



- I. **Unidad Administrativa que clasifica:** Delegación Federal en Sonora.
- II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular Modalidad A, no incluye actividad altamente riesgosa (SEMARNAT-04-002-A) así como su respectivo resolutivo.
- III. **Partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente al Contienen DATOS PERSONALES concernientes a una persona identificada o identificable tales como: 1) Domicilio particular como dato de contacto o para recibir notificaciones. 2) Teléfono y correo electrónico de particulares. 3) OCR de la Credencial de Elector (domicilio y fotografía). 4) RFC personas físicas. 5) CURPs; los cuales se encuentran en el capítulo I de la MIA y primera página en el caso de los resolutivos. Consta de 66 versiones públicas.
- IV. **Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en los artículos 116 primer párrafo de la LGTAIP; 69 fracción VII y 113, fracción I de la LFTAIP. Por las razones o circunstancias al tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. **Firma la Jefa de la Unidad Jurídica:**

**LIC. DULCE MARÍA VILLARREAL LACARRA.**

"Con fundamento en artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia Por ausencia del Titular de la Delegación Federal en el Estado de Sonora, Previa designación firma el presente la Jefa de Unidad Jurídica"

**Fecha de Clasificación y número de acta de sesión:** Resolución 034/2019/SIPOT, en la sesión celebrada el 02 de abril de 2019.

1 En los términos del artículo 17 Bis en relación con los artículos Octavo y Décimo Tercero Transitorios del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018.



## **CAPÍTULO I**

### **DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**



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

### **I.1 Proyecto**

*Elaborar e insertar en este apartado un croquis (tamaño doble carta), donde se señalen las características de ubicación del proyecto, las localidades próximas, rasgos fisiográficos e hidrológicos sobresalientes y próximos, vías de comunicación y otras que permitan su fácil ubicación.*

En el Anexo 1 se presenta croquis requerido.

#### **I.1.1 Nombre del proyecto**

"Ampliación Mulatos 2018"

#### **I.1.2 Ubicación del proyecto**

*(Localidad, municipio o delegación y entidad federativa).*

Unidad Minera Mulatos, Ejido Mulatos, municipio de Sahuaripa, Sonora.

#### **I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto**

*Acotarlo en años o meses.*

- Duración total (incluye todas las etapas)*
- En caso de que el proyecto que se somete a evaluación se vaya a construir en varias etapas, justificar esta situación y señalar con precisión ¿qué etapa cubre el estudio que se presenta a evaluación?*

La vida útil estimada para el Proyecto corresponde a 9 años, considerando las actividades de preparación del sitio, construcción, operación, restauración y abandono.

#### **I.1.4 Presentación de la documentación legal:**

- De ser el caso, constancia de propiedad del predio.*

El terreno en el que se pretende realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, este es propiedad del Ejido Mulatos, persona moral debidamente constituida mediante Resolución Presidencial publicada en el DOF. El 13 de Septiembre del año 1966, por la cual se dotó al Ejido de Mulatos una superficie de 15,680-00-00 hectáreas, en el municipio de Sahuaripa, Sonora, beneficiando alrededor de 122 ejidatarios, siendo actualmente 75 ejidatarios reconocidos por el Registro Agrario Nacional.

En Acta de Asamblea del Ejido Mulatos, perteneciente al municipio de Sahuaripa, Sonora, celebrada el 10 de Mayo del 2004, se asienta la aprobación de la propuesta de la empresa Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V. en los términos para la ocupación temporal de una superficie de 1,238.6 ha de tierras de uso común, por lo cual se elabora un convenio de ocupación temporal celebrado el día 27 de Mayo del año 2004, mismo que se encuentra inscrito en el Registro Agrario Nacional.



Así mismo, en fecha de 12 de Abril del año 2008, se celebra Acta de Asamblea del Ejido Mulatos en la que se asienta una ocupación temporal de tierras de uso común celebrando nuevo contrato para ocupación temporal por 10 años de una superficie de 1,398-25-04.733 ha de tierras de uso común del ejido, la cual se encuentra inscrita en el Registro Agrario Nacional el día 6 de Noviembre del 2008. Del que se deriva el convenio de ocupación temporal de tierras de uso común celebrado el día 12 de abril de 2008 e inscrito en el Registro Agrario Nacional el día 6 de Noviembre del 2008.

En el convenio en mención en su Cláusula Cuarta establece que las partes acuerdan que la duración de ocupación temporal será de 10 años, prorrogables por otros diez años más, bajo las siguientes condiciones:

- 1.- "LA COMPAÑÍA" podrá prorrogar anualmente la ocupación temporal a partir del vencimiento del plazo pactado, hasta por 10 años más, sin necesidad de notificar por escrito a "EL EJIDO".

En el Anexo 2 se presenta la anterior documentación.

## **I.2 Promovente**

### **I.2.1 Nombre o razón social**

*Para el caso de personas morales deberá incluir copia simple del acta constitutiva de la empresa y, en su caso, copia simple del acta de modificaciones a estatutos más reciente.*

Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V.

La empresa Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V., es una empresa mexicana que tiene por objeto La adquisición, desarrollo y venta de concesiones y derechos sobre fondos mineros, extracción y molienda, exploración, minería, extracción, preparación, molienda, fundición, refinación, tratamiento y preparación para el mercado y venta de toda clase de metales y minerales, entre otros conceptos de índole minera.

En el Anexo 3 se presenta el instrumento jurídico mediante el cual se constituyó la empresa.

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

### **I.2.3 Nombre y cargo del representante legal**

*(Anexar copia certificada del poder respectivo en su caso).*

Laura Belem Caballero Hidrogo



***I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones***

***I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental***

***I.3.1 Nombre o razón social***

Consultoria en Ingeniería Ambiental y Proyectos Auxiliares, S.A.

***I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP***

***I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio***

*Registro Federal de Contribuyentes o CURP. Número de Cédula Profesional.*

Ing. Minerva Elizabeth Araujo Moreno

***I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio***



## **CAPÍTULO II**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**



## **II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

### **II.1. Información general del proyecto.**

La presente **Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P)**, se prepara a nombre de la empresa **Minas de Oro Nacional S.A. de C.V. (Promovente)** con la finalidad de presentarla ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (**SEMARNAT**), con el objeto de tramitar y en su caso obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental a que se refieren los Artículos 28 fracciones III y VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (**LGEEPA**) y 5º fracciones L) inciso I y O) inciso I del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (**RLGEEPAMEIA**), ello en virtud de que la **Promovente**, pretende llevar a cabo las obras y actividades inherentes a la **integración a los procesos de explotación minera en su operación actual, la ampliación o modificación del Tajo El Salto, la construcción de la pileta 8 que se integra al sistema de lixiviación existente en la mina, la ampliación del patio de lixiviación (incluye la construcción de un camino de 972 metros lineales), así como la reubicación de la torre de telecomunicaciones, y continuación de explotación del banco de arcilla**, todo ello en el contexto de las operaciones preexistentes en La Unidad Minera Mulatos de su propiedad, ubicada en terrenos rurales adyacentes a la población de Mulatos en el municipio de Sahuaripa, en el estado mexicano de Sonora.

Es de señalar que los distintos componentes del presente proyecto serán construidos conforme a lo señalado en la norma oficial mexicana NORMA Oficial Mexicana NOM-155-SEMARNAT-2007, Que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata.

#### **Patio de Lixiviación:**

La conformación actual en la unida minera Mulatos de los patios de lixiviación corresponde a un arreglo de aglomeración en montones, los cuales se han construido conforme se autorizó desde la etapa inicial del proyecto que incluyó la construcción sobre una capa de arcilla y doble geomembrana. Debido a los planes de minado y expansión de áreas en la mina, la actual capacidad del patio no tiene ya bajo su diseño la opción de seguir recibiendo más mineral para apilamiento, siendo en este año 2018 donde se requerirá generar ampliación del área de apilamiento para poder tener la capacidad de operación-lixiviación requerida para la producción de los años posteriores (2018-2024).

La expansión del patio de lixiviación corresponde a una superficie de 22.26 hectáreas, con una capacidad de almacenamiento de 26'350,000 toneladas, ampliación dirigida en el lado noroeste del actual patio de lixiviación. Esto implica las obras de ingeniería necesarias para dar continuidad al sistema de lixiviación actual, considerando que posterior a la ejecución de las actividades de cambio de uso de suelo (tramite ingresado en forma adicional al presente), se aplicarán todas las medidas necesarias para la preservación de flora y fauna, considerando el rescate de especies, desmonte,



despalme y el inicio de la preparación del sitio para la construcción de las obras posteriores.

Se estima depositar en la ampliación del patio de lixiviación 26'350,000 millones de toneladas de mineral, en cuyo terreno natural o base, (una vez despalmado, compacto y nivelado), se coloca una delgada capa de arena para eliminar irregularidades propias del terreno, se impermeabiliza con una cubierta de capas protectoras de polietileno de alta densidad HDPE de 80 milésimas de espesor. Por encima de la cubierta impermeable, se colocará una cama de material aglomerante denominado *Overlainer* (material de mina con valores y de tamaño de ¾" a 1" de 80 cm. de espesor), en la que se alojará una red de tubos de PVC ranurados de 10 cm de diámetro, que permitirá drenar la solución impregnada, del piso del patio hacia la pileta de recolección de solución rica en valores. El terreno o piso del patio lixiviador tendrá una pendiente del 3.75 %, para que el drenado fluya por gravedad.

Cabe mencionar que de acuerdo a una serie de estudios y pruebas metalúrgicas, el Cianuro de Sodio resultó ser el agente técnico-económico más conveniente para la extracción de los valores de los que se pretende beneficiar en el Proyecto. Esta sustancia forma complejos de oro y plata solubles que pueden ser recuperados de las soluciones resultantes obtenidas.

El mineral extraído del tajo, previamente triturado y mezclado con cal hidratada ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) a razón de 2.0 Kg/Ton, se extenderá y amontonará sobre el área impermeabilizada de 80 000 m<sup>2</sup>. Este mineral será depositado en terraplenes o estratos compactados de 5 metros de altura cada uno, con su parte superior a cima nivelada horizontalmente.

El mineral amontonado, será saturado por una solución de agua con cianuro de sodio al 15% (300-450 ppm), mediante un sistema de riego por goteo a razón de 5-10 L/h/m<sup>2</sup>, esta solución al pasar a través del montón irá disolviendo los valores de Oro y Plata del mineral.

La solución cargada de valores fluirá por gravedad hasta la Pileta de Solución rica (*PregnandPond*), de donde se bombeará a la Planta de Recuperación, pasando a flujo continuo por columnas de carbón activado. A La solución agotada en valores, se le adicionará cianuro hasta lograr la concentración inicial, se le regulará el pH (10.5-11.5), para ser rebombada y utilizada nuevamente en el circuito de lixiviación, para continuar disolviendo los valores de Oro y Plata en el Patio de Lixiviación, hasta que el montón de mineral sea agotado.

### **Modificación del minado del Tajo el Salto.**

La modificación del Tajo El Salto, pretende realizar la extracción de minerales, principalmente el oro de una sección que no fue contemplada en el diseño inicial del tajo, correspondiente a una superficie de 0.0075 hectáreas en el lado noroeste. El interés en este sitio para ampliación de obras es debido a las condiciones de recuperación y el



precio del oro por tonelada de mineral, características que actualmente hacen factible su explotación.

El proyecto de ampliación consiste en estabilizar la zona de banquetas para realizar el diseño de un camino que permita la explotación de minado convencional (voladuras-extracción con equipo de carga) del siguiente mineral y tepetate:

Tipo de material	Cantidad a minar (toneladas)	Estimación de producción en onzas
Mineral	5,635,587	82,262
Mineral SAS (alto contenido cobre)	739,997	12,395
Material estéril (tepetate)	12,211,648	0

De las obras de tajos propuestos se generarán minerales de baja ley aptos para su tratamiento mediante un proceso de beneficio que inicia con una etapa de trituración y clasificación en la Planta de Trituración que se encuentra en operación normal en la mina, seguido del esquema de proceso de **Lixiviación Estática por Riego en Montones** (conocido en inglés como **HeapLeaching**), el cual se llevaría a cabo en las mismas Pilas de Lixiviación N y S que se encuentran operando en el contexto del sistema de lixiviación autorizado, pasando posteriormente la solución rica resultante de la lixiviación a una etapa de extracción de los valores, alimentando para ello por bombeo la solución rica a la **Planta de Recuperación** preexistente que opera bajo el esquema de proceso **ADR** y que consta de etapas de **Adsorción** en carbón activado, **Elusión** catalítica a presión y temperatura de los valores electroquímicamente reducidos en los microporos del carbón activado, así como una etapa de **Electrólisis** donde se obtiene un electrodepósito de los valores de interés, terminando con la obtención de un **producto final de doré** mediante pasos de fundición, refinación y vaciado en barras metálicas con pureza del orden de un 58% de Au, 30% de Ag y el resto de trazas de impurezas de otros elementos asociados a los yacimientos del lugar, como producto que se remite a plantas de fundición y refinación externas globales hasta llegar a purezas meta del orden del 99.99% tanto para las barras refinadas de Au como las de Ag.

El material estéril se traslada a la zona de tepetatera en operación y ya autorizada actualmente en la mina Mulatos.

Las reservas probadas y probables de mineral se calculan en 5.6 millones de toneladas con una ley promedio de 0.59 g/tonelada de oro de alta recuperación y alrededor de 740 mil toneladas de ley promedio de 1.09 g/tonelada de oro de baja recuperación. El tiempo de extracción y aprovechamiento de mineral no se modifica, considerando que estas obras al igual que la planeación inicial del tajo están considerando una producción hasta el año 2024.

Las obras asociadas para la ejecución de este proyecto minero incluye el Tajo, rampa de acarreo, estabilización de zona de falla en la parte superior del tajo.



El mineral SAS de bajo porcentaje de recuperación será acumulado en un área específica dentro del área de la mina, esto ya en operación, así como el material estéril se integrará dentro de la tepetatera ya autorizada para el proyecto.

La modificación requerida en tajo el salto, requiere de una superficie de 0.0075 hectáreas.

### **Construcción y operación de Pileta 8**

Las Piletas de Recuperación de soluciones y de sobre flujo de emergencia, actualmente en operación y obras ya autorizadas, se complementarán en su capacidad de operación con la construcción y entrada en operación de la pileta 8, cuya capacidad de almacenamiento de solución lixiviada será de 106,000 metros cúbicos, con lo cual se aumentará el volumen de flujo del manejo de la solución, requerido por la expansión del patio de lixiviación.

La pileta será impermeabilizada con el mismo material de HDPE de los Patios, con 2 capas protectoras de HDPE, la superficial de 60 milésimas de pulgada y la de abajo será de 40 milésimas de pulgada, en los detalle de obra de los planos anexos, se indica la construcción de obras para canalizar el agua del arroyo que se encuentra en el sitio de construcción de la pileta, siendo obras que serán de subdrén de aguas pluviales, y a la vez la continuidad del subdrén de patios cara sur, que se encuentran cercanos al área de construcción de la pileta.

Para la construcción y operación de pileta 8 se requiere una superficie de 6.77 hectáreas.

### **Banco de material de arcilla**

Por ser un banco ya en explotación previa autorización en materia de impacto ambiental, el área no requiere de construcción de sitio pero sí la consideración de las siguientes actividades:

Se aplicará el programa de rescate de flora y fauna, Individuos que requieren de rescate y reubicación. En muchos casos la fauna migra por medio propios al desplazarse por el ruido de las maniobras y de las personas en la zona de trabajo. La aplicación y ejecución de rescate de flora y fauna se registra adecuadamente.

Para la continuación de la explotación del banco de arcillas se requiere de una superficie de 3.29 hectáreas.

### **Camino nuevo caseta de comunicaciones**

El proyecto considera la construcción de camino de acceso a caseta de comunicaciones con una longitud de 972 metros lineales, se requiere realizar las siguientes actividades:



a).- Afine y compactación.- Posterior a las actividades de despalme se inician los trabajos de afine y compactación

### **II.1.1. Naturaleza del proyecto.**

Minas de Oro Nacional, pretende llevar a cabo las obras y actividades inherentes a la **integración a los procesos de explotación minera en su operación actual, la ampliación o modificación del Tajo El Salto, la construcción de la pileta 8 que se integra al sistema de lixiviación existente en la mina, la ampliación del patio de lixiviación (incluye la construcción de un camino de 972 metros lineales), así como la reubicación de la torre de telecomunicaciones, y continuación de explotación del banco de arcilla**, todo ello en el contexto de las operaciones preexistentes en La Unidad Minera Mulatos de su propiedad, ubicada en terrenos rurales adyacentes a la población de Mulatos en el municipio de Sahuaripa, en el estado de Sonora.

Para realizar los proyectos que se mencionan, es necesaria una superficie de **32.32** ha distribuida en **cuatro** polígonos, los cuales se indican a continuación:

<b>Polígono</b>	<b>Finalidad</b>	<b>Superficie (ha)</b>
1	Construcción de patio de lixiviación	22.26
2	Construcción de pileta 8	6.77
3	Modificación de minado del tajo El Salto	0.0075
4	Área de aprovechamiento de banco de arcilla	3.29
<b>TOTAL</b>		<b>32.32</b>

Es de hacer mención que la correspondiente superficie que ocupará la modificación de minado del tajo el Salto, ya cuenta con autorización en materia de cambio de uso de suelo.

La infraestructura preexistente en la mina Mulatos será utilizada en las obras y actividades que se vinculan con el proyecto, no siendo necesario construir campamentos temporales provisionales o definitivos, ni crear infraestructura de servicios de apoyo tales como talleres, almacenes de materiales y residuos peligrosos, oficinas, sanitarios, facilidades para provisión de agua para servicios y consumo humano, energía y/o combustibles.

### **II.1.2 Selección del sitio.**

Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V. opera actualmente en el sitio una unidad minera dentro del marco legal y apegándose a lo establecido tanto en la Ley General de



Desarrollo Forestal Sustentable como en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, bajo los siguientes antecedentes y autorizaciones:

### **Antecedentes mineros del sitio**

Los antecedentes mineros que se relacionan directamente con las actuales operaciones de la Unidad Minera "Mulatos" propiedad de Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V. (MON), subsidiaria de Alamos Gold Inc., se remontan al periodo de 1993 a 1999 en el cual Placer Dome, Inc. adquirió la totalidad de las concesiones mineras que cubre la zona mineralizada de la zona de Mulatos en el sector del municipio de Sahuaripa, dentro del distrito minero Mulatos (1993). Posteriormente, Placer y Kennecott firmaron un "contrato de compromiso durante un periodo de tiempo determinado" (jointventure) para el desarrollo del proyecto minero en el depósito Mulatos y 34,000 hectáreas circundantes.

Bajo ese esquema, "Canmex" una filial de Placer Internacional Exploration, Inc., llevó a cabo trabajos de exploración en la propiedad desde 1993 a 1999, siendo en el año de 1997 cuando inician los trabajos de preparación para la explotación de los yacimientos de la actual Unidad Minera Mulatos, bajo la denominación Minas San Augusto S.A. de C.V., subsidiaria de Placer Dome, Inc.

No obstante el depósito mineralizado tiene una larga historia de actividades inherentes a la minería. Mulatos fue descubierto en 1635 por padres jesuitas, teniendo antecedentes de desarrollos desde el año 1800. El primer registro de propiedades mineras se remonta a 1806, hecho realizado por Thomas Suza. Posteriormente las propiedades fueron adquiridas por: NY Ancheta y Ramón Bringas en 1821 y el Sr. Ortese en 1863. En 1869, la propiedad fue adquirida por los hermanos Aguayo. En 1887, la vendieron a Hobart y Hayward de San Francisco, California. Después de un largo pleito en 1890, la propiedad se le dio a la Compañía Minera Rey del Oro Mining Company quien posteriormente la traslada a Greene Gold Silver Company, que trabajó hasta la Revolución Mexicana en 1910.

Las empresas que han intervenido en el distrito desde 1960 incluyen: Phillips Petroleum en 1962, Theodore A. Dodge en 1963, Cannon Asociados Hicks en 1972, Desarrolladores Tormex en 1973, Explomin S.A. de C.V. en 1974 (antes parte de Minera Real de Ángeles), Compañía Minera Homestake en 1975, la British Petroleum en 1982, Papanton Minas en 1984, y Kennecott en 1990.

La empresa Kennecott llevó a cabo actividades de exploración minera directa en terrenos aledaños a la actual mina Mulatos, yacimientos denominados como "Nuevo Mulatos" centrando sus esfuerzos en dos áreas cercanas denominadas área El Víctor y el área de San Carlos, colindantes entre sí, divididas por el cauce y corriente del río Mulatos.

Posteriormente en 1986, Minera Real de Ángeles adquirió las concesiones de Nuevo Mulatos y llevó a cabo numerosas actividades de exploración minera directa. Minera Real de Ángeles culminó sus esfuerzos con un estudio de pre-factibilidad en 1990. Como parte de ese estudio, definió reservas del orden de 15,5 Mt con leyes promedio de 1.83 gramos por tonelada (g/t) de oro a una ley de corte de 1.0 g/t de oro.



En el año 2001 la National Gold, a través de su filial mexicana Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V. (anteriormente O.N.C. de México, S.A. de C.V.) adquirió una participación del 100 por ciento en la propiedad Salamandra de Minera San Augusto, S.A. de C.V. filial de Placer.

En 2003, Alamos Minerals y National Gold se fusionaron para formar Alamos Gold, Inc. Alamos, a través de su subsidiaria MON tiene una participación del 100 por ciento en el conjunto de lotes mineros que conforman la propiedad "Salamandra" que a su vez se conforma por el depósito Mulatos y nueve sistemas satélites en propiedades conocidas como El Halcón, La Yaqui, Los Bajíos, El Jaspe, La Dura, Cerro Pelón, El Víctor/San Carlos, La Dura y El Carricito.

### **Antecedentes de la Unidad Minera Mulatos**

A partir del año 1997, Minera San Augusto S.A. de C.V., inició con el desarrollo de proyectos de ingeniería y los estudios técnicos inherentes a la misma; en esa época, en materia ambiental se preparó y presentó una MIA y un ETJ mismos que le fueron autorizados, pero fue hasta el año 2004 que Minas de Oro Nacional S.A. de C.V., inició los trabajos de construcción iniciando operaciones en el año 2005, de lo que es hoy la Unidad Minera Mulatos, ocupando en ese tiempo 291.90 ha de terrenos rurales ubicados en el actual sitio de la mina (algunas superficies ya dedicadas a actividades mineras para la exploración y beneficio), las obras inicialmente construidas en el año 2004 y en operación a partir del 2005, consistieron en: un tajo denominado "La Estrella"; depósitos superficiales de tepetate y terreros; una superficie para operar un sistema de trituración y clasificación que incluyó bandas transportadoras a los patios; tres etapas de un sistema de lixiviación denominadas fases I, II y III (patios y planta de recuperación); una refinería (horno de fundición) y áreas para infraestructura de apoyo consistente en almacenes, talleres, caminos, bancos de material y un campamento.

Tanto en la Manifestación de Impacto Ambiental como en la solicitud para realizar el Cambio de uso del Suelo En terrenos Forestales referidas en el párrafo anterior, se propusieron obras asociadas al Proyecto Mulatos tales como la ampliación y acondicionamiento del camino de acceso al Proyecto en una longitud de 47.85 km en la ruta Yécora – Rancho Matanza – Rancho Los Sabinos – Puerto La Muleta – Los Bajíos, mismos que por razones técnicas no se concretaron; así mismo el Proyecto contempló la reubicación del Poblado Mulatos con la construcción de 188 viviendas y equipamiento urbano cercano a las operaciones de la mina (en Sahuaripa) y la construcción del camino de acceso al nuevo poblado en una longitud de 2.98 km, que igualmente no se llevaron a cabo.

En el año 2007, MON integró el tajo denominado "La Escondida" y las rampas de acarreo y área de maniobras en una superficie de 27.30 ha (21.57 para obras mineras y el resto como superficie inter-áreas), los minerales provenientes del tajo, se procesan en los sistemas de beneficio consistentes en lixiviación estática, concentración gravimétrica con lixiviación intensiva.



En razón de que el tepetate es potencial generador de drenaje ácido de roca (DAR) y por lo mismo se puede presentar la movilidad de metales y metaloides, en el año 2011 MON inició con la construcción de un represo y una planta de tratamiento para los efluentes de la cuenca de aporte en donde se ubican las operaciones de minado y depósito de residuos mineros (tepetate), ambas obras operan de manera coordinada ya que el represo mantiene la función de un cárcamo hacia donde fluyen los efluentes de la cuenca de aporte para ser bombeados a la planta para su tratamiento y descarga al arroyo Mulatos. El represo y Planta inició operación formal en la temporada de lluvias del año 2012. El proyecto ocupa una superficie de 3.4506 ha.

En el año 2012, MON tramitó y obtuvo los permisos ambientales necesarios para ampliar el actual depósito de tepetate y construir caminos de acceso a los tajos El Víctor y San Carlos, obras pretendidas en una superficie de 135.9828 hectáreas, obteniendo los citados permisos en marzo del 2013.

En el mes de junio de 2013 MON tramitó y obtuvo los permisos ambientales necesarios del proyecto "Integración a los procesos de minado de los tajos El Víctor y San Carlos y dos minas subterráneas, en la unidad minera Mulatos, Municipio Sahuaripa, Sonora", en una superficie de 54.5733 ha, obteniendo los citados permisos en el mes de septiembre del 2013.

### **Antecedentes ambientales de la Unidad Mulatos**

La relación de obras descritas en el apartado anterior, así como las actividades inherentes a la explotación y beneficio de minerales con preponderancia de oro y plata y de servicios a la mina, fueron autorizadas en materia de impacto ambiental en diferentes épocas, a continuación se presenta una breve descripción de las autorizaciones emitidas:

1. El 10 de abril de 1997, mediante oficio No. D.O.O.DGOEIA.-01935, la entonces Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, dependiente del Instituto Nacional de Ecología de la extinta Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, emitió autorización en materia de impacto ambiental para el proyecto "Mulatos", ubicado en el municipio de Sahuaripa, Sonora, teniendo como referencia las coordenadas 108° 44' 30" de longitud Oeste y 28° 39' 00" de latitud Norte equivalentes a las coordenadas UTM X= 720729.495 y Y= 3171295.989 en la proyección WGS 1984, en donde hoy preexiste el tajo "La Estrella" como componente de las obras de la Unidad Minera Mulatos, propiedad de MON. La evaluación y dictaminación de la Manifestación de Impacto Ambiental presentada, fue promovida por la Empresa Minera San Augusto S.A. de C.V. Las obras y superficies autorizadas se presentan en la tabla siguiente:



DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE EN m <sup>2</sup>	SUPERFICIE (ha)
Área de tajo	290,000.00	29.0000
Terreros o Tepetateras	490,000.00	49.0000
Área de Lixiviación Fases I y II	775,000.00	77.5000
Área de lixiviación Fase III	453,000.00	45.3000
Refinería (Horno de fundición)	47,000.00	4.7000
Área de trituración	60,000.00	6.0000
Bandas transportadoras	50,000.00	5.0000
Taller y Almacén	24,000.00	2.4000
Caminos Internos	370,000.00	37.0000
Bancos de material	130,000.00	13.0000
Campamento	230,000.00	23.0000
<b>TOTAL</b>	<b>2,919,000.00</b>	<b>291.9000</b>

**Superficies autorizadas para el Proyecto Mulatos.**

Adicionalmente en dicha autorización, la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental autorizó la rehabilitación del camino que actualmente transcurre entre la población de Yécora, Sonora, a la Unidad Minera, dicho camino se utiliza y mantiene y es una obra fundamental para el acceso de los poblados ubicados al NE del estado de Sonora, además de ser un detonante económico importante para las poblaciones en que influye en razón de su interconexión con caminos de primer orden que arriban a Hermosillo Capital del Estado de Sonora y a poblaciones de importancia del NE del Estado de Chihuahua (Cahuisori, La Junta y Cuauhtémoc) las actividades comerciales y de servicios mantienen una dinámica importante y por el acceso los costos de transporte de materiales y alimentos son menores.

