativos**
		Vibración	-	-	-	-	-4	-2	-2	-2	-8	-28.0	13.0	**-3.7**	**3.7**	**Poco significativo**
Factores bióticos	Flora	Diversidad	-	-	-		-2	-2	-4	-2	-4	-20.0	8.7	**-1.7**	**1.7**	**No significativo**
		Aislamiento	-	-	-		-2	-2	-4	-2	-4	-20.0	8.7	**-1.7**	**1.7**	**No significativo**
		Especies en algún estatus	-	-	-		-2	-2	-4	-2	-4	-20.0	8.7	**-1.7**	**1.7**	**No significativo**
	Fauna	Diversidad	-	-	-	-	-4	-2	-6	-6	-4	-32.0	13.0	**-4.2**	**4.2**	**Significativos**
		Aislamiento	-	-	-	-	-4	-2	-4	-6	-4	-30.0	13.0	**-3.9**	**3.9**	**Poco significativo**
		Especies en algún estatus	-	-	-		-4	-2	-6	-6	-4	-32.0	8.7	**-2.8**	**2.8**	**Poco significativo**
		Propagación de fauna nociva														
Factores humano		Vista escénica	-	-	-		-4	-4	-4	-4	-6	-34.0	8.7	**-3.0**	**3.0**	**Poco significativo**
	Estatus cultural	Demografía	+	+	+	+	2	6	2	4	6	30.0	13.0	**3.9**	**3.9**	**Poco significativo**
		Empleo y actividades económicas	+	+	+	+	2	2	2	4	8	24.0	13.0	**3.1**	**3.1**	**Poco significativo**
		Salud y seguridad de la población	-	-	-	-	-2	-4	-2	-6	-2	-24.0	13.0	**-3.1**	**3.1**	**Poco significativo**
		Capacitación al personal	+	+	+	+	2	2	6	4	8	28.0	13.0	**3.7**	**3.7**	**Poco significativo**

		Salud y seguridad ocupacional	-	-	-	-	-4	-2	-8	-8	-4	-36.0	13.0	**-4.7**	**4.7**	**Significativos**
		Bienes y servicios	+	+	+	+	2	6	4	4	8	34.0	13.0	**4.4**	**4.4**	**Significativos**
										Total		**-502.0**	**265.2**	**-50.8**		

IP -	**-60.70**
IP +	**15.13**
Interacciones	
+	**12**
-	**49**
Total	**61**

- **Etapa de operación.**

Durante la etapa de operación se identificó un total de 99 interacciones, de las cuales 64 corresponden a impactos negativos y 35 a impactos positivos. El Impacto Parcial total negativo (IP -) alcanzó un valor de -96.70, mientras que el Impacto Parcial total positivo (IP +) fue de 31.65, lo que confirma un predominio claro de efectos adversos sobre los benéficos.

Los impactos negativos más relevantes se concentran en los factores abióticos, principalmente por los riesgos de contaminación del suelo, agua superficial y subterránea, así como la calidad del agua. A esto se suma la emisión de contaminantes atmosféricos, ruido y vibraciones derivadas de la operación continua de los equipos y el uso de maquinaria pesada y vehículos entre áreas.

En los factores bióticos, los efectos se enfocan en la fauna, registrándose impactos por diversidad, aislamiento, presencia de especies en algún estatus de conservación y propagación de fauna nociva..

Respecto a los factores humanos, se observa una dualidad: por un lado, los impactos negativos significativos recaen en la salud y seguridad de la población y en la salud y seguridad ocupacional, dado el riesgo asociado al uso de maquinaria y materiales. Por otro lado, se identificaron impactos positivos significativos, entre ellos la generación de empleos, la activación económica local, la capacitación del personal y la contratación de bienes y servicios, que fortalecen la dinámica socioeconómica de la zona.

En conjunto, la etapa de operación representa el momento con mayor número de interacciones y la mayor magnitud de impactos negativos, en especial sobre los factores abióticos, aunque también es la fase que aporta beneficios socioeconómicos más sólidos en comparación con las anteriores.

Tabla III.70. Matriz de Leopold – Etapa de operación.

MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES			Operación								Matriz de importancia (3I + 2E + M + P + R) = IP									
											Acciones Impactantes	E	M	P	R		Fp	Ip		
Factores, sub - factores y componentes ambientales			Signo dominante	Instalacion del equpo	Procedimientos seguros de	Colocacion de mineral en patio	Suministro y manejo de	Uso de agua de proceso	Manejo de residuos,	Plan de seguridad y controles	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Matriz de Importancia (MI)	frecuencia /probabilidad	Impacto Parcial	IP Evaluar	Clasificación del impacto
Factores Abióticos	Suelo y	Geomorfología	-	-							-6	-2	-6	-8	-4	-40.0	4.3	**-1.7**	**1.7**	**No significatívo**
		Topografía																		
		Estabilidad/Erosión																		
		Contaminación	-	-	-	-	-	-		+	-6	-4	-4	-4	-6	-40.0	26.1	**-10.4**	**10.4**	**Muy significativo**
	Agua	Superficial			-	-	-	-			-6	-4	-6	-4	-6	-42.0	17.4	**-7.3**	**7.3**	**Muy significativo**
		Subterránea			-	-	-				-6	-4	-4	-8	-8	-46.0	13.0	**-6.0**	**6.0**	**Significativos**
		Calidad/Contaminación	-	-	-	-	-	-		+	-4	-6	-4	-4	-6	-38.0	26.1	**-9.9**	**9.9**	**Muy significativo**
	Aire	Contaminantes	-	-	-	-			-	+	-6	-6	-6	-4	-4	-44.0	21.7	**-9.6**	**9.6**	**Muy significativo**
		Olor	-	-	-	-			-	+	-2	-2	-6	-2	-2	-20.0	21.7	**-4.3**	**4.3**	**Significativos**
		Ruido	-	-	-	-	-	-	-	+	-8	-2	-6	-2	-2	-38.0	30.4	**-11.6**	**11.6**	**Muy significativo**
		Vibración	-	-	-	-		-	-	+	-4	-2	-6	-2	-2	-26.0	26.1	**-6.8**	**6.8**	**Muy significativo**
Factores bióticos	Flora	Diversidad	-	-							-2	-2	-6	-4	-4	-24.0	4.3	**-1.0**	**1.0**	**No significatívo**
		Aislamiento	-	-							-2	-2	-6	-4	-4	-24.0	4.3	**-1.0**	**1.0**	**No significatívo**
		Especies en algún estatus																		
	Fauna	Diversidad	-	-	-	-			-	+	-2	-4	-2	-4	-6	-26.0	21.7	**-5.7**	**5.7**	**Significativos**
		Aislamiento	-	-	-	-			-		-4	-4	-2	-4	-6	-32.0	17.4	**-5.6**	**5.6**	**Significativos**
		Especies en algún estatus	+							+	-2	-4	-2	-4	-6	-26.0	4.3	**-1.1**	**1.1**	**No significatívo**
		Propagación de fauna nociva	+							+	-2	-2	-2	-2	-2	-16.0	4.3	**-0.7**	**0.7**	**No significatívo**
Factores humano		Vista escénica	-	-	-	-			-		-2	-2	-4	-4	-6	-24.0	17.4	**-4.2**	**4.2**	**Significativos**
	Estatus cultural	Demografía	+	+	+	+	+	+	+		2	6	4	4	6	32.0	26.1	**8.3**	**8.3**	**Muy significativo**
		Empleo y actividades económicas	+	+	+	+	+	+	+		2	6	4	4	-6	20.0	26.1	**5.2**	**5.2**	**Significativos**
		Salud y seguridad de la población	-	-	-	-	-	-	-	+	-6	-6	-2	-4	4	-32.0	30.4	**-9.7**	**9.7**	**Muy significativo**
		Capacitación al personal	+	+	+	+	+	+	+	+	6	2	2	4	4	32.0	30.4	**9.7**	**9.7**	**Muy significativo**
		Salud y seguridad ocupacional	-	-	-	-	-	-	-	-	-6	-6	-2	-4	4	-32.0	30.4	**-9.7**	**9.7**	**Muy significativo**
		Bienes y servicios	+	+	+	+	+	+	+		2	6	4	4	6	32.0	26.1	**8.3**	**8.3**	**Muy significativo**
														Total		**-454.0**	**430.4**	**-74.8**		
																	IP -	**-96.70**		
																	IP +	**31.65**		
																	Interacciones			
																	+	**35**		

-	64
Total	99

Cabe destacar que, bajo condiciones normales de operación, no se espera que se presenten impactos significativos sobre el medio ambiente. No obstante, la evaluación se realizó considerando un escenario fuera de lo normal, con el objetivo de anticipar posibles efectos adversos y definir las medidas preventivas y correctivas necesarias para minimizar cualquier riesgo ambiental.

- **Etapa de mantenimiento**

Para la etapa de mantenimiento, la interacción con el medio ambiente es limitada, dado que las actividades se desarrollan principalmente en talleres o áreas controladas para realizar mantenimiento preventivo, correctivo y deductivo de vehículos, maquinaria y equipo.

Los impactos adversos identificados son pocos y de magnitud no significativa o muy significativa, relacionados principalmente con la contaminación del suelo, agua y aire, así como con la salud y seguridad ocupacional del personal. Estos impactos podrían presentarse únicamente en condiciones fuera de lo normal, por fallas o accidentes durante las labores de mantenimiento. El IP negativo para esta etapa es de -25.91, lo que refleja la baja magnitud de los efectos adversos potenciales.

Los impactos positivos se concentran en los sub-factores de empleo y actividades económicas y bienes y servicios, derivados de la contratación de personal para el mantenimiento y la adquisición de insumos y servicios locales. El IP positivo es de 15.30, indicando que los beneficios son moderados pero significativos para la economía local.

En general, la etapa de mantenimiento presenta un bajo nivel de interacción con los componentes bióticos y abióticos del área del proyecto, y se considera que, bajo condiciones normales, los impactos son mínimos y controlables, permitiendo un desarrollo seguro y eficiente de las actividades.

Tabla III.71. Matriz de Leopold – Etapa de mantenimiento.

MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES			Mantenimiento					Matriz de importancia (3I + 2E + M + P + R) = IP								
								Acciones Impactantes	E	M	P	R		Fp	Ip	
Factores, sub - factores y componentes ambientales			Signo predominante	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento deductivo	Mantenimiento correctivo	Limpieza general	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Matriz de Importancia (MI)	frecuencia /probabilidad	Impacto Parcial	Clasificación del impacto
Factores Abióticos	Suelo y	Geomorfología														
		Topografía														
		Estabilidad/Erosión														
		Contaminación	-	-	-	-		-6	-4	-6	-4	-6	-42.0	13.0	**-5.5**	**No significativo**
	Agua	Superficial														
		Subterránea														
		Calidad/Contaminación	-	-	-	-		-6	-4	-6	-4	-6	-42.0	13.0	**-5.5**	**No significativo**
	Aire	Contaminantes	-	-	-	-		-6	-4	-6	-4	-4	-40.0	13.0	**-5.2**	**No significativo**
		Olor														

		Ruido														
		Vibración														
Factores bióticos	Flora	Diversidad														
		Aislamiento														
		Especies en algún estatus														
	Fauna	Diversidad														
		Aislamiento														
		Especies en algún estatus														
		Propagación de fauna nociva														
Factores humanos		Vista escénica														
	Estatus cultural	Demografía														
		Empleo y actividades económicas	+	+	+	+	+	6	6	4	6	4	44.0	17.4	**7.7**	**Muy significativo**
		Salud y seguridad de la población	-	-	-	-		-2	-4	-6	-6	-6	-32.0	13.0	**-4.2**	**No significativo**
		Capacitación al personal														
		Salud y seguridad ocupacional	-	-	-	-	+	-2	-4	-6	-6	-6	-32.0	17.4	**-5.6**	**No significativo**
		Bienes y servicios	+	+	+	+	+	6	6	4	6	4	44.0	17.4	**7.7**	**Muy significativo**
											Total		**-100.0**	**104.3**	**-10.6**	
														IP -	**-25.91**	
														IP +	**15.30**	
														Interacciones		
														+	**9**	
														-	**15**	
														Total	**24**	

- **Etapa de abandono del sitio**

Durante la etapa de abandono del sitio, las actividades principales se centran en el cierre de operaciones, restitución del sitio y supervisión ambiental de estas actividades.

Los impactos adversos identificados son limitados y de magnitud poco significativa, relacionados principalmente con olores, ruidos y vibraciones derivado de los trabajos de restauración, así como con la salud y seguridad ocupacional del personal. El IP negativo para esta etapa es de -20.35, reflejando que los efectos negativos son mínimos y controlables.

Por otro lado, los impactos beneficiosos son destacados y significativos, asociados con la mejora de la topografía y estabilidad del suelo, recuperación de la vegetación y la fauna, restauración de la calidad del agua, aumento en la disponibilidad de bienes y servicios, generación de empleos temporales y capacitación del personal. La IP positiva es de 20.26, evidenciando que la etapa de abandono contribuye de manera importante a la restauración ambiental y al desarrollo económico local.

En general, la ejecución de estas acciones permite una restauración integral del área del proyecto, mejorando la infiltración de agua mediante la restauración del sitio, fortaleciendo la biodiversidad y asegurando la sostenibilidad ambiental, social y económica de la zona al finalizar la vida útil del proyecto.

La evaluación se realizó considerando un escenario fuera de lo normal, con el objetivo de anticipar posibles efectos adversos y definir las medidas preventivas y correctivas necesarias para minimizar cualquier riesgo ambiental.

Tabla III.72. Matriz de Leopold – Etapa de abandono del sitio.

MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES			Abandono del sitio				Matriz de importancia (3I + 2E + M + P + R) = IP									
							I	E	M	P	R		Fp	Ip		
Factores, sub - factores y componentes ambientales			Signo predominante	Cierre de operaciones	Restauracion del sitio	Supervicion ambiental	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Matriz de Importancia (MI)	frecuencia /probabilidad	Impacto Parcial	IP Evaluar	Clasificación del impacto
Factores Abióticos	Suelo y Rocas	Geomorfología														
		Topografía	+		+		4	4	4	6	4	34.0	4.3	1.5	1.5	No significativo
		Estabilidad/Erosión	+		+	+	6	2	4	6	4	36.0	8.7	3.1	3.1	Poco significativo
		Contaminación														
	Agua	Superficial	+		+	+	4	2	2	6	2	26.0	8.7	2.3	2.3	Poco significativo
		Subterránea	+	+	+		4	4	2	6	2	30.0	8.7	2.6	2.6	Poco significativo
		Calidad/Contaminación	-	+		+	4	4	2	6	4	32.0	8.7	2.8	-2.8	No significativo
	Aire	Contaminantes	-	-	-		4	2	2	4	4	26.0	8.7	2.3	-2.3	No significativo
		Olor	-	-	-		4	2	2	2	4	24.0	8.7	2.1	-2.1	No significativo
		Ruido	-	-	-		4	2	2	2	4	24.0	8.7	2.1	-2.1	No significativo
		Vibración	-	-	-		4	2	2	2	4	24.0	8.7	2.1	-2.1	No significativo
Factores bióticos	Flora	Diversidad	+		+	+	4	2	2	8	4	30.0	8.7	2.6	-2.6	No significativo
		Aislamiento	+		+	+	4	2	2	8	4	30.0	8.7	2.6	-2.6	No significativo
		Especies en algún estatus	+		+		2	2	2	8	4	24.0	4.3	1.0	-1.0	No significativo
	Fauna	Diversidad	+	+	+	+	4	2	4	8	4	32.0	13.0	4.2	4.2	Significativos
		Aislamiento														
		Especies en algún estatus														
		Propagación de fauna nociva														
Factores humano		Vista escénica	+	+	+	+	4	2	4	6	4	30.0	13.0	3.9	3.9	Poco significativo
	Estatus cultural	Demografía														
		Empleo y actividades económicas	+		+	+	6	6	6	4	4	44.0	8.7	3.8	3.8	Poco significativo
		Salud y seguridad de la población	-		-		-2	-2	-2	-2	-2	-16.0	4.3	-0.7	-0.7	No significativo
		Capacitación al personal	+	+	+	+	6	6	6	4	4	44.0	13.0	5.7	5.7	Significativos
		Salud y seguridad ocupacional	-	-	-	-	-2	-2	-2	-2	-2	-16.0	13.0	-2.1	-2.1	No significativo
		Bienes y servicios														
										Total		458.0	160.9	41.9		
													IP -	-20.35		
													IP +	20.26		
													Interacciones			
													+	25		
													-	12		
													Total	37		

