Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular del proyecto “La Cigarra”

CONSULTA PUBLICA

HIDALGO DEL PARRAL, CHIHUAHUA

Índice

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 1

I.1. Datos generales del proyecto 1

I.1.1. Nombre del proyecto 1

I.1.2. Ubicación del proyecto 1

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto 1

I.2. Datos generales del Promovente 2

I.2.1. Nombre o Razón Social 2

I.2.2. R.F.C. 2

I.2.3. Dirección del Promovente 2

I.3. Datos del responsable del estudio 2

I.3.1. Nombre del responsable 2

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 2

II.1. Información general del proyecto 2

II.1.1. Naturaleza del proyecto 2

II.1.2. Justificación y objetivos del proyecto 3

II.1.3. Selección del sitio 6

II.1.4. Ubicación física y dimensiones del proyecto 7

II.2. Descripción del tipo de vegetación en el área del proyecto 10

II.3. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias 12

II.3.1. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 14

II.4. Inversión requerida 14

II.4.1 Costos de medidas de prevención, compensación y restauración 15

II.5. Cronograma de actividades 15

Duración estimada del proyecto (Ver Anexo 2) 15

II.6. Preparación del sitio 17

II.6.1. Utilización de explosivos 24

II.6.2. Generación, manejo y disposición de residuos, sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 25

II.6.3. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos 28

CONSULTA PÚBLICA

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DEL SUELO. 29

III.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 29

III.2. Vinculación jurídica con las Leyes Federales aplicables 29

III.2.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 31

III.2.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 33

III.2.3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 35

III.2.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 35

III.2.5 Ley de Aguas Nacionales 36

III.2.6 Ley General de Vida Silvestre 36

III.2.7 Ley General de Cambio Climático 37

III.3. Vinculación jurídica con la Leyes Estatales aplicables 37

III.3.1. Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Chihuahua 38

III.4. Vinculación jurídica con las Normas Oficiales Mexicanas 39

III.5. Vinculación con los Programas de Ordenamiento Ecológico en sus diferentes categorías 41

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 47

IV.1. Delimitación y justificación del Sistema Ambiental donde pretende establecerse el proyecto 47

IV.1.2. Delimitación del área de influencia 48

IV.1.3. Dimensión y caracterización del proyecto 52

IV.2. Medio abiótico 52

IV.2.1. Clima 52

IV.2.2. Temperatura 53

IV.4. Geología y Geomorfología 64

IV.4.2 Caracterización geomorfológicas 66

IV.4.3. Sistema de topoformas 69

IV.4.4. Características del relieve 71

Tipos de Erosión presentes en la Sistema Ambiental Regional y las posibles causas que las originan 77

IV.5. Hidrología superficial y subterránea 81

CONSULTA PÚBLICA

IV.5.1. Hidrología superficial.....81

IV.5.2. Hidrología subterránea.....83

IV.7. Medio Biótico.....86

IV.7.1. Vegetación.....86

IV.8. Flora y Fauna.....88

IV.8.1. Fauna Silvestre.....1

IV.9. Paisaje.....5

IV.10 Diagnóstico ambiental.....8

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....13

V.1. Impactos Ambientales, Sociales y Económicos.....13

V.1.1. Indicadores o factores ambientales, económicos y sociales de impacto .14

V.1.2. Lista indicativa de factores e indicadores de impacto.....15

V.1.2.1. Indicadores específicos por factor evaluado.....15

V.2. Identificación de impactos.....15

V.2.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.....15

V.2.2. Indicadores o factores ambientales, económicos y sociales de impacto .16

V.2.5. Descripción de impactos ambientales significativos.....4

Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, cierre de operaciones, desmantelamiento, abandono y restauración del sitio.....25

Etapa de preparación del sitio (CUSTF).....26

Etapa de construcción.....27

Etapa de operación y mantenimiento.....28

Etapa de cierre, desmantelamiento, abandono y restauración del sitio.....29

IV.5. Nivel más detallado y específico derivado de un componente ambiental......30

6. Análisis de la modificación ambiental del componente suelo derivada de los impactos ambientales significativos.....32

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....37

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctiva por componente ambiental.....37

VI.1.1. Factores de impacto atendidos.....38

VI.1.2. Medidas de mitigación del proyecto.....43

Medidas preventivas o de mitigación generales propuestas para el proyecto....43

Medidas específicas de mitigación y conservación de suelos.....44

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 19 Medidas específicas de mitigación y conservación de suelos aplicables al Proyecto Minero “La Cigarra”.....45

Restauración: Acciones necesarias para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales que en ella se desarrollaban......51

Tabla 20 Presupuesto paramétrico preliminar para medidas y obras de conservación de suelos y restauración. 59

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....60

VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental 65

VII.3. Evaluación de alternativas.....67

CONSULTA PÚBLICA

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Proyecto “La cigarra”

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

I.1. Datos generales del proyecto

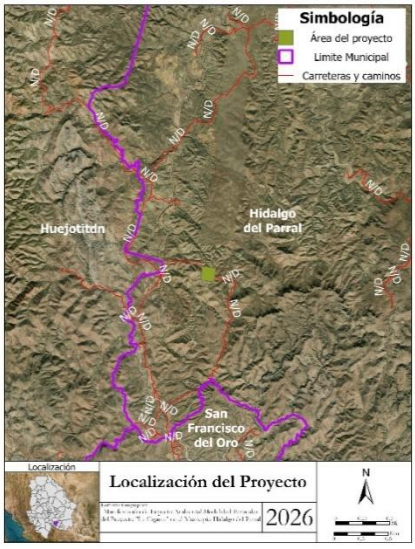
I.1.1. Nombre del proyecto

Proyecto: “La Cigarra”

I.1.2. Ubicación del proyecto

El Proyecto Minero “La Cigarra” se localiza en la porción occidental del municipio de Hidalgo del Parral, al sur del estado de Chihuahua, en una región con una amplia tradición minera y antecedentes de exploración y explotación de metales preciosos. El proyecto se desarrolla en terrenos de propiedad privada y ejidal, comprendidos dentro de las concesiones mineras de [redacted] las cuales abarcan aproximadamente 4,033.3 hectáreas. (Ver Anexo 1).

Entidad Federativa	Municipio
Chihuahua	Hidalgo de Parral



I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

La vida útil estimada del proyecto es de 10 años, conforme al programa general de actividades. Dicho periodo comprende la preparación del sitio, construcción, operación y acciones de cierre progresivo; las obligaciones de monitoreo y

CONSULTA PÚBLICA

mantenimiento post-cierre continuarán durante el periodo que resulte necesario conforme a los resultados de seguimiento ambiental y a las autorizaciones aplicables.

I.2. Datos generales del Promovente

I.2.1. Nombre o Razón Social

[redacted]

I.2.2. R.F.C.

[redacted]

I.2.3. Dirección del Promovente

[redacted]

I.3. Datos del responsable del estudio

I.3.1. Nombre del responsable

[redacted]

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información general del proyecto

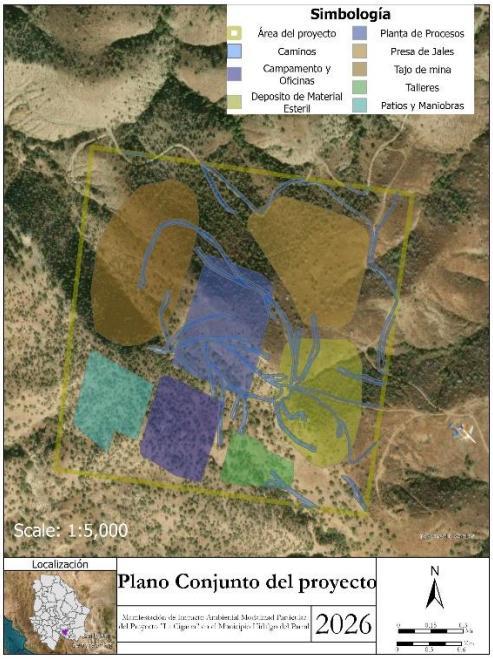
El proyecto consiste en el desarrollo y operación de una unidad minera para la explotación y procesamiento de minerales de plata mediante minería a cielo abierto, que requiere la preparación y transformación del terreno para la construcción y habilitación de infraestructura minera, incluyendo tajo, planta de procesos, presa de jales (TMF), depósito de material estéril (WRSA), campamento y oficinas, patios y maniobras, talleres y demás obras y servicios asociados. El proyecto contempla actividades que implican la remoción de vegetación y suelo, así como la modificación del relieve y la construcción de infraestructura necesaria para las diferentes etapas de la operación minera. Asimismo, se prevé la gestión ambiental correspondiente, incluyendo las medidas de prevención, mitigación, compensación, restauración y cierre aplicables.

II.1.1. Naturaleza del proyecto

El proyecto contempla la transformación del terreno dentro de una superficie total destinada a su desarrollo de 36.35 hectáreas. De esta superficie, las principales áreas de infraestructura comprenden aproximadamente 5.63 hectáreas para el tajo, 3.53 hectáreas para la planta de procesos, 4.49 hectáreas para la presa de jales (TMF), 3.71 hectáreas para el depósito de material estéril (WRSA), 2.13 hectáreas para campamento y oficinas, 2.10 hectáreas para patios y maniobras, 1.10 hectáreas para talleres, 2.88 hectareas para rehabilitación de caminos existentes y 10.78 hectareas para zona de amortiguamiento en caso de requerir mayor superficie para las áreas y/o actividades.. En dichas superficies se llevarán a cabo las actividades necesarias para la preparación del sitio, que incluyen estudios

CONSULTA PÚBLICA

topográficos, delimitación de las áreas de trabajo, desmonte y despalme, apertura y acondicionamiento de caminos, nivelaciones, cortes y excavaciones, así como la instalación de infraestructura temporal. Durante esta etapa también se contemplan medidas de rescate y reubicación de flora y fauna, de acuerdo con los programas ambientales que se establezcan.



II.1.2. Justificación y objetivos del proyecto

El proyecto minero tiene como finalidad el aprovechamiento de un yacimiento mineralizado de plata localizado en el municipio de Hidalgo del Parral, estado de Chihuahua, mediante el desarrollo de una unidad minera a cielo abierto y la instalación de infraestructura para el procesamiento, recuperación y manejo de los materiales derivados de la actividad extractiva.

La justificación del proyecto se fundamenta en el potencial geológico y minero identificado en la zona, derivado de los trabajos de exploración realizados dentro de las concesiones mineras del promovente, las cuales comprenden una superficie aproximada de 4,033.3 hectáreas. Estos trabajos han permitido reconocer zonas mineralizadas asociadas a sistemas epitermales desarrollados en unidades sedimentarias e intrusivas, constituyendo la base técnica para plantear el aprovechamiento de los recursos minerales presentes.

La región de Hidalgo del Parral cuenta con antecedentes históricos de actividad minera y una participación relevante de este sector en su desarrollo económico. En este contexto, el establecimiento del proyecto permitirá aprovechar el potencial mineral del área y contribuir a la diversificación de las actividades productivas,

CONSULTA PÚBLICA

mediante la generación de empleos directos e indirectos, contratación de servicios especializados, adquisición de insumos y participación de proveedores locales y regionales.

Desde el punto de vista técnico y operativo, el proyecto contempla el desarrollo de infraestructura minera dentro de una superficie total declarada de 36.35 hectáreas, que incluirá un tajo a cielo abierto, una planta de procesamiento mineral, una instalación para el manejo y almacenamiento de jales (TMF), un depósito de material estéril (WRSA), así como campamento, oficinas, talleres, patios de maniobras, caminos internos y obras auxiliares.

La integración de estas instalaciones responde a la necesidad de desarrollar las actividades de extracción, transporte, procesamiento y manejo de materiales mediante una organización operativa que permita concentrar las obras y establecer mecanismos de control ambiental durante las distintas etapas del proyecto.

El procesamiento mineral previsto considera operaciones de trituración y molienda, así como tratamientos metalúrgicos diferenciados en función de las características del mineral, incluyendo lixiviación en tanques, flotación y recuperación de valores metálicos. La definición y operación de dichos procesos deberán incorporar sistemas de manejo de reactivos, almacenamiento de residuos mineros, captación de escurrimientos y recuperación de agua, de acuerdo con las características técnicas de las instalaciones.

En materia de aprovechamiento hídrico, el proyecto contempla una estrategia de captación y recirculación de aguas de proceso, incluyendo la recuperación de agua desde la instalación de jales y el manejo de escurrimientos provenientes de las principales áreas operativas. Este esquema tiene como finalidad reducir, en la medida técnicamente posible, la demanda de agua complementaria y prevenir la liberación no controlada de aguas de contacto hacia el entorno natural.

La justificación ambiental del proyecto no se sustenta en la ausencia de impactos, sino en la identificación anticipada de las modificaciones que ocasionarán las actividades mineras y en el establecimiento de medidas destinadas a prevenir, mitigar, controlar y, cuando corresponda, compensar los efectos sobre los componentes del medio físico, biótico y socioeconómico.

Entre los impactos potenciales asociados al proyecto se encuentran la remoción de vegetación, pérdida y modificación de suelo, alteración del relieve, generación de partículas y ruido, modificación de los patrones de escurrimiento superficial, afectación de hábitats y generación de residuos derivados de las actividades extractivas y metalúrgicas.

Para atender estos efectos, el proyecto contempla acciones de delimitación de áreas de intervención, rescate y reubicación de flora y fauna, manejo y conservación

CONSULTA PÚBLICA

del suelo superficial, control de emisiones y escurrimientos, manejo integral de residuos, restauración progresiva y vigilancia ambiental.

De manera complementaria, se considera la implementación de un Programa de Obras y Prácticas de Conservación de Suelos, articulado con las medidas ambientales del proyecto y orientado a disminuir los procesos erosivos, favorecer la retención de sedimentos y contribuir a la recuperación de las funciones hidrológicas y ecológicas de las superficies intervenidas y de las áreas destinadas a restauración.

Respecto de la planeación territorial, el emplazamiento se localiza dentro de la Unidad Ambiental Biofísica 110, denominada Bolsón de Mapimí Sur, del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. La consideración de la minería como sector coadyuvante del desarrollo en dicha unidad constituye un elemento de contexto territorial, sin que ello represente una autorización automática ni exima al proyecto del cumplimiento de las disposiciones ambientales aplicables.

En consecuencia, el desarrollo del proyecto se plantea bajo un esquema de aprovechamiento de recursos minerales acompañado de instrumentos de gestión ambiental y medidas de control durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, cierre y post-cierre.

Objetivo general

Desarrollar y operar el proyecto minero “La Cigarra” para el aprovechamiento de los recursos minerales de plata identificados dentro de las concesiones del promovente, mediante actividades de extracción a cielo abierto, procesamiento metalúrgico y manejo de los materiales resultantes, incorporando medidas de prevención, mitigación, compensación, restauración y vigilancia ambiental que permitan reducir los efectos adversos sobre los componentes naturales y sociales del área de influencia.

Objetivos específicos

1. Aprovechar técnicamente el yacimiento mineralizado mediante la extracción programada de mineral de plata, considerando las características geológicas y operativas del depósito.
2. Construir y habilitar la infraestructura necesaria para el desarrollo de las actividades extractivas y de beneficio mineral, procurando limitar las intervenciones a las superficies autorizadas.
3. Implementar los procesos de trituración, molienda, flotación, lixiviación y recuperación metalúrgica que correspondan a las características del mineral y a la configuración operativa definida para el proyecto.
4. Establecer sistemas para el manejo y almacenamiento de jales y material estéril que contemplen estabilidad física y química, control de filtraciones, manejo de escurrimientos y seguimiento ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

5. Promover el aprovechamiento eficiente del agua mediante sistemas de captación, recuperación y recirculación de las corrientes generadas durante las operaciones mineras y metalúrgicas.
6. Prevenir y disminuir los impactos sobre la vegetación, fauna silvestre, suelo, agua, atmósfera y paisaje, mediante la aplicación de medidas específicas para cada componente ambiental.
7. Implementar acciones de conservación y restauración de suelos, orientadas al control de la erosión hídrica y eólica, retención de sedimentos y recuperación de la cobertura vegetal.
8. Favorecer la generación de empleos y la participación de proveedores de bienes y servicios locales y regionales, de acuerdo con las necesidades de las distintas etapas del proyecto.
9. Establecer un Programa de Vigilancia Ambiental que permita verificar la implementación de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración, así como evaluar su eficacia mediante indicadores de seguimiento.
10. Desarrollar progresivamente las actividades de cierre y restauración de las superficies que dejen de utilizarse, considerando medidas de estabilización, recuperación ambiental y monitoreo post-cierre.

II.1.3. Selección del sitio

La selección del sitio para el desarrollo del proyecto minero “La Cigarra”, ubicado en el municipio de Hidalgo del Parral, Chihuahua, se fundamenta principalmente en las características geológicas del área y en la presencia de un yacimiento mineralizado de plata, identificado mediante los trabajos de exploración realizados dentro de las concesiones mineras de Grupo Northair de México, S.A. de C.V.

A diferencia de otros proyectos productivos, cuya localización puede determinarse a partir de distintas alternativas territoriales, las actividades mineras presentan una dependencia directa de la ubicación natural del recurso mineral. En este sentido, el emplazamiento del proyecto responde a la distribución del yacimiento y a las condiciones geológicas que permiten plantear su aprovechamiento mediante minería a cielo abierto.

Adicionalmente, la selección del sitio considera factores técnicos y operativos, entre los que destacan la accesibilidad mediante infraestructura carretera y caminos existentes, las características topográficas del terreno y la posibilidad de establecer instalaciones para la extracción, procesamiento y manejo de materiales dentro de un área territorial definida. Estos elementos permiten plantear una operación integrada, procurando optimizar los desplazamientos de materiales y reducir, en la medida técnicamente viable, la necesidad de intervenir superficies adicionales.

Desde el punto de vista ambiental, se consideran las condiciones naturales del área, particularmente la presencia de comunidades de pastizal natural, vegetación secundaria arbustiva y bosque de encino, así como las características del relieve, los suelos y la dinámica de los escurrimientos superficiales. Estos componentes constituyen elementos relevantes para la planeación de las actividades mineras y

CONSULTA PÚBLICA

para la definición de medidas destinadas a prevenir y mitigar los impactos derivados de la remoción de vegetación, modificación del terreno y desarrollo de infraestructura.

En materia de ordenamiento ecológico, el emplazamiento se localiza dentro de la Unidad Ambiental Biofísica 110, denominada *Bolsón de Mapimí Sur*, del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), cuya política ambiental corresponde al aprovechamiento sustentable y preservación, y en la cual la minería se identifica como sector coadyuvante del desarrollo. Esta condición constituye un elemento de referencia para la planeación ambiental del proyecto, cuyo desarrollo deberá atender las estrategias de conservación de biodiversidad, protección de ecosistemas, aprovechamiento de recursos naturales no renovables y restauración de suelos establecidas para dicha unidad.

Asimismo, la selección del sitio contempla la necesidad de implementar medidas de manejo ambiental durante las etapas de preparación, construcción, operación, cierre y post-cierre, incluyendo el rescate y reubicación de flora y fauna, control de emisiones y escurrimientos, manejo de residuos mineros, conservación de suelo superficial y restauración progresiva de áreas intervenidas. Estas acciones se complementarán con el Programa de Obras y Prácticas de Conservación de Suelos, orientado a disminuir los procesos erosivos y favorecer la recuperación de las funciones ambientales del terreno.

En consecuencia, la selección del sitio se justifica por la presencia y características del recurso mineral, su localización dentro de las concesiones del promovente, las condiciones de accesibilidad y la posibilidad de desarrollar la infraestructura necesaria para su aprovechamiento, considerando las características ambientales del entorno y las disposiciones de ordenamiento ecológico aplicables. La viabilidad ambiental del proyecto estará sujeta a la evaluación de sus impactos, la aplicación efectiva de las medidas propuestas y el cumplimiento de las autorizaciones correspondientes.

CONSULTA PÚBLICA

II.1.4. Ubicación física y dimensiones del proyecto

El proyecto minero “La Cigarra” se localiza en el municipio de Hidalgo del Parral, Chihuahua, aproximadamente a 25 km al noroeste de la cabecera municipal. El acceso al sitio se realiza mediante la Carretera Federal No. 24 y caminos rurales existentes que permiten la comunicación con el área de desarrollo minero.

El proyecto comprende una superficie total de **36.35 hectáreas**, destinada al establecimiento de infraestructura para la extracción y procesamiento de mineral, manejo de jales y material estéril, instalaciones auxiliares, rehabilitación de caminos existentes y una zona de amortiguamiento prevista para posibles requerimientos operativos.

La distribución de superficies correspondiente a los componentes del proyecto se presenta en la siguiente tabla.

No.	Componente del proyecto	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
1	Tajo a cielo abierto	5.63	15.49
2	Planta de procesos	3.53	9.71
3	Presa de jales (TMF)	4.49	12.35
4	Depósito de material estéril (WRSA)	3.71	10.21
5	Campamento y oficinas	2.13	5.86
6	Patios y áreas de maniobras	2.10	5.78
7	Talleres	1.10	3.03
8	Rehabilitación de caminos existentes	2.88	7.92
9	Zona de amortiguamiento	10.78	29.66
	Superficie total	**36.35**	**100.00**

De la superficie total del proyecto, 25.57 hectáreas (70.34 %) corresponden a las áreas destinadas a infraestructura minera, instalaciones auxiliares y rehabilitación de caminos existentes, mientras que las 10.78 hectáreas restantes (29.66 %) corresponden a la zona de amortiguamiento, considerada como superficie de reserva para atender posibles necesidades de ajuste o ampliación de las instalaciones y actividades proyectadas.

La intervención de las superficies se realizará de manera progresiva, de acuerdo con las necesidades de construcción y operación de cada componente. Las actividades comprenderán la delimitación y acondicionamiento del terreno, desmonte y despalme cuando corresponda, movimientos de tierra, nivelaciones, cortes, excavaciones y habilitación de las instalaciones requeridas.

La zona de amortiguamiento no representa necesariamente una superficie de afectación inmediata, ya que su utilización dependerá de los requerimientos operativos y deberá ajustarse a las autorizaciones ambientales correspondientes. Asimismo, la rehabilitación de caminos existentes se limitará a las actividades de acondicionamiento necesarias para garantizar su funcionalidad, procurando minimizar la remoción adicional de vegetación y las modificaciones del terreno.

La ubicación y distribución espacial de los componentes se presenta en el plano general del proyecto, en el cual se identifican las superficies destinadas a cada obra e instalación dentro del polígono propuesto.

CONSULTA PÚBLICA

a) Superficie total del predio

El predio donde se pretende realizar el proyecto cuenta con una superficie total de 3,325.00 hectáreas.

b) Superficie por afectar

Superficie del proyecto (ha)	Superficie por afectar (ha)	Tipo de vegetación	Porcentaje respecto a la superficie total del predio
36.35	31.311558	Bosque de Encino y Pastizal natural	0.94%

c) Obras temporales y permanentes

Tipo de obras	Superficie (m^2)	Porcentaje respecto a la superficie total del predio
Permanente	202,400.00	0.6087 %
Temporal	53,300.00	0.1603 %
Zona de amortiguamiento	107,800.00	0.3242 %
Total del proyecto	363,500.00	1.0932 %

d) Superficie por clasificación

Zonas	Clave	Clasificaciones	Superficie (Ha)	%
Zonas de conservación y aprovechamiento restringido	I A	Áreas Naturales Protegidas	0	0
	I C	Áreas localizadas arriba de los 3,000 metros sobre el nivel del mar	0	0
	I D	Terrenos con pendientes mayores al cien por ciento o cuarenta y cinco grados	0	0
	I E	Áreas cubiertas con vegetación de manglar o bosque mesófilo de montaña	0	0
	I F	Áreas cubiertas con vegetación de galería	0	0
	I G	Áreas cubiertas con selvas altas perennifolias	0	0
	I H	Vegetación para conservación (Tular, peten, popal, pastizal halófilo, entre otros)	13.50861	37.16
Zonas de producción	II A	Terrenos forestales de productividad alta, caracterizados por tener una cobertura de copa de más del cincuenta por ciento o una altura promedio de los arboles dominantes igual o mayor a dieciséis metros	0	0
	II B	Terrenos forestales de productividad media, caracterizados por tener una cobertura de copa de entre veinte y cincuenta por ciento o	0	0

CONSULTA PÚBLICA

		una altura promedio de los árboles dominantes menores de dieciséis metros		
	II C	Terrenos forestales de productividad baja, caracterizados por tener una cobertura de copa inferior al veinte por ciento	22.84139	62.84
	II D	Terrenos con vegetación forestal de zonas áridas	0	0
	II E	Terrenos adecuados para realizar forestaciones	0	0
	II F	Terrenos preferentemente forestales	0	0
Zonas de restauración	III A	Terrenos forestales con degradación alta y que muestren evidencia de erosión severa, con presencia de cárcavas	0	0
	III B	Terrenos preferentemente forestales, caracterizados por carecer de vegetación forestal y mostrar evidencia de erosión severa, con presencia de cárcavas	0	0
	III C	Terrenos forestales o preferentemente forestales con degradación media, caracterizados por tener una cobertura de copa menor al veinte por ciento y mostrar evidencia de erosión severa, con presencia de canalillos	0	0
	III D	Terrenos forestales o preferentemente forestales con degradación baja, caracterizados por tener una cobertura de copa inferior al veinte por ciento y mostrar evidencia de erosión laminar	0	0
	III E	Terrenos forestales o preferentemente forestales degradados que se encuentren sometidos a tratamientos de recuperación, tales como forestación, reforestación o regeneración natural	0	0

CONSULTA PÚBLICA

II.2. Descripción del tipo de vegetación en el área del proyecto

En México convergen comunidades de dos reinos florísticos: el Holártico y el Neotropical, ambas integradas por dos regiones en las que se agrupan 17 provincias fisiográficas (Rzedowski, 1976).

Comunidades vegetales de la Sistema Ambiental Regional

Para la determinación de los tipos de vegetación presentes en la Sistema Ambiental Regional, se utilizó el sistema de clasificación de tipos vegetativos del INEGI, que a su vez está basado en el sistema de clasificación de Rzedowski (1976).

Al revisar la carta de uso de suelo y vegetación serie VII del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), se observa la presencia de Bosque de Encino, Pastizal natural, Pastizal Inducido y Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural.

- Bosque de encino: Este tipo de vegetación está dominado generalmente por especies del género *Quercus* y se desarrolla principalmente en laderas, serranías y zonas con condiciones relativamente favorables de humedad y suelo.

Desde el punto de vista ambiental, estas comunidades cumplen funciones relevantes en la protección del suelo, regulación del escurrimiento superficial, infiltración del agua, conservación de hábitat y mantenimiento de la biodiversidad.

La presencia de bosque de encino dentro de la Sistema Ambiental Regional resulta consistente con las condiciones fisiográficas previamente identificadas, particularmente con las áreas serranas y de mayor relieve.

- Pastizal natural: Esta comunidad está constituida predominantemente por especies herbáceas, principalmente gramíneas nativas, cuya estructura y composición responden a las condiciones naturales de clima, suelo y relieve. Dependiendo del grado de conservación, pueden presentarse también elementos arbustivos dispersos.

Los pastizales naturales cumplen una función importante en la protección del suelo frente a la erosión, captación de agua de lluvia y mantenimiento de hábitat para fauna, además de constituir comunidades características de amplias zonas semiáridas y templadas del estado de Chihuahua.

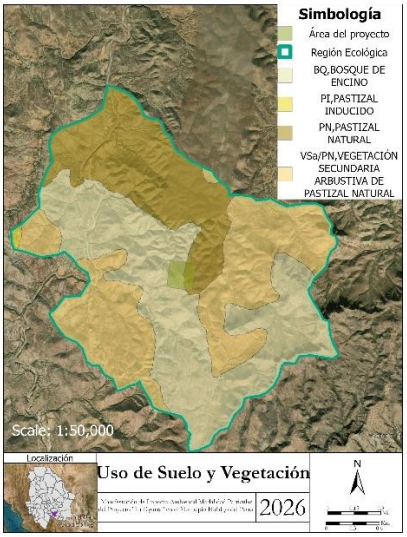
- Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural: Esta clasificación indica que el pastizal natural original ha experimentado modificaciones en su estructura y que actualmente existe una mayor participación del estrato arbustivo. Este proceso puede relacionarse con diversos factores, como pastoreo, modificación histórica de la cobertura vegetal, incendios, apertura de terrenos o cambios en el régimen natural de perturbaciones.

Es importante señalar que la presencia de vegetación secundaria no significa necesariamente ausencia de valor ambiental. Estas áreas continúan proporcionando cobertura al suelo, hábitat y conectividad entre comunidades vegetales.

- Pastizal inducido: Esta categoría corresponde a comunidades de gramíneas cuyo establecimiento o expansión se encuentra relacionado con actividades humanas, ya sea mediante sustitución de la vegetación original o por prácticas de manejo destinadas a favorecer especies herbáceas.

Su presencia constituye un indicador de transformación previa del paisaje, aunque su extensión es claramente menor respecto de las comunidades naturales y secundarias presentes en la Sistema Ambiental Regional.

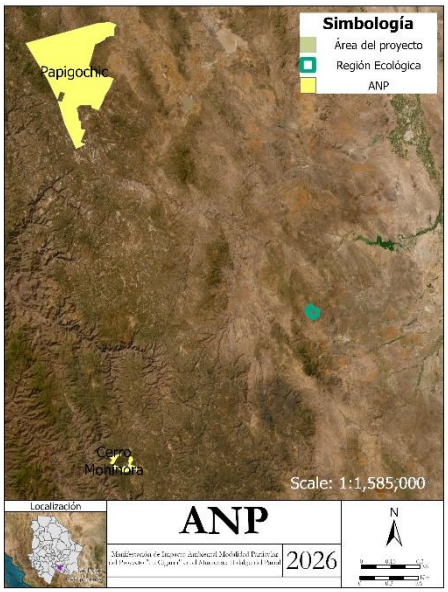
CONSULTA PÚBLICA



II.3. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

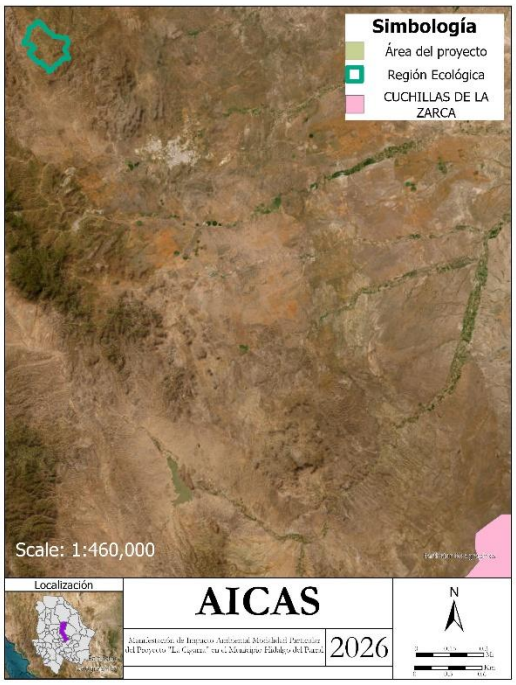
El uso actual del suelo en el área de estudio es principalmente de tipo agrícola.

De manera particular con respecto a la ANP del Estado de Chihuahua, es importante manifestar que el proyecto no se encuentra inmerso en ninguna de estas, por lo que no se verán afectadas por el proyecto en mención.

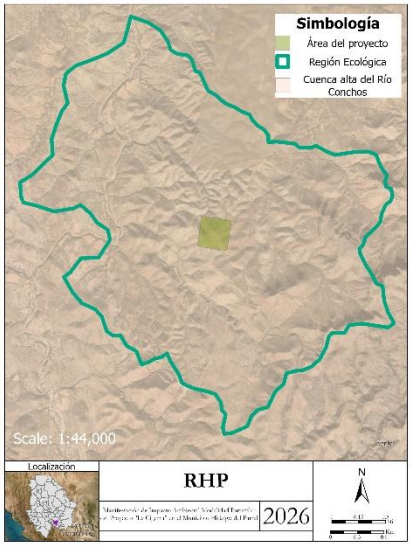


En cuanto a las Áreas de Importancia de Conservación de las Aves, el sitio del proyecto tampoco se encuentra inmersa de ningún área ni cerca de alguna.

CONSULTA PÚBLICA

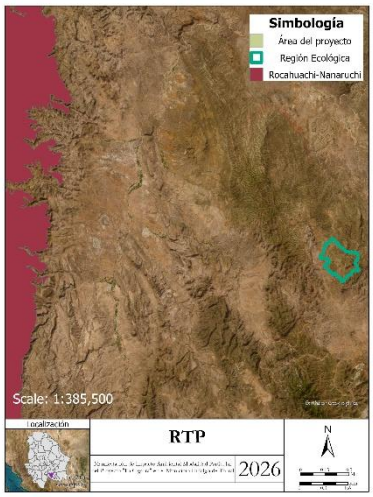


Referente a las Regiones Hidrológicas Prioritarias, el proyecto se encuentra dentro de la denominada Cuenca Alta del rio conchos, sin embargo, por las características del proyecto y por ser una zona donde no se encuentran recargas importantes del acuífero, se considera que no se tendrá afectación a dicha región hidrológica.



Por último, en cuanto a las Regiones Terrestres Prioritarias el proyecto tampoco se encuentra dentro de alguna.

CONSULTA PÚBLICA



CONSULTA PÚBLICA

II.3.1. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El proyecto se localiza en una zona de vocación predominantemente rural, por lo que la instalación y funcionamiento de la infraestructura minera requerirá asegurar accesos operativos, abastecimiento de agua y energía, comunicaciones, servicios sanitarios y manejo de residuos. Se priorizará el aprovechamiento y adecuación de caminos existentes, restringiendo la apertura de nuevos accesos a las superficies autorizadas. La provisión de agua de proceso deberá sustentarse en el balance hídrico actualizado, la identificación de la fuente de suministro y los títulos, concesiones o autorizaciones que resulten exigibles. Las aguas residuales sanitarias se manejarán mediante sistemas autorizados o servicios especializados, sin descargas no permitidas al terreno o cuerpos receptores. Los servicios de energía y telecomunicaciones se definirán a partir de la ingeniería de detalle, considerando medidas de protección ambiental y seguridad operacional.

II.4. Inversión requerida

Concepto	Inversión estimada (MXN)
Estudios y permisos	$7,605,000 – $12,675,000
Infraestructura y construcción	$109,850,000 – $160,550,000
Planta de procesos	$135,200,000 – $202,800,000
Maquinaria y equipo	$169,000,000 – $270,400,000
Seguridad industrial	$8,450,000 – $14,365,000
Gestión ambiental	$13,520,000 – $25,350,000
Capital de trabajo inicial	$42,250,000 – $67,600,000
Total estimado	**$477,425,000 – $753,740,000 MXN**

II.4.1 Costos de medidas de prevención, compensación y restauración

Costo de inversión del Proyecto ($)	Costo de medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración ($)
$**753,740,000** MXN	$5,000,000.00 MXN

Del monto general de $5,000,000.00 MXN previsto para medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración, se considera de manera preliminar un techo presupuestal de $1,434,774.00 MXN para las medidas y obras de conservación de suelos y restauración descritas en el apartado IV.8.3. Este importe forma parte del presupuesto ambiental ya señalado y no constituye un monto adicional. La cifra deberá actualizarse con la ingeniería de detalle, la superficie efectivamente tratable, los volúmenes de obra y las cotizaciones vigentes al momento de su ejecución.

II.5. Cronograma de actividades

Duración estimada del proyecto (Ver Anexo 2)

Etapa / Actividad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingeniería, estudios y permisos	•	•								
Preparación del sitio	•	•								
Delimitación y trazo de áreas	•									
Desmonte y despalme	•	•								
Movimientos de tierras y nivelación	•	•								
Habilitación de accesos y caminos mineros	•	•								
Construcción de infraestructura	•	•								
Construcción del tajo		•	•	•	•	•	•	•	•	

SOLICITADA PÚBLICA

Planta de procesos	•	•								
Presa de jales (TMF)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Depósito de material estéril (WRSA)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Campamento, oficinas y talleres	•	•								
Patios y áreas de maniobras	•	•								
Infraestructura hidráulica y eléctrica	•	•	•							
Operación minera		•	•	•	•	•	•	•	•	
Perforación y voladura		•	•	•	•	•	•	•	•	
Carga y acarreo		•	•	•	•	•	•	•	•	
Trituración y molienda		•	•	•	•	•	•	•	•	
Flotación y lixiviación		•	•	•	•	•	•	•	•	
Recuperación metalúrgica		•	•	•	•	•	•	•	•	
Manejo de jales		•	•	•	•	•	•	•	•	
Manejo de material estéril		•	•	•	•	•	•	•	•	
Mantenimiento de instalaciones y equipos		•	•	•	•	•	•	•	•	
Monitoreo y gestión Ambiental	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Cierre progresivo							•	•	•	•

CONSULTA PÚBLICA

Estabilización y restauración de áreas							•	•	•	•
Desmantelamiento de instalaciones								•	•	•
Revegetación							•	•	•	•
Cierre y post-cierre										•
Monitoreo post-cierre									•	•

II.6. Preparación del sitio

En esta fase se tiene como objetivo la preparación y acondicionamiento del terreno para el desarrollo de la infraestructura minera contemplada en el Proyecto Minero “La Cigarra”, procurando generar el menor impacto posible sobre el entorno natural. Previo a la preparación del sitio, así como durante las etapas de construcción, operación, cierre y post-cierre, se implementarán diversas medidas de prevención, control, mitigación, compensación y restauración, con la finalidad de reducir y controlar los posibles impactos que pudieran suscitarse en los componentes ambientales.

Las actividades a desarrollar en esta etapa comprenden el uso de maquinaria pesada y equipo especializado para la ejecución de los trabajos de preparación y acondicionamiento del terreno. Entre las actividades previstas se encuentran la apertura y acondicionamiento de caminos, desmonte y despalme, nivelaciones, cortes y excavaciones, así como la instalación de infraestructura temporal. El uso de maquinaria y equipo podrá generar emisiones de partículas, ruido y vibraciones, así como residuos derivados de las actividades de mantenimiento, principalmente aceites usados, filtros, trapos y absorbentes, baterías y otros materiales contaminados. Asimismo, se generarán residuos sólidos urbanos provenientes principalmente del personal y de las instalaciones temporales, los cuales deberán manejarse y disponerse conforme a la normatividad aplicable.

Los trabajos se llevarán a cabo de manera estructurada, dando inicio con las actividades técnico-ambientales y de acondicionamiento del terreno, incluyendo la delimitación de las áreas de trabajo, identificación y rescate de flora y fauna, desmonte, despalme, apertura y acondicionamiento de caminos, nivelaciones, cortes y excavaciones, limpieza del terreno e instalación de infraestructura temporal, las cuales se describen a continuación:

CONSULTA PÚBLICA

Actividades técnico-ambientales

Identificación de especies

Previo al inicio de las actividades de preparación del sitio se realizarán recorridos técnicos en campo para la identificación de las especies de flora y fauna presentes dentro de las áreas que serán intervenidas. Estas actividades permitirán actualizar y complementar la información existente sobre la biodiversidad del sitio, así como determinar la posible presencia de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En particular, se deberá prestar atención a las especies de fauna previamente registradas con algún estatus de protección y a la posible presencia del águila real (Aquila chrysaetos), cuya distribución potencial comprende el área del proyecto.

Rescate y reubicación de flora y fauna

Previo a la ejecución de las actividades que impliquen remoción de vegetación y modificación del terreno, se implementarán acciones de rescate y reubicación de ejemplares de flora y fauna que se encuentren dentro de las áreas de intervención y que, de acuerdo con los criterios establecidos en los programas ambientales, sean susceptibles de manejo. Los ejemplares rescatados serán trasladados a sitios previamente seleccionados que presenten condiciones ambientales adecuadas para favorecer su supervivencia y permanencia.

En el caso de las especies de fauna que presenten algún estatus de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se dará especial atención a su localización, captura, manejo y reubicación, evitando en todo momento su afectación directa.

Ahuyentamiento de fauna

Previo al inicio de las actividades de desmonte, despalme y demás trabajos que impliquen la intervención del terreno, se realizarán recorridos de reconocimiento y métodos manuales no invasivos para propiciar el desplazamiento de la fauna presente hacia áreas aledañas con condiciones ambientales similares y adecuadas para su permanencia.

Durante estos recorridos se verificará la presencia de mamíferos, reptiles y aves, así como de madrigueras, nidos, refugios y otros sitios utilizados por la fauna. En caso de localizar ejemplares que no puedan desplazarse por sus propios medios o que requieran manejo, se procederá a su rescate y, en su caso, reubicación conforme a los procedimientos establecidos en el programa de rescate y reubicación de fauna.

CONSULTA PÚBLICA

Acondicionamiento del terreno

Delimitación del área de trabajo

Marcaje y delimitación de las superficies del proyecto

Previo al inicio de las actividades de preparación del sitio, se realizará la delimitación física de las superficies destinadas al desarrollo del Proyecto Minero “La Cigarra”, considerando las áreas correspondientes al tajo, planta de procesos, presa de jales (TMF), depósito de material estéril (WRSA), campamento y oficinas, patios y maniobras, talleres, así como los caminos y demás obras auxiliares requeridas.

La delimitación tendrá como finalidad asegurar que las actividades de preparación del sitio y construcción se desarrollen exclusivamente dentro de las superficies autorizadas, evitando afectaciones innecesarias a áreas colindantes y a superficies que no formen parte de la huella del proyecto.

La identificación en campo de los límites se realizará mediante señalización visible, estacas, cintas, marcas físicas u otros elementos, tomando como referencia las coordenadas georreferenciadas y los planos definitivos del proyecto. Asimismo, se establecerán las áreas que deberán permanecer sin intervención, de acuerdo con las medidas de protección y conservación ambiental aplicables.

Trazo y levantamiento topográfico

Esta actividad comprende el levantamiento y trazo topográfico de las áreas destinadas a las diferentes obras e instalaciones mineras, mediante instrumentos y equipos especializados que permitan establecer con precisión sus coordenadas georreferenciadas, dimensiones, pendientes y condiciones de relieve.

El levantamiento permitirá definir físicamente los límites del tajo, planta de procesos, presa de jales, depósito de material estéril, patios, talleres, campamento, caminos internos y demás infraestructura requerida para el desarrollo del proyecto.

El trazo se realizará con base en la ingeniería y planos correspondientes, procurando que las obras se ejecuten dentro de las superficies previamente delimitadas y autorizadas, evitando ocupaciones o afectaciones fuera de la huella del proyecto.

Apertura y habilitación de accesos y caminos mineros

Para permitir el ingreso de personal, maquinaria, vehículos y equipos requeridos durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se contempla la habilitación y, en su caso, adecuación de accesos y caminos internos del proyecto.

En la medida de lo posible, se aprovecharán los caminos existentes y se realizarán únicamente las adecuaciones necesarias para garantizar condiciones adecuadas

CONSULTA PÚBLICA

de tránsito y seguridad. Cuando resulte indispensable la apertura de nuevos caminos, estos se establecerán de acuerdo con el trazo del proyecto y dentro de las superficies autorizadas.

Las actividades podrán incluir limpieza, conformación de la superficie de rodamiento, cortes y rellenos, nivelación, compactación y establecimiento de obras para el manejo y conducción de escurrimientos, tales como cunetas y estructuras de drenaje.

Durante estas actividades se procurará minimizar la remoción de vegetación, la alteración del suelo y la generación de procesos erosivos, evitando afectaciones a superficies que no formen parte de las obras autorizadas.

Desmonte

El desmonte consistirá en la remoción controlada de la vegetación existente dentro de las superficies que serán ocupadas por las obras e instalaciones del Proyecto Minero “La Cigarra”.

Esta actividad se realizará de manera progresiva, conforme avance la preparación de cada una de las áreas de obra, mediante procedimientos manuales y mecánicos, dependiendo de las condiciones del terreno y de las características de la vegetación presente.

Previo al desmonte se implementarán, cuando corresponda, las medidas establecidas en los programas de rescate y reubicación de flora y fauna, así como las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre. Las actividades se limitarán a las superficies previamente delimitadas, con la finalidad de evitar remociones innecesarias de vegetación fuera de la huella del proyecto.

El material vegetal producto del desmonte será manejado de manera adecuada. Cuando sus características lo permitan, podrá ser triturado y aprovechado como material orgánico para actividades posteriores de restauración y revegetación. El material que no sea susceptible de aprovechamiento será manejado y dispuesto conforme a las disposiciones ambientales aplicables.

Despalme

El despalme consistirá en el retiro de la capa superficial del suelo en las áreas destinadas a las obras e instalaciones mineras, hasta alcanzar el espesor requerido para la preparación y acondicionamiento del terreno.

Esta capa superficial puede contener materia orgánica, hojarasca, raíces y otros materiales asociados al horizonte superficial del suelo, por lo que, cuando sus características lo permitan, será retirada y manejada de manera diferenciada para su posterior aprovechamiento en actividades de restauración, revegetación o recuperación de áreas.

CONSULTA PÚBLICA

Las actividades de despalme se realizarán mediante maquinaria pesada, como excavadoras, retroexcavadoras, bulldozers y cargadores frontales, de acuerdo con las condiciones particulares de cada área.

El material que no sea susceptible de aprovechamiento podrá utilizarse en actividades de conformación, nivelación o acondicionamiento del terreno cuando técnicamente resulte viable. El material restante será manejado y dispuesto de acuerdo con sus características y conforme a la normatividad ambiental aplicable.

Limpieza y descapote

La limpieza y descapote comprenderá el retiro de materiales, residuos, vegetación remanente y elementos superficiales que interfieran con la ejecución de las obras, así como la remoción de la cobertura superficial del terreno en aquellas áreas donde resulte necesario.

Estas actividades se realizarán de manera progresiva en las superficies destinadas al tajo, planta de procesos, TMF, depósito de material estéril, campamento, talleres, patios, caminos y demás obras auxiliares.

La ejecución será controlada con la finalidad de evitar la dispersión de materiales, reducir la generación de polvo y minimizar la afectación de las superficies colindantes. Asimismo, se procurará conservar y manejar adecuadamente el suelo superficial que presente condiciones favorables para su posterior utilización en actividades de restauración y revegetación.

Los materiales que no sean susceptibles de aprovechamiento serán clasificados y manejados de acuerdo con sus características, evitando su disposición en cauces, zonas de escurrimiento o áreas ajenas a la huella autorizada del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

1. OBRAS Y ACTIVIDADES ASOCIADAS

Para la ejecución del proyecto se prevé posibles instalaciones de obras y servicios de carácter temporal, que brinden apoyo a las necesidades operativas del proyecto. Por lo que en caso de instalarse se consideran oficinas móviles, sanitarios portátiles, áreas acondicionadas para mantenimiento de la maquinaria dentro del área destinada para el cambio de uso de suelo, la ubicación dependerá de las necesidades operativas propias del proyecto, no generando afectaciones significativas al entorno, a través de medidas de mitigación y prevención ambiental.

Al concluir las actividades, las instalaciones serán retiradas.

2. CONSTRUCCIÓN

El desarrollo del **Proyecto Minero “La Cigarra”** se llevará a cabo de manera progresiva, conforme a la calendarización del programa de obra y a la secuencia de construcción y puesta en operación de las diferentes instalaciones que integrarán la

unidad minera. La superficie total considerada para el desarrollo del proyecto corresponde a **36.35 hectáreas**, dentro de la cual se contempla la construcción de las obras e instalaciones necesarias para la extracción y procesamiento de mineral de plata.

Las actividades darán inicio con la preparación y acondicionamiento de las áreas destinadas a las obras mineras, mediante el desmonte, despalme, movimientos de tierras, nivelación y conformación del terreno, así como la habilitación de accesos y caminos internos. Posteriormente, se llevará a cabo la construcción e instalación de la infraestructura minera y de servicios necesaria para el funcionamiento del proyecto.

Las principales actividades a desarrollar son las siguientes:

- **Construcción de plataformas y terracerías**

Consiste en la conformación de las superficies destinadas a las diferentes instalaciones mineras mediante actividades de corte, relleno, nivelación y compactación del terreno, con la finalidad de establecer condiciones adecuadas de estabilidad y capacidad de soporte para la construcción de las obras.