2. El 23 de mayo de 2007, la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA), dependiente de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental de la SEMARNAT, mediante oficio No. S.P.G.A.-DGIRA.-DG.1151.07, autorizó en materia de impacto ambiental, los aspectos ambientales relacionados con las obras y actividades inherentes a una nueva mina a cielo abierto denominada "Tajo La Escondida", el proyecto fue promovido por Minas de Oro Nacional S.A. de C.V., actual propietaria de la Unidad Minera Mulatos. El proyecto autorizado tiene que ver con la explotación de minerales metálicos con contenidos cuya preponderancia corresponde a los metales oro y plata, así mismo el proyecto previó la generación y depósito de residuos mineros consistentes en roca encajonante o estéril, cuya disposición se declaró en el depósito superficial de tepetate autorizado en abril de 1997. La mina a cielo abierto La escondida, se ubica al N del tajo "La Estrella", igualmente autorizado en 1997 y ubicado geográficamente (como referencia el centroide) en las coordenadas



X=721,033.670 y Y= 3'172,099.977 considerando la proyección WGS 1984 en la zona 12.

El proyecto "**Tajo La Escondida**", consideró una rampa de acceso, así mismo los minerales se benefician en los sistemas de beneficio autorizados (Sistema de Lixiviación y concentración gravimétrica con lixiviación intensiva).

Las superficies ocupadas por el proyecto se presentan en la tabla siguiente:

DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE EN m <sup>2</sup>	SUPERFICIE (ha)
Área de tajo	200,000.00	20.0000
rampa de acceso	15,735.00	1.5735
<b>Subtotal</b>	<b>215,735.00</b>	<b>21.5735</b>
Área entre obras	57,265.00	5.7265
<b>TOTAL</b>	<b>273,000.00</b>	<b>27.3000</b>

**Superficies autorizadas para el Tajo La Escondida.**

Actualmente los **tajos La Estrella (1997) y La Escondida**, conforman una sola mina, comunicados por rampas y caminos de acarreo de mineral y tepetate. Ambos tajos, tienen comunicación mediante rampas y caminos de acarreo con el depósito superficial de tepetate autorizado en 1997, adicionalmente se conectan con el sistema de trituración y clasificación también autorizado en 1997 que a su vez abastece a los sistemas de tratamiento de minerales existentes.

- El 31 de enero de 2011, la DGIRA mediante oficio No. S.G.P.A./DGIRA/DG/0366/11, autorizó de manera condicionada las obras y actividades correspondientes al proyecto "Planta de Tratamiento y Represo" promovido por Minas de Oro Nacional S.A. de C.V. El proyecto declarado, autorizado y hoy en operación, se refiere a la construcción y operación de un represo impermeable para captar los escurrimientos de los efluentes ácidos generados en el área de operación de los tajos y el depósito de tepetate autorizados, dicho represo tiene una función esencial el retener los escurrimientos y transferirlos mediante bombeo a una planta de tratamiento de aguas no residual, que es la segunda parte del proyecto. La planta mediante el uso de agentes básicos (cal viva) y compuestos floculantes neutraliza los efluentes y sedimenta los sólidos para descargar agua con características fisicoquímicas aceptables de conformidad con la Norma Oficial Mexicana de la materia. Los lodos recuperados se filtran y disponen en la zona industrial ya que no presentan características de peligrosidad.

Las superficies solicitadas, autorizadas y ocupadas por el proyecto correspondieron a 3.4506 ha.



4. Con fecha 25 de febrero de 2011, **MON** preparó y presentó un Informe Preventivo para desarrollar el proyecto "**Circuito de Separación Gravimétrica**", para la recuperación del oro grueso y envió directo a la planta de fundición, obteniendo como subproducto sólidos deshidratados que serían procesados en el circuito de lixiviación existente. La DGIRA por su parte mediante Oficio No. S.G.P.A.-DGIRA.-DG.2194.11, de fecha 25 de marzo de 2011, determinó que el pretendido proyecto, no requiere de la autorización en materia de impacto ambiental, en virtud de que inciden en uno de los supuestos de exclusión señalados en el artículo 5, inciso L, fracción III del REIA.
5. Con fecha 27 de junio de 2011, **MON** preparó y presentó ante la DGIRA, una MIA-P, para el proyecto denominado "**Planta de Lixiviación Intensiva**", para operar en una superficie de 0.17 ha, asumiendo el proceso lixivante con cianuro de sodio y sosa cáustica para el mineral concentrado por separación gravimétrica, proveniente principalmente del tajo La Escondida. Por su parte la DGIRA, mediante el oficio Resolutivo **No. S.G.P.A./D.G.I.R.E./D.G./6701**, de fecha 1 de septiembre de 2011, autorizó de manera condicionada el desarrollo del proyecto.
6. Con fecha 27 de julio de 2012, **MON** presentó ante la DGIRA una MIA-P, con el fin de tramitar y obtener la autorización en materia de impacto ambiental del proyecto denominado "**Expansión Mulatos 2012**", mismo que consistió en la ampliación de la tepetatera o depósito de tepetate existente en una superficie nueva de 68.8835 ha y los caminos de acceso a los pretendidos tajos El Víctor y San Carlos con una superficie de 67.0963 ha, resultando en una superficie total nueva a ocupar equivalente a 135.9828 ha. Así mismo se manifestó la utilización de 75.4266 hacorrespondientes a la autorizada para la tepetatera (49.0000 ha) y autorizadas para obras diferentes a la tepetatera pero ya en ocupación (26.4266 ha); en conclusión la MIA-P presentada para el proyecto "**Expansión Mulatos 2012**", consideró el diseño final de la tepetatera actual en una superficie de 144.3101 ha y nuevos caminos de acarreo en 67.0963 ha.  
  
Por su parte la DGIRA, mediante oficio **No. SPGA/DGIRA/DG/01596** de fecha 7 de marzo del 2013, recibido el día 11 del mismo mes y año, autorizó el proyecto.
7. Con fecha 18 de junio de 2013, **MON** presentó ante la Delegación Sonora de la SEMARNAT una MIA-P, con el fin de tramitar y obtener la autorización en materia de impacto ambiental del proyecto "Integración a los procesos de minado de los tajos El Víctor y San Carlos y dos minas subterráneas, en la unidad minera Mulatos, Municipio Sahuaripa, Sonora", en una superficie de 54.5733 ha, a efecto de construir los tajos El Víctor y San Carlos, los caminos de acarreo, las áreas de maniobras, los caminos de servicio y las áreas de servicio a la mina subterránea San Carlos.



La Delegación Sonora de la SEMARNAT mediante oficio **No. DS-SG-UGA-IA-0765-13** de fecha 9 de septiembre del 2013 autorizó el proyecto.

Asimismo, a continuación se indican las autorizaciones más recientes que **MON** ha obtenido para los siguientes proyectos:

- El 4 de de noviembre de 2014 mediante oficio **No. SGPA/DGIRA/DG/9284/14**, se autoriza el proyecto consistente en modificación para duplicar cantidades de CN (5 ton/día) e Hidróxido de Sodio (460 kg/día) y dos reactores.
- El 25 de agosto de 2014 mediante oficio **No. DS-SG-VGA-IA-0786-14** con vigencia de 13 años, se otorga autorización en materia de impacto ambiental para las siguientes obras adicionales: tajo, voladuras, tepetatera, área de lixiviación, PTAR, refinería, área de trituración, bandas transportadoras, taller almacén, caminos internos, acceso a puente, banco de material y campamento. Todo lo anterior, en una superficie autorizada equivalente a 47-48-38. Ha.
- El 9 de septiembre de 2014, mediante oficio **No. DS-SG-UGA-IA-14** , se emite autorización en materia de impacto ambiental con una vigencia de 15 años para el proyecto consistente en la operación de un circuito de oxidación y flotación de minerales en una superficie total de 00-05-81 Ha.
- El 17 de Abril de 2015, MON recibe mediante oficio **No. SGPA-DGIRA-DG-027759**, autorización para la construcción y operación de pileta de emergencia (pileta 7) en una superficie de 8.9247 Ha.
- El 16 de febrero de 2016 mediante oficio **No. DS-SG-UGA-065-16**, se emite autorización que permite modificación a MIA para la integración de un filtro de discos cerámicos considerando un volumen de 128 metros cúbicos.
- El 6 de junio de 2016, MON recibe autorización mediante **oficio No. SGPA-DGIRA-DG-03795**, para proyecto consistente en sistema de disolución de sólido a líquido (SLS System) de cianuro de sodio en el área de ADR. Este proyecto fue autorizado para operar en un área equivalente a 0.042521 Ha.
- El 5 de junio de 2015, MON recibe autorización mediante oficio No. DFS/SGPA/UARRN/430/2015 en materia de cambio de uso de suelo, con una vigencia de 12 meses para la construcción de pileta de emergencia en circuito cerrado de lixiviación en una superficie de 08-92-00 Ha.
- El 18 de julio de 2016 mediante oficio No. DSG-SGPA-UARRN-420-2016, MON obtiene autorización en materia de cambio de uso de suelo con una vigencia de 12 meses, para realizar la ampliación de caminos de acceso a mina La Yaqui. Caminos en donde se considera una superficie autorizada de 13.6615 Ha.
- El 22 de noviembre de 2016 mediante oficio No. DFS-SGPA-UARRN-482-2016, se emite autorización a favor de MON en materia de cambio



de uso de suelo para mina a tajo abierto La Yaqui, para una superficie de 70.91 Ha.

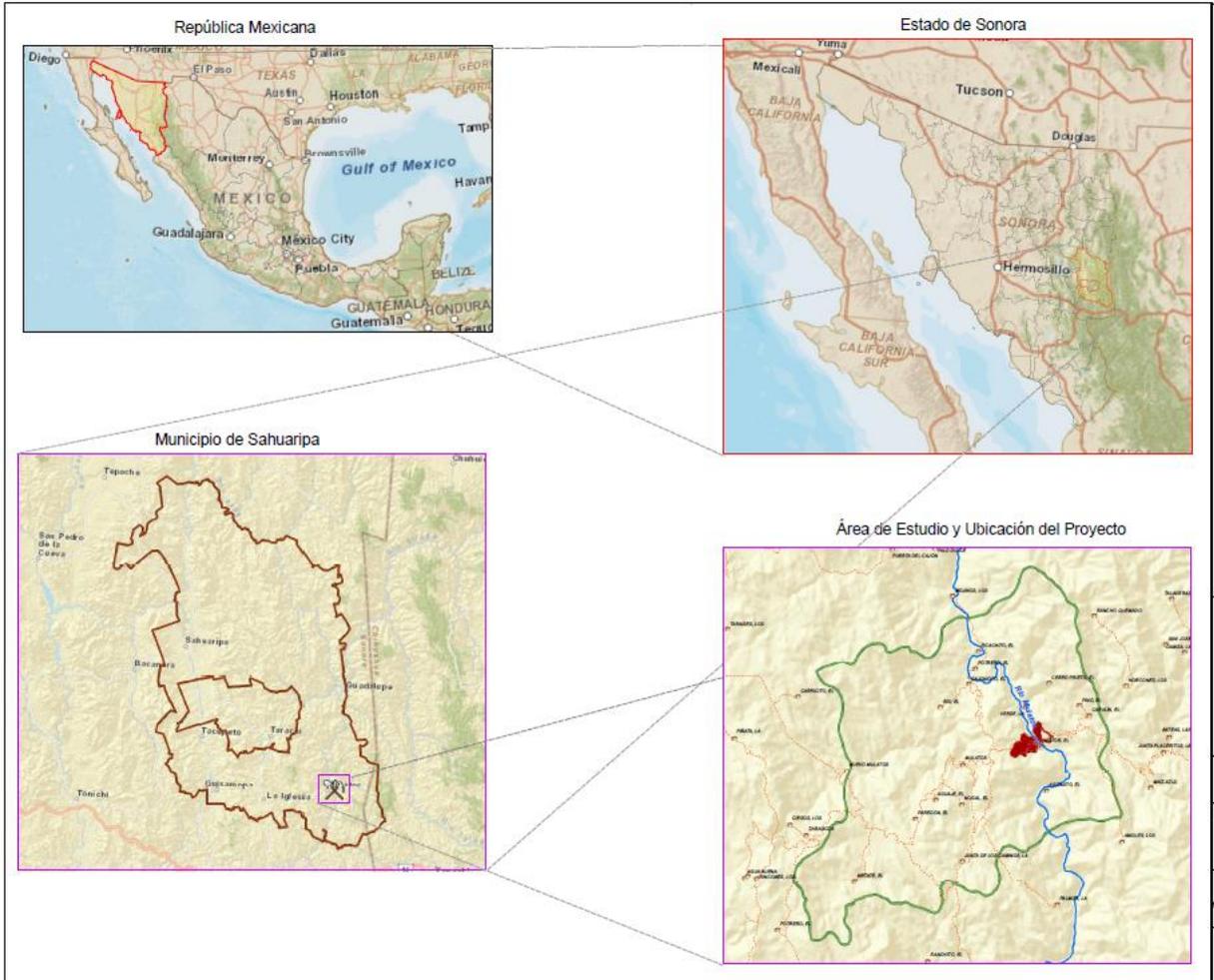
En conclusión, actualmente la Unidad Minera Mulatos, propiedad de Minas de Oro Nacional S.A. de C.V., ha tramitado y obtenido las autorizaciones en materia de impacto ambiental para la totalidad de las obras que mantiene en operación y las actividades que realiza, todo ello en una superficie aproximada de 653.4961 ha.

Por otro lado, el cumplimiento de la legislación ambiental ha sido comprobada mediante Unidad de Verificación acreditada en Auditorías Ambientales, teniéndose como resultado el otorgamiento del certificado de Industria Limpia por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, vigente a la fecha.

### ***II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización.***

Las obras del proyecto se localizan en el predio de la Unidad Minera Mulatos, aproximadamente a 2.26 km al S21.4°E de poblado de Mulatos, en el municipio de Sahuaripa, Sonora, en terrenos del ejido Mulatos, en los cuales la empresa Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V., (MON), promovente del proyecto, cuenta con autorización de ocupación temporal.

El sitio minero se localiza a una distancia recta aproximada de 220 km, con un rumbo S77.7°E respecto de la ciudad de Hermosillo, Sonora, en un sitio que presenta elevaciones de 960 hasta 1400 msnm, contándose actualmente con diversas instalaciones industriales y de servicios de apoyo para las operaciones de explotación y beneficio que se realizan en la mina Mulatos, pudiendo llegar desde Hermosillo hasta la mina en un tiempo actual aproximado de 6 horas, si se sigue la trayectoria preferida que es a través de la ciudad de Yécora al SE de Hermosillo, para un trayecto total por carretera tanto pavimentada como de terracería de 344.5 km en total, del cual aproximadamente el 76% es por tramo pavimentado de dos carriles en buenas condiciones, tomando para ello el tramo inicial de la carretera federal pavimentada No. 16 (Hermosillo-Chihuahua, tramo Hermosillo a Yécora en el estado de Sonora, México).



Ubicación de la Unidad Minera Mulatos





### **II.1.4 Inversión requerida.**

Las obras del presente proyecto representan una inversión del orden de 2'330,230 dólares.

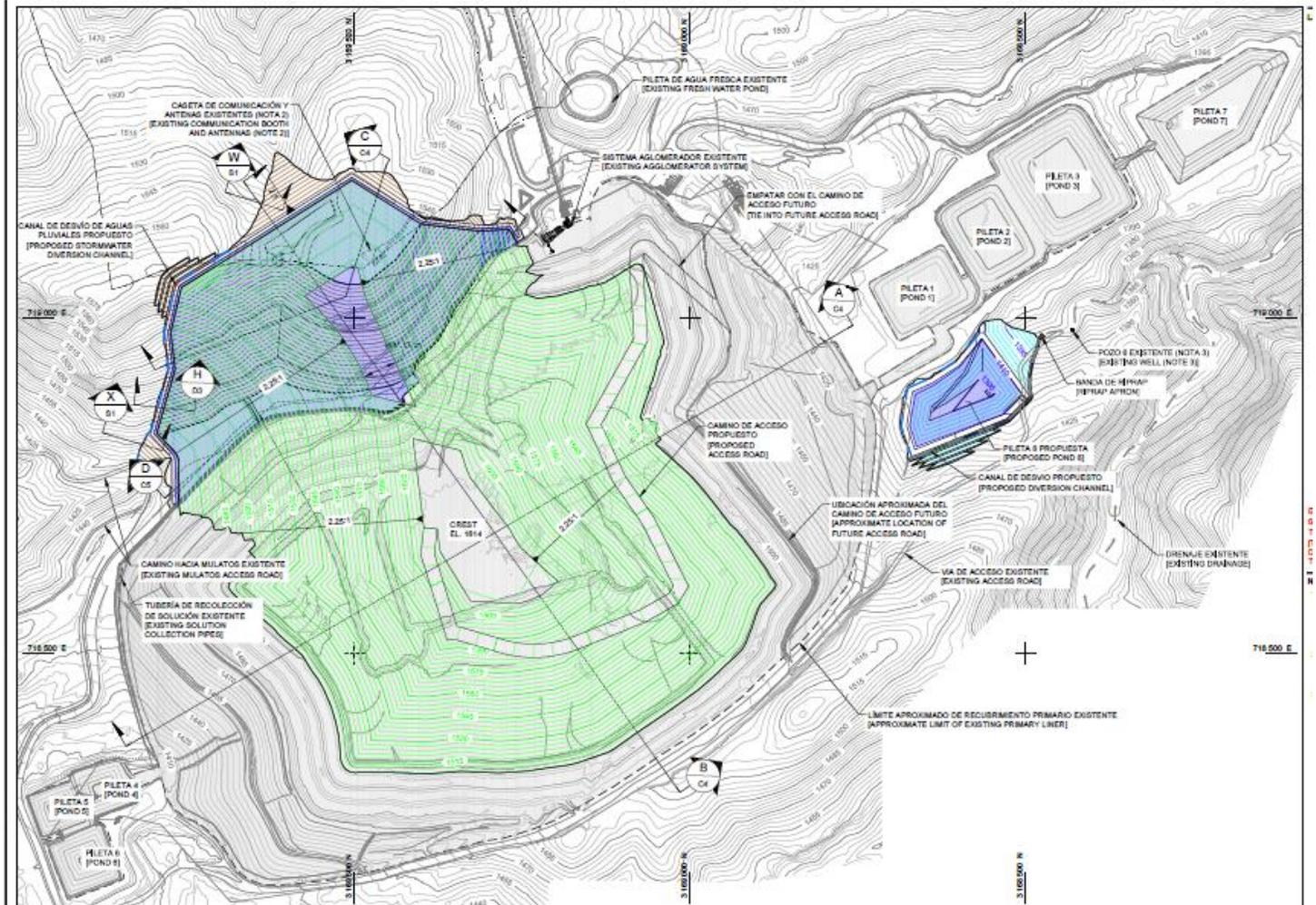
### **II.1.5 Dimensiones del proyecto.**

Las obras que se requieren construir y la superficie necesaria son las siguientes:

<b>Polígono</b>	<b>Finalidad</b>	<b>Superficie (ha)</b>
1	Construcción de patio de lixiviación	22.26
2	Construcción de pileta 8	6.77
3	Modificación de minado del tajo El Salto	0.0075
4	Área de aprovechamiento de banco de arcilla	3.29
<b>TOTAL</b>		<b>32.32</b>

El total de superficie a ocupar por el proyecto es 32.32 hectáreas, de las cuales la correspondiente superficie que ocupará la modificación de minado del tajo el Salto, ya cuenta con autorización en materia de cambio de uso de suelo.

La ubicación de las obras que se mencionan, respecto a los otros componentes de la Unidad Minera se presentan se pueden apreciar en la imagen siguiente (Ver Anexo 6 Plano G2):



Los cuadros de construcción de cada una de las áreas anteriormente mencionadas son:

**Polígono 1 (Patio de lixiviación)**

COORDENADAS		
X= 718649.864	Y= 3170066.749	Z=0.00
X= 718535.052	Y= 3170119.249	Z=0.00
X= 718397.114	Y= 3170193.749	Z=0.00
X= 718450.183	Y= 3170221.787	Z=0.00
X= 718644.732	Y= 3170232.671	Z=0.00
X= 718721.489	Y= 3170213.838	Z=0.00
X= 718808.374	Y= 3170085.355	Z=0.00



X= 718867.929	Y= 3170070.813	Z=0.00
X= 718949.663	Y= 3170076.470	Z=0.00
X= 718975.468	Y= 3170112.168	Z=0.00
X= 719002.086	Y= 3170121.881	Z=0.00
X= 719104.312	Y= 3169956.693	Z=0.00
X= 719154.125	Y= 3169894.949	Z=0.00
X= 719263.625	Y= 3169834.640	Z=0.00
X= 719240.639	Y= 3169792.414	Z=0.00
X= 719201.162	Y= 3169738.446	Z=0.00
X= 719215.904	Y= 3169700.968	Z=0.00
X= 719197.414	Y= 3169627.761	Z=0.00
X= 719157.438	Y= 3169593.281	Z=0.00
X= 719143.446	Y= 3169553.055	Z=0.00
X= 719186.421	Y= 3169527.820	Z=0.00
X= 719206.659	Y= 3169483.596	Z=0.00
X= 719159.022	Y= 3169466.160	Z=0.00
X= 719104.106	Y= 3169461.938	Z=0.00
X= 719080.462	Y= 3169470.487	Z=0.00
X= 719079.022	Y= 3169482.121	Z=0.00
X= 719046.595	Y= 3169518.665	Z=0.00
X= 719037.146	Y= 3169539.307	Z=0.00
X= 718998.261	Y= 3169567.864	Z=0.00
X= 718978.878	Y= 3169582.996	Z=0.00
X= 718950.503	Y= 3169591.996	Z=0.00
X= 718918.753	Y= 3169615.996	Z=0.00
X= 718896.378	Y= 3169639.996	Z=0.00
X= 718881.253	Y= 3169658.496	Z=0.00
X= 718867.316	Y= 3169677.496	Z=0.00
X= 718859.524	Y= 3169707.321	Z=0.00
X= 718859.191	Y= 3169727.996	Z=0.00
X= 718861.378	Y= 3169747.996	Z=0.00
X= 718869.261	Y= 3169770.306	Z=0.00
X= 718843.199	Y= 3169772.706	Z=0.00
X= 718867.417	Y= 3169862.600	Z=0.00
X= 718857.740	Y= 3169897.250	Z=0.00
X= 718817.99	Y= 3169941.898	Z=0.00
X= 718774.052	Y= 3169991.250	Z=0.00
X= 718649.864	Y= 3170066.749	Z=0.00
<b>SUPERFICIE</b>	<b>22.26Has.</b>	



Localización expansión patios

**Polígono 2 (Pileta 8)**

COORDENADAS		
X= 718540.173	Y= 3168949.882	Z=0.00
X= 718814.640	Y= 3168635.495	Z=0.00
X= 718910.310	Y= 3168610.945	Z=0.00
X= 719012.586	Y= 3168679.684	Z=0.00
X= 718932.507	Y= 3168787.677	Z=0.00
X= 718876.911	Y= 3168797.480	Z=0.00
X= 718814.774	Y= 3168911.854	Z=0.00



X= 718762.448	Y= 3168892.248	Z=0.00
X= 718690.500	Y= 3168937.997	Z=0.00
X= 718540.173	Y= 3168949.882	Z=0.00
<b>SUPERFICIE</b>		<b>6.77 Has.</b>



**Polígono 3 (Tajo )**

COORDNADAS		
X=720402.302	Y=3172061.72	Z=0.00
X=720402.302	Y=3172061.72	Z=0.00
X=720401.806	Y=3172061.81	Z=0.00
X=720401.193	Y=3172061.86	Z=0.00
X=720400.977	Y=3172061.80	Z=0.00
X=720399.223	Y=3172061.75	Z=0.00
X=720398.440	Y=3172061.30	Z=0.00



X=720395.261	Y=3172060.83	Z=0.00
X=720394.127	Y=3172060.19	Z=0.00
X=720393.412	Y=3172059.41	Z=0.00
X=720392.387	Y=3172060.05	Z=0.00
X=720391.141	Y=3172058.39	Z=0.00
X=720389.693	Y=3172057.51	Z=0.00
X=720385.411	Y=3172055.00	Z=0.00
X=720384.044	Y=3172054.38	Z=0.00
X=720382.342	Y=3172053.92	Z=0.00
X=720379.963	Y=3172052.88	Z=0.00
X=720353.328	Y=3172006.76	Z=0.00
X=720292.302	Y=3171944.57	Z=0.00
X=720255.555	Y=3171894.08	Z=0.00
X=720224.282	Y=3171840.76	Z=0.00
X=720182.967	Y=3171745.53	Z=0.00
X=720151.720	Y=3171683.09	Z=0.00
X=720149.293	Y=3171620.18	Z=0.00
X=720179.897	Y=3171609.86	Z=0.00
X=720225.975	Y=3171595.05	Z=0.00
X=720273.860	Y=3171525.93	Z=0.00
X=720254.829	Y=3171467.84	Z=0.00
X=720267.605	Y=3171433.46	Z=0.00
X=720300.372	Y=3171385.92	Z=0.00
X=720323.664	Y=3171397.40	Z=0.00
X=720365.709	Y=3171428.83	Z=0.00
X=720414.704	Y=3171485.53	Z=0.00
X=720439.849	Y=3171519.14	Z=0.00
X=720472.590	Y=3171512.48	Z=0.00
X=720529.755	Y=3171507.65	Z=0.00
X=720547.117	Y=3171510.67	Z=0.00
X=720526.330	Y=3171540.67	Z=0.00
X=720479.805	Y=3171560.59	Z=0.00
X=720439.898	Y=3171534.01	Z=0.00
X=720413.341	Y=3171573.87	Z=0.00
X=720403.372	Y=3171563.91	Z=0.00
X=720386.756	Y=3171534.03	Z=0.00
X=720343.554	Y=3171517.42	Z=0.00
X=720316.968	Y=3171530.71	Z=0.00
X=720263.797	Y=3171590.48	Z=0.00
X=720233.888	Y=3171653.57	Z=0.00
X=720233.888	Y=3171690.10	Z=0.00
X=720260.474	Y=3171703.38	Z=0.00



X=720300.352	Y=3171736.59	Z=0.00
X=720320.291	Y=3171763.15	Z=0.00
X=720326.938	Y=3171842.85	Z=0.00
X=720413.341	Y=3171942.46	Z=0.00
X=720486.452	Y=3172008.88	Z=0.00
X=720531.131	Y=3172036.78	Z=0.00
X=720530.594	Y=3172036.95	Z=0.00
X=720527.494	Y=3172038.07	Z=0.00
X=720526.539	Y=3172038.39	Z=0.00
X=720525.508	Y=3172039.04	Z=0.00
X=720524.486	Y=3172039.36	Z=0.00
X=720522.070	Y=3172039.76	Z=0.00
X=720520.902	Y=3172040.22	Z=0.00
X=720517.184	Y=3172041.27	Z=0.00
X=720515.510	Y=3172041.85	Z=0.00
X=720511.855	Y=3172043.11	Z=0.00
X=720511.268	Y=3172043.23	Z=0.00
X=720510.544	Y=3172043.25	Z=0.00
X=720507.065	Y=3172043.99	Z=0.00
X=720506.756	Y=3172044.03	Z=0.00
X=720502.779	Y=3172045.28	Z=0.00
X=720500.738	Y=3172045.98	Z=0.00
X=720496.343	Y=3172047.64	Z=0.00
X=720495.214	Y=3172048.00	Z=0.00
X=720494.042	Y=3172048.27	Z=0.00
X=720487.553	Y=3172049.43	Z=0.00
X=720485.753	Y=3172049.81	Z=0.00
X=720481.262	Y=3172050.64	Z=0.00
X=720479.757	Y=3172051.07	Z=0.00
X=720475.718	Y=3172052.01	Z=0.00
X=720474.659	Y=3172052.44	Z=0.00
X=720470.994	Y=3172053.70	Z=0.00
X=720469.660	Y=3172054.15	Z=0.00
X=720464.340	Y=3172055.73	Z=0.00
X=720463.677	Y=3172055.87	Z=0.00
X=720463.103	Y=3172055.90	Z=0.00
X=720461.274	Y=3172056.21	Z=0.00
X=720458.708	Y=3172056.31	Z=0.00
X=720457.546	Y=3172056.31	Z=0.00
X=720456.087	Y=3172056.52	Z=0.00
X=720454.587	Y=3172056.78	Z=0.00
X=720447.851	Y=3172058.14	Z=0.00



X=720446.237	Y=3172058.48	Z=0.00
X=720443.308	Y=3172058.69	Z=0.00
X=720443.131	Y=3172058.69	Z=0.00
X=720442.020	Y=3172058.60	Z=0.00
X=720438.702	Y=3172058.39	Z=0.00
X=720437.701	Y=3172058.18	Z=0.00
X=720433.098	Y=3172057.85	Z=0.00
X=720431.606	Y=3172057.46	Z=0.00
X=720428.592	Y=3172057.30	Z=0.00
X=720427.503	Y=3172057.16	Z=0.00
X=720424.443	Y=3172057.47	Z=0.00
X=720423.505	Y=3172057.46	Z=0.00
X=720418.942	Y=3172057.88	Z=0.00
X=720416.575	Y=3172058.03	Z=0.00
X=720412.943	Y=3172058.44	Z=0.00
X=720411.771	Y=3172058.66	Z=0.00
X=720402.302	Y=3172061.72	Z=0.00
<b>SUPERFICIE</b>	<b>.0075 Has.</b>	

**Polígono 4 (Banco de material de arcilla)**

<b>COORDENADAS</b>		
X= 717165.781	Y= 3170145.716	Z=0.00
X= 717139.153	Y= 3170200.564	Z=0.00
X= 717119.412	Y= 3170221.955	Z=0.00
X= 717094.365	Y= 3170276.803	Z=0.00
X= 717045.942	Y= 3170394.742	Z=0.00
X= 717048.574	Y= 3170472.675	Z=0.00
X= 717058.000	Y= 3170511.081	Z=0.00
X= 717076.835	Y= 3170574.026	Z=0.00
X= 717015.730	Y= 3170675.004	Z=0.00
X= 717043.998	Y= 3170691.387	Z=0.00
X= 717067.788	Y= 3170691.367	Z=0.00
X= 717087.891	Y= 3170675.875	Z=0.00
X= 717121.519	Y= 3170607.778	Z=0.00
X= 717159.679	Y= 3170528.475	Z=0.00
X= 717154.370	Y= 3170529.502	Z=0.00
X= 717146.720	Y= 3170528.072	Z=0.00
X= 717123.693	Y= 3170516.432	Z=0.00
X= 717090.579	Y= 3170482.764	Z=0.00
X= 717057.683	Y= 3170457.409	Z=0.00



X= 717054.121	Y= 3170423.241	Z=0.00
X= 717055.270	Y= 3170413.580	Z=0.00
X= 717055.270	Y= 3170412.914	Z=0.00
X= 717074.790	Y= 3170382.097	Z=0.00
X= 717109.239	Y= 3170343.945	Z=0.00
X= 717168.263	Y= 3170300.986	Z=0.00
X= 717220.244	Y= 3170237.954	Z=0.00
X= 717255.128	Y= 3170197.679	Z=0.00
X= 717165.781	Y= 3170145.716	Z=0.00
<b>SUPERFICIE</b>	<b>3.29 Has.</b>	





### **II.1.6 Uso actual de suelo.**

El tipo de uso del suelo que se manifiesta en el entorno que circunda las superficies de las obras del proyecto, tienen que ver con actividades de explotación y beneficio de minerales, observándose diversas obras en el entorno entre las cuales destaca por su dimensión los tajos (La Estrella, La Escondida y El Salto en la zona N como parte del tajo La Escondida), la Planta de Trituración hacia el S de los tajos, como las Pilas de Lixiviación N y S junto con sus piletas y Plantas de Recuperación respectivas.