III.4.4. Impactos residuales

Para efectos de la identificación de los impactos ambientales residuales relacionados con el proyecto, se procederá a definir cada uno de ellos con estricto apego a las definiciones señaladas en el artículo 3° del Reglamento en Materia de Impacto Ambiental de la LGEEPA y de la guía utilizada para el presente estudio, evitando así interpretaciones subjetivas.

Impacto ambiental residual: Es aquel impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación. En términos estrictos, todos los impactos que no pueden ser completamente mitigados se consideran residuales, ya que, aunque las medidas de prevención, mitigación o compensación atenúen significativamente los efectos, ninguna de ellas puede restituir por completo las condiciones originales del sitio antes de la ejecución de la obra.

Existen impactos residuales que, aunque no representan un problema de salud pública ni ambiental significativo, persisten en pequeñas cantidades. Un ejemplo son las emisiones de vapores de combustibles, las cuales no pueden captarse totalmente al momento de generarse, pero se mantienen en niveles mínimos.

Dentro de esta evaluación, se identifican dos impactos residuales críticos, pero únicamente bajo situaciones de contingencia:

- Salud y seguridad ocupacional: Pueden ocurrir incidentes que van desde cortes leves, recuperables, hasta lesiones graves o pérdida de extremidades, las cuales pueden ser irreversibles. Asimismo, la pérdida auditiva ocasionada por exposición al ruido puede ser permanente si no se previene adecuadamente. Aunque estos impactos pueden evitarse mediante protocolos de seguridad y capacitación, en caso de ocurrir, podrían tener efectos definitivos sobre los trabajadores.

- Contaminación por derrame de hidrocarburos o sustancias tóxicas: En condiciones operacionales anormales, un derrame hacia cuerpos de agua podría generar daños significativos a los ecosistemas ribereños y a la fauna acuática, constituyendo el impacto residual más importante por su magnitud potencial.

La aplicación de medidas de mitigación durante todas las etapas del proyecto permite disminuir considerablemente la magnitud de los impactos negativos, reduciéndolos al menos un nivel de intensidad.

Asimismo, la presencia de personal capacitado garantiza que los procedimientos de mitigación se apliquen correctamente, representando un impacto positivo residual: este personal no solo asegura la ejecución eficiente de las medidas preventivas, sino que también capacita a los trabajadores sobre los riesgos ambientales, aumentando la probabilidad de reducir la duración y magnitud de los efectos adversos.

En conclusión, aunque algunos impactos negativos pueden persistir como residuales, su intensidad y probabilidad de ocurrencia disminuyen significativamente gracias a la planificación, mitigación y capacitación del personal del proyecto, mientras que los impactos positivos derivados de la capacitación y la gestión ambiental permanecen como beneficios sostenibles a lo largo de la vida útil del proyecto.

Conclusiones de la Evaluación de los Impactos Ambientales

Con base en la metodología aplicada y los resultados obtenidos en la matriz de valoración de impactos ambientales, se identificaron un total de 25 componentes ambientales que fueron analizados a lo largo de todas las etapas del proyecto: planificación, preparación del sitio, operación, mantenimiento y abandono del sitio.

Se evaluaron 221 interacciones, de las cuales 81 fueron positivas y 140 negativas, mostrando un balance de efectos que refleja tanto las oportunidades como los riesgos ambientales asociados al desarrollo del proyecto.

Durante la etapa de planificación, los impactos se concentraron exclusivamente en el ámbito socioeconómico, predominando efectos positivos relacionados con la generación de empleo, la contratación de servicios y la capacitación del personal. En esta fase no se identificaron afectaciones directas a los componentes físicos ni biológicos del entorno, por lo que su incidencia ambiental fue baja.

En la preparación del sitio, comenzaron a manifestarse impactos adversos principalmente sobre los componentes abióticos, derivados de las actividades de dimensionamiento de obras y criterios de diseño, movimiento de maquinaria y manejo de residuos y las pruebas de desempeño. Estos efectos se relacionan con alteraciones al suelo, posibles procesos de erosión, emisiones atmosféricas y ruido. En el ámbito biótico se registraron presiones iniciales sobre la flora y fauna por modificación del hábitat. Paralelamente, se generaron impactos positivos en el factor humano, asociados a la activación económica y la generación de empleos temporales.

La etapa de operación representó la fase de mayor interacción con el entorno, predominando los impactos adversos sobre suelo, agua y aire, principalmente por riesgos de contaminación, emisiones, ruido y vibraciones asociados a las actividades los procedimientos de trabajo en patio de lixiviación, colocación de mineral en patio, suministros y manejos de sustancias al igual que el manejo de residuos, maquinaria y equipo. En contraste, esta etapa también consolidó impactos positivos relevantes en el ámbito socioeconómico, particularmente en empleo, derrama económica y fortalecimiento de capacidades del personal.