- **Habilitación y construcción de caminos mineros**

Comprende la adecuación de los accesos existentes y la construcción de los caminos internos requeridos para permitir el tránsito de maquinaria, vehículos, personal y materiales durante las etapas de construcción y operación. Estas actividades podrán incluir cortes, rellenos, nivelación, compactación y establecimiento de obras para el control y conducción de escurrimientos.

- **Desarrollo del tajo**

Comprende la preparación y desarrollo progresivo del tajo destinado a la extracción del mineral de plata, incluyendo la conformación de bancos y rampas, perforación, voladura controlada, excavación, carga y acarreo de mineral y material estéril.

- **Construcción de la planta de procesos**

Consiste en la preparación del área, construcción e instalación de los equipos e infraestructura necesarios para el procesamiento del mineral, incluyendo los circuitos de trituración, molienda, lixiviación, flotación y recuperación metalúrgica.

- **Construcción de la presa de jales (TMF)**

Comprende la preparación del sitio y construcción de la infraestructura destinada al almacenamiento y manejo de los jales generados durante el procesamiento del mineral, así como las obras necesarias para el control de filtraciones, recuperación de agua y manejo de escurrimientos.

- **Construcción del depósito de material estéril (WRSA)**

Consiste en la preparación y conformación del área destinada al almacenamiento del material estéril generado durante el desarrollo y explotación del tajo, considerando las obras necesarias para garantizar su estabilidad y controlar los escurrimientos y procesos erosivos.

CONSULTA PÚBLICA

- **Construcción de instalaciones auxiliares**

Incluye la habilitación del campamento y oficinas, patios y áreas de maniobras, talleres y demás instalaciones requeridas para apoyar las actividades de construcción y operación de la unidad minera.

- **Instalación de infraestructura y servicios**

Comprende la instalación de los sistemas de energía eléctrica, abastecimiento y manejo de agua, bombeo, drenaje, manejo de aguas de contacto, servicios sanitarios, telecomunicaciones y sistemas de seguridad y protección contra incendios requeridos para el funcionamiento del proyecto.

La ejecución de estas actividades se realizará de manera progresiva y dentro de las superficies previamente delimitadas para el proyecto, procurando que los trabajos se ajusten a la ingeniería y al programa de obra que se desarrollen para cada instalación. Asimismo, se implementarán las medidas de prevención, mitigación y control ambiental correspondientes durante las diferentes etapas del proyecto.

3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Una vez concluidas las actividades de preparación del sitio y construcción de las obras e instalaciones mineras, dará inicio la etapa de operación del Proyecto Minero “La Cigarra”, la cual se desarrollará de manera progresiva conforme a la puesta en funcionamiento de las diferentes áreas que integran la unidad minera y de acuerdo con el programa de operación establecido.

Durante esta etapa se llevarán a cabo las actividades propias de la explotación y procesamiento del mineral de plata, incluyendo la perforación y voladura controlada en el tajo, excavación, carga y acarreo de mineral y material estéril, así como las actividades de trituración, molienda, lixiviación, flotación y recuperación metalúrgica en la planta de procesos.

Asimismo, se realizará el manejo y disposición de los jales generados durante el procesamiento del mineral en la presa de jales (TMF), así como el almacenamiento del material estéril en el depósito de roca estéril (WRSA). De manera complementaria, se efectuarán actividades de manejo, captación, conducción y recirculación de aguas de contacto y escurrimientos, de acuerdo con los sistemas de control hidráulico establecidos para el proyecto.

Durante la operación también se realizarán actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura, maquinaria y equipos mineros, incluyendo caminos internos, plataformas, tajo, planta de procesos, talleres, sistemas de bombeo, instalaciones eléctricas, infraestructura hidráulica, sistemas de manejo de aguas y demás instalaciones auxiliares.

Asimismo, se efectuará la inspección y seguimiento periódico de las condiciones de estabilidad y funcionamiento de las principales obras, particularmente del tajo, depósito de material estéril, presa de jales, caminos y estructuras para el manejo de

CONSULTA PÚBLICA

escurrimientos, con la finalidad de identificar oportunamente condiciones que pudieran representar riesgos para la operación o el ambiente.

De igual manera, se implementarán actividades permanentes de limpieza, manejo y disposición de residuos, control de polvo en caminos y áreas de tránsito, mantenimiento de sistemas de drenaje y control de escurrimientos, así como los programas de monitoreo ambiental establecidos para el proyecto.

Las actividades de operación y mantenimiento se desarrollarán dentro de las superficies previamente autorizadas y delimitadas para el proyecto. No se contempla la remoción de vegetación adicional fuera de las áreas autorizadas para las obras e instalaciones, y cualquier intervención adicional que resulte necesaria deberá sujetarse previamente a las autorizaciones ambientales correspondientes.

4. ABANDONO DEL SITIO

Debido a la naturaleza del Proyecto Minero “La Cigarra”, se estima una vida útil de aproximadamente 10 años, durante los cuales se desarrollarán de manera continua las actividades de explotación y procesamiento de mineral, así como las labores de mantenimiento, monitoreo y gestión ambiental correspondientes.

Una vez concluida la etapa de operación, se contempla la ejecución de las actividades de cierre y post-cierre de la unidad minera, de acuerdo con el programa de cierre que se establezca y con las disposiciones ambientales y mineras aplicables.

En caso de que alguna instalación o área deje de utilizarse antes de la conclusión de la vida útil del proyecto, se podrán realizar acciones de cierre progresivo, incluyendo el retiro de infraestructura y equipos que hayan concluido su vida operativa, limpieza de las áreas, manejo y disposición adecuada de los residuos y sustancias remanentes, estabilización física de las superficies intervenidas y, cuando resulte técnica y ambientalmente viable, actividades de restauración y revegetación.

II.6.1. Utilización de explosivos

La explotación del tajo contempla actividades de perforación y voladura controlada. El almacenamiento, traslado, preparación y uso de explosivos, de ser aplicable, se realizará exclusivamente por personal autorizado y conforme a los permisos y disposiciones de la autoridad competente, incluidas las medidas de seguridad y control de acceso. Previamente a cada voladura se delimitará el área de exclusión, se establecerán horarios y avisos preventivos, se inspeccionarán barrenos y condiciones geotécnicas y se verificará la ausencia de personal no autorizado y fauna expuesta. Se mantendrán registros de los eventos de voladura y se evaluarán vibraciones, proyección de fragmentos, ruido y polvo cuando las condiciones de proximidad a receptores sensibles lo ameriten. La cantidad y tipo de explosivo por

CONSULTA PÚBLICA

evento, la frecuencia y el diseño de voladura deberán corresponder al programa minero autorizado.

II.6.2. Generación, manejo y disposición de residuos, sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

La presente integración comprende las actividades asociadas al funcionamiento del Proyecto Minero “La Cigarra”, considerando las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y cierre. Para efectos de la presente tabla se consideran los consumos, aprovechamiento de recursos naturales, emisiones, generación de residuos y descargas asociados a las principales actividades e instalaciones previstas para el desarrollo del proyecto.

El escenario de operación considera el funcionamiento del tajo, planta de procesos, presa de jales (TMF), depósito de material estéril (WRSA), campamento, oficinas, talleres, patios y áreas de maniobras, así como la infraestructura hidráulica, eléctrica y de servicios necesaria para el desarrollo de las actividades mineras.

La operación comprende actividades de perforación, voladura, carga y acarreo de mineral, trituración, molienda, flotación, lixiviación, recuperación metalúrgica, manejo de jales y disposición de material estéril, además de las actividades de mantenimiento, manejo de agua y gestión ambiental.

De acuerdo con la información disponible del Proyecto Ejecutivo y del PEA 2026, algunos consumos, emisiones y volúmenes de residuos aún no cuentan con memorias de cálculo definitivas, por lo que se presentan únicamente los valores disponibles y, cuando corresponde, se señala expresamente que el dato se encuentra pendiente de definición durante las etapas posteriores de ingeniería.

Concepto	Operación, mantenimiento y proyecto permanente (cantidad y unidades)
Consumo de energía eléctrica	La energía eléctrica será requerida para la operación de la planta de procesos, trituración, molienda, bombeo, flotación, lixiviación, recuperación metalúrgica, talleres, oficinas y servicios auxiliares. La generación eléctrica se contempla mediante planta de generación. El consumo anual de energía eléctrica y combustible se encuentra pendiente de definición, por lo que deberá establecerse mediante la ingeniería básica y los balances de energía correspondientes.

CONSULTA PÚBLICA

Consumo de agua	Durante la preparación y construcción se requerirá agua para riego de caminos, control de polvo, compactación, elaboración de concreto y servicios sanitarios. Durante la operación se contempla la recuperación y reúso de agua de la TMF, así como el aprovechamiento del agua captada en el tajo y de escurrimientos de las instalaciones. El agua recuperada de la TMF se estima preliminarmente entre 0 y 108,000 m³/mes, con un promedio aproximado de 47,000 m³/mes. Los escurrimientos máximos mensuales estimados son de aproximadamente 82,000 m³ en la TMF, 18,000 m³ en el WRSA, 31,000 m³ en el área de planta y 22,000 m³ en el tajo. Debido al déficit hídrico identificado en el balance preliminar, será necesaria una fuente complementaria de agua, cuyo volumen y procedencia deberán definirse.
Emisiones de gases de efecto invernadero	Las principales fuentes corresponderán a la combustión de maquinaria y equipo minero, camiones de acarreo, vehículos, generadores eléctricos y transporte asociado al proyecto. La cantidad de emisiones de GEI en t CO_2e/año se encuentra pendiente de cuantificación, debido a que aún no se cuenta con los consumos definitivos de combustibles, horas de operación y características finales de los equipos.
Aprovechamiento de otros recursos naturales (especificar)	Se contempla el aprovechamiento del mineral de plata, así como el uso de suelo, material pétreo y materiales necesarios para la construcción de caminos, plataformas e infraestructura. Durante la preparación del sitio se realizará la remoción de vegetación y suelo superficial dentro de las áreas autorizadas. Los volúmenes definitivos de mineral, material estéril, suelo y materiales pétreos deberán determinarse mediante la ingeniería del proyecto.
Generación de residuos peligrosos	Se prevé la generación de aceites usados, filtros, trapos y absorbentes contaminados, envases contaminados, baterías, suelos contaminados y residuos derivados del mantenimiento de maquinaria y equipo. Durante la operación se incorporarán además los residuos asociados al manejo de reactivos y sustancias utilizadas en el procesamiento mineral. Las cantidades de generación se encuentran pendientes de cuantificación y deberán determinarse conforme a los consumos, mantenimiento y operación definitiva de las instalaciones.
Generación de residuos de manejo especial	Se contempla la generación de escombros, chatarra, madera, embalajes, llantas, bandas, residuos de mantenimiento y lodos no peligrosos, principalmente durante las actividades de construcción, operación y mantenimiento. Las cantidades y frecuencia de generación se determinarán conforme avance la ingeniería y se establezcan los programas de mantenimiento.

CONSULTA PÚBLICA

Generación de residuos sólidos urbanos	Se generarán residuos sólidos urbanos derivados de las actividades del campamento, oficinas, comedor y servicios del personal. La cantidad de generación se encuentra pendiente de determinar en función de la plantilla definitiva de trabajadores y del régimen de operación del campamento.
Descargas de agua residual y/o de proceso, cuerpo receptor y ubicación UTM WGS84	Durante la preparación y construcción se generarán principalmente aguas residuales sanitarias, cuyo manejo se prevé mediante sistema séptico o solución autorizada. Durante la operación se contempla la captación y reúso de las aguas de contacto y filtraciones. El agua sobrenadante de la TMF será recuperada mediante barcaza y tubería para su reúso en la planta; las filtraciones y escurrimientos de los bordos serán captados en estanques y bombeados nuevamente hacia la TMF. Los escurrimientos del WRSA y del área de planta serán conducidos a estanques de retención y sedimentación para su aprovechamiento como agua de proceso. El agua captada en el tajo será conducida hacia el sistema de retención. No se prevé descarga de excedentes durante la operación normal bajo las condiciones promedio modeladas. En etapa de cierre se contempla un posible vertedor hacia el arroyo Las Tinajas, sujeto a demostrar previamente la calidad del agua, el caudal y obtener las autorizaciones correspondientes.

Jales

El proceso contempla la generación de jales espesados a aproximadamente:
55 % de sólidos en peso con una gravedad específica estimada del jal de: 2.7
La TMF tendrá una capacidad preliminar de aproximadamente: 30.4 millones de toneladas de jales equivalentes a aproximadamente: 21.8 millones de m³.

Emisiones atmosféricas

Las principales fuentes potenciales de emisiones durante la operación serán:

- Maquinaria minera.
- Camiones de acarreo.
- Perforadoras.
- Trituración y molienda.
- Generadores eléctricos.
- Transporte.
- Manejo de mineral y material estéril.
- Tránsito por caminos no pavimentados.

La estimación de emisiones de gases de efecto invernadero de la operación requiere integrar los consumos anuales de combustibles y energía eléctrica de la maquinaria, equipos mineros, planta de procesos y transporte. Durante el seguimiento ambiental se llevará un registro de consumos y se calcularán las emisiones correspondientes utilizando factores de emisión oficialmente reconocidos y consistentes con el inventario aplicable.

CONSULTA PÚBLICA

Residuos
Los residuos peligrosos previstos incluyen:

Aceites usados + filtros + trapos/absorbentes contaminados + envases contaminados + baterías + suelos contaminados + residuos de mantenimiento y laboratorio.

Los residuos de manejo especial incluyen:

Chatarra + llantas + bandas + madera + embalajes + escombros + lodos no peligrosos.
Los residuos sólidos urbanos serán generados principalmente en:
Campamento + oficinas + comedor + áreas de servicios.

Las cantidades de generación deberán establecerse posteriormente mediante los inventarios de residuos, consumos de insumos, número de trabajadores y programas de mantenimiento.

II.6.3. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Los residuos se segregarán desde su punto de generación en sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos, de acuerdo con sus características y la legislación aplicable. Se habilitarán áreas de almacenamiento temporal identificadas, techadas cuando corresponda, con superficies impermeables y contención secundaria para materiales y residuos susceptibles de producir escurrimientos contaminantes. Los aceites, filtros, absorbentes, envases y otros residuos peligrosos se identificarán y manejarán conforme a su clasificación y serán entregados a prestadores de servicios autorizados, conservando los manifiestos de entrega, transporte y recepción. Los residuos sólidos urbanos serán recolectados y trasladados a sitios permitidos por la autoridad competente; los residuos de manejo especial se sujetarán a los planes de manejo que resulten procedentes. Queda prohibida su quema, entierro y disposición en cauces o superficies no autorizadas. La infraestructura contará con señalización, equipos de atención a derrames, inspecciones periódicas y registros de generación y destino final.

CONSULTA PÚBLICA

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

El proyecto minero La Cigarra, ubicado en Hidalgo del Parral, Chihuahua, contempla una unidad de explotación de plata a cielo abierto, planta de beneficio con procesos de flotación y lixiviación, instalación de manejo de jales (TMF), depósito de roca estéril (WRSA), caminos y obras auxiliares. La evaluación de su viabilidad ambiental debe distinguir las atribuciones de la Federación, del Estado de Chihuahua y del Municipio, así como las autorizaciones previas al inicio de obras, las obligaciones de operación y las de cierre y post-cierre.

La vinculación se construye sobre tres niveles: i) disposiciones aplicables por la naturaleza de las obras mineras y la remoción de vegetación; ii) normas cuyo cumplimiento se activa por el tipo de residuos, emisiones, descargas y sustancias que efectivamente se manejen; y iii) instrumentos territoriales que deben cotejarse con la ubicación georreferenciada. La inclusión de una disposición normativa no constituye, por sí misma, constancia de autorización o cumplimiento; este último se acredita mediante resolutivos, permisos, programas, registros, análisis y bitácoras verificables.

III.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

El artículo 4º reconoce el derecho humano a un medio ambiente sano y exige que la actividad productiva incorpore medidas preventivas frente a la contaminación del suelo, aire y agua. En La Cigarra, tal mandato se materializa mediante la evaluación de impactos, la reducción de la superficie intervenida, el control de escurrimientos y el seguimiento ambiental de la operación y del cierre.

El artículo 25 orienta el desarrollo nacional hacia la sustentabilidad; el artículo 27 establece el régimen constitucional de los recursos naturales, incluidos los minerales y las aguas nacionales, y el artículo 115 reconoce atribuciones municipales en materia de usos del suelo y autorizaciones locales. Por ello, la concesión minera no debe confundirse con autorización ambiental, forestal, hídrica o urbanística.

III.2. Vinculación jurídica con las Leyes Federales aplicables

El marco federal se aplica de manera concurrente y por materias diferenciadas: impacto ambiental, cambio de uso del suelo forestal, vida silvestre, aguas nacionales, contaminación y gestión de residuos. El promovente deberá obtener las autorizaciones exigibles antes de la actividad regulada y mantener condiciones de seguimiento durante toda la vida útil del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Instrumento jurídico	Disposición aplicable	Vinculación con el proyecto
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Artículo 4°, derecho a un medio ambiente sano	El Proyecto La Cigarra contempla medidas de prevención, mitigación, restauración y, en su caso, compensación ambiental, orientadas a prevenir y reducir los impactos ambientales derivados de su ejecución.
LGEEPA	Disposiciones relativas a la Evaluación del Impacto Ambiental	El proyecto se someterá al procedimiento de evaluación ambiental correspondiente mediante la presentación de la MIA, identificando y evaluando los impactos ambientales y estableciendo las medidas de prevención y mitigación aplicables.
Reglamento de la LGEEPA en materia de EIA	Artículo 5 y demás disposiciones aplicables	Se atenderán los supuestos establecidos en el Reglamento para las obras y actividades proyectadas y, en su caso, para el cambio de uso del suelo.
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Disposiciones relativas al CUSTF	Cuando las obras impliquen cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se tramitará la autorización correspondiente ante la autoridad competente y se presentará el ETJ respectivo.
Reglamento de la LGDFS	Disposiciones relativas al CUSTF y ETJ	El proyecto integrará la información técnica, ambiental y forestal requerida para sustentar la solicitud de autorización de CUSTF, cuando resulte aplicable.
Ley General de Vida Silvestre	Protección y conservación de la vida silvestre	Se implementarán medidas de prevención, protección, rescate y reubicación de ejemplares de flora y fauna silvestre cuando resulte necesario.

CONSULTA PÚBLICA

NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección de especies nativas de flora y fauna silvestres en categoría de riesgo	Las especies identificadas dentro de alguna categoría de riesgo serán sujetas a medidas específicas de protección y manejo, conforme a la legislación aplicable.
Ley de Aguas Nacionales	Protección y aprovechamiento de aguas nacionales	Se evitarán actividades que puedan ocasionar contaminación o alteración de cuerpos y corrientes de agua, y se observarán las autorizaciones correspondientes cuando resulten aplicables.
LGPGIR	Manejo integral de residuos	Se establecerán medidas para la separación, almacenamiento, manejo, transporte y disposición de los residuos generados durante las diferentes etapas del proyecto.
Autorización en materia de Impacto Ambiental	LGEEPA y Reglamento en materia de EIA	La autorización ambiental correspondiente será gestionada previo al inicio de las obras y actividades sujetas a evaluación.
Autorización de CUSTF	LGDFS y su Reglamento	En caso de requerirse, se tramitará la autorización de Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales y se atenderán las medidas de compensación ambiental que determine la autoridad.

CONSULTA PÚBLICA

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

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), particularmente sus artículos 28, 30 y 35, sustenta el procedimiento de evaluación de impacto ambiental federal para las obras mineras y, en su caso, para la remoción de vegetación en terrenos forestales. La manifestación debe describir las obras, el sistema ambiental, los impactos previsibles, las alternativas y las medidas para evitarlos, mitigarlos o compensarlos. La resolución de impacto ambiental no sustituye autorizaciones de cambio de uso de suelo forestal, concesiones de agua, permisos de descarga ni demás títulos sectoriales.

En la ejecución, se consideran además las disposiciones generales sobre prevención de contaminación atmosférica, protección del agua y del suelo, restauración y manejo de materiales o actividades potencialmente riesgosas. En La Cigarra se prevé control de partículas en caminos, manejo seguro de reactivos y combustibles, retención de aguas de contacto, segregación de residuos y restauración progresiva de las superficies alteradas. La potencial obligación de

presentar estudio de riesgo ambiental deberá determinarse a partir del inventario máximo de sustancias peligrosas y los umbrales jurídicamente aplicables, no únicamente por tratarse de una mina.

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	La LGEEPA establece las bases para la preservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable del ambiente y de los recursos naturales, así como las disposiciones aplicables a las obras y actividades que puedan generar impactos ambientales.	El **Proyecto La Cigarra** se sujetará a las disposiciones de la LGEEPA mediante la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente, en la que se identifican, describen y evalúan los impactos ambientales potenciales asociados con las diferentes etapas del proyecto, así como las medidas preventivas, de mitigación, restauración y, en su caso, compensación ambiental.
	En materia de Evaluación de Impacto Ambiental, la Ley establece la obligación de obtener previamente la autorización correspondiente cuando las obras o actividades puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o afectar los ecosistemas, conforme a los supuestos establecidos en la propia Ley.	Previo al inicio de las obras y actividades que así lo requieran, el promovente tramitará las autorizaciones ambientales correspondientes ante la SEMARNAT, observando las condiciones y medidas que, en su caso, establezca la autoridad ambiental.
	El artículo 15 establece los principios de política ambiental que deberán observarse en la ejecución de obras y actividades, entre ellos el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, la prevención de los impactos ambientales y la conservación de los ecosistemas.	El proyecto contempla medidas destinadas a prevenir, minimizar y controlar los impactos sobre los componentes ambientales presentes en el área de estudio, particularmente sobre vegetación, fauna silvestre, suelo, agua, atmósfera y paisaje.

CONSULTA PÚBLICA

	La LGEEPA establece disposiciones para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo y sus recursos, así como para prevenir y controlar los procesos de degradación y contaminación.	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento se implementarán medidas de prevención y control de erosión, manejo adecuado del suelo, delimitación de las áreas de trabajo y manejo apropiado de residuos, con la finalidad de reducir la degradación del suelo.
	Asimismo, establece disposiciones para prevenir la contaminación del agua y proteger los ecosistemas acuáticos.	El proyecto implementará medidas para evitar la contaminación de escurrimientos y cuerpos de agua, así como prácticas adecuadas para el manejo de residuos y aguas residuales, evitando descargas no autorizadas.
	En materia de biodiversidad, la LGEEPA establece criterios para la preservación y protección de la flora y fauna silvestres.	Se implementarán medidas de protección, rescate y reubicación de ejemplares de flora y fauna silvestre cuando resulte necesario, así como acciones de prevención para reducir la afectación a individuos y hábitats durante la ejecución del proyecto.
	Cuando el proyecto implique Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales, deberán observarse las disposiciones ambientales y forestales aplicables.	En caso de que las superficies destinadas al desarrollo del Proyecto La Cigarra correspondan a terrenos forestales y requieran CUSTF, se gestionará ante la autoridad competente la autorización correspondiente y se presentará el Estudio Técnico Justificativo, conforme a la legislación forestal vigente.

CONSULTA PÚBLICA

III.2.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

El Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental desarrolla el régimen de las obras y actividades sujetas a autorización de la SEMARNAT, el contenido de la MIA particular, los procedimientos administrativos y

las condiciones de seguimiento. El proyecto se vincula con sus disposiciones sobre exploración, explotación y beneficio de minerales, infraestructura asociada y, cuando proceda, cambios de uso de suelo de áreas forestales. La descripción técnica incorpora etapas de preparación, construcción, operación, cierre y post-cierre y los capítulos V a VII articulan impactos, medidas y vigilancia.

La evaluación deberá considerar expresamente los efectos vinculados con el tajo, la presa de jales, el depósito de estériles, la planta de procesos, los caminos y el sistema hidráulico. Cualquier modificación relevante de alcance, superficie, capacidad o ubicación debe analizarse contra las condiciones de la autorización y las reglas aplicables a modificaciones, sin asumir que queda amparada automáticamente por la MIA inicial.

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental	El Reglamento establece las obras y actividades que requieren autorización previa de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en materia de evaluación del impacto ambiental.	El proyecto da cumplimiento a las disposiciones del REIA mediante la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental, en la cual se integran los elementos técnicos y ambientales necesarios para la evaluación de las obras proyectadas y del cambio de uso del suelo requerido.
	De acuerdo con el artículo 5 del REIA, las obras y actividades sujetas a evaluación incluyen aquellas relacionadas con el cambio de uso del suelo en áreas forestales, selvas y zonas áridas, contempladas en el inciso O) del citado artículo.	Para el Proyecto La Cigarra resulta aplicable el supuesto correspondiente a las obras y actividades que impliquen cambio de uso del suelo en terrenos forestales, selvas y zonas áridas, por lo que se someterá a evaluación de la autoridad ambiental la superficie que resulte técnicamente determinada para dicho cambio de uso del suelo.

CONSULTA PÚBLICA

	Para el presente proyecto, resulta aplicable dicha disposición debido a que se contempla el cambio de uso del suelo en una superficie de 31.311558 ha, correspondiente a vegetación de matorral desértico micrófilo, por lo que la actividad requiere ser sometida al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ante la SEMARNAT.	Asimismo, al incluir dentro del mismo procedimiento la evaluación del cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se atiende lo establecido en el artículo 14 del REIA, permitiendo que la autoridad ambiental valore de manera integral los impactos asociados al desarrollo del proyecto.
	Asimismo, el artículo 14 del REIA establece que cuando una obra o actividad requiera evaluación de impacto ambiental y además implique cambio de uso del suelo en áreas forestales, selvas o zonas áridas, el promovente podrá presentar una sola Manifestación de Impacto Ambiental que incluya la información correspondiente al proyecto y al cambio de uso del suelo.	El promovente considera medidas ambientales dirigidas a la conservación del suelo, protección de la biodiversidad, manejo adecuado de residuos, prevención de contaminación y recuperación de áreas afectadas, con la finalidad de garantizar que las actividades propuestas sean compatibles con la protección del ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

III.2.3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, especialmente su artículo 93 y las disposiciones reglamentarias relativas al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, exige autorización previa y justificación técnica de la remoción de vegetación forestal cuando el terreno reúna esa condición jurídica.

El ETJ deberá demostrar los supuestos legales de procedencia del CUSTF, incluyendo la evaluación del efecto sobre biodiversidad, erosión, captación de agua y otros servicios ambientales, así como las medidas de prevención, mitigación y compensación correspondientes. El Programa de Conservación de Suelos asociado al ETJ propone 35.0086 ha de tratamiento externo, 10,160.8 m de barreras de piedra, 6,103.2 m de acomodo de material vegetal muerto y ocho presas de piedra acomodada; su ejecución estará sujeta a disponibilidad de predios, compatibilidad territorial y validación de campo. Estas medidas forman parte de la respuesta a impactos de remoción de cubierta vegetal y erosión y deben seguirse mediante indicadores del Programa de Vigilancia Ambiental.

III.2.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento regulan la identificación, clasificación, almacenamiento, transporte

CONSULTA PÚBLICA

y manejo de residuos peligrosos, así como los planes de manejo aplicables. En La Cigarra podrán generarse aceites lubricantes usados, filtros, absorbentes contaminados, baterías, envases y reactivos de proceso, cuyos volúmenes y categorías deberán determinarse con base en inventarios reales. Su segregación, almacenamiento temporal, manifiestos y entrega a prestadores autorizados constituyen medidas verificables.

La explotación y beneficio también generarán jales y roca estéril, que requieren caracterización y plan de manejo de residuos mineros conforme a su régimen específico; no debe darse por hecho que todos los residuos mineros sean residuos peligrosos ni que estén exentos de obligaciones. Los residuos sólidos urbanos y de manejo especial tendrán circuitos de segregación, valorización y disposición con atención a las competencias locales.

III.2.5 Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento regulan el aprovechamiento de aguas nacionales, los títulos concesionales, la medición y las descargas o intervenciones en cauces y bienes nacionales. El diseño preliminar de La Cigarra considera recuperación de agua desde la TMF, recirculación de agua de contacto y obras de retención de escurrimientos. El balance hídrico del cliente presentado en el capítulo II se conserva como antecedente de ingeniería preliminar; no equivale a título de concesión ni demuestra por sí solo disponibilidad legal de abastecimiento.

La fuente de agua industrial y su volumen definitivo deberán quedar respaldados por los títulos y actos administrativos que correspondan. Si se prevén obras en cauces, ocupación de zona federal o descarga de aguas residuales a cuerpos receptores nacionales, deben tramitarse las autorizaciones procedentes y observarse los límites y condiciones de descarga. El vertedor conceptual de cierre de la TMF hacia el arroyo Las Tinajas no implica autorización de vertido y queda condicionado a estudios de calidad de agua, modelación y resolución de autoridad competente.

III.2.6 Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre, su Reglamento y la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sus modificaciones aplicables protegen ejemplares y poblaciones de especies nativas, especialmente las categorías de riesgo. Para La Cigarra resultan pertinentes los registros de fauna del sistema ambiental y del CUSTF, incluidos reptiles sujetos a categoría de riesgo y la revisión de hábitat potencial de águila real. La distribución potencial no debe presentarse como observación confirmada.

Previo al desmonte se realizarán recorridos, identificación de nidos y refugios, ahuyentamiento no lesivo y rescate/reubicación técnicamente procedente, con personal capacitado y autorizaciones cuando legalmente sean necesarias. La eficacia se documentará mediante registros de individuos, destino, seguimiento y

CONSULTA PÚBLICA

mortalidad, evitando extrapolar registros del sistema ambiental como presencia confirmada dentro de la huella minera.

III.2.7 Ley General de Cambio Climático

La Ley General de Cambio Climático incorpora criterios de mitigación de gases de efecto invernadero y adaptación frente a eventos climáticos. La operación minera prevé combustión por equipo de extracción, acarreo y generación eléctrica, además de consumo energético de trituración, molienda, bombeo y beneficio. El promovente deberá integrar consumos de combustible y energía, estimar emisiones cuando los umbrales y sistemas de reporte sean aplicables, y documentar mantenimiento, eficiencia y reducción de consumos.

Como adaptación, el diseño operativo y de cierre deberá contemplar precipitaciones intensas, periodos secos y estabilidad de taludes, obras de drenaje, almacenamiento de jales y depósito de estériles. No se asignan reducciones numéricas de GEI sin contar con consumos estimados o medidos.

III.3. Vinculación jurídica con la Leyes Estatales aplicables

Las competencias estatales y municipales no se extinguen por contar con una MIA federal. En Chihuahua deberán revisarse los instrumentos vigentes de protección ambiental, gestión de residuos de manejo especial, cambio climático, desarrollo forestal y asentamientos humanos, así como los trámites específicos ante la autoridad estatal. La aplicación concreta depende de la competencia material y de la existencia de instalaciones o actividades adicionales a las autorizadas federalmente.

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
Programa de Desarrollo Urbano aplicable al municipio de Hidalgo del Parral, Chihuahua	Los instrumentos de planeación urbana y territorial aplicables al municipio de Hidalgo del Parral establecen los criterios para el ordenamiento del territorio, la zonificación, los usos y destinos del suelo, así como las condiciones para el establecimiento y desarrollo de actividades dentro del centro de población y su área de influencia. Asimismo, determinan criterios relacionados con infraestructura, vialidad, servicios, crecimiento urbano y compatibilidad de usos de suelo.	El Proyecto “La Cigarra”, ubicado en el municipio de Hidalgo del Parral, Chihuahua, se sujetará a las disposiciones de planeación urbana y territorial que resulten aplicables a su ubicación específica, observando la zonificación, uso de suelo, compatibilidad de actividades, restricciones y demás criterios establecidos por las autoridades competentes.

CONSULTA PÚBLICA

Instrumentos de planeación urbana del municipio de Hidalgo del Parral	La regulación urbana municipal establece los criterios que deberán observarse para el aprovechamiento y ocupación del suelo, considerando las características del territorio, infraestructura existente, accesibilidad, servicios y compatibilidad con los usos colindantes.	El proyecto considera las condiciones actuales del sitio y su relación con la zona urbana de Hidalgo del Parral, por lo que su ejecución se realizará atendiendo los criterios de ordenamiento territorial, uso de suelo e infraestructura que correspondan. En su caso, se gestionarán ante las autoridades municipales y estatales las autorizaciones, licencias, permisos o dictámenes de uso de suelo que resulten aplicables.
Programa de Desarrollo Urbano de Hidalgo del Parral en proceso de actualización	El municipio de Hidalgo del Parral inició durante 2026 el proceso de consulta pública para un nuevo instrumento de desarrollo urbano, orientado a actualizar la planeación territorial y establecer criterios para el crecimiento ordenado y sostenible del municipio. (Hidalgo del Parral)	En virtud de que dicho instrumento se encontraba en proceso de actualización, el Proyecto observará el instrumento de planeación urbana que se encuentre vigente y legalmente aplicable al momento de su ejecución, así como las disposiciones que emitan las autoridades municipales y estatales competentes. El desarrollo del proyecto se sujetará a las autorizaciones correspondientes y procurará mantener la compatibilidad con el ordenamiento urbano de la zona.
Plan Municipal de Desarrollo de Hidalgo del Parral 2024–2027	El Plan Municipal de Desarrollo establece líneas de acción relacionadas con infraestructura sostenible, desarrollo urbano, servicios públicos, movilidad, agua potable, saneamiento y desarrollo económico, entre otros aspectos. El municipio señala que uno de sus ejes corresponde a Infraestructura Sostenible, orientado al desarrollo integral y a la mejora de los servicios e infraestructura municipal. (Hidalgo del Parral)	El Proyecto contempla medidas encaminadas a que las obras y actividades propuestas sean compatibles con el desarrollo ordenado del municipio, considerando la infraestructura y servicios existentes, así como la prevención y mitigación de impactos ambientales. Asimismo, se implementarán medidas de manejo de residuos, conservación del suelo, protección de flora y fauna y prevención de contaminación durante las diferentes etapas del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

III.3.1. Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Chihuahua

La Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Chihuahua establece instrumentos de política ambiental, regulación de actividades de competencia estatal, prevención de contaminación, ordenamiento ecológico y medidas de control. La mina debe adoptar medidas de protección del suelo, el aire y los cuerpos receptores, sujetando la infraestructura auxiliar a las autorizaciones estatales que procedan sin duplicar indebidamente la evaluación federal de la explotación minera.

En particular, el manejo de residuos de manejo especial y las emisiones de instalaciones de competencia estatal deberán evaluarse ante la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, en función de las características efectivas de cada fuente y de las disposiciones aplicables. El proyecto incluye separación, manejo y registro de residuos, control de partículas y atención a contingencias y derrames; el cumplimiento deberá acreditarse con expedientes de registro, bitácoras y comprobantes.

III.4. Vinculación jurídica con las Normas Oficiales Mexicanas

NOM-141-SEMARNAT-2003 (jales mineros). Es directamente pertinente a la TMF por establecer el procedimiento de caracterización del jal y especificaciones ambientales para selección de sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales. La información preliminar sobre recuperación de agua, control de filtraciones y cierre conceptual es un antecedente, no una demostración de conformidad. Se requiere integrar caracterización geoquímica, diseño geotécnico/hidrológico y documentación de estabilidad y operación.

NOM-157-SEMARNAT-2009 (planes de manejo de residuos mineros). Se vincula con jales y material estéril procedentes de extracción y beneficio. Deben inventariarse y caracterizarse corrientes mineras, establecerse segregación cuando resulte técnica y ambientalmente necesaria, medidas de prevención de drenaje ácido y trazabilidad de su manejo, con el plan exigible por la norma.

NOM-155-SEMARNAT-2007 (sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata). La planta contempla lixiviación en tanques y circuitos de recuperación, por lo que debe verificarse la hipótesis concreta de aplicación y los requisitos pertinentes al sistema que finalmente se seleccione. No debe confundirse una lixiviación en tanques con instalaciones de lixiviación en patios o pilas; la justificación final debe basarse en el alcance y definiciones de la NOM y el diseño real.

NOM-059-SEMARNAT-2010 (especies en riesgo) y modificaciones vigentes. Se utiliza para cotejar las especies registradas en flora y fauna de la unidad ambiental y del área CUSTF. Los programas de rescate, protección de nidos y medidas de exclusión se orientarán a registros verificados y a riesgos potenciales documentados, sin declarar ausencia de especies a partir de muestreos insuficientes.

NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-053-SEMARNAT-1993 (residuos peligrosos y toxicidad). Aplican a la identificación y clasificación de residuos de mantenimiento, laboratorio y proceso en cuanto corresponda. Se evitará asignar peligrosidad únicamente por denominación; se utilizarán listados, características y pruebas pertinentes, con manejo diferenciado de cada corriente.

CONSULTA PÚBLICA

NOM-001-SEMARNAT-2021 (descargas en cuerpos receptores propiedad de la Nación). Es aplicable si existen descargas reguladas a cuerpos receptores nacionales; su inclusión no debe interpretarse como que el proyecto realizará una descarga. La recirculación interna se mantiene como premisa operacional, y cualquier vertimiento de cierre requiere caracterización, tratamiento si procede y permisos.

NOM-080-SEMARNAT-1994 (ruido de escape de vehículos automotores) y disposiciones aplicables a fuentes fijas. La maquinaria, camiones y equipos auxiliares deberán mantenerse en condiciones de operación y atender las normas que correspondan por tipo de fuente. El programa ambiental prevé mantenimiento, atención a quejas y monitoreo según riesgo y proximidad de receptores.

NOM-161-SEMARNAT-2011 (residuos de manejo especial). Permite identificar flujos sujetos a planes de manejo según sus categorías y supuestos, incluyendo ciertos residuos de construcción, mantenimiento y servicios. La aplicación se determinará según tipo y cantidad efectivamente generados; se establecerán procedimientos de registro y destinos autorizados.

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 y NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 (suelos contaminados). Se consideran disposiciones de referencia para investigar y, cuando proceda, remediar derrames de hidrocarburos o contaminación por elementos específicos. Su empleo depende del contaminante y escenario real; las medidas primarias son prevención de fugas, contención y respuesta a incidentes.

NOM-127-SSA1-2021 (calidad del agua para uso y consumo humano). Será pertinente para el sistema de agua potable que abastezca personal e instalaciones, según el esquema de suministro. Los usos industriales del agua no sustituyen los controles sanitarios del agua de consumo.

NOM-023-STPS-2012 y disposiciones de seguridad laboral de minería. Aunque no sustituyen la regulación ambiental, complementan el control de riesgos por taludes, equipos, voladuras y emergencias. La gestión de explosivos y sustancias peligrosas deberá sujetarse, además, a la legislación específica y a los permisos de las autoridades competentes.

Por la naturaleza de las instalaciones proyectadas, deberán observarse, según su ámbito de aplicación, la NOM-141-SEMARNAT-2003 para la caracterización de jales y las especificaciones de ubicación, preparación, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales; la NOM-157-SEMARNAT-2009 relativa a planes de manejo de residuos mineros; la NOM-052-SEMARNAT-2005 para la identificación y clasificación de residuos peligrosos; la NOM-059-SEMARNAT-2010 para especies de flora y fauna silvestres en riesgo; así como las normas que correspondan a descargas de aguas residuales, emisiones, ruido y calidad de agua de acuerdo con las fuentes y actividades efectivamente previstas. La aplicabilidad de cada instrumento se determinará a partir de las características

CONSULTA PÚBLICA

técnicas definitivas y de los receptores ambientales identificados. En particular, la presa de jales requerirá sustentar su caracterización geoquímica, estabilidad, balance hídrico y medidas de control de filtraciones y escurrimientos.

III.5. Vinculación con los Programas de Ordenamiento Ecológico en sus diferentes categorías

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) funciona como instrumento de orientación de la política ambiental federal. La zonificación y estrategias correspondientes a la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) que cubra la huella definitiva deben identificarse mediante superposición espacial, y no deducirse únicamente a partir del municipio. La vinculación requiere presentar el nombre y número de UAB, rector de desarrollo, política ambiental, estrategias sectoriales y la interpretación específica sobre minería, vegetación, agua y suelos.

También debe verificarse si existen programas de ordenamiento ecológico regional o local decretados y vigentes para el área exacta de las obras. La celebración de convenios para formular un ordenamiento no equivale a su expedición ni convierte automáticamente sus propuestas en criterios obligatorios. En ausencia de evidencia suficiente sobre el instrumento cartográfico vigente y su alcance territorial, no puede afirmarse compatibilidad jurídica definitiva.

El proyecto ejecutivo ubica La Cigarra fuera de áreas naturales protegidas federales o estatales según sus antecedentes; dicha afirmación debe corroborarse con polígonos oficiales y análisis de cercanía. De igual manera, la coincidencia con una región hidrológica prioritaria es un factor de sensibilidad ambiental, pero no constituye por sí misma una prohibición de uso de suelo. La vinculación debe ponderar efectos hidrológicos y de biodiversidad y establecer medidas verificables de protección.

La congruencia territorial del proyecto deberá acreditarse mediante el análisis de las unidades ambientales y criterios aplicables del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio y, cuando existan y resulten vigentes, de los programas de ordenamiento ecológico regional, estatal o local que comprendan las coordenadas de las obras. La vinculación debe relacionar las políticas, estrategias y criterios de regulación identificados con la ocupación de suelo, disposición de jales, manejo de agua, estabilidad de depósitos y restauración, y acompañarse de su representación cartográfica. No se atribuye compatibilidad automática a la actividad minera por el solo hecho de ubicarse dentro de una unidad de gestión ambiental determinada.

III.5.1. Delimitación espacial para la vinculación territorial

El emplazamiento del proyecto minero La Cigarra se define mediante un polígono georreferenciado en coordenadas WGS 84, zona UTM 13 Norte. La superficie

CONSULTA PÚBLICA

geométrica calculada a partir de sus vértices es de aproximadamente 36.2673 ha. Para la descripción general se conserva la superficie de 36.35 ha declarada por el promovente; ambas cantidades deberán conciliarse en el plano y cuadro de construcción definitivos antes de cualquier solicitud administrativa que requiera precisión predial.

El polígono corresponde a la huella espacial general aportada para la MIA y el ETJ, y no debe confundirse con la delimitación del sistema ambiental, con las superficies de cambio de uso de suelo forestal calculadas en el ETJ ni con las áreas de restauración externa. Las características ecológicas y los efectos indirectos se evalúan a la escala del sistema ambiental; las afectaciones directas por desplante se asignan al polígono y a las obras respectivas.

III.5.2. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

Conforme al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012, y a la superposición cartográfica del proyecto con las Unidades Ambientales Biofísicas, el polígono de las obras mineras se localiza en la UAB 110, Bolsón de Mapimí Sur, Sistema Ambiental Regional 10.32. El sistema ambiental delimitado como CHF abarca, adicionalmente, una porción de la UAB 14, Sierras y Llanuras de Durango (Sistema Ambiental Regional 9.24). Esta última unidad se incorpora al diagnóstico regional, pero no se atribuye a la huella de intervención del proyecto. La representación cartográfica de ambas unidades y del CUSTF constituye el sustento de esta diferenciación espacial.

La UAB 110 tiene política de aprovechamiento sustentable y preservación, nivel de atención prioritaria bajo y rector del desarrollo correspondiente a preservación de flora y fauna. La ganadería y la minería figuran como sectores coadyuvantes; agricultura y desarrollo social, como asociados, y el sector forestal, como otro sector de interés. La presencia de la minería entre los sectores coadyuvantes no supone autorización automática ni exención de evaluación de impacto ambiental o cambio de uso de suelo forestal. Por el contrario, obliga a justificar la prevención, mitigación y seguimiento de los efectos generados por el tajo, la planta de beneficio, la presa de jales, el depósito de estériles y las obras auxiliares.

La tabla siguiente vincula la totalidad de las estrategias asignadas expresamente a la UAB 110 por el POEGT (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 Bis, 31, 32, 36, 37, 40, 41, 42, 43 y 44) con las obras y los compromisos ambientales del proyecto. Se distingue entre la correspondencia operativa directa, la relación contextual y las estrategias principalmente dirigidas a políticas y programas gubernamentales.

Estrategia del POEGT	Relación	Vinculación específica del proyecto
1, 2 y 3 — Preservación y monitoreo de biodiversidad	Directa	Delimitar áreas de desmonte, efectuar rescate y reubicación de especies susceptibles de manejo; verificar especies NOM-059 y mantener

CONSULTA PÚBLICA

		registros de fauna, flora, supervivencia y hábitat. Vinculación con inventarios del capítulo IV, impactos bióticos del V y vigilancia del VII.
4 — Aprovechamiento sustentable de ecosistemas y recursos	Directa	Reducir a la huella autorizada la remoción de vegetación, recuperar suelo orgánico donde sea técnicamente viable y ejecutar restauración progresiva; la extracción mineral requiere evaluación y autorizaciones propias.
5 y 6 — Suelos agropecuarios e infraestructura hidroagrícola	Indirecta / sectorial	No se proyecta infraestructura hidroagrícola como obra minera. Evitar afectación innecesaria de predios y escurrimientos destinados a usos pecuarios o agrícolas; cualquier interferencia deberá ser evaluada y atendida.
7 — Aprovechamiento sustentable de recursos forestales	Directa	Tramitar el CUSTF cuando corresponda, respetar límites autorizados y ejecutar los programas de rescate, conservación de suelos y restauración; no confundir la superficie CUSTF con la superficie general minera.
8 — Valoración de servicios ambientales	Directa	Reconocer funciones de infiltración, control de erosión, cobertura y hábitat; relacionar impactos del V con el programa de suelos del VI y el monitoreo del VII, sin asumir equivalencia real de retención de sedimentos no medida.
12 — Protección de ecosistemas	Directa	Prevenir contaminación por jales, material estéril, sustancias de proceso, aguas de contacto y residuos; implementar captación y reúso, monitoreo, contención y controles de estabilidad y contingencias.
13 — Agroquímicos y biofertilizantes	Indirecta	No es una actividad agrícola. En revegetación, evitar aplicaciones innecesarias de sustancias; cualquier insumo se empleará conforme a sus características y restricciones aplicables.
14 — Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas	Directa	Aplicar conservación de suelos y recuperación vegetal. El ETJ propone 35.0086 ha de

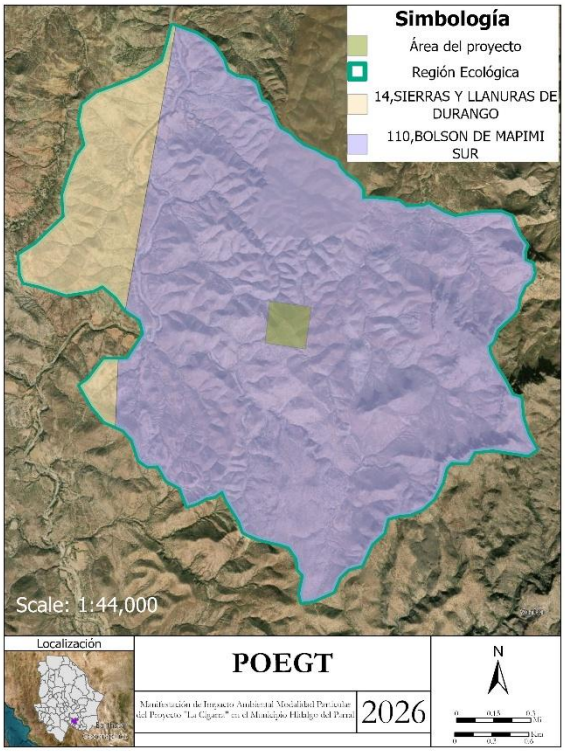
CONSULTA PÚBLICA

		intervención externa: 10,160.8 m de barreras de piedra, 6,103.2 m de material vegetal muerto y 8 presas preliminares (32 m³), sujetos a verificación de campo y tenencia.
15 y 15 Bis — Recursos no renovables y minería sustentable	Directa	Sustentar localización y técnica del tajo y beneficio, manejo diferenciado de jales y estériles, control de drenaje ácido potencial, seguridad hidráulica y plan de cierre; acreditar NOM y permisos aplicables, sin presumir estudios de detalle aún no disponibles.
31 y 32 — Infraestructura y servicios / coordinación sectorial	Contextual	La accesibilidad y los servicios auxiliares deben diseñarse evitando afectaciones fuera del polígono, coordinando caminos, abastecimiento y manejo de residuos con las autoridades competentes; no se atribuyen a la empresa facultades públicas.
36 y 37 — Actividades productivas y desarrollo regional	Contextual	El empleo y la contratación local pueden contribuir al desarrollo regional; deberán mantenerse controles de tránsito, polvo, ruido y seguridad para reducir efectos adversos en poblaciones próximas.
40, 41 y 42 — Atención social e integración territorial	Indirecta / sectorial	Estas estrategias se orientan principalmente a acciones institucionales y sociales. La empresa puede contribuir mediante contratación no discriminatoria, comunicación comunitaria y mecanismos de atención de inconformidades, sin alegar su cumplimiento integral.
43 y 44 — Integración territorial y coordinación institucional	Contextual	Verificar instrumentos oficiales de planeación y ordenamiento y observar autorizaciones federales, estatales y municipales aplicables. La MIA no sustituye licencias ni acredita por sí misma compatibilidad urbanística.