Destacan también las siguientes obras: construcción de pileta de emergencia en circuito cerrado de lixiviación, circuito de oxidación y flotación de minerales, así como operación de tajo abierto mina La Yaqui.

En estos tajos se ha venido aplicando un sistema de explotación minera a cielo abierto, apreciándose diferentes obras y servicios de caminos y rampas de acarreo, al igual que varios terraplenes que se han preparado para su uso ya sea en caminos de exploración o bien de comunicación que enlazan las diferentes áreas de los procesos e instalaciones de servicios de la mina.

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

La infraestructura preexistente en la mina Mulatos será utilizada en las obras y actividades que se vinculan con el proyecto, no siendo necesario construir campamentos temporales provisionales o definitivos, ni crear infraestructura de servicios de apoyo tales como talleres, almacenes de materiales y residuos peligrosos, oficinas, sanitarios, facilidades de agua para servicios y consumo humano, energía y/o combustibles.

La infraestructura de la mina que se encuentra en operación, se asienta en diferentes áreas que se distribuyen hacia la porción E y S de la zona de los tajos La Estrella y La Escondida, donde se dispone el grueso de la infraestructura industrial y de servicios de apoyo de todo el conjunto de las operaciones de explotación y beneficio, incluyendo el área de oficinas, almacén, talleres de mantenimiento de equipo pesado, planta de trituración, planta de concentración gravimétrica, planta de generación y el sistema de bandas transportadoras que se ubican al Este del tajo La Escondida, mientras que la tepetatera se ubica en el contorno SW y S del tajo La Estrella, y las áreas que corresponden a las Pilas de Lixiviación N y S con sus piletas de soluciones y las Plantas de Recuperación ADR e ILR, se encuentran a una distancia recta de 2.1 km al S55°W de la plantilla donde se localiza toda la infraestructura de la Planta de Trituración.

El área donde se encuentran la pista de aterrizaje, comedores, el campamento, clínica de servicios médicos y demás servicios del personal, se localizan en la porción E del predio minero y al NW de las Pilas de Lixiviación, a una distancia recta aproximada de 750 m respecto de la esquina NW de la Pila de Lixiviación N.

En sitios cercanos a las mismas Plantas de Recuperación en el área de las piletas para el manejo de soluciones de la Pila de Lixiviación Sur, se disponen de áreas



delimitadas donde se disponen los tanques para el suministro de gas LP, y los almacenes dedicados y separados con cercados y puertas para cada una de las sustancias químicas del proceso.

La mina Mulatos se encuentra ubicada en el municipio de Sahuaripa, a una distancia en línea recta de 66 km al S46°E de la cabecera municipal.

En el perímetro del predio la única población de importancia es el poblado de Mulatos, en la margen izquierda del arroyo del mismo nombre, con la infraestructura de la represa y la Planta WTP como las obras industriales más cercanas que se vinculan con la mina, a distancias de entre 141 a 267 m, considerando los límites extremos de ambas obras. Este poblado cuenta con una población muy pequeña.

De información obtenida en Estudio Socioeconómico realizado en Marzo de 2016 por la empresa Corporativo Ambiental de México, S. A. de C.V., y en la cual se tomó como región de estudio las comunidades de Arivechi, Sahuaripa y Yécora, la población total de la región de estudio reportada en el 2010 es de 13,319 que representa el 1.05% de la población total del Estado de Sonora que es de 2,662,480 (INEGI 2010). De los tres municipios el de mayor población es el de Yécora con un total de 6,046 habitantes y representa el 45.39% de la población del área de estudio, Sahuaripa tiene una población de 6,020 habitantes que equivale al 45.2% de la población de interés, y Arivechi con 1,253 habitantes representando un 9.41% de la población representativa.

Respecto al área del complejo minero, existen otras poblaciones con cercanía relativa para un recorrido por carretera que va desde los 8 km hasta los 136 km, y que cuentan con presencia de población son Tarachi, Matarachi y La Iglesia hacia el NE con poblaciones de 317, 170 y 76 habitantes respectivamente.

De lo anterior se infiere que la población de mayor importancia que se encuentra con una cercanía relativa respecto del sitio minero es la ciudad de **Sahuaripa**, registrando la mayor densidad de población (68% del total del municipio) tratándose de una cabecera municipal, lo que le permite contar con diferentes servicios tales como gasolinera, tiendas de mercancías múltiples, iglesia, servicios de clínicas (IMSS, ISSSTE, Seguro Popular), lugares de esparcimiento, restaurantes de nivel medio, telefonía, etc.; mientras que las poblaciones de menor población y con la mayor cercanía de la mina Mulatos no rebasan en conjunto un aproximado de 750 habitantes, no encontrándose por tanto mayores servicios ni asentamientos poblacionales, industriales o de servicios que revistan una importancia relevante en el entorno del sitio minero, pudiendo llegar sólo a través de caminos de terracería si bien ante la demanda de insumos y provisiones que se demandan en las operaciones, consisten en caminos que se mantienen en un buen estado para permitir el tránsito de tractocamiones que llevan los diversos fletes hasta la mina.

Por lo anterior el presente proyecto no requiere de servicios diferentes a los que actualmente se operan.



## II.2 Características particulares del proyecto.

Los 4 polígonos del proyecto serán utilizados para los siguientes fines:

Polígono	Finalidad
1	Ampliación de patio de lixiviación( incluye la construcción de un camino de 972 metros lineales y la reubicación del sistema de telecomunicaciones)
2	Construcción y operación de pileta 8
3	Ampliación del tajo El Salto
4	Explotación de banco de material de arcilla

### II.2.1 Programa general de trabajo.

Específicamente las actividades a realizar en cada uno de los 4 polígonos en mención son las siguientes:

Polígono	Finalidad	Actividades
1	Área de patio de lixiviación para depósito de materiales mineralizados proveniente de tajo colocándose en capas para ser regados con sustancias químicas que permiten arrastrar el mineral drenado esa solución rica hacia las piletas	Levantamiento de datos topográficos Rescate de especies de flora y fauna Desmonte Rescate de suelo. Despalle y acarreo de tierra orgánica remoción de material con maquinaria pesada Estabilización y homogenización de suelo mediante maquina aplanadora Construcción de taludes de apilamiento Colocación de capa de arena. Impermeabilización con cubierta de capas protectoras de polietileno de alta densidad. Colocación de material aglomerante denominado overlainer de 80 cm de espesor. Colocación de sistemas de tubos ranurados de 10 cm de diámetro
3	Ampliación de minado del Tajo El Salto	Rescate de especies Desmonte Despalle y acarreo de tierra orgánica Aflojar material por medio de voladura (explosivos) y remoción de material con maquinaria pesada
2	Construcción de pileta 8	Rescate de especies Desmonte Despalle y acarreo de tierra orgánica



		Remoción de material con maquinaria pesada Estabilización u homogenización del terreno a través de maquinaria pesada Instalación de tuberías de manejo de flujo interno en la pileta Construcción de subdrenos Colocación de material impermeabilizante con dos capas protectoras de 60 milésimas de pulgada y la de abajo será de 40 milésimas de pulgada constituidas ambas capas con material de HDPE Instalación de sistema de geomembrana
4	Explotación banco de arcilla	Rescate de especies Desmonte Despalme y acarreo de tierra orgánica Remoción de material con maquinaria pesada

### PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

Actividad	AÑO																				Últimos dos años de operación
	Periodo en meses												Periodo en años								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7		
<b>Preparación del sitio</b>																					
Rescate de flora y fauna	■	■	■																		
Desmonte	■	■	■																		
Rescate de suelos	■	■	■			■	■	■	■	■											
<b>Construcción</b>																					
Expansión de patios				■	■	■	■	■	■	■	■	■									
Construcción pileta 8				■	■	■	■	■	■	■	■	■									
Tajo El Salto (ampliación)				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
<b>Operación</b>																					
Expansión de patios													■	■	■	■	■	■	■	■	
Pileta 8													■	■	■	■	■	■	■	■	
Tajo El Salto (ampliación)				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
<b>Restauración</b>																					
Restauración			■			■	■				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
<b>Abandono (Plan de cierre)</b>																					
Todas la obras																				■	



### **II.2.1.1 Estudios de campo y gabinete.**

Como ya se mencionó las obras del presente proyecto están vinculadas a operaciones actuales que se encuentran debidamente autorizadas en materia de impacto ambiental y forestal y consisten en ampliaciones o modificaciones de las mismas, por lo que las diversas áreas de la Unidad Minera Mulatos se encuentran ya estudiadas en las materias en mención, razón por lo cual la información de los aspectos ambientales y forestales para el presente proyecto fueron tomadas de los diversos estudios previamente realizados y puestos a consideración de la autoridad para el otorgamiento de las diversas autorizaciones, ya mencionadas.

Adicionalmente a lo mencionado, se realizó estudio de vegetación, fauna y mecánica de suelos para áreas de patio de lixiviación, cuyos resultados se presentan en el Capítulo IV.

### **II.2.2 Preparación del sitio.**

Las actividades que se realizarán para preparar el terreno son: delimitación o levantamiento de información topográfica, rescate, desmonte, limpieza y despalme, dentro de las áreas propuestas que comprenderán los proyectos en mención.

Las actividades de preparación del sitio por actividad serán las siguientes:

a).- Localización y trazo.- Esta actividad consiste en ubicar en el área las coordenadas de los polígonos del presente proyecto, señalar los puntos principales con cinta y/o con pintura para evitar la afectación de áreas no autorizadas.

b).- Rescate de flora.- Posterior al señalamiento o delimitación de las áreas que ocuparán los polígonos, se procederá a realizar un recorrido para ubicar y rescatar especies de flora que por sus condiciones sean susceptibles de rescate, se incluyen en esta actividad las especies a que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las de lento crecimiento.

c).- Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.- Esta actividad se puede realizar conjuntamente con el rescate de flora, la fauna detectada en los diferentes recorridos es menor y de rápido desplazamiento por lo que realizando un efecto sonoro fuerte es posible se ahuyenten, en caso de detectar fauna de lento desplazamiento como es el caso de las tortugas de tierra, estos individuos se trasladarán a áreas con características similares para que continúen su proceso natural.

d).- Desmonte.- Después de realizar el rescate, traslado y reubicación de flora y fauna se procederá a realizar la remoción de vegetación que se encuentre en las áreas autorizadas utilizando herramienta manual y mecanizada para las especies arbóreas que así lo requieran, el derribo se realizará del límite de las áreas hacia adentro para evitar dañar otros individuos que se encuentren fuera de dichas áreas. El desmonte se efectuará



en forma gradual en las áreas a intervenir y el producto del desmonte será sujeto a trituración y depositado junto al suelo fértil rescatado, para su posterior utilización en las actividades de restauración del sitio.

e).- Despalme y recuperación de suelo fértil.- Una vez realizado el desmonte se llevará a cabo el despalme o recuperación del suelo fértil en las áreas donde exista el mismo, esto en las áreas donde existan las condiciones propicias para después ser utilizado en la restauración de las diferentes obras mineras, principalmente los terreros. Mediante medios mecánicos se retirará la capa superficial de 20 a 30 cm que representa la capa vegetal, amontonando en un extremo del frente de trabajo el material descapotado, para ser posteriormente cargado a camiones mediante cargador frontal y retirado del sitio hacia las áreas de almacenamiento dentro de la mina Mulatos

Adicional a las actividades anteriores, para la ampliación del patio de lixiviación será necesario realizar un arreglo de nivelación base, en atención a la topografía del sitio, preparar el terreno para la instalación de tuberías de proceso, conexiones de sistemas de recubrimientos, trincheras de anclaje, sistema de alcantarilla, y en su caso, la reubicación de camino e infraestructura ya existente como es el sistema de telecomunicaciones.

En el Anexo 6 Plano C1, se presentan más información relacionada a esta etapa de preparación del sitio que comprende la parte Este del patio de lixiviación actual.

#### ***II.2.2.1 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.***

No se requerirá de desarrollar de infraestructura u obras de apoyo temporal o permanente, toda vez que éstas ya existen en la operación actual de la unidad minera.

#### ***II.2.4 Etapa de construcción.***

Para la etapa de construcción se tienen consideradas las siguientes actividades por proyecto:

##### **Patio de lixiviación**

El patio de lixiviación es un componente importante en la actividad minera ya que es el sitio donde se colocan los materiales mineralizados provenientes de los tajos colocándose en capas y siendo regados con sustancias químicas que permiten separar y arrastrar el material drenado esa solución rica hacia las piletas.

Una vez preparado el sitio, la obra del patio de lixiviación requerirá de colocación de capa de arena arcilla impermeabilizada con cubierta de capas protectoras de polietileno de alta densidad HDPE de 80 milésimas de espesor, por encima de la cubierta impermeable se coloca una cama de material aglomerante denominado overlainer (material de mina con valores y tamaño de  $\frac{3}{4}$ " a 1" de 80 cm de espesor) en la que se instalara una red o sistema de tubos de PVC ranurados de 10 cm de diámetro que



permitirá drenar la solución impregnada, del piso del patio hacia la pileta de recolección de solución rica en valores. El terreno o piso del patio lixiviador tendrá una pendiente del 3.75 %, para que el drenado fluya por gravedad.

A mayor abundamiento con los detalles técnicos y de ingeniería requeridos en la construcción de ampliación de patio de lixiviación, en el Anexo 6 Plano C2 se indican los detalles del sistema de revestimiento en donde se especifican las condiciones técnicas de construcción y sus requerimientos.

Se aprecia en dicho plano la ubicación de alcantarilla ubicada debajo del camino de acceso, canal de desvío de aguas pluviales propuesto, sistema de geomembrana actual y propuesto, así como también, obras auxiliares actualmente en operación.

Como parte de la construcción de la ampliación de patio de lixiviación, en el Anexo 6 Plano C3, se presenta a detalle el arreglo de tuberías de recolección de solución cianurada hasta una cota equivalente a 1477 metros. De conformidad con el análisis de geotecnia y de geología superficial del sitio referido en el Anexo 6 Plano G3.

Las secciones generales del patio de lixiviación se presentan a detalle en el Anexo 6 Planos C4 y C5.

La construcción del patio de lixiviados comprende la realización de una ingeniería de detalle auxiliada por el diseño de obras principales, como por obras auxiliares, por ello, en el Anexo 6 Planos D1 y D2, se indican detalles constructivos del patio de lixiviación en donde destaca el arreglo de tubería general, el sistema de tubería de drenado, se indican los detalles de los sistemas de recubrimientos de suelo mediante el uso de geomembranas indicando especificaciones técnicas y de instalación de las mismas; en el plano de detalles del patio se especifican los sistemas de manejo de solución cianurada y de material lixiviado, entre otros detalles técnicos. Asimismo, en el Anexo 6 Plano D2, se presentan a más detalles la construcción del sistema de tuberías de recolección y conducción de solución mineralizada y sobrantes de la misma. En dicho plano son presentadas las especificaciones técnicas de la tubería y su relación constructiva con los sistemas de recubrimientos tipo A y tipo B.

En el Anexo 6 Plano D3 se indican las características de construcción de talud, detalles de su instalación, la habilitación de pequeñas zanjas en el talud, debido a que el patio de lixiviación requiere estar habilitado de apilamientos del orden de decenas de metros, efectuando unas especies de presas rectangulares con materiales preferentemente del sitio dándose el talud requerido para permanecer estable ante las sollicitaciones de carga.

Dentro de la etapa de construcción del patio de lixiviados, se requiere como parte de una obra auxiliar de gran importancia la instalación del canal de desvío de aguas pluviales (a detalle su etapa constructiva en el Anexo 6 Plano S1), construcción de trincheras y relleno estructural; así como, características del camino de acceso perimetral al área de patio de lixiviación.



El análisis de geotecnia y de geología superficial y su arreglo correspondiente, se indican a detalle en el Anexo 6 Plano G3, en donde se indican las características y tipo de la geología existente, la nivelación propuesta de ampliación de patio, ubicación de pozo de prueba geotécnico, un plano que indica además, la ubicación de pozos de prueba existentes en el complejo minero de MON.

Una vez construido el sitio, se puede apreciar en el Anexo 6 Plano G2 el arreglo general donde se incluye la ampliación del patio de lixiviados, obras propuestas, y obras ya en operación.

Todos los planos en mención son presentados en anexo denominado "**Anexo 6 Planos**".

Para la construcción del patio de lixiviación se requiere una superficie de **22.26 hectáreas**.

Para la ejecución de las obras, se requerirá el siguiente equipo:

- Perforadora (barrenación)
- Cargadores 992
- Camiones 777
- Excavadoras 365
- Tractores D9

### **Modificación del minado del Tajo el Salto.**

Siendo un tajo en operación la etapa de preparación del sitio se generó al inicio de la explotación del mismo, actualmente en la zona de ampliación ya se ejecutó el cambio de uso de suelo, el cual fue autorizado previamente.

El Tajo el Salto se encuentra localizado en forma inmediata y en conexión al tajo la Estrella. En el avance actual del proyecto, en la zona norte del tajo, se conformó el área de vaciadero o tepetatera, obra autorizada previamente para este proyecto. En ese mismo sitio (tepetatera norte) se tiene establecido el área de relleno sanitario del proyecto, siendo un Relleno tipo D. La obra de modificación no afectará en la conformación ni de la zona de tepetate ni de la zona de relleno.

En la siguiente imagen se observa el área general del Tajo, la Ubicación del relleno y tepetatera.



Talleres de servicio  
y mantenimiento



Relleno Sanitario

Zona reforestada

Tajo El Salto

En esta etapa se realizarán las rehabilitaciones correspondientes en la zona superior del tajo para nivelar las banquetas y poder realizar la ruta de acceso a la zona noroeste del tajo, para ejecutar el minado convencional.

En este tenor es oportuno señalar que las instalaciones de polvorines como las operaciones que involucran el uso de explosivos, materiales y artificios detonantes y de conexión afines, son autorizadas y verificadas expresamente por parte de la Dirección General del Registro Federal de Armas de Fuego y Control de Explosivos de la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), conforme a la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos, contándose con los permisos anuales correspondientes para tales actividades.

Los residuos mineros consistentes en materiales sólidos gravosos y rocosos que por sus características físicas y mineralógicas no serán sometidos a un proceso de beneficio por no contener minerales o valores económicos de interés, y que no se verán en consecuencia sujetos a algún tipo de aprovechamiento o comercialización, se llevarán por medio de las rampas interiores del tajo comunicadas al camino de acarreo al exterior de la obra, trasladando los residuos en los mismos camiones mineros para un recorrido aproximado de 2 km, para disponerse finalmente en el sitio dedicado en superficie dentro de los mismos fundos mineros donde se cuenta con la tepetatera autorizada, en las inmediaciones SW y S del área donde se localizan los tajos La Estrella y La Escondida.

Para las obras que se contemplan en el proyecto se emplearán la infraestructura de servicios que se tienen disponibles en la mina Mulatos, por lo que no se requiere de la afectación o construcción de nuevas áreas para mantenimiento o campamentos para la atención y servicios del personal, salvo los servicios que son indispensables en las operaciones mineras subterráneas y que se localizarán en módulos sobre plantillas al



exterior del portal de acceso en el área de maniobras del tajo Víctor como ya fue comentado anteriormente.

Para la ejecución de las obras, se requerirá el siguiente equipo:

- Perforadora (barrenación)
- Cargadores 992
- Camiones 777
- Excavadoras 365
- Tractores D9
- Motoniveladoras
- Pipas de riego.

### **Construcción de Pileta 8**

Las Piletas de Recuperación de soluciones y de sobreflujo de emergencia, actualmente en operación y obras ya autorizadas, se complementarán en su capacidad de operación con la construcción y entrada en operación de la pileta 8, con lo cual se aumentará el volumen de flujo del manejo de la solución, requerido por la expansión del patio de lixiviación.

La pileta será impermeabilizada con el mismo material de HDPE de los Patios, con 2 capas protectoras de HDPE, la superficial de 60 milésimas de pulgada y la de abajo será de 40 milésimas de pulgada, en los detalle de obra de los planos anexos correspondientes a diseño de la pileta y sus especificaciones se ubican en el Anexo 6 Plano P1, en donde se destaca el diseño de tuberías de proceso, características técnicas de las mismas, sistema de recubrimiento de doble geomembrana y sus características técnicas. Se especifican dicho plano, otras obras auxiliares en la construcción y operación de pileta de lixiviados, indicando, la construcción de obras para canalizar el agua del arroyo que se encuentra en el sitio de construcción de la pileta, siendo obras que serán de subdrén de aguas pluviales, y a la vez la continuidad del subdrén de patios cara sur, que se encuentran cercanos al área de construcción de la pileta.

En plano identificado como P2 del Anexo 6 se indican secciones de la pileta 8, con sus componentes de diseño y operativos. Mientras que en los planos P3, P4 y P5, es indicada la ingeniería de detalle o de diseño de la pileta en mención.

Para la ejecución de la obra, se requerirá el siguiente equipo y maquinaria pesada:

- Excavadoras 365
- Tractores D9
- Cargadores 992
- Camiones de acarreo
- Vehículos



### **Banco de material de arcilla**

Por ser un banco ya en explotación previa autorización en materia de impacto ambiental, el área no requiere de construcción de sitio, es material expuesto.

### **Camino nuevo caseta de comunicaciones**

El proyecto considera la construcción de camino de acceso a caseta de comunicaciones con una longitud de 972 metros lineales, se requiere realizar las siguientes actividades:

a).- Afine y compactación.- Posterior a las actividades de despalme se inician los trabajos de afine y compactación

### ***II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento.***

Las principales actividades de la operación del presente proyecto se detallan a continuación:

#### **Patio de lixiviación.**

La expansión del patio de lixiviación corresponde a una superficie de 22.26 hectáreas, en el lado Este del actual patio de lixiviación. Esto implica las obras de ingeniería necesarias para dar continuidad al sistema de lixiviación actual.

Se estima depositar en la ampliación del patio de lixiviación 26'350,000 millones de toneladas de mineral,

Cabe mencionar que de acuerdo a una serie de estudios y pruebas metalúrgicas, el Cianuro de Sodio resultó ser el agente técnico-económico más conveniente para la extracción de los valores de los que se pretende beneficiar en el Proyecto. Esta sustancia forma complejos de oro y plata solubles que pueden ser recuperados de las soluciones resultantes obtenidas.

El mineral extraído del tajo, previamente triturado y mezclado con cal hidratada ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) a razón de 2.0 Kg/Ton, se extenderá y amontonará sobre el área impermeabilizada de 80 000 m<sup>2</sup>. Este mineral será depositado en terraplenes o estratos compactados de 5 metros de altura cada uno, con su parte superior a cima nivelada horizontalmente.

El mineral amontonado, será saturado por una solución de agua con cianuro de sodio al 15% (300-450 ppm), mediante un sistema de riego por goteo a razón de 5-10 L/h/m<sup>2</sup>, esta solución al pasar a través del montón irá disolviendo los valores de Oro y Plata del mineral.



La solución cargada de valores fluirá por gravedad hasta la Pileta de Solución rica (*PregnandPond*), de donde se bombeará a la Planta de Recuperación, pasando a flujo continuo por columnas de carbón activado. A La solución agotada en valores, se le adicionará cianuro hasta lograr la concentración inicial, se le regulara el pH (10.5-11.5), para ser rebombada y utilizada nuevamente en el circuito de lixiviación, para continuar disolviendo los valores de Oro y Plata en el Patio de Lixiviación, hasta que el montón de mineral sea agotado.

### Modificación del minado del Tajo el Salto.

La modificación del Tajo El Salto, pretende realizar la extracción de minerales, principalmente el oro de una sección que no fue contemplada en el diseño inicial del tajo, correspondiente a una superficie de 0.0075 hectáreas en el lado noroeste. El interés en este sitio para ampliación de obras es debido a las condiciones de recuperación y el precio del oro por tonelada de mineral, características que actualmente hacen factible su explotación.

El proyecto de ampliación consiste en estabilizar la zona de banquetas para realizar el diseño de un camino que permita le explotación de minado convencional (voladuras-extracción con equipo de carga) del siguiente mineral y tepetate:

Tipo de material	Cantidad a minar (toneladas)	Estimación de producción en onzas
Mineral	5,635,587	82,262
Mineral SAS (alto contenido cobre)	739,997	12 395
Material estéril (tepetate)	12,211,648	0

De las obras de tajos propuestos se generarán minerales de baja ley aptos para su tratamiento mediante un proceso de beneficio que inicia con una etapa de trituración y clasificación en la Planta de Trituración que se encuentra en operación normal en la mina, seguido del esquema de proceso de **Lixiviación Estática por Riego en Montones** (conocido en inglés como **HeapLeaching**), el cual se llevaría a cabo en las mismas Pilas de Lixiviación N y S que se encuentran operando en el contexto del sistema de lixiviación autorizado, pasando posteriormente la solución rica resultante de la lixiviación a una etapa de extracción de los valores, alimentando para ello por bombeo la solución rica a la **Planta de Recuperación** preexistente que opera bajo el esquema de proceso **ADR** y que consta de etapas de **Adsorción** en carbón activado, **Elusión** catalítica a presión y temperatura de los valores electroquímicamente reducidos en los microporos del carbón activado, así como una etapa de **Electrólisis** donde se obtiene un electrodepósito de los valores de interés, terminando con la obtención de un **producto final de doré** mediante pasos de fundición, refinación y vaciado en barras metálicas con pureza del orden de un 58% de Au, 30% de Ag y el resto de trazas de impurezas de otros elementos asociados a los yacimientos del lugar, como producto que se remite a plantas de fundición y refinación externas globales hasta llegar a purezas meta del orden del 99.99% tanto para las barras refinadas de Au como las de Ag.