Durante el mantenimiento, la interacción ambiental fue limitada, ya que las actividades se desarrollan en condiciones controladas. Los impactos adversos potenciales se relacionan principalmente con riesgos de contaminación por manejo de combustibles y lubricantes en situaciones fuera de lo normal, mientras que los beneficios se mantienen en el ámbito económico por la contratación de servicios y adquisición de insumos.

Finalmente, en la etapa de abandono del sitio, predominaron los impactos positivos, derivados de las acciones de retiro de maquinaria, rehabilitación del terreno y restauración ambiental. Estas actividades favorecen la recuperación de la estabilidad del suelo, la infiltración de agua, la restauración de la cobertura vegetal, la mejora de la conectividad ecológica y la recuperación del paisaje. Los impactos negativos en esta fase fueron mínimos y temporales, asociados principalmente a ruido y uso puntual de maquinaria.

En términos generales, el proyecto presenta una mayor incidencia de impactos adversos durante las etapas de preparación y operación; sin embargo, estos son en su mayoría temporales y controlables mediante la aplicación de medidas preventivas y de mitigación. A su vez, los impactos positivos, especialmente en el ámbito socioeconómico y en la restauración ambiental al cierre del proyecto, contribuyen a equilibrar el balance global.

Por lo anterior, se concluye que el proyecto es ambientalmente viable, siempre que se implementen adecuadamente las medidas de manejo ambiental, prevención y restauración previstas, así como los programas de capacitación y supervisión correspondientes.

III.5. Identificación, prevención y mitigación de los impactos ambientales

La presente etapa corresponde al diseño y definición de los indicadores y medidas de respuesta ambiental, los cuales resultan fundamentales para incrementar la factibilidad del proyecto desde el punto de vista ambiental y para documentar el cumplimiento de las medidas de manejo, así como de los términos y condicionantes que, en su caso, establezca la autoridad competente en la resolución correspondiente.

Con base en los resultados obtenidos en el capítulo de identificación y valoración de impactos, se determinó el conjunto de medidas orientadas a prevenir, mitigar, rehabilitar o, en su caso, compensar los efectos ambientales derivados del desarrollo del proyecto. Estas medidas se diseñaron considerando las características físicas, biológicas y ecológicas del área de influencia, con el propósito de reducir al mínimo las perturbaciones sobre el entorno y asegurar la recuperación de las condiciones ambientales al término de la vida útil del proyecto.

El enfoque adoptado parte del principio de jerarquía de manejo ambiental, priorizando la prevención sobre la corrección. En este sentido, se establece que es preferible evitar la generación de impactos antes que aplicar acciones correctivas posteriores, ya que la prevención reduce riesgos ambientales, costos adicionales y posibles efectos residuales.

Para efectos del presente estudio, las medidas se clasifican de la siguiente manera:

Medidas preventivas: Son aquellas que se implementan antes del inicio o durante el desarrollo de una actividad específica, con el objetivo de evitar la generación de impactos ambientales. Su carácter es condicionante y restrictivo, ya que limitan o regulan la forma en que se ejecutan las actividades para impedir la ocurrencia del impacto.

Medidas de reducción o mitigación: Son aquellas que, sin impedir totalmente la manifestación del impacto, disminuyen su magnitud, duración, extensión o intensidad. Estas medidas se aplican durante el desarrollo de las actividades y permiten controlar los efectos ambientales dentro de parámetros aceptables, reduciendo sus componentes residuales.

Medidas de compensación: Corresponden a acciones destinadas a resarcir o equilibrar impactos que no pueden ser evitados o mitigados completamente, mediante la realización de actividades de beneficio ambiental equivalentes, ya sea en el mismo sitio o en un área distinta, cuando no sea viable la restauración directa del elemento afectado.

Medidas de rehabilitación o restauración: Son aquellas que se ejecutan una vez concluida una actividad generadora de impactos, con el propósito de restablecer en el mismo sitio las condiciones físicas, biológicas y funcionales del entorno, favoreciendo la recuperación de los servicios ambientales previamente existentes.

Derivado de lo anterior, el promovente implementará un conjunto integral de medidas ambientales aplicables a las distintas etapas del proyecto, orientadas a proteger los componentes abióticos, bióticos y humanos del área de influencia. En los apartados siguientes se describen dichas medidas, indicando la etapa del proyecto en que serán aplicadas y su clasificación conforme a lo anteriormente señalado.