CONSULTA PÚBLICA

El POEGT constituye un instrumento de orientación de la política ambiental de la Administración Pública Federal; sus estrategias no equivalen por sí mismas a una autorización de minería. La congruencia ambiental se sustenta en la evaluación de impactos, el programa de conservación de suelos, el manejo del agua y residuos y el cierre progresivo, manteniendo por separado las autorizaciones sectoriales que resulten exigibles.

Respecto de la UAB 14, la intersección corresponde a una parte del sistema ambiental CHF. Por ello se considera su política regional de aprovechamiento sustentable como marco para el análisis acumulativo y el seguimiento de efectos indirectos, sin atribuirle ocupación directa por el proyecto conforme al mapa presentado.



III.5.3. Ordenamiento regional, estatal y local y planeación urbana

La aplicabilidad de programas estatales, regionales o locales de ordenamiento ecológico depende de su expedición oficial, vigencia y cobertura geográfica efectiva sobre el predio. Para todo programa decretado que abarque el polígono deberán identificarse la unidad de gestión ambiental, la política, los usos compatibles o condicionados y los criterios ecológicos específicos, y confrontarlos con cada actividad minera. La existencia de propuestas, proyectos en consulta o anuncios de actualización no equivale a una disposición jurídica vigente.

La delimitación del centro de población y la cobertura del programa de desarrollo urbano municipal deben revisarse respecto de la ubicación rural del proyecto, sin presumir que las reglas del centro de población se extienden a todo el municipio. Si el predio queda dentro del ámbito regulado se deberá documentar la clasificación de uso del suelo y tramitar la constancia, licencia o dictamen correspondiente, según proceda. La utilización de terrenos privados o ejidales también exige acreditar la disponibilidad jurídica para la ocupación, independientemente de los permisos ambientales.

III.5.4. Áreas de conservación y restricciones hidrológicas

La revisión de Áreas Naturales Protegidas federales y estatales, sitios prioritarios, regiones hidrológicas prioritarias, cauces y zonas federales deberá distinguir entre un traslape jurídicamente restrictivo y una condición de sensibilidad ambiental que exige precauciones técnicas. La pertenencia a una región hidrológica prioritaria no constituye, por sí sola, una prohibición general de actividades mineras. En caso de intervención de cauces, zonas federales o bienes nacionales deberán atenderse las autorizaciones competentes y los criterios de protección de calidad de agua, continuidad hidráulica y control de sedimentos.

III.5.5. Vinculación territorial con las medidas ambientales

La prevención de impactos por remoción de cobertura y exposición del suelo se relaciona con la delimitación y secuenciación del desmonte, recuperación del suelo orgánico, estabilización de taludes y revegetación. Como mecanismo complementario de restauración, se considera el Programa de Obras y Prácticas de Conservación de Suelos previsto para el ETJ, el cual propone 35.0086 ha de tratamiento externo, con 10,160.8 m de barreras de piedra acomodada, 6,103.2 m de acomodo de material vegetal muerto y ocho sitios preliminares para presas de piedra acomodada, sujetos a validación en campo, compatibilidad con propiedad y cauces y ajustes de ingeniería.

El programa referido constituye una propuesta técnica de intervención externa y no debe contabilizarse como superficie de desplante minero ni como sustituto de la compensación ambiental que, en su caso, determine la autoridad forestal. La eficacia deberá documentarse mediante indicadores de estabilidad de las obras, retención de sedimentos, ausencia de nuevos procesos erosivos y recuperación de la cobertura vegetal; su ejecución se vincula a las medidas del capítulo VI y al seguimiento del capítulo VII.

III.6. Vinculación con el medio socioeconómico

En el ámbito municipal deben observarse los instrumentos vigentes de desarrollo urbano, uso del suelo, reglamentación de construcción, apertura o adecuación de caminos y protección civil, dentro de la competencia del Ayuntamiento de Hidalgo del Parral y sin confundir la jurisdicción municipal con el otorgamiento de

CONSULTA PÚBLICA

concesiones mineras o autorizaciones federales. La compatibilidad urbanística se determina contrastando las coordenadas de las obras con los planes y zonificaciones oficialmente publicados y vigentes.

La ubicación en terrenos privados y ejidales exige acreditar los actos jurídicos de disponibilidad de la superficie efectivamente ocupada y, cuando proceda, atender las disposiciones agrarias aplicables. La autorización minera o ambiental no reemplaza acuerdos sobre posesión, servidumbres, acceso ni los permisos municipales exigibles. La relación con comunidades cercanas deberá reflejarse en información sobre tránsito pesado, seguridad vial, polvo, ruido, demanda de servicios y canales de atención a quejas.

La relación técnica entre capítulos se establece de la siguiente forma: las obligaciones ambientales aquí descritas se traducen en impactos del capítulo V (suelo, agua, vegetación, fauna, aire, ruido y paisaje), medidas del capítulo VI (protección, rescate, manejo hidráulico y residuos, conservación de suelos), y compromisos del capítulo VII (indicadores, responsables y frecuencias). El Programa de Conservación de Suelos del ETJ constituye una medida vinculada a la erosión y escurrimiento, sin reemplazar las obras de manejo de aguas de contacto ni la ingeniería de seguridad de la TMF.

CONSULTA PÚBLICA

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

En este apartado se caracteriza el Sistema Ambiental Regional (SAR) a partir de sus componentes bióticos y abióticos, considerando las condiciones actuales del entorno y su relación con las obras y actividades del proyecto. Asimismo, se analizan las tendencias de transformación, desarrollo y posible deterioro ambiental que se presentan en el área de estudio, con el propósito de reconocer los procesos que influyen en su estructura y funcionamiento.

La información integrada permitirá establecer el estado ambiental de referencia o línea base, la cual servirá como punto de comparación para identificar y valorar las modificaciones potenciales que pudieran derivarse de la ejecución del proyecto.

IV.1. Delimitación y justificación del Sistema Ambiental donde pretende establecerse el proyecto

Región Hidrológica

Es un área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la Cuenca Hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas

y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas.

La Cuenca Hidrológica es una unidad natural, cuyos límites físicos son definidos por la divisoria superficial de las aguas, también conocida como “parteaguas”. Ante la presencia de lluvia y de los caudales base, el parteaguas permite configurar una red de drenaje superficial que canaliza las aguas hacia otro rio, el mar u otros cuerpos de agua.

La Sistema Ambiental Regional, así como el área del proyecto se localizan dentro de la Región Hidrológica “RH24” Bravo Conchos, en la Cuenca “L” R. Conchos – P. de la Boquilla en la Subcuenca “b” R. Conchos – Valle de Zaragoza.

Región Hidrológica		Cuenca		Subcuenca	
RH	**Nombre**	**Clave**	**Nombre**	**Clave**	**Nombre**
RH24	Bravo Conchos	L	R. Conchos – P. de la Boquilla	b	R. Conchos – Valle de zaragoza

Tabla 1. Región Hidrológica-Cuenca-Subcuenca donde se encuentra el proyecto

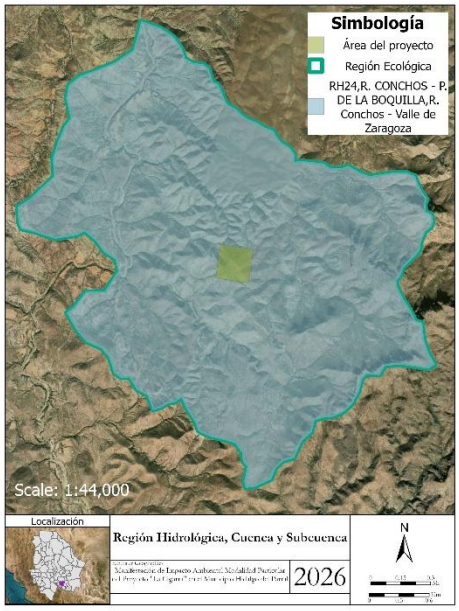


Ilustración 1. Región Hidrológica, Cuenca y Subcuenca

IV.1.2. Delimitación del área de influencia

La delimitación del Área de Influencia del proyecto se realizó considerando la naturaleza, extensión espacial e intensidad de los impactos ambientales significativos identificados durante la evaluación ambiental, así como los impactos acumulativos, sinérgicos y residuales derivados de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto "La Cigarra".

Los impactos de mayor relevancia corresponden a la remoción y modificación de la cobertura vegetal, principalmente de vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, bosque de encino y pastizal natural, así como a la modificación permanente del relieve y del uso del suelo, pérdida y fragmentación de hábitat para fauna silvestre, incremento potencial de procesos erosivos y generación de sedimentos, además de emisiones de partículas, ruido y vibraciones asociadas a las actividades mineras.

No obstante, la aplicación de las medidas preventivas, de reducción, rehabilitación, compensación y remediación propuestas disminuye considerablemente la magnitud y permanencia de dichos impactos, limitando su propagación fuera del predio.

Área de Influencia Directa (AID).

El Área de Influencia Directa (AID) corresponde a la superficie en la que se desarrollarán de manera directa las obras y actividades del Proyecto Minero “La Cigarra”, promovido por Grupo Northair de México, ubicado en el municipio de Hidalgo del Parral, Chihuahua, y en la cual se manifestarán de forma inmediata los principales efectos ambientales derivados de las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, cierre y post-cierre del proyecto.

El AID comprende la superficie destinada al establecimiento de las obras e instalaciones que integran el proyecto minero, considerando principalmente el tajo, la planta de procesos, la instalación para el manejo y disposición de jales (TMF), el depósito de roca estéril (RMF/WRSA), el campamento y oficinas, patios y áreas de maniobras, talleres, así como los caminos e infraestructura auxiliar necesarios para el desarrollo de las actividades mineras.

La superficie total del proyecto corresponde a 36.35 hectáreas, dentro de la cual se ha identificado preliminarmente una superficie aproximada de 22.69 hectáreas asociada a las principales áreas de infraestructura y operación, distribuida de la siguiente manera: 5.63 ha para el tajo, 3.53 ha para la planta de procesos, 4.49 ha para la presa de jales (TMF), 3.71 ha para el depósito de roca estéril (WRSA), 2.13 ha para campamento y oficinas, 2.10 ha para patios y maniobras y 1.10 ha para talleres. La superficie restante corresponde a áreas complementarias y/o superficies cuya delimitación deberá precisarse conforme avance la ingeniería de detalle y se consolide la huella definitiva del proyecto.

Dentro del AID se concentrarán los impactos ambientales de mayor intensidad sobre los componentes suelo, vegetación, fauna, agua, atmósfera y paisaje, debido principalmente a las actividades de desmonte y despalme, excavación, conformación y modificación del relieve, compactación del terreno, construcción y establecimiento de infraestructura, extracción y manejo de mineral, generación y disposición de jales y roca estéril, así como al tránsito y operación de maquinaria, vehículos y equipos mineros.

CONSULTA PÚBLICA

Durante las diferentes etapas del proyecto también se presentarán efectos temporales, periódicos y recurrentes asociados con la generación de partículas suspendidas, emisiones de gases de combustión, ruido y vibraciones, particularmente durante las actividades de preparación del sitio, perforación, voladura, extracción, trituración, procesamiento, acarreo y movimiento de materiales. Estos efectos se concentrarán principalmente en las áreas operativas y de tránsito de maquinaria, disminuyendo su intensidad conforme aumenta la distancia respecto de las fuentes emisoras.

Asimismo, la delimitación del AID considera la necesidad de integrar las superficies funcionales asociadas al desarrollo y operación del proyecto, incluyendo aquellas destinadas al manejo y control de aguas de contacto y escurrimientos superficiales, almacenamiento temporal de materiales y residuos, circulación y maniobras, así como las áreas requeridas para las actividades de cierre, rehabilitación y restauración ambiental.

La delimitación definitiva del Área de Influencia Directa deberá ajustarse a la huella final del Proyecto Minero “La Cigarra” que resulte de la ingeniería de detalle, de la definición definitiva de las obras e instalaciones y de los estudios ambientales especializados. En este sentido, el AID podrá ser precisado durante el desarrollo de la evaluación ambiental, considerando tanto las superficies directamente ocupadas por las obras como aquellas áreas funcionalmente vinculadas a su construcción, operación, cierre y post-cierre.

Área de Influencia Indirecta.

El Área de Influencia Indirecta (AII) corresponde al entorno que circunda al Área de Influencia Directa (AID) del Proyecto Minero “La Cigarra”, dentro del cual pueden manifestarse efectos ambientales secundarios, de menor intensidad y, en algunos casos, de carácter temporal, derivados de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación, cierre y post-cierre del proyecto.

Los principales efectos que pueden extenderse fuera de la huella directa de las obras se encuentran asociados a:

- Desplazamiento y modificación temporal de los patrones de movimiento de la fauna silvestre, como consecuencia de la presencia humana, operación de maquinaria, tránsito vehicular, ruido y vibraciones.
- Dispersión de partículas suspendidas y polvo, particularmente durante las actividades de desmonte, excavación, extracción, trituración, manejo y transporte de mineral, así como por el tránsito de vehículos sobre caminos y superficies sin pavimentar.
- Generación y propagación de ruido y vibraciones, principalmente asociados con la operación de maquinaria y equipos mineros, perforación, voladuras, trituración, acarreo y demás actividades propias de la explotación.

CONSULTA PÚBLICA

- Modificación local de los patrones de escurrimiento superficial, derivada de la conformación del terreno, construcción de caminos, instalación de infraestructura y establecimiento de obras para el manejo y control de aguas.
- Alteración de las condiciones visuales y paisajísticas del entorno, principalmente por la presencia del tajo, depósitos de materiales, planta de procesos y demás infraestructura asociada al proyecto.
- Incremento temporal del tránsito vehicular y de maquinaria, con posibles efectos secundarios sobre la fauna, la calidad del aire, los niveles de ruido y las condiciones de movilidad en el entorno inmediato.
- Posibles efectos sobre la calidad del agua superficial, asociados principalmente al manejo de escurrimientos y aguas de contacto, los cuales estarán sujetos a las medidas de prevención, control y manejo ambiental establecidas para el proyecto.

Se considera que la magnitud de estos efectos disminuirá gradualmente conforme aumenta la distancia respecto de las fuentes que los generan, por lo que su comportamiento será predominantemente local y circunscrito al entorno inmediato del proyecto. No obstante, debido a la naturaleza de las actividades mineras, particularmente aquellas relacionadas con la explotación, procesamiento de mineral, generación y manejo de jales y roca estéril, así como el uso de maquinaria, tránsito vehicular y actividades de perforación y voladura, el AII deberá considerar un ámbito espacial suficiente para representar adecuadamente los posibles efectos indirectos sobre los componentes ambientales.

La delimitación del Área de Influencia Indirecta comprende el entorno inmediato al predio del proyecto y las áreas colindantes que pudieran recibir efectos secundarios derivados de la operación de las obras e instalaciones, incluyendo aquellas relacionadas con el desplazamiento de fauna, dispersión de partículas, propagación de ruido y vibraciones, modificación de escurrimientos superficiales y percepción visual del proyecto.

Asimismo, para su delimitación se consideran las características del medio natural y las condiciones ambientales existentes en el entorno del proyecto, así como la conectividad de los elementos de vegetación, fauna, suelo y drenaje superficial que pudieran favorecer la propagación de determinados efectos ambientales.

La extensión definitiva del AII deberá establecerse con base en los resultados de los estudios ambientales especializados, las características de la ingeniería del proyecto y la modelación de los principales factores de dispersión y propagación de impactos, particularmente calidad del aire, ruido, vibraciones, escurrimientos superficiales y paisaje. De esta manera, el AII permitirá representar adecuadamente aquellos efectos que, aunque no impliquen una ocupación directa del territorio, puedan manifestarse de manera secundaria durante las diferentes etapas del Proyecto Minero “La Cigarra”.

CONSULTA PÚBLICA

IV.1.3. Dimensión y caracterización del proyecto

La superficie destinada al desarrollo del Proyecto Minero “La Cigarra” comprende un total de 36.35 hectáreas, en las cuales se prevé la instalación y operación de las distintas obras e infraestructuras que conforman el proyecto. Entre sus componentes principales se incluyen el tajo minero, la planta de procesos, la presa de jales (TMF), el depósito de material estéril (WRSA), así como el campamento, las oficinas, los patios, los talleres y las áreas destinadas a maniobras.

IV.2. Medio abiótico

IV.2.1. Clima

El sistema de Köppen se basa en que la vegetación natural tiene una clara relación con el clima, por lo que los límites entre un clima y otro se establecieron teniendo en cuenta la distribución de la vegetación. Los parámetros para determinar el clima de una zona son las temperaturas y precipitaciones medias anuales y mensuales, y la estacionalidad de la precipitación.

Grupo B: Secos. En este clima las temperaturas medias anuales son inferiores a la evapotranspiración potencial. Es el clima de las estepas y desiertos.

Dentro de la Sistema Ambiental Regional y de acuerdo con la ubicación del proyecto el tipo de clima que corresponde es el grupo B, tal y como se describe a continuación.

Tabla 2. Descripción del clima

Grupo climático	Clave	Descripción
Semiseco templado	BS1kw(w)	Temperatura media anual templada (12°C a 18°C). Los veranos son cálidos (>18°C o >22°C) y los inviernos pueden ser fríos. Precipitación escasa todo el año, comúnmente entre 200 y 300 mm anuales, con lluvias concentradas principalmente en el verano.

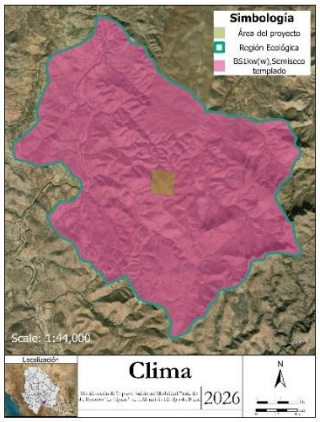


Ilustración 2. Tipo de Clima

CONSULTA PÚBLICA

IV.2.2. Temperatura

La estación meteorológica más cercana al área de estudio es la “Chihuahua (OBS) (8040)” SMN la cual se encuentra activa, se ubica en las coordenadas latitud 28.670819° y longitud -106.031002° a una altitud de 1,509 msnm y que está a cargo de la CONAGUA/SMN.

La variable temperatura tiene un promedio anual de **19.5 °C**, encontrándose el mes de junio como el mes más caluroso con una temperatura de 34.8 °C y siendo el mes de enero como el mes más frio con una temperatura de 2.8 °C.

Tabla 3. Datos históricos de temperatura y precipitación

Servicio Meteorológico Nacional Normales Climatológicas de Estaciones Meterologicas en el Estado de Chihuahua													
Municipio: Chihuahua Clave: 8040 Nombre: Chihuahua (OBS) Periodo: 1991-2020													
Elementos	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**ANUAL**
Temperatura maxima normal	18.4	21.8	25.1	28.9	32.8	34.8	32.9	31.5	29.6	27.7	22.5	19	27.1
Temperatura minima normal	2.8	5.1	8.4	11.8	15.9	19.8	20.1	18.9	16.7	12	7.2	3.4	11.8
Temperatura media normal	10.6	13.5	16.8	20.4	24.3	27.3	26.5	25.2	23.1	19.8	14.8	11.2	19.5
Precipitación	6.5	4	5.3	7.3	14.5	35.7	97.7	84.2	68.1	23.5	11.7	11.6	370.1

Presencia de fenómenos naturales

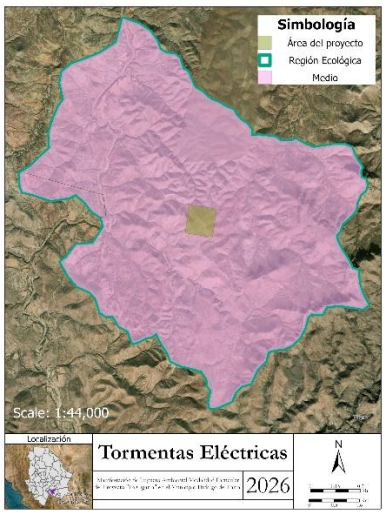
Para la evaluación de dichos fenómenos se descargó el shape de Indicadores Municipales de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad disponible en la página oficial del Atlas Nacional de Riesgos.

Tormentas eléctricas

Las tormentas eléctricas en México ocurren entre mayo y octubre. Se presentan con mayor frecuencia durante horas de la tarde o de la noche. Además, su ámbito es local o regional y son intermitentes como resultado de la topografía del país (UNAM,2007). Así, el promedio anual de días con tormenta es de 30 y el máximo es de 100 sobre las sierras Madre Oriental, Madre Occidental, Madre del Sur, Madre de Chiapas, Montañas del Norte de Chiapas y Sistema Volcánico Transversal.

De acuerdo con la ubicación de la Sistema Ambiental Regional se tiene un índice de vulnerabilidad Medio a tormentas eléctricas.

CONSULTA PÚBLICA



Ciclones tropicales.

Los ciclones tropicales son una masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona central. En el hemisferio norte giran en sentido contrario a las manecillas del reloj. Se forman en el mar, cuando la temperatura es superior a los 26 °C (CENAPRED, 2019).

El estado de Chihuahua donde se ubica el proyecto, en sus límites no se encuentran costas, por lo que la presencia de huracanes es prácticamente nula, así mismo el Centro Nacional para la Prevención de Desastres no lo señala dentro de los estados con probabilidad de presencia de ciclones en un año. En algunos estados vecinos han presentado diversos eventos de huracanes, mismos que han afectado a diversas regiones del estado de Chihuahua.

Año	Ciclón tropical	Cuenca	Categoría o etapa relevante	Lugar de impacto o trayectoria relevante	Relación documentada con Chihuahua	Tipo de afectación
1974	**Orlene**	Pacífico	DT en el primer impacto y H1 en el segundo	Laguna Monroy, Oaxaca; posteriormente La Cruz, Sinaloa	CONAGUA incluye a Chihuahua entre los estados afectados, junto con Oaxaca, Guerrero, Sinaloa y Durango. (conagua.gob.mx)	Registro histórico
1980	**Danielle**	Atlántico	Depresión tropical	Ingreso por las inmediaciones de Ciudad Acuña, Coahuila	Chihuahua y Coahuila aparecen como entidades afectadas. (conagua.gob.mx)	Registro histórico
1990	**Rachel**	Pacífico	Tormenta tropical en sus impactos	Cabo San Lucas, B.C.S.; posteriormente	Chihuahua aparece entre los estados afectados, junto con Baja California Sur y	Registro histórico

CONSULTA PÚBLICA

				Los Mochis, Sinaloa	Sinaloa. (conagua.gob.mx)	
1996	**Fausto**	Pacífico	H3 como intensidad máxima; H1 en los impactos	Todos Santos, B.C.S.; posteriormente inmediaciones de San Ignacio, Sinaloa	CONAGUA identifica afectaciones en Baja California Sur, Sinaloa, Sonora y Chihuahua. (conagua.gob.mx)	Registro histórico
1998	**Isis**	Pacífico	TT en el primer impacto y H1 en el segundo	Los Cabos, B.C.S.; posteriormente Topolobampo, Sinaloa	Chihuahua aparece como estado afectado, junto con Baja California Sur, Sinaloa y Sonora. (conagua.gob.mx)	Registro histórico
2008	**Dolly**	Atlántico	H2 como intensidad máxima; TT y posteriormente DT sobre el norte de México	Península de Yucatán; reingreso próximo a Nuevo Laredo, Tamaulipas; recorrido por Coahuila y Chihuahua	Después de degradarse a depresión tropical, el sistema avanzó sobre Chihuahua y salió del país cerca de Ciudad Juárez. (Servicio Meteorológico Nacional)	**Directa por trayectoria de remanentes**
2008	**Norbert**	Pacífico	H4 máximo; H2 en Puerto Cortés, H1 en Sonora y TT sobre Chihuahua	Puerto Cortés, B.C.S.; posteriormente 25 km al sureste de Yavaros, Sonora	El 12 de octubre se degradó a tormenta tropical sobre Chihuahua, a 10 km al oeste de San Rafael; después se debilitó a depresión tropical al norte de la ciudad de Chihuahua. (Servicio Meteorológico Nacional)	**Directa por trayectoria**
2014	**Odile**	Pacífico	H4 como intensidad máxima; posteriormente depresión y remanentes	Impactó Baja California Sur y continuó hacia Sonora	Durante el evento, el SMN relacionó la circulación y remanentes de Odile con lluvias fuertes, de aproximadamente 25 a 50 mm, en Chihuahua. (Gobierno de México)	Indirecta por precipitación
2016	**Newton**	Pacífico	H1; posteriormente tormenta, depresión y baja remanente	Atravesó Baja California Sur y posteriormente Sonora	El SMN documentó lluvias intensas asociadas con Newton y sus remanentes en Chihuahua, con acumulados potenciales de 75 a 150 mm en sectores del estado. (Gobierno de México)	Indirecta por precipitación y remanentes

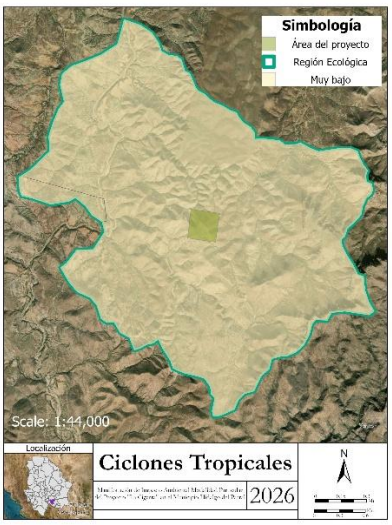
CONSULTA PÚBLICA

2017	**Lidia**	Pacífico	Tormenta tropical	Impactó Baja California Sur y continuó hacia el noroeste de México	Sus bandas nubosas y la interacción con otros sistemas meteorológicos se relacionaron con lluvias muy fuertes en Chihuahua. (Gobierno de México)	Indirecta por precipitación
2018	**Rosa**	Pacífico	Huracán intenso; posteriormente tormenta y baja remanente	Península de Baja California y noroeste de México	La baja presión remanente de Rosa contribuyó, en interacción con otros sistemas, a la generación de tormentas fuertes en Chihuahua. (Gobierno de México)	Indirecta por remanentes
2021	**Enrique**	Pacífico	Huracán H1; posteriormente TT y DT	Se desplazó frente a las costas de Jalisco, Nayarit, Sinaloa y Baja California Sur	CENAPRED documentó afectaciones por inundación en municipios de Chihuahua vinculadas con el paso de Enrique, incluyendo acumulación de agua, afectaciones viales y arrastre de vehículos. (CENAPRED)	**Indirecta con afectaciones documentadas**
2022	**Kay**	Pacífico	H2 máximo; H1 al tocar tierra	Tocó tierra cerca de Bahía Asunción, Baja California Sur	Durante el periodo de Kay se registraron **27.5 mm en Guerachi y 12.5 mm en Norogachi, Chihuahua**. (Servicio Meteorológico Nacional)	Indirecta con precipitación medida
2023	**Harold**	Atlántico	Tormenta tropical; DT al ingresar al noreste de México	Tocó tierra en Padre Island, Texas, e ingresó a México cerca de Hidalgo, Coahuila	Durante su periodo se registraron **16.0 mm en Batovira, 43.0 mm en Chínipas y 42.8 mm en El Vergel, Chihuahua**. (Servicio Meteorológico Nacional)	Indirecta con precipitación medida

Tabla 4. Ciclones Tropicales que afectaron el estado de Chihuahua.

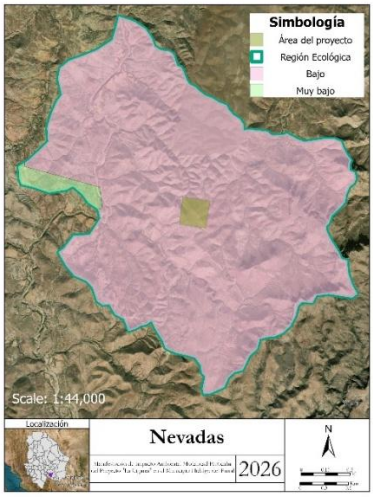
Conforme con la información obtenida de los datos reportados por SMN y de acuerdo con el Centro Nacional para la prevención de Desastres, se observa una muy baja vulnerabilidad de ciclones tropicales en el área de la Sistema Ambiental Regional.

CONSULTA PÚBLICA



Nevadas.

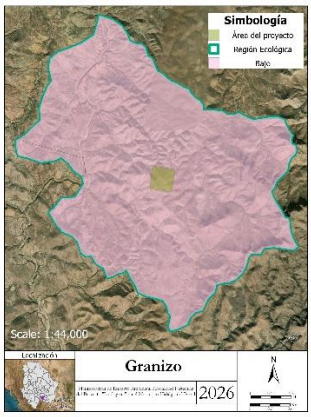
Según el índice de días con nevadas a nivel nacional que brinda el Atlas Nacional de Riesgos, el grado de riesgo por nevada es bajo y muy bajo para el municipio de Hidalgo del Parral, donde se encuentra la Sistema Ambiental Regional del presente proyecto.



Granizadas.

La Sistema Ambiental Regional, se localiza dentro del municipio de Hidalgo del Parral, donde se tiene una vulnerabilidad por granizo nivel bajo.

CONSULTA PÚBLICA



Sequias.

La sequía constituye uno de los fenómenos hidrometeorológicos de mayor relevancia para el municipio de Hidalgo del Parral, Chihuahua, debido a las condiciones climáticas semiáridas de la región, la irregularidad temporal de las precipitaciones y la ocurrencia recurrente de periodos prolongados con déficit de humedad.

De acuerdo con el **Monitor de Sequía en México (MSM)**, elaborado por el Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional del Agua, la sequía se determina mediante el análisis conjunto de diversos indicadores, entre ellos el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI), anomalías de precipitación respecto a condiciones normales, humedad del suelo, Índice de Salud de la Vegetación (VHI), NDVI, anomalías de temperatura y disponibilidad de agua en presas. El MSM establece categorías que van desde **D0, anormalmente seco; D1, sequía moderada; D2, sequía severa; D3, sequía extrema; hasta D4, sequía excepcional**, y sus evaluaciones se realizan de manera quincenal.

Los antecedentes históricos indican que la sequía no constituye un fenómeno extraordinario o aislado en Hidalgo del Parral, sino un proceso climático recurrente. El **Atlas de Peligros y Riesgos Naturales de Hidalgo del Parral** realizó un análisis de la sequía meteorológica para el periodo **1940–2000**, utilizando registros de las estaciones climatológicas Presa Parral, Hormiguero y La Prieta. Como resultado, el periodo de 61 años fue clasificado globalmente con un nivel de severidad importante, destacando particularmente los años **1952 y 1960**, cuyos índices de severidad fueron de aproximadamente **-0.94 y -0.91**, respectivamente, correspondientes a condiciones de sequía extremadamente severa. El mismo estudio estimó que eventos de esta magnitud pueden asociarse con periodos de retorno del orden de 20 a 50 años.

El análisis histórico del mismo Atlas muestra además un marcado comportamiento estacional de la disponibilidad de humedad. Mediante climodiagramas basados en el método de Gaussen se identificó que, bajo las condiciones climáticas históricas de Hidalgo del Parral, los meses con mayor déficit hídrico corresponden principalmente a **enero-mayo y octubre-diciembre**, mientras que el periodo de

CONSULTA PÚBLICA

mayores precipitaciones se concentra fundamentalmente durante el verano. Esta distribución genera una temporada seca extensa y una dependencia importante de las lluvias de verano para la recuperación de la humedad del suelo, el desarrollo de la vegetación y la recarga de los sistemas hidrológicos.

Los registros recientes del Monitor de Sequía confirman esta variabilidad. Durante **octubre de 2023**, Hidalgo del Parral se encontraba clasificado en **sequía extrema (D3)**. Para el **15 de febrero de 2024** el municipio continuaba dentro de la categoría D3; posteriormente, durante 2024 se presentaron periodos todavía más críticos en el estado y la cuenca regional, alcanzando Hidalgo del Parral condiciones asociadas con **sequía excepcional (D4)** hacia finales de mayo. En octubre de ese mismo año las condiciones habían disminuido a **sequía severa (D2)**.

La condición volvió a intensificarse durante 2025. Al cierre de febrero Hidalgo del Parral se encontraba nuevamente en **D2, sequía severa**, y para el 15 de abril había evolucionado a **D3, sequía extrema**, reflejando nuevamente la sensibilidad regional ante periodos prolongados con escasas precipitaciones. Sin embargo, las precipitaciones asociadas con la temporada de lluvias y el monzón mexicano durante el verano de 2025 permitieron una recuperación rápida: Hidalgo del Parral pasó de condiciones de sequía a D0 y posteriormente salió temporalmente de las categorías de sequía hacia julio de ese año.

Esta dinámica demuestra que la sequía en Hidalgo del Parral presenta un comportamiento **recurrente pero variable**, alternando periodos de recuperación con episodios de sequía severa, extrema e incluso excepcional. Asimismo, estudios recientes sobre el abastecimiento de agua en Hidalgo del Parral señalan que **2023 presentó una reducción considerable de las precipitaciones**, situación que afectó la recarga y contribuyó a incrementar la presión sobre las fuentes de abastecimiento de agua de la ciudad.

De acuerdo con la cartografía presentada para el proyecto **“La Cigarra”**, la Sistema Ambiental Regional analizada se encuentra predominantemente dentro de una categoría **Media** respecto al indicador de sequía utilizado en la capa cartográfica, mientras que hacia el sector occidental se identifica una superficie menor clasificada como **Baja**. En particular, **la mayor parte del área del proyecto se encuentra asociada con la categoría Media**, observándose una porción occidental relacionada con la categoría Baja.

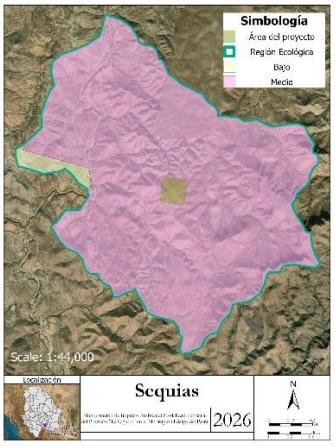
Es importante señalar que las categorías **“Bajo” y “Medio” mostradas en esta cartografía no deben interpretarse directamente como las categorías D0, D1, D2, D3 o D4 del Monitor de Sequía en México**. Las primeras representan una clasificación espacial de susceptibilidad, peligro o índice utilizada por la fuente cartográfica, mientras que las categorías D0–D4 representan la **intensidad de la sequía existente en un momento determinado**, la cual puede cambiar quincenalmente.

Por lo anterior, para el área donde se pretende desarrollar el proyecto se considera que existe una **susceptibilidad media frente al fenómeno de sequía**, dentro de

CONSULTA PÚBLICA

un municipio que históricamente ha presentado episodios recurrentes de déficit de precipitación. Esta condición deberá considerarse principalmente en las medidas relacionadas con **uso eficiente del agua, conservación de suelo, manejo de escurrimientos y actividades de revegetación**, procurando que estas últimas se realicen preferentemente al inicio o durante la temporada de lluvias con objeto de incrementar su probabilidad de establecimiento y reducir requerimientos adicionales de riego.

Con base en la información histórica y reciente disponible, la sequía constituye un fenómeno hidrometeorológico recurrente en Hidalgo del Parral; sin embargo, su intensidad presenta variaciones temporales importantes. La cartografía analizada ubica predominantemente al área del proyecto dentro de una condición media de susceptibilidad, por lo que no se identifica una condición espacial extraordinaria respecto al contexto regional. No obstante, considerando los antecedentes de sequías severas, extremas y excepcionales registrados en el municipio, deberán incorporarse criterios de ahorro y aprovechamiento eficiente del agua, conservación de humedad del suelo y programación adecuada de las actividades de revegetación durante las distintas etapas del proyecto.



Bajas Temperaturas

Las bajas temperaturas y heladas constituyen un fenómeno hidrometeorológico relevante para el municipio de Hidalgo del Parral, Chihuahua, debido a su ubicación en la porción sur del estado, su altitud y las características semiáridas-templadas del clima regional. De acuerdo con la metodología del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el peligro por bajas temperaturas se determina considerando, entre otros elementos, las temperaturas mínimas extremas y la frecuencia de días con heladas, variables que permiten establecer categorías de peligro desde muy bajo hasta muy alto.

Para Hidalgo del Parral existen además antecedentes climatológicos específicos contenidos en el Atlas de Peligros y Riesgos Naturales del municipio. Dicho documento señala que las temperaturas más bajas se concentran principalmente durante los meses de noviembre a febrero, mientras que la temperatura media anual reportada para la zona es del orden de 16 °C. Las condiciones climáticas

CONSULTA PÚBLICA

municipales corresponden predominantemente a un clima semiárido templado, en el cual pueden presentarse temperaturas bajas importantes durante el invierno.

El análisis histórico efectuado para las estaciones climatológicas de Presa Parral y El Hormiguero muestra que, durante el periodo 1940–2000, fueron recurrentes los registros de temperaturas mínimas inferiores a 0 °C. El Atlas municipal señala que las bajas temperaturas registradas en la región se encuentran aproximadamente dentro de un intervalo de 0 a -22 °C, condición que históricamente ubica al territorio en una zona con susceptibilidad relevante ante heladas y descensos térmicos.

Entre los valores históricos documentados destacan distintos inviernos con temperaturas del orden de -10, -12, -14 y hasta -16 °C, además de un valor extremo de aproximadamente -22 °C incluido en la serie histórica analizada. Estos registros muestran que la ocurrencia de temperaturas bajo cero no representa un evento excepcional para Hidalgo del Parral, sino un fenómeno asociado a la climatología invernal de la región.

La clasificación empleada actualmente por CENAPRED para el análisis nacional de bajas temperaturas considera que las temperaturas mínimas extremas constituyen uno de los componentes centrales para determinar el grado de peligro. En su metodología reciente, las condiciones más frías reciben categorías progresivamente mayores de peligro; adicionalmente, el índice final incorpora la ocurrencia de días con heladas, por lo que la clasificación no debe interpretarse únicamente a partir de una temperatura aislada.

De acuerdo con la cartografía elaborada para la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto “La Cigarra”, la totalidad de la Sistema Ambiental Regional analizada se encuentra clasificada con un grado de peligro Alto por bajas temperaturas. El polígono correspondiente al área del proyecto se localiza igualmente dentro de esta categoría, por lo que se considera que el sitio se encuentra expuesto a la ocurrencia periódica de bajas temperaturas y heladas durante la temporada invernal.

Esta clasificación resulta congruente con los antecedentes históricos de Hidalgo del Parral, donde se han documentado temperaturas por debajo de 0 °C y eventos extremos considerablemente menores, particularmente durante los meses de invierno. Por tanto, el grado Alto representado en la cartografía debe entenderse como una condición natural regional relacionada con la climatología del municipio y no como una condición originada o incrementada por la ejecución del proyecto.

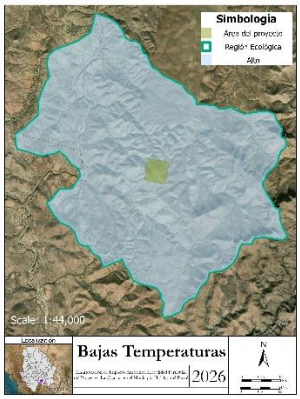
Desde el punto de vista ambiental, los efectos de las bajas temperaturas pueden manifestarse principalmente sobre la vegetación, especialmente en individuos jóvenes o recién establecidos, ya que las heladas pueden producir afectaciones en tejidos vegetales, disminución de la actividad fisiológica y, bajo eventos severos, mortalidad de ejemplares susceptibles. No obstante, la vegetación nativa presente en la región se encuentra adaptada al régimen climático local y a las variaciones térmicas propias del ambiente.

CONSULTA PÚBLICA

Para las actividades del proyecto que impliquen revegetación, reforestación o establecimiento de ejemplares vegetales, será conveniente evitar, en la medida de lo posible, efectuar plantaciones inmediatamente antes de los meses con mayor probabilidad de heladas. El establecimiento deberá programarse preferentemente durante o inmediatamente después de la temporada de lluvias, permitiendo que las plantas desarrollen un sistema radical suficiente antes de su primer periodo invernal.

Con base en la información del Atlas Nacional de Riesgos, CENAPRED y el Atlas de Peligros y Riesgos Naturales de Hidalgo del Parral, se determina que las bajas temperaturas constituyen un fenómeno hidrometeorológico recurrente en el municipio. La cartografía analizada clasifica al área del proyecto y a la Sistema Ambiental Regional dentro de un grado de peligro Alto, condición consistente con los registros históricos de temperaturas bajo cero y con la ocurrencia de heladas durante el periodo invernal.

Sin embargo, esta condición corresponde al contexto climático natural de la región y no constituye, por sí misma, una limitante ambiental para la ejecución del proyecto “La Cigarra”. Su consideración dentro del diseño de las medidas ambientales deberá orientarse principalmente a la programación adecuada de actividades de revegetación y restauración, así como a la protección de ejemplares vegetales durante sus primeras etapas de establecimiento



CONSULTA PÚBLICA

Ondas Cálidas

Las ondas cálidas constituyen un fenómeno hidrometeorológico relevante para el municipio de Hidalgo del Parral, Chihuahua, debido a que durante la temporada cálida pueden presentarse temperaturas máximas elevadas de manera persistente. CENAPRED considera las temperaturas máximas y su persistencia como elementos fundamentales para determinar el peligro asociado a este fenómeno; sus metodologías para el Atlas Nacional de Riesgos contemplan precisamente la identificación espacial de zonas susceptibles a temperaturas extremas.

De acuerdo con el Atlas de Peligros y Riesgos Naturales de Hidalgo del Parral, las temperaturas máximas más elevadas se presentan principalmente entre los meses de mayo y septiembre. El análisis histórico realizado con información climatológica

correspondiente al periodo 1940–2000 muestra que las temperaturas máximas anuales registradas en el municipio han oscilado aproximadamente entre 32 y 42 °C. El máximo histórico reportado por las estaciones climatológicas analizadas fue de 42 °C, registrado el 26 de julio de 1953.

El mismo Atlas señala que Hidalgo del Parral se ubica dentro de una región donde las temperaturas máximas extremas anuales pueden alcanzar el intervalo de 36 a 42 °C, lo que evidencia que los episodios de calor intenso forman parte de la variabilidad climática histórica del municipio.

CENAPRED clasifica de manera general el peligro asociado a temperaturas elevadas considerando rangos en los que valores de 34 a 39.9 °C corresponden a peligro alto y aquellos mayores de 40 °C a peligro muy alto. Esta referencia permite dimensionar la importancia de los máximos históricos registrados en Hidalgo del Parral, donde se han alcanzado temperaturas superiores a 40 °C.

De acuerdo con la cartografía elaborada para la Manifestación de Impacto Ambiental, la Sistema Ambiental Regional presenta predominantemente una clasificación Muy alta por ondas cálidas, identificándose únicamente una pequeña porción hacia el extremo occidental dentro de la categoría Alta.

En particular, el polígono del área del proyecto “La Cigarra” se localiza completamente dentro de la zona clasificada como Muy alta, por lo que el sitio presenta una susceptibilidad importante a la ocurrencia de episodios de temperaturas elevadas.

Esta clasificación es consistente con los antecedentes históricos disponibles para Hidalgo del Parral, donde durante los meses cálidos se han registrado temperaturas superiores a 35 °C y máximos extremos de hasta 42 °C. Por tanto, las ondas cálidas deben considerarse como un fenómeno climático natural característico de la región, cuya ocurrencia es independiente de la ejecución del proyecto.

Desde el punto de vista ambiental, los periodos prolongados de altas temperaturas pueden producir una mayor pérdida de humedad del suelo, incremento de la evapotranspiración, estrés hídrico de la vegetación y mayores requerimientos de agua para el establecimiento de ejemplares utilizados en actividades de revegetación o restauración. Asimismo, durante las etapas de preparación y construcción, las temperaturas extremas representan una condición relevante para la seguridad del personal que desarrolle actividades al aire libre.

En este sentido, la condición de peligro Muy alto deberá ser considerada principalmente en la programación de trabajos de campo y actividades de restauración, procurando realizar las plantaciones durante la temporada de lluvias y evitando, en la medida de lo posible, su establecimiento durante los meses de mayor temperatura. Para el personal se deberán prever disponibilidad permanente de agua potable, zonas de descanso con sombra y adecuación de los horarios de trabajo cuando se presenten temperaturas extremas.

CONSULTA PÚBLICA

Con base en la información del CENAPRED, Atlas Nacional de Riesgos y Atlas de Peligros y Riesgos Naturales de Hidalgo del Parral, las ondas cálidas representan un fenómeno hidrometeorológico recurrente en el municipio. Los antecedentes climatológicos muestran temperaturas máximas anuales de entre aproximadamente 32 y 42 °C, concentrándose los valores más elevados principalmente entre mayo y septiembre, con un máximo histórico documentado de 42 °C.

La cartografía analizada clasifica al área del proyecto dentro de un nivel Muy alto por ondas cálidas, mientras que en la Sistema Ambiental Regional predomina igualmente dicha categoría y solamente se identifica una superficie menor con nivel Alto. Esta condición no representa un impacto generado por el proyecto, sino una característica climática preexistente que deberá considerarse en la ejecución de las obras y en el diseño de las medidas de prevención y mitigación.

IV.4. Geología y Geomorfología

De acuerdo con la cartografía geológica empleada, en la Sistema Ambiental Regional del proyecto “La Cigarra” se identifican tres unidades litológicas principales: K(ar), Arenisca; Ks(cz-lu), Caliza-Lutita; y Ts(Igea), roca ígnea extrusiva ácida. Estas unidades reflejan una evolución geológica en la que se combinan materiales sedimentarios mesozoicos con productos volcánicos posteriores.

La unidad Ks(cz-lu), Caliza-Lutita, presenta una distribución amplia en la porción central y norte de la Sistema Ambiental Regional. Corresponde a una secuencia sedimentaria integrada por estratos carbonatados de caliza intercalados con niveles de lutita. Desde el punto de vista geomorfológico, esta alternancia favorece un relieve irregular debido a la diferente resistencia a la erosión de ambas litologías: las calizas tienden a generar formas más resistentes y prominentes, mientras que las lutitas son comparativamente más susceptibles a la meteorización y erosión.

La presencia de calizas puede favorecer la infiltración del agua cuando existen fracturas, diaclasas o planos de estratificación, mientras que los horizontes lutíticos presentan generalmente una permeabilidad primaria reducida. En consecuencia, el comportamiento hidrogeológico de esta unidad es heterogéneo y depende principalmente del grado de fracturamiento y de la continuidad de los estratos.

La unidad K(ar), Arenisca, se localiza principalmente hacia la porción centro-sur de la Sistema Ambiental Regional. Está constituida por materiales sedimentarios detríticos formados predominantemente por partículas de tamaño arena consolidadas. Su resistencia a la erosión depende del grado y tipo de cementación; cuando la roca se encuentra bien consolidada puede formar lomeríos y relieves relativamente resistentes, mientras que los sectores más meteorizados pueden generar materiales arenosos y suelos de textura relativamente gruesa.

Desde el punto de vista hidrológico, las areniscas pueden presentar una permeabilidad primaria de baja a moderada, dependiendo de su porosidad y cementación, la cual puede incrementarse localmente por fracturamiento. Por ello,

CONSULTA PÚBLICA

estas unidades pueden permitir una mayor infiltración respecto de las lutitas, aunque su comportamiento deberá entenderse conjuntamente con la pendiente, espesor de suelo y condiciones estructurales existentes.