El material estéril se traslada a la zona de tepetatera en operación y ya autorizada actualmente en la mina Mulatos.

Las reservas probadas y probables de mineral se calculan en 5.6 millones de toneladas con una ley promedio de 0.59 g/tonelada de oro de alta recuperación y alrededor de 740 mil toneladas de ley promedio de 1.09 g/tonelada de oro de baja recuperación.

El tiempo de extracción y aprovechamiento de mineral no se modifica, considerando que estas obras al igual que la planeación inicial del tajo están considerando una producción hasta el año 2024.

Las obras asociadas para la ejecución de este proyecto minero incluye el Tajo, rampa de acarreo, estabilización de zona de falla en la parte superior del tajo.

El mineral SAS de bajo porcentaje de recuperación será acumulado en un área específica dentro del área de la mina, esto ya en operación, así como el material estéril se integrará dentro de la tepetatera ya autorizada para el proyecto.

Para la ejecución de las obras, se requerirá el siguiente equipo:

- Perforadora (barrenación)
- Cargadores 992
- Camiones 777
- Excavadoras 365
- Tractores D9
- Motoniveladoras
- Pipas de riego.

### **Pileta 8**

En esta pileta será depositado la solución cargada de valores proveniente del patio de lixiviación por medio de gravedad hasta de donde se bombeará a la Planta de Recuperación (existente), pasando a flujo continuo por columnas de carbón activado.

### **Banco de material de Arcilla**

La operación del banco de arcilla consistirá en extraer mediante maquinaria pesada el material arcilloso mismo que se encuentra expuesto en forma consolidada, una vez extraído, este material es depositado sobre terreno natural para posteriormente ser llevado a áreas constructivas de ampliación de patio de lixiviado y pileta 8.

### ***II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto.***

No se requerirá de desarrollar de infraestructura u obras de apoyo temporal o permanente, toda vez que éstas ya existen en la operación actual de la unidad minera.



### ***II.2.7 Etapa de abandono del sitio.***

La empresa ha considerado en su **Plan de Abandono** (*Closure Plan por su nombre en inglés*) como resultado de sus políticas y compromisos de índole financiero, tratándose de una empresa donde participan inversiones de interés público que cotizan en la bolsa internacional.

En el **Plan** se incluyen todos los conceptos de obra del universo de las operaciones e instalaciones de la mina, debiendo llevar a cabo una serie de programas y medidas de restauración y cierre para restituir en lo posible los diferentes sitios donde se han llevado a cabo obras y actividades mineras en el lugar, aplicándose las medidas en el periodo previo a la etapa de cese de las operaciones, cuando los recursos y reservas minerales del yacimiento lleguen a su fin. Una propuesta de dicho **Plan** sería presentando de manera previa ante la Secretaría en la etapa previa al cese de las operaciones, para fines de su evaluación y conformidad para el cumplimiento de la legislación y normatividad nacional que aplique en su momento.

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

#### ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

##### Residuos sólidos

Se generará suelo producto del despilme, mismo que será depositado en áreas de almacenamiento temporal para su posterior uso en las actividades de restauración del sitio.

Se generará material vegetal producto del desmonte, mismo que será picado y llevado hacia las áreas de almacenamiento de suelo fértil.

Otros residuos son los desechos domésticos que se generarán en las áreas de trabajo. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados, los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su disposición final en el depósito de residuos que opera la empresa.

##### Residuos Peligrosos

Se generará aceite usado principalmente en el área del taller donde se dará mantenimiento al equipo pesado. El aceite usado se almacenará temporalmente en las facilidades que opera la empresa y serán recolectados por empresa autorizada por la SEMARNAT, en conjunto con los demás residuos peligrosos que se generan en la unidad minera.



Todo derrame de hidrocarburos será limpiado, colectando los líquidos y excavando y removiendo todo el suelo contaminado. Los residuos son dispuestos en contenedores y enviados a confinamiento externo autorizado por la SEMARNAT.

Todo el material impregnado de hidrocarburos como estopas, filtros, papel, etc., será dispuesto adecuadamente en contenedores tapados hasta su disposición final o tratamiento.

Minas de Oro Nacional tiene implementado disposiciones técnicas relacionadas con derrame de hidrocarburos mediante instructivo de trabajo denominado **manejo de derrames de hidrocarburos, el cual es identificado con el código IT-MAP-18.**

Asimismo, se tiene implementado y en operación instructivo denominado **segregación, manejo y disposición de residuos peligrosos, dicho instructivo es identificado con código DOC-MAP-09**, en el cual se especifican las medidas técnicas de seguridad a aplicarse para garantizar un manejo adecuado de los residuos peligrosos.

#### Emisiones a la atmósfera

Durante esta etapa se generarán polvos fugitivos originados por los trabajos de despalme y desmonte del terreno, así como emisiones de motores de combustión interna de la maquinaria utilizada.

Existirá generación de ruido de la maquinaria

#### Aguas residuales

En esta etapa la generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejadas a través de letrinas sanitarias que se operarán en los sitios de trabajo.

### ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

#### Residuos sólidos

Se generarán desechos domésticos en las áreas de trabajo. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados, los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su disposición final en el depósito de residuos que opera la empresa.

#### Residuos de Manejo Especial

En la etapa de construcción de patio de lixiviación y pileta de lixiviados, se generaran residuos de manejo especial tales como: pedacería de plástico, sobrantes de tubería y piezas metálicas, sobrante de material de geomembrana los cuales serán



depositados en área exclusiva para almacenar temporalmente estos residuos, dando un manejo adecuado desde el punto de generación hasta su disposición dentro de las instalaciones.

MON, dentro de sus controles ambientales, tiene implementado y en operación un instructivo denominado **Procedimiento manejo de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial, el cual es identificado como MON-MAP-07.**

#### Residuos Peligrosos

Se generará aceite usado principalmente en el área del taller donde se dará mantenimiento al equipo pesado. El aceite usado se almacenará temporalmente en las facilidades que opera la empresa y serán recolectados por empresa autorizada por la SEMARNAT, en conjunto con los demás residuos peligrosos que se generan en la unidad minera.

Todo derrame de hidrocarburos será limpiado, colectando los líquidos y excavando y removiendo todo el suelo contaminado. Los residuos son dispuestos en contenedores y enviados a confinamiento externo autorizado por la SEMARNAT.

Todo el material impregnado de hidrocarburos como estopas, filtros, papel, etc., será dispuesto adecuadamente en contenedores tapados hasta su disposición final o tratamiento.

#### Emisiones a la atmósfera

Durante esta etapa se generarán polvos fugitivos originados por los trabajos de movimiento de suelos, así como emisiones de motores de combustión interna de la maquinaria utilizada.

Existirá generación de ruido de la maquinaria

#### Aguas residuales

En esta etapa la generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejadas a través de letrinas sanitarias que se operarán en los sitios de trabajo.

### ETAPA DE OPERACIÓN

#### Residuos sólidos

Se generará material estéril o de baja ley que será llevado hacia las tepetateras.



Se generarán desechos domésticos en las áreas de trabajo. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados, los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su disposición final en el depósito de residuos que opera la empresa.

### Residuos Peligrosos

Se generaran embalajes de cianuro, en el área ya existente de preparación de solución cianurada.

Se generará aceite usado principalmente en el área del taller donde se dará mantenimiento al equipo pesado. El aceite usado se almacenará temporalmente en las facilidades que opera la empresa y serán recolectados por empresa autorizada por la SEMARNAT, en conjunto con los demás residuos peligrosos que se generan en la unidad minera.

### Emisiones a la atmósfera

Durante esta etapa se generarán polvos fugitivos originados por los trabajos de minado del terreno y acarreo de material, así como emisiones de motores de combustión interna de la maquinaria utilizada.

Existirá generación de ruido de la maquinaria y de las detonaciones de las voladuras en el tajo.

### Aguas residuales

En esta etapa la generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias localizados en las diversas áreas de trabajo de la mina.

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

En los diferentes frentes de trabajo se contará con letrinas sanitarias para el manejo del servicio de los trabajadores, el mantenimiento y limpieza será efectuado por empresa especializada con disposición final en sitio autorizado.

El tipo de residuos peligrosos que se generarán se derivan del mantenimiento a los diferentes equipos y vehículos utilizados en el proceso de minado, éstos son principalmente aceite quemado, estopas, filtros y solventes limpiadores. Una vez generados, se almacenarán en una infraestructura temporal (ya existente en la unidad minera), para finalmente ser transportados y dispuestos por medio de una empresa autorizada y contratada para ese fin.



Los residuos no peligrosos generados serán desechos domésticos como residuos de comida, papel, cartón, latas, etc., los cuales son colocados en contenedores temporales dentro de las diversas áreas de trabajo, para finalmente ser transportados y dispuestos en el depósito de residuos que opera la empresa.

Los residuos peligrosos generados son manejados y dispuestos conforme la legislación en la materia y en la legislación aplicable.



### **CAPÍTULO III**

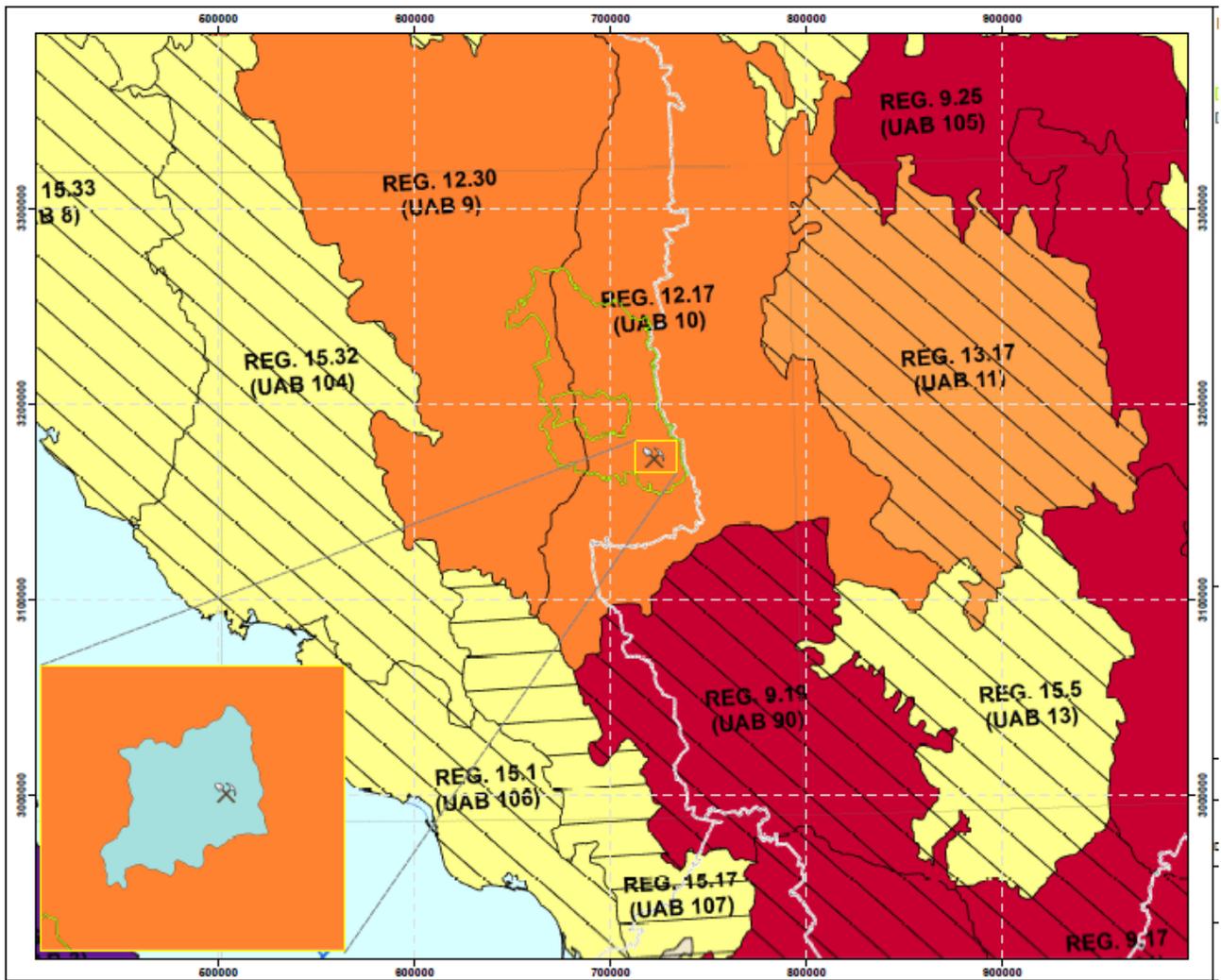
## **VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO**



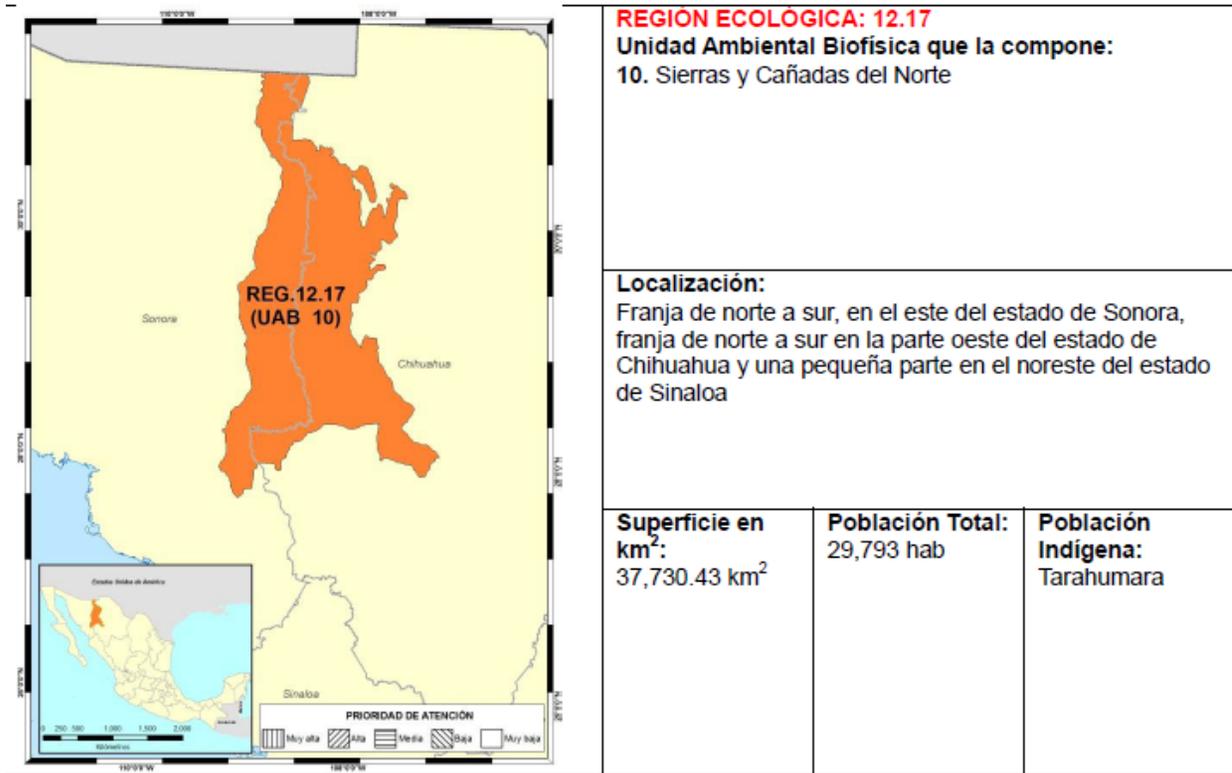
### III VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO.

#### PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

El sitio del proyecto se localiza en la siguiente zona, conforme al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio:



Corresponde a la Unidad Ambiental Biofísica 10 (Sierras y Cañadas del Norte) y a la Región Ecológica 12.17



Esta región ecológica para la zona del proyecto presenta las siguientes características:

Unidad Ambiental Biofísica 10: Sierras y Cañadas del Norte.

Estado actual del Medio Ambiente: Estable.

Conflicto Sectorial: Nulo.

Escenario al 2033: Medianamente estable a Inestable.

Política Ambiental: Aprovechamiento Sustentable y Protección.

Prioridad de Atención: Muy Baja.

Rectores del desarrollo: Forestal.

Coadyuvantes del desarrollo: Preservación de flora y fauna.

Asociados del desarrollo: Minería - Poblacional.

Otros sectores de interés: Ganadería - Industria.



La Unidad Ambiental Biofísica 10 tiene 28 Estrategias sectoriales para su aplicación en la Unidad, de las cuales **el proyecto es acorde con la 15 bis que indica Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.**

Con la ejecución de un proyecto acorde a las políticas establecidas en la normatividad y en los programas de ordenamiento, así como con la propuesta de medidas de mitigación a los impactos a generar por las actividades de construcción y operación del proyecto, permitirá no comprometer los recursos, no contraponiéndose a las políticas de la Región Ecológica establecida en el Programa

### **PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DE SONORA**

En jurisdicción estatal, recientemente se ha publicado el Decreto para el Ordenamiento del Estado de Sonora, el 21 de mayo de 2015. En apego a lo anterior, el proyecto se ubica en la política de la UGA 100-0/01 llamada Sierra Alta. Esta unidad es la segunda más extensa y conforma una especie de matriz de la Provincia III de la Sierra Madre Occidental. Los terrenos tienen pendiente abrupta, generalmente con suelos delgados o rocas aflorantes, en altitud mayor de 600 m snm u tienen los climas menos extremos del estado.

Las actividades económicas que resaltan son la minería, sobre todo de elementos metálicos (oro y cobre principalmente); el turismo de aventura y cultural; la piscicultura de especies de aguas templadas y cálidas; la agricultura de temporal; la cacería, cuyas especies cinegéticas más importantes son venado cola blanca, guajolote silvestre y otras aves residentes; la ganadería extensiva, la actividad forestal maderable y no maderable.

La UGA 100-0/01 Sierra alta se refiere a líneas de montañas con altitud mayor de 600 msnm. Esta unidad es la segunda más extensa y conforma una especie de matriz de la Provincia III Sierra Madre Occidental. Los terrenos tienen pendiente abrupta, generalmente con suelos delgados o roca aflorante, en altitud mayor de 600 msnm y tienen los climas menos extremos del estado.

Entre los elementos biológicos asociados predominan los ecosistemas de bosques templados, bosques secos, dulceacuícolas, y pastizales; de hecho existen propuestas de áreas importantes para la conservación de ecosistemas de bosque templado combinados con dulceacuícolas en el Río Bavispe. Las actividades económicas que resaltan son la minería, sobre todo de elementos metálicos (oro y cobre principalmente); el turismo alternativo de aventura y cultural; la piscicultura de especies de aguas templadas y cálidas; la agricultura de temporal; la cacaería, cuyas especies cinegéticas más importantes son venado cola blanca, guajolote silvestre y otras aves residentes; la ganadería extensiva; la actividad forestal maderable y no maderable. Los posibles conflictos en el área están relacionados con la minería, una de las actividades más rentables en comparación con otras actividades, y el turismo alternativo de aventura por las actividades de construcción que podrían sustituir y/o generar externalidades a las otras actividades. La ganadería extensiva también es otra posible fuente de conflicto con la conservación de ecosistemas de bosques secos y templados y las actividades



forestales. La piscicultura, tanto de especies templadas como cálidas, puede ser fuente de conflicto con la conservación de ecosistemas dulceacuícolas.



UGA 100-0/01 Sierra Alta donde se ubica el proyecto

## **PROGRAMAS SECTORIALES**

### ***Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018***

El Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018 proyecta, en síntesis, hacer de México una sociedad de derechos, en donde todos tengan acceso efectivo a los derechos que otorga la Constitución.

Se impulsa un federalismo articulado, partiendo de la convicción de que la fortaleza de la nación proviene de sus regiones, estados y municipios. Asimismo, promueve transversalmente, en todas las políticas públicas, tres estrategias: Democratizar la Productividad, consolidar un Gobierno Cercano y Moderno, así como incorporar la Perspectiva de Género.

Aquí se traza los grandes objetivos de las políticas públicas y se establece las acciones específicas para alcanzarlos. Se trata de un plan realista, viable y claro para alcanzar un México en Paz, un México Incluyente, un México con Educación de Calidad, un México Próspero y un México con Responsabilidad Global.



## **IV. MÉXICO PRÓSPERO**

### **IV.1. Diagnóstico: existe la oportunidad para que seamos más productivos**

El enfoque de la presente Administración será generar un crecimiento económico sostenible e incluyente que esté basado en un desarrollo integral y equilibrado de todos los mexicanos. Para poder mejorar el nivel de vida de la población es necesario incrementar el potencial de la economía de producir o generar bienes y servicios, lo que significa aumentar la productividad.

Un México Próspero buscará elevar la productividad del país como medio para incrementar el crecimiento potencial de la economía y así el bienestar de las familias. Para ello se implementará una estrategia en diversos ámbitos de acción, con miras a consolidar la estabilidad macroeconómica, promover el uso eficiente de los recursos productivos, fortalecer el ambiente de negocios y establecer políticas sectoriales y regionales para impulsar el desarrollo.

#### **Desarrollo sustentable**

Durante la última década, los efectos del cambio climático y la degradación ambiental se han intensificado. Las sequías, inundaciones y ciclones entre 2000 y 2010 han ocasionado alrededor de 5,000 muertes, 13 millones de afectados y pérdidas económicas por 250,000 millones de pesos (mmp).

El mundo comienza a reducir la dependencia que tiene de los combustibles fósiles con el impulso del uso de fuentes de energía alternativas, lo que ha fomentado la innovación y el mercado de tecnologías, tanto en el campo de la energía como en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Hoy, existe un reconocimiento por parte de la sociedad acerca de que la conservación del capital natural y sus bienes y servicios ambientales, son un elemento clave para el desarrollo de los países y el nivel de bienestar de la población.

En este sentido, México ha demostrado un gran compromiso con la agenda internacional de medio ambiente y desarrollo sustentable, y participa en más de 90 acuerdos y protocolos vigentes, siendo líder en temas como cambio climático y biodiversidad. No obstante, el crecimiento económico del país sigue estrechamente vinculado a la emisión de compuestos de efecto invernadero, generación excesiva de residuos sólidos, contaminantes a la atmósfera, aguas residuales no tratadas y pérdida de bosques y selvas. El costo económico del agotamiento y la degradación ambiental en México en 2011 representó 6.9% del PIB, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

#### **Fomento económico, política sectorial y regional**

El Estado tiene como obligación, de acuerdo con el artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, fungir como el rector del desarrollo nacional, garantizando que éste sea incluyente, equitativo y sostenido. Por tanto, resulta indispensable que el Gobierno de la República impulse, al igual que lo hacen las



economías más competitivas a nivel mundial, a los sectores con alto potencial de crecimiento y generación de empleos.

Hoy, México requiere una política moderna de fomento económico en sectores estratégicos. No se puede ignorar el papel fundamental que juegan los gobiernos al facilitar y proveer las condiciones propicias para la vida económica de un país.

Respetar y entender la delimitación entre actividad privada y gobierno, no significa eludir el papel fundamental que el Estado debe desempeñar en crear las condiciones propicias para que florezcan la creatividad y la innovación en la economía, y se fortalezcan las libertades y los derechos de los mexicanos. Una nueva y moderna política de fomento económico debe enfocarse en aquellos sectores estratégicos que tienen una alta capacidad para generar empleo, competir exitosamente en el exterior, democratizar la productividad entre sectores económicos y regiones geográficas, y generar alto valor a través de su integración con cadenas productivas locales. Las actividades productivas de pequeñas y medianas empresas, del campo, la vivienda y el turismo son ejemplos de estos sectores.

#### **Minería**

La minería es uno de los sectores más dinámicos de la economía mexicana, esto se refleja en que la inversión en el sector registró un máximo histórico de 25,245 millones de dólares (mdd) durante el periodo 2007-2012. Se alcanzó en 2012 el más alto valor de producción minero-metalúrgica registrado, con 21,318 mdd. México es el primer lugar como país productor de plata en el mundo, el quinto lugar en plomo, el séptimo en zinc y el décimo en oro y cobre.

En 2012, se generaron más de 328,000 puestos de trabajo formales de manera directa en el sector minero. Adicionalmente, se estima que se crearon 1.6 millones de empleos de manera indirecta. La industria minera es la cuarta fuente generadora de ingresos al país, por encima del turismo y por debajo de las exportaciones automotrices, la industria eléctrica y electrónica y el petróleo.

Entre los principales retos del sector destacan el mantener el dinamismo y la competitividad del mismo en un ambiente de volatilidad en los precios internacionales; beneficiar y respetar los derechos de las comunidades o municipios donde se encuentran las minas, así como aumentar los niveles de seguridad en éstas.

#### **IV.2. Plan de acción: eliminar las trabas que limitan el potencial productivo del país**

Para hacer frente a los retos antes mencionados y poder detonar un mayor crecimiento económico, México Próspero está orientado a incrementar y democratizar la productividad de nuestra economía. Lo anterior con un enfoque que permita un acceso global a los factores de la producción. Es decir, la presente Administración buscará eliminar trabas que limiten la capacidad de todos los mexicanos para desarrollar sus actividades con mejores resultados.

**Para impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza,**



**competitividad y empleo** de manera eficaz. Por ello, se necesita hacer del cuidado del medio ambiente una fuente de beneficios palpable. Es decir, los incentivos económicos de las empresas y la sociedad deben contribuir a alcanzar un equilibrio entre la conservación de la biodiversidad, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el desarrollo de actividades productivas, así como retribuir a los propietarios o poseedores de los recursos naturales por los beneficios de los servicios ambientales que proporcionan.

Se propone una política de fomento económico con el fin de crear un mayor número de empleos, **desarrollar los sectores estratégicos del país** y generar más competencia y dinamismo en la economía. Se buscará incrementar la productividad de los sectores dinámicos de la economía mexicana de manera regional y sectorialmente equilibrada. Para ello, se fortalecerá el mercado interno, se impulsará a los emprendedores, se fortalecerán las micro, pequeñas y medianas empresas, y se fomentará la economía social a través de un mejor acceso al financiamiento.

## **V. MÉXICO CON RESPONSABILIDAD GLOBAL**

### **V.1. Diagnóstico: México puede consolidarse como una potencia emergente**

La inserción exitosa de México en un mundo que plantea grandes oportunidades y retos dependerá, en buena medida, de la forma en que los nuevos conocimientos y herramientas de esta revolución sean aprovechados para impulsar una mayor productividad.

La economía internacional ha desarrollado un grado de integración sin precedente: en el siglo XXI ningún país se encuentra aislado de los efectos de sucesos económicos que ocurren en otras regiones. A su vez, esto incrementa el impacto de crisis sistémicas como la que se desató en 2008 en el ámbito financiero, para extenderse después, con graves consecuencias, a otros sectores económicos en todo el mundo.

Todo ello ha venido acompañado por una profunda revolución científica y tecnológica que avanza aceleradamente, multiplicando exponencialmente la capacidad para procesar información, así como los contactos e intercambios a través de los medios de comunicación y de transporte. Este proceso es uno de los principales motores del cambio que experimenta el mundo, y no hay duda de que continuará siendo un factor determinante de la evolución del sistema internacional en los años por venir.

La inserción exitosa de México en un mundo que plantea grandes oportunidades y retos dependerá, en buena medida, de la forma en que los nuevos conocimientos y herramientas de esta revolución sean aprovechados para impulsar una mayor productividad.