Tabla III.73. Medidas de mitigación a implementar

Medidas de mitigación a implementar			
#	**Medida**	**Etapa del proyecto**	**Tipo**
1	Instalación de servicios sanitarios portátiles en proporción mínima de un sanitario por cada 15 trabajadores, con mantenimiento periódico.	Todas	Preventiva
2	Inspección continua de maquinaria y equipo	Todas	Preventiva
3	Mantenimiento adecuado a la maquinaria y equipo	Todas	Preventiva y reductiva
4	Rescate y reubicación de flora silvestre (en caso de ser necesario)	Antes y durante la preparación del sitio	Preventiva
5	Rescate y ahuyentamiento de la fauna silvestre (anexo 3)	Antes y durante la preparación del sitio	Preventiva y reductiva
6	Recolección semanal de los RSU o cuando los contenedores se encuentren al 80% de su capacidad	Todas	Preventiva
7	En caso de generar RME, se deberán manejar y disponer, según la normatividad aplicable	Todas	Preventiva
8	En caso de generar RP, se deberán manejar y disponer, según la normatividad aplicable	Todas	Preventiva
9	Los contenedores de RSU y RP, deberán de contar con tapa y evitar el contacto con la lluvia	Todas	Preventiva
10	Supervisor ambiental	Todas	Prevención
11	Colocar señalamientos preventivos antes y después de los trabajos de las planillas de barrenación, para prevenir al tráfico local. Estos pueden ser móviles.	Preparación del sitio / construcción, operación, mantenimiento y abandono del sitio	Preventiva
12	Colocar señalética de los límites de velocidad antes y después de las planillas de barrenación en trabajo. Estos pueden ser móviles.	Preparación del sitio / construcción, operación, mantenimiento y abandono del sitio	Preventiva
13	Colocar al menos 10 letreros de cuidado y protección al medio ambiente, dentro del área de influencia	Permanentes	Preventiva
14	Capacitar a los trabajadores en temas referidos al cuidado del medio ambiente	Previo a la preparación del sitio	Preventiva
15	Establecer reglamentaciones en cuanto al cuidado del medio ambiente	Preparación del sitio / construcción, operación, mantenimiento y abandono del sitio	Preventiva
16	Delimitar las áreas de trabajo	Preparación del sitio / construcción, operación, mantenimiento y abandono del sitio	Preventiva
17	Regar los caminos periódicamente	Preparación del sitio / construcción, operación, mantenimiento y abandono del sitio	Preventiva
18	Mantener en estricto orden y limpieza los frentes de trabajo	Preparación del sitio / construcción, operación, mantenimiento y abandono del sitio	Preventiva

Medidas de mitigación a implementar			
#	Medida	Etapa del proyecto	Tipo
19	Todo empleado deberá de contar con el EPP adecuado para sus labores	Preparación del sitio / construcción, operación, mantenimiento y abandono del sitio	Preventiva y reducción
20	Contar con equipo contra incendio y kit antiderrames en las áreas de trabajo	Preparación del sitio / construcción, operación, mantenimiento y abandono del sitio	Preventiva y reducción
21	Ejecución del programa de restauración ambiental	Abandono del sitio	Restauración
22	Retiro de equipo y maquinaria	Abandono del sitio	Rehabilitación
23	Clausura de brocales y limpieza de planilla	Abandono del sitio	Rehabilitación

Tabla III.74. Medidas de mitigación a implementar factor aire

Medidas de mitigación a implementar	
#	Medida
1	Para mitigar el efecto de las emisiones de polvo y partículas debido al tránsito de vehículos y maquinaria por los caminos existentes, se recomienda el riego periódico de dichas vías. Se evaluará la conveniencia de aplicar con el riego, sustancias paliativas, siempre y cuando no contaminen y sean amigables con el medio ambiente.
2	Los camiones que transporten los materiales en caminos de terracería deberán de transitar a una velocidad moderada para evitar la dispersión del material y el levantamiento excesivo de partículas del suelo.
3	Los vehículos deberán circular con el escape cerrado. Se debe cumplir con la Norma NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece límites máximos permisibles de emisión de ruido para vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. El equipo y maquinaria deben estar sujetos a un mantenimiento periódico de acuerdo con las especificaciones técnicas del mismo.
4	Se disminuirá la generación de ruidos manteniendo el equipo y maquinaria en buen estado. Se cumplirá con la NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites permisibles de ruido provenientes de fuentes fijas.
5	Dado que el riego del mineral en el patio de lixiviación se hará con soluciones de cianuro, será necesario regular el pH para evitar formar gases de ácido cianhídrico, lo cual es muy poco probable ya que al mantener un pH alto (>10.5) en las soluciones de proceso, se inhibe la formación del HCN, además la concentración de cianuro en solución se mantendrá lo más bajo posible.

Tabla III.75.Medidas de mitigación a implementar factor suelo

Medidas de mitigación a implementar	
#	Medida
1	El proyecto NO IMPLICA DESMONTE, por lo que la ocupación del proyecto se realizará estrictamente en la superficie solicitada para las obras y servicios del proyecto, en apego a un plan calendarizado de obras, por lo que no se dejará terreno expuesto a la erosión.
2	Se implementará un programa de protección de suelos para el área del proyecto, el cual definirá una serie de obras y medidas para la conservación, resguardo y protección del suelo contra la erosión. Entre las principales actividades de este programa estarían: rescate y resguardo de suelo, obras de control de erosión como bordos, gaviones, caminos, obras de estabilidad de taludes y control de cárcavas.
3	Desde el diseño, se considerará la estabilidad de pendientes y taludes de las obras mineras basado en la evaluación geotécnica que resulte del área.
4	Para aminorar el deslave del suelo por erosión hídrica, se promoverá que los cortes del terreno se realicen en épocas donde no suceda lluvia que potencialmente arrastre sedimentos. Los taludes resultantes de las obras mineras serán cubiertos con material de transplante de flora el estrato herbáceo, o en su caso promover la aparición de dicho estrato mediante la aplicación de suelo mezclado con material vegetal producto del desmonte, con el fin de apoyar la estabilidad de los mismos.
5	Se recuperará el suelo y restos de orgánico en las áreas que sea posible y se almacenará para posteriores actividades de reforestación en áreas pertinentes. El sitio de almacenamiento temporal del suelo rescatado debe contar con medidas de protección que eviten pérdidas por erosión eólica o pluvial
6	Los materiales y sustancias que se almacenen en este lugar deberán ser manejados de manera tal que se eviten derrames de líquido sobre el suelo y se evitará al mismo tiempo la acumulación de basura en el sitio.
7	El impacto a la fertilidad del suelo podrá ser mitigado al final de la vida útil del proyecto, cuando se rehabiliten y se coloque una capa de suelo orgánico rescatado y se reforeste los la tepetatera, patio destoxificado y otras áreas expuestas a la erosión.
8	Para los residuos no peligrosos se establecerá un programa de colección y disposición periódica, instalando recipientes adecuados para la basura en todas las áreas de trabajo.
9	En cuanto a los residuos peligrosos, serán dispuestos de acuerdo con la normatividad aplicable y se integrarán al programa de manejo a desarrollar. Se mantendrá una política de minimización de residuos peligrosos, fomentando