Finalmente, la unidad Ts(Igea), ígnea extrusiva ácida, se encuentra distribuida principalmente hacia sectores periféricos de la Sistema Ambiental Regional. Este tipo de unidad se asocia con antiguos procesos de actividad volcánica y comprende rocas de composición silícica, que pueden estar representadas regionalmente por materiales como riolitas, tobas o unidades volcánicas de composición semejante, dependiendo de la cartografía geológica de origen.

Las rocas ígneas extrusivas ácidas suelen presentar baja porosidad primaria, por lo que el movimiento de agua ocurre principalmente a través de fracturas, fisuras y zonas de alteración. Cuando se encuentran masivas y poco fracturadas actúan como materiales de permeabilidad reducida; en contraste, los sectores intensamente fracturados pueden funcionar como vías preferenciales de infiltración.

De acuerdo con la representación cartográfica mostrada, el área del proyecto se encuentra próxima al contacto entre las unidades Ks(cz-lu), Caliza-Lutita, y K(ar), Arenisca, observándose que el polígono aparentemente intercepta ambas unidades. Por ello, a escala del proyecto existe una transición entre materiales sedimentarios carbonatados-arcillosos y materiales detríticos arenosos.

Este contacto litológico puede generar diferencias locales en las propiedades del terreno, particularmente en cuanto a resistencia mecánica, meteorización, infiltración y susceptibilidad a la erosión. Sin embargo, dichas características forman parte de la configuración geológica natural del sitio.

Origen geomorfológico

La configuración actual del relieve de la Sistema Ambiental Regional puede interpretarse como resultado de la interacción entre la estructura geológica, la resistencia diferencial de las litologías y los procesos posteriores de erosión y disección fluvial.

Las secuencias sedimentarias de arenisca, caliza y lutita fueron sometidas posteriormente a procesos tectónicos que produjeron deformación, inclinación, fracturamiento y levantamiento. Sobre este basamento actuaron posteriormente procesos erosivos que removieron progresivamente los materiales menos resistentes y conservaron aquellos de mayor competencia mecánica.

La alternancia entre calizas, lutitas y areniscas explica parte del relieve irregular observado en la imagen satelital. Las unidades más resistentes pueden constituir crestas, laderas y elevaciones, mientras que las lutitas y materiales más meteorizables tienden a asociarse con depresiones, laderas erosionadas o zonas de acumulación.

CONSULTA PÚBLICA

Los eventos volcánicos posteriores incorporaron las rocas ígneas extrusivas ácidas que actualmente afloran en distintos sectores de la Sistema Ambiental Regional. La erosión diferencial sobre estos materiales contribuyó posteriormente a la formación del mosaico actual de lomeríos, elevaciones, laderas y pequeñas depresiones.

Comportamiento del basamento

El basamento geológico superficial de la Sistema Ambiental Regional presenta un comportamiento variable debido a la coexistencia de materiales sedimentarios y volcánicos. Las calizas y areniscas consolidadas pueden constituir materiales relativamente competentes, mientras que los niveles de lutita presentan mayor susceptibilidad a meteorización, erosión y debilitamiento cuando se encuentran expuestos o saturados.

En las unidades ígneas extrusivas, la roca sana puede presentar alta competencia mecánica; sin embargo, su comportamiento puede cambiar significativamente en presencia de fracturas o zonas de alteración. Por lo tanto, a escala regional, el flujo subterráneo se encuentra condicionado principalmente por fracturas, planos de estratificación, contactos litológicos y zonas meteorizadas, más que por una permeabilidad uniforme del macizo rocoso.

En términos ambientales, la geología identificada no evidencia por sí misma una condición que imposibilite el desarrollo del proyecto. No obstante, el contacto entre arenisca y caliza-lutita deberá considerarse durante las actividades que involucren excavaciones, cortes o movimiento de materiales, debido a las posibles diferencias de resistencia y comportamiento frente a la erosión.

Asimismo, debido al relieve accidentado visible en buena parte de la Sistema Ambiental Regional, deberá mantenerse especial atención sobre el control de escurrimientos superficiales y la estabilidad del suelo, particularmente en sitios donde la cobertura edáfica sea somera o donde afloren materiales altamente fracturados o meteorizados.

IV.4.2 Caracterización geomorfológicas

Provincias Fisiográficas

El Estado de Chihuahua se encuentra dividido en la Provincia Fisiográfica: Sierra Madre Occidental y Sierras y Llanuras del Norte, siendo la primera donde se encuentra ubicada la Sistema Ambiental Regional.

Sierra Madre Occidental: inicia prácticamente desde la frontera con los Estados Unidos de América, dentro de los cuales tiene una pequeña penetración, y se extiende de noroeste a sureste hasta su límite en el sur con la provincia Eje Neovolcánico. Al oeste limita con las provincias Llanura Sonorense y Llanura Costera del Pacifico, al este con la de Sierras y Llanuras del Norte, la extensión occidental de la Sierra Madre Oriental y la Mesa del Centro. Abarca partes de los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Nayarit, Aguascalientes y Jalisco.

CONSULTA PÚBLICA

Este sistema montañoso tuvo su origen en el Terciario Inferior y Medio, cuando se inició la extrusión en forma extraordinaria de los materiales volcánicos que lo integran, cuyos espesores se calculan entre 1 500 y 1 800 m, y que sepultan las rocas sedimentarias más antiguas. Algunos de los nombres locales que recibe son: en Sonora, San Bernardino, Nacozari y Púlpito; entre Chihuahua, Sonora y Sinaloa, Tarahumara; entre Durango y Sinaloa, Tepehuanes. La sierra, que tiene altitudes hasta de 3 300 m, presenta hacia el occidente una imponente escarpa (pendiente muy pronunciada), en tanto que hacia el oriente desciende gradualmente a las regiones llanas del centro. En la franja este, hay cadenas montañosas y valles con orientación noreste-suroeste, producto de los fallamientos que acompañaron a los procesos de levantamiento del Pleistoceno. Sobre el dorso central de la sierra, los materiales volcánicos están depositados en amplios mantos tendidos que dan conformación a las elevadas mesetas típicas de la provincia.

Clave	Entidad	Nombre
III	Provincia	Sierra Madre Occidental

Tabla 5. Provincias Fisiográficas

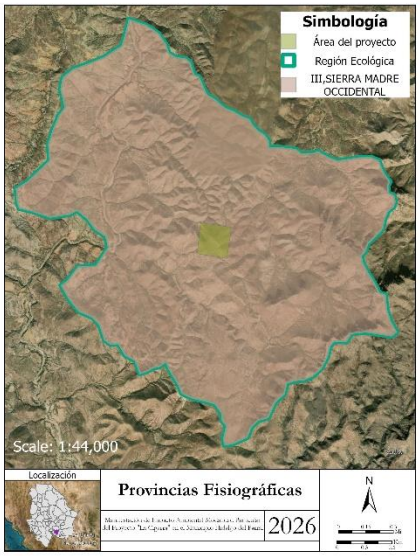


Ilustración 3. Provincias Fisiográficas

Subprovincias Fisiográficas

La Sistema Ambiental Regional se ubica dentro de la subprovincia fisiográfica denominada Sierras y Llanuras de Durango.

Sierras y Llanuras de Durango: se desarrolla principalmente a lo largo del flanco oriental de la Sierra Madre Occidental y se caracteriza por la alternancia de sierras, lomeríos, mesetas, valles y superficies relativamente planas, originando un paisaje heterogéneo en cuanto a elevación y pendiente. En términos regionales se ha descrito como una franja alargada asociada al borde oriental de la Sierra Madre

Occidental, en la cual se presentan llanuras amplias y una manifestación importante de mesetas.

Dentro de esta subprovincia son comunes los cordones montañosos irregulares separados por valles relativamente amplios, generándose diferencias importantes entre las zonas elevadas y las superficies de menor pendiente. Para esta unidad fisiográfica se han descrito elevaciones regionales del orden de aproximadamente 1,700 a 2,300 m s.n.m., aunque los valores específicos deben determinarse para cada sitio mediante el modelo digital de elevación correspondiente.

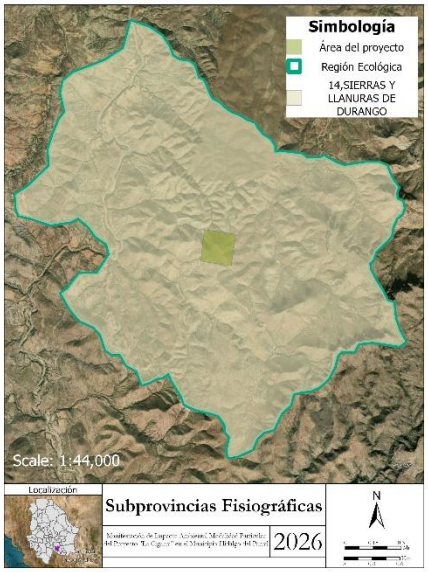
Desde el punto de vista geológico, la subprovincia presenta una relación importante con materiales de origen volcánico de composición ácida, particularmente hacia amplios sectores de su distribución regional; sin embargo, en la Sistema Ambiental Regional específica del proyecto la cartografía geológica previamente analizada muestra también la presencia de arenisca, caliza-lutita y rocas ígneas extrusivas ácidas, por lo que el relieve local responde a la interacción entre diferentes tipos litológicos y los procesos erosivos que han actuado sobre ellos.

De acuerdo con la clasificación fisiográfica del INEGI, la Sistema Ambiental Regional y el área del proyecto “La Cigarra” se localizan en su totalidad dentro de la Subprovincia Fisiográfica 14, Sierras y Llanuras de Durango, perteneciente a la Provincia Sierra Madre Occidental. Esta unidad se caracteriza por la alternancia de sierras, lomeríos, mesetas, valles y superficies de menor pendiente, producto de la interacción entre los procesos geológicos, tectónicos y erosivos que han modelado el territorio. En la Sistema Ambiental Regional se observa un relieve predominantemente ondulado a accidentado, con lomeríos, elevaciones y depresiones, cuyas características condicionan el patrón de escurrimiento superficial, los procesos erosivos, el desarrollo de los suelos y la distribución de la vegetación. El área del proyecto comparte estas condiciones fisiográficas, por lo que la pendiente y la configuración del relieve deberán considerarse en el manejo de escurrimientos, control de erosión y conservación del suelo durante la ejecución de las obras.

Clave	Entidad	Nombre
14	Subprovincia	Sierras y Llanuras de Durango

Tabla 6. Subprovincias Fisiográficas

CONSULTA PÚBLICA



IV.4.3. Sistema de topoformas

De acuerdo con la cartografía fisiográfica analizada para la Sistema Ambiental Regional del proyecto “La Cigarra”, en el municipio de Hidalgo del Parral, Chihuahua, se identifican dos sistemas de topoformas principales:

- 103-0/02 – Sierra Baja con Mesetas
- 602-0/01 – Valle Abierto de Montaña con Lomerío

La distribución espacial muestra un claro predominio de la topoforma Sierra Baja con Mesetas, la cual ocupa prácticamente toda la porción central, oriental, sur y parte del norte de la Sistema Ambiental Regional. El Valle Abierto de Montaña con Lomerío se restringe principalmente al sector occidental y noroeste, con una pequeña prolongación hacia el suroeste.

Sierra Baja con Mesetas

La topoforma Sierra Baja con Mesetas corresponde a un relieve caracterizado por elevaciones serranas de altura relativa moderada, asociadas con superficies relativamente niveladas o suavemente onduladas que forman mesetas y pequeñas superficies intermontanas.

En la Sistema Ambiental Regional esta unidad presenta un relieve predominantemente ondulado a accidentado, con presencia de lomeríos, pequeñas crestas, laderas y superficies de menor pendiente. Su configuración está relacionada con la resistencia diferencial de los materiales geológicos y con los procesos prolongados de meteorización, erosión y disección hídrica.

CONSULTA PÚBLICA

En este tipo de relieve, las partes altas y las laderas favorecen la concentración y desplazamiento del escurrimiento superficial, mientras que las superficies menos inclinadas asociadas con mesetas pueden presentar una mayor permanencia temporal del agua y mejores condiciones relativas para la infiltración.

La intensidad de estos procesos dependerá localmente de la pendiente, tipo de suelo, cobertura vegetal y grado de fracturamiento de las unidades geológicas.

Valle Abierto de Montaña con Lomerío

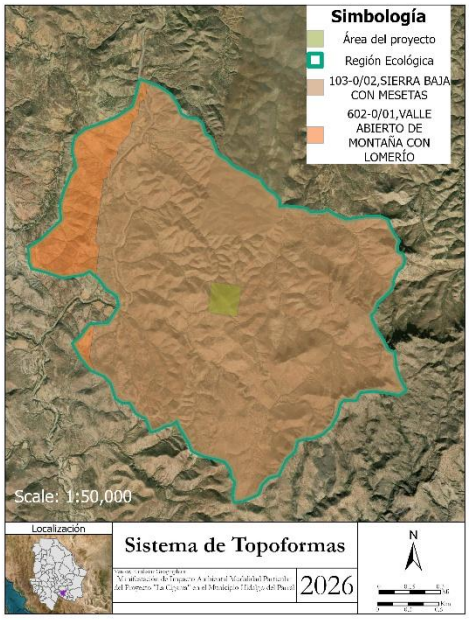
La segunda unidad corresponde al Valle Abierto de Montaña con Lomerío, localizada principalmente hacia el sector occidental de la Sistema Ambiental Regional.

Esta topoforma representa zonas relativamente más abiertas entre elevaciones montañosas, en las cuales se intercalan superficies de menor pendiente con lomeríos bajos y ondulados. Se trata generalmente de zonas receptoras de materiales provenientes de las partes topográficamente más elevadas, transportados mediante procesos de erosión, escurrimiento y sedimentación.

En términos hidrológicos, estas superficies tienden a presentar una menor velocidad del escurrimiento en comparación con las laderas serranas, favoreciendo localmente la acumulación de sedimentos y una mayor posibilidad de infiltración, siempre que las condiciones del suelo y del sustrato lo permitan.

No obstante, la presencia de lomeríos genera variaciones locales de pendiente que pueden producir procesos de erosión laminar o concentración del escurrimiento durante eventos de precipitación intensa.

CONSULTA PÚBLICA

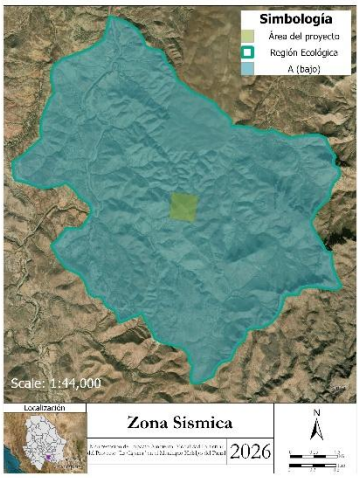


IV.4.4. Características del relieve

Las principales formas de relieve que se presentan en el Sistema Ambiental están constituidas por Bajadas, Sierras y Llanuras.

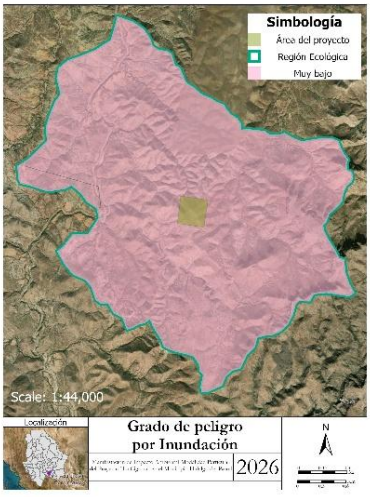
Sismicidad

El sitio del proyecto de acuerdo con la zonificación sísmica del Sistema Integral de Información sobre Riesgo de Desastres en México se encuentra dentro del área clasificada como A, la cual tiene un índice de peligro sísmico bajo, así mismo no existe evidencias históricas de sismos destructivos en esta región.



Inundaciones

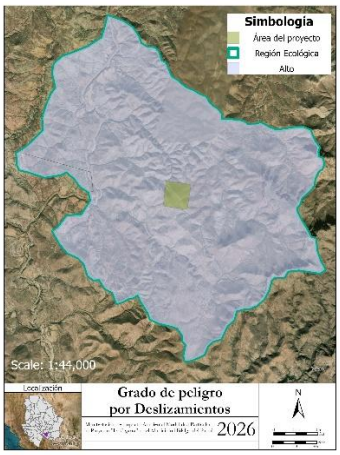
Para la evaluación de dicho fenómeno se descargó el shape de Indicadores Municipales de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad disponible en la página oficial del Atlas Nacional de Riesgos el cual clasifica el área del proyecto con una vulnerabilidad muy bajo.



CONSULTA PÚBLICA

Deslizamiento y derrumbes

Para la evaluación de dicho fenómeno se descargó el shape de Indicadores Municipales de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad disponible en la página oficial del Atlas Nacional de Riesgos el cual clasifica el área del proyecto con una vulnerabilidad Alto.



Actividad volcánica

Los volcanes son aberturas de la corteza terrestre por las que salen el magma y los gases que se encuentran en el interior de la Tierra. La estructura de los volcanes tiene básicamente tres partes: la chimenea que es el camino que encuentran la lava y los gases en su salida hacia el exterior, el cono, que es la estructura que forman los materiales expulsados por el volcán durante las erupciones y el cráter, que es el agujero de la parte superior del cono que constituye la boca del volcán. A veces los cráteres aparecen en la falda del monte (Universidades e Investigación del Gobierno Vasco,2019).

En el Estado de Chihuahua, el municipio de Hidalgo del Parral, y por consiguiente en la Sistema Ambiental Regional del proyecto, no existen volcanes o campos volcánicos por lo que se podría considerar que en el territorio no se presenta actividad volcánica alguna.

Fallas y Fracturas.

De acuerdo con la cartografía geológica analizada para la Sistema Ambiental Regional del proyecto “La Cigarra”, en el municipio de Hidalgo del Parral, Chihuahua, se identifican en el entorno regional estructuras tectónicas representadas principalmente por fallas normales y un eje estructural correspondiente a un sinclinal. Sin embargo, ninguna de las estructuras cartografiadas intersecta directamente la Sistema Ambiental Regional ni el área del proyecto.

En el sector norte-noroeste de la Sistema Ambiental Regional se reconoce un eje estructural de tipo sinclinal con orientación general norte-sur. Un sinclinal

CONSULTA PUBLICA

corresponde a una estructura de plegamiento en la cual los estratos presentan inclinaciones convergentes hacia la parte central de la estructura, resultado de procesos de deformación tectónica que afectaron a las secuencias sedimentarias de la región. En la cartografía, este eje se encuentra fuera de los límites de la Sistema Ambiental Regional y, por consiguiente, tampoco presenta contacto directo con el polígono del proyecto.

Hacia el noreste y este se observan estructuras clasificadas como fallas normales con orientación general noroeste-sureste. Este tipo de falla se origina bajo condiciones tectónicas extensionales, en las cuales uno de los bloques rocosos presenta un desplazamiento relativo descendente respecto del otro. Estas estructuras son congruentes con la evolución tectónica regional del norte de México, donde los procesos de extensión posteriores a etapas de deformación compresiva generaron sistemas de fallamiento que contribuyeron a configurar sierras, bloques elevados y depresiones intermontanas.

La característica de mayor importancia para la evaluación ambiental es que el polígono del proyecto “La Cigarra” no se encuentra atravesado por fallas, fracturas o ejes estructurales representados en la cartografía consultada. De igual manera, las estructuras reconocidas se localizan fuera de la Sistema Ambiental Regional delimitada.

Por lo anterior, con base exclusivamente en la información cartográfica disponible, no se identifica evidencia de una afectación estructural directa en el sitio del proyecto asociada con una falla geológica cartografiada. Esto disminuye la posibilidad de que las obras se desarrollen directamente sobre una zona de ruptura geológica reconocida a la escala de análisis utilizada.

No obstante, debe señalarse que la ausencia de una falla cartografiada dentro del proyecto no implica necesariamente la inexistencia de fracturas menores, diaclasas o discontinuidades locales en el macizo rocoso, debido a que este tipo de estructuras puede encontrarse por debajo de la escala de resolución de la cartografía regional. Dichas características pueden ser relevantes localmente para el comportamiento mecánico de las rocas y para el movimiento del agua a través del subsuelo.

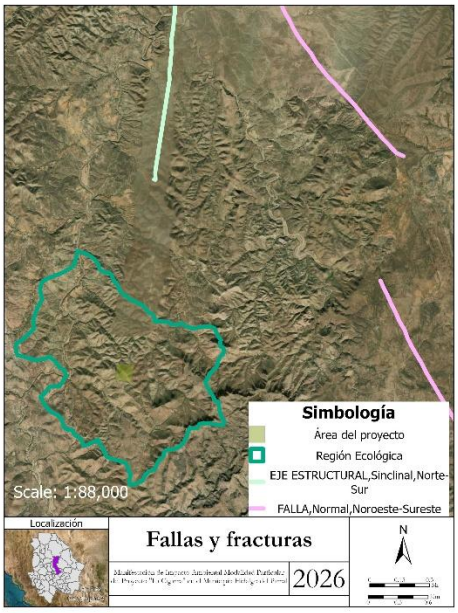
La presencia regional de caliza-lutita, arenisca y rocas ígneas extrusivas ácidas, junto con estructuras de plegamiento y fallamiento cercanas, indica que el área forma parte de un contexto geológico que ha experimentado distintos episodios de deformación tectónica.

Las unidades sedimentarias pueden presentar planos de estratificación, diaclasas y fracturas secundarias, mientras que las rocas volcánicas pueden desarrollar sistemas de fracturamiento relacionados con enfriamiento, esfuerzos tectónicos posteriores o procesos de meteorización. Desde el punto de vista hidrogeológico, estas discontinuidades pueden funcionar localmente como vías preferenciales para la infiltración y circulación del agua subterránea.

CONSULTA PÚBLICA

Para el área específica del proyecto, sin embargo, la cartografía disponible no muestra estructuras tectónicas mayores que atraviesen el polígono, por lo que no se reconoce una condicionante geológica estructural directa para su desarrollo.

Conclusión: Con base en la cartografía geológica analizada, en el entorno regional del proyecto “La Cigarra” se reconocen estructuras tectónicas constituidas por un eje estructural de tipo sinclinal con orientación general norte-sur y fallas normales con orientación predominante noroeste-sureste. No obstante, ninguna de estas estructuras intersecta la Sistema Ambiental Regional ni el área del proyecto. En consecuencia, a la escala de análisis utilizada no se identifican fallas geológicas cartografiadas que representen una afectación estructural directa sobre las obras proyectadas. Sin embargo, no se descarta la presencia local de fracturas, diaclasas o discontinuidades menores no representadas en la cartografía regional, por lo que durante las actividades de excavación y movimiento de materiales deberá verificarse visualmente el estado de fracturamiento y estabilidad del sustrato rocoso.



Suelo/Edafología

De acuerdo con la cartografía edafológica del INEGI, en la Sistema Ambiental Regional delimitada para el proyecto “La Cigarra”, en Hidalgo del Parral, Chihuahua, se presenta un mosaico de unidades edáficas dominadas por Calcisoles (CL), Leptosoles (LP), Kastañozems (KS), Phaeozems (PH) y Regosoles (RG). La diversidad de asociaciones es congruente con el relieve de Sierra Baja con Mesetas, la litología sedimentaria y volcánica previamente identificada y las condiciones climáticas relativamente secas de la región.

Las doce asociaciones identificadas en la Sistema Ambiental Regional son:

Clave WRB	Interpretación principal
CLlen-lo/2G	Calcisol Endoléptico Loámico, textura media y fase superficial gravosa
CLlep-lo+LPsk-ca/2P	Calcisol Epiléptico Loámico + Leptosol Esquelético Calcárico, pedregoso
KSlen-lo+CLsk/2P	Kastañozem Endoléptico Loámico + Calcisol Esquelético, pedregoso
LPli-eu+RGsk-oh/2P	Leptosol Lítico Éutrico + Regosol Esquelético Hiperhúmico, pedregoso
LPsk-lo+CLlep/2G	Leptosol Esquelético Loámico + Calcisol Epiléptico, gravoso
LPsk-lo+RGca-oh/2P	Leptosol Esquelético Loámico + Regosol Calcárico Hiperhúmico, pedregoso
LPsk-lo+RGca/2P	Leptosol Esquelético Loámico + Regosol Calcárico, pedregoso
PHlep-lo+LPsk/2G	Phaeozem Epiléptico Loámico + Leptosol Esquelético, gravoso
PHlep-lo+RGsk-hu/2G	Phaeozem Epiléptico Loámico + Regosol Esquelético Húmico, gravoso
PHlep-sk+LPli-eu+KSsk/2P	Phaeozem Epiléptico Esquelético + Leptosol Lítico Éutrico + Kastañozem Esquelético, pedregoso
RGlep-ca/2G	Regosol Epiléptico Calcárico, gravoso
RGsk-lo+CLlen-oh+LPca/2G	Regosol Esquelético Loámico + Calcisol Endoléptico Hiperhúmico + Leptosol Calcárico, gravoso

Los calificadores utilizados por INEGI aportan información importante sobre la profundidad y características físicas de estos suelos. Epiléptico (lep) indica roca dura continua aproximadamente entre 0 y 49 cm; Endoléptico (len) indica roca entre 50 y 100 cm; y Lítico (li) corresponde a una condición todavía más somera, con roca dura y continua a menos de aproximadamente 10 cm. El calificador Loámico (lo) se asocia con texturas francas dentro del perfil, mientras que los calificadores esqueléticos indican presencia importante de fragmentos gruesos.

Características de los principales grupos de suelo

Los Leptosoles constituyen uno de los grupos más importantes desde el punto de vista ambiental. Se caracterizan por ser suelos someros o con un contenido elevado de fragmentos gruesos, generalmente asociados con laderas, sierras y terrenos rocosos. Su escaso espesor limita la capacidad de almacenamiento de humedad y hace que sean particularmente sensibles a la pérdida de suelo cuando se elimina la cobertura vegetal. INEGI señala precisamente que los Leptosoles presentan espesores reducidos o abundancia de piedra y grava y son susceptibles a procesos erosivos derivados de las actividades humanas.

CONSULTA PÚBLICA

Los Calcisoles se encuentran relacionados con ambientes áridos y semiáridos y se caracterizan por la presencia o acumulación de carbonatos de calcio. En el área aparecen asociados tanto con condiciones endolépticas como epilépticas, de modo que en diversos sectores el espesor útil del suelo puede encontrarse limitado por roca relativamente cercana a la superficie.

Los Regosoles representan suelos relativamente jóvenes y con escaso desarrollo de horizontes. Cuando aparecen en posiciones de pendiente y asociados con calificadores esqueléticos o epilépticos pueden ser susceptibles a erosión, debido a su limitado desarrollo y a la abundancia de materiales gruesos.

Los Phaeozems presentan generalmente horizontes superficiales relativamente oscuros y mayor contenido de materia orgánica; sin embargo, en la Sistema Ambiental Regional aparecen frecuentemente acompañados por el calificador epiléptico, por lo que la presencia de roca a poca profundidad restringe su capacidad efectiva de almacenamiento de agua. INEGI relaciona el calificador húmico con contenidos relativamente elevados de carbono orgánico en la parte superior del suelo.

Finalmente, los Kastañozems son característicos de regiones secas y semiáridas y presentan horizontes superficiales relativamente oscuros y presencia de carbonatos en el subsuelo. Pueden presentar buenas propiedades químicas, aunque en terrenos expuestos o con pendiente son susceptibles tanto a erosión hídrica como eólica.

Comportamiento hidrológico del suelo

Desde el punto de vista hidrológico, la combinación de suelos someros, pedregosidad o gravosidad, presencia de roca a poca profundidad y relieve serrano determina una capacidad de almacenamiento de humedad relativamente limitada en una parte importante de la Sistema Ambiental Regional.

La textura media permite, en términos generales, cierta infiltración del agua; no obstante, este comportamiento se encuentra condicionado por la profundidad efectiva del perfil. En unidades con Leptosoles líticos o suelos epilépticos, el agua puede alcanzar rápidamente el contacto con el sustrato rocoso. A partir de este punto, la infiltración profunda dependerá principalmente de la presencia de fracturas, diaclasas y discontinuidades de la roca, mientras que el excedente puede desplazarse lateralmente o incorporarse al escurrimiento superficial.

En los sectores con pendientes pronunciadas, el reducido espesor del suelo y la escasa capacidad de retención pueden incrementar la generación de escurrimiento durante precipitaciones intensas. Por el contrario, en sectores de menor pendiente y con perfiles relativamente más desarrollados puede existir una mayor oportunidad de infiltración y retención temporal de humedad.

CONSULTA PÚBLICA

Susceptibilidad a erosión

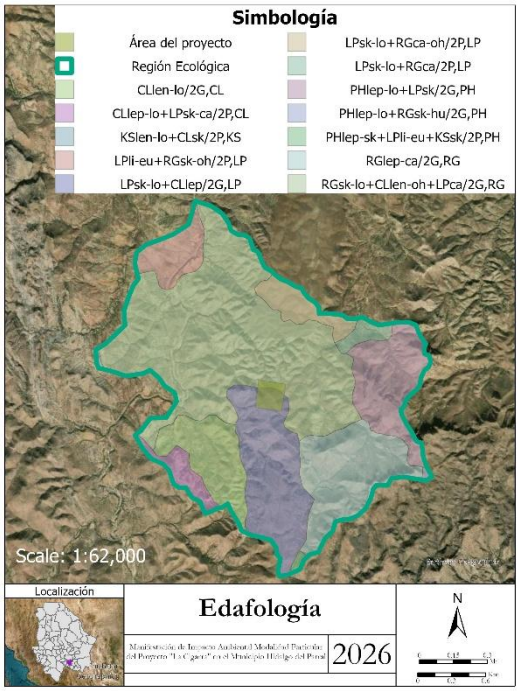
Las características edáficas identificadas son particularmente importantes para evaluar la erosión. La combinación de:

suelos poco profundos + pedregosidad/gravosidad + pendientes + cobertura vegetal relativamente abierta

genera condiciones en las que la remoción de vegetación puede incrementar la exposición del suelo al impacto directo de la lluvia y al escurrimiento.

Los sectores dominados por Leptosoles, Regosoles y suelos epilépticos o líticos presentan una capacidad relativamente baja para recuperar rápidamente el material edáfico perdido. Por ello, desde el punto de vista de la MIA, es recomendable considerar al suelo como un componente sensible, principalmente durante las actividades que impliquen despalme, excavación, cortes y tránsito de maquinaria.

El área del proyecto se encuentra en una zona de transición entre unidades edáficas caracterizadas por suelos de textura media, con presencia de Leptosoles y otros grupos asociados, así como limitantes superficiales de tipo pedregoso o gravoso. Estas características indican perfiles de profundidad variable, localmente someros, con presencia importante de fragmentos gruesos y roca a relativamente poca profundidad.



Tipos de Erosión presentes en la Sistema Ambiental Regional y las posibles causas que las originan

El suelo es considerado un recurso natural frágil y no renovable, debido a que resulta difícil y costoso recuperarlo o, incluso, mejorar sus propiedades después de

CONSULTA PÚBLICA

haber sido erosionado por las fuerzas abrasivas del agua y el viento o deteriorado física o químicamente. El suelo realiza un gran número de funciones clave tanto ambientales como económicas, sociales y culturales que son esenciales para la vida.

La erosión es un proceso natural, producto de la acción de los agentes atmosféricos, durante el cual, una parte del suelo es disgregada y degradada, proceso conocido como meteorización y transportada a otras zonas. Es decir, se produce un desgaste físico y químico de rocas y suelo debido a los mismos agentes que producen el transporte del material, como son básicamente el agua y el viento.

De acuerdo con la cartografía de degradación del suelo analizada para la Sistema Ambiental Regional del proyecto “La Cigarra”, en el municipio de Hidalgo del Parral, Chihuahua, se identifica como proceso dominante la erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento, clasificada con un grado de degradación Moderado.

La distribución espacial mostrada en la cartografía indica que la totalidad de la Sistema Ambiental Regional, incluido el polígono del área del proyecto, se encuentra dentro de esta misma categoría, por lo que la erosión eólica constituye el principal proceso de degradación reconocido a la escala de análisis utilizada.

Erosión eólica moderada

La erosión eólica corresponde al desprendimiento, transporte y redistribución de partículas del suelo por efecto del viento. Este proceso ocurre principalmente cuando la superficie presenta cobertura vegetal reducida, suelo seco y partículas susceptibles de ser movilizadas, condiciones que pueden intensificarse durante periodos prolongados de sequía y en épocas de mayor velocidad del viento.

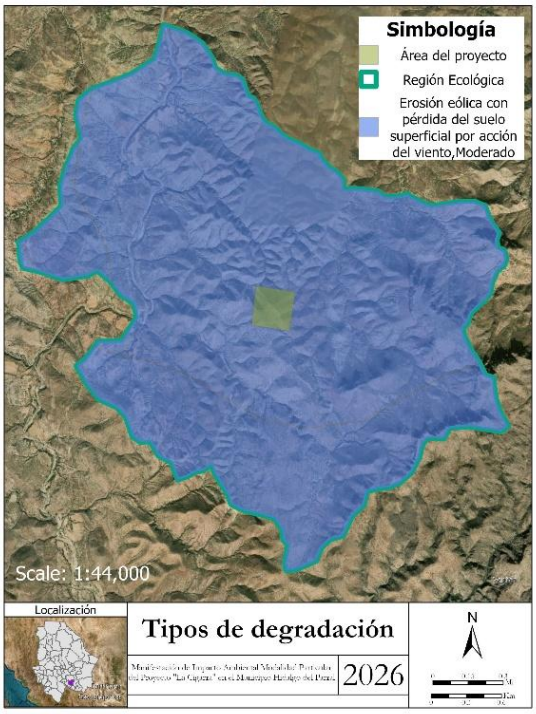
La clasificación Moderada indica que el proceso de degradación se encuentra presente y ha producido una pérdida perceptible del horizonte superficial, pero sin corresponder a los niveles de mayor severidad de deterioro. Esto significa que el suelo conserva todavía una parte importante de sus funciones, aunque presenta una condición de vulnerabilidad que debe ser considerada durante el desarrollo del proyecto.

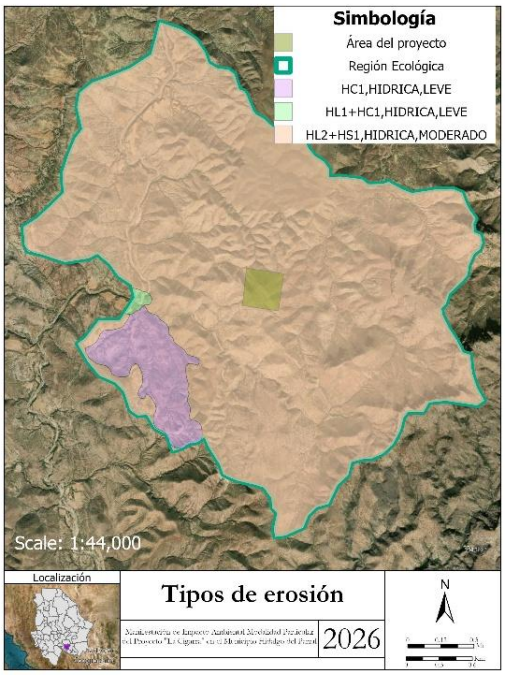
En el contexto de la Sistema Ambiental Regional, esta susceptibilidad es congruente con las características ambientales previamente identificadas, entre ellas:

- clima relativamente seco y presencia recurrente de periodos de sequía;
- ocurrencia de ondas cálidas y elevada evapotranspiración;
- presencia de suelos someros y con abundantes fragmentos gruesos;
- superficies pedregosas o gravosas;
- relieve de Sierra Baja con Mesetas;
- y cobertura vegetal que constituye una barrera natural contra la acción directa del viento.

CONSULTA PÚBLICA

La combinación de estos factores puede favorecer que, cuando la cobertura vegetal disminuye o el suelo queda expuesto, las partículas finas superficiales sean removidas con mayor facilidad.





Clave	Interpretación
HC1	Erosión hídrica en **cárcavas, grado leve**
HL1+HC1	Erosión hídrica **laminar leve**, asociada con **cárcavas leves**
HL2+HS1	Erosión hídrica **laminar moderada**, asociada con **erosión en surcos leve**

Erosión hídrica laminar moderada y en surcos leve

La condición predominante, HL2+HS1, indica que el principal proceso erosivo corresponde a una remoción relativamente uniforme de la capa superficial del suelo por efecto del escurrimiento, clasificada con intensidad moderada, acompañada de la formación de pequeños canales o surcos de grado leve.

La erosión laminar ocurre cuando el agua de lluvia y el escurrimiento superficial desprenden y transportan partículas de suelo de manera relativamente uniforme, sin producir inicialmente canales bien definidos. En cambio, la erosión en surcos se genera cuando el flujo comienza a concentrarse y forma pequeños canales en la superficie del terreno. INEGI distingue ambas formas precisamente por la manera en que se desprende y transporta el material edáfico.

Esta condición resulta congruente con las características ambientales identificadas previamente para la Sistema Ambiental Regional. La presencia de una topoforma de Sierra Baja con Mesetas, pendientes variables, suelos frecuentemente someros, pedregosos o gravosos y precipitaciones concentradas estacionalmente favorece que, durante eventos de lluvia, el agua se desplace sobre las laderas y movilice la fracción superficial del suelo.

La clasificación moderada no implica que el suelo se encuentre completamente degradado, sino que existe una afectación reconocible y de mayor intensidad que la erosión leve, por lo que la conservación de la cubierta vegetal adquiere particular importancia para evitar su evolución hacia grados más severos.

Erosión en cárcavas y laminar leve

En el extremo suroeste de la Sistema Ambiental Regional se identifica la unidad HC1, correspondiente a erosión hídrica en cárcavas de grado leve. Las cárcavas se originan cuando el escurrimiento se concentra suficientemente para formar canales de mayor dimensión que los surcos. En este caso, el grado leve indica una manifestación inicial o de baja intensidad dentro de la clasificación utilizada por INEGI.

En una superficie todavía menor se presenta la asociación HL1+HC1, donde coexisten erosión laminar leve y erosión en cárcavas leve. Esta unidad indica que el desprendimiento superficial generalizado se combina localmente con zonas donde el escurrimiento ha comenzado a concentrarse y formar canales erosivos.

CONSULTA PÚBLICA

Estas dos unidades se encuentran fuera del polígono específico del proyecto, por lo que no representan la condición erosiva directamente identificada para “La Cigarra”.

IV.5. Hidrología superficial y subterránea

IV.5.1. Hidrología superficial

El agua que escurre en un río es captada en un área determinada, por lo general por la conformación del relieve, a esta área se le llama Cuenca Hidrológica; esta a su vez, se agrupa en regiones hidrológicas. Una región hidrológica es la agrupación de varias cuencas hidrológicas con niveles de escurrimiento superficial muy similares. Dentro de la superficie de la Sistema Ambiental Regional se encuentran ubicadas corrientes de agua intermitentes.

Derivado del análisis de la información vectorial escala 1:50,000 del INEGI, de la red hidrográfica y cuerpos de agua de la subcuenca donde se ubica el área de estudio, no se caracterizan cuerpos de agua permanentes o intermitentes, de manera artificial o natural. Los rasgos hidrológicos más significativos son escurrimientos de primero y segundo orden en cuenca hidrográfica.

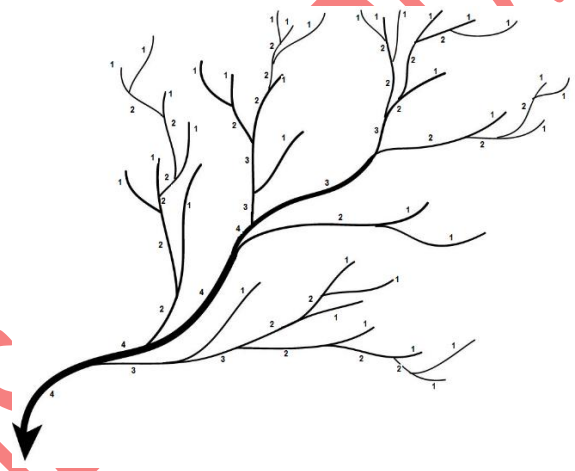


Ilustración 4. Ordenes de drenaje en una red hidrológica

El orden de drenaje es la clasificación de los escurrimientos jerárquico, que se basa en el número de ramales que forma una red de drenaje y con ello el grado de ramificación de una cuenca, como se indica en el párrafo anterior en la Sistema Ambiental Regional los rasgos hidrográficos más importantes son escurrimientos de primer orden, son aquellos que no tiene afluentes, mientras que los de segundo orden se forman cuando se unen los escurrimientos de segundo orden.

CONSULTA PÚBLICA

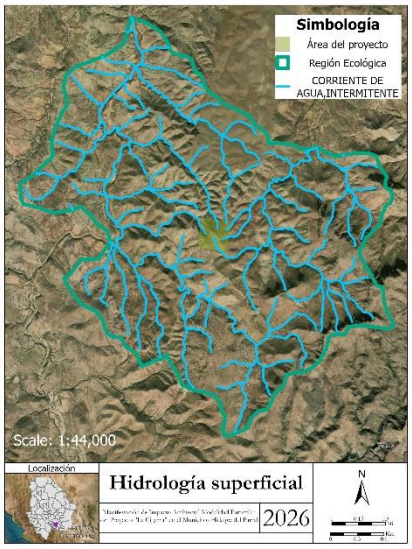


Ilustración 5. Hidrología superficial

La Sistema Ambiental Regional presenta una red de drenaje relativamente densa y ramificada, con numerosos cauces de primer orden que descienden desde las partes elevadas y se integran progresivamente en corrientes de mayor jerarquía.

El patrón observado puede describirse como predominantemente dendrítico a subdendrítico, caracterizado por la incorporación de tributarios menores a cauces principales formando una configuración semejante a las ramas de un árbol. Este tipo de drenaje se relaciona con el relieve de Sierra Baja con Mesetas y con la disección del terreno generada por el escurrimiento superficial.

La distribución de los cauces muestra una estrecha relación con las pendientes y las depresiones naturales del terreno. Durante los eventos de precipitación, el agua que no se infiltra se desplaza desde las zonas topográficamente elevadas hacia las partes bajas, concentrándose progresivamente en vaguadas y cauces naturales.

Régimen intermitente

La condición intermitente de las corrientes resulta congruente con el contexto climático de Hidalgo del Parral, caracterizado por precipitaciones estacionales y periodos secos prolongados. Por ello, los cauces pueden encontrarse secos durante una parte importante del año y presentar flujo temporal durante lluvias de intensidad suficiente.

Esta condición no significa que los cauces carezcan de importancia hidrológica. Durante precipitaciones intensas pueden transportar volúmenes significativos de agua en periodos relativamente cortos, especialmente en terrenos con pendiente, por lo que constituyen elementos fundamentales para mantener el patrón natural de drenaje de la Sistema Ambiental Regional.

CONSULTA PÚBLICA

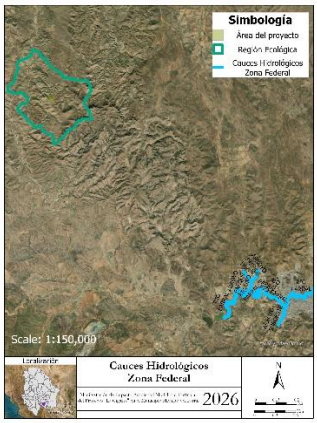
Relación con la fisiografía, suelos y erosión

La configuración de la hidrología superficial guarda correspondencia con los componentes ambientales descritos previamente. El relieve de Sierra Baja con Mesetas, las pendientes variables y la existencia de suelos frecuentemente someros condicionan la generación y concentración del escurrimiento.

Asimismo, la presencia previamente identificada de erosión hídrica laminar moderada asociada con erosión en surcos leve resulta consistente con esta red de drenaje, debido a que la concentración progresiva del agua sobre las laderas puede favorecer el desprendimiento y transporte de partículas del suelo.

En los sectores de mayor pendiente predomina una respuesta relativamente rápida ante las precipitaciones, mientras que en las superficies de menor inclinación puede presentarse una mayor retención temporal e infiltración, dependiendo de la profundidad del suelo y de la permeabilidad o fracturamiento del sustrato.

Respecto a los cauces pertenecientes a zonas federales, ni en la Sistema Ambiental Regional ni en el área del proyecto se localiza ninguno de estos, tal como se observa en la cartografía.



IV.5.2. Hidrología subterránea

De acuerdo con la delimitación oficial de acuíferos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la totalidad de la Sistema Ambiental Regional y el polígono del proyecto “La Cigarra”, en el municipio de Hidalgo del Parral, Chihuahua, se localizan dentro del acuífero San Felipe de Jesús, clave 0845. Este acuífero se ubica en la porción sur del estado de Chihuahua y cubre aproximadamente 2,741.15 km², comprendiendo parcialmente los municipios de Nonoava, Satevó, Rosario, Valle de Zaragoza, Huejotitán, Hidalgo del Parral y San Francisco del Oro, además de una pequeña porción de Carichí.

CONSULTA PÚBLICA

El acuífero pertenece administrativamente al Organismo de Cuenca VI Río Bravo y al Consejo de Cuenca Río Bravo. CONAGUA señala que no existe un decreto de veda que abarque la totalidad del acuífero; sin embargo, se encuentra sujeto al Acuerdo General publicado el 5 de abril de 2013, mediante el cual se suspendió provisionalmente el libre alumbramiento de aguas nacionales del subsuelo. En consecuencia, la perforación de pozos o el incremento de volúmenes de extracción requiere la autorización correspondiente de CONAGUA.

Tipo y funcionamiento del acuífero

CONAGUA clasifica al San Felipe de Jesús como un acuífero de tipo libre, heterogéneo y anisótropo. Esto significa que el agua subterránea no se encuentra regionalmente confinada por una capa impermeable superior y que sus propiedades hidráulicas varían espacialmente debido a los diferentes materiales geológicos que conforman el subsuelo.

Su porción superior se encuentra alojada principalmente en sedimentos aluviales y fluviales de granulometría variable, tobas riolíticas, areniscas y conglomerados. Estos materiales pueden almacenar y transmitir agua mediante su porosidad primaria, particularmente en los depósitos aluviales y en los materiales clásticos menos consolidados.

A mayor profundidad, el sistema acuífero se desarrolla en una secuencia de rocas volcánicas y sedimentarias, en las cuales el flujo de agua depende fundamentalmente de la presencia de fracturas y discontinuidades. Entre estas unidades se encuentran riolitas, dacitas, andesitas, ignimbritas, tobas riolíticas, así como calizas, lutitas y areniscas. En estos materiales la permeabilidad secundaria generada por fracturamiento puede constituir una vía importante para la infiltración y circulación subterránea.

El basamento geohidrológico está representado por rocas sedimentarias de la Formación Mezcalera en aquellos sectores donde desaparece el fracturamiento y, por lo tanto, disminuye significativamente la permeabilidad. Estas rocas funcionan como una frontera inferior o lateral al flujo subterráneo.

Esta configuración resulta congruente con la geología identificada previamente dentro de la Sistema Ambiental Regional del proyecto, donde se presentan unidades de arenisca, caliza-lutita y rocas ígneas extrusivas ácidas. En consecuencia, para el área de “La Cigarra”, el potencial de infiltración hacia niveles profundos estará condicionado no solamente por el tipo de suelo y la pendiente, sino también por el grado de fracturamiento y meteorización del sustrato rocoso.

Recarga del acuífero

Debido a que la información piezométrica histórica y actual es insuficiente y se encuentra dispersa, CONAGUA señala que no fue posible establecer un balance

CONSULTA PÚBLICA

convencional mediante configuraciones de nivel estático. Por esta razón, para la actualización de 2024 se utilizó un balance hidrometeorológico con objeto de estimar de manera conservadora el volumen susceptible de infiltrarse y recargar el acuífero.

La principal entrada de agua corresponde a la recarga natural producida por infiltración de la precipitación. Para el análisis regional, CONAGUA empleó una precipitación media anual de 549 mm y estimó una evapotranspiración real de 452 mm/año, equivalente aproximadamente al 87.39 % de la precipitación. El coeficiente de escurrimiento obtenido fue de 0.129, mientras que el coeficiente regional de infiltración resultó de aproximadamente 0.05.

Como resultado, la recarga vertical estimada es de:

Variable	Valor oficial
Recarga total media anual (R)	72.5 hm³/año
Descarga natural comprometida (DNC)	52.4 hm³/año
Extracción de aguas subterráneas (VEAS)	0.699597 hm³/año
Disponibilidad media anual (DMA)	19.400403 hm³/año

La actualización oficial de CONAGUA mantiene estos valores para el acuífero 0845.