### **V.2. Plan de acción: consolidar el papel constructivo de México en el mundo**

México implementará una política exterior constructiva y activa que defienda y promueva el interés nacional. Esa labor internacional se basará en cuatro objetivos claramente definidos.



El segundo objetivo de la política exterior será el de **promover el valor de México en el mundo mediante la difusión económica, turística y cultural**. Las acciones en este rubro incluyen la promoción económica –del comercio y de las inversiones–, la turística y cultural. Su propósito central es colaborar con el sector privado para identificar oportunidades económicas, turísticas y culturales para las empresas, los productos y los servicios mexicanos, a fin de apoyar su proyección hacia otros países y generar empleos.

## VI. Objetivos, estrategias y líneas de acción

El *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018* propone para alcanzar las Metas Nacionales y llevar a México a su máximo potencial un total de 31 objetivos, 118 estrategias y 819 líneas de acción.

Los **objetivos** describen los motivos fundamentales de la acción de gobierno, aún sin especificar los mecanismos particulares para alcanzarlos. Para cada objetivo contenido en estas secciones se definen **estrategias**. Las estrategias se refieren a un conjunto de acciones para lograr un determinado objetivo. Finalmente, para dar realidad operativa a las estrategias se puntualizan **líneas de acción**. Las líneas de acción son la expresión más concreta de cómo el Gobierno de la República se propone alcanzar las metas propuestas.

**Objetivo 4.2.** Democratizar el acceso al financiamiento de proyectos con potencial de crecimiento.

**Estrategia 4.2.5.** Promover la participación del sector privado en el desarrollo de infraestructura, articulando la participación de los gobiernos estatales y municipales para impulsar proyectos de alto beneficio social, que contribuyan a incrementar la cobertura y calidad de la infraestructura necesaria para elevar la productividad de la economía.

### Líneas de acción:

- Apoyar el desarrollo de infraestructura con una visión de largo plazo basada en tres ejes rectores: i) desarrollo regional equilibrado, ii) desarrollo urbano y iii) conectividad logística.
- Fomentar el desarrollo de relaciones de largo plazo entre instancias del sector público y del privado, para la prestación de servicios al sector público o al usuario final, en los que se utilice infraestructura provista total o parcialmente por el sector privado.
- Priorizar los proyectos con base en su rentabilidad social y alineación al Sistema Nacional de Planeación Democrática.
- Consolidar instrumentos de financiamiento flexibles para proyectos de infraestructura, que contribuyan a otorgar el mayor impulso posible al desarrollo de la infraestructura nacional.
- Complementar el financiamiento de proyectos con alta rentabilidad social en los que el mercado no participa en términos de riesgo y plazo.
- Promover el desarrollo del mercado de capitales para el financiamiento de infraestructura.



**Objetivo 4.4.** Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.

**Estrategia 4.4.1.** Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.

#### **Líneas de acción**

- Alinear y coordinar programas federales, e inducir a los estatales y municipales para facilitar un crecimiento verde incluyente con un enfoque transversal.
- Actualizar y alinear la legislación ambiental para lograr una eficaz regulación de las acciones que contribuyen a la preservación y restauración del medio ambiente y los recursos naturales.
- Promover el uso y consumo de productos amigables con el medio ambiente y de tecnologías limpias, eficientes y de bajo carbono.
- Establecer una política fiscal que fomente la rentabilidad y competitividad ambiental de nuestros productos y servicios.
- Promover esquemas de financiamiento e inversiones de diversas fuentes que multipliquen los recursos para la protección ambiental y de recursos naturales.
- Impulsar la planeación integral del territorio, considerando el ordenamiento ecológico y el ordenamiento territorial para lograr un desarrollo regional y urbano sustentable.
- Impulsar una política en mares y costas que promueva oportunidades económicas, fomente la competitividad, la coordinación y enfrente los efectos del cambio climático protegiendo los bienes y servicios ambientales.
- Orientar y fortalecer los sistemas de información para monitorear y evaluar el desempeño de la política ambiental.
- Colaborar con organizaciones de la sociedad civil en materia de ordenamiento ecológico, desarrollo económico y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

**Estrategia 4.4.3.** Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.

#### **Líneas de acción**

- Ampliar la cobertura de infraestructura y programas ambientales que protejan la salud pública y garanticen la conservación de los ecosistemas y recursos naturales.
- Desarrollar las instituciones e instrumentos de política del Sistema Nacional de Cambio Climático.
- Acelerar el tránsito hacia un desarrollo bajo en carbono en los sectores productivos primarios, industriales y de la construcción, así como en los servicios urbanos, turísticos y de transporte.



- Promover el uso de sistemas y tecnologías avanzados, de alta eficiencia energética y de baja o nula generación de contaminantes o compuestos de efecto invernadero.
- Impulsar y fortalecer la cooperación regional e internacional en materia de cambio climático, biodiversidad y medio ambiente.
- Lograr un manejo integral de residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos, que incluya el aprovechamiento de los materiales que resulten y minimice los riesgos a la población y al medio ambiente.
- Realizar investigación científica y tecnológica, generar información y desarrollar sistemas de información para diseñar políticas ambientales y de mitigación y adaptación al cambio climático.
- Lograr el ordenamiento ecológico del territorio en las regiones y circunscripciones políticas prioritarias y estratégicas, en especial en las zonas de mayor vulnerabilidad climática.
- Continuar con la incorporación de criterios de sustentabilidad y educación ambiental en el Sistema Educativo Nacional, y fortalecer la formación ambiental en sectores estratégicos.
- Contribuir a mejorar la calidad del aire, y reducir emisiones de compuestos de efecto invernadero mediante combustibles más eficientes, programas de movilidad sustentable y la eliminación de los apoyos ineficientes a los usuarios de los combustibles fósiles.
- Lograr un mejor monitoreo de la calidad del aire mediante una mayor calidad de los sistemas de monitoreo existentes y una mejor cobertura de ciudades.

#### **Estrategia 4.4.4. Proteger el patrimonio natural.**

##### **Líneas de acción**

- Promover la generación de recursos y beneficios a través de la conservación, restauración y aprovechamiento del patrimonio natural, con instrumentos económicos, financieros y de política pública innovadores.
- Impulsar e incentivar la incorporación de superficies con aprovechamiento forestal, maderable y no maderable.
- Promover el consumo de bienes y servicios ambientales, aprovechando los esquemas de certificación y generando la demanda para ellos, tanto a nivel gubernamental como de la población en general.
- Fortalecer el capital social y las capacidades de gestión de ejidos y comunidades en zonas forestales y de alto valor para la conservación de la biodiversidad.
- Incrementar la superficie del territorio nacional bajo modalidades de conservación, buenas prácticas productivas y manejo regulado del patrimonio natural.
- Focalizar los programas de conservación de la biodiversidad y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, para generar beneficios en comunidades con población de alta vulnerabilidad social y ambiental.
- Promover el conocimiento y la conservación de la biodiversidad, así como fomentar el trato humano a los animales.
- Fortalecer los mecanismos e instrumentos para prevenir y controlar los incendios forestales.



- Mejorar los esquemas e instrumentos de reforestación, así como sus indicadores para lograr una mayor supervivencia de plantas.
- Recuperar los ecosistemas y zonas deterioradas para mejorar la calidad del ambiente y la provisión de servicios ambientales de los ecosistemas.

**Objetivo 4.6.** Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.

**Objetivo 4.8.** Desarrollar los sectores estratégicos del país.

**Estrategia 4.8.1.** Reactivar una política de fomento económico enfocada en incrementar la productividad de los sectores dinámicos y tradicionales de la economía mexicana, de manera regional y sectorialmente equilibrada.

#### **Línea de acción**

- Implementar una política de fomento económico que contemple el diseño y desarrollo de agendas sectoriales y regionales, el desarrollo de capital humano innovador, el impulso de sectores estratégicos de alto valor, el desarrollo y la promoción de cadenas de valor en sectores estratégicos y el apoyo a la innovación y el desarrollo tecnológico.
- Articular, bajo una óptica transversal, sectorial y/o regional, el diseño, ejecución y seguimiento de proyectos orientados a fortalecer la competitividad del país, por parte de los tres órdenes de gobierno, iniciativa privada y otros sectores de la sociedad.

**Objetivo 5.3.** Reafirmar el compromiso del país con el libre comercio, la movilidad de capitales y la integración productiva.

**Estrategia 5.3.1.** Impulsar y profundizar la política de apertura comercial para incentivar la participación de México en la economía global.

#### **Líneas de acción**

- Incrementar la cobertura de preferencias para productos mexicanos dentro de los acuerdos comerciales y de complementación económica vigentes, que correspondan a las necesidades de oportunidad que demandan los sectores productivos.
- Propiciar el libre tránsito de bienes, servicios, capitales y personas.
- Impulsar iniciativas con países afines en desarrollo y convencidos del libre comercio, como un generador del crecimiento, inversión, innovación y desarrollo tecnológico.
- Profundizar la apertura comercial con el objetivo de impulsar el comercio transfronterizo de servicios, brindar certidumbre jurídica a los inversionistas, eliminar la incongruencia arancelaria, corregir su dispersión y simplificar la tarifa, a manera de instrumento de política industrial, cuidando el impacto en las cadenas productivas.



- Negociar y actualizar acuerdos para la promoción y protección recíproca de las inversiones, como una herramienta para incrementar los flujos de capitales hacia México y proteger las inversiones de mexicanos en el exterior.
- Participar activamente en los foros y organismos internacionales, a fin de reducir las barreras arancelarias y no arancelarias al comercio de bienes y servicios, aumentar el fomento de políticas que mejoren el bienestar económico y social de las personas e impulsar la profundización de las relaciones comerciales con nuestros socios comerciales.
- Reforzar la participación de México en la Organización Mundial del Comercio (OMC) y colocarlo como un actor estratégico para el avance y consecución de las negociaciones dentro de dicho foro.
- Fortalecer la cooperación con otras oficinas de propiedad industrial y mantener la asistencia técnica a países de economías emergentes.
- Defender los intereses comerciales de México y de los productores e inversionistas nacionales frente a prácticas proteccionistas o violatorias de los compromisos internacionales por parte de nuestros socios comerciales.
- Difundir las condiciones de México en el exterior para atraer mayores niveles de inversión extranjera.
- Promover la calidad de bienes y servicios en el exterior para fomentar las exportaciones.
- Impulsar mecanismos que favorezcan la internacionalización de las empresas mexicanas.
- Implementar estrategias y acciones para que los productos nacionales tengan presencia en los mercados de otros países, a través de la participación en los foros internacionales de normalización.

El presente proyecto se vincula con el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, particularmente en la actividad minera, a fin de contribuir a la estrategia integral del desarrollo humano, por lo tanto, el desarrollo de este proyecto requiere que se considere la transversalidad y se cumpla con los diversos instrumentos públicos que conlleven a la vez a la protección del ambiente, sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras.

Por lo anterior, se está realizando la manifestación de impacto ambiental modalidad particular minero y para cambio de uso de suelo de terrenos forestales para el presente proyecto y su operación, de los sitios que ocupará el presente proyecto, de este modo se vincula con la política de México Próspero y México con Responsabilidad Global, brindando la producción sustentable y la protección al ambiente, que plantea el Plan Nacional de Desarrollo.

## **PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2016-2021**

### **II. Gobierno generador de la infraestructura para la calidad de vida y la competitividad sostenible y sustentable.**

#### **RETO 2. ESTRATEGIA 2.1.**



## LÍNEAS DE ACCIÓN

2.1.4 Promover proyectos estratégicos sustentables y sostenibles con participación de capital público y privado.

### RETO 14.

#### ESTRATEGIA 14.1.

##### LÍNEAS DE ACCIÓN

14.1.2. Promover la gestión y administración de los recursos naturales, mediante acciones con el Gobierno federal para un mejor manejo de las áreas naturales protegidas en el territorio estatal.

### **III. Gobierno impulsor de las potencialidades regionales y los sectores emergentes**

#### RETO 1.

##### ESTRATEGIA 1.2

##### LÍNEAS DE ACCIÓN

1.2.1 Facilitar los trámites que afectan la gestión empresarial.

RETO 4. Consolidar el liderazgo del sector minero del Estado de Sonora.

ESTRATEGIA 4.1 Promover a Sonora como destino de inversión minera sustentable y de calidad

##### LÍNEAS DE ACCIÓN

4.1.2 Promover la diversificación en la exploración y aprovechamiento de minerales, con énfasis en los de interés industrial.

##### ESTRATEGIA 4.4

##### LÍNEAS DE ACCIÓN

4.4.3 Capacitar y asesorar a la pequeña y mediana minería en temas de medio ambiente.

##### ESTRATEGIA 4.6

##### LÍNEAS DE ACCIÓN

4.6.1 Brindar asesoría integral a mineros pequeños, medianos y del sector social.

##### ESTRATEGIA 4.7

##### LÍNEAS DE ACCIÓN

4.7.2 Generar y ejecutar procedimientos de revisión continua de la aplicación de la normativa minera.

##### ESTRATEGIA 4.8

##### LÍNEAS DE ACCIÓN

4.8.1 Propiciar un desarrollo sustentable y de la minería sonorenses a través de la participación de todos los actores que intervienen en la promoción y fomento.

4.8.2 Promover las buenas prácticas en materia de proceso minero, protección ambiental y seguridad laboral en las empresas mineras.



La vinculación del Proyecto con este Plan de Desarrollo es que pretende ser un detonador del crecimiento económico de la región, mejorando la calidad de vida de los trabajadores, al contar con una fuente de recursos de manera ordenada con la infraestructura adecuada de alto nivel y a su vez generará fuentes de empleo y riqueza en la zona.

### **Plan Municipal de Desarrollo (PMD) para el municipio de Sahuaripa, periodo 2016-2018.**

En el plan de desarrollo del municipio de Sahuaripa, se establecieron algunas las siguientes prioridades de gobierno: tener servicios públicos de excelencia, mejora continua en seguridad pública, involucrar la participación ciudadana, cuidar el medio ambiente, fortalecer el municipio y respetar siempre el estado de derecho. Lo anterior, no es más, que las deficiencias que se tendrán que contrarrestar o disminuir mediante alternativas de solución o estrategias para mejorarlas. Asimismo el PMD, establece que el crecimiento del municipio debe darse de una manera ordenada y bien planeada, siempre con el objeto de mejorar el nivel de vida de la población contando con todos los servicios de calidad, oportunidades de desarrollo económico y social, y algo muy importante, tener un ambiente libre de contaminación, así como promover el uso eficiente del agua y establecer acciones para el mejoramiento de los suelos.

### **LEYES, REGLAMENTOS Y NORMAS**

#### **LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE:**

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

- I.-** Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;
- II.-** Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;
- III.-** La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;
- IV.-** La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas.
- V.-** El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;
- VI.-** La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;
- VII.-** Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;



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

**IX.-** El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y

**X.-** El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.

**ARTICULO 2o.-** Se consideran de utilidad pública:

**I.-** El ordenamiento ecológico del territorio nacional en los casos previstos por ésta y las demás leyes aplicables;

**II.-** El establecimiento, protección y preservación de las áreas naturales protegidas y de las zonas de restauración ecológica;

**III.-** La formulación y ejecución de acciones de protección y preservación de la biodiversidad del territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, así como el aprovechamiento de material genético; y

**IV.-** El establecimiento de zonas intermedias de salvaguardia, con motivo de la presencia de actividades consideradas como riesgosas.

**ARTICULO 5o.-** Son facultades de la Federación:

**I.-** La formulación y conducción de la política ambiental nacional;

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

**ARTICULO 28.-** La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

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

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

**ARTICULO 30.-** Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos



en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

Si después de la presentación de una manifestación de impacto ambiental se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría, a fin de que ésta, en un plazo no mayor de 10 días les notifique si es necesaria la presentación de información adicional para evaluar los efectos al ambiente, que pudiesen ocasionar tales modificaciones, en términos de lo dispuesto en esta Ley.

Los contenidos del informe preventivo, así como las características y las modalidades de las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo serán establecidos por el Reglamento de la presente Ley.

**ARTÍCULO 34.-** Una vez que la Secretaría reciba una manifestación de impacto ambiental e integre el expediente a que se refiere el artículo 35, pondrá ésta a disposición del público, con el fin de que pueda ser consultada por cualquier persona.

Los promoventes de la obra o actividad podrán requerir que se mantenga en reserva la información que haya sido integrada al expediente y que, de hacerse pública, pudiera afectar derechos de propiedad industrial, y la confidencialidad de la información comercial que aporte el interesado.

La Secretaría, a solicitud de cualquier persona de la comunidad de que se trate, podrá llevar a cabo una consulta pública, conforme a las siguientes bases:

- I.- La Secretaría publicará la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental en su Gaceta Ecológica. Asimismo, el promovente deberá publicar a su costa, un extracto del proyecto de la obra o actividad en un periódico de amplia circulación en la entidad federativa de que se trate, dentro del plazo de cinco días contados a partir de la fecha en que se presente la manifestación de impacto ambiental a la Secretaría;
- II.- Cualquier ciudadano, dentro del plazo de diez días contados a partir de la publicación del extracto del proyecto en los términos antes referidos, podrá solicitar a la Secretaría ponga a disposición del público en la entidad federativa que corresponda, la manifestación de impacto ambiental;
- III.- Cuando se trate de obras o actividades que puedan generar desequilibrios ecológicos graves o daños a la salud pública o a los ecosistemas, de conformidad con lo que señale el reglamento de la presente Ley, la Secretaría, en coordinación con las autoridades locales, podrá organizar una reunión pública de información en la que el promovente explicará los aspectos técnicos ambientales de la obra o actividad de que se trate;



**IV.-** Cualquier interesado, dentro del plazo de veinte días contados a partir de que la Secretaría ponga a disposición del público la manifestación de impacto ambiental en los términos de la fracción I, podrá proponer el establecimiento de medidas de prevención y mitigación adicionales, así como las observaciones que considere pertinentes, y

**V.-** La Secretaría agregará las observaciones realizadas por los interesados al expediente respectivo y consignará, en la resolución que emita, el proceso de consulta pública realizado y los resultados de las observaciones y propuestas que por escrito se hayan formulado;

**ARTICULO 35 .-** Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.

Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.

Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá:

**I.-** Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados;

**II.-** Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista, o

**III.-** Negar la autorización solicitada, cuando:

- a) Se contravenga lo establecido en esta Ley, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables;
- b) La obra o actividad de que se trate pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o cuando se afecte a una de dichas especies, o
- c) Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad de que se trate.



La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización, en aquellos casos expresamente señalados en el reglamento de la presente Ley, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas,

La resolución de la Secretaría sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate.

**ARTICULO35 BIS.-** La Secretaría dentro del plazo de sesenta días contados a partir de la recepción de la manifestación de impacto ambiental deberá emitir la resolución correspondiente.

La Secretaría podrá solicitar aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones al contenido de la manifestación de impacto ambiental que le sea presentada, suspendiéndose el término que restare para concluir el procedimiento. En ningún caso la suspensión podrá exceder el plazo de sesenta días, contados a partir de que ésta sea declarada por la Secretaría, y siempre y cuando le sea entregada la información requerida.

Excepcionalmente, cuando por la complejidad y las dimensiones de una obra o actividad la Secretaría requiera de un plazo mayor para su evaluación, éste se podrá ampliar hasta por sesenta días adicionales, siempre que se justifique conforme a lo dispuesto en el reglamento de la presente Ley.

## **REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL:**

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

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

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

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

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



**O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:**

I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;

**ARTICULO 6.-** Las ampliaciones, modificaciones, sustituciones de infraestructura, rehabilitación y el mantenimiento de instalaciones relacionado con las obras y actividades señaladas en el artículo anterior, así como con las que se encuentren en operación, no requerirán de la autorización en materia de impacto ambiental siempre y cuando cumplan con todos los requisitos siguientes:

- I. Las obras y actividades cuenten previamente con la autorización respectiva o cuando no hubieren requerido de ésta;
- II. Las acciones por realizar no tengan relación alguna con el proceso de producción que generó dicha autorización, y
- III. Dichas acciones no impliquen incremento alguno en el nivel de impacto o riesgo ambiental, en virtud de su ubicación, dimensiones, características o alcances, tales como conservación, reparación y mantenimiento de bienes inmuebles; construcción, instalación y demolición de bienes inmuebles en áreas urbanas, o modificación de bienes inmuebles cuando se pretenda llevar a cabo en la superficie del terreno ocupada por la construcción o instalación de que se trate.

En estos casos, los interesados deberán dar aviso a la Secretaría previamente a la realización de dichas acciones.

Las ampliaciones, modificaciones, sustitución de infraestructura, rehabilitación y el mantenimiento de instalaciones relacionadas con las obras y actividades señaladas en el artículo 5º, así como con las que se encuentren en operación y que sean distintas a las que se refiere el primer párrafo de este artículo, podrán ser exentadas de la presentación de la manifestación de impacto ambiental cuando se demuestre que su ejecución no causará desequilibrios ecológicos ni rebasará los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la protección al ambiente y a la preservación y restauración de los ecosistemas.

Para efectos del párrafo anterior, los promoventes deberán dar aviso a la Secretaría de las acciones que pretendan realizar para que ésta, dentro del plazo de diez días, determine si es necesaria la presentación de una manifestación de impacto



ambiental, o si las acciones no requieren ser evaluadas y, por lo tanto, pueden realizarse sin contar con autorización.

**ARTÍCULO 9.-** Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.

La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo. La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.

**ARTICULO 10.-** Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:

- I. Regional, o
- II. Particular.

**ARTICULO 12.-** La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:

- I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;
- II. Descripción del proyecto;
- III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;
- IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;
- V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;
- VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;
- VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y
- VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

**ARTICULO 14.-** Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.

**ARTICULO 15.-** Los aprovechamientos forestales y las plantaciones forestales previstas en el artículo 5º, incisos n) y ñ), respectivamente, podrán presentar de manera simultánea la manifestación de impacto ambiental y el plan de manejo.



**ARTICULO 17.-** El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:

- I. La manifestación de impacto ambiental;
- II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y
- III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.

Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo.

**ARTICULO 19.-** La solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, sus anexos y, en su caso, la información adicional, deberán presentarse en un disquete al que se acompañarán cuatro tantos impresos de su contenido.

Excepcionalmente, dentro de los diez días siguientes a la integración del expediente, la Secretaría podrá solicitar al promovente, por una sola vez, la presentación de hasta tres copias adicionales de los estudios de impacto ambiental cuando por alguna causa justificada se requiera. En todo caso, la presentación de las copias adicionales deberá llevarse a cabo dentro de los tres días siguientes a aquel en que se hayan solicitado.

**ARTICULO 20.-** Con el objeto de no retardar el procedimiento de evaluación, la Secretaría comunicará al promovente, en el momento en que éste presente la solicitud y sus anexos, si existen deficiencias formales que puedan ser corregidas en ese mismo acto.

En todo caso, la Secretaría se ajustará a lo previsto en el artículo 43 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

**ARTICULO 21.-** La Secretaría, en un plazo no mayor a diez días contados a partir de que reciba la solicitud y sus anexos, integrará el expediente; en ese lapso, procederá a la revisión de los documentos para determinar si su contenido se ajusta a las disposiciones de la Ley, del presente reglamento y a las normas oficiales mexicanas aplicables.

**ARTICULO 22.-** En los casos en que la manifestación de impacto ambiental presente insuficiencias que impidan la evaluación del proyecto, la Secretaría podrá solicitar al promovente, por única vez y dentro de los cuarenta días siguientes a la integración del expediente, aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones al contenido de la misma y en tal caso, se suspenderá el término de sesenta días a que se refiere el artículo 35 bis de la Ley.

La suspensión no podrá exceder de sesenta días computados a partir de que sea declarada. Transcurrido este plazo sin que la información sea entregada por el promovente, la Secretaría podrá declarar la caducidad del trámite en los términos del artículo 60 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.



**ARTICULO 23.-** Las autoridades competentes de los Estados, del Distrito Federal o de los Municipios podrán presentar a la Secretaría los planes o programas parciales de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico en los que se prevea la realización de obras o actividades de las incluidas en el artículo 5º de este reglamento, para que ésta lleve a cabo la evaluación del impacto ambiental del conjunto de dichas obras o actividades y emita la resolución que corresponda.

La evaluación a que se refiere el párrafo anterior, deberá realizarse a través de una manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional, elaborada respecto de la totalidad o de una parte de las obras o actividades contempladas en los planes y programas. Dicha manifestación será presentada por las propias autoridades locales o municipales.

**ARTICULO 24.-** La Secretaría podrá solicitar, dentro del procedimiento de evaluación y en los términos previstos en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, la opinión técnica de alguna dependencia o entidad de la Administración Pública Federal, cuando por el tipo de obra o actividad así se requiera.

Asimismo, la Secretaría podrá consultar a grupos de expertos cuando por la complejidad o especialidad de las circunstancias de ejecución y desarrollo se estime que sus opiniones pueden proveer de mejores elementos para la formulación de la resolución correspondiente; en este caso, notificará al promovente los propósitos de la consulta y le remitirá una copia de las opiniones recibidas para que éste, durante el procedimiento, manifieste lo que a su derecho convenga.

La Secretaría deberá mantener, al momento de realizar la consulta, la reserva a que se refiere el artículo 37 de este reglamento.

**ARTICULO 26.-** Iniciado el trámite de evaluación, la Secretaría deberá ir agregando al expediente:

- I. La información adicional que se genere;
- II. Las opiniones técnicas que se hubiesen solicitado;
- III. Los comentarios y observaciones que realicen los interesados en el proceso de consulta pública, así como el extracto del proyecto que durante dicho proceso se haya publicado;
- IV. La resolución;
- V. Las garantías otorgadas, y
- VI. Las modificaciones al proyecto que se hubieren realizado.

La vinculación del proyecto con la **LGEEPA** y su **Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental**, queda establecida por la naturaleza y tipo de obras y actividades que se pretenden realizar, puesto que como lo determina la Ley, es obligatorio someter a la evaluación en materia de impacto ambiental las obras y actividades derivadas de la modificaciones expuestas en el presente documento, a fin que la Secretaría cuente con los elementos necesarios para establecer los términos y condicionantes bajo los cuales se otorgaría la autorización correspondiente.



## **LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE**

**ARTICULO 1.-** La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX inciso G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad corresponda a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto por el artículo 2 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

**ARTICULO 5.-** La propiedad de los recursos forestales comprendidos dentro del territorio nacional corresponde a los ejidos, las comunidades, pueblos y comunidades indígenas, personas físicas o morales, la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios que sean propietarios de los terrenos donde aquéllos se ubiquen. Los procedimientos establecidos por esta Ley no alterarán el régimen de propiedad de dichos terrenos.

**ARTICULO 12.-** Son atribuciones de la Federación:

- I. Formular y conducir la política nacional en materia de desarrollo forestal sustentable;
- XXVIII. Definir y aplicar las regulaciones del uso del suelo en terrenos forestales y preferentemente forestales;
- XXIX. Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, así como controlar y vigilar el uso del suelo forestal;

**ARTICULO 16.-** La Secretaría ejercerá las siguientes atribuciones:

- I. Formular y conducir la política nacional de desarrollo forestal sustentable y asegurar su congruencia con la política ambiental y de recursos naturales nacional, así como las relacionadas con el desarrollo rural;
- XX. Expedir, por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales;

**ARTICULO 117.-** La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.



En las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal.

No se podrá otorgar autorización de cambio de uso de suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años, a menos que se acredite fehacientemente a la Secretaría que el ecosistema se ha regenerado totalmente, mediante los mecanismos que para tal efecto se establezcan en el reglamento correspondiente.

Las autorizaciones que se emitan deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

La Secretaría, con la participación de la Comisión, coordinará con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, la política de uso del suelo para estabilizar su uso agropecuario, incluyendo el sistema de roza, tumba y quema, desarrollando prácticas permanentes y evitando que la producción agropecuaria crezca a costa de los terrenos forestales.

Las autorizaciones de cambio de uso del suelo deberán inscribirse en el Registro.

La Secretaría, con la participación de la Comisión, coordinará con diversas entidades públicas, acciones conjuntas para armonizar y eficientar los programas de construcciones de los sectores eléctrico, hidráulico y de comunicaciones, con el cumplimiento de la normatividad correspondiente.