	la sustitución de productos que generen residuos que no se pueden reciclar o reutilizar y que tengan que enviarse a confinamientos externos.

Tabla III.76.Medidas de mitigación a implementar factor agua

Medidas de mitigación a implementar	
#	Medida
Superficial	
1	Una vez terminados los trabajos de despalme, se efectuarán actividades de compactación del suelo y de remoción de montones de tierra y residuos del monte para dar paso inmediato a las construcciones contempladas e impedir la erosión eólica o hídrica, ya que el drenaje local podría ser afectado; así mismo, deberá prevenirse la formación de cárcavas en las zonas desmontadas.
2	Se construirán obras adecuadas como cunetas y bordos en caminos para evitar erosión y migración excesiva de finos a los arroyos y el terreno natural. En particular, se cuidará que la tierra que sea necesario remover, será usada en los rellenos de los mismos caminos evitando dejar material suelto en áreas de escurrimiento natural.
3	Se respetará los escurrimientos locales, y en el caso de escurrimientos intermitentes de tramos del arroyo sin modificarle y realizando actividades de protección al mismo.
4	El sistema de revestimiento del patio de lixiviación estará en apego a la NOM-155-SEMARNAT-2007. Las piletas de solución estéril y rica tienen revestimiento doble y están equipados con sistemas de recolección de fugas y de recuperación. Los flujos del proceso nunca saldrán del sistema y formarán parte del flujo continuo de riego de solución en el patio de lixiviación.
5	El patio de lixiviación y piletas de soluciones y sobreflujo contarán con un sistema impermeable. El sistema de piletas tendrá capacidad para contener en todo momento un evento máximo de lluvia de 100 años/24 horas para evitar derrames a los cuerpos de agua natural. Por su parte, la pileta de aguas pluviales se diseñará para almacenar agua pluvial para minimizar el consumo de agua fresca y además para contener el volumen de solución que se pudiera producir considerando el cálculo del mayor evento de precipitación de 24 horas por los próximos 100 años. Además, todos los tanques y equipos de proceso donde se manejan soluciones estarán sobre plataformas de cemento con diques de contención y cárcamos de escurrimientos internos.
6	No se presentarán descargas de agua o líquidos en ninguna fase del proceso industrial ya que las soluciones de proceso se mantendrán en recirculación en el sistema de patio, planta y piletas de proceso. Todas estas instalaciones estarán sobre terreno impermeabilizado y con capacidad para contener el 100 % de las soluciones de proceso y eventos extraordinarios de lluvia.
7	El programa de monitoreo ambiental durante la vida útil del proyecto contempla muestreos periódicos al agua superficial y sedimentos de arroyos, con el fin de detectar y corregir cualquier alteración que pudiera atribuirse a las operaciones mineras del patio.
8	Se realizarán inspecciones periódicas para detectar fugas o problemas mecánicos en la maquinaria. Los hidrocarburos de desecho se almacenarán temporalmente en contenedores adecuados para su posterior reuso, retorno a los proveedores de aceite nuevo, venta como subproducto o confinamiento de acuerdo a la legislación vigente
9	Al finalizar la lixiviación se procederá a destoxificar el mineral agotado. Una vez que se pruebe que no hay riesgo de contaminación, los escurrimientos de esta zona se incorporarán nuevamente a los cauces naturales. Se deberá garantizar que cualquier solución que se descargue al entorno natural cumpla con la norma de descarga NOM-001-SEMARNAT-1996.
subterránea	
1	Una de las medidas de mitigación más importantes para la protección de esta componente, es la instalación del sistema impermeable en la base del patio de lixiviación. En caso de detectar un evento de contaminación del agua subterránea por los monitoreos, deberán llevarse a cabo medidas correctivas inmediatas. El detalle del sistema en patio y piletas estará en apego a la NOM-155-SEMARNAT-2007.
2	Se operará una red de pozos de monitoreo, aguas abajo del patio de lixiviación.
3	La desintoxicación o estabilización química se realizará en el patio de lixiviación después de que se hayan recuperado los valores económicos del mineral. El cianuro en las soluciones de drenaje se desintoxicará mediante la recirculación de soluciones, aprovechando la degradación natural del cianuro, así como la adición de reactivos.
4	Durante la operación, se realizará un estudio de modelación del comportamiento de los factores relacionados al flujo de agua subterránea; para determinar el posible efecto que tendrá la explotación del tajo y las condiciones del mismo en la etapa de abandono. En los primeros cinco años de operación, se desarrollarán planes de cierre y monitoreo considerando las instalaciones construidas. Estos planes tendrán el suficiente detalle para permitir el inicio de actividades de cierre concurrente así como de la planeación para el cierre final. Se recolectará