Por lo tanto:

$$DMA = R – DNC – VEAS$$

$$DMA = 72.5 – 52.4 – 0.699597 = 19.400403 \text{ hm}^3/\text{año}$$

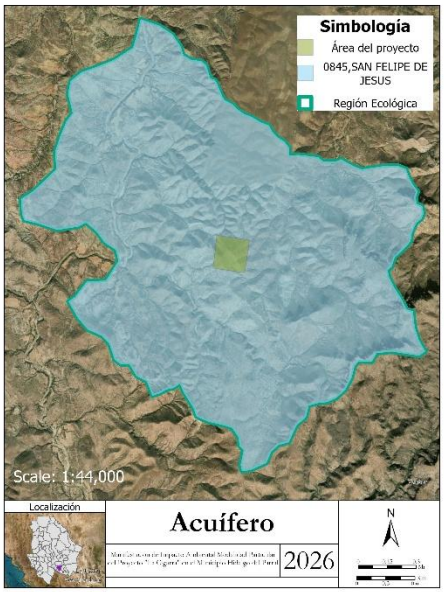
Esto equivale a aproximadamente 19.40 millones de m³ anuales de disponibilidad media, por lo que oficialmente el acuífero presenta disponibilidad positiva para efectos del balance administrativo de aguas subterráneas.

Relación con la hidrología superficial

Existe una relación importante entre el sistema subterráneo y la red de drenaje superficial. CONAGUA señala que dentro del acuífero predominan arroyos no perennes que conducen agua principalmente durante la temporada de lluvias, con un patrón local dendrítico.

Durante las precipitaciones, una parte del agua genera escurrimiento superficial a través de estos cauces intermitentes, otra parte se pierde mediante evapotranspiración y una fracción reducida se infiltra hacia el subsuelo. El valor regional estimado por CONAGUA —aproximadamente 5 % de la precipitación susceptible de infiltrarse— refleja precisamente la importancia relativa de la evapotranspiración y el escurrimiento dentro del balance hidrológico regional.

CONSULTA PÚBLICA



IV.7. Medio Biótico

IV.7.1. Vegetación

En México convergen comunidades de dos reinos florísticos: el Holártico y el Neotropical, ambas integradas por dos regiones en las que se agrupan 17 provincias fisiográficas (Rzedowski, 1976).

Comunidades vegetales de la Sistema Ambiental Regional

Para la determinación de los tipos de vegetación presentes en la Sistema Ambiental Regional, se utilizó el sistema de clasificación de tipos vegetativos del INEGI, que a su vez está basado en el sistema de clasificación de Rzedowski (1976).

Al revisar la carta de uso de suelo y vegetación serie VII del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), se observa la presencia de Bosque de Encino, Pastizal natural, Pastizal Inducido y Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural.

- Bosque de encino: Este tipo de vegetación está dominado generalmente por especies del género *Quercus* y se desarrolla principalmente en laderas, serranías y zonas con condiciones relativamente favorables de humedad y suelo.

Desde el punto de vista ambiental, estas comunidades cumplen funciones relevantes en la protección del suelo, regulación del escurrimiento superficial, infiltración del agua, conservación de hábitat y mantenimiento de la biodiversidad.

La presencia de bosque de encino dentro de la Sistema Ambiental Regional resulta consistente con las condiciones fisiográficas previamente identificadas, particularmente con las áreas serranas y de mayor relieve.

CONSULTA PUBLICA

- Pastizal natural: Esta comunidad está constituida predominantemente por especies herbáceas, principalmente gramíneas nativas, cuya estructura y composición responden a las condiciones naturales de clima, suelo y relieve. Dependiendo del grado de conservación, pueden presentarse también elementos arbustivos dispersos.

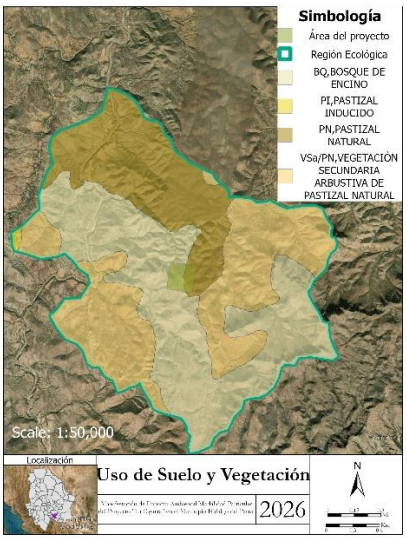
Los pastizales naturales cumplen una función importante en la protección del suelo frente a la erosión, captación de agua de lluvia y mantenimiento de hábitat para fauna, además de constituir comunidades características de amplias zonas semiáridas y templadas del estado de Chihuahua.

- Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural: Esta clasificación indica que el pastizal natural original ha experimentado modificaciones en su estructura y que actualmente existe una mayor participación del estrato arbustivo. Este proceso puede relacionarse con diversos factores, como pastoreo, modificación histórica de la cobertura vegetal, incendios, apertura de terrenos o cambios en el régimen natural de perturbaciones.

Es importante señalar que la presencia de vegetación secundaria no significa necesariamente ausencia de valor ambiental. Estas áreas continúan proporcionando cobertura al suelo, hábitat y conectividad entre comunidades vegetales.

- Pastizal inducido: Esta categoría corresponde a comunidades de gramíneas cuyo establecimiento o expansión se encuentra relacionado con actividades humanas, ya sea mediante sustitución de la vegetación original o por prácticas de manejo destinadas a favorecer especies herbáceas.

Su presencia constituye un indicador de transformación previa del paisaje, aunque su extensión es claramente menor respecto de las comunidades naturales y secundarias presentes en la Sistema Ambiental Regional.



CONSULTA PÚBLICA

IV.8. Flora y Fauna

La información obtenida para la diversidad florística dentro del área requerida para cambio de uso de suelo se adjunta en el siguiente cuadro, así mismo se indica el estatus de conservación que guarda en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

No.	Nombre Científico	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
1	*Quercus emoryi*	"No se encuentra"
2	*Mimosa biuncifera*	"No se encuentra"
3	*Vachellia farnesiana*	"No se encuentra"
4	*Prosopis laevigata*	"No se encuentra"
5	*Fouquieria splendens*	"No se encuentra"
6	*Juniperus monosperma*	"No se encuentra"
7	*Acacia neovernicosa*	"No se encuentra"
8	Parthenium incanum	"No se encuentra"
9	*Aristida adscensionis*	"No se encuentra"
10	*Muhlenbergia monticola*	"No se encuentra"
11	*Brickellia veronicifolia*	"No se encuentra"
12	*Erioneuron pulchellum*	"No se encuentra"
13	Echinocactus texensis	"No se encuentra"
14	Opuntia rufida	"No se encuentra"
15	Agave lechuguilla	"No se encuentra"
16	Opuntia schotti	"No se encuentra"

Tabla 7. Inventario de especies de Flora en la Sistema Ambiental Regional

Índice de Riqueza de especies de Margalef

Es una medida simple de riqueza de especies y se calcula mediante la siguiente fórmula (Margalef, 1958):

$$D_{mg} = \frac{(S-1)}{\ln(N)}$$

Dónde:

***S* =** Número de especies recolectadas en una muestra,
***N* =** Número total de individuos sumando todos los de las S especies y
***Ln* =** Es el Logaritmo Natural.

Índice de Diversidad de Shannon – Wiener (H)

El índice de Shannon considera que los individuos se muestran al azar a partir de una población "indefinidamente grande", esto es, una población efectivamente infinita. Esté se calcula a partir de la siguiente ecuación (Shannon *et a*l., 1949):

$$H = -\sum pi(\ln pi)$$

$$pi = ni/N$$

Dónde:

***ni* =** es la frecuencia de cada especie en una muestra
***N* =** es el número total de individuos en esa muestra.

CONSULTA PÚBLICA

Valor de Importancia Ecológica (VIE)

Este índice indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a los demás, en función de su cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie (Krebs, 1985).

El análisis del valor de importancia de las especies cobra sentido si tenemos presente que el objetivo de medir la biodiversidad es, además de aportar conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que nos permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones a favor de la conservación del taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente.

Los parámetros ecológicos frecuencia, dominancia y densidad relativas, son necesarios para estimar el valor de importancia ecológica de las especies observadas (Franco *et al*., 1989).

Frecuencia	$Fr = \frac{Fri}{Ft} * 100$	**Dónde:** ***Fri*=** Número de sitios de muestreo en que aparece una especie, ***Ft*=** Número total de sitios de muestreo.
Dominancia	$Dr = \frac{ABi}{ABT} * 100$	**Dónde:** ***ABi*=** área basal de la especie ***i*,ABT=** área basal de todas las especies.
Densidad	$Dr = \frac{NAi}{NAT} * 100$	**Dónde:** ***NAi*=** número de individuos de la especie *i,* ***NAT*=** número de árboles de las especies presentes.

CONSULTA PÚBLICA

Resultados de los Índices – VIE de Flora a nivel Sistema Ambiental Regional (Ver Anexo 6)

Estrato arbóreo

Especie	Abundancia	Abundancia por hectárea	Abundancia en la superficie CUSTF	Densidad		Frecuencia			Dominancia			IVI %
				Absoluta	Relativa	Sitios	Absoluta	Relativa	Cobertura	Absoluta	Relativa	
Quercus emoryi	116	104	3243	0.5888	58.8832	20	0.7142857	1.316	775.8526	0.7026	70.2570	130.4560
Juniperus monosperma	81	72	2264	0.4112	41.1168	15	53.571429	98.684	328.4539	0.2974	29.7430	169.5440
	197	176	5507	1	100	28	54.285714	100	1104.3065	1	100	300

Especie	Indices de Diversidad		
	Pi	LNPi	Pi*LNPi
Quercus emoryi	0.5888325	-0.5296135	-0.3118537
Juniperus monosperma	0.4111675	-0.8887546	-0.365427
	1	-1.4183681	-0.6772807
	Indice de Shannon		
	H	0.6772	
	Indice Margalef		
	0.189279091		
	H max LN s		
	0.693147181		
	Pielou (J') Equidad = H/H		
	0.976993082		

Tabla 8. Índices de Biodiversidad estrato arbóreo

Estrato arbustivo

Especie	Abundancia	Abundancia por hectárea	Abundancia en la superficie CUSTF	Densidad		Frecuencia			Dominancia			IVI %
				Absoluta	Relativa	Sitios	Absoluta	Relativa	Cobertura	Absoluta	Relativa	
Mimosa biuncifera	246	220	6877	0.6872	68.7151	24	0.8571429	0.990	342.9820	0.7389	73.8881	143.5933
Vachellia farnesiana	24	21	671	0.0670	6.7039	10	35.714286	41.254	53.9799	0.1163	11.6288	59.5869
Prosopis laevigata	21	19	587	0.0587	5.8659	3	10.714286	12.376	22.8995	0.0493	4.9332	23.1754
Fouquieria splendens	4	4	112	0.0112	1.1173	4	14.285714	16.502	6.6671	0.0144	1.4363	19.0553
Vachellia neovernicosa	33	29	923	0.0922	9.2179	3	10.714286	12.376	27.9252	0.0602	6.0159	27.6100
Parthenium incanum	30	27	839	0.0838	8.3799	4	14.285714	16.502	9.7372	0.0210	2.0977	26.9792
	358	320	10009	1	100	28	86.571429	100	464.1909	1	100	300

Especie	Indices de Diversidad		
	Pi	LNPi	Pi*LNPi
Mimosa biuncifera	0.6871508	-0.3752015	-0.25782
Vachellia farnesiana	0.0670391	-2.7024792	-0.1811718
Prosopis laevigata	0.0586592	-2.8360105	-0.1663582
Fouquieria splendens	0.0111732	-4.4942386	-0.050215
Vachellia neovernicosa	0.0921788	-2.3840254	-0.2197565
Parthenium incanum	0.0837989	-2.4793356	-0.2077656
	1	-15.271291	-1.083087
	Indice de Shannon		
	H	1.0831	
	Indice Margalef		
	0.850263065		
	H max LN s		
	1.791759469		
	Pielou (J') Equidad = H/H		
	0.60448962		

CONSULTA PÚBLICA

Estrato cactáceas

Especie	Abundancia	Abundancia por hectarea	Abundancia en la superficie de CUSTF	Densidad		Frecuencia			Dominancia			IVI %
				Absoluta	Relativa	Sitios	Absoluta	Relativa	Cobertura	Absoluta	Relativa	
Echinocactus texensis	22	20	615	0.5641	56.4103	8	0.2857	44.444	3.1404	0.2883	28.8348	129.6895
Opuntia rufida	5	4	140	0.1282	12.8205	5	0.1786	27.778	1.6006	0.1470	14.6965	55.2948
Agave lechuguilla	10	9	280	0.2564	25.6410	4	0.1429	22.222	5.6709	0.5207	52.0696	99.9328
Opuntia shotti	2	2	56	0.0513	5.1282	1	0.0357	5.556	0.4791	0.0440	4.3990	15.0828
TOTAL	**39**	**35**	**1090**	**1**	**100**	**28**	**0.6429**	**100**	**10.8910**	**1**	**100.0000**	**300.0000**

Especie	Indices de Diversidad		
	Pi	LNPi	Pi*LNPi
Echinocactus texensis	0.5641026	-0.5725192	-0.3229595
Opuntia rufida	0.1282051	-2.0541237	-0.2633492
Agave lechuguilla	0.2564103	-1.3609766	-0.3489683
Opuntia shotti	0.0512821	-2.9704145	-0.1523289
TOTAL	**1**	**-6.9580339**	**-1.087606**
	Indice de Shannon		
	H	**1.0876**	
	Indice Margalef		
	0.818875261		
	H max LN s		
	1.386294361		
	Pielou (J') Equidad = H/H		
	0.784537563		

Estrato Herbáceo

Especie	Abundancia	Abundancia por hectarea	Abundancia en la superficie de CUSTF	Densidad		Frecuencia			Dominancia			IVI %
				Absoluta	Relativa	Sitios	Absoluta	Relativa	Cobertura	Absoluta	Relativa	
Aristida adscensionis	256	229	7157	0.6465	64.6465	9	0.32143	32.143	165.0395	0.7385	73.8487	170.6380
Muhlenbergia monticola	13	12	363	0.0328	3.2828	2	0.07143	7.143	12.3436	0.0552	5.5233	15.9490
Brickellia veronicifolia	94	84	2628	0.2374	23.7374	12	0.42857	42.857	40.9749	0.1833	18.3347	84.9292
Erioneuron pulchellum	33	29	923	0.0833	8.3333	5	0.17857	17.857	5.1253	0.0229	2.2934	28.4838
TOTAL	**396**	**354**	**11071**	**1**	**100**	**28**	**1**	**100**	**223.4833**	**1**	**100**	**300**

Especie	Indices de Diversidad		
	Pi	LNPi	Pi*LNPi
Aristida adscensionis	0.64646465	-0.4362368	-0.2820116
Muhlenbergia monticola	0.03282828	-3.4164649	-0.1121567
Brickellia veronicifolia	0.23737374	-1.4381194	-0.3413718
Erioneuron pulchellum	0.08333333	-2.4849066	-0.2070756
TOTAL	**1**	**-7.7757277**	**-0.9426157**
	Indice de Shannon		
	H	**0.9426**	
	Indice Margalef		
	0.501553628		
	H max LN s		
	1.386294361		
	Pielou (J') Equidad = H/H		
	0.679942173		

CONSULTA PÚBLICA

Los resultados muestran diferencias en la estructura florística entre los estratos evaluados. El estrato arbustivo presentó la mayor riqueza de especies, aunque con una marcada dominancia de *Mimosa biuncifera*, lo que reduce la uniformidad en la distribución de los individuos. El estrato de cactáceas registró el mayor valor de diversidad de Shannon y una equidad relativamente alta, reflejando una distribución más equilibrada entre sus especies.

El estrato herbáceo mostró una diversidad intermedia, con predominio de *Aristida adscensionis*, mientras que el estrato arbóreo presentó la menor riqueza y el menor valor de Shannon, condición atribuible al reducido número de especies registradas. No obstante, su elevada equidad indica una distribución proporcionalmente uniforme entre *Quercus emoryi* y *Juniperus monosperma*, siendo *Quercus emoryi* la especie con mayor importancia ecológica dentro de este estrato.

En conjunto, la vegetación presenta una estructura diferenciada entre estratos, donde la riqueza, abundancia y dominancia varían de acuerdo con la forma de crecimiento. Estas diferencias responden a la composición y organización natural de la comunidad vegetal, sin que los menores valores de diversidad impliquen por sí mismos una condición de deterioro ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

IV.8.1. Fauna Silvestre

Para efectos de este proyecto y de acuerdo con la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), considera como fauna silvestre a las especies animales terrestres y aéreas, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural, cuyas poblaciones habitan temporal o permanentemente en el territorio nacional, y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre.

México se reconoce como el territorio del continente americano con el mayor número de especies silvestres de mamíferos nativos (Ramírez-Pulido y Castro-Campillo, en prensa) y se encuentra en segundo lugar a nivel mundial (Mittermeier y Goettsh, 1992). Es por ello que el uso potencial de la mastofauna mexicana como un recurso natural renovable, así como la responsabilidad de protegerlo para su manejo y preservación futuros, identifican la necesidad de obtener una lista actualizada del número y tipo de las especies de mamíferos silvestres que habitan nuestro país.

La distribución de la mayoría de las especies de mamíferos y aves está correlacionada con la variedad y abundancia de la vegetación, así como la estructura que está presente, la cual por su parte, depende ampliamente de los factores fisiográficos y climáticos (MacArthur y MacArthur, 1961; Baker, 1962).

La descripción de la fauna en el área de la Sistema Ambiental Regional se efectuó de acuerdo a los cuatro grupos fitogenéticos: anfibios, reptiles, aves y mamíferos, indicadores de la calidad de hábitat de los vertebrados terrestres, aunado a que son organismos fácilmente identificables en campo (a diferencia de los invertebrados

como insectos y arácnidos), excelentes indicadores de disturbios y parte del espacio cultural, social y económico de la sociedad humana.

Como material de apoyo en la determinación de los especímenes se utilizaron las siguientes guías de campo y literatura disponible, Sttebins (1985) y Conant y Collins (1997) para reptiles; Sibley (2001), Rusel y Monson (1998), Pyle (1997) y National Geographic (1987) para aves, y Caire (1978), Burt y Grossenheiderr (1980) y May (1981) para mamíferos. Como equipo de observación se utilizaron binoculares de 7 x 21 con zoom a 40 X.

Diseño de muestreo

Los muestreos se realizaron en horarios matutino con el objetivo de obtener mayor posibilidad de contabilizar las diversas especies de acuerdo con sus hábitos.

Se realizaron transectos de 10 m de ancho por 40 m de largo, formando cuadrantes de 400 m^2 para los grupos de Herpetofauna y Mastofauna. Dentro de estos cuadrantes se tomó un punto de observación para los muestreos de Ornitofauna.

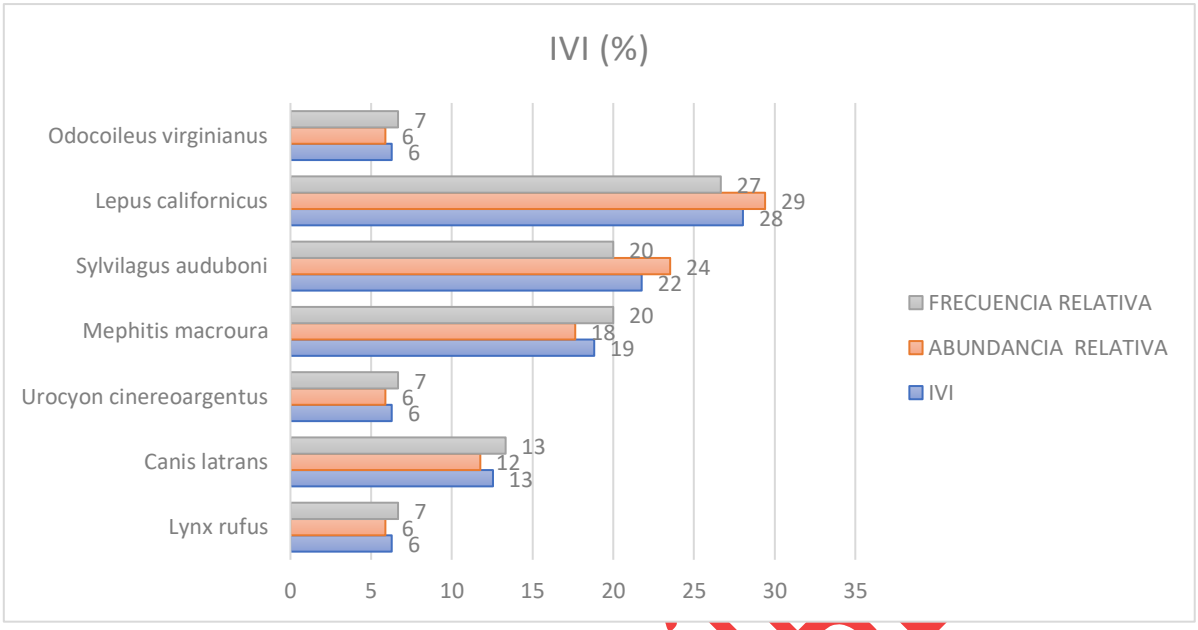
Descripción de los resultados obtenidos de índices y el valor de importancia Mastofauna

ESPECIES		NUMERO DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA ESPECIE EN SITIO	FRECUENCIA RELATIVA	IVI
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO					
Gato Montes	*Lynx rufus*	1	6	1	7	6.3
Coyote	*Canis latrans*	2	12	2	13	12.5
Zorra gris	*Urocyon cinereoargentus*	1	6	1	7	6.3
Zorrillo	*Mephitis macroura*	3	18	3	20	18.8
Conejo	*Sylvilagus auduboni*	4	24	3	20	21.8
Liebre de cola negra	*Lepus californicus*	5	29	4	27	28.0
Venado cola blanca	*Odocoileus virginianus*	1	6	1	7	6.3
TOTAL		**17**	**100**	**15**	**100**	**100**

ESPECIES		INDICE DE MARGALEF (riqueza especifica)	Pi	ln (Pi)	Pi*LN(Pi)	INDICE DE SHANNON	H MAXIMO	INDICE DE PIELOU
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO							
Gato Montes	*Lynx rufus*	**2.1177**	0.0588	-2.8332	-0.1667	**1.7582**	**1.9459**	**0.9036**
Coyote	*Canis latrans*		0.1176	-2.1401	-0.2518			
Zorra gris	*Urocyon cinereoargentus*		0.0588	-2.8332	-0.1667			
Zorrillo	*Mephitis macroura*		0.1765	-1.7346	-0.3061			
Conejo	*Sylvilagus auduboni*		0.2353	-1.4469	-0.3405			
Liebre de cola negra	*Lepus californicus*		0.2941	-1.2238	-0.3599			
Venado cola blanca	*Odocoileus virginianus*		0.0588	-2.8332	-0.1667			
			1.0000	**-15.0450**	**-1.7582**			

Tabla 9. Índices de Biodiversidad de Mastofauna

PÚBLICA

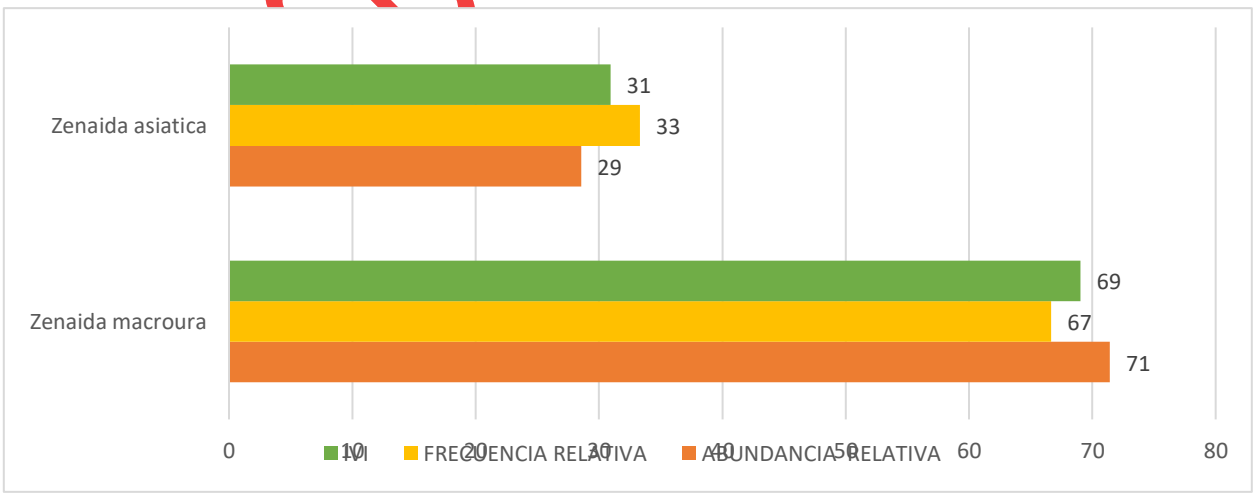


Aves

ESPECIES		NUMERO DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA ESPECIE EN SITIO	FRECUENCIA RELATIVA	IVI
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO					
Paloma huilota	*Zenaida macroura*	10	71	6	67	69
Paloma alas blancas	*Zenaida asiatica*	4	29	3	33	31
TOTAL		**14**	**100**	**9**	**100**	**100**

ESPECIES		INDICE DE MARGALEF (riqueza especifica)	Pi	ln (Pi)	Pi*LN(Pi)	INDICE DE SHANNO	H MAXIMO	INDICE DE PIELOU
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO							
Paloma huilota	*Zenaida macroura*	**0.3789**	0.7143	-0.3365	-0.2403	**0.5983**	**0.6931**	**0.8631**
Paloma alas blancas	*Zenaida asiatica*		0.2857	-1.2528	-0.3579			
TOTAL			**1.0000**	**-1.5892**	**-0.5983**			

Tabla 10. Índices de Biodiversidad de Ornitofauna

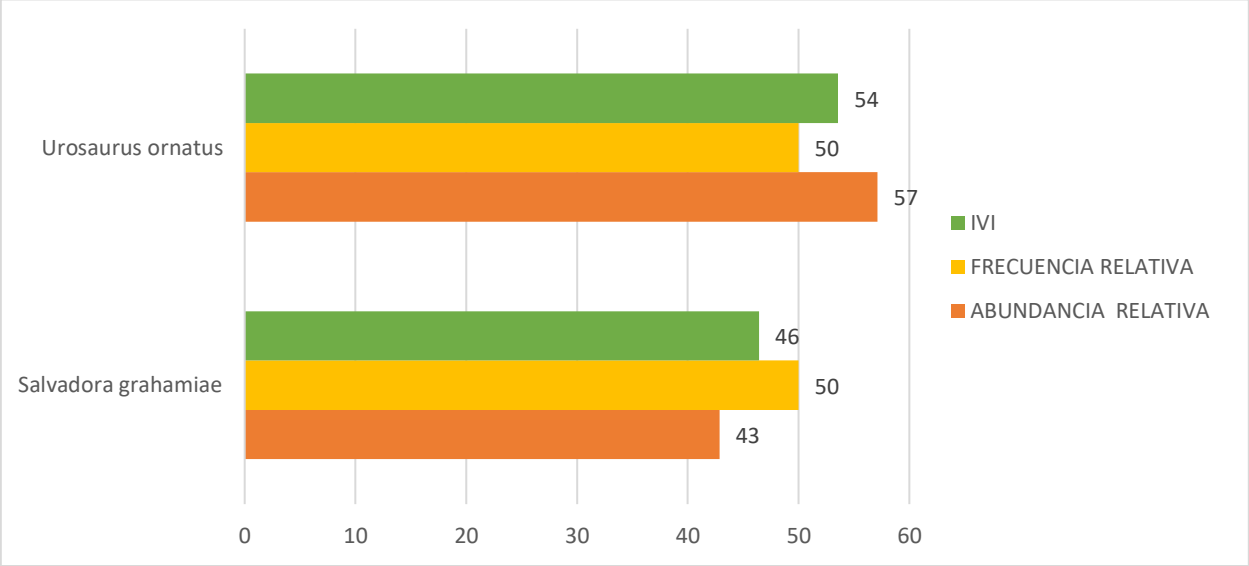


Reptiles

ESPECIES		NUMERO DE INDIVIDU	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA ESPECIE EN SITIO	FRECUENCIA RELATIVA	IVI
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO					
Culebra Chata Oriental	*Salvadora grahamiae*	3	43	3	50	46.43
Lagartija Norteña de Árbol	*Urosaurus ornatus*	4	57	3	50	53.57
TOTAL		**7**	**100**	**6**	**100**	**100**

ESPECIES		INDICE DE MARGALEF (riqueza especifica)	Pi	ln (Pi)	Pi*LN(Pi)	INDICE DE SHANNO	H MAXIMO	INDICE DE PIELOU
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO							
Culebra Chata Oriental	*Salvadora grahamiae*	**0.5139**	0.4286	-0.8473	-0.36313	**0.6829**	**0.6931**	**0.9852**
Lagartija Norteña de Árbol	*Urosaurus ornatus*		0.5714	-0.5596	-0.31978			
TOTAL			**1.0000**	**-1.4069**	**-0.68291**			

Tabla 31. Índices de Biodiversidad de Reptiles.



El índice de Margalef (1.3827) refleja una riqueza específica moderada, correspondiente al registro de ocho especies de artrópodos durante el muestreo. Este valor indica que el área evaluada presenta una composición representativa de organismos asociados a las condiciones ambientales del ecosistema presente.

El índice de Shannon (H' = 1.9484) presenta un valor cercano al máximo esperado (Hmáx = 2.0794), lo que evidencia una alta diversidad de artrópodos, donde las especies registradas presentan abundancias relativamente equilibradas, sin que una especie presente una dominancia significativa sobre las demás.

Por su parte, el índice de equidad de Pielou (J = 0.9369) muestra una distribución homogénea de los individuos entre las especies registradas, indicando que la comunidad presenta una alta uniformidad en la abundancia relativa de sus componentes.

En conjunto, los resultados muestran que la comunidad de artrópodos presenta una estructura equilibrada y diversa, con una distribución uniforme de los individuos y una composición representativa del ecosistema evaluado. Estos valores sugieren que el área mantiene condiciones adecuadas para el establecimiento de diferentes grupos de artrópodos, los cuales cumplen funciones ecológicas importantes como

descomposición de materia orgánica, polinización, control biológico y participación en las redes tróficas.

IV.9. Paisaje

El paisaje constituye un componente ambiental integrador que refleja la interacción entre los elementos físicos, biológicos y las actividades humanas presentes en un territorio. Su caracterización permite reconocer las condiciones visuales y ecológicas del entorno, así como identificar los elementos susceptibles de modificación por el establecimiento y operación del proyecto minero “La Cigarra”.

El paisaje del sistema ambiental se caracteriza por una configuración heterogénea, conformada por lomeríos, mesetas, elevaciones y depresiones naturales, sobre las cuales se distribuyen comunidades vegetales de bosque de encino, pastizal natural, pastizal inducido y vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural. La combinación de estas unidades determina variaciones en la cobertura, textura, coloración y estructura visual del territorio.

La topografía constituye uno de los principales elementos que definen la configuración paisajística, debido a que las diferencias de elevación y pendiente generan contrastes entre las partes altas, laderas y superficies de menor inclinación. Asimismo, las formaciones geológicas y los suelos expuestos contribuyen a la diversidad de tonalidades y texturas del paisaje, particularmente en aquellas superficies donde la cobertura vegetal es menos densa.

La vegetación representa otro componente determinante de la calidad paisajística, al proporcionar continuidad visual y favorecer la integración de los elementos naturales. Las comunidades de pastizal constituyen superficies predominantemente abiertas, mientras que los bosques de encino y las asociaciones arbustivas generan variaciones en la altura, densidad y estructura de la cubierta vegetal.

De manera complementaria, la red de escurrimientos intermitentes y las depresiones naturales del terreno contribuyen a la configuración del paisaje, al establecer elementos lineales asociados con la dinámica hidrológica y los procesos de modelado del relieve.

Calidad visual del paisaje

La calidad visual se relaciona con los atributos naturales y la diversidad de elementos que integran una unidad paisajística, considerando principalmente el relieve, la vegetación, las características del suelo, los elementos hidrológicos y el grado de modificación antrópica.

En el sistema ambiental del proyecto, los principales atributos que contribuyen a la calidad visual corresponden a la variación topográfica, la presencia de comunidades

CONSULTA PÚBLICA

vegetales naturales y secundarias, así como a la combinación de superficies abiertas y elevaciones con cobertura arbórea o arbustiva.

Las áreas de bosque de encino presentan atributos visuales asociados con una estructura vegetal relativamente más compleja, mientras que las comunidades de pastizal natural proporcionan continuidad y amplitud escénica. Por su parte, las superficies con vegetación secundaria y pastizal inducido reflejan condiciones de modificación previa, aunque continúan formando parte de la composición visual y ecológica del territorio.

La calidad paisajística puede presentar variaciones locales en función del grado de conservación de la vegetación, la pendiente, la exposición de materiales geológicos y la presencia de caminos o actividades productivas.

En términos generales, el sistema ambiental conserva elementos naturales que contribuyen a su identidad paisajística, por lo que las modificaciones derivadas de las actividades mineras deberán considerar medidas destinadas a reducir la alteración visual y favorecer la recuperación progresiva de las superficies intervenidas.

Fragilidad visual del paisaje

La fragilidad visual corresponde a la susceptibilidad de un paisaje para experimentar modificaciones perceptibles ante la introducción de nuevos elementos o actividades humanas. Esta condición depende de factores como la pendiente, la cobertura vegetal, la exposición visual y la capacidad del terreno para integrar o disimular las transformaciones.

En el área de estudio, la fragilidad visual presenta diferencias relacionadas con la configuración topográfica y las características de la vegetación.

Las superficies de pastizal y aquellas con cobertura vegetal dispersa pueden presentar una mayor exposición visual, debido a la escasa presencia de elementos que permitan ocultar las modificaciones del terreno. En estos sectores, los movimientos de tierras, cortes, excavaciones y establecimiento de infraestructura pueden producir contrastes perceptibles respecto de las condiciones naturales.

Las áreas de mayor pendiente también pueden presentar sensibilidad paisajística, particularmente cuando la intervención genera cambios en la continuidad del relieve, exposición de materiales geológicos o eliminación de la cobertura vegetal.

Por otra parte, las superficies con vegetación arbórea o arbustiva relativamente densa pueden proporcionar cierto efecto de integración visual, aunque su remoción puede incrementar la exposición del suelo y modificar la estructura original del paisaje.

En consecuencia, se reconoce que la fragilidad paisajística del área depende de las condiciones particulares de cada unidad del terreno, siendo especialmente

CONSULTA PÚBLICA

relevantes las superficies abiertas, las laderas expuestas y los sectores donde se realizarán modificaciones importantes del relieve.

Visibilidad e incidencia visual del proyecto

La visibilidad de las obras proyectadas estará condicionada por las características topográficas, la ubicación de los observadores, la presencia de obstáculos naturales y la magnitud de las instalaciones mineras.

Las principales modificaciones paisajísticas se relacionarán con el desarrollo del tajo a cielo abierto, la construcción de la planta de procesos, la presa de jales, el depósito de material estéril, los caminos y demás instalaciones auxiliares.

Estas obras introducirán elementos geométricos, superficies expuestas y estructuras de origen antrópico que contrastarán con las formas naturales del relieve y la distribución de la vegetación.

Durante la preparación del sitio y construcción, la remoción de vegetación, los movimientos de tierra y la presencia de maquinaria producirán modificaciones visibles de carácter progresivo. Durante la operación, los principales cambios se relacionarán con la configuración del tajo, el almacenamiento de materiales y la presencia de infraestructura industrial.

La percepción de estas modificaciones dependerá de la ubicación de los posibles observadores y de las condiciones del terreno. Por ello, no se establece una extensión específica de visibilidad ni se atribuye un grado cuantitativo de afectación visual sin disponer de un análisis de cuenca visual.

Modificación del paisaje y medidas de integración

El desarrollo del proyecto ocasionará una transformación localizada del paisaje, principalmente por la eliminación de cobertura vegetal, modificación del relieve y establecimiento de instalaciones mineras.

Algunas modificaciones tendrán carácter persistente, particularmente las relacionadas con el tajo, la presa de jales y el depósito de material estéril, debido a que alterarán la configuración original del terreno.

Para reducir los efectos paisajísticos, se contempla limitar las actividades a las superficies autorizadas, realizar el desmonte de manera progresiva, evitar movimientos de tierra innecesarios, controlar la dispersión de materiales y conservar la vegetación fuera de las áreas de intervención.

Asimismo, la implementación de medidas de conservación de suelos, estabilización de taludes, restauración progresiva y revegetación de superficies que dejen de utilizarse contribuirá a disminuir la exposición del suelo y favorecer la integración paisajística de las áreas intervenidas.

CONSULTA PÚBLICA

Durante el cierre minero se deberán ejecutar acciones de estabilización física, retiro de instalaciones susceptibles de desmantelamiento y recuperación de la cobertura vegetal en las superficies técnicamente restaurables.

Estas medidas permitirán reducir parcialmente los contrastes visuales generados por las actividades mineras, aunque no implican necesariamente la recuperación de la configuración paisajística original.

En conclusión, el paisaje del sistema ambiental presenta una composición heterogénea determinada por su relieve, cobertura vegetal y elementos hidrológicos. El proyecto ocasionará modificaciones visuales localizadas, principalmente asociadas con la transformación del terreno y la presencia de infraestructura minera, cuyos efectos deberán ser atendidos mediante medidas de prevención, mitigación y restauración durante las distintas etapas de desarrollo.

IV.10 Diagnóstico ambiental

El diagnóstico ambiental tiene como finalidad integrar las condiciones actuales de los componentes físicos y biológicos del sistema ambiental, identificar los principales procesos naturales y factores de presión existentes, así como reconocer los elementos de mayor sensibilidad ante el desarrollo del proyecto minero “La Cigarra”.

La caracterización ambiental previamente desarrollada permite identificar un territorio en el que interactúan condiciones climáticas semisecas, relieve variable, comunidades de vegetación natural y secundaria, escurrimientos superficiales intermitentes y suelos susceptibles a procesos erosivos.

Estos elementos conforman un sistema ambiental cuya dinámica está determinada por la interacción entre precipitación, topografía, características geológicas, propiedades del suelo y cobertura vegetal, así como por las actividades humanas desarrolladas históricamente en la región.

Condiciones del medio abiótico

El sistema ambiental presenta condiciones climáticas semisecas templadas, caracterizadas por una distribución estacional de las precipitaciones, principalmente durante el verano, y periodos de menor disponibilidad hídrica.

Estas características condicionan los procesos de evapotranspiración, escurrimiento superficial, infiltración y desarrollo de la vegetación, además de influir en la susceptibilidad del suelo a procesos de erosión hídrica y eólica.

La configuración geomorfológica comprende superficies de relieve variable, con presencia de lomeríos, elevaciones, mesetas y depresiones naturales. Las

CONSULTA PÚBLICA

pendientes constituyen un factor relevante para la estabilidad del terreno y el comportamiento del agua durante los eventos de precipitación.

En los sectores de mayor inclinación, la combinación de pendientes, suelos someros y cobertura vegetal limitada puede favorecer el desprendimiento y transporte de partículas. Por su parte, las superficies de menor pendiente pueden presentar condiciones relativamente más favorables para la retención temporal del agua y la infiltración, dependiendo de las propiedades físicas del suelo y del sustrato geológico.

Los procesos de erosión constituyen uno de los principales factores de sensibilidad ambiental del área. La pérdida de cobertura vegetal y la modificación superficial del terreno pueden incrementar la exposición del suelo a la acción del agua y del viento, particularmente durante los periodos de lluvias intensas o condiciones secas con presencia de vientos.

En este sentido, la conservación de la cobertura vegetal, el manejo de escurrimientos y la estabilización de superficies alteradas representan aspectos prioritarios para mantener las funciones ambientales del suelo.

Condiciones hidrológicas

La hidrología superficial del sistema ambiental está representada principalmente por una red de escurrimientos intermitentes, cuya actividad se relaciona con los eventos de precipitación y las características topográficas del terreno.

Estas corrientes cumplen una función importante en la conducción natural del agua, el transporte de sedimentos y la conectividad hidrológica entre laderas, depresiones y cauces de mayor jerarquía.

Aunque durante una parte importante del año pueden permanecer sin flujo superficial, su funcionamiento durante los eventos de lluvia constituye un elemento relevante para la dinámica ambiental.

En materia de hidrología subterránea, el sistema ambiental se encuentra dentro del acuífero San Felipe de Jesús, clave 0845, cuya recarga depende de los procesos regionales de infiltración y de las características geológicas e hidrogeológicas del territorio.

Las condiciones de disponibilidad hídrica y la importancia de la infiltración hacen necesario considerar medidas para reducir la alteración de los escurrimientos naturales, evitar la contaminación de aguas superficiales y subterráneas y favorecer el aprovechamiento eficiente del recurso.

En particular, la construcción y operación de infraestructura minera destinada al manejo de jales, material estéril y aguas de proceso representa un aspecto que requiere medidas específicas de contención, captación, conducción y monitoreo ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

Condiciones del medio biótico

La vegetación del sistema ambiental está integrada por comunidades de bosque de encino, pastizal natural, pastizal inducido y vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, cuya distribución responde a las condiciones de clima, suelo, altitud, pendiente y antecedentes de uso del territorio.

Estas comunidades contribuyen a la regulación de los procesos hidrológicos, protección del suelo, mantenimiento de hábitats y conservación de la diversidad biológica.

Los resultados de los muestreos florísticos muestran diferencias en la composición, abundancia y dominancia de las especies entre los estratos evaluados, lo que refleja una estructura vegetal heterogénea.

El estrato arbustivo presenta una participación importante dentro de la comunidad vegetal, mientras que los estratos arbóreo, herbáceo y de cactáceas contribuyen a la diversidad estructural y funcional del ecosistema.

La presencia de vegetación secundaria no implica necesariamente una pérdida total de funcionalidad ambiental, debido a que estas comunidades continúan proporcionando cobertura al suelo, recursos para la fauna y conectividad entre unidades de vegetación.

Respecto de la fauna silvestre, el sistema ambiental proporciona hábitats para mamíferos, aves, reptiles y otros organismos asociados con las comunidades vegetales existentes.

La diversidad de formas de crecimiento, la presencia de refugios naturales, la disponibilidad de alimento y las características del relieve contribuyen al mantenimiento de estas comunidades faunísticas.

Entre los elementos de sensibilidad ambiental destaca la presencia registrada de especies de fauna sujetas a categorías de protección, así como la distribución potencial de otras especies de interés para la conservación. Esta condición hace necesario establecer acciones preventivas antes del desmonte y durante las actividades que impliquen modificaciones del hábitat.

Por lo anterior, la protección de la vegetación remanente, la prevención de afectaciones a ejemplares de fauna y el mantenimiento de condiciones de conectividad ecológica constituyen aspectos relevantes para el manejo ambiental del proyecto.

Problemática ambiental identificada

A partir de la caracterización del sistema ambiental se reconocen factores de presión relacionados con la susceptibilidad natural del terreno a la erosión, las

CONSULTA PÚBLICA

modificaciones históricas de la cobertura vegetal y el desarrollo de actividades productivas en la región.

Entre los principales procesos de atención ambiental se identifican la pérdida potencial de suelo, la alteración de escurrimientos superficiales, la fragmentación de la cobertura vegetal y la modificación de hábitats.

Estos procesos pueden intensificarse cuando se realizan actividades que involucran remoción de vegetación, excavaciones, compactación, modificación de pendientes o exposición prolongada de superficies sin cobertura.

En el caso específico del proyecto minero, las principales interacciones ambientales potenciales se relacionarán con la transformación del relieve, pérdida de vegetación, incremento de procesos erosivos, modificación de la infiltración y escurrimiento superficial, generación de emisiones atmosféricas y ruido, alteración del paisaje y manejo de residuos mineros.

Asimismo, el almacenamiento de jales y material estéril representa un factor de atención ambiental por los riesgos potenciales asociados con la estabilidad física y química de los depósitos, generación de escurrimientos de contacto y posible movilización de sustancias contaminantes.

La magnitud de estos efectos dependerá de las características definitivas de las instalaciones, las condiciones del medio receptor y la eficacia de las medidas de prevención y control que se implementen.

Sensibilidad y capacidad de recuperación ambiental

La sensibilidad ambiental del territorio se encuentra relacionada principalmente con las características del suelo, la cobertura vegetal, el relieve y la disponibilidad hídrica.

Los suelos superficiales, las laderas con pendientes pronunciadas y las áreas con vegetación natural presentan una susceptibilidad particular ante actividades que impliquen remoción de cobertura, movimientos de tierra o modificación de los patrones de escurrimiento.

Asimismo, la recuperación natural de la vegetación puede encontrarse condicionada por la disponibilidad estacional de humedad, las características edáficas y la intensidad de las perturbaciones.

En consecuencia, la recuperación de las superficies alteradas requiere considerar medidas de estabilización, conservación de suelo, restauración hidrológica y revegetación con especies apropiadas para las condiciones ecológicas locales.

La capacidad de recuperación no será uniforme en todas las áreas intervenidas. Las superficies utilizadas para instalaciones auxiliares y obras susceptibles de desmantelamiento pueden presentar mayores posibilidades de restauración,

CONSULTA PÚBLICA

mientras que las áreas correspondientes al tajo y depósitos mineros requerirán medidas especializadas de estabilización y cierre, debido a la magnitud de las modificaciones físicas del terreno.

Integración del diagnóstico ambiental

Tabla. Diagnóstico integrado de los componentes del sistema ambiental.

Componente	Condición identificada	Sensibilidad ambiental
Clima	Semiseco templado, con precipitaciones estacionales	Disponibilidad limitada y variable de humedad
Relieve	Lomeríos, mesetas y pendientes variables	Susceptibilidad a erosión e inestabilidad en superficies intervenidas
Suelo	Suelos con susceptibilidad a erosión hídrica y eólica	Pérdida de suelo superficial y alteración de sus funciones
Hidrología superficial	Escurrimientos principalmente intermitentes	Modificación de drenajes y transporte de sedimentos
Hidrología subterránea	Acuífero San Felipe de Jesús	Alteraciones en infiltración y riesgos de contaminación
Vegetación	Bosque de encino, pastizales y vegetación secundaria	Pérdida y fragmentación de cobertura vegetal
Fauna	Comunidades asociadas con los diferentes tipos de vegetación	Alteración de hábitats y afectación de individuos
Paisaje	Relieve heterogéneo y mosaico de comunidades vegetales	Modificación de la configuración visual y del relieve

CONSULTA PÚBLICA

Conclusión del diagnóstico ambiental

El sistema ambiental del proyecto minero “La Cigarra” presenta características ecológicas propias de una región semiseca templada, donde la dinámica de los ecosistemas está condicionada por la estacionalidad de las precipitaciones, la variación del relieve, las propiedades de los suelos y la distribución de las comunidades vegetales.

La integración de estos componentes permite reconocer un territorio que conserva funciones ambientales relacionadas con la protección del suelo, regulación

hidrológica, mantenimiento de hábitats y conservación de biodiversidad, aunque también presenta susceptibilidad a procesos erosivos y modificaciones derivadas de las actividades humanas.

Los principales factores ambientales que requieren atención durante el desarrollo del proyecto corresponden a la conservación del suelo, protección de los recursos hídricos, mantenimiento de la biodiversidad, estabilidad de las instalaciones mineras y recuperación de las superficies intervenidas.

En consecuencia, las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración deberán orientarse prioritariamente a reducir la pérdida de suelo y vegetación, controlar los escurrimientos y emisiones, prevenir la contaminación, proteger la fauna y asegurar condiciones adecuadas de estabilidad y seguimiento ambiental durante la operación y el cierre minero.