**ARTICULO 118.-** Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

## **REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE:**

**Artículo 1.-** El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.

**Artículo 119.-** Los terrenos forestales seguirán considerándose como tales aunque pierdan su cubierta forestal por acciones ilícitas, plagas, enfermedades, incendios, deslaves, huracanes o cualquier otra causa.

Para acreditar la regeneración total de los ecosistemas forestales en terrenos que se hayan incendiado, en términos del artículo 117 de la Ley, se deberá presentar un



estudio técnico, de conformidad con el acuerdo que emita el Titular de la Secretaría, el cual será publicado en el Diario Oficial de la Federación.

**Artículo 120.-** Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:

- I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;
- II. Lugar y fecha;
- III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y
- IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.

Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo.

El derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo, con motivo del reconocimiento, exploración superficial y explotación petrolera en terrenos forestales, se podrá acreditar con la documentación que establezcan las disposiciones aplicables en materia petrolera.

**Artículo 121.-** Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 117 de la Ley, deberán contener la información siguiente:

- I. Usos que se pretendan dar al terreno;
- II. Ubicación y superficie del predio o conjunto de predios, así como la delimitación de la porción en que se pretenda realizar el cambio de uso del suelo en los terrenos forestales, a través de planos georeferenciados;
- III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la cuenca hidrológico-forestal en donde se ubique el predio;
- IV. Descripción de las condiciones del predio que incluya los fines a que esté destinado, clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;
- V. Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo;
- VI. Plazo y forma de ejecución del cambio de uso del suelo;
- VII. Vegetación que deba respetarse o establecerse para proteger las tierras frágiles;



- VIII. Medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del cambio de uso del suelo;
- IX. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto;
- X. Justificación técnica, económica y social que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo;
- XI. Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el estudio y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución;
- XII. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías;
- XIII. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo;
- XIV. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo, y
- XV. En su caso, los demás requisitos que especifiquen las disposiciones aplicables.

**Artículo 122.-** La Secretaría resolverá las solicitudes de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, conforme a lo siguiente:

- I. La autoridad revisará la solicitud y los documentos presentados y, en su caso, prevendrá al interesado dentro de los quince días hábiles siguientes para que complete la información faltante, la cual deberá presentarse dentro del término de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación;
- II. Transcurrido el plazo sin que se desahogue la prevención, se desechará el trámite;
- III. La Secretaría enviará copia del expediente integrado al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión dentro del plazo de diez días hábiles siguientes a su recepción;
- IV. Transcurrido el plazo a que se refiere la fracción anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, la Secretaría notificará al interesado de la visita técnica al predio objeto de la solicitud, misma que deberá efectuarse en un plazo de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación, y
- V. Realizada la visita técnica, la Secretaría resolverá lo conducente dentro de los quince días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría resuelva la solicitud, se entenderá que la misma es en sentido negativo.

**Artículo 123.-** La Secretaría otorgará la autorización de cambio de uso del suelo en terreno forestal, una vez que el interesado haya realizado el depósito a que se refiere el artículo 118 de la Ley, por el monto económico de la compensación ambiental determinado de conformidad con lo establecido en el artículo 124 del presente Reglamento.



El trámite será desechado en caso de que el interesado no acredite el depósito a que se refiere el párrafo anterior dentro de los treinta días hábiles siguientes a que surta efectos la notificación.

Una vez acreditado el depósito, la Secretaría expedirá la autorización correspondiente dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría otorgue la autorización, ésta se entenderá concedida.

**Artículo 124.-** El monto económico de la compensación ambiental relativa al cambio de uso del suelo en terrenos forestales a que se refiere el artículo 118 de la Ley, será determinado por la Secretaría considerando lo siguiente:

- I. Los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento, que para tal efecto establezca la Comisión. Los costos de referencia y la metodología para su estimación serán publicados en el Diario Oficial de la Federación y podrán ser actualizados de forma anual, y
- II. El nivel de equivalencia para la compensación ambiental, por unidad de superficie, de acuerdo con los criterios técnicos que establezca la Secretaría. Los niveles de equivalencia deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación.

Los recursos que se obtengan por concepto de compensación ambiental serán destinados a actividades de reforestación o restauración y mantenimiento de los ecosistemas afectados, preferentemente en las entidades federativas en donde se haya autorizado el cambio de uso del suelo. Estas actividades serán realizadas por la Comisión.

**Artículo 125.-** Para efectos de lo dispuesto en el artículo 117, párrafo séptimo, de la Ley, la Secretaría podrá celebrar convenios de coordinación con dependencias y entidades públicas de los sectores energético, eléctrico, hidráulico, petrolero y de comunicaciones.

**Artículo 126.-** La autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales amparará el aprovechamiento de las materias primas forestales derivadas y, para su transporte, se deberá acreditar la legal procedencia con las remisiones forestales respectivas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley y el presente Reglamento.

La Secretaría asignará el código de identificación y lo informará al particular en el mismo oficio de autorización de cambio de uso del suelo.

**Artículo 127.-** Los trámites de autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo en terrenos forestales podrán integrarse para seguir un solo trámite administrativo, conforme con las disposiciones que al efecto expida la Secretaría.

La vinculación del proyecto "Ampliación Mulatos 2018" con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento es por la remoción de vegetación forestal en 32.32 ha.



Como ya se ha mencionado, el presente proyecto corresponde a ampliación de actividades que ya se desarrollan en la Unidad Minera Mulatos, de manera que en relación a emisiones, residuos y descargas que se generan la promotora ya opera procedimientos para su control, siéndole aplicable también las siguientes disposiciones normativas.

## **LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE Y SUS REGLAMENTOS**

Las disposiciones de esta Ley, relativas a la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, que son aplicables al proyecto, son las que se refieren a:

- El manejo de residuos peligrosos.
- La contaminación del aire.
- La contaminación del agua.
- La contaminación del suelo.
- La protección de la flora y fauna.
- Las áreas naturales protegidas.

### **Manejo de residuos peligrosos**

La LGEEPA por su parte, establece en el segundo párrafo de su artículo 150, que para la clasificación, manejo y disposición de los residuos peligrosos, serán las normas oficiales mexicanas y el reglamento de esta ley, donde se contendrán los criterios y listados que identifiquen y clasifiquen los materiales y residuos peligrosos, regulando esta materia en su capítulo VI (artículos 150 a 153). Es importante señalar que la mayoría de las previsiones relacionadas con el manejo y disposición final de los residuos peligrosos actualmente se encuentran contempladas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 8 de octubre de 2003 y en su respectivo reglamento, mismos que se analizarán más adelante.

### **Contaminación del Aire**

Siendo el proyecto minero-metalúrgico una fuente generadora de emisiones al aire de jurisdicción federal, en los términos de los artículos 111 bis de la LGEEPA y 17 bis inciso D) fracciones II y VII de su reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, deben contar con una autorización que les permita la generación de las emisiones a la atmósfera dentro de los límites máximos permisibles.

### **Contaminación del Agua**

Respecto de la contaminación del agua, la LGEEPA señala que para evitar la contaminación de las aguas, las descargas de aguas residuales están sujetas a regulación. Por ello, en el artículo 121 de la LGEEPA se establece que no pueden



descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población. Cabe señalar que la obtención de dicho permiso está regulada por la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento, ordenamientos que serán analizados más adelante.

De igual forma, esta Ley determina en el artículo 119 que la SEMARNAT expedirá las normas oficiales mexicanas que se requieran para prevenir y controlar la contaminación de las aguas nacionales, conforme a lo dispuesto en esta Ley, en la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y las demás disposiciones que resulten aplicables.

En ese sentido, en la operación del proyecto minero se dispondrá de baños portátiles.

### **Contaminación del Suelo**

En cuanto hace a la contaminación del suelo, el artículo 99 de la LGEEPA prevé que las actividades de beneficio y aprovechamiento de sustancias minerales, como las que desarrollan el proyecto minero, deberán considerar los criterios para el aprovechamiento sustentable del suelo, tales como incluir, en la realización de obras que puedan provocar el deterioro severo de los suelos, acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural. Se dará cumplimiento a esto, toda vez que al término de las actividades productivas del proyecto se implementará un programa de recuperación de suelos.

Respecto de la prevención y control de la contaminación del suelo, en aplicación a los criterios previstos por el artículo 134 de la LGEEPA, la operación del proyecto minero incluirá el manejo de los residuos peligrosos generados, en los términos determinados por la propia LGEEPA y la LGPGIR, y las normas oficiales mexicanas correspondientes.

### **Protección de la Flora y la Fauna**

No obstante que la regulación de la flora y fauna silvestres se encuentra en la Ley General de Vida Silvestre, el artículo 79 de la LGEEPA señala algunos criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable de la misma. Este ordenamiento también establece la facultad de la SEMARNAT para expedir normas oficiales mexicanas para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre y otros recursos biológicos, así como para el establecimiento de medidas de regulación o restricción, en forma total o parcial, a la exportación o importación de especímenes de la flora y fauna silvestres.

### **Áreas Naturales Protegidas**

Como se señalará posteriormente, el sitio donde se desarrolla el proyecto minero no se encuentra dentro alguna área natural protegida de competencia federal o estatal.



## **LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y SU REGLAMENTO**

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos se publicó el 8 de octubre de 2003 en el Diario Oficial de la Federación, es reglamentaria de las disposiciones constitucionales relativas a la protección del ambiente en materia de gestión de residuos y tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona a gozar de un medio ambiente adecuado; como propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, los residuos sólidos urbanos y los de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios y realizar su remediación.

Este ordenamiento se complementa con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicado el 30 de noviembre de 2006 abrogó el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Residuos Peligrosos, que había regido desde noviembre de 1988. En este caso es importante destacar que:

- a) El manejo de los residuos sólidos no peligrosos se realizará de acuerdo con un programa que incluya la separación de residuos orgánicos, reciclables y no reciclables.
- b) Se contará con el almacén de residuos peligrosos con las medidas de control y precaución correspondientes.
- c) El manejo de los residuos peligrosos estará a cargo del departamento de mantenimiento de la mina en coordinación con el de seguridad e higiene, aplicando medidas tendientes a minimizar la generación de residuos peligrosos para reducir el volumen de éstos que serían enviados a un sitio autorizado de disposición final.

En cuanto al manejo fuera de las instalaciones del Proyecto, se contratará a una empresa debidamente autorizada no solo en los términos de la LGEEPA y la LGPGIR, sino también del Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, la cual se encarga del traslado de estos residuos hasta el sitio de disposición final.

### **Reglamento de la LGPGIR. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre del 2006.**

Las disposiciones a considerar de este instrumento son las siguientes:

- Arts. 16, 17 y 20. Tratan sobre las modalidades de los planes de manejo de residuos y generalidades.
- Arts. 24, 25 y 26. Sobre el procedimiento para el registro e incorporación de los planes de manejo de residuos.
- Arts. Del 35 al 41. Tratan sobre los requerimientos de identificación de los residuos peligrosos.



- Arts. Del 42 al 47. Establecen las categorías de generadores de residuos peligrosos y los procedimientos para su registro.
- Arts. Del 48 al 53. Establecen los requisitos para la solicitud de autorización para la utilización de residuos peligrosos en procesos productivos.
- Arts. 58 y 59. Establecen el tiempo de vigencia de la autorización.
- Art. 60. Trata de los requerimientos para solicitar la modificación de la autorización
- Art. 65. Establece los tiempos para solicitar prórroga para almacenamiento de residuos peligrosos
- Art. 68. Trata de los requerimientos para dar aviso de suspensión de generación de residuos peligrosos y/o cierre de las instalaciones
- Art. 71. Establece los datos que deben contener las bitácoras
- Arts. Del 72 al 77. Tratan de los informes que los grandes y pequeños generadores deberán entregar a la Secretaría.
- Arts. 82, 83 y 84. Establecen las condiciones de áreas de almacenamiento de residuos peligrosos, así como los criterios de operación en el manejo integral de los residuos.
- Arts. 87, 88 y 89. Tratan de la reutilización, reciclaje y co-procesamiento de los residuos peligrosos.
- Arts. Del 126 al 153. Tratan de la remediación de sitios contaminados, disposiciones generales, programas de remediación, procedimiento de remediación y declaratorias de remediación.

## **LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE Y SU REGLAMENTO**

Con respecto a la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, es de mencionar que el objeto del proyecto no está relacionado con su aprovechamiento, sea éste extractivo o no extractivo, en los términos en que define al concepto el artículo 3° de esta Ley. No obstante, las actividades inherentes al proyecto pueden tener impactos en la vida silvestre que se encuentra en el sitio donde este se desarrollará, se gestionará la obtención de las autorizaciones necesarias para el movimiento y traslado de los ejemplares que pudieran ser afectados. En ese sentido el desarrollo del proyecto minero-metalúrgico, atiende expresamente lo previsto por el artículo 4° de esta Ley en su primer párrafo que establece el deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación. El manejo de los individuos de especies de flora se manejará conforme al Programa de Rescate, garantizando su conservación. No se prevé afectación adicional a superficies con presencia de elementos naturales catalogados.

Resulta necesario señalar en este apartado que la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 tiene un doble objetivo:

- Identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana mediante la integración de las listas correspondientes y,



- Establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción.

## **LEY DE AGUAS NACIONALES Y SU REGLAMENTO.**

La Ley de Aguas Nacionales es reglamentaria del artículo 27 Constitucional en materia de aguas nacionales y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento del agua, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr un desarrollo integral sustentable. En cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 27 Constitucional y del artículo 18 de la Ley de Aguas Nacionales, la empresa, tramitará un título de concesión para uso y aprovechamiento de agua subterránea, ante la Comisión Nacional del Agua, la cual soportará el volumen total anual requerido para el proyecto. Asimismo en los términos de los artículos 21 y 44 de la Ley de Aguas Nacionales, que establecen la obligación de contar con un permiso de descarga para la realización de esta actividad en cuerpos de agua nacional o infiltración al subsuelo de las aguas residuales, se cuenta tramitará el permiso para la instalación de fosas sépticas, que en su caso funcionará como método de tratamiento de las aguas previo a su infiltración. No obstante, es importante reiterar que el proyecto, es un proyecto de cero descargas por lo que no genera aguas residuales de sus procesos.

### **Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11 de enero de 1994 y el Decreto por el que se reforma el reglamento publicado el 4 de diciembre de 1997.**

Los artículos más relevantes que pueden aplicar al proyecto minero son:

- Art. 29, sobre las solicitudes de concesión.
- Art. 30, 31, 133, 135 y 176, se refieren a la prevención, control y permiso para descargar aguas residuales, realización de obras de aprovechamiento de agua y explotación o uso de cauces, vasos o zonas federales.
- Art. 52, requiere el establecimiento de sistemas de medición del volumen de agua
- Art. 124, establece disposiciones para el aprovechamiento de aguas provenientes del laboreo de las minas así como de las aguas superficiales comprendidas dentro del lote que ampare la concesión minera.
- Art. 149. Sobre la obligación de dar aviso de descargas fortuitas.
- Art. 151. Prohíbe la disposición de todo tipo de residuos en cuerpos receptores y zonas federales.

## **Ley Minera y su Reglamento**

La Ley Minera, reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia de minería, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de junio de 1992 y de manera específica contiene las regulaciones para el desarrollo de las actividades de exploración, explotación y beneficio de diversos minerales. Asimismo, establece el procedimiento para la obtención de una concesión que permita el aprovechamiento de los recursos



reservados a la federación y las obligaciones que derivan de la obtención de dichas concesiones. Para ello, los artículos 19 y 27 de la Ley Minera prevé, entre otras cosas como derechos obligaciones:

- a) Realizar las obras y trabajos, sean de exploración o explotación, dentro de los lotes mineros que son amparados por la concesión.
- b) Disponer de los productos minerales que se obtengan en los lotes mineros, con motivo de las obras y trabajos que se desarrollen durante la vigencia de la concesión.
- c) Obtener la expropiación, ocupación temporal o constitución de los terrenos indispensables para realizar las obras y trabajos de exploración, explotación, beneficio y el depósito de terreros, jales, escorias y graseros.
- d) Aprovechar las aguas provenientes del laboreo de las minas para la exploración o explotación y beneficio de los minerales, así como su uso doméstico por el personal de las unidades mineras.
- e) Obtener preferentemente la concesión sobre las aguas de las minas para cualquier uso diferente a los anteriores.
- f) Ejecutar y comprobar las obras y trabajos previstos.
- g) Pagar los derechos sobre minería que establece la Ley.
- h) Sujetarse a las disposiciones generales y a las Normas Oficiales Mexicanas aplicables a la industria minera en materia de seguridad de minas y del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Todas estas obligaciones son cumplidas por el presente proyecto, pues como se ha referido anteriormente, cuenta con los derechos de los títulos de concesión expedidos por la autoridad competente, y durante la explotación de dichas concesiones se atenderá a las Normas Oficiales Mexicanas particulares del sector y se sujetará a la regulación y las disposiciones de la legislación, reglamentación y normatividad en materia ambiental.

#### **NORMAS OFICIALES MEXICANAS:**

<b>RUBRO</b>	<b>NORMA/CRITERIO</b>	<b>VINCULACION AL PROYECTO</b>
AGUA	NOM-001-SEMARNAT-1996. ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES	LA UNIDAD MINERA CUENTA CON SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES, CUYA DESCARGA CUMPLE CON ESTA NORMA
AIRE	NOM-041-SEMARNAT-2006 NIVEL MAXIMO PERMISIBLE DE GASES CONTAMINANTES DE ESCAPES DE VEHICULOS QUE USAN GASOLINA	VEHICULOS AUTOMOTORES A GASOLINA. NO APLICA YA QUE EN EL ESTADO DE SONORA NO SE CUENTA CON CENTROS DE VERIFICACIÓN VEHICULAR



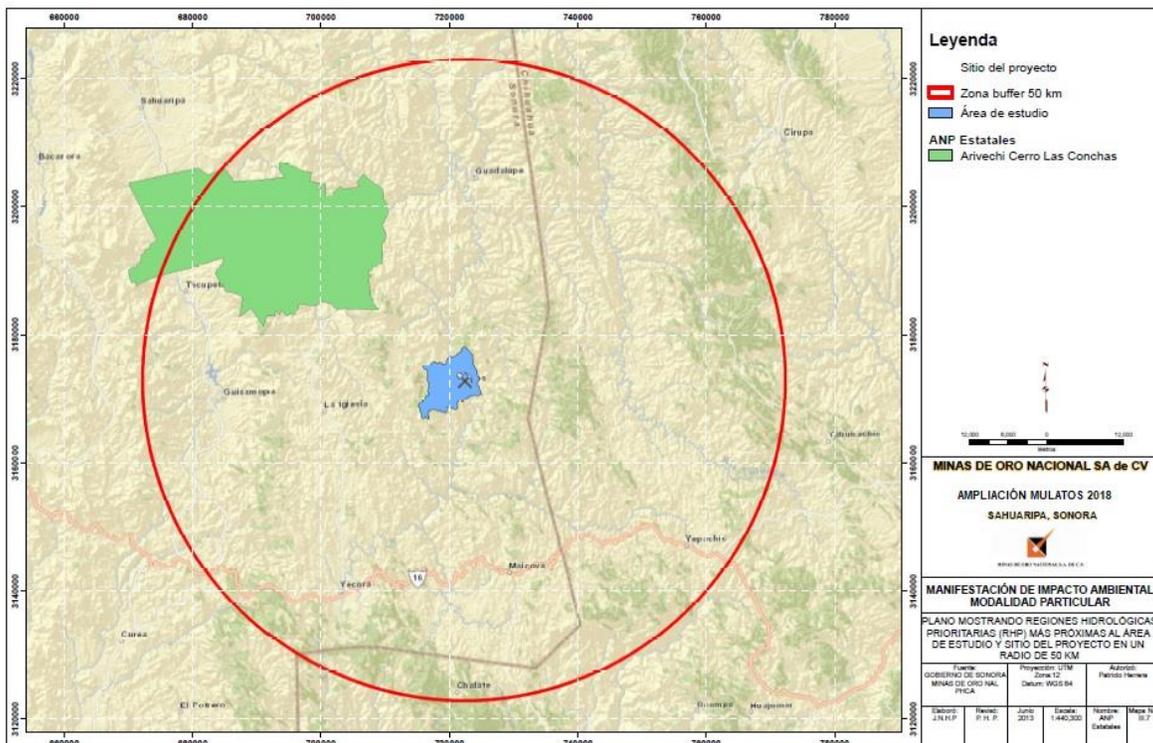
	NOM-047-SEMARNAT-1999 ESTABLECE LAS CARACTERISTICAS DEL EQUIPO Y EL PROCEDIMIENTO DE MEDICION, PARA LA VERIFICACION DE LOS LIMITES DE EMIISION DE CONTAMINANTES PROVENIENTES DE LOS VEHICULOS AUTOMOTORES QUE USAN GASOLINA, GAS LICUADO DE PETROLEO, GAS NATURAL U OTROS COMBUSTIBLES ALTERNOS.	NO APLICA YA QUE EN EL ESTADO DE SONORA NO SE CUENTA CON CENTROS DE VERIFICACIÓN VEHICULAR  SE BRINDARA EL MANTENIMIENTO A LOS VEHICULOS Y MAQUINARIA, PARA QUE SE ENCUENTREN DENTRO DE LOS NIVELES ESTABLECIDOS EN LA NORMA.
	NOM-024-SSA1-1993. ESTABLECE LOS NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN A LA ATMÓSFERA DE PARTÍCULAS MENORES A 10 MICRAS (PM10) EN EL AIRE AMBIENTE	LA EMPRESA PROSEGUIRÁ DANDO CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO EN LA LICENCIA AMBIENTAL ÚNICA (LAU) NO. LAU-26/0141-0406.
SUELO	NOM-060-SEMARNAT-1994 QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES PARA MITIGAR LOS EFECTOS ADVERSOS OCASIONADOS EN LOS SUELOS Y CUERPOS DE AGUA POR EL APROVECHAMIENTO FORESTAL.	SE APLICARA LO ESTABLECIDO EN LA NORMA.
	NOM-138-SEMARNAT-SS-2003 LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE HIDROCARBUROS EN SUELOS Y LAS ESPECIFICACIONES PARA SU CARACTERIZACION Y REMEDIACION.	SE CUIDARA DE QUE NO EXISTAN DERRAMES EN EL SUELO, PERO EN CASO DE PRESENTARSE SE APLICARA LO INDICADO EN LA NORMA.
RUIDO	NOM-081-SEMARNAT-1994 LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION DE RUIDO DE LAS FUENTES FIJAS Y SU METODO DE MEDICION.	SE APLICARAN LOS PROGRAMAS PREVENTIVO Y CORRECTIVO EN LOS VEHICULOS PARA QUE SE EVITE QUE GENEREN RUIDOS POR MAL FUNCIONAMIENTO.
RESIDUOS	NOM-052-SEMARNAT-2005 ESTABLECE LAS CARACTERISTICAS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS, EL LISTADO DE LOS MISMOS Y LOS LIMITES QUE HACEN A UN RESIDUO PELIGROSO POR SU TOXICIDAD AL AMBIENTE.	SE ESTABLECERAN LAS ACTIVIDADES NECESARIAS PARA REALIZAR UN BUEN MANEJO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION FINAL ADECUADA.
RECURSOS NATURALES	NOM-059-SEMARNAT-2010 PROTECCION AMBIENTAL ESPECIES NATIVAS DE MEXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE TERRESTRES- CATEGORIAS DE RIESGO Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSION, EXCLUSION O CAMBIO. LITA DE ESPECIES EN RIESGO.	SE CONSIDERA PARA LA ELABORACION Y EJECUCION DEL PROGRAMA DE RESCATE DE LA FLORA Y FAUNA.
MINERIA	NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-155-SEMARNAT-2007, QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL PARA LOS SISTEMAS DE LIXIVIACIÓN DE MINERALES DE ORO Y PLATA.	SE CONSIDERA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LOS DISTINTOS COMPONENTES DEL PROYECTO



## ÁREAS DE IMPORTANCIA

### Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Sonora (SANPES):

El proyecto no se encuentra dentro de áreas naturales protegidas o propuestas por el Gobierno del Estado. La Reserva estatal más cercana se localiza a poco más de 14 km al Norte, en el municipio de Arivechi, llamado Arivechi- Cerro Las Conchas. Dicha Reserva posee la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZCE) cuya fecha de Decreto fue en febrero del año 2000 y comprende una superficie 66,625 ha. El proyecto no interferirá con dicha Reserva.



Ubicación del proyecto, respecto al área Natural Protegida Estatal más cercana

### Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP):

De acuerdo con el SINAP para el Estado de Sonora; el área del proyecto no queda comprendida dentro de ninguna zona decretada o propuesta como área natural con algún grado de protección especial; motivo por la cual, se considera que la realización del proyecto, no se contrapone a los preceptos del citado decreto.

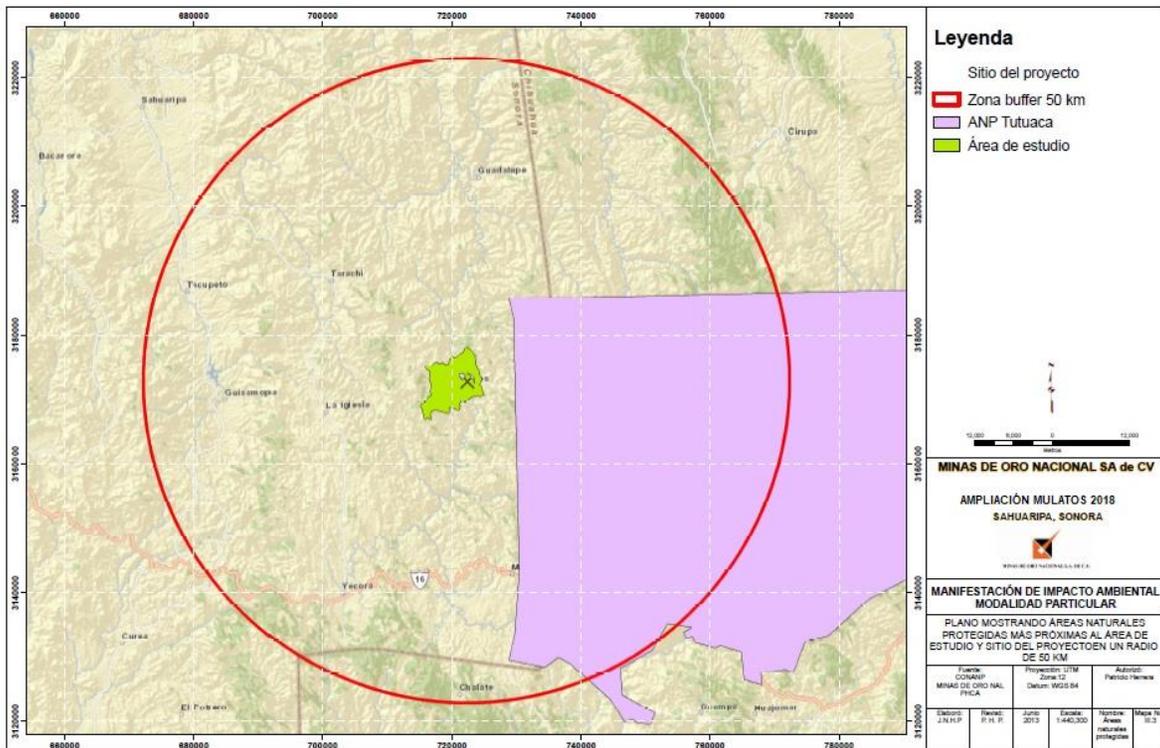
Entre las principales áreas protegidas en el Estado se señalan las siguientes:

- Reserva Forestal Nacional: Sierra de los Ajos, Buenos Aires, La Púrica.



- Zona de Reserva Natural y Refugio de la Fauna Silvestre: Isla del Tiburón.
- Reserva de Caza: Cajón del Diablo.
- Reserva Forestal Nacional y Refugio de la Fauna Silvestre: Bavispe.
- Zona de Reserva y Refugio de Aves Migratorias y de la Fauna Silvestre: Islas del Golfo de California.
- Reserva de la Biosfera: El Pinacate y Gran Desierto de Altar.
- Municipio de Bacoachi: Sierra de los Ajos, Sierra Mababi, Sierra del Oro o de Bacoachi, Sierra de la Púrica.
- Reserva de la Biosfera: Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado.
- Área de Protección de Flora y Fauna “Sierra de Álamos”.