	información del laboratorio y del campo para apoyar los modelados geoquímicos y de neutralización patios y para permitir la predicción posterior al cierre.
5	Todas las tuberías que transporten soluciones estarán instaladas sobre áreas impermeabilizadas. Todas las piletas de proceso tendrán un sistema impermeable, para evitar fugas al subsuelo. El diseño de las mismas se realizará con base en un evento máximo de lluvia de 100 años/ 24 horas para evitar derrames. Además, todos los tanques y equipos de proceso donde se manejen soluciones estarán sobre plataformas de cemento con diques de contención y cárcamos de escurrimientos internos.
6	En el cierre de operaciones ocurrirá el lavado y neutralización de montones. Este proceso consiste principalmente de recircular agua más limpia a través del montón y tratar el efluente para reducir los metales contenidos y neutralizar el pH. Inicialmente las soluciones recirculadas serán soluciones de proceso diluidas por lluvia normal, con un pH regulado a niveles de lixiviación normales para permitir la extracción completa de mineral. Una vez que las concentraciones de metales solubles sea lo suficientemente baja, el pH será reducido a menos de 8.0 y el enjuague continuará hasta que se alcancen los niveles de cianuro deseados. Una vez que se alcancen los niveles deseados de los constituyentes controlados (pH, metales y CN). Se monitoreará la química efluente para asegurar que se cumplan los objetivos. Las piletas de soluciones y de emergencia y las estaciones de bombeo permanecerán en su lugar y en operación por los primeros años para permitir el manejo de efluentes de los montones
7	Posterior al cierre, se efectuará el monitoreo de la calidad del agua y comparar con la química pronosticada desarrollada durante la operación del proyecto. Si la calidad del agua muestreada varía significativamente del pronóstico de manera no favorable, entonces se revisará el modelo geoquímico y se prepararán nuevos pronósticos. El agua recolectada de las piletas será probada en cada ciclo de inspección y si la calidad del agua no cumple con los estándares de descarga entonces el agua será reenviada al montón y/o será evaporada. Las piletas probablemente acumularán sedimentos que requerirán su retiro periódico a medida que el agua se acumule y se evapore. Si la geoquímica de los efluentes del patio de lixiviación permite el cierre de las piletas, entonces éstos serán desmantelados y cerrados en dicho momento. Los revestimientos serán perforados y las piletas llenadas con tepetate permeable o con escombros lavados. El efluente del patio continuará fluyendo hacia la pileta, los cuales actuarán entonces como cuencas de infiltración.

Tabla III.77.Medidas de mitigación a emplear factor flora

Medidas de mitigación a implementar	
#	**Medida**
Superficial	
1	El proyecto NO IMPLICA DESMONTE por lo que se sujetará a laborar estrictamente en las superficies solicitadas, marcándose desde inicio los límites de las áreas a intervenir a efecto de respetar el resto del ecosistema.
2	La empresa presentará previo al cierre de las operaciones mineras, el plan detallado de abandono y restauración de las áreas afectadas. Después del término del cierre final, el sitio requerirá mantenimiento regular. Durante este período, el sitio será inspeccionado cada trimestre y se planearán actividades de mantenimiento inmediatamente después de cada temporada de lluvias y posteriores a cualquier tormenta mayor fuera de la temporada. El propósito de esto es el de asegurar que las medidas estén funcionando según lo planeado y para permitir que las áreas recientemente revegetadas maduren y se arraiguen adecuadamente.

Tabla III.78. Medidas de mitigación a emplear factor fauna

Medidas de mitigación a implementar	
#	**Medida**
Superficial	
1	De ser necesario, por el tiempo sin ocupación de sitio, se deberá implementar un Programa de Protección de Fauna para el proyecto que debe contener al menos la selección de las especies de fauna con más viabilidad de rescate y relocalización en áreas naturales aledañas al sitio del proyecto.
2	Quedará estipulado que todos los empleados y contratistas de la empresa tienen prohibida la recolección, captura y caza de especies de fauna silvestres, tanto en el área del proyecto como en los alrededores.
3	En particular, para la protección de las aves, se instalarán dispositivos para ahuyentar las aves. Para evitar el acceso de mamíferos, se instalarán cercos de seguridad en las áreas de procesos y en algunas zonas de mayor riesgo se controlará la entrada de especies de talla pequeña mediante la instalación de cercos de configuración más cerrada. Se dará mantenimiento constante a los cercos de las instalaciones mineras donde se deba restringir el paso de la fauna.

III.5.1. Procedimiento para supervisar el cumplimiento de las medidas de mitigación

Para llevar a cabo la supervisión del cumplimiento de las medidas de mitigación y prevención, se contará con un profesional en materia ambiental, elaborando reportes continuos de cada una de las medidas propuestas a fin de verificar su cumplimiento, sin embargo, este deberá ser validado por un supervisor ambiental externo y dar veracidad a dichos informes.

III.6. Planos de Localización del área en la que se pretende realizar el proyecto.

Anexos al documento impresos, se presenta de manera digital la totalidad de la información del informe preventivo de impacto ambiental como:

- Coordenadas
- Cartografía
- Archivos digitales (Shapes. kml y dwg)

III.6.1. Condiciones adicionales

No se contemplan