El diagnóstico constituye la base para la identificación y evaluación de los impactos ambientales desarrollada en el Capítulo V, así como para la definición de las medidas ambientales y los programas de vigilancia establecidos en los capítulos VI y VII de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1. Impactos Ambientales, Sociales y Económicos

El presente capítulo tiene como finalidad identificar, caracterizar y valorar los impactos ambientales, sociales y económicos que potencialmente podrían derivarse de las obras y actividades previstas para el desarrollo del proyecto, considerando las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, así como las actividades asociadas al abandono y desmantelamiento. El análisis se enfoca particularmente en las acciones relacionadas con la construcción y operación de caminos de acceso y vialidades internas, así como con el establecimiento y funcionamiento de la subestación eléctrica.

Para la evaluación se consideran los componentes y factores ambientales y socioeconómicos que, de acuerdo con las condiciones actuales del sitio y las características de las obras proyectadas, presentan posibilidad de interacción. Entre estos se incluyen el suelo, agua, aire, flora, fauna, paisaje y los aspectos socioeconómicos, incorporando aquellos elementos que, por su sensibilidad, importancia ambiental o relación con las actividades del proyecto, resulten relevantes para el análisis.

Como herramienta para la identificación y valoración de los impactos se empleará una metodología basada en el modelo matricial de Leopold, adaptada mediante la

incorporación de parámetros y atributos de valoración acordes con las características del proyecto. Esta herramienta permitirá establecer de manera ordenada las relaciones causa-efecto entre las acciones previstas y los factores ambientales susceptibles de modificación, así como determinar las características y relevancia de las interacciones identificadas.

El procedimiento inicia con la delimitación de las acciones del proyecto que pueden constituir fuentes potenciales de cambio ambiental, considerando actividades como desmonte y despalme, excavación, nivelación, conformación y compactación del terreno, construcción de caminos, cimentaciones y establecimiento de la infraestructura de la subestación, además de las actividades propias de operación, mantenimiento y abandono. Paralelamente, se determinan los componentes y factores ambientales susceptibles de recibir efectos directos o indirectos derivados de dichas acciones.

Posteriormente, se establecen indicadores y atributos de evaluación para cada factor seleccionado, los cuales permiten caracterizar los impactos desde una perspectiva cuantitativa y cualitativa. La valoración considera aspectos como magnitud, intensidad, extensión, duración, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, acumulación, sinergia y significancia, con el propósito de determinar el comportamiento y relevancia de cada interacción. Los resultados obtenidos permitirán clasificar y jerarquizar los impactos identificados y constituirán la base técnica para la definición posterior de las medidas de prevención, mitigación, restauración y, cuando corresponda, compensación ambiental.

V.1.1. Indicadores o factores ambientales, económicos y sociales de impacto

Para la selección de los componentes y factores ambientales susceptibles de interacción con las obras y actividades del proyecto, se consideraron como criterios principales su presencia dentro del área de estudio, su relación con las actividades previstas y la relevancia ambiental o socioeconómica que pudieran presentar. Este proceso permite concentrar la evaluación en aquellos elementos que, por sus características o sensibilidad, tienen mayor posibilidad de experimentar modificaciones.

Cada factor seleccionado se desagrega en indicadores específicos, definidos con base en las características del proyecto, las condiciones ambientales identificadas y el criterio técnico del grupo de especialistas. Estos indicadores permiten realizar la valoración de los posibles efectos mediante criterios cuantitativos o cualitativos, según la naturaleza de cada componente. Para su evaluación se consideran atributos relacionados con la magnitud, intensidad, extensión espacial, duración, persistencia y demás características del impacto, los cuales serán desarrollados en los apartados subsecuentes.

CONSULTA PÚBLICA

V.1.2. Lista indicativa de factores e indicadores de impacto

A partir de la caracterización del Sistema Ambiental Regional y del análisis de las condiciones socioeconómicas de la zona de estudio, se identificaron los componentes que presentan una relación directa con las obras y actividades previstas para el desarrollo del proyecto. Con base en su relevancia ambiental, sensibilidad y posibilidad de interacción con las acciones del proyecto, se seleccionaron los siguientes factores para su incorporación en el proceso de evaluación de impactos:

Factores
Agua
Suelo
Atmósfera
Flora
Fauna
Económico

V.1.2.1. Indicadores específicos por factor evaluado

Factores ambientales		
Físicos	Aire	- Contaminación - Ruido
	Agua	- Contaminación - Recarga subterránea - Disponibilidad
	Suelo	- Contaminación - Materia orgánica - Compactación, infiltración
Biológicos	Flora	- Riqueza - Regeneración natural - Abundancia
	Fauna	- Riqueza - Abundancia - Hábitat
Factores socioeconómicos		
Socioeconómico	Generación de empleos	

CONSULTA PÚBLICA

V.2. Identificación de impactos

V.2.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

En esta sección se llevará a cabo la identificación, caracterización, ponderación y valoración de los impactos ambientales potenciales asociados con las obras y actividades del proyecto. El análisis considerará las condiciones ambientales de referencia del área de estudio, las características

de las acciones previstas, la probabilidad de ocurrencia de los efectos identificados y el nivel de relevancia que cada interacción pudiera representar sobre los componentes ambientales y socioeconómicos.

V.2.2. Indicadores o factores ambientales, económicos y sociales de impacto

Para efectos de la evaluación de impactos, los indicadores ambientales se consideran elementos o atributos de los componentes del medio que pueden experimentar modificaciones, directas o indirectas, como consecuencia de las obras y actividades del proyecto. Su utilización permite establecer una relación entre las acciones previstas y las condiciones ambientales susceptibles de modificación, facilitando la caracterización y valoración de los efectos identificados.

La selección de los indicadores se realizó considerando su presencia y representatividad dentro del área de estudio, su relación con las actividades del proyecto y su relevancia ambiental, ecológica o socioeconómica. Asimismo, se consideró la sensibilidad de los componentes y su capacidad para responder ante las modificaciones derivadas de la ejecución de las obras, con el propósito de concentrar el análisis en aquellos factores con mayor posibilidad de interacción.

De acuerdo con lo anterior, los indicadores seleccionados comprenden componentes abióticos, como aire, agua, suelo y ruido; bióticos, incluyendo flora y fauna; y socioeconómicos, relacionados con empleo, actividades económicas, bienestar de la población y aprovechamiento o uso del territorio. Estos indicadores pueden organizarse de manera jerárquica en función del componente ambiental al que pertenecen y de las relaciones existentes entre sus diferentes niveles, permitiendo establecer una estructura ordenada para el análisis de las interacciones ambientales.

Criterios para determinar la significancia de los impactos

La determinación de la significancia de los impactos se efectuará mediante criterios orientados a valorar la relación entre la magnitud de las modificaciones previstas y la capacidad de los componentes ambientales para absorberlas, responder ante ellas y recuperar sus condiciones. Bajo este enfoque, la relevancia de un impacto dependerá no únicamente de la existencia de una modificación, sino también de su intensidad, extensión, duración, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad y de las condiciones ambientales del factor receptor.

Para los impactos relacionados con la remoción de vegetación y la afectación de recursos naturales, su significancia estará determinada en función de la magnitud de la intervención, la superficie involucrada, la importancia ecológica del componente afectado y su capacidad de regeneración o recuperación.

CONSULTA PÚBLICA

En el caso de las modificaciones derivadas de la ocupación y transformación del territorio la significancia se analizará considerando la extensión espacial de las áreas intervenidas, el grado de alteración de las condiciones existentes y la capacidad de los componentes ambientales para mantener o recuperar su funcionalidad.

Por otra parte, para los impactos asociados con la generación de emisiones, residuos, ruido y otros agentes de cambio, se considerará la magnitud y duración de las emisiones o cargas generadas, así como la capacidad de asimilación, dispersión o recuperación del componente ambiental receptor. De esta manera, la significancia aumentará en aquellos casos en que las modificaciones previstas puedan aproximarse o superar la capacidad de respuesta del medio, o cuando interactúen con componentes que presenten elevada sensibilidad o importancia ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

Matriz de identificación y valoración cualitativa de impactos ambientales

La evaluación organiza las interacciones entre las obras descritas en el capítulo II y los factores caracterizados en el capítulo IV. Se distingue la importancia preliminar de cada impacto (alta, moderada o positiva) en función de su extensión potencial, duración, reversibilidad, sensibilidad del receptor y necesidad de control. La clasificación es cualitativa; no representa una puntuación de magnitud medida ni sustituye los estudios específicos pendientes de ingeniería. Las claves permiten la trazabilidad impacto–medida–indicador.

Clave	Etapa	Actividad	Factor	Impacto potencial	Importancia	Medida / seguimiento
IA-01	Preparación	Desmonte y despalme	Flora	Pérdida de cobertura vegetal y estructura del hábitat	Alta	MF-01 / PVA-01
IA-02	Preparación	Desmonte, tránsito de maquinaria	Fauna	Perturbación, desplazamiento y mortalidad accidental	Alta	MF-02 / PVA-02
IA-03	Preparación y construcción	Retiro de horizonte superficial y terracerías	Suelo	Pérdida de suelo fértil y compactación	Alta	MS-01 / PVA-03
IA-04	Preparación, construcción y operación	Áreas desnudas y caminos	Suelo	Incremento de erosión hídrica y eólica	Alta	MS-02, MS-03, MS-04 / PVA-03
IA-05	Preparación y construcción	Ocupación y acondicionamiento	Agua	Disminución potencial de infiltración y alteración de escurrimientos	Alta	MS-02, MS-03, MH-01 / PVA-04
IA-06	Construcción y operación	Tajo, bancos y depósito de estériles	Relieve	Alteración topográfica, estabilidad y paisaje	Alta	ME-01 / PVA-05

CONSULTA PÚBLICA

IA-07	Construcción y operación	Tránsito, trituración y movimiento de mineral	Atmósfera	Emisión de partículas suspendidas y polvo sedimentable	Moderada	MA-01 / PVA-06
IA-08	Construcción y operación	Maquinaria, perforación y voladuras	Ambiente acústico	Ruido, vibraciones y perturbación de receptores	Moderada	MA-02 / PVA-06
IA-09	Operación	Almacenamiento de reactivos y beneficio	Agua y suelo	Contaminación accidental por manejo de sustancias	Alta	MR-01 / PVA-07
IA-10	Operación y cierre	Almacenamiento de jales (TMF)	Agua y suelo	Filtraciones, calidad de aguas y riesgo de liberación de jales	Alta	MJ-01 / PVA-07
IA-11	Operación y cierre	Depósito de material estéril	Suelo y agua	Arrastre de sedimentos y potencial drenaje contaminante	Alta	MJ-02 / PVA-07
IA-12	Construcción y operación	Captación y conducción de aguas de contacto	Agua	Alteración de la calidad y del régimen local de escurrimientos	Alta	MH-01 / PVA-04
IA-13	Operación	Abastecimiento para procesos y servicios	Agua	Presión sobre disponibilidad del recurso hídrico	Alta	MH-02 / PVA-04

CONSULTA PÚBLICA

IA-14	Todas las etapas	Residuos urbanos, especiales y peligrosos	Suelo y agua	Contaminación por manejo o disposición inadecuada	Moderada	MR-02 / PVA-07
IA-15	Construcción y operación	Tránsito e iluminación nocturna	Fauna	Fragmentación funcional, atropellamiento y desplazamiento	Moderada	MF-02 / PVA-02
IA-16	Construcción y operación	Instalaciones, depósitos y tajo	Paisaje	Modificación de calidad visual y cuenca perceptual	Alta	ME-01 / PVA-05
IA-17	Construcción y operación	Contratación y compras regionales	Socioeconomía	Empleo y dinamización económica local	Positiva	SE-01 / PVA-08
IA-18	Construcción y operación	Tránsito de vehículos de carga	Socioeconomía	Presión sobre caminos y seguridad vial	Moderada	SE-02 / PVA-08
IA-19	Cierre	Desmantelamiento, conformación y revegetación	Suelo, flora y paisaje	Recuperación de funciones ecológicas donde sea factible	Positiva	MC-01 / PVA-05
IA-20	Post-cierre	Inspección de TMF, WRSA y suelos tratados	Agua y suelo	Persistencia de impactos residuales si fallan controles	Alta	MC-02, MJ-01 / PVA-07

CONSULTA PÚBLICA

Criterio de interpretación: "Alta" identifica interacciones que pueden resultar significativas por remoción permanente, persistencia o riesgo de contaminación; "Moderada" señala efectos generalmente controlables mediante buenas prácticas; "Positiva" identifica beneficios condicionados al desempeño real de las acciones. La clasificación final deberá contrastarse

con el seguimiento y con las características de ingeniería autorizadas. La posibilidad de impactos acumulativos y sinérgicos se considera especialmente en erosión y pérdida de cobertura, presión hídrica, generación de polvo y modificación paisajística.

V.2.5. Descripción de impactos ambientales significativos

En la siguiente tabla se describen los impactos significativos que se generan durante el desarrollo del proyecto.

Etapa del Proyecto	Obra o actividad del Proyecto	Componente y subcomponente ambiental en el que incide	Impacto ambiental	Caracterización del impacto	Efectos	Tipo de medida	Descripción de la medida, incluyendo nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia
Preparación del sitio	Trazo, delimitación de áreas de trabajo, desmonte y despalme para las obras e instalaciones mineras	**Flora / Vegetación forestal**	Remoción de cobertura vegetal dentro de las áreas autorizadas para CUSTF	Impacto adverso, directo, permanente en las áreas de ocupación definitiva, local y de intensidad media-alta, asociado a la eliminación de la cobertura vegetal para el	Pérdida de cobertura vegetal, modificación de la estructura de la vegetación y reducción de hábitat disponible	**Prevención, mitigación y compensación**	**Programa de rescate y reubicación de flora silvestre.** Previo al inicio del desmonte se realizarán recorridos para identificar ejemplares susceptibles de rescate, priorizando especies de lento crecimiento, cactáceas, arbustivas y	Número de ejemplares identificados, rescatados y reubicados; porcentaje de supervivencia; ubicación de sitios de reubicación; coordenadas; bitácoras; evidencia fotográfica e informes de seguimiento

CONSULTA PÚBLICA

				establecimiento de infraestructura minera			aquellas que presenten características de interés para conservación. Los ejemplares rescatados serán trasladados a sitios previamente definidos. Aplicación: previo y durante el desmonte. Plazo: etapa de preparación del sitio.	
Preparación del sitio	Desmonte, despalme y movimiento inicial de maquinaria	**Fauna / Fauna silvestre**	Desplazamiento, perturbación y posible afectación de organismos de fauna silvestre	Impacto adverso, directo, temporal a permanente según la pérdida de hábitat, local y de intensidad media	Ahuyentamiento, desplazamiento temporal, pérdida de refugios y riesgo de afectación de organismos de lento desplazamiento	**Prevención y mitigación**	**Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre.** Antes y durante las actividades de desmonte se realizarán recorridos de inspección, búsqueda, ahuyentamiento y, cuando sea necesario, captura y reubicación de	Número de recorridos; especies y organismos registrados; organismos rescatados y reubicados; sitios de liberación; evidencia fotográfica; bitácoras de campo; registros de mortalidad

CONSULTA PÚBLICA

							ejemplares. Se dará especial atención a reptiles, mamíferos pequeños y especies con alguna categoría de riesgo. Aplicación: previo y durante el desmonte.	
Preparación del sitio y construcción	Desmonte, despalme, excavaciones, nivelaciones y movimiento de tierras	**Suelo / Calidad, estructura y estabilidad del suelo**	Incremento de procesos erosivos y pérdida de suelo	Impacto adverso, directo, temporal a permanente en superficies ocupadas por infraestructura, local y de intensidad media-alta, debido a la eliminación de cobertura vegetal y exposición del suelo	Pérdida y compactación del suelo, incremento de erosión hídrica y eólica, arrastre de sedimentos y modificación de la estabilidad superficial	**Prevención, mitigación y compensación**	**Programa de conservación de suelos.** Se implementarán obras de control de erosión y retención de sedimentos, tales como barreras de piedra acomodada, obras de control de escurrimientos, zanja-bordo y otras medidas que resulten técnicamente necesarias. El suelo vegetal	Superficie de suelo vegetal recuperado; volumen almacenado; metros lineales de obras construidas; ubicación mediante coordenadas; inspecciones; evidencia fotográfica; condiciones de las obras

CONSULTA PÚBLICA

							recuperable será manejado y almacenado para su utilización posterior en actividades de restauración. Aplicación: durante preparación y construcción, con mantenimiento durante operación y cierre.	
Preparación del sitio y construcción	Operación y tránsito de maquinaria, vehículos y equipos	**Suelo / Calidad del suelo**	Contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles, lubricantes, aceites o sustancias peligrosas	Impacto adverso, directo, accidental, temporal y puntual, de intensidad baja-media, condicionado a la ocurrencia de eventos de derrame	Alteración de las propiedades físicas y químicas del suelo y posible afectación de áreas adyacentes	**Prevención y restauración**	**Programa de prevención y atención de derrames.** Se establecerán áreas específicas para almacenamiento y manejo de combustibles, lubricantes y residuos peligrosos, con medidas de contención. La maquinaria recibirá	Áreas de almacenamiento habilitadas; sistemas de contención; bitácoras de mantenimiento; número de incidentes; volumen derramado y recuperado; manifiestos de disposición; evidencia fotográfica

CONSULTA PÚBLICA

							mantenimiento preventivo y cualquier derrame será atendido inmediatamente mediante materiales absorbentes, retiro del suelo afectado y manejo conforme a la normatividad aplicable.	
Preparación del sitio, construcción y operación	Generación, almacenamiento y manejo de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial	**Suelo / Calidad ambiental**	Generación y disposición inadecuada de residuos	Impacto adverso, directo, temporal, local y de intensidad baja	Contaminación del suelo, deterioro visual, generación de fauna nociva y riesgo de dispersión de residuos	**Prevención**	**Programa de manejo integral de residuos.** Se instalarán contenedores diferenciados y áreas de almacenamiento temporal. Los residuos serán separados, recolectados y enviados a sitios o instalaciones autorizadas, de acuerdo con su clasificación. Aplicación: durante todas	Número y ubicación de contenedores; volumen generado; registros de recolección; comprobantes de disposición; manifiestos; inspecciones y evidencia fotográfica

CONSULTA PÚBLICA

							las etapas del proyecto.	
Preparación del sitio y construcción	Operación de maquinaria, vehículos, perforación, excavaciones y movimiento de materiales	**Atmósfera / Calidad del aire**	Generación de partículas suspendidas y emisiones provenientes de maquinaria y vehículos	Impacto adverso, directo, temporal, local y de intensidad media, principalmente durante actividades de movimiento de tierras y tránsito	Disminución temporal de la calidad del aire y deposición de partículas sobre vegetación y suelo	**Prevención y mitigación**	**Programa de control de emisiones y partículas.** Se realizará riego periódico de caminos y superficies susceptibles de generar polvo, mantenimiento preventivo de maquinaria, cobertura de materiales cuando sea necesario y establecimiento de límites de velocidad. Se establecerá una línea base de calidad del aire conforme avance la ingeniería ambiental del proyecto.	Registros de riego; bitácoras de mantenimiento; velocidad de circulación; inspecciones; registros de emisiones, cuando corresponda; monitoreos de PM10/PM2.5

CONSULTA PÚBLICA

Preparación del sitio, construcción y operación	Operación de maquinaria pesada, perforación, voladuras y tránsito vehicular	**Atmósfera / Ruido y vibraciones**	Incremento temporal de niveles de ruido y generación de vibraciones	Impacto adverso, directo, temporal, local y de intensidad baja-media; en voladuras su ocurrencia será puntual y controlada	Perturbación de fauna silvestre y molestias potenciales al personal y receptores cercanos	**Prevención y mitigación**	**Programa de control de ruido y vibraciones.** Se dará mantenimiento preventivo a equipos, se establecerán horarios de operación y las voladuras serán diseñadas y ejecutadas bajo procedimientos técnicos y de seguridad. Se realizarán monitoreos cuando sean requeridos por las condiciones del proyecto.	Bitácoras de mantenimiento; registros de voladuras; parámetros de diseño; monitoreos de ruido y vibraciones; reportes de supervisión

CONSULTA PÚBLICA

Construcción	Construcción del tajo, planta de procesos, TMF, depósito de roca estéril, talleres, campamento y demás infraestructura minera	**Suelo / Geomorfología y paisaje**	Modificación del relieve y estructura superficial del terreno	Impacto adverso, directo, permanente en las áreas de ocupación definitiva, local y de intensidad media-alta	Alteración de la topografía, modificación del paisaje y pérdida de las condiciones originales del terreno	**Mitigación y restauración**	**Programa de restauración y cierre progresivo.** Las superficies que dejen de ser necesarias serán estabilizadas, reconfiguradas y acondicionadas para favorecer su recuperación. Se conservará el suelo vegetal recuperado para su utilización durante la restauración. Aplicación: desde construcción y durante operación, cierre y post-cierre.	Superficie restaurada; volumen de suelo vegetal utilizado; estabilidad de taludes; cobertura vegetal establecida; evidencia fotográfica; informes de seguimiento

CONSULTA PÚBLICA

Construcción y operación	Construcción y operación de caminos, patios, instalaciones y sistemas de manejo de agua	**Agua / Hidrología superficial**	Modificación de los patrones naturales de escurrimiento	Impacto adverso, directo, permanente en las áreas modificadas, local y de intensidad media	Concentración o desviación de escurrimientos, incremento del potencial de erosión y transporte de sedimentos	**Prevención y mitigación**	**Programa de manejo y control de escurrimientos** .Se implementarán cunetas, canales, obras de conducción, estructuras de retención y sedimentación y demás infraestructura hidráulica necesaria para mantener el control de aguas de contacto y no contacto. Aplicación: durante construcción y operación, con mantenimiento periódico.	Número y longitud de obras construidas; coordenadas; capacidad de estructuras; inspecciones antes y después de eventos de lluvia; registros de mantenimiento

CONSULTA PÚBLICA

Construcción y operación	Operación de la TMF, depósito de roca estéril, planta y sistemas de captación	**Agua / Hidrología superficial y subterránea**	Riesgo de afectación de la calidad del agua por filtraciones o contacto con materiales mineros	Impacto adverso potencial, directo-indirecto, de duración prolongada, local y de intensidad media-alta en caso de ocurrencia	Alteración potencial de la calidad del agua superficial o subterránea por movilización de metales, sólidos o sustancias químicas	**Prevención, mitigación y control**	**Programa de manejo y monitoreo de aguas.** Se implementarán sistemas de captación y retorno de filtraciones, estanques de retención y sedimentación, manejo separado de aguas de contacto y no contacto y recirculación del agua de proceso. Se desarrollará una red de monitoreo de calidad de agua conforme a los estudios geohidrológicos.	Puntos de monitoreo; parámetros fisicoquímicos; resultados analíticos; volumen captado y recirculado; inspecciones de estanques; registros de mantenimiento

CONSULTA PÚBLICA

Construcción y operación	Operación de la planta de procesos, manejo de reactivos, almacenamiento de sustancias y procesamiento de mineral	**Suelo / Agua / Calidad ambiental**	Riesgo de contaminación por manejo inadecuado de sustancias químicas y reactivos	Impacto adverso potencial, directo, accidental, puntual y de intensidad media-alta en caso de incidente	Alteración de suelo y agua por derrames o liberación accidental de sustancias	**Prevención y contingencia**	**Programa de manejo seguro de sustancias químicas.** Los reactivos y sustancias utilizadas en el proceso serán almacenados en áreas acondicionadas, señalizadas y con sistemas de contención. Se establecerán procedimientos de respuesta ante emergencias, capacitación y disponibilidad de materiales para atención de derrames.	Inventario de sustancias; áreas de almacenamiento; sistemas de contención; hojas de seguridad; capacitación del personal; simulacros; reportes de incidentes

CONSULTA PÚBLICA

Construcción y operación	Presencia de personal, maquinaria, iluminación y actividades mineras	**Fauna / Hábitat y comportamiento**	Perturbación y desplazamiento de fauna silvestre	Impacto adverso, directo, temporal a prolongado, local y de intensidad baja-media	Modificación del comportamiento, desplazamiento de organismos y reducción de uso de áreas cercanas a las instalaciones	**Prevención y mitigación**	**Programa de protección y monitoreo de fauna silvestre.** Se prohibirá la captura, caza, persecución y extracción de fauna. Se limitará la iluminación innecesaria y se establecerán medidas para reducir la perturbación. Se dará seguimiento a especies de interés y aquellas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Número de recorridos; especies observadas; registros de fauna; incidencias; cumplimiento de restricciones; evidencia fotográfica

CONSULTA PÚBLICA

Operación	Perforación, voladura, extracción, carga y acarreo de mineral y material estéril	**Fauna / Hábitat**	Pérdida y fragmentación de hábitat, así como perturbación por actividades mineras	Impacto adverso, directo e indirecto, permanente en superficies ocupadas por infraestructura, local y de intensidad media-alta	Reducción de superficie de hábitat y modificación de patrones de desplazamiento de fauna	**Mitigación y compensación**	**Programa de manejo y conservación de fauna.** Se mantendrán las áreas de conservación definidas por el proyecto, se implementarán acciones de rescate cuando corresponda y se evitará la afectación innecesaria de áreas fuera de la huella autorizada. Se dará especial seguimiento a especies de importancia para conservación.	Superficie conservada; número de organismos registrados/rescatados; recorridos; registros de especies; evidencia fotográfica; reportes de seguimiento

CONSULTA PÚBLICA

Operación	Trituración, molienda, flotación, lixiviación y recuperación metalúrgica	**Atmósfera / Calidad del aire**	Generación de partículas y emisiones asociadas al procesamiento y consumo de combustibles	Impacto adverso, directo, continuo durante la operación, local y de intensidad media	Alteración de la calidad del aire en el entorno inmediato del complejo minero	**Prevención y mitigación**	**Programa de control de emisiones atmosféricas.** Se implementarán sistemas de control de polvo en las áreas de trituración y transferencia, mantenimiento de equipos y medidas de control de emisiones conforme a las características definitivas de la planta.	Registros de mantenimiento; sistemas de control instalados; monitoreos de calidad del aire; inspecciones; registros de operación
Operación	Generación y disposición de jales en la TMF	**Agua / Suelo / Geomorfología**	Riesgo de alteración del suelo, agua superficial y subterránea por manejo y almacenamiento de jales	Impacto adverso potencial, directo-indirecto, de larga duración, local y de intensidad alta por la naturaleza de la instalación	Alteración potencial de calidad de agua, infiltraciones, modificación del relieve y generación de superficies artificiales	**Prevención, mitigación y control**	**Programa de manejo y monitoreo de la TMF.** La instalación deberá operar conforme a los criterios técnicos y regulatorios aplicables, incluyendo control de filtraciones,	Inspecciones de bordos; instrumentación; niveles de agua; monitoreo de filtraciones; calidad de agua; registros de mantenimiento; reportes de estabilidad

CONSULTA PÚBLICA

							recuperación de agua, monitoreo de estabilidad, inspección de bordos y mantenimiento de obras hidráulicas.	
Operación	Depósito y manejo de roca estéril	**Suelo / Agua / Geomorfología**	Modificación permanente del relieve y riesgo de generación de drenaje ácido o lixiviación de metales	Impacto adverso, directo e indirecto, permanente, local y de intensidad media-alta, condicionado a las características geoquímicas del material	Alteración del relieve, erosión y posible generación de drenaje ácido o movilización de metales	**Prevención y control**	**Programa de manejo geoquímico de roca estéril.** Se realizará caracterización de los materiales para identificar aquellos potencialmente generadores de ácido o lixiviadores de metales. Los materiales identificados serán segregados y manejados conforme a sus características.	Resultados de pruebas geoquímicas; volumen de material caracterizado; segregación de materiales PAG; monitoreo de calidad de agua; inspecciones

CONSULTA PÚBLICA

Operación	Limpieza, mantenimiento de instalaciones y manejo de residuos	**Suelo, vegetación y paisaje**	Acumulación de residuos y deterioro de la calidad visual del sitio	Impacto adverso, directo, temporal, local y de intensidad baja	Alteración del paisaje y disminución de la calidad ambiental del área intervenida	**Prevención y restauración**	**Programa permanente de limpieza y mantenimiento.** Se realizará limpieza periódica de instalaciones, patios, caminos y áreas de trabajo, evitando acumulación y dispersión de residuos. Aplicación: durante construcción, operación y cierre.	Bitácoras de limpieza; inspecciones; cantidad de residuos retirados; evidencia fotográfica; reportes de mantenimiento
Cierre y post-cierre	Desmantelamiento de instalaciones, estabilización de superficies y reconfiguración del terreno	**Suelo / Geomorfología / Paisaje**	Alteración temporal por actividades de cierre y recuperación de superficies	Impacto adverso temporal durante las actividades de cierre, seguido de un efecto positivo asociado a la restauración	Generación temporal de superficies desnudas y posteriormente recuperación de condiciones de estabilidad y funcionalidad ambiental	**Restauración**	**Programa de cierre y restauración.** Se realizará el desmantelamiento de infraestructura que no requiera permanecer, estabilización de taludes, reconfiguración de superficies, manejo de suelo vegetal y	Superficie desmantelada y restaurada; estabilidad física; cobertura vegetal; porcentaje de supervivencia de revegetación; evidencia fotográfica

CONSULTA PÚBLICA

							restauración progresiva de áreas intervenidas.	
Cierre y post-cierre	Revegetación y restauración de áreas intervenidas	**Flora / Vegetación y paisaje**	Recuperación de cobertura vegetal	Impacto positivo, directo, progresivo y de largo plazo, de extensión local	Incremento de cobertura vegetal, recuperación gradual del hábitat y mejora de la calidad paisajística	**Restauración y compensación**	**Programa de revegetación y restauración ecológica.** Se utilizarán especies nativas y material vegetal compatible con las condiciones ambientales del sitio. Las actividades se realizarán de manera progresiva conforme se liberen áreas.	Superficie revegetada; número de individuos establecidos; porcentaje de supervivencia; cobertura vegetal; especies utilizadas; monitoreos

CONSULTA PÚBLICA

Cierre y post-cierre	Monitoreo ambiental de agua, suelo, estabilidad y vegetación	**Agua / Suelo / Flora / Fauna**	Persistencia potencial de impactos posteriores al cierre	Impacto potencial, indirecto, de larga duración y extensión local	Riesgo de persistencia de alteraciones ambientales si no se mantienen las medidas de control	**Prevención, mitigación y monitoreo**	**Programa de monitoreo post-cierre.** Se dará seguimiento a la estabilidad física, calidad del agua superficial y subterránea, revegetación, erosión y condiciones de las instalaciones cerradas hasta demostrar condiciones estables y seguras.	Resultados de monitoreo; parámetros fisicoquímicos; estabilidad de estructuras; cobertura vegetal; presencia de fauna; informes periódicos y cumplimiento de criterios de cierre.

CONSULTA PÚBLICA

Durante la ejecución del Proyecto Minero “La Cigarra”, los impactos ambientales estarán asociados principalmente a las actividades de preparación del sitio, construcción, operación, cierre y post-cierre de la unidad minera, particularmente aquellas relacionadas con el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), remoción de vegetación, modificación del relieve y del suelo, construcción y operación del tajo, planta de procesos, presa de jales o TMF, depósito de roca estéril, caminos, patios de maniobras, talleres y demás infraestructura requerida para el desarrollo del proyecto.

Durante la etapa de preparación del sitio, las actividades de delimitación de las áreas autorizadas, desmonte, despalme, limpieza y acondicionamiento del terreno ocasionarán impactos directos sobre la vegetación forestal presente dentro de la superficie sujeta a CUSTF. Este impacto se considera adverso, directo, permanente en las áreas de ocupación definitiva, local y de intensidad media-alta, debido a la eliminación de la cobertura vegetal y modificación de la estructura de las comunidades vegetales. Como consecuencia, se presentará una reducción de la superficie de hábitat disponible para diversas especies de fauna silvestre. Para disminuir este efecto se contempla la implementación de medidas de prevención y mitigación, principalmente mediante el rescate y reubicación de flora silvestre, priorizando ejemplares de lento crecimiento, especies de importancia ecológica y aquellas que, en su caso, se encuentren sujetas a alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De manera paralela, las actividades de desmonte, despalme, tránsito de maquinaria y presencia de trabajadores podrán generar efectos sobre la fauna silvestre, principalmente por la pérdida de refugios, sitios de alimentación y áreas de desplazamiento, así como por la generación de ruido y vibraciones. Este impacto se caracteriza como adverso, directo, temporal a prolongado, local y de intensidad media, debido a que la fauna podrá desplazarse hacia áreas con condiciones ambientales similares. Para reducir el riesgo de afectación directa sobre los organismos se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, mediante recorridos previos, acciones de ahuyentamiento y, cuando sea necesario, captura y traslado de ejemplares hacia sitios previamente seleccionados.

Las actividades de desmonte, despalme, excavación, nivelación y movimiento de tierras también incidirán sobre el componente suelo, principalmente por la eliminación de la cobertura vegetal, retiro de la capa superficial, compactación y exposición del terreno. Estas modificaciones pueden incrementar la susceptibilidad a procesos erosivos hídricos y eólicos, así como favorecer el arrastre de partículas y sedimentos. El impacto se considera adverso, directo, temporal a permanente dependiendo de la superficie y uso posterior del terreno, local y de intensidad media. Como medida de prevención y mitigación se contempla la implementación de un Programa de Conservación de Suelos, que incluya el rescate y almacenamiento del suelo vegetal susceptible de aprovechamiento, así como la construcción de obras para el control de erosión, retención de sedimentos y manejo de escurrimientos.

CONSULTA PÚBLICA

Asimismo, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, el uso y mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipos, así como el almacenamiento y manejo de combustibles, lubricantes y otras sustancias, representa un riesgo potencial de contaminación del suelo por derrames accidentales. Aunque se considera un impacto de ocurrencia eventual, puntual y de intensidad baja-media, un incidente podría modificar las características físicas y químicas del suelo. Por ello, se contemplan medidas preventivas relacionadas con el establecimiento de áreas acondicionadas para almacenamiento y manejo de sustancias, mantenimiento preventivo de maquinaria, disponibilidad de materiales para atención de derrames y aplicación de procedimientos de respuesta y restauración en caso de incidentes.

La generación de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos durante las diferentes etapas del proyecto constituye otro impacto potencial sobre el suelo y la calidad ambiental. Una disposición inadecuada podría ocasionar contaminación del suelo, afectación visual, dispersión de residuos y atracción de fauna nociva. Para evitar estos efectos se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, basado en la separación, almacenamiento temporal, recolección, transporte y disposición mediante instalaciones o prestadores autorizados, de acuerdo con las características y clasificación de cada residuo.

En cuanto al componente atmósfera, las actividades de desmonte, excavación, movimiento de tierras, construcción de infraestructura, tránsito vehicular, perforación, voladuras, trituración, manejo de materiales y operación de maquinaria generarán emisiones temporales o continuas de partículas suspendidas, gases de combustión y ruido. Estos impactos se consideran adversos, directos, temporales durante las etapas de preparación y construcción, y de carácter continuo durante determinadas actividades de operación, con extensión principalmente local e intensidad baja a media. Como medidas de prevención y mitigación se contempla el mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos, control de velocidad vehicular, riego de caminos y superficies susceptibles de generar polvo, aplicación de medidas de control en las áreas de trituración y transferencia de materiales y monitoreo de la calidad del aire conforme a los requerimientos ambientales del proyecto.

Durante la etapa de construcción, el establecimiento del tajo, planta de procesos, TMF, depósito de roca estéril, caminos, patios, talleres, campamento y demás instalaciones mineras generará modificaciones permanentes en determinadas áreas del terreno. Estas actividades ocasionarán cambios en la topografía, relieve, estructura del suelo y condiciones originales del paisaje. El impacto se considera adverso, directo, permanente, local y de intensidad media-alta en las áreas de ocupación definitiva. Para disminuir sus efectos se contempla la aplicación de medidas de manejo de suelo, control de erosión, estabilización de superficies y, posteriormente, restauración progresiva de aquellas áreas que dejen de ser necesarias para la operación.

CONSULTA PÚBLICA

En relación con el componente agua, las actividades de construcción y operación de las instalaciones mineras podrán modificar los patrones naturales de escurrimiento e infiltración, principalmente por la presencia de caminos, plataformas, áreas impermeabilizadas, tajo, depósito de roca estéril y TMF. Este impacto se considera adverso, directo, permanente en las superficies modificadas, local y de intensidad media. Para su manejo se implementarán obras de control y conducción de escurrimientos, cunetas, canales, estructuras de retención y sedimentación, así como sistemas diferenciados para el manejo de aguas de contacto y aguas de no contacto.

Durante la operación de la unidad minera, el manejo de mineral, roca estéril, jales y aguas de proceso representa un riesgo potencial para la calidad del suelo y de los recursos hídricos. Particular atención deberá darse a la TMF y al depósito de roca estéril, debido a la posibilidad de generación de filtraciones, movilización de metales o generación de drenaje ácido, en función de las características geoquímicas de los materiales. Estos impactos se consideran potenciales, adversos, directos e indirectos, de larga duración, extensión local e intensidad media-alta en caso de ocurrencia. Para su prevención y control se contempla la caracterización geoquímica de jales y roca estéril, sistemas de captación y recuperación de filtraciones, manejo controlado de aguas de contacto, monitoreo de calidad del agua y segregación de materiales potencialmente generadores de ácido o lixiviadores de metales.

El proceso metalúrgico, que contempla actividades como trituración, molienda, flotación, lixiviación, recuperación mediante sistemas de proceso y manejo de reactivos, podrá generar impactos asociados al consumo de recursos, generación de residuos y manejo de sustancias químicas. Para reducir los riesgos se implementarán procedimientos específicos de almacenamiento, transporte, utilización y manejo de reactivos, así como sistemas de contención, capacitación del personal, protocolos de emergencia y monitoreo ambiental.

Durante la construcción y operación, la presencia permanente o temporal de trabajadores, maquinaria, iluminación, ruido, vibraciones y actividades mineras podrá ocasionar perturbaciones sobre la fauna silvestre y modificar temporalmente sus patrones de comportamiento y desplazamiento. Este impacto se considera adverso, directo e indirecto, temporal a prolongado, local y de intensidad baja-media. Para reducir estos efectos se establecerán medidas como la prohibición de captura, caza, persecución y extracción de fauna; restricción de actividades innecesarias fuera de las áreas autorizadas; control de iluminación; capacitación ambiental del personal y seguimiento de las especies presentes, particularmente aquellas identificadas bajo alguna categoría de riesgo.

Durante la operación también se generará una modificación permanente del paisaje como consecuencia de la presencia del tajo, planta de procesos, TMF, depósito de roca estéril, caminos e infraestructura auxiliar. Este impacto se considera adverso, directo, permanente, local y de intensidad media-alta, debido al contraste entre las estructuras mineras y las condiciones naturales del entorno. Para disminuir su

CONSULTA PÚBLICA

magnitud se contempla la restauración progresiva de áreas que dejen de ser utilizadas, estabilización y revegetación de superficies, manejo adecuado del suelo vegetal y aplicación de medidas de integración paisajística durante el cierre.

Finalmente, durante las etapas de cierre y post-cierre se generarán actividades orientadas al desmantelamiento de infraestructura, estabilización física y química de las instalaciones, reconfiguración del terreno, manejo de la TMF, restauración de áreas intervenidas, revegetación y monitoreo ambiental. Estas actividades podrán generar impactos temporales derivados del movimiento de maquinaria y materiales; sin embargo, su finalidad será reducir los impactos residuales y favorecer la recuperación ambiental del sitio. Se contempla la implementación de un Programa de Cierre y Restauración que incluya estabilización de taludes, manejo de superficies, control de erosión, restauración hidrológica, revegetación y monitoreo post-cierre.

En términos generales, los impactos ambientales identificados para el Proyecto Minero “La Cigarra” corresponden principalmente a la remoción de vegetación y modificación del hábitat asociadas al CUSTF, alteración del suelo y del relieve, modificación de los patrones de escurrimiento, generación de emisiones atmosféricas, ruido y vibraciones, generación y manejo de residuos, riesgos potenciales asociados al manejo de jales, roca estéril y sustancias de proceso, así como modificación permanente del paisaje. La magnitud de estos impactos dependerá de las características definitivas de las obras, superficies autorizadas, métodos constructivos y condiciones ambientales del sitio.

No obstante, mediante la implementación de programas de rescate y reubicación de flora y fauna, conservación de suelos, control de erosión y escurrimientos, manejo integral de residuos, control de emisiones, manejo de sustancias químicas, monitoreo de agua y calidad del aire, caracterización geoquímica, manejo adecuado de la TMF y depósito de roca estéril, así como medidas de restauración y cierre progresivo, se busca prevenir, reducir, controlar y, cuando corresponda, compensar los impactos ambientales generados por el desarrollo del Proyecto.

Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, cierre de operaciones, desmantelamiento, abandono y restauración del sitio

Los impactos ambientales asociados al Proyecto Minero “La Cigarra” se encuentran relacionados principalmente con las actividades necesarias para la preparación del sitio, construcción y operación de la unidad minera, así como con las acciones de cierre, desmantelamiento, restauración y post-cierre. La magnitud e intensidad de los impactos dependerán de la interacción entre las actividades mineras proyectadas y las condiciones ambientales actuales del área de estudio.

Las principales modificaciones ambientales se concentrarán inicialmente durante la etapa de preparación del sitio y CUSTF, debido a la remoción de vegetación, despalme, exposición del suelo y modificación inicial de las condiciones naturales del terreno. Durante la construcción, los impactos estarán relacionados

CONSULTA PÚBLICA

principalmente con el movimiento de tierras y construcción del tajo, planta de procesos, TMF, depósito de roca estéril, caminos, patios, talleres, campamento y demás infraestructura minera. Durante la operación, los impactos estarán asociados a la extracción y procesamiento del mineral, generación y manejo de jales, depósito de roca estéril, uso de maquinaria, consumo de agua y energía, generación de emisiones y residuos, así como al manejo de sustancias y reactivos. Finalmente, durante el cierre y post-cierre se implementarán acciones encaminadas a la estabilización, restauración y recuperación progresiva de las áreas intervenidas.

Etapa de preparación del sitio (CUSTF)

La etapa de preparación del sitio representa una de las fases con mayor interacción directa con los componentes ambientales, debido a que contempla la delimitación de las áreas autorizadas, rescate de flora y fauna, desmonte, despalme, limpieza, nivelación, acondicionamiento del terreno y preparación de las superficies destinadas a las obras mineras.

Previo al inicio de las actividades de remoción de vegetación se implementarán los programas de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, con la finalidad de disminuir la afectación directa sobre los organismos presentes en las áreas destinadas al CUSTF. Estas actividades permitirán identificar ejemplares susceptibles de rescate, incluyendo especies de importancia ecológica y aquellas que, en su caso, se encuentren bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para fauna se realizarán recorridos de búsqueda, acciones de ahuyentamiento y, cuando sea necesario, captura y reubicación de organismos.

El principal impacto asociado a esta etapa corresponde a la afectación del componente flora, derivada de las actividades de desmonte y remoción de cobertura vegetal dentro de la superficie autorizada para CUSTF. Este impacto se considera adverso, directo, permanente en las áreas de ocupación definitiva, local y de intensidad media-alta, debido a la pérdida de cobertura vegetal y modificación de la estructura de las comunidades vegetales. Como efecto indirecto se prevé una reducción de la superficie de hábitat disponible para las especies de fauna asociadas.

Para reducir este impacto se aplicarán medidas de prevención, mitigación y compensación, incluyendo el rescate y reubicación de flora silvestre, delimitación precisa de los polígonos autorizados y supervisión ambiental permanente durante las actividades de desmonte, evitando afectaciones fuera de las áreas aprobadas.

En cuanto al componente fauna, las actividades de desmonte, tránsito de maquinaria y presencia de personal generarán perturbaciones temporales asociadas principalmente al ruido, vibraciones y pérdida de refugios. Este impacto se considera adverso, directo, temporal, local y de intensidad media. La implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre permitirá disminuir el riesgo de afectación directa sobre individuos y favorecer su desplazamiento hacia áreas con condiciones ambientales adecuadas.

CONSULTA PÚBLICA

El componente suelo será afectado principalmente durante las actividades de despalme, excavación y movimiento de tierras, debido al retiro de la capa superficial, compactación y exposición del terreno. Estas modificaciones pueden incrementar la susceptibilidad a procesos erosivos hídricos y eólicos, además de alterar propiedades físicas como estructura, permeabilidad y estabilidad superficial. Este impacto se considera adverso, directo, permanente en las superficies de ocupación definitiva, local y de intensidad media.

Como medida de manejo se contempla el rescate, almacenamiento y aprovechamiento posterior del suelo vegetal susceptible de conservación, así como la implementación de obras de control de erosión y retención de sedimentos. El suelo recuperado podrá utilizarse durante las actividades de restauración y revegetación de superficies.

Durante los trabajos de preparación del terreno, el uso de maquinaria pesada, camiones y equipos generará emisiones temporales de partículas suspendidas, gases de combustión y ruido. Estos impactos se consideran adversos, directos, temporales, locales y de baja a media intensidad. Para su control se aplicarán medidas como mantenimiento preventivo de maquinaria, riego de caminos y superficies susceptibles de generar polvo, control de velocidad vehicular y supervisión ambiental.

Etapa de construcción

Durante la etapa de construcción se desarrollarán las actividades necesarias para el establecimiento de la infraestructura minera, incluyendo la construcción y acondicionamiento del tajo, planta de procesos, TMF, depósito de roca estéril, caminos, patios de maniobras, talleres, campamento, oficinas, sistemas de manejo de agua y demás instalaciones auxiliares.

Los principales impactos estarán relacionados con la modificación física del suelo y relieve debido a cortes, excavaciones, rellenos, nivelaciones, compactación y movimiento de materiales. Estas actividades ocasionarán cambios en la estructura del suelo, incremento de superficies expuestas y modificación de las condiciones topográficas originales.

Para minimizar estos efectos se aplicarán medidas de manejo enfocadas en el adecuado control de materiales, conservación y aprovechamiento del suelo vegetal, estabilización de superficies, control de erosión y ejecución de obras para el manejo de escurrimientos.

En relación con el componente agua, la construcción de caminos, plataformas, instalaciones y obras hidráulicas podrá modificar localmente los patrones naturales de escurrimiento superficial e infiltración. Este impacto se considera adverso, directo, permanente en las superficies modificadas, local y de intensidad media. Para su manejo se implementarán cunetas, canales, estructuras de conducción,

CONSULTA PÚBLICA

retención y sedimentación, procurando mantener separados los escurrimientos de aguas de contacto y no contacto.

La generación de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos derivados de las actividades constructivas representa un riesgo potencial de contaminación del suelo y afectación del paisaje. Para evitar estos efectos se aplicará un Programa de Manejo Integral de Residuos, considerando la separación, almacenamiento temporal, transporte y disposición mediante prestadores o instalaciones autorizadas.

Asimismo, la operación de maquinaria, equipos de construcción y vehículos generará incrementos temporales en los niveles de ruido y emisiones atmosféricas. Para su control se implementarán acciones de mantenimiento preventivo, control de velocidad, riego de caminos y superficies de trabajo, así como supervisión del cumplimiento de las medidas ambientales.

Etapa de operación y mantenimiento

La etapa de operación comprende el desarrollo de las actividades de extracción de mineral mediante el tajo, perforación y voladura controlada, carga y acarreo, trituración, molienda, procesamiento metalúrgico, manejo de jales, depósito de roca estéril y operación de las instalaciones auxiliares.

Durante esta etapa se presentarán impactos asociados principalmente a la modificación permanente del relieve, generación de partículas y emisiones atmosféricas, ruido y vibraciones, consumo de agua y energía, generación de residuos, manejo de reactivos y sustancias químicas, así como a la generación y disposición de jales y roca estéril.

La operación del tajo generará una modificación permanente de la topografía y del relieve, además de cambios en las condiciones de estabilidad de las superficies intervenidas. Este impacto se considera adverso, directo, permanente, local y de intensidad media-alta. Su manejo deberá contemplar medidas de estabilidad de taludes, control de escurrimientos, seguridad perimetral y cierre progresivo.

La generación y disposición de roca estéril representará un impacto sobre el suelo, relieve y paisaje, así como un riesgo potencial asociado a la generación de drenaje ácido o lixiviación de metales. Para reducir estos riesgos se deberá realizar la caracterización geoquímica de los materiales y, en función de los resultados, establecer medidas de segregación, encapsulamiento, aislamiento y manejo de materiales potencialmente generadores de ácido o lixiviadores de metales.