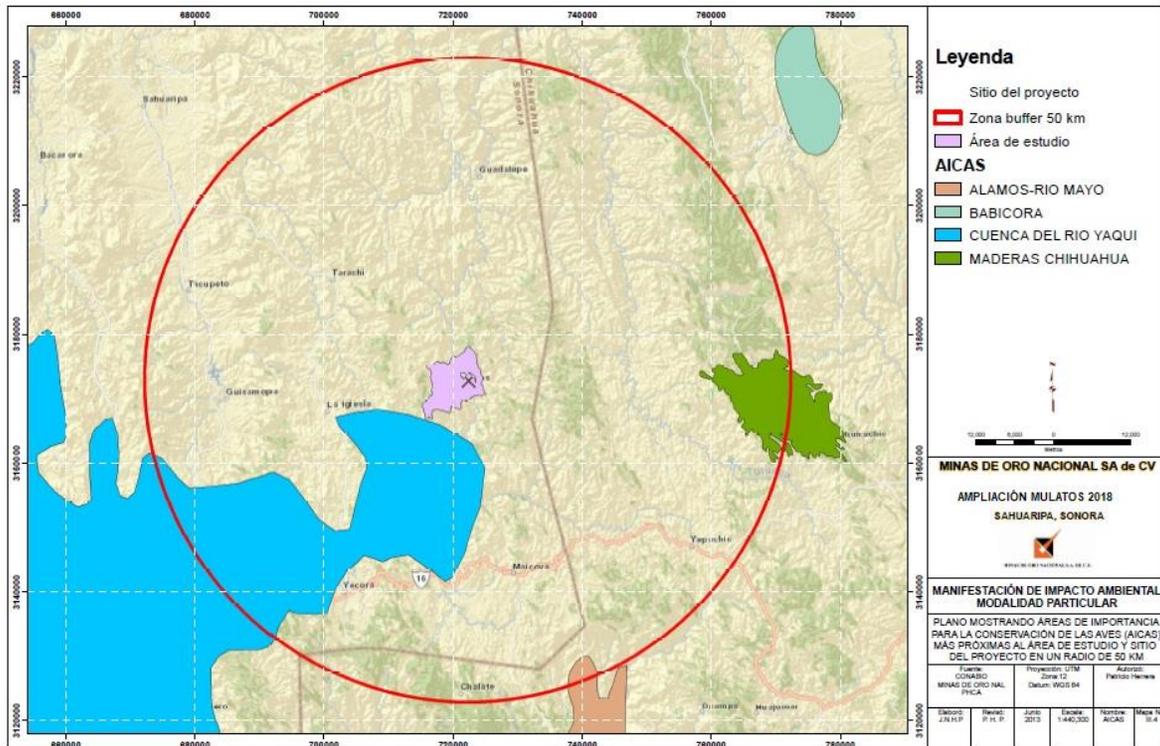
El proyecto queda totalmente fuera de alguna Área Natural Protegida de competencia federal. La ANP más cercana es el Área de Reserva Forestal de Flora y Fauna Tutuaca, ubicada en el Estado de Chihuahua, a una distancia superior a 27.4 km al Este del proyecto. El proyecto no tiene relación alguna con dicha Reserva.





**Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).**

El proyecto se encuentra fuera de alguna región de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)5. El AICA más cercana es la No.39 (nomenclatura 127) llamada Cuenca del Río Yaqui, localizada a una distancia de 5.8 km al Sur de acuerdo a la siguiente figura:

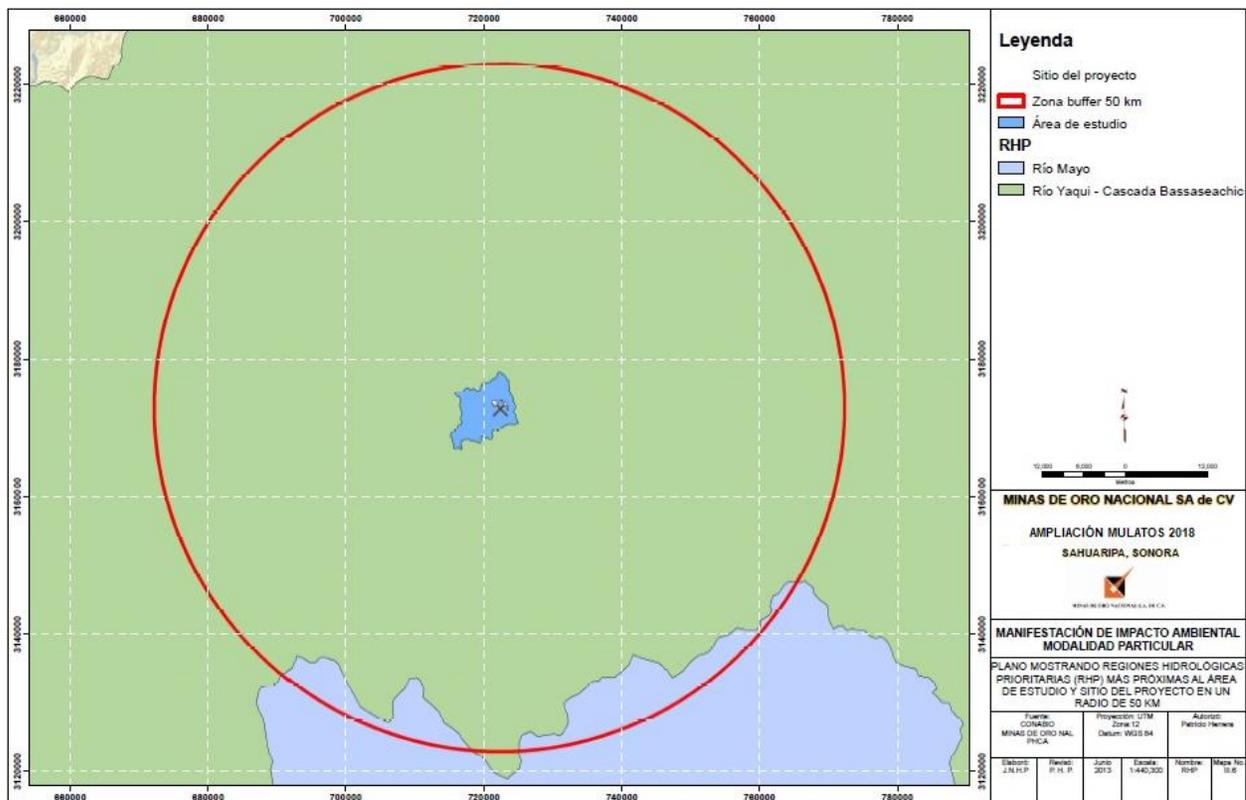


Ubicación del proyecto y áreas de importancia para la conservación de las aves en el Noroeste de México.



### Regiones Hidrológicas Prioritarias

El proyecto queda dentro de la Región Hidrológica Prioritaria #16 Río Yaqui-Cascada Basaseachi, cuyas coordenadas son 3428375 N-538198 E y 2997986 N-892915 E, es un área bastante grande que tiene una extensión de 54,716.52 km<sup>2</sup>. Esta región comprende los recursos hídricos lénticos como la Presa Álvaro Obregón, Presa Plutarco Elías Calles, pantanos dulceacuícolas y estuarios. Los recursos hídricos lóuticos que la integran son el Río Yaqui, Río Cocopaque, Río Bavispe, Río Moctezuma, Río Chico, Río Tecoripa, Río Papigochic y Río Sahuaripa, además arroyos y manantiales termales, como se aprecia en la siguiente imagen.



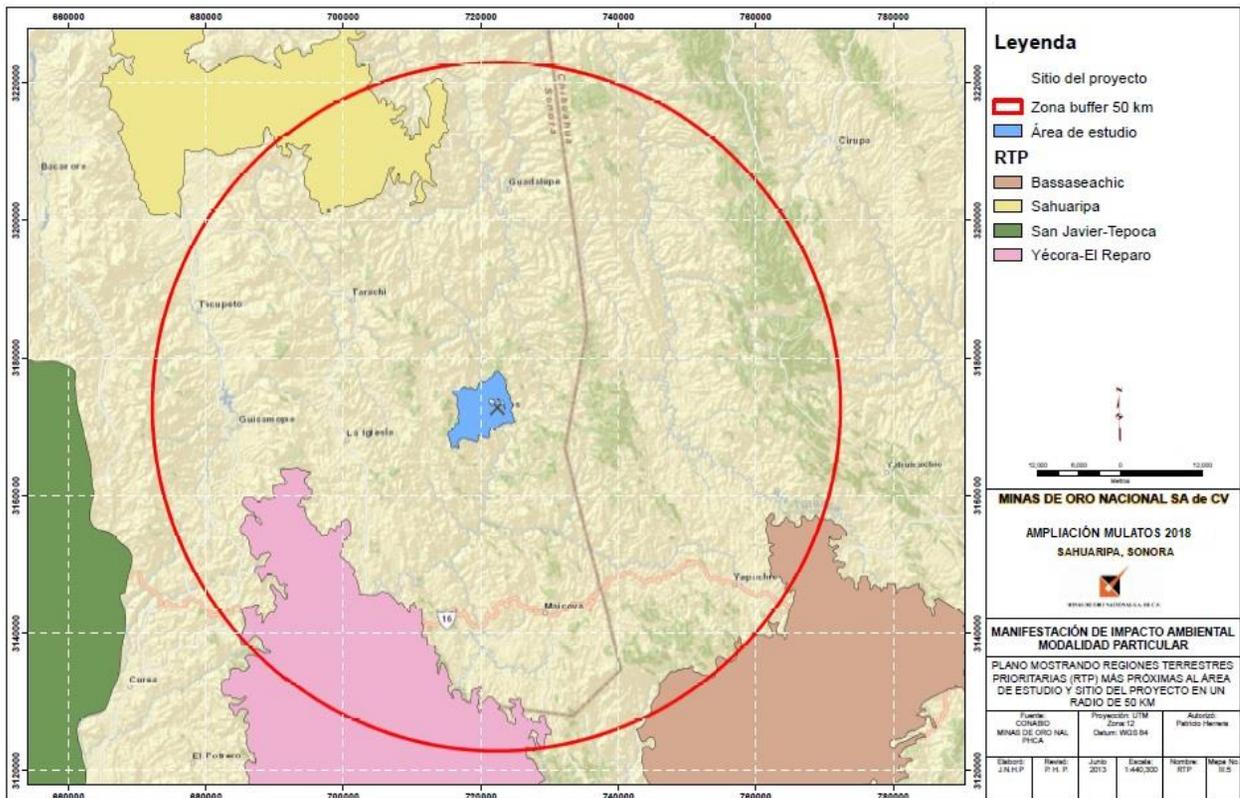
Localización del proyecto y las regiones hidrológicas prioritarias en el Noroeste de México.

Si bien el proyecto área de influencia de la Región Hidrológica Prioritaria número 16, es conveniente señalar que dicha situación, no determina ni condiciona el proyecto desde el punto de vista regulatorio, en virtud de que la definición de ésta zona como una Región Hidrológica Prioritaria, no representa una condición ni inductiva ni regulatoria. En tal virtud, como se ha señalado con anterioridad, el proyecto no se encuentra condicionado por algún instrumento de planeación.



### Regiones Terrestres Prioritarias

En cuanto a las Regiones Terrestres Prioritarias, el proyecto no se encuentra dentro o en los límites de un área de este tipo. Las RTP´s mas cercanas al proyecto son: al Norte, la RTP-43 llamada Sahuaripa, ubicada cerca de 22km del proyecto y al Sur, la RTP-36 llamada Yécora-El Reparó, a más de 14 km del proyecto, de acuerdo a la siguiente figura:



Localización del proyecto y las regiones terrestres prioritarias en el Noroeste de México



## **CAPÍTULO IV**

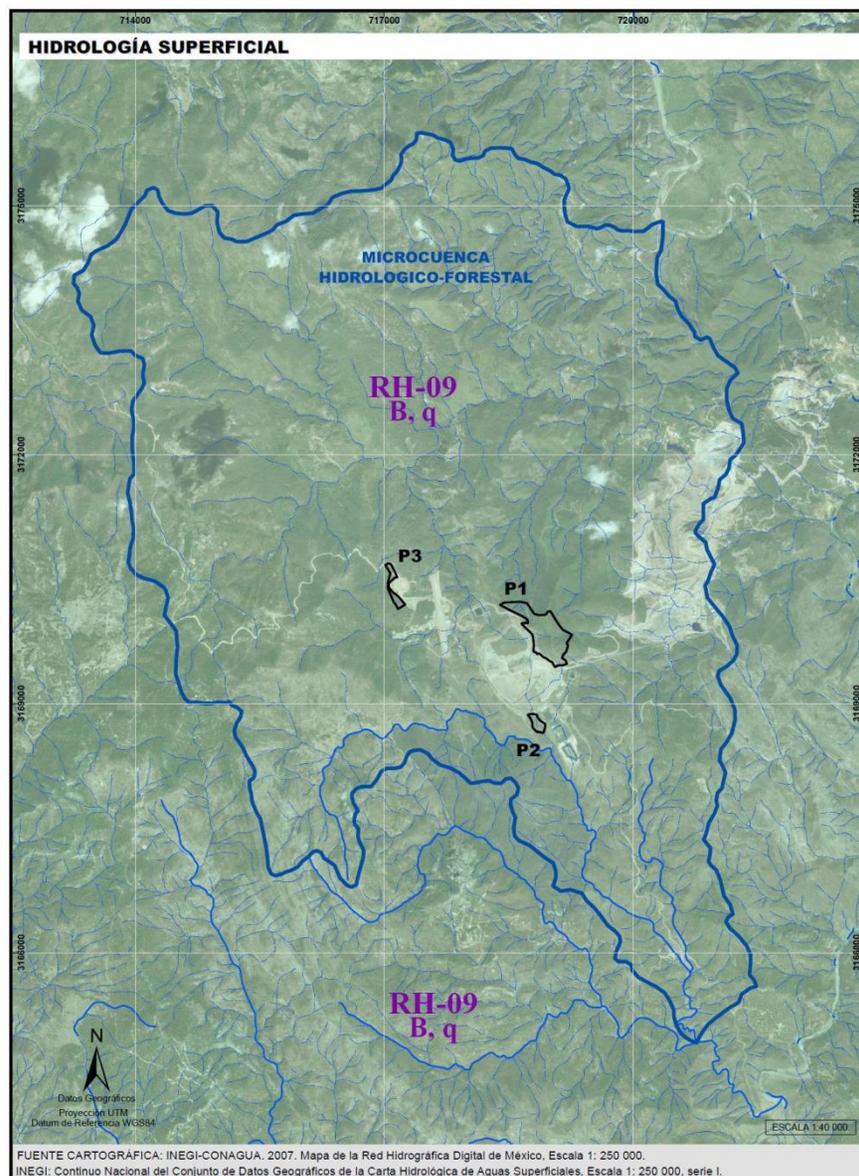
### **DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL**



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

##### IV.1. Delimitación del área de estudio.

El proyecto se ubica en la Región hidrológica RH09 Sonora Sur, en la porción central sur de la Cuenca B llamada Río Yaqui, dentro de la subcuenca del río Mulatos (Subcuenca q). En la microcuenca hidrológica forestal (MHF) delimitada para el proyecto de 5,395.30 ha.



Delimitación hidrológica de la MHF donde se ubica el proyecto



Para la delimitación del área de estudio se consideró la superficie de la microcuenca hidrológica forestal delimitada para el proyecto de 5,395.30 ha donde se encuentra en su totalidad las 32.32 ha del presente proyecto, que a su vez requieren de cambio de uso de suelo de terreno forestal (CUSTF), como se detalla más adelante, haciéndose mención que en las distintas imágenes que se presentan para esta microcuenca se manejan tres de los cuatro polígonos del proyecto dado que el polígono correspondiente a Modificación de minado del tajo El Salto presenta una superficie muy pequeña (0.0075 ha) y ya se encuentra autorizada para cambio de uso de suelo de terreno forestal, mientras que el análisis socioeconómico y de desarrollo urbano de la región se analizó con base en la relación que habrá entre el proyecto y la cabecera del municipio de Sahuaripa, Sonora.

## IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental.

### IV.2.1. Aspectos abióticos.

#### a. Clima.

##### MHF

El clima que se presenta en la cuenca según CEA, 2008, es cálido subhúmedo, con un período de lluvias definido de julio a septiembre, presentando una precipitación media anual de 475 mm. La temperatura media anual es de 20.8 °C presentando a lo largo del año grandes variaciones según la zona.

De los climas predominantes en la región de estudio destacan el muy seco, seco, semiseco y subhúmedo, con sus variantes de tipo cálido, semicálido, templado y en algunos casos semifrío, específicamente para el subhúmedo con humedad media y alta

**Clima muy seco.** Este tipo de clima se presenta en la porción sur de la cuenca, básicamente corresponde a la zona de descarga del Río Yaqui. El régimen de lluvias en esta zona es de verano, con lluvias invernales de entre el 5 y 10.2 %. Es predominantemente cálido, con temperatura media anual mayor a 22 °C.

**Clima seco.** Este clima se manifiesta hacia el sur del área de estudio, abarcando aproximadamente una sexta parte del total. Dentro de las localidades principales se encuentran El Realito, Palo Fierro, El Canelo, Los Algodones, Las Pilas, Milpillas, Técori, La Noria, El Mezquite, entre otros. El régimen de lluvias es de verano, con lluvias invernales entre el 5 y 10.2 %, típicamente cálido con temperatura media anual de 22 °C.

**El clima seco semicálido** se presenta hacia la parte norte del área de estudio, abarcando una franja desde las cercanías del poblado El Crucero, pasando por Los Hoyos, Cumpas, Moctezuma, Divisaderos, Tepache y el ejido Casa Grande. Otra franja se manifiesta más hacia el Norte, abarcando una zona desde Los Embudos hasta Villa Hidalgo. En estas zonas, el régimen de lluvias se presenta en verano, con lluvias



invernales mayores al 10.2 %. La temperatura media anual es mayor a los 18 °C, representando una zona semicálida con invierno fresco, este tipo de clima se presenta en las zonas más elevadas del área de estudio.

**Clima semiseco.** El clima semiseco cálido, representa una pequeña porción hacia el centro del área de estudio, particularmente en las poblaciones de Badesi, Sahuaripa, Arivechi y Bámori. En esta región, el régimen de lluvias se presenta en verano, también ocurren lluvias invernales mayores al 10.2 %. La temperatura media anual rebasa los 22 °C, por lo que se clasifica como clima semiseco cálido. Un poco más al sur del área, en la región de La Junta, El Águila, Los Amoles, Movas, Nuri y Colonia Oaxaca, se presentan las mismas condiciones.

Este arreglo climático de la MHF delimitada para el proyecto es de acuerdo a la siguiente tabla:

Arreglo climático de la MHF delimitada del proyecto

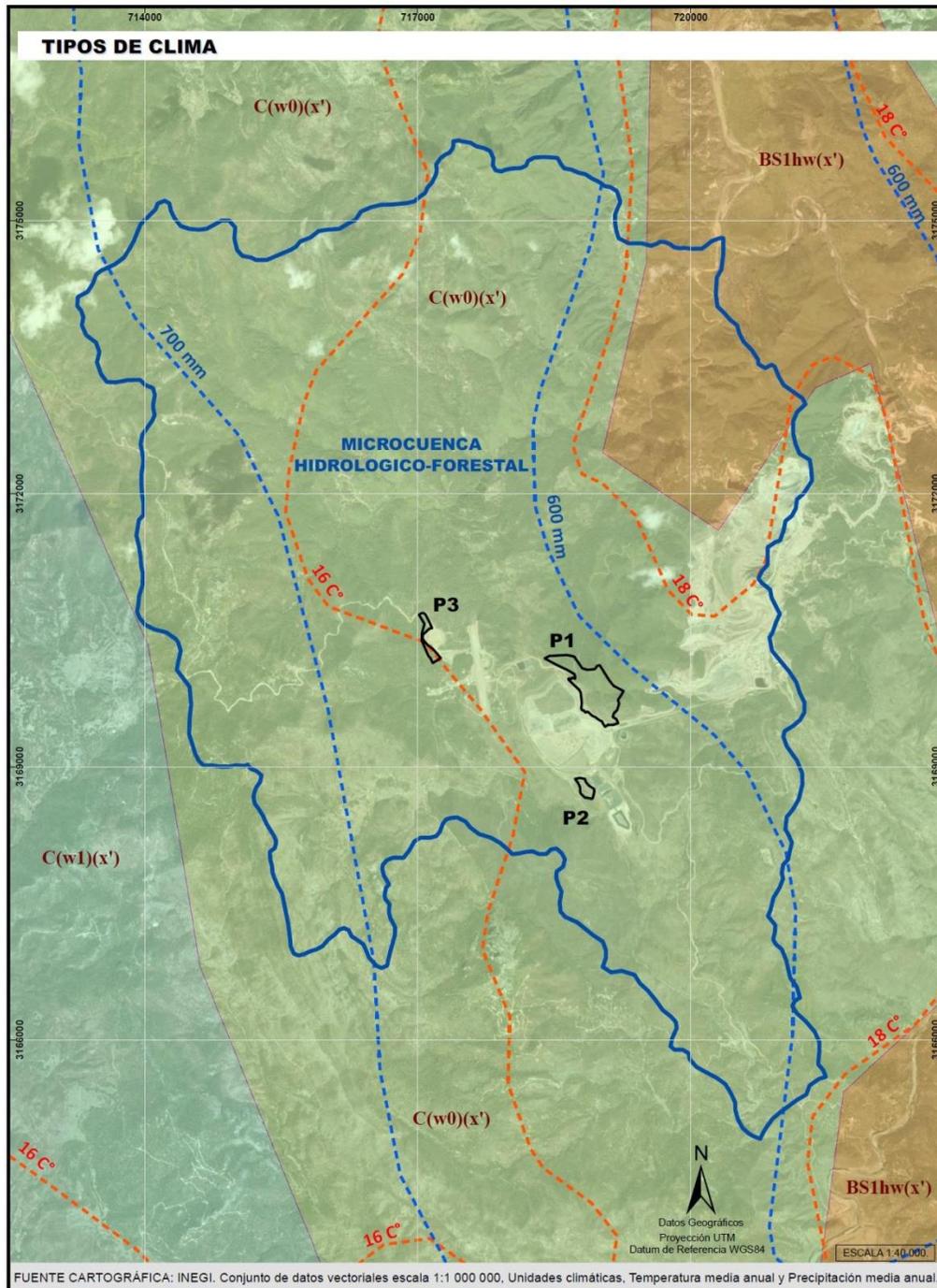
Tipo climático	Clave	Lluvia invernal (mm)	Temp media anual (oC)	Cuenca Rio Yaqui		MHF	Proyecto	
				Superficie (ha)	Proporción del atributo en la cuenca (%)		Ocupación respecto a la Cuenca Rio Yaqui (%)	Respecto a la MHF de ocupación (%)
SEMICALIDO SUBHÚMEDO	(A)C	> 10.3	18°C	100375	1.38%			
SEMISECO MUY CALIDO Y CALIDO	BS0(h)	entre 5 y 10	entre 18 y 22°C	727147	10.02%			
SECO SEMICALIDO	BS0hw	> 10.3	entre 18 y 22°C	448534	6.18%			
SECO TEMPLADO	BS0kw	> 10.3	entre 12 y 18°C	255280	3.52%			
SEMISECO MUY CALIDO Y CALIDO	BS1(h)	> 10.3	>22°C	168050	2.32%			
SEMISECO SEMICALIDO	BS1hw	> 10.3	entre 18 y 22°C	1464877	20.18%	0.04%		
SEMISECO TEMPLADO	BS1kw	> 10.3	entre 12 y 18°C	1238017	17.06%			
SECO MUY CALIDO Y CALIDO	BW(h)	entre 5 y 10	>22°C	503383	6.94%			
SUBHÚMEDO SEMIFRIO	C(E)	> 10.3	entre 5 y 12°C	810950	11.17%			
SUBHÚMEDO TEMPLADO DE MENOR HUMEDAD	C(w0)	> 10.3	entre 12 y 18°C	795613	10.96%	0.16%		
TEMPLADO SUBHÚMEDO DE HUMEDAD MEDIA	C(w1)	> 10.3	entre 12 y 18°C	686962	9.46%	0.51%	0.005%	0.60%
TEMPLADO SUBHÚMEDO DE MAYOR HUMEDAD	C(w2)	> 10.3	entre 12 y 18°C	58808	0.81%			

En particular, la MHF se ubica en el **Clima subhúmedo**. De los más secos de los climas subhúmedos, son semicálidos con invierno fresco y régimen de lluvias en verano, se manifiestan sólo en una pequeña porción, hacia el Sur del área sobre las localidades de Tepoca, Tacupeto, Las Animas y El Sauzal, característicos de humedad baja.

### Precipitación (máxima, mínima promedio anual y mensual)

En la cuenca del río Yaqui, la zona de menor precipitación se localiza en la porción occidental, hacia la planicie costera, donde el valor medio de precipitación anual es de 366.1 mm, en el valle del Yaqui. En la parte oriental, los valores de precipitación se incrementan notablemente y en la estación Yécora se alcanza un promedio anual de 875.2 mm.

El régimen pluvial en esta cuenca es variable, pero de manera general presenta dos períodos de ocurrencia, uno entre los meses de julio a septiembre en que se presentan los valores más altos, y otro que abarca de diciembre a febrero, cuando las precipitaciones son considerablemente menores. La precipitación media anual en la cuenca media y alta del río Yaqui es de 518.4 mm.



Tipo climático en la MHF del proyecto

### Temperatura (máxima, mínima y promedio anual)

La temperatura en la cuenca del Río Yaqui se obtuvo a partir de la información recopilada de 17 estaciones climatológicas distribuidas en la cuenca. Estos datos arrojan



una temperatura media anual de 22.1°C. Para las subcuencas media y alta del río Yaqui se tiene una temperatura media anual de 20.5 °C y de 22.4 °C respectivamente, mientras que para la cuenca baja la temperatura media anual es de 23.5 °C, para obtenerse un promedio de 22.1 °C en toda la cuenca.

**Registro Temperaturas en la cuenca del Río Yaqui (1980 – 2010).**

No. Estación	Nombre Estación	Temperatura media, °C	Temperatura mínima, °C	Temperatura máxima, °C
26018	OBREGON	25.1	17.4	32.6
26043	HORNOS	24.3	15.3	33
26068	P ALV OBREGON	26.1	18	33.7
26055	MULATOS	19.8	10.6	28.9
26004	ARIVECHI	21.4	11.5	31.6
26048	LA ESTRELLA	24.1	15.4	33.6
26031	EL NOVILLO	24.8	16.4	33.1
26202	TEPACHE	22.6	13.9	31.4
26251	TERAPA	21.7	12.5	30.7
26006	BACADEHUACHI	20.8	11.5	30.4
26290	HUASABAS	22	12.3	31.5
26059	NACUZARI	26.1	12	28.3
26069	P ANGOSTURA	20.9	14.3	28.1
26012	BAVISPE	18.9	10.6	28.6
26023	COL OAXACA	19.3	9.3	29.1
26022	COL MORELOS	19.9	9.5	29.8
26001	A PRIETA	17.9	8.6	26.4
Promedio		22.1	12.9	30.6

Fuente: CONAGUA, Servicio Meteorológico Nacional.

**Fenómenos meteorológicos (nortes, tormentas tropicales, huracanes, etc)**

La distribución de las formaciones montañosas con dirección predominante de SSE a NNW incide en la dirección dominante de los vientos. Así, en el verano los vientos tienen una dominancia S – N y en el invierno se invierte ésta dirección. La velocidad media del viento en condiciones climáticas normales es de 3 a 7 Km/hora. Eventualmente se presentan vientos más fuertes asociados con eventos meteorológicos.