En relación con la TMF, el almacenamiento de jales constituye una instalación de importancia ambiental debido a su permanencia y al volumen de material manejado. El control de filtraciones, estabilidad física, manejo del agua sobrenadante y monitoreo de la calidad del agua serán elementos fundamentales para prevenir impactos sobre los componentes suelo y agua. La operación de la TMF deberá

CONSULTA PÚBLICA

realizarse conforme a los criterios técnicos y regulatorios aplicables y a las especificaciones que se desarrollen mediante la ingeniería correspondiente.

El procesamiento metalúrgico, que contempla trituración, molienda, flotación, lixiviación y recuperación de metales, implicará el manejo de diversos reactivos y sustancias químicas. Para prevenir afectaciones se implementarán áreas de almacenamiento acondicionadas, sistemas de contención, procedimientos operativos, capacitación del personal, equipo para atención de emergencias y programas de inspección y mantenimiento.

En cuanto al componente agua, el proyecto contempla la captación y manejo de aguas de contacto, filtraciones y escurrimientos, así como la recuperación y recirculación de agua de proceso. Los escurrimientos provenientes del depósito de roca estéril, planta y otras áreas serán conducidos hacia estructuras de retención y sedimentación para su manejo. La calidad del agua superficial y subterránea será monitoreada mediante una red que deberá definirse a partir de los estudios hidrológicos y geohidrológicos correspondientes.

La generación de residuos peligrosos, residuos de manejo especial y residuos sólidos urbanos durante la operación será manejada mediante procedimientos de separación, almacenamiento temporal, transporte y disposición autorizada. Se mantendrán registros de generación, almacenamiento y destino final de los residuos.

Etapa de cierre, desmantelamiento, abandono y restauración del sitio

El cierre del Proyecto Minero “La Cigarra” se contempla como una etapa integral que comprenderá el cierre progresivo y final de las instalaciones, desmantelamiento de infraestructura que no requiera permanecer, estabilización física y química de las áreas intervenidas, restauración de superficies y monitoreo post-cierre.

En el tajo se implementarán las medidas que resulten técnicamente necesarias para garantizar la estabilidad de las paredes y condiciones de seguridad del sitio. Se evaluará el manejo de escurrimientos y, mediante los estudios geohidrológicos correspondientes, se determinará la posible interacción del tajo con las aguas subterráneas y las condiciones que pudieran presentarse durante el periodo post-cierre.

En el depósito de roca estéril se realizarán acciones de estabilización, control de erosión, manejo de escurrimientos y, cuando corresponda, aislamiento de materiales potencialmente generadores de drenaje ácido o lixiviadores de metales. Las superficies que sean susceptibles de restauración serán acondicionadas y revegetadas.

Para la TMF se implementarán las medidas de cierre establecidas en el diseño definitivo y conforme a la normatividad aplicable, considerando la estabilidad física, control de infiltraciones, manejo de escurrimientos, cobertura, revegetación y

CONSULTA PÚBLICA

monitoreo posterior. El sistema de cierre deberá permitir reducir la generación de polvo, erosión y movilización de contaminantes.

La planta de procesos, talleres, campamento y demás instalaciones auxiliares serán desmantelados en aquellas áreas donde su permanencia no sea necesaria. Se realizará la limpieza de equipos e instalaciones, retiro y manejo adecuado de sustancias y residuos, demolición cuando corresponda y disposición autorizada de materiales.

Las superficies liberadas serán reconfiguradas y estabilizadas, utilizando, cuando sea técnicamente viable, el suelo vegetal previamente recuperado. Posteriormente se realizarán actividades de revegetación con especies nativas y compatibles con las condiciones ecológicas del sitio.

Durante el periodo post-cierre se implementará un programa de monitoreo orientado a verificar la estabilidad física y química de las instalaciones, calidad del agua superficial y subterránea, condiciones de la vegetación, erosión, estabilidad de las superficies restauradas y recuperación progresiva de las condiciones ambientales.

En términos generales, el cierre y restauración del Proyecto “La Cigarra” tendrá como finalidad reducir los riesgos ambientales residuales, garantizar condiciones de estabilidad y seguridad, proteger los recursos hídricos y favorecer la recuperación gradual de las funciones ecológicas del área intervenida.

IV.5. Nivel más detallado y específico derivado de un componente ambiental.

Tabla 11 Impactos ambientales significativos identificados durante la etapa de preparación del sitio.

ID	Factor	Descripción de Impacto	Etapas	Temporalidad	Nivel de Impacto
1	**Agua**	El retiro de la vegetación, así como las actividades de desmonte, despalme y nivelación, dejarán expuesto el suelo, favoreciendo el arrastre de partículas por acción del viento y el escurrimiento pluvial hacia los cauces y cuerpos de agua cercanos.	PR	Fugaz	Moderado

CONSULTA PÚBLICA

2	**Suelo**	Las actividades de desmonte, despalme, nivelación y preparación de las áreas destinadas al tajo, planta de procesos, presa de jales, depósito de material estéril y demás infraestructura dejarán expuesto y modificarán el horizonte superficial del suelo, haciéndolo susceptible a procesos de erosión hídrica y eólica.	PR	Fugaz y permanente	Moderado
3	**Flora**	Las actividades de preparación del sitio implicarán la remoción de la cobertura vegetal dentro de las áreas requeridas para el desarrollo de la infraestructura minera, ocasionando una disminución de la cobertura vegetal y modificación de las condiciones naturales del sitio.	PR	Permanente y temporal	Moderado
4	**Fauna**	Durante la preparación del sitio se generarán efectos adversos sobre la fauna silvestre debido a la pérdida y modificación de hábitat asociada al retiro de vegetación y movimiento de tierras, así como por la presencia de maquinaria, personal, ruido y vibraciones, lo que puede provocar el desplazamiento temporal de organismos.	PR	Temporal	Leve

CONSULTA PÚBLICA

Modificación negativa en la calidad y estabilidad de los componentes o factores bióticos y abióticos de un ecosistema o ecosistemas y sus interrelaciones existentes, que se ubican dentro de una misma Sistema Ambiental Regional y que son consecuencia de los impactos ambientales significativos, sinérgicos, acumulativos y/o residuales, derivados de las obras y actividades pretendidas de un proyecto, al interactuar con la dinámica propia del sistema, manifestándose como la respuesta del factor ambiental afectado de manera directa o indirecta, con magnitud

e intensidad medibles, observables y ponderados en términos de indicadores de la calidad ambiental, basado en estudios técnicos aplicados para su determinación. Se deberá incluir el análisis y descripción resultante de la magnitud e intensidad de la(s) modificación(es) al ambiente de la Sistema Ambiental Regional ocasionados por la interacción de las actividades antrópicas durante todas las etapas del proyecto que determinarán las medidas ambientales por implementar.

Dichos efectos pueden clasificarse en:

- Efectos directos: Ocurren en el mismo sitio y tiempo (de forma inmediata) donde se genera el impacto.

- Efectos indirectos: Ocurren de manera posterior en el tiempo o alejados en distancia, de donde se genera el impacto.

6. Análisis de la modificación ambiental del componente suelo derivada de los impactos ambientales significativos.

La ejecución del Proyecto generará modificaciones en la calidad y estabilidad de los componentes ambientales del ecosistema, principalmente sobre el componente suelo, derivadas de las actividades de desmonte, despalme y preparación del terreno asociadas al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF). La remoción de la cobertura vegetal representa una modificación directa de las condiciones naturales del sitio, al disminuir la protección superficial del suelo y alterar la interacción existente entre vegetación, suelo y procesos hidrológicos.

La pérdida de cobertura vegetal favorece el incremento de procesos erosivos debido a una mayor exposición del suelo ante agentes naturales como la precipitación y el viento, modificando la estabilidad del terreno y aumentando la pérdida de partículas. Esta modificación ambiental puede generar efectos acumulativos al interactuar con los procesos de transformación territorial presentes en la región, así como efectos sinérgicos al relacionarse con otros impactos derivados del proyecto, como la reducción de infiltración, modificación de escurrimientos superficiales y pérdida de hábitat.

CONSULTA PÚBLICA

Análisis de la magnitud e intensidad de las modificaciones ambientales ocasionadas.

La magnitud, intensidad y naturaleza de las modificaciones ambientales asociadas al Proyecto Minero "La Cigarra" fueron determinadas considerando la interacción entre las obras y actividades proyectadas y las condiciones ambientales actuales del sitio, a partir de la información técnica y ambiental disponible para el proyecto. La evaluación permitió identificar los principales efectos directos e indirectos que

potencialmente pueden generarse sobre los componentes bióticos y abióticos durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, cierre y post-cierre.

Los efectos directos corresponden a aquellos que se presentan como consecuencia inmediata de la ejecución de una obra o actividad y que se manifiestan directamente sobre el componente ambiental involucrado. Para el Proyecto “La Cigarra”, los principales efectos directos se relacionan con la remoción de la cobertura vegetal dentro de las superficies destinadas a las obras mineras, el despalme y retiro de suelo, la modificación del relieve por la conformación del tajo, depósito de material estéril y demás instalaciones, así como con la compactación y alteración física del terreno ocasionada por el tránsito y operación de maquinaria y vehículos.

Asimismo, durante la construcción y operación se generarán efectos directos derivados de la apertura y acondicionamiento de caminos, construcción de la planta de procesos, establecimiento de la instalación para el manejo y disposición de jales, construcción de talleres, patios y demás infraestructura requerida para el funcionamiento de la unidad minera.

Por su parte, los efectos indirectos corresponden a aquellos que se manifiestan como consecuencia de las modificaciones iniciales y que pueden presentarse posteriormente o extenderse hacia otros componentes ambientales. En este sentido, la remoción de la cobertura vegetal y modificación de la superficie del terreno pueden favorecer el incremento de procesos erosivos, modificar los patrones naturales de escurrimiento e infiltración, incrementar el transporte de sedimentos y reducir la disponibilidad de sitios de refugio, alimentación y desplazamiento para la fauna silvestre.

Uno de los efectos ambientales de mayor relevancia corresponde a la modificación de la estabilidad del suelo derivada del incremento de los procesos erosivos, particularmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. La remoción de la vegetación y exposición de la superficie terrestre disminuyen la protección natural del suelo y favorecen la acción de agentes erosivos, principalmente agua y viento.

De acuerdo con la estimación de erosión disponible para el Proyecto, bajo las condiciones actuales del sitio se presenta una pérdida aproximada de 2,209.7435 toneladas/año, mientras que, bajo el escenario posterior a la ejecución del cambio de uso de suelo, se estima una pérdida de 5,892.6493 toneladas/año, lo que representa un incremento aproximado de 3,682.9058 toneladas/año. Este resultado constituye un indicador cuantificable de la modificación esperada en la estabilidad del suelo como consecuencia de la remoción de la cobertura vegetal y transformación de las condiciones superficiales del terreno.

El incremento de la pérdida de suelo se considera un efecto de intensidad media, con incidencia directa sobre el componente suelo y posibles efectos secundarios sobre los componentes agua, vegetación y fauna. Entre estos efectos se encuentran

CONSULTA PÚBLICA

el incremento potencial del transporte de sedimentos hacia zonas bajas, modificación local de los patrones de escurrimiento superficial, reducción de la infiltración y alteración de las condiciones de hábitat asociadas a la cobertura vegetal existente.

En relación con el componente hidrológico, las obras mineras y de infraestructura, particularmente el tajo, la planta de procesos, el depósito de roca estéril, la instalación para el manejo y disposición de jales y los caminos, modificarán localmente las superficies naturales y, por consecuencia, los patrones de escurrimiento e infiltración. El modelo preliminar de balance de agua indica que el proyecto presenta un déficit hídrico bajo condiciones promedio, por lo que se prevé la necesidad de incorporar una fuente complementaria de agua una vez iniciada la operación. La fuente, volumen y autorización correspondiente deberán definirse mediante los estudios y trámites respectivos.

Para el manejo de las aguas de contacto se contempla la recuperación del agua sobrenadante de la instalación de jales para su reutilización en la planta de procesos, así como la captación de filtraciones y escurrimientos mediante estanques y sistemas de retorno. De igual manera, los escurrimientos provenientes del depósito de roca estéril y del área de planta serán conducidos hacia estructuras de retención y sedimentación para su aprovechamiento dentro del proceso, mientras que el agua captada en el tajo será incorporada al sistema de manejo de aguas de la operación.

Respecto al componente fauna, las actividades de desmonte, construcción, operación de maquinaria, tránsito vehicular, perforación, voladura y presencia continua de personal pueden ocasionar pérdida o modificación de sitios de refugio y alimentación, así como perturbaciones asociadas al ruido y vibraciones. Estos efectos serán atendidos mediante acciones de rescate y reubicación de fauna, recorridos de ahuyentamiento, delimitación de las áreas de trabajo y supervisión ambiental.

La información disponible indica que el área de estudio presenta condiciones de importancia para la fauna silvestre. El levantamiento realizado en 2015 registró 35 especies de vertebrados, incluyendo mamíferos, reptiles y aves. Asimismo, se identificaron especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, entre ellas la culebra chirrionera (*Masticophis flagellum*), clasificada como amenazada, y la víbora de cascabel (*Crotalus atrox*), sujeta a protección especial. Adicionalmente, el área se encuentra dentro de la distribución potencial del águila real (*Aquila chrysaetos*), especie catalogada como amenazada. Debido a la antigüedad del levantamiento, será necesario actualizar y ampliar la caracterización de fauna mediante muestreos estacionales y en la huella definitiva del proyecto.

En cuanto al componente flora y vegetación, la remoción de cobertura vegetal constituye uno de los principales efectos directos durante la preparación del sitio. La información preliminar señala que la huella de las instalaciones está integrada principalmente por vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, bosque de

CONSULTA PÚBLICA

encino y pastizal natural. El estudio de flora realizado en 2015 registró 35 especies y no reportó especies vegetales incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante, esta información deberá actualizarse en función de la huella definitiva de las obras y del sistema ambiental correspondiente.

Durante las etapas de construcción y operación, el movimiento de maquinaria, perforación, voladuras, trituración, molienda, transporte de mineral y materiales, así como el funcionamiento de los equipos de proceso, generarán emisiones de partículas suspendidas, gases de combustión, ruido y vibraciones. Estos efectos serán principalmente adversos, directos, temporales en el caso de las actividades constructivas y recurrentes durante la operación, con una extensión predominantemente local. Su intensidad podrá variar de baja a media dependiendo de la actividad y condiciones meteorológicas.

Para su control se consideran medidas como mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos, control de velocidad, riego de caminos, aplicación de medidas para el control de emisiones de partículas, mantenimiento de sistemas de control de emisiones y establecimiento de horarios y procedimientos para las actividades que generen mayores niveles de ruido y vibraciones. Asimismo, será necesario establecer una línea base de calidad del aire que incluya, entre otros parámetros, partículas PM10 y PM2.5, así como condiciones meteorológicas.

Otro efecto relevante corresponde al riesgo potencial de contaminación del suelo y agua asociado al manejo de combustibles, lubricantes, reactivos de proceso, residuos peligrosos y sustancias utilizadas durante las actividades mineras y metalúrgicas. Entre las sustancias previstas se encuentran explosivos, cal, cianuro de sodio, nitrato de plomo, floculantes, metabisulfito de sodio, sulfato de cobre y diversos reactivos utilizados en los circuitos de flotación y lixiviación.

Si bien estos efectos se consideran de ocurrencia eventual, su importancia ambiental requiere medidas preventivas específicas, incluyendo almacenamiento seguro, áreas impermeabilizadas, sistemas de contención, procedimientos de respuesta ante derrames, capacitación del personal y manejo autorizado de residuos y sustancias.

En relación con los residuos mineros, el proyecto contempla la generación de roca estéril y jales derivados del procesamiento del mineral. La información preliminar considera una capacidad aproximada de 30.4 millones de toneladas de jales y aproximadamente 21.8 millones de m³ al final de la vida de la mina. Asimismo, se reconoce preliminarmente la existencia de aproximadamente 3 millones de toneladas de material potencialmente generador de ácido (PAG), cuya identificación, segregación y manejo deberán definirse con base en los resultados de la caracterización geoquímica correspondiente.

Los jales se consideran preliminarmente como materiales no generadores de ácido; sin embargo, esta condición deberá confirmarse mediante pruebas geoquímicas específicas y modelos predictivos de calidad del agua. De igual manera, deberá

CONSULTA PÚBLICA

determinarse el potencial de lixiviación de metales y establecer, en su caso, medidas de segregación, encapsulamiento, control de infiltraciones y tratamiento.

Durante la etapa de operación, los impactos ambientales estarán asociados principalmente a la extracción y procesamiento del mineral, generación y manejo de jales y roca estéril, consumo de agua y energía, emisiones atmosféricas, generación de residuos y modificación permanente del relieve y paisaje. La operación del tajo y de las instalaciones mineras representará una modificación permanente de las condiciones originales del terreno, por lo que se requerirán medidas de estabilización, control de erosión, manejo de aguas y recuperación progresiva de áreas que dejen de ser utilizadas.

Durante las etapas de cierre y post-cierre, los efectos estarán relacionados con el desmantelamiento de instalaciones, estabilización física y química de las áreas intervenidas, cierre del tajo y de la instalación de jales, manejo de materiales potencialmente generadores de drenaje ácido, restauración de superficies, revegetación y monitoreo de agua, suelo, estabilidad y recuperación ecológica.

El cierre conceptual de la instalación para el manejo y disposición de jales contempla una condición de cierre seco, cobertura de aproximadamente 1 m de enrocamiento, instalación de canales y vertedor de cierre, revegetación de superficies y retiro de sistemas de conducción y recuperación de agua. No obstante, las condiciones definitivas de cierre deberán establecerse con base en los resultados de los estudios geotécnicos, hidrológicos, hidrogeológicos y geoquímicos requeridos.

En términos generales, los efectos ambientales de mayor relevancia del Proyecto “La Cigarra” se relacionan con la remoción de vegetación, modificación permanente del relieve, pérdida y alteración del suelo, incremento potencial de procesos erosivos, modificación de los patrones de escurrimiento e infiltración, generación de jales y roca estéril, emisiones atmosféricas, ruido y vibraciones, así como los riesgos asociados al manejo de sustancias y residuos del proceso minero-metalúrgico.

La mayor intensidad de los efectos se prevé durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, mientras que durante el cierre y post-cierre se espera una reducción progresiva de los impactos mediante la estabilización, restauración y recuperación de las áreas intervenidas.

Derivado de lo anterior, la evaluación de los efectos directos e indirectos permite establecer medidas de prevención, mitigación, control, compensación y restauración, entre las que destacan el rescate y reubicación de flora y fauna, conservación de suelo, control de erosión y escurrimientos, manejo integral de residuos mineros y peligrosos, control de emisiones atmosféricas y ruido, manejo y recirculación de aguas de contacto, caracterización geoquímica de materiales, estabilización de instalaciones y ejecución de un programa integral de cierre y post-cierre.

CONSULTA PÚBLICA

La implementación de estas medidas, complementada con programas de monitoreo y supervisión ambiental, permitirá evaluar el comportamiento de los componentes ambientales durante las diferentes etapas del Proyecto y realizar los ajustes necesarios para prevenir o reducir los efectos adversos, procurando mantener la estabilidad física y química del sitio y favorecer la recuperación progresiva de las áreas intervenidas.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctiva por componente ambiental

La implementación de acciones específicas en cada una de las etapas del proyecto, junto con su integración en programas integrales que abarcan desde la preparación del sitio y la construcción hasta la operación y el mantenimiento, permite que el proyecto se ejecute de manera más sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

A continuación, se describen las diferentes medidas de mitigación según su alcance y relación con los impactos ambientales.

Las medidas propuestas se definen brevemente de la siguiente manera:

Tabla 12 Clasificación y descripción de las medidas de manejo ambiental.

Tipo de medida	Descripción
Medidas preventivas (Pr)	Estas acciones evitan efectos previsibles de deterioro en el ambiente
Medidas de remediación (Re)	Estas acciones tienen como fin contrarrestar los efectos negativos provocados por las actividades del proyecto
Medidas de rehabilitación (Rh)	Son programas de conservación y cuidado que se deberán llevar a cabo una vez terminado el proyecto
Medidas de compensación (Cm)	Estas medidas no evitan la aparición del efecto, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor, son aplicadas a impactos irrecuperables e inevitables
Medidas de reducción (Rd)	Con la aplicación de estas medidas los daños que se puedan ocasionar al ecosistema serán mínimos

CONSULTA PÚBLICA

VI.1.1. Factores de impacto atendidos

Factor atentado	Tipo de medida	Descripción de medida de mitigación	Etapa de aplicación	Unidad de medida y/o evidencia	Ubicación
Suelo y Flora	Medidas Preventivas (Pr)	El sitio que sea propuesto para la instalación de campamento, maquinaria y almacén de materiales deberá establecerse fuera de cauces y en sitios previamente afectados por otras actividades y no se deberán afectar zonas no consideradas para el Cambio de Uso del Suelo.	P1	Ubicación y delimitación del sitio	Sitio no forestal
Agua y Suelo	Medidas Preventivas (Pr)	El sitio propuesto para campamento y resguardo de maquinaria deberá contar con área especial para resguardo de combustibles, residuos o materiales peligrosos de acuerdo con lo señalado en el Reglamento correspondiente en materia de residuos peligrosos. Esta área deberá estar protegida de lluvias, así como prever acciones para la protección de derrames.	P1, C1	Almacén de RP	Área de campamento
Agua y Suelo	Medidas Preventivas (Pr)	Se propone la colocación y distribución de 1 baño portátil por cada 15 trabajadores en los sitios en los que no se cuente con el servicio sanitario.	P1, C1	Baño/15 trabajadores	Distribuidos en el área
Agua y Suelo	Medidas Preventivas (Pr)	Llevar a cabo la colocación de contenedores para la recolección de residuos sólidos urbanos, distribuidos	P1, C1	1 cada 500 m	Zonas de tránsito y campamento

CONSULTA PÚBLICA

		en las áreas de generación. Su disposición final deberá ser periódica y en rellenos sanitarios autorizados.			
Flora	Medidas de Reducción (Rd)	El derribo de árboles deberá realizarse atendiendo los siguientes pasos: 1. Marqueo de la vegetación ubicada en el área de CUS. 2. Desmonte de la vegetación mediante motosierra, evitando dañar vegetación de lento crecimiento fuera de la zona del proyecto. 3. Troceo y trituración de la vegetación desmontada. 4. Acarreo a sitios adecuados para su manejo que eviten accidentes y afectaciones ambientales.	P1	Reporte fotográfico	Área de Cambio de Uso del Suelo
Agua y Suelo	Medidas de Reducción (Rd)	Los residuos catalogados como peligrosos, como aceite usado, estopas contaminadas con aceite, filtros, contenedores u otros catalogados como tal por la NOM-052-SEMARNAT-2005, deberán ser resguardados en el almacén de residuos peligrosos y dispuestos o tratados con empresas autorizadas para su manejo.	P1, C1	Manifiestos de entrega a empresa especializada	Área de manejo de RP
Fauna	Medidas de Reducción (Rd)	El equipo de transporte y maquinaria deberán circular a una velocidad menor a 30 km/hr dentro del área del proyecto. Asimismo, se sugiere la colocación de	P1, C1	Letreros	Áreas de circulación

CONSULTA PÚBLICA

		letreros de señalamiento de velocidad para tránsito de vehículos particulares.			
Suelo	Medidas de Reducción (Rd)	Se propone realizar barreras de piedra acomodada a curvas de nivel a lo largo de la superficie que ocupará el proyecto, así como presas filtrantes de gavión. Estas obras permitirán disminuir el escurrimiento y retener azolve arrastrado por lluvias.	C1	barreras de piedra acomodada a curvas de nivel.	Polígonos y cauces, paralelo al proyecto.
Agua y Suelo	Medidas de Reducción (Rd)	El material vegetal residual producto del desmonte y despalme que no pueda ser aprovechado será ubicado en sitios dentro del área del proyecto, procurando colocarlo en pendientes pronunciadas y zonas de escurrimiento pluviales para su posterior aprovechamiento en acciones de arrope.	C1	Reporte	Área sujeta a CUS
Fauna	Medidas de Reducción (Rd)	Las actividades del proyecto se deberán realizar durante el día, evitando la instalación de reflectores, equipos o actividades ruidosas o luminosas que afecten el desplazamiento de la fauna durante la noche.	P1, C1	Reporte	Área de desplante del proyecto
Fauna	Medidas de Reducción (Rd)	Se deberá llevar a cabo la identificación y ahuyentamiento de fauna previo a las actividades de preparación del sitio o construcción, las especies de limitado desplazamiento deberán ser reubicadas a sitios	P1, C1	Reporte con No. de especies rescatadas	Área de desplante del proyecto

CONSULTA PÚBLICA

		previamente ubicados que permitan su protección y refugio, atendiendo las acciones propuestas en el programa de Protección de Fauna. El programa contempla acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010			
Agua y Suelo	Medida de Rehabilitación (Rh)	Se deberá llevar a cabo un programa periódico de mantenimiento y limpieza de obras y retiro de residuos sólidos concluidas las etapas de construcción.	P1, C1	Reporte fotográfico. Asignación de recursos y contratación	Área de desplante del proyecto
Suelo, Vegetación y Fauna	Medidas de Compensación (Cm)	Se establece como acción de compensación la construcción de barreras de piedra acomodada a curvas de nivel a lo largo de la superficie que ocupará el proyecto. Estas obras permitirán disminuir el escurrimiento y retener el azolve arrastrado por lluvias.	C1	barrera de piedra acomodada a curvas de nivel	Tierras seleccionadas y cauces que conforman la red hidrológica
Agua y Suelo	Medidas de Remediación (Re)	En caso de derrame de combustibles o aceites sobre suelo natural deberá realizarse la remediación del sitio atendiendo las especificaciones de la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. En caso de retiro se deberá enviar a una empresa autorizada para su tratamiento o confinamiento	P1, C1	Reporte y manifiesto de disposición	Zonas de derrame

CONSULTA PÚBLICA

Vinculación entre los impactos evaluados y los programas de mitigación

Las medidas de conservación de suelos se integran con el Programa de Obras y Prácticas de Conservación de Suelos del ETJ del mismo proyecto. Las superficies de 35.0086 ha son externas al polígono CUSTF usado para ese programa y no deben sumarse automáticamente a la huella de ocupación minera de 36.35 ha. Los puntos y trazos son preliminares y requieren validación de campo, disponibilidad legal del terreno y comprobación de ausencia de interferencias. Los valores de reducción o compensación de erosión son equivalencias modeladas, no eficiencias de retención demostradas.

Medida	Impactos atendidos	Acción vinculada	Indicador de cumplimiento y eficacia	PVA
MF-01	IA-01	Delimitar desmonte y ejecutar rescate/reubicación de flora antes de cada frente; proteger vegetación excluida.	Ejemplares reubicados, supervivencia, ha intervenidas	PVA-01
MF-02	IA-02, IA-15	Recorridos previos, ahuyentamiento dirigido, rescate por personal capacitado, control de velocidad y prohibición de captura.	Recorridos; rescates; incidencias; mortalidad	PVA-02
MS-01	IA-03	Separar, cuantificar y conservar suelo superficial recuperable para reutilización en restauración; evitar mezcla y compactación.	m^3 rescatados y reutilizados; bitácora	PVA-03
MS-02	IA-04, IA-05	Instalar 10,160.8 m de barreras de piedra acomodada en aproximadamente 25.0039 ha de las áreas externas propuestas, previa validación de campo y tenencia.	m lineales ejecutados; % funcional; sedimentos	PVA-03/04
MS-03	IA-04, IA-05	Acomodar 6,103.2 m de material vegetal muerto en aproximadamente 10.0047 ha externas, sin desmontes adicionales.	m lineales ejecutados; cobertura; estabilidad	PVA-03/04
MS-04	IA-04	Instalar ocho presas de piedra acomodada, volumen preliminar total 32 m^3, únicamente después de validar secciones, cauces y autorizaciones.	número; m^3 ejecutados; integridad post-lluvia	PVA-03
MH-01	IA-05, IA-12	Separar aguas limpias y de contacto; instalar/controlar cunetas, retenciones, bombeo y recirculación, con inspección posterior a tormentas.	Inspecciones; fallas; calidad del agua; recirculación	PVA-04
MH-02	IA-13	Medir extracción, recuperación y reúso por fuente y proceso; no iniciar aprovechamientos sujetos a título sin la autorización procedente.	m^3 captados, recuperados y consumidos; autorizaciones	PVA-04
ME-01	IA-06, IA-16	Estabilización progresiva de taludes y frentes, control de acceso y restauración visual de áreas disponibles, conforme a diseño aprobado.	Incidencias geotécnicas; superficie estabilizada	PVA-05
MA-01	IA-07	Controlar velocidad, regar superficies según necesidad y cubrir materiales pulverulentos; mantenimiento de equipos.	Inspecciones y reportes de polvo; bitácoras	PVA-06

CONSULTA PÚBLICA

MA-02	IA-08	Horarios operativos, control de voladuras, mantenimiento y verificación de niveles ante receptores sensibles.	Quejas; mediciones disponibles; bitácora de voladuras	PVA-06
MR-01	IA-09	Almacenamiento seguro de reactivos, contención secundaria, hojas de seguridad, respuesta a derrames y capacitación.	Incidentes; inventario; simulacros	PVA-07
MJ-01	IA-10, IA-20	Operar TMF con recuperación de aguas, captación de filtraciones, vigilancia de integridad y monitoreo de aguas; diseño y gestión conforme a NOM-141 aplicable.	Integridad; niveles; calidad; eventos y correcciones	PVA-07
MJ-02	IA-11	Segregar material potencialmente generador de ácido cuando su caracterización lo acredite, controlar escurrimientos y estabilidad del depósito.	Resultados geoquímicos; inspecciones; reportes	PVA-07
MR-02	IA-14	Segregar y almacenar residuos por categoría; entregarlos a prestadores autorizados y mantener manifiestos y bitácoras.	Volúmenes; manifiestos; inspecciones	PVA-07
SE-01	IA-17	Favorecer contratación local y mantener registro de empleos y proveedores.	Empleos y compras locales	PVA-08
SE-02	IA-18	Señalizar rutas y velocidades; mecanismos de comunicación y atención a quejas.	Incidencias viales; quejas atendidas	PVA-08
MC-01	IA-19	Ejecutar retiro de instalaciones, manejo de suelo, revegetación y control de erosión conforme a cierre progresivo.	ha restauradas; cobertura; estabilidad	PVA-05
MC-02	IA-20	Inspección y mantenimiento post-cierre de depósitos, drenajes, barreras y calidad de agua mientras persista riesgo.	Inspecciones; hallazgos corregidos	PVA-07

VI.1.2. Medidas de mitigación del proyecto

Medidas preventivas o de mitigación generales propuestas para el proyecto

- Con la finalidad de prevenir, minimizar y mitigar los impactos ambientales derivados de las diferentes etapas del proyecto La Cigarra, se proponen las siguientes medidas generales de prevención y control, mismas que deberán complementarse con las medidas específicas derivadas de la evaluación de impactos significativos:
- Todas las obras, actividades y modificaciones asociadas al proyecto deberán realizarse conforme a las autorizaciones, permisos, licencias y demás disposiciones aplicables en materia ambiental, urbana, de seguridad y protección civil, así como en apego a las condicionantes que emitan las autoridades competentes.
- Cualquier modificación al diseño, distribución de obras, superficie de afectación o condiciones originalmente planteadas para el proyecto deberá ser previamente evaluada y, en su caso, sometida a la autorización correspondiente.

CONSULTA PÚBLICA

- Las áreas de trabajo, maniobra, almacenamiento temporal de materiales y disposición de residuos deberán delimitarse claramente, con el fin de evitar afectaciones fuera de la superficie autorizada para el desarrollo del fraccionamiento.
- La remoción de vegetación, el movimiento de tierras, la circulación de maquinaria y el almacenamiento temporal de materiales deberán restringirse exclusivamente a las áreas destinadas para la ejecución del proyecto.
- Quedará estrictamente prohibida la quema de residuos sólidos, restos de vegetación, empaques, cartón, madera o cualquier otro material generado durante las diferentes etapas del proyecto.
- No se permitirá el vertimiento de aguas residuales, combustibles, aceites, grasas, pinturas, solventes o cualquier otra sustancia contaminante al suelo, a la red de drenaje pluvial, a escurrimientos naturales o a cualquier cuerpo de agua presente en el área de influencia del proyecto.
- Quedará prohibida la disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial o residuos peligrosos dentro del predio o en sus colindancias, por lo que éstos deberán ser recolectados, almacenados temporalmente y dispuestos conforme a la normatividad aplicable.
- Se deberá implementar un manejo adecuado de los residuos generados durante las distintas etapas del proyecto, promoviendo su separación, almacenamiento temporal en sitios definidos y disposición final a través de prestadores de servicio autorizados.
- Se promoverá entre el personal la reducción en el uso de materiales desechables y plásticos de un solo uso, a fin de disminuir la generación de residuos sólidos durante la ejecución del proyecto.
- Quedará estrictamente prohibida la caza, captura, molestia, recolección o comercialización de ejemplares de fauna silvestre dentro del predio y en sus áreas colindantes.
- Deberán adoptarse las medidas necesarias para evitar la presencia de animales domésticos dentro del área del proyecto, con el propósito de prevenir perturbaciones a la fauna silvestre y alteraciones a las condiciones ambientales del sitio.
- El personal involucrado en la ejecución del proyecto deberá contar con el equipo de protección personal correspondiente, así como con capacitación básica en materia de seguridad, manejo adecuado de residuos, prevención de accidentes y atención a contingencias.
- En el sitio del proyecto deberán mantenerse disponibles botiquines de primeros auxilios, extintores y materiales básicos para la atención de contingencias menores o derrames accidentales, con la finalidad de responder de manera oportuna ante cualquier eventualidad.

Medidas específicas de mitigación y conservación de suelos

De acuerdo con las características del Proyecto Minero "La Cigarra", las medidas de conservación de suelos se orientan a prevenir y reducir la erosión hídrica y eólica generada por el desmonte, despalme, cortes, rellenos, tránsito de maquinaria y exposición temporal de superficies. Su selección considera que el proyecto se desarrolla sobre Regosoles,

CONSULTA PÚBLICA

Leptosoles y Feozem con baja retención de agua y susceptibilidad a la erosión, en un relieve con pendientes moderadas a pronunciadas. En consecuencia, se priorizan obras en curvas a nivel, prácticas de protección superficial, retención de sedimentos, control de cárcavas y recuperación progresiva de superficies.

Las obras propuestas se fundamentan en el Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales de la CONAFOR. Su ubicación, espaciamiento y dimensiones deberán ajustarse en campo con base en la pendiente, profundidad efectiva del suelo, erosión observada, área de aportación y comportamiento del escurrimiento. Las presas de gaviones se considerarán únicamente cuando la dimensión de la cárcava y la energía del flujo justifiquen este tipo de estructura y deberán contar con diseño técnico específico. Estas medidas no sustituyen las obras hidráulicas, geotécnicas y de estabilidad que requieran el tajo, la TMF o el depósito de roca estéril, ni las autorizaciones que correspondan para intervenir cauces o zonas federales.

Tabla 19 Medidas específicas de mitigación y conservación de suelos aplicables al Proyecto Minero "La Cigarra".

Factor afectado	Tipo de medida	Descripción de medida de mitigación	Etapa de aplicación	Unidad de medida y/o evidencia	Ubicación
Suelo	Preventiva / Reducción (Pr/Rd)	Rescate, segregación y acopio del suelo vegetal susceptible de aprovechamiento antes de los movimientos de tierra. El material se almacenará en sitios estables, fuera de cauces y zonas de concentración de escurrimientos, evitando su mezcla con estériles; se protegerá contra erosión y se reutilizará en restauración y revegetación.	P1, C1 y cierre progresivo	m³ de suelo rescatado; bitácora y reporte fotográfico	Áreas de despalme y superficies temporales a restaurar

CONSULTA PÚBLICA

Factor afectado	Tipo de medida	Descripción de medida de mitigación	Etapa de aplicación	Unidad de medida y/o evidencia	Ubicación
Suelo y Agua	Reducción (Rd)	Construcción de barreras de piedra acomodada en curvas a nivel en laderas expuestas o en proceso de restauración, utilizando preferentemente piedra disponible y estable. El trazo seguirá curvas a nivel; dimensiones y espaciamiento se definirán de acuerdo con pendiente, pérdida de suelo y escurrimiento, con el propósito de reducir la velocidad del flujo, retener sedimentos y favorecer la infiltración.	C1, operación y cierre	m lineales y/o m³ de obra; georreferenciación y reporte fotográfico	Laderas restaurables, bordes de caminos y perímetros de áreas intervenidas, fuera de taludes estructurales
Suelo y Vegetación	Reducción / Rehabilitación (Rd/Rh)	Acomodo del material vegetal muerto o triturado proveniente del desmonte en cordones siguiendo curvas a nivel o como arrope superficial, cuando las condiciones de seguridad lo permitan. Se evitará obstruir cauces, cunetas y drenajes diseñados. La práctica reducirá el impacto directo de la lluvia, la erosión laminar y la pérdida de humedad del suelo.	P1, C1 y cierre	ha o m lineales tratados; reporte fotográfico	Superficies expuestas y áreas destinadas a restauración

CONSULTA PÚBLICA

Factor afectado	Tipo de medida	Descripción de medida de mitigación	Etapa de aplicación	Unidad de medida y/o evidencia	Ubicación
Suelo y Agua	Reducción (Rd)	Aplicación selectiva de zanja-bordo y/o terrazas de formación sucesiva en curvas a nivel únicamente donde exista profundidad de suelo suficiente. Para zanja-bordo se considerarán pendientes menores a 25%, conforme a la recomendación del Manual de CONAFOR. En zonas someras, pedregosas, más inclinadas o dominadas por Leptosol se privilegiarán obras con mínima excavación, como barreras de piedra y acomodo de material vegetal.	C1 y cierre progresivo	m lineales o ha tratadas; levantamiento y reporte de obra	Laderas seleccionadas de Regosol/Feozem y áreas de recuperación; excluir superficies rocosas o inestables

CONSULTA PÚBLICA

Factor afectado	Tipo de medida	Descripción de medida de mitigación	Etapa de aplicación	Unidad de medida y/o evidencia	Ubicación
Suelo y Agua	Reducción (Rd)	Instalación de presas filtrantes de piedra acomodada en cárcavas de pendiente moderada (hasta aproximadamente 35%) y bajo volumen de escurrimiento; su altura efectiva se ajustará al sitio dentro de los rangos recomendados por el Manual de CONAFOR. Cuando se presenten cárcavas mayores, típicamente superiores a 2 m de ancho y 1.5 m de profundidad, podrá emplearse gavión previa justificación y diseño de ingeniería. Las estructuras deberán empotrarse y disponer de vertedor y protección aguas abajo, buscando estabilizar la cárcava y retener azolves sin bloquear el flujo natural.	C1, operación y cierre	m^3 de estructura; sedimento retenido; inspecciones posteriores a lluvias	Cárcavas y drenajes menores aguas abajo de superficies perturbadas, fuera de sistemas de aguas de contacto
Suelo y Vegetación	Rehabilitación (Rh)	Escarificación o subsoleo de superficies compactadas que dejen de utilizarse, restitución del suelo vegetal recuperado y revegetación con especies nativas compatibles con el sitio. Se priorizará el cierre progresivo para reducir el tiempo de exposición del suelo y recuperar cobertura protectora.	Cierre progresivo, cierre y post-cierre	ha rehabilitadas; cobertura vegetal; supervivencia y evidencia fotográfica	Campamento, patios, accesos auxiliares y otras áreas liberadas que sean técnicamente restaurables

CONSULTA PÚBLICA

Factor afectado	Tipo de medida	Descripción de medida de mitigación	Etapa de aplicación	Unidad de medida y/o evidencia	Ubicación
Agua y Suelo	Preventiva / Reducción (Pr/Rd)	Colocación y mantenimiento de trampas o estructuras de retención de sedimentos asociadas a cunetas, canales y puntos de descarga; desazolve periódico antes y durante la temporada de lluvias y conservación de la separación entre aguas de contacto y no contacto.	C1, operación y cierre	bitácoras; m³ de sedimento retirado; inspecciones	Salidas de drenaje y puntos de concentración de escurrimiento vinculados con caminos, plataformas y áreas operativas
Suelo y Agua	Preventiva / Rehabilitación (Pr/Rh)	Inspección de las obras de conservación después de lluvias significativas y al inicio y cierre de cada temporada de lluvias. Se repararán asentamientos, erosión lateral, socavación, colmatación o pérdida de continuidad, y se ajustará el diseño cuando el monitoreo muestre que la obra no cumple su función.	Todas las etapas	reportes de inspección, mantenimiento y evidencia georreferenciada	Todas las obras de conservación y control de erosión del proyecto

CONSULTA PÚBLICA

La evaluación ambiental del Proyecto Minero “La Cigarra” permitió identificar que los principales impactos ambientales se encuentran asociados a las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y cierre, particularmente aquellas relacionadas con el desmonte y despalme, modificación del relieve, desarrollo del tajo, construcción de la planta de procesos, presa de jales, depósito de roca estéril, apertura y acondicionamiento de caminos, operación de maquinaria y manejo de materiales y residuos. Los componentes ambientales con mayor interacción corresponden principalmente a suelo, vegetación, agua, fauna, atmósfera y paisaje. Los impactos considerados como significativos se relacionan principalmente con la remoción y modificación de la cobertura vegetal, la pérdida y transformación del suelo, la modificación permanente del relieve, el incremento del riesgo de erosión y las posibles alteraciones de los procesos de escurrimiento e infiltración. Asimismo, durante las etapas de construcción y operación se consideran relevantes las emisiones de polvo, ruido y vibraciones, así como los riesgos potenciales asociados

al manejo de aguas de contacto, residuos y materiales derivados de la actividad minera.

En materia de agua, los efectos potenciales se encuentran relacionados principalmente con la modificación de los patrones naturales de escurrimiento, la generación de aguas de contacto y el manejo de filtraciones provenientes de las instalaciones mineras. El proyecto contempla sistemas de captación, retención y recirculación de estas aguas; sin embargo, debido a que actualmente se requiere complementar la información mediante estudios hidrológicos, geohidrológicos y de calidad del agua, estos aspectos deberán ser definidos y corroborados durante las etapas posteriores de ingeniería y evaluación ambiental.

Desde una perspectiva regional, los impactos generados por el proyecto se incorporan a un contexto territorial en el que existen actividades productivas y procesos de transformación asociados principalmente con la minería, ganadería y desarrollo de infraestructura. El proyecto se localiza dentro de la Región Hidrológica Prioritaria No. 39, Cuenca Alta del Río Conchos, aunque no se encuentra dentro de un área natural protegida federal, estatal o privada. En este contexto, los efectos acumulativos pueden relacionarse con la transformación de la cobertura vegetal, fragmentación y modificación del hábitat, alteración del suelo y cambios en los procesos hidrológicos.

Los impactos acumulativos y sinérgicos se presentan principalmente por la interacción entre la remoción de vegetación, la modificación del suelo y relieve, el incremento de procesos erosivos, la alteración de los escurrimientos superficiales y la reducción o transformación de hábitats para la fauna. Estas interacciones pueden intensificarse durante las etapas de construcción y operación debido a la presencia de maquinaria, tránsito vehicular, generación de ruido, emisiones de partículas y funcionamiento continuo de las instalaciones mineras. Por ello, las medidas ambientales deberán aplicarse de manera integral y durante las diferentes etapas del proyecto.

En el componente de fauna, la pérdida y modificación de hábitat derivada del establecimiento de las instalaciones, aunada a la presencia de personal, maquinaria, ruido y vibraciones, puede generar desplazamiento temporal de organismos. Este aspecto adquiere especial relevancia debido a que los antecedentes de fauna registran especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de encontrarse el sitio dentro del área de distribución potencial del águila real (Aquila chrysaetos). En consecuencia, se contempla la actualización de los muestreos y la implementación de acciones de rescate, ahuyentamiento y reubicación de fauna.

Después de la aplicación de las medidas de prevención, reducción, rehabilitación, compensación y remediación, se prevé una disminución de la magnitud de diversos impactos ambientales. No obstante, permanecerán impactos residuales, principalmente aquellos asociados a la modificación permanente del relieve y del

CONSULTA PÚBLICA

uso del suelo derivada de la presencia del tajo, la presa de jales, el depósito de roca estéril y demás infraestructura minera. Asimismo, durante la operación y cierre deberán mantenerse medidas de control y monitoreo relacionadas con suelo, agua, estabilidad física, erosión, revegetación y recuperación de fauna.

Los impactos residuales serán atendidos mediante la aplicación de obras de conservación y control de erosión, manejo y control de aguas de contacto y filtraciones, revegetación, restauración de superficies, rescate y protección de fauna, manejo integral de residuos, monitoreo ambiental y acciones de cierre y post-cierre. El objetivo será reducir la magnitud y duración de los efectos ambientales, mantener la estabilidad física y química de las áreas intervenidas y favorecer la recuperación progresiva de las condiciones ambientales del sitio.

Finalmente, debe señalarse que el Proyecto La Cigarra se encuentra en una etapa preliminar de evaluación y definición conceptual, por lo que algunos estudios, balances, volúmenes, consumos, emisiones y especificaciones técnicas aún se encuentran pendientes de desarrollo. En consecuencia, la valoración definitiva de determinados impactos deberá actualizarse conforme se genere la ingeniería básica y de detalle, así como los estudios hidrológicos, geohidrológicos, geotécnicos y geoquímicos requeridos.

Restauración: Acciones necesarias para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales que en ella se desarrollaban.

El programa de restauración del Proyecto Minero “La Cigarra” contempla la implementación de acciones orientadas a la recuperación progresiva de las condiciones ambientales de las superficies que sean afectadas temporalmente durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, así como de aquellas áreas que, una vez concluida la vida útil del proyecto, dejen de ser requeridas para las actividades mineras. Estas acciones tendrán como finalidad favorecer la estabilidad física del terreno, reducir los procesos erosivos, mejorar las condiciones del paisaje y propiciar, en la medida de lo posible, el restablecimiento de la cobertura vegetal y de los procesos ecológicos característicos del sitio.

Las acciones de restauración estarán dirigidas principalmente a las superficies auxiliares y temporales que no formen parte de la infraestructura permanente del proyecto, tales como áreas utilizadas para almacenamiento temporal de materiales, maniobras, instalaciones provisionales, campamentos temporales, accesos auxiliares y otras superficies que puedan ser liberadas conforme avance la ejecución del proyecto. Una vez que dichas áreas dejen de ser necesarias, se realizará la limpieza y retiro de residuos, materiales sobrantes, maquinaria, instalaciones provisionales y cualquier otro elemento ajeno al entorno, seguido del acondicionamiento y estabilización del terreno.

CONSULTA PÚBLICA

El acondicionamiento de las superficies intervenidas podrá incluir actividades de descompactación, conformación y estabilización superficial del terreno, restitución de suelo o material edáfico cuando resulte técnicamente viable y establecimiento de medidas para el control de erosión y escurrimientos, procurando generar condiciones físicas adecuadas para el posterior establecimiento de vegetación. Estas acciones serán definidas de acuerdo con las características particulares de cada área, su grado de alteración y el uso que haya tenido durante la ejecución del proyecto.

Asimismo, se contempla la revegetación de las superficies que sean susceptibles de restauración, mediante el establecimiento de especies nativas o adaptadas a las condiciones ambientales de la región y, cuando resulte viable, mediante el aprovechamiento de individuos o material vegetal rescatado previamente. El establecimiento de vegetación tendrá como objetivos contribuir a la protección del suelo, disminuir la erosión, mejorar la integración paisajística de las áreas intervenidas y favorecer progresivamente la recuperación de las funciones ecológicas del sitio.

Las actividades de revegetación incluirán, según las necesidades de cada superficie, la preparación del terreno, distribución del material vegetal, establecimiento de individuos, protección inicial y mantenimiento durante el periodo de establecimiento. Se contemplará el seguimiento de la supervivencia de la vegetación y, en caso necesario, la reposición de individuos que no logren establecerse, con el propósito de incrementar la efectividad de las acciones de restauración.

De manera complementaria, se dará mantenimiento y seguimiento a las obras de conservación y control de erosión y escurrimientos que se implementen durante las diferentes etapas del proyecto, particularmente aquellas destinadas a disminuir la pérdida de suelo, controlar el transporte de sedimentos y favorecer un manejo adecuado de las aguas superficiales. Estas obras serán revisadas periódicamente para asegurar su estabilidad y funcionalidad, especialmente durante la temporada de lluvias.

En las áreas asociadas a las instalaciones mineras permanentes, las acciones de restauración se desarrollarán principalmente durante las etapas de cierre y post-cierre, una vez que las obras dejen de ser necesarias para la operación. Estas actividades podrán comprender la estabilización física de superficies, conformación final de taludes y depósitos, control de erosión, manejo de escurrimientos, rehabilitación de superficies y revegetación, de acuerdo con las características y condiciones de cada componente del proyecto.

Particular atención se dará a las áreas ocupadas por el tajo, planta de procesos, presa de jales (TMF), depósito de roca estéril (WRSA), patios y áreas de maniobras, talleres, campamento y oficinas, considerando que cada una presenta características y requerimientos de cierre y rehabilitación particulares. Las medidas aplicables estarán orientadas a garantizar la estabilidad de las instalaciones

CONSULTA PÚBLICA

remanentes, reducir la generación y transporte de sedimentos, controlar los escurrimientos y favorecer la recuperación ambiental de las superficies que técnicamente puedan ser restauradas.

El programa de restauración se implementará de manera progresiva y adaptativa, considerando la evolución del proyecto, las condiciones observadas durante el monitoreo ambiental y los resultados obtenidos durante las actividades de rehabilitación. De esta manera, las acciones podrán ajustarse en función de la respuesta del suelo, la vegetación, los escurrimientos superficiales y demás componentes ambientales involucrados.

Finalmente, las actividades de restauración y rehabilitación estarán vinculadas con las medidas establecidas para las etapas de cierre y post-cierre del Proyecto Minero “La Cigarra”, buscando que, una vez concluidas las actividades mineras, las superficies intervenidas alcancen condiciones de estabilidad física y ambiental que permitan reducir los riesgos de erosión, favorecer el restablecimiento de la cobertura vegetal y promover la recuperación gradual de los procesos naturales en las áreas donde ello resulte técnica y ambientalmente viable.

VI.1.3. Criterios cuantificables de desempeño, seguimiento y acción correctiva

El presente apartado establece los criterios técnicos y operativos para evaluar la eficacia de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración ambiental propuestas para el proyecto minero “La Cigarra”, mediante indicadores cuantificables que permitan verificar su implementación, identificar desviaciones y aplicar oportunamente las acciones correctivas correspondientes.

Los criterios de desempeño se establecen considerando las actividades de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, cierre y post-cierre, así como las características ambientales del área de influencia del proyecto y los impactos identificados en el Capítulo V de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

El seguimiento ambiental se realizará mediante inspecciones de campo, registros fotográficos georreferenciados, bitácoras operativas, mediciones ambientales, informes técnicos y verificación del cumplimiento de los programas específicos de manejo ambiental.

Para cada medida se establecen indicadores de cumplimiento, metas de desempeño, frecuencias de seguimiento y acciones correctivas, con la finalidad de contar con mecanismos verificables que permitan evaluar la eficacia de las medidas implementadas.

Los criterios propuestos constituyen metas de gestión y desempeño ambiental del proyecto. Cuando existan límites máximos permisibles establecidos por Normas Oficiales Mexicanas, autorizaciones o disposiciones legales aplicables, estos prevalecerán sobre las metas internas de seguimiento.

CONSULTA PÚBLICA

Indicadores cuantificables de desempeño ambiental

Componente / medida	Indicador	Meta de desempeño	Frecuencia	Acción correctiva
Delimitación del área de intervención	Superficie intervenida fuera del polígono autorizado	0 m²	Mensual y antes de cada frente de trabajo	Suspender intervención, delimitar nuevamente y restaurar afectaciones
Rescate de flora	Ejemplares rescatados respecto de los programados	100 % de los ejemplares identificados como susceptibles de rescate	Previo al desmonte y mensual durante el rescate	Reforzar recorridos y completar el rescate antes de intervenir
Supervivencia de flora reubicada	Porcentaje de supervivencia	≥85 % como meta propuesta	Semestral	Reposición de ejemplares y ajustes de mantenimiento
Protección de fauna	Frentes de desmonte inspeccionados previamente	100 %	Antes de cada intervención	Suspender temporalmente el desmonte hasta completar inspección y manejo
Protección de suelo superficial	Volumen recuperado respecto del volumen aprovechable programado	≥90 %	Mensual durante despalme	Ajustar procedimientos de retiro y almacenamiento
Control de erosión	Presencia de surcos y cárcavas nuevas atribuibles a las obras	Sin incremento sostenido	Trimestral y después de lluvias intensas	Estabilización, reparación de drenajes y obras de conservación
Barreras de piedra acomodada	Longitud construida / programada	10,160.8 m	Durante ejecución y semestral	Completar tramos y reparar estructuras
Acomodo de material vegetal muerto	Longitud construida / programada	6,103.2 m	Durante ejecución y semestral	Reacomodar o reponer materiales

CONSULTA PÚBLICA

Presas de piedra acomodada	Estructuras instaladas / programadas	8 estructuras preliminares	Durante ejecución y posterior a lluvias	Reparación de socavaciones y ajuste de estructuras
Funcionalidad de obras de conservación	Longitud de barreras funcionales	≥90 %	Semestral y después de lluvias	Reconstrucción o mantenimiento de tramos afectados
Control de polvo	Caminos y áreas activas atendidos conforme al programa	100 % de las áreas que requieran control	Diario durante actividades generadoras	Incrementar humectación o implementar controles adicionales
Maquinaria y emisiones	Equipos con mantenimiento vigente	100 %	Mensual	Retirar temporalmente equipos incumplidos y corregir fallas
Manejo de residuos	Residuos segregados y dispuestos conforme al programa	100 %	Mensual	Recolección, segregación y disposición mediante prestadores autorizados cuando aplique
Manejo de aguas de contacto	Eventos de descarga no autorizada	0	Inspección operativa diaria	Contención inmediata, recuperación y corrección del sistema
Infraestructura de jales	Inspecciones y monitoreos programados ejecutados	100 %	Conforme al programa de operación y seguridad	Evaluación técnica, corrección de anomalías y suspensión de actividades cuando exista riesgo
Control de derrames	Derrames sin contener	0	Diario	Activación del protocolo de respuesta, recuperación y saneamiento

CONSULTA PÚBLICA

Restauración de superficies	Superficie restaurada / superficie programada	100 %	Semestral y al cierre de cada frente	Reprogramación y ejecución de obras faltantes
Vigilancia ambiental	Inspecciones ejecutadas / programadas	100 %	Mensual	Reprogramación inmediata y atención de hallazgos

Las metas porcentuales de rescate, recuperación de suelo, mantenimiento y restauración constituyen criterios propuestos para el seguimiento operativo. Su cumplimiento deberá evaluarse con respecto a los inventarios, volúmenes y superficies efectivamente programados, sin interpretarse como resultados ambientales previamente alcanzados.

Seguimiento del Programa de Conservación de Suelos

El seguimiento de las obras de conservación de suelos se realizará considerando el programa establecido para el proyecto, el cual contempla una superficie externa de intervención propuesta de 35.0086 hectáreas, destinada a prácticas de conservación y restauración orientadas a disminuir los procesos erosivos y favorecer la retención de sedimentos y el manejo superficial del agua.

El programa contempla 10,160.8 metros lineales de barreras de piedra acomodada, 6,103.2 metros lineales de acomodo de material vegetal muerto y ocho presas de piedra acomodada, con un volumen preliminar conjunto de 32 m³.

La funcionalidad de estas obras se evaluará mediante inspecciones físicas, registros de estabilidad, identificación de socavaciones, acumulación de sedimentos y condiciones de conservación de las estructuras.

Se establece como criterio de desempeño mantener al menos el 90 % de la longitud funcional de las obras lineales después de cada temporada de lluvias, así como verificar y atender la totalidad de las estructuras que presenten daños, desplazamientos o procesos de socavación.

Las obras que presenten pérdida de funcionalidad serán objeto de mantenimiento correctivo, restitución de materiales o adecuación de su configuración, considerando las condiciones topográficas e hidrológicas observadas.

Asimismo, se dará seguimiento a la recuperación de la cobertura vegetal y a la presencia de procesos erosivos en las áreas intervenidas, mediante puntos de observación permanentes, registros fotográficos y evaluaciones periódicas.

El incremento potencial de erosión estimado para el escenario de cambio de uso de suelo forestal corresponde a 5,859.61 toneladas anuales, mientras que el programa propone una equivalencia potencial de compensación de 6,551.47 toneladas anuales como criterio de dimensionamiento. Estos resultados no representan

CONSULTA PÚBLICA

volúmenes de sedimentos efectivamente retenidos, por lo que la eficacia de las obras deberá comprobarse mediante indicadores de campo y monitoreo.

Procedimiento de seguimiento y aplicación de acciones correctivas

El seguimiento de las medidas ambientales se realizará mediante un procedimiento de verificación continua que comprenderá la identificación de actividades sujetas a vigilancia, evaluación de indicadores, comparación de resultados con las metas establecidas y determinación de las acciones necesarias para corregir desviaciones.

Cuando se identifique incumplimiento de una meta, deterioro de una obra de control ambiental o presencia de impactos no previstos, se deberá registrar el hallazgo, determinar sus posibles causas y establecer las acciones correctivas correspondientes.

Las acciones correctivas podrán comprender mantenimiento o rehabilitación de infraestructura, modificación de procedimientos operativos, fortalecimiento de medidas preventivas, capacitación del personal, reposición de ejemplares vegetales, construcción o reparación de obras de conservación, contención de materiales y suspensión temporal de actividades cuando exista un riesgo ambiental que no pueda controlarse de manera inmediata.

Una vez implementadas las acciones correctivas, se efectuará una verificación para comprobar su eficacia. Los resultados se integrarán en las bitácoras y reportes del Programa de Vigilancia Ambiental.

El responsable ambiental del proyecto dará seguimiento a la ejecución de las medidas y mantendrá registros documentales de los resultados obtenidos, con la finalidad de asegurar su trazabilidad durante las distintas etapas de desarrollo de la unidad minera.

Criterios para la evaluación del cumplimiento ambiental

Para establecer prioridades de atención, los resultados del seguimiento se clasificarán conforme a los siguientes criterios:

Nivel de cumplimiento	Condición identificada	Plazo de atención propuesto
Satisfactorio	El indicador cumple la meta establecida y la medida es funcional	Continuar seguimiento programado
Preventivo	Se observa una tendencia desfavorable sin incumplimiento de límites legales ni riesgo inmediato	Evaluación y programación de ajustes en un máximo de 15 días naturales
Correctivo	Se incumple una meta interna o se identifica pérdida de	Iniciar atención en un máximo de 72 horas

CONSULTA PÚBLICA

	funcionalidad de una medida ambiental	
Crítico	Existe un derrame no controlado, riesgo de falla estructural, descarga no autorizada u otra condición de peligro ambiental significativo	Activar inmediatamente el protocolo de emergencia y suspender las actividades involucradas cuando corresponda

Los plazos anteriores corresponden a compromisos internos propuestos y no sustituyen los periodos de atención, aviso o reparación que establezcan las disposiciones legales, autorizaciones y protocolos de emergencia aplicables. Las contingencias deberán atenderse de forma inmediata.

Evaluación integral de la eficacia

La evaluación integral de las medidas ambientales se realizará considerando tanto el grado de ejecución de las actividades programadas como los resultados obtenidos en los componentes ambientales sujetos a seguimiento.

Para cuantificar el cumplimiento de las medidas se utilizará, cuando corresponda, la siguiente expresión:

$$C=\frac{A_e}{A_p}\times100$$

Donde:

- C: cumplimiento de la medida (%).
- Ae: cantidad de actividades, obras o acciones ejecutadas y verificadas.
- Ap: cantidad de actividades, obras o acciones programadas.

Este indicador permitirá evaluar el avance en la ejecución de medidas ambientales; sin embargo, no sustituirá la valoración de su eficacia ecológica, la cual deberá determinarse mediante indicadores específicos, tales como supervivencia de ejemplares reubicados, estabilidad de obras de conservación, control de erosión, calidad del agua, funcionalidad de sistemas de contención y recuperación de cobertura vegetal.

La evaluación de resultados permitirá identificar medidas que requieran fortalecimiento, ajustar los procedimientos de manejo ambiental y establecer acciones adicionales cuando las condiciones observadas así lo justifiquen.

Los resultados del seguimiento se integrarán al Programa de Vigilancia Ambiental desarrollado en el Capítulo VII, manteniendo correspondencia entre los impactos identificados, las medidas establecidas, los indicadores cuantificables y las acciones correctivas, con el propósito de asegurar un proceso continuo de prevención, control y mejora del desempeño ambiental del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

VI.1.4. Costos para la implementación de las medidas de prevención, mitigación, rehabilitación y remediación

Debido a que el Proyecto Ejecutivo se encuentra en una etapa preliminar y aún no cuenta con la cuantificación definitiva de longitudes, volúmenes y superficies específicas de cada obra, se presenta un presupuesto paramétrico preliminar. Para las partidas de restauración se emplean como referencia de planeación los montos máximos por unidad establecidos por la CONAFOR en las Reglas de Operación 2026 del Programa Desarrollo Forestal Sustentable para el Bienestar, Componente III. Restauración Forestal. Estos montos se utilizan únicamente como referencia económica y no implican que el proyecto sea beneficiario del programa ni sustituyen cotizaciones de mercado.

Para evitar subestimar el compromiso ambiental, la superficie total de 36.35 ha se utiliza como techo de cálculo en las partidas expresadas por hectárea. La ejecución real se limitará a las superficies técnicamente tratables y restaurables que resulten de la ingeniería de detalle, del levantamiento de erosión y de la definición final de la huella de intervención. Por ello, el presupuesto deberá ajustarse antes de ejecutar las obras.

Tabla 20 Presupuesto paramétrico preliminar para medidas y obras de conservación de suelos y restauración.

Concepto	Base de cálculo	Unidad	Costo unitario de referencia (MXN)	Importe estimado (MXN)	Observaciones
Rescate y protección de suelo vegetal	Partida global preliminar	proy.	$150,000.00	$150,000.00	Estimación del proyecto; actualizar con volumen real y cotizaciones.
Conservación/restauración de suelos en ladera	36.35 ha (techo)	Ha	$12,000.00	$436,200.00	Referencia máxima CONAFOR 2026; aplicar solo en áreas tratables.
Control de cárcavas y estabilización ripiaria	1 proyecto	proy.	$142,200.00	$142,200.00	Referencia máxima CONAFOR 2026. El gavión requiere diseño específico.
Revegetación / reforestación	36.35 ha (techo)	Ha	$6,000.00	$218,100.00	Referencia máxima CONAFOR 2026; ajustar a superficie restaurada.
Mantenimiento de restauración	36.35 ha (techo)	Ha	$8,400.00	$305,340.00	Referencia máxima CONAFOR 2026, distribuida en 3 años.
Monitoreo de restauración	1 proyecto	proy.	$52,500.00	$52,500.00	Referencia CONAFOR 2026 para seguimiento.
Subtotal				$1,304,340.00	Suma de partidas preliminares.
Contingencia por variación de cantidades y precios (10%)				$130,434.00	Reserva para variación de cantidades, traslados, mano de obra y precios.

CONSULTA PÚBLICA

Concepto	Base de cálculo	Unidad	Costo unitario de referencia (MXN)	Importe estimado (MXN)	Observaciones
TOTAL PRELIMINAR				$1,434,774.00	Incluido dentro de los $5,000,000.00 MXN de gestión ambiental.

Referencia técnica y económica: Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales, 6a edición, 2023; y Reglas de Operación 2026 del Programa Desarrollo Forestal Sustentable para el Bienestar, Componente III. Restauración Forestal. Los costos presentados son paramétricos y deberán validarse mediante cantidades de obra y cotizaciones vigentes.

CONSULTA PÚBLICA

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1. Pronóstico del escenario

El pronóstico ambiental se desarrolla mediante la comparación de tres escenarios: sin proyecto, con proyecto sin considerar la eficacia de las medidas propuestas y con proyecto incorporando las medidas de prevención, mitigación, compensación, restauración y vigilancia. Los tres escenarios emplean la misma delimitación del sistema ambiental (CHF), los mismos componentes receptores y la información de línea base presentada en el capítulo IV. Esta metodología permite analizar la dirección de cambio de las condiciones ambientales y diferenciar los efectos atribuibles a la actividad minera de las presiones existentes.

El escenario con proyecto representa la modificación ambiental potencial asociada con la preparación del sitio, la construcción, la explotación a cielo abierto, el beneficio mineral, el depósito de material estéril, la instalación de jales y el cierre. El tercer escenario incorpora la aplicación de medidas del capítulo VI y los mecanismos de seguimiento previstos en este capítulo. La reducción de impactos que se describe constituye un pronóstico sujeto a comprobación y no un resultado ya demostrado.

La evaluación integra suelo y erosión, escurrimiento e infiltración, calidad del agua, vegetación, fauna, atmósfera, paisaje, estabilidad de las instalaciones mineras y factores socioeconómicos. Las estimaciones numéricas de erosión e infiltración asociadas al CUSTF no se confunden con el balance operativo del agua de proceso descrito en los primeros capítulos; ambos análisis tienen objetivos, escalas y supuestos distintos.

VII.1.1. Escenario actual o escenario sin proyecto

En ausencia del proyecto minero, el territorio mantendría en lo esencial los usos y coberturas descritos en la línea base, con comunidades de pastizal natural, pastizal inducido, vegetación secundaria arbustiva y bosque de encino distribuidas conforme

al relieve, condiciones edáficas y antecedentes de uso del suelo. La ausencia de obras nuevas de minería evita los efectos directos propios del desmonte, despalme, excavación del tajo, instalación de depósitos mineros y construcción de infraestructura de beneficio, pero no supone que las condiciones ambientales permanecerán inalteradas.

La vegetación continuaría su dinámica ecológica condicionada por la estacionalidad de las lluvias, el pastoreo, los caminos existentes y otros factores de presión regional. La fauna conservaría la disponibilidad actual de refugios y áreas de desplazamiento en el sistema ambiental, sin la perturbación adicional del tránsito minero, las voladuras ni el ruido industrial. No obstante, persistirían presiones preexistentes sobre los hábitats y la conectividad.

El relieve, las pendientes y las superficies con cobertura vegetal reducida seguirían expuestos a procesos naturales y antrópicos de erosión hídrica y eólica. La infiltración y el escurrimiento continuarían determinados por las condiciones de precipitación, cobertura y suelo registradas en los cálculos del capítulo IV. En este escenario no se producirían las variaciones adicionales modeladas para el cambio de uso de suelo forestal; tampoco se ejecutarían automáticamente las obras de compensación asociadas al proyecto.

Las corrientes intermitentes conservarían su funcionamiento estacional y no existirían aportaciones de aguas de contacto, jales ni material estéril generadas por la nueva unidad minera. El paisaje conservaría la configuración de lomeríos, mesetas y mosaicos de vegetación, sujeto a las transformaciones ordinarias de la región. En lo socioeconómico no se generarían los empleos, demanda de servicios e inversión ligados a la nueva operación, aunque continuarían las actividades económicas existentes.

Este escenario constituye la referencia para evaluar los cambios incrementales que ocasionaría el proyecto; no debe interpretarse como un ecosistema prístino ni como una proyección de recuperación natural asegurada.

VII.1.2. Escenario con proyecto

Con la implementación del proyecto se prevé una modificación directa y progresiva del medio físico y biótico en las superficies efectivamente intervenidas. La extracción a cielo abierto, la construcción de plataformas, instalaciones de beneficio, caminos, depósito de estériles y presa de jales producirán remoción de vegetación, exposición y compactación de suelo, modificación del microrelieve y cambios en los patrones locales de escurrimiento. La zona de amortiguamiento no se considera automáticamente intervenida; cualquier utilización futura deberá valorarse conforme a su afectación real y al alcance autorizado.

En suelo se anticipa el aumento del potencial erosivo por reducción de cobertura, cortes y rellenos, tránsito y almacenamiento de materiales. Los modelos del ETJ estiman, para el escenario de CUSTF evaluado, un incremento potencial de erosión hídrica de 4,198.27 t/año y eólica de 1,661.34 t/año, equivalente a 5,859.61 t/año

CONSULTA PÚBLICA

en conjunto. Estas cifras corresponden a una evaluación modelada para el polígono forestal de referencia, no a sedimentos efectivamente transportados ni a una tasa medida en el conjunto del predio.

En hidrología, la remoción de cobertura y la compactación pueden incrementar el escurrimiento y disminuir la infiltración en las áreas modificadas. La estimación del ETJ identifica una disminución potencial de infiltración de 12,587.85 m³/año para su escenario de CUSTF. Independientemente de ello, la operación metalúrgica presenta un balance de agua de proceso sujeto a captación, recirculación y necesidad de agua complementaria, cuyos valores y supuestos se conservan en el capítulo II. La construcción y operación de la TMF y del WRSA requieren controlar aguas de contacto y filtraciones; sin control suficiente existiría riesgo de arrastre de sedimentos, afectación a la calidad del agua y movilización de sustancias asociadas a los materiales mineros.

La vegetación perdería cobertura dentro de los frentes intervenidos y se produciría alteración y fragmentación local de hábitats. La fauna podría experimentar ahuyentamiento, desplazamientos, riesgo de atropellamiento y pérdida de refugios. La maquinaria, acarreo, trituración y voladuras contribuirían a emisiones de partículas, gases, ruido y vibraciones, cuya intensidad dependerá de equipos, distancias, condiciones meteorológicas y prácticas de operación. La magnitud no se cuantifica aquí sin inventarios de emisión ni modelaciones específicas.

El paisaje mostraría cambios notables por el tajo, taludes, áreas de roca expuesta, depósitos e infraestructura industrial. Parte de estas alteraciones persistiría tras el cierre, aun con estabilización y revegetación. El componente socioeconómico podría experimentar efectos positivos por empleo, servicios y compras locales, junto con molestias potenciales por tráfico, polvo, ruido y demanda de servicios. La importancia final de los impactos se interpreta conforme a la valoración del capítulo V y no se sustituye por este pronóstico.

Para instalaciones críticas, en particular TMF y WRSA, la severidad potencial de una falla o de drenajes contaminantes obliga a incorporar estudios y controles especializados. No se presume estabilidad física o química demostrada en ausencia de la caracterización y el diseño requeridos.

VII.1.3. Escenario con proyecto y aplicación de medidas de mitigación

En este escenario se mantiene la intervención necesaria para ejecutar el proyecto, pero se incorporan las medidas de manejo ambiental desarrolladas en el capítulo VI y los compromisos de vigilancia del presente capítulo. La delimitación y señalización de frentes, el rescate de flora y fauna previo al desmonte y el retiro selectivo de suelo superficial permitirán disminuir las afectaciones evitables fuera de la huella autorizada y facilitar su uso posterior en restauración.

Para suelo y erosión se aplicarán obras de drenaje y control de escurrimientos, estabilización de taludes, protección de acopios, restauración progresiva y el Programa de Conservación de Suelos previsto en el ETJ. Este programa propone

CONSULTA PÚBLICA

trabajar 35.0086 ha externas al CUSTF, mediante 10,160.8 m de barreras de piedra acomodada, 6,103.2 m de acomodo de material vegetal muerto y ocho presas de piedra acomodada con volumen conjunto preliminar de 32 m³. Las superficies y trazos requieren verificación predial y de campo antes de ejecutarse. La prioridad de obra se plantea en el primer año, con inspecciones y mantenimiento durante al menos cinco años.

El programa utiliza una equivalencia teórica de 6,551.47 t/año de compensación potencial frente al incremento modelado de erosión de 5,859.61 t/año. Esta comparación funciona como criterio preliminar de dimensionamiento y no garantiza una captura efectiva de sedimentos. El desempeño se verificará mediante porcentaje de longitud funcional, estabilidad de las obras, azolves, formación de surcos, cárcavas y evolución de la cobertura vegetal. La meta operativa propuesta es mantener al menos 90% de longitud de obras lineales funcional después de la temporada de lluvias, con reparación oportuna de fallas.

En términos hídricos, las medidas priorizan la separación de aguas de contacto y no contacto, su captación y recirculación, el control de filtraciones, la protección de cauces y el seguimiento de calidad de agua. El escenario de restauración de 20 ha documentado en el programa de suelos estima una infiltración de 13,656.17 m³/año frente a la disminución calculada de 12,587.85 m³/año; se trata de una comparación modelada y no de una recarga comprobada. Las obras mecánicas propuestas en 35.0086 ha aportan beneficios complementarios y no deben contabilizarse nuevamente como si fueran una compensación hídrica independiente.

La protección de flora y fauna comprende recorridos previos, manejo especializado de ejemplares, control del avance del desmonte, resguardo de áreas no intervenidas y seguimiento de supervivencia de flora reubicada. La reducción de emisiones y molestias se sustentará en mantenimiento preventivo, control de velocidad, manejo de polvo y protocolos de tránsito y atención comunitaria.

En TMF y WRSA se aplicarán medidas de estabilidad, control hidráulico, manejo de materiales y residuos, instrumentación y vigilancia definidas en los proyectos específicos. La eficacia de estas acciones no puede afirmarse como demostrada antes de contar con datos de operación, caracterización química y resultados de monitoreo. Durante el cierre se efectuarán estabilización, desmantelamiento donde sea procedente, cobertura, revegetación y vigilancia posterior conforme al riesgo residual.

Aun con las medidas propuestas permanecerán impactos residuales, especialmente por la alteración geomorfológica del tajo, la ocupación de superficies por depósitos mineros y la modificación del paisaje. El escenario ambiental esperado consiste en una reducción de efectos prevenibles y una recuperación parcial o progresiva de funciones en áreas restaurables, no en el restablecimiento íntegro de las condiciones previas.

CONSULTA PÚBLICA

Matriz de seguimiento y trazabilidad ambiental

La comparación de escenarios se verificará sobre los mismos receptores: vegetación, fauna, suelo, hidrología, aire, paisaje, estabilidad de depósitos y entorno social. Para cada indicador se conservará la relación entre impacto evaluado en el capítulo V, medida codificada en el capítulo VI, responsable operativo, evidencia y periodo de evaluación. La matriz siguiente constituye el instrumento base de trazabilidad para las medidas MF, MS, MH, ME, MA, MR, MJ, MC y SE.

Los valores ambientales usados como línea de referencia deberán conservar la escala espacial del análisis que los originó: sistema ambiental (CHF), superficie sometida a CUSTF o componente minero particular. Ninguna medición operativa del agua de proceso sustituye por sí misma el indicador modelado de infiltración del suelo, ni viceversa.

El seguimiento deberá documentarse con bitácoras, registros georreferenciados, evidencia fotográfica, resultados analíticos disponibles e informes que relacionen cada indicador con los impactos del capítulo V y las acciones del capítulo VI. Para el programa de conservación de suelos del ETJ, las obras se ejecutan preferentemente en el primer año y se inspeccionan y mantienen durante los cinco primeros años. El monitoreo de instalaciones mineras críticas y el post-cierre se extenderá conforme a sus riesgos y obligaciones aplicables.

Clave	Componente	Indicador verificable	Periodicidad propuesta	Medidas asociadas
PVA-01	Flora	Superficie intervenida, rescate y supervivencia	Antes del desmonte y anual	MF-01
PVA-02	Fauna	Recorridos, individuos rescatados, incidentes	Previo y durante frentes; trimestral	MF-02
PVA-03	Suelos	Longitud construida; ≥90 % funcional post-lluvias; nuevos surcos y azolves	Semestral y post-lluvias, 5 años	MS-01 a MS-04
PVA-04	Agua	Balance del agua de proceso; infiltración modelada y	Mensual operativa, inspección post-lluvias	MH-01, MH-02

CONSULTA PÚBLICA

		control de escurrimientos; parámetros de calidad según programa		
PVA-05	Estabilidad, paisaje, cierre	Taludes, hectáreas restauradas, cobertura vegetal y fallas	Semestral y después de eventos importantes	ME-01, MC-01
PVA-06	Aire y ruido	Registros de polvo, quejas, mediciones cuando correspondan	Mensual y ante incidentes	MA-01, MA-02
PVA-07	Residuos, TMF, WRSA	Integridad, filtraciones, calidad del agua, manifiestos y contingencias	Mensual y post-evento; extensión post-cierre	MR-01, MR-02, MJ-01, MJ-02, MC-02
PVA-08	Socioeconomía	Empleo local, atención de quejas, incidencias viales	Semestral	SE-01, SE-02

CONSULTA PÚBLICA

VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) establece un sistema de supervisión continua para verificar que las medidas del capítulo VI sean aplicadas en tiempo, espacio y forma, y para identificar efectos ambientales no previstos. Será implementado desde las actividades previas al desmonte y se mantendrá durante construcción, operación, cierre y post-cierre, con duraciones diferenciadas de acuerdo con cada riesgo y con las autorizaciones aplicables.

La coordinación corresponde al responsable ambiental de la unidad minera, quien integrará las bitácoras, registros georreferenciados, fotografías de puntos fijos, reportes de campo, resultados de laboratorio, constancias de manejo de residuos e informes periódicos. Los supervisores de obra y operación reportarán desviaciones, y los especialistas responsables de jales, estabilidad geotécnica, agua o fauna realizarán las verificaciones que requieran conocimientos y autorizaciones específicos.

Antes de cada frente de intervención se verificará la señalización del límite autorizado, la aplicación de recorridos de flora y fauna, la condición de las áreas de exclusión, y la existencia de medidas para el control de escurrimientos y polvo. Durante construcción se inspeccionarán caminos, acopios, maquinaria, drenajes y almacenamiento de residuos. Durante operación se dará seguimiento al uso y recirculación del agua, instalaciones de contención, TMF, WRSA, calidad del agua, residuos, emisiones, ruido y quejas comunitarias.

Los indicadores principales se presentan en la matriz PVA-01 a PVA-08. Para flora se registrarán individuos sujetos a rescate, supervivencia y superficie intervenida; para fauna, recorridos previos, rescates e incidencias; para suelo, longitud y condición de las obras, azolve, cárcavas y cobertura; para agua, balance operativo, integridad de captaciones y resultados de calidad; para aire, polvo, mantenimiento y quejas; para depósitos, condiciones físicas, filtraciones e instrumentación; y para socioeconomía, empleo local, incidencias viales y atención documentada de quejas.

La evaluación de desempeño considerará metas internas verificables, sin confundirlas con límites normativos. Se proponen cero intervenciones fuera de superficie autorizada, 100% de frentes con inspección previa de fauna, 100% de eventos de derrame atendidos, 100% de residuos con manejo documentado y al menos 90% de obras lineales de suelos funcionales después de lluvias. La supervivencia objetivo de la flora trasladada se propone en al menos 85%, con reposición y mantenimiento cuando proceda; la meta debe cotejarse con el programa de rescate aprobado.

Cuando un indicador no alcance su meta, el responsable ambiental levantará un registro de desviación con fecha, coordenadas, descripción del problema, riesgo, medida inmediata, responsable y fecha de verificación. Se dará atención inmediata a descargas no autorizadas, derrames no controlados y señales de inestabilidad estructural; en esas circunstancias se suspenderá la actividad involucrada cuando sea necesario para evitar daños. Las desviaciones operativas sin riesgo inminente tendrán un plazo de corrección definido según su gravedad y las obligaciones legales aplicables.

Para las obras de conservación de suelos se efectuará recepción física de cantidades construidas y, como mínimo, inspección semestral y posterior a eventos de lluvia significativos durante los cinco primeros años. Se revisará estabilidad, continuidad de barreras, erosión en extremos, socavaciones, acumulación de sedimentos y mantenimiento. En las presas de piedra se verificará su integridad después de lluvia y se reparará toda estructura con falla. La extensión del seguimiento de obras restaurativas, TMF, WRSA, agua y cierre no quedará limitada al quinquenio si persiste riesgo o subsiste alguna obligación.

La vigilancia ambiental deberá producir informes consolidados con comparación de línea base, indicadores, tendencias, hallazgos, acciones correctivas y evidencia de cierre. Los resultados servirán para actualizar procedimientos, priorizar recursos y demostrar la trazabilidad entre impactos, medidas y estado real del ambiente. El

CONSULTA PÚBLICA

reporte de cumplimiento se realizará con la periodicidad que establezcan la resolución y demás autorizaciones; las frecuencias indicadas en la matriz constituyen mínimos propuestos de gestión interna.

VII.3. Evaluación de alternativas

La evaluación de alternativas considera las limitaciones propias de un proyecto extractivo cuyo tajo depende de la distribución espacial del yacimiento mineralizado. Por esta razón, la reubicación completa de la extracción hacia un sitio sin recurso equivalente no constituye una alternativa funcional demostrada. En cambio, la configuración de infraestructura auxiliar, la secuencia de construcción, el manejo de agua y materiales, las técnicas de control ambiental y los procedimientos de cierre sí ofrecen opciones de diseño y manejo susceptibles de comparación.

Alternativa sin proyecto. Implica evitar la intervención y los efectos ambientales incrementales atribuibles a la operación minera, incluyendo los cambios sobre vegetación, suelo, hidrología y paisaje. También supone la ausencia de la nueva actividad extractiva y de sus beneficios socioeconómicos directos. Esta alternativa constituye el escenario de referencia ambiental, no una alternativa de ubicación del yacimiento.

Alternativa de concentración y optimización de la huella. Consiste en utilizar preferentemente accesos existentes, organizar las instalaciones dentro de áreas autorizadas y limitar desmontes y movimientos de suelo al espacio efectivamente requerido. Frente a una distribución dispersa y ampliaciones no planificadas, reduce la posibilidad de fragmentación adicional y facilita el control de drenajes, emisiones y residuos. Su aplicación deberá contrastarse con las condiciones reales de estabilidad, seguridad y operación.

Alternativas de manejo hídrico. El esquema de recuperación de agua desde la TMF, captación de aguas de contacto y recirculación ofrece ventajas de reducción potencial del requerimiento de agua externa frente a un manejo sin reúso suficiente. No obstante, el balance de la PEA prevé déficit en condiciones promedio y la fuente complementaria permanece por definir. Por tanto, esta opción es una orientación de gestión y no acredita por sí misma autosuficiencia hídrica, disponibilidad legal ni ausencia de descarga en eventos extremos.

Alternativas para jales y estériles. La ubicación, geometría, contención, segregación y métodos de disposición deberán compararse según criterios técnicos de estabilidad física y química, filtraciones, drenaje, comportamiento ante avenidas, distancia a receptores y cierre. El proyecto cuenta con un concepto de TMF y WRSA, pero no se dispone aquí de un estudio multicriterio suficiente para sostener que se seleccionó formalmente la opción de menor impacto entre varios sitios o tecnologías. La decisión final se sujetará a los estudios y obligaciones aplicables.

Alternativas para restauración y conservación de suelos. Se prioriza la combinación de barreras de piedra acomodada, acomodo de material vegetal muerto y presas

CONSULTA PÚBLICA

pequeñas de piedra por las condiciones de pendiente, presencia de roca somera y necesidad de evitar excavaciones profundas. Las terrazas de formación sucesiva no se consideran obra primaria y solo serían procedentes puntualmente cuando la profundidad efectiva de suelo y las pendientes lo permitan. Las obras externas deben verificarse contra la tenencia, la infraestructura y los cauces antes de ejecutarse.

Alternativa de cierre progresivo frente a restauración exclusiva al final. La estabilización y recuperación de áreas que dejen de utilizarse permite intervenir de forma anticipada los focos erosivos, distribuir trabajos en el tiempo y obtener evidencia de eficacia. Esta alternativa es preferible como criterio ambiental operativo en superficies restaurables, sin excluir la necesidad de un programa especializado de cierre y post-cierre para el tajo, los depósitos mineros y los sistemas de manejo de agua.

En conjunto, la opción de desarrollo ambientalmente manejado consiste en concentrar la intervención indispensable, aprovechar infraestructura existente donde sea técnicamente posible, aplicar captación y recirculación de agua, controlar los materiales y depósitos mineros, ejecutar las medidas del capítulo VI y establecer seguimiento y restauración progresiva. Esta conclusión expresa el criterio de manejo adoptado con la información disponible; no reemplaza una comparación de ingeniería de alternativas de presa de jales, depósito de estériles o abastecimiento de agua que aún no se ha documentado.

La implementación y el desempeño de estas decisiones se corroborarán mediante la matriz de trazabilidad y el PVA. Cualquier modificación material de ubicación, superficie, tecnología o infraestructura deberá revisarse frente a las autorizaciones ambientales y a la necesidad de someter el cambio a la autoridad competente.

CONSULTA PÚBLICA

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

El presente capítulo tiene como finalidad identificar y describir los instrumentos metodológicos, procedimientos técnicos, fuentes de información y elementos documentales que sustentan la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular (MIA-P), correspondiente al proyecto minero “La Cigarra”, ubicado en el municipio de Hidalgo del Parral, Chihuahua.

La información integrada en el estudio comprende la descripción técnica del proyecto, la delimitación y caracterización del sistema ambiental, el análisis de los componentes físicos y biológicos, la evaluación de las condiciones ambientales existentes, la identificación y valoración de los impactos potenciales, así como la definición de medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración ambiental.

Para su elaboración se consideraron procedimientos de recopilación, organización, procesamiento, análisis e interpretación de información técnica, cartográfica, bibliográfica y de campo, con la finalidad de establecer una base de referencia que permita comprender las características del proyecto y su interacción con el entorno natural y socioeconómico.

Los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la presente Manifestación se describen a continuación.

VIII.1. Información técnica y documental del proyecto

La descripción del proyecto se sustenta en la información técnica disponible relativa a las características generales de la unidad minera, ubicación geográfica, superficie de desarrollo, distribución de instalaciones, infraestructura requerida y actividades contempladas durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, cierre y post-cierre.

Se consideran las características de la explotación minera a cielo abierto, los procesos de trituración, molienda y beneficio mineral, así como las instalaciones destinadas al manejo de jales, depósito de material estéril, servicios auxiliares e infraestructura de apoyo.

La información técnica permite identificar las obras y actividades susceptibles de generar interacciones con los componentes ambientales, constituyendo la base para la identificación y evaluación de impactos desarrollada en el Capítulo V.

Las características constructivas, operativas y de manejo ambiental se relacionan con las medidas establecidas en el Capítulo VI y con los mecanismos de seguimiento previstos en el Capítulo VII.

VIII.2. Instrumentos cartográficos y sistemas de información geográfica

La caracterización territorial del proyecto y de su sistema ambiental se apoya en información cartográfica temática y herramientas de análisis espacial, utilizadas para representar la distribución de los principales componentes físicos, biológicos y territoriales.

La información cartográfica comprende la localización del proyecto, delimitación del sistema ambiental, uso del suelo y vegetación, clima, geología, edafología, fisiografía, relieve, pendientes, hidrología superficial y subterránea, así como los instrumentos de ordenamiento ecológico relacionados con el emplazamiento.

Para el análisis espacial se consideraron herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permiten visualizar, organizar, superponer y analizar información georreferenciada, así como obtener parámetros de superficie, distancias y relaciones espaciales entre elementos ambientales.

CONSULTA PÚBLICA

La cartografía del proyecto utiliza como referencia espacial el sistema geográfico WGS 84 y su representación proyectada en coordenadas UTM, zona 13 Norte, conforme a las características de localización del área de estudio.

La información cartográfica constituye un instrumento de apoyo para la caracterización ambiental, identificación de restricciones territoriales, evaluación de las condiciones del terreno y representación de los elementos relacionados con el desarrollo de las obras mineras.

VIII.3. Caracterización del medio físico

La descripción del medio físico se sustenta en información climatológica, geológica, geomorfológica, edafológica e hidrológica, utilizada para identificar las condiciones naturales del sistema ambiental y los procesos que determinan su funcionamiento.

La caracterización climática considera las condiciones de temperatura, precipitación y régimen estacional de lluvias, así como su influencia sobre la vegetación, el suelo y la disponibilidad hídrica.

El análisis geológico y geomorfológico permite reconocer las unidades litológicas, formas del relieve, características topográficas y condiciones generales que influyen en la estabilidad del terreno, los procesos erosivos y el comportamiento de los escurrimientos.

La caracterización edafológica comprende la identificación de las unidades de suelo y sus principales propiedades ambientales, particularmente aquellas relacionadas con la susceptibilidad a la erosión, la infiltración y la conservación de la cobertura superficial.

La hidrología superficial se analiza a partir de la red de drenaje, la configuración topográfica y las características generales de los escurrimientos presentes en el sistema ambiental.

Por su parte, la hidrología subterránea considera la localización del proyecto respecto de las unidades acuíferas y las condiciones hidrogeológicas regionales, con la finalidad de identificar aspectos relevantes para la protección y manejo de los recursos hídricos.

VIII.4. Estimación del balance hídrico y procesos erosivos

La evaluación de las condiciones hidrológicas y de los procesos erosivos se apoya en estimaciones cuantitativas desarrolladas para caracterizar el comportamiento potencial del agua y del suelo bajo distintos escenarios de cobertura y uso del terreno.

El balance hídrico considera variables relacionadas con la precipitación, evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración, permitiendo representar

CONSULTA PÚBLICA

la distribución estimada del agua y analizar los posibles cambios asociados con la modificación de la cobertura vegetal y las condiciones superficiales del terreno.

Las estimaciones de erosión hídrica y eólica permiten identificar la susceptibilidad potencial del suelo a procesos de pérdida y transporte de partículas, considerando las condiciones ambientales y los parámetros empleados en los modelos de cálculo correspondientes.

Estos resultados constituyen elementos de referencia para la identificación de impactos relacionados con la remoción de vegetación, exposición del suelo, modificación del relieve y alteración de los escurrimientos.

Asimismo, proporcionan sustento para la definición de medidas de conservación y restauración de suelos, incluyendo barreras de piedra acomodada, acomodo de material vegetal muerto y obras de control de azolves, contempladas en el programa ambiental del proyecto.

Los resultados derivados de modelos y estimaciones representan condiciones potenciales sujetas a los supuestos y parámetros utilizados, por lo que su interpretación debe distinguirse de los valores obtenidos mediante mediciones directas en campo.

VIII.5. Caracterización de flora y vegetación

La caracterización de flora y vegetación se sustenta en los registros de muestreo e inventarios florísticos correspondientes al sistema ambiental y al área destinada al cambio de uso de suelo forestal.

La información comprende la identificación taxonómica de las especies, su distribución por estratos de vegetación y el registro de los parámetros utilizados para describir la estructura y composición florística.

El análisis de las comunidades vegetales considera indicadores ecológicos relacionados con la abundancia, densidad, frecuencia, dominancia, riqueza específica y diversidad de especies.

Para la interpretación de la diversidad florística se consideran índices como Shannon-Wiener y Margalef, así como parámetros de importancia ecológica que permiten reconocer la participación relativa de las especies dentro de las comunidades evaluadas.

La información obtenida permite describir las características de la vegetación, identificar especies relevantes desde el punto de vista ecológico y reconocer aquellas que pudieran requerir medidas particulares de manejo, rescate o conservación.

La determinación del estatus de protección de las especies se relaciona con las disposiciones de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sus modificaciones aplicables.

CONSULTA PÚBLICA

VIII.6. Caracterización de fauna silvestre

La caracterización de fauna silvestre se fundamenta en los registros disponibles para el sistema ambiental y las superficies vinculadas con el proyecto, considerando la presencia de especies de mamíferos, aves y reptiles.

La información faunística comprende los registros de organismos y su identificación taxonómica, así como los elementos disponibles para analizar la riqueza, composición y distribución de las especies en los ambientes presentes.

Los resultados permiten reconocer la importancia de las comunidades vegetales como áreas de alimentación, refugio, desplazamiento y reproducción para la fauna silvestre.

Asimismo, la información constituye una referencia para identificar especies de interés para la conservación y aquellas sujetas a alguna categoría de protección, con la finalidad de orientar las medidas de prevención, ahuyentamiento, rescate, reubicación y monitoreo.

La interpretación de los registros se realiza considerando las características ecológicas de las especies y su relación con los hábitats presentes, reconociendo las limitaciones temporales y espaciales propias de los muestreos biológicos.

VIII.7. Identificación y evaluación de impactos ambientales

La identificación y evaluación de impactos ambientales se sustenta en el análisis de las interacciones potenciales entre las actividades del proyecto y los componentes del sistema ambiental.

Para ello se consideran las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, cierre y post-cierre, relacionándolas con factores ambientales como suelo, agua, atmósfera, vegetación, fauna, paisaje y medio socioeconómico.

La evaluación se apoya en una matriz de interacciones que permite identificar los efectos potenciales derivados de las actividades mineras, considerando las características de los impactos y su importancia ambiental conforme a los criterios establecidos en el Capítulo V.

La interpretación de los resultados permite reconocer los impactos que requieren medidas específicas de prevención, mitigación, compensación o restauración, así como aquellos que pueden presentar efectos residuales o persistentes.

La matriz constituye un instrumento de apoyo para establecer la relación entre las actividades generadoras de impacto, los componentes ambientales afectados y las medidas de manejo correspondientes.

VIII.8. Medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración

CONSULTA PÚBLICA

La definición de las medidas ambientales se fundamenta en los resultados de la identificación y evaluación de impactos, las características de las actividades mineras y las condiciones ambientales del área de estudio.

Las medidas contemplan acciones dirigidas a prevenir y reducir afectaciones sobre la vegetación, fauna, suelo, agua, atmósfera y paisaje, así como establecer procedimientos para el manejo de residuos, control de emisiones, conservación de suelos y restauración de superficies intervenidas.

Como parte de los instrumentos de gestión ambiental se considera el Programa de Obras y Prácticas de Conservación de Suelos, cuya propuesta técnica incorpora acciones de control de escurrimientos, retención de sedimentos y reducción de procesos erosivos.

Las medidas se estructuran considerando su objetivo, mecanismo de aplicación, etapa de ejecución, indicadores de desempeño y procedimientos de seguimiento, permitiendo establecer correspondencia con los impactos ambientales que pretenden atender.

VIII.9. Pronósticos ambientales y Programa de Vigilancia Ambiental

La elaboración de los pronósticos ambientales se sustenta en la comparación de tres escenarios: condiciones ambientales sin proyecto, condiciones con desarrollo del proyecto y condiciones con ejecución del proyecto y aplicación de medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración.

El análisis considera los mismos componentes ambientales en los distintos escenarios, con la finalidad de identificar las modificaciones potenciales derivadas de las actividades mineras y los efectos esperados de las medidas propuestas.

El Programa de Vigilancia Ambiental constituye el instrumento de seguimiento mediante el cual se verificará la ejecución de las medidas y se evaluará su eficacia a partir de indicadores ambientales.

El seguimiento comprenderá registros de campo, inspecciones, bitácoras, evidencia fotográfica, resultados de mediciones y reportes técnicos, conforme a las características y periodicidades establecidas para cada medida.

Los resultados permitirán identificar desviaciones respecto de las metas ambientales y determinar la necesidad de implementar acciones correctivas o fortalecer los procedimientos de prevención y control.

VIII.10. Integración y respaldo documental

Los elementos metodológicos, técnicos y cartográficos que sustentan la Manifestación de Impacto Ambiental se relacionan con la información contenida en los capítulos del estudio y con los documentos de apoyo correspondientes.

CONSULTA PÚBLICA

La integración documental comprende planos, cartografía temática, registros de muestreo, inventarios de flora y fauna, memorias de cálculo, estimaciones ambientales, matrices de evaluación y programas de medidas ambientales.

Para asegurar la consistencia de la información, los parámetros de localización, superficie y distribución de las obras deberán mantener correspondencia entre las descripciones técnicas, representaciones cartográficas, tablas y anexos que integren el expediente.

De igual manera, la información obtenida mediante modelos, procedimientos de gabinete y registros de campo deberá interpretarse conforme a sus métodos, alcances y limitaciones, evitando presentar estimaciones como resultados de mediciones directas.

En conjunto, los instrumentos metodológicos y elementos técnicos descritos proporcionan el sustento para la caracterización ambiental, identificación y evaluación de impactos, definición de medidas y elaboración de pronósticos ambientales, permitiendo establecer una relación entre las características del proyecto, las condiciones del sistema ambiental y los compromisos de gestión ambiental propuestos.

CONSULTA PÚBLICA