El mayor riesgo de heladas en la cuenca del Río Yaqui se presenta en su parte alta y a lo largo de la Sierra Madre Occidental, sin afectar la zona del proyecto. De acuerdo a información de CENAPRED, mediante consulta directa del Atlas Nacional de riesgos, al norte de la cuenca del Río Yaqui donde la incidencia va de moderada (de 20 a 50 días por año) a alta (de 50 a 100 días por año), en el extremo norte de dicha cuenca cerca de la localidad de Agua Prieta y hasta la línea fronteriza, incluyendo la totalidad de la cuenca vecina denominada Río San Pedro. Y prácticamente en el resto de la cuenca del Río Yaqui y al igual que en toda la zona costera del Estado de Sonora se reportan una incidencia de heladas y nevadas, clasificada como baja (menos de 25 días por año).

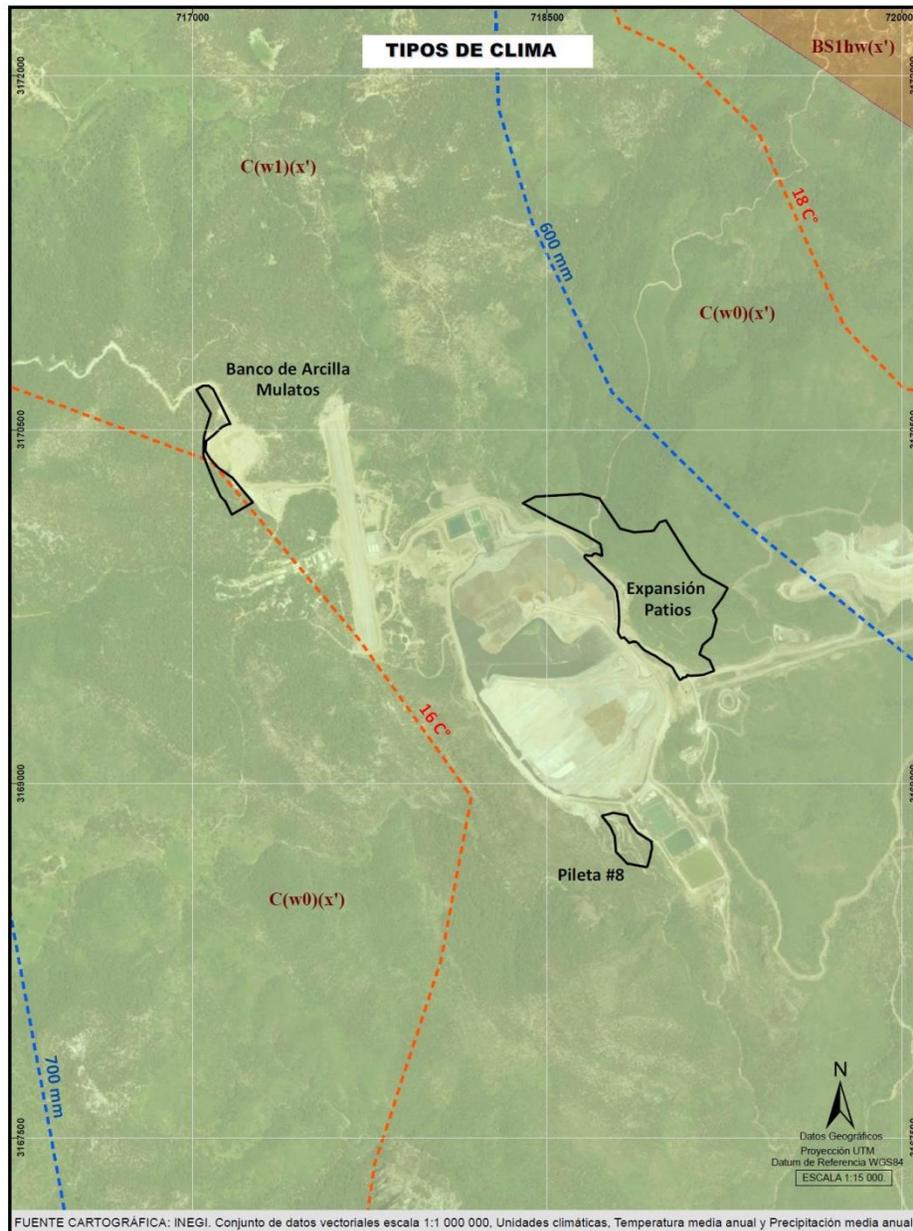
**Resumen de heladas en la Cuenca del Río Yaqui.**

Cuenca	Incidencia de heladas (días/año)		
	Cuenca Baja	Cuenca Media	Cuenca Alta
Río Yaqui	< 25	25 – 50	50 - 100



## Área del proyecto

De acuerdo a la clasificación de CONABIO (Köppen modificado por García) en la trayectoria del predio sólo se identificó un tipo de clima del tipo templado subhúmedo de humedad media con clave c(w1).



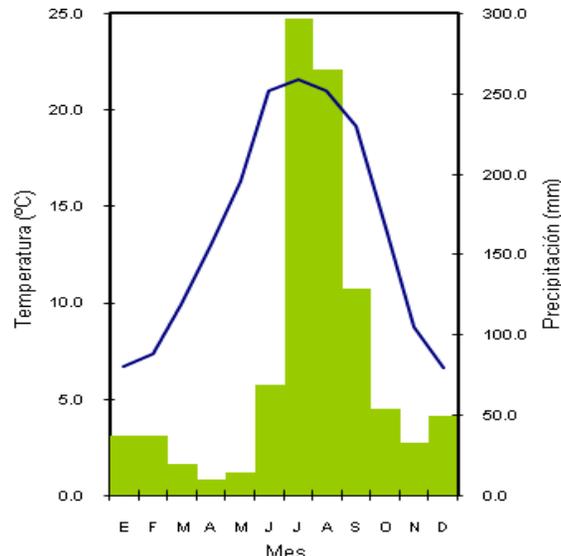
Arreglo climático para el proyecto

El clima fue caracterizado y clasificado con base en el esquema de Köppen modificado por Enriqueta García, utilizándose para ello la información climática de la



estación Mulatos 26055 obtenida de las Normales Climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional de la CNA.

La temperatura (T) media anual para esta estación es de 13.8°C. El mes más frío es diciembre con una temperatura (T) media mensual de 6.6°C y el más caliente junio con 26.1°C en promedio mensual, por lo que la oscilación térmica es de 15°C.



Climograma de la estación Mulatos 26055

### Temperatura del área del proyecto

Con base en las anteriores características y por su relación de precipitación-temperatura, se deriva que el clima es subhúmedo y por su régimen térmico es templado, toda vez que la T media del mes más frío se ubica entre -3 y 18°C y la del mes más caliente es mayor que 6.5°C, mientras que la T media anual se encuentra entre los 12 y los 18°C. Por su oscilación térmica anual se tiene que es muy extremoso. De esta forma, de acuerdo al esquema de Köppen, modificado por Enriqueta García, la nomenclatura que le corresponde al proyecto es de **C(w1)(x')**.

### Precipitación

En cuanto a régimen pluvial, el valor medio anual corresponde a 1,012.5 mm. La mayor precipitación mensual media ocurre en julio, el cual registra 296.4 mm de lluvia y corresponde con el pico de la temporada de lluvias de verano que presenta la estación. De acuerdo a las convenciones de Enriqueta García, el régimen de lluvias de verano se confirma por el hecho de que el mes más húmedo de la mitad caliente del año es 10 veces más lluvioso que el del mes más seco. Adicionalmente, la lluvia invernal (enero a marzo por convención) sólo representa el 9.3% del total anual. Como se aprecia en el climograma previo existe una marcada diferencia en cuanto a lluvia entre julio y agosto con el resto de los meses.



## Eventos meteorológicos extremos

La siguiente tabla muestra los registros de eventos meteorológicos sucedidos en el proyecto, considerando de referencia la Estación Mulatos:

Datos de eventos meteorológicos extremos de la estación Mulatos 26055.

Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Número de días con:													
Lluvia	3.5	3.0	1.8	1.1	1.6	6.1	21.0	18.5	10.9	4.1	2.6	3.7	77.9
Años con datos	29	30	30	29	30	30	30	30	29	30	29	29	
Niebla	1.3	0.9	0.4	0.3	0.1	0.6	5.1	6.1	4.7	2.2	1.4	1.2	24.3
Años con datos	29	30	30	29	30	30	30	30	29	30	29	29	
Granizo	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.4	0.8	0.8	0.4	0.0	0.0	0.0	2.6
Años con datos	29	30	30	29	30	30	30	30	29	30	29	29	
Tormenta Eléctrica	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	2.5	6.7	6.3	2.2	0.4	0.2	0.9	19.9
Años con datos	29	30	30	29	30	30	30	30	29	30	29	29	

## b. Geología.

### MHF

Como se destaca más adelante en el apartado de topografía y relieve, la Cuenca del Río Yaqui posee siete grupos morfológicos: Montaña de plegamiento, relieve volcánico, sierra, sistema de pie de monte, fluvial, lacustre y sistema cárstico. La montaña de plegamiento predomina al centro, norte y NW de la cuenca, el relieve volcánico en las estribaciones oriente y poniente de la cuenca; la sierra en la parte Norte y Este, en distintas prominencias que forman la sierra madre occidental y al suroeste de la cuenca. Los sistemas de pie de monte se encuentran concentrados al sur en los valles del Yaqui y Mayo; el sistema cárstico se encuentra en las cercanías de Cananea y al centro de la cuenca; el sistema lacustre y fluvial está en la parte sur-suroeste cerca de la franja costera.

Sobreyace de manera concordante a andesitas terciarias. Una última actividad volcánica del Terciario dio lugar a una Unidad de riolita la cual se encuentra involucrada ocasionalmente con algunos cuerpos de riodacitas y dacitas. Su textura varía de afanítica a porfídica y su color de gris claro a gris oscuro. Regionalmente esta unidad se encuentra formando sierras altas aunque su presencia en el área es muy puntual y desordenado. Está estrechamente asociada a diferentes desarrollos mineros de plata, oro y cobre. Una unidad de conglomerado tuvo lugar en el Terciario. Esta es otra unidad de conglomerado de origen continental formada por conglomerados polimícticos, cuyos fragmentos están subredondeados y son derivados principalmente de rocas intrusivas y extrusivas, con diámetros que varían de 1 a 15 cm en una matriz areno arcillosa. Esta unidad constituye el principal relleno en los valles de origen tectónico en el área. Su expresión morfológica es en lomeríos al pie de las sierras y aflora ampliamente en el área de estudio. Hidrológicamente es de alta importancia ya que representa un alto potencial para constituir acuíferos.



En particular, la geología donde se ubica el proyecto encaja dentro de un modelo tectónico distensivo, caracterizado por altos y bajos estructurales, el cual se encuentra relleno de sedimentos clásticos, así como el producto de la escoria basáltica que conforma una zona de Malpaís; el horts quedaría representado por el conjunto de sierras que rodean el valle hacia sus lados este, sur y oeste. La estratigrafía de la región está conformada por una serie de rocas sedimentarias que presenta un rango de edad Paleozoico Superior-Cretácico Inferior, así mismo se tienen afloramientos de rocas volcánicas terciarias y cuaternarias, que cubren a la secuencia sedimentaria y una secuencia granular reciente que cubre discordantemente a las unidades anteriores.



Representación geológica de la MHF



Se tiene sólo un tipo de roca para la MHF siendo la toba riolítica ígnea extrusiva Tom(R-Ta) la dominante.

### Sismicidad

El proyecto se desarrollará en un área de muy baja sismicidad. Se ubica dentro de la zona B del esquema establecido por el Servicio Sismológico Nacional para efecto de diseño antisísmico. Dicha zona se caracteriza por una frecuencia de sismos muy baja y, en caso de movimientos telúricos se esperaría una aceleración del suelo menor al 10% del valor de la gravedad. De hecho, en esta parte del estado no se presentó ningún movimiento telúrico con magnitud mayor a 6 en todo el siglo XX.



Además, la región es tectónicamente inactiva, cesando toda actividad en las fallas y fracturas observadas en tiempos geológicos muy remotos por lo que no se conoce de evidencias de movimientos recientes. Por lo tanto, se factible concluir que el riesgo sísmico en la zona es bajo.

### Presencia de fallas y fracturamientos

Con base en su orientación se reconocen cuatro juegos de fallas: (1) E-W, (2) NW-SE a NNW-SSE; (3) NNW-SSE a N-S; y, (4) NE-SE. El primero está representado por fallas de alto ángulo de orientación E-W que comúnmente muestran desplazamiento de tipo normal. En el sitio del proyecto solamente cortan a las rocas intermedias de la secuencia volcánica inferior por lo que se puede decir que es el más antiguo. Sin embargo, en la imagen de satélite se aprecia que en la región ha afectado también a la



secuencia volcánica superior y de hecho este tipo de fallamiento ha sido observado en distintas partes de la Sierra Madre Occidental.

Adicionalmente a los rasgos antes mencionados, tanto en el sitio del proyecto como en la región existen otro tipo de estructuras caracterizadas por su naturaleza curvilínea la cual es producto, por estar genéticamente relacionadas a los procesos de formación y emplazamiento, de las rocas ígneas volcánicas e intrusivas someras de esta parte de la Sierra Madre Occidental. En escala varía de pequeña a grande, siendo las mayores seguramente los vestigios de paleocalderas desarrolladas durante el vulcanismo ácido de la secuencia volcánica superior.

Por otra parte, el fracturamiento tectónico generado concomitantemente al vulcanismo fue también reducido por efecto del emplazamiento de material ígneo en las fallas y otros conductos, persistiendo en gran parte el formado posteriormente. Sin embargo, el fracturamiento tectónico es de naturaleza localizada encontrándose a lo largo de los elementos estructurales y en la intersección de los mismos.

### **Derrumbes**

Si bien las pendientes altas, son un factor que puede favorecer el movimiento de masa, se puede decir que el riesgo por este tipo de fenómenos geológicos es moderado. Durante el trabajo de campo no se observaron evidencias de deslizamientos o derrumbes de consideración dentro del perímetro que contendrá las obras mineras propuestas. Las zonas más susceptibles son las que presentan pendientes muy altas o escarpes francos pero éstas condiciones ocurren en extensiones relativamente muy limitadas.

### **Inundaciones**

Las características topográficas y el tipo de relieve hacen que no exista riesgo por inundaciones.

### **Otros (Actividad volcánica)**

Por otro lado, la zona es inactiva desde el punto de vista volcánico, por lo que no existe riesgo relacionado a este aspecto. El vulcanismo por el cual es famosa la Sierra Madre Occidental cesó en el Mioceno Temprano, presentándose posteriormente actividad volcánica de forma esporádica hasta la formación de la unidad basáltica de la Mesa de Aterrizaje, que es la más joven. No existen dataciones para tal cuerpo pero se considera que no puede ser más joven que el Plioceno.

### **Área del proyecto**

En el predio se presenta sólo un tipo de roca, Tom(R-Ta), roca ígnea extrusiva tipo Reolita-Tona Ácida, coincidiendo en la ocupación de las rocas dominantes de la MHF.



Geología del predio

### Fallas y fracturamientos

En el área de estudio abundan las fallas, fracturas y lineamientos que varían en escala desde centímetros hasta varios kilómetros en longitud. En las imágenes de satélite y Figuragrafía aérea, se reconocieron primordialmente rasgos de alto ángulo que pueden



corresponder, a juzgar por las observaciones de campo, a fallas normales y de desplazamiento horizontal, algunas de las cuales son de carácter regional. Así mismo, en los planos geológicos revisados (Servicio Geológico Mexicano, INEGI y de la compañía disponibles), muestran también elementos estructurales de alto ángulo. Sin embargo, no se puede descartar la presencia de fallas de bajo ángulo pero su detección está más allá del alcance de este trabajo. Por otro lado, también se reconocieron una gran cantidad de lineamientos circulares de distintas escalas.

Las estructuras presentan diversas orientaciones, coincidiendo las regionales y las locales, reconociéndose distintos juegos. En el análisis que sigue se dejan fuera los lineamientos circulares. Se reconocieron 550 lineamientos que se puede apreciar muestran toda la gama posible de dispersión azimutal.

### **Sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica**

En el área del proyecto no se identificaron rasgos geomorfológicos que pudieran indicar que se encuentra en una zona tectónicamente activa y por lo tanto susceptible al fenómeno de la sismicidad. De hecho, dista cientos de kilómetros de las zonas sísmicas activas más cercanas que son la región del Golfo de California y el NE del estado de Sonora. El Servicio Sismológico Nacional, con el fin de contribuir al diseño antisísmico, clasifica al país en cuatro zonas con base en su sismicidad. El proyecto se localiza en la zona B de este esquema, la cual se caracteriza por una frecuencia muy baja de sismos, y en caso de que se presenten, se esperaría una aceleración del suelo menor al 10% del valor de la gravedad.

Igualmente, no existe evidencia de vulcanismo activo. Así mismo, el riesgo por inundación es descartado toda vez que las instalaciones del proyecto se desplantarán en partes altas y sin corrientes pluviales de consideración.

Los principales riesgos geológicos que pueden presentarse en el área son los relacionados con los movimientos de masa asociados a la fuerza de gravedad y a las condiciones hidroclimáticas de la región. Las altas pendientes, presencia de fallas y fracturamiento, y un régimen de lluvia relativamente alto para el estado de Sonora, son factores que facilitan los deslizamientos (translacionales o rotacionales de bloques de roca), desprendimientos, derrumbes, caídas de rocas y la reptación sobre todo del manto coluvial.

Es importante mencionar que en el análisis de la Figuragrafía aérea y la imagen satelital, así como durante el trabajo de campo, no se identificaron sitios donde se haya presentado el deslizamiento de bloques rocosos, sin que esto signifique que se pueda descartar esta posibilidad. Por otro lado, en zonas de muy altas pendientes, se observaron flujos de rocas, desprendimiento y caídas de rocas, aunque su extensión es relativamente limitada y alejada de toda actividad antropogénica. En todas las obras de ingeniería que se desarrollen se deberá tomar en consideración lo precedente así como el tener cuidado al modificar el soporte de las masas de material geológico (roca, coluvión, suelo).



Dado que el suelo en general es muy irregular, delgado o no existente, tampoco se pudieron identificar deslizamiento de suelos. Sin embargo, se considera factible que se presente el proceso de reptación del manto coluvial en aquellas laderas de pendiente mayor, pero igualmente en tales condiciones no se desplantarán las instalaciones mineras. Debido a que el material geológico del área, se considera mínima la posibilidad de otros movimientos de masa tales como el flujo de lodo y similares.

### c. Fisiografía.

#### MHF

La cuenca Río Yaqui queda dentro de la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Occidental, esta provincia se divide en cuatro subprovincias: Sierras y Valles del Norte, Sierras y Cañadas del Norte, Pie de la Sierra y Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses.

En particular, la Provincia de la Sierra Madre Occidental teniendo como Subprovincia a Barrancas, debe su origen a actividad ígnea que ocurrió en el Oligoceno-Mioceno que sepultó rocas ígneas intrusivas y sedimentarias. El relieve que presenta actualmente se debe a empujes verticales más recientes, aunque localmente, la estructura geológica es un tanto compleja, pues grandes fallas y emplazamientos de rocas ígneas intrusivas han elevado al nivel de erosión a paquetes de rocas sedimentarias. Esta zona presenta gran cantidad de ríos y arroyos que fluyen hacia el suroeste que han dado origen a profundas barrancas.

Arreglo fisiográfico en la cuenca del Río Yaqui y MHF de referencia al proyecto

Clave	Nombre de la provincia	Cuenca Río Yaqui	Proyecto	
		Superficie (ha)	Ocupación respecto a la Cuenca	Respecto a la MHF de ocupación (%)
III	SIERRA MADRE OCCIDENTAL	6376273	0.00%	0.60%
IV	SIERRAS Y LLANURAS DEL NORTE	403103		
VII	LLANURA COSTERA DEL PACÍFICO	446595		
N/A	NO APLICABLE	33722		

Clave	Nombre de la subprovincia	Cuenca Río Yaqui	Proyecto sujeto a CUSTF	
		Superficie (ha)	Ocupación respecto a la Cuenca	Respecto a la MHF de ocupación (%)
8	SIERRAS Y LLANURAS SONORENSES	409501.7		
9	SIERRAS Y VALLES DEL NORTE	1663739.7		
10	SIERRAS Y CAÑADAS DEL NORTE	3668420.6	0.00%	0.60%
11	SIERRAS Y LLANURAS TARAHUMARAS	440622.6		
12	PIE DE LA SIERRA	99516.4		
13	GRAN MESETA Y CAÑONES	94471.4		
18	LLANURAS Y MEDANOS DEL NORTE	403103.6		
32	LLANURA COSTERA Y DELTAS DE	446594.9		
N/A	NO APLICABLE	33722		



## Pendiente media y porcentajes mínimos y máximos

El relieve del terreno en la Cuenca del Río Yaqui posee siete grupos morfológicos: Montaña de plegamiento, relieve volcánico, sierra, sistema de pie de monte, fluvial, lacustre y sistema cárstico. La montaña de plegamiento predomina al centro, norte y NW de la cuenca, el relieve volcánico en las estribaciones oriente y poniente de la cuenca; la sierra en la parte Norte y Este, en distintas prominencias que forman la sierra madre occidental y al suroeste de la cuenca. Los sistemas de pie de monte se encuentran concentrados al sur en los valles del Yaqui y Mayo; el sistema cárstico se encuentra en las cercanías de Cananea y al centro de la cuenca; el sistema lacustre y fluvial está en la parte sur- suroeste cerca de la franja costera.

Resumen topográfico de la Cuenca del Río Yaqui.

Pendientes medias	Pendientes máximas	Exposiciones predominantes
Del 3% al 13%	Del 10% al 35%	Sierra Los Ajos-Púrica, Buenos Aires y la Madera.

El conjunto de cerros y montañas pertenecen a la Sierra madre occidental. La cuenca baja, desde las localidades de Esperanza y Ciudad Obregón hasta la costa, donde son muy pocas y bajas las elevaciones montañosas. Comprende las sierras de Bacatete, la Ventana, Baroyeca, el Encinal, La Sebastiana, Mazatán, las Palomas, las Guijas, los Ajos, las Maderas, Buenos Aires y el Tigre. Los recursos hídricos principales lo comprenden: las presas Álvaro Obregón, Plutarco Elias Calles y La Angostura, pantanos dulceacuícolas, estuarios, charcas temporales, llanuras de inundación y lagos; y los ríos Yaqui, Cocoraque, Bavispe, Moctezuma, Chico, Tecoripa, Papigochic, Sahuaripa, arroyos y manantiales termales.

Al ser un terreno accidentado e irregular, los componentes que pueden resultar relevantes al proceso de degradación y pérdida de suelo, es la pendiente que promueve la erosión hídrica mayormente por arrastre de sedimentos, así como suelos primarios de tipo Regosol, y Phaeozem siendo suelos susceptibles a la erosión dentro de la MHF.

## Área del proyecto

El área de estudio se ubica en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Occidental que alcanza una amplia extensión territorial, pues corre por aproximadamente 10° de latitud (Álvarez, 1958), con una orientación Nornoroeste-Sursureste, desde la frontera con los Estados Unidos, en los estados de Sonora y Chihuahua, hasta el centro del país donde termina limitando con el Eje Neovolcánico. Abarca así, además de los estados antes mencionados, parte de los territorios de Durango, Sinaloa, Zacatecas, Aguascalientes y Jalisco. De acuerdo al esquema clasificatorio del INEGI, la Sierra Madre Occidental se divide en cuatro subprovincias en el estado de Sonora. El proyecto se localiza en la zona suroeste de la Subprovincia de Sierras y Cañadas del Norte, la cual se comparte con el vecino estado de Chihuahua.

## Provincia Sierra Madre Occidental

La Sierra Madre Occidental se encuentra casi totalmente dentro del territorio nacional, ya que sólo comparte una pequeña porción con los Estados Unidos de



América. Tiene una orientación noroeste-sureste y termina en las colindancias con el Eje Neovolcánico. Limita al oeste con las provincias: Llanura Sonorense y Llanura Costera del Pacífico, y al este con las de Sierras y Llanuras del Norte, Sierra Madre Oriental y Mesa del Centro. Comprende parte de los estados de: Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Nayarit, Aguascalientes y Jalisco.

Este sistema montañoso se formó a partir de la extrusión a gran escala de los materiales volcánicos que lo integran, cuyos espesores se calculan de 1 500 a 1 800 m, y que cubren rocas sedimentarias más antiguas; todo esto tuvo su origen en el Terciario Inferior o Medio. Predominan en este sistema rocas ácidas. La sierra, hacia el occidente, muestra una escarpa (pendiente pronunciada) imponente, mientras que hacia el oriente tiene un descenso gradual hasta las regiones llanas del centro. Sobre el dorso central de la sierra, que se levanta de 2 500 a 3 000 msnm, los materiales volcánicos se encuentran depositados en amplios mantos tendidos que forman las elevadas mesetas típicas de la provincia. Una particular conjunción de actividad tectónica, rasgos litológicos, distribución de fracturas y procesos erosivos hídricos, propició la excavación de profundos cañones cuyos ejemplos más espectaculares se dan sobre la vertiente occidental de la sierra. Los sistemas de topoformas dominantes en toda la provincia son mesetas y mesetas asociadas con cañones. En la franja oriental se tienen cadenas montañosas y valles de orientación noreste-suroeste, producto de los fallamientos que acompañaron a los procesos de levantamiento durante el Pleistoceno.

En la región norte de la provincia los climas son secos y semisecos, que varían, según la altitud, de cálidos y semicálidos a templados y semifríos; en tanto que en las porciones centro y suroeste las condiciones son cálidas y semicálidas subhúmedas.

Dominan en general bosques de encinos y coníferas en las partes altas de la sierra. Sobre las vertientes occidentales se extienden las selvas caducifolias, y en los declives orientales los matorrales y pastizales.

En esta sierra se originan numerosos ríos, unos drenan hacia el oeste y otros (no en igual cantidad) hacia el oriente. De norte a sur, en la vertiente occidental corren los ríos Magdalena, Sonora, Yaqui, Mayo, Fuerte, Sinaloa y Culiacán; más al sur se encuentran otros no tan importantes, hasta el río San Pedro, único que nace en la vertiente oriental y drena al oeste. En el declive oriental, también de norte a sur, se localizan los ríos Casas Grandes, Santa María y del Carmen; así como el Florido y otros afluentes del Conchos. Todos estos ríos cuentan con presas que alimentan a los diferentes distritos de riego vecinos, tanto del lado oriental como occidental de la sierra.

Cuatro subprovincias de la Sierra Madre Occidental quedan comprendidas dentro de los límites estatales: Sierras y Valles del Norte, Sierras y Cañadas del Norte, Pie de la Sierra y Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses; el proyecto que nos ocupa pertenece a la subprovincia Sierras y Cañadas del Norte.

#### Subprovincia Sierras y Cañadas del Norte.

La subprovincia Sierras y Cañadas del Norte comprende una superficie de 23



211.42 km<sup>2</sup>; engloba la totalidad de los municipios de Bacerac, Nácori Chico, Sahuaripa, Arivechi y Bacanora; también abarca parte de los de Agua Prieta, Bavispe, Nacozari de García, Ures, Huachinera, Bacadéhuachi, Divisaderos, Tepache, San Pedro de la Cueva, Soyopa, Onavas, Rosario y Yécora.

En su parte occidental todas las cimas se levantan por arriba de 1,000 msnm, y de 2,000 en el oriente. La cumbre más elevada, con 2,520 msnm, se ubica en el extremo norte, en la sierra San Luis. Estas sierras de laderas escarpadas, entre las cuales se localizan valles intermontanos, están constituidas principalmente de rocas volcánicas ácidas, pero existen también grandes franjas basálticas burdamente orientadas norte-sur.

Los ríos que nacen en el norte de esta región drenan hacia el sur, y hacia el norte los que se originan en el sur, de tal manera que se reúnen sus corrientes en el río Aros, afluente del Bavispe, y por tanto del río Yaqui. Esto se debe al fallamiento en bloques con diversas inclinaciones.

Del estado de Sonora, se ubican en esta Subprovincia, en su totalidad, los municipios de Sahuaripa (al que pertenece el proyecto minero), Arivechi, Nácori Chico y Bacerac, mientras que parcialmente se alojan los municipios de Agua Prieta, Bavispe, Nacozari de García, Huachinera, Bacadehuachi, Divisaderos, Tepache, San Pedro de la Cueva, Soyopa, Ónavas, Rosario y Mulatos.

La principal característica de la Subprovincia de Sierras y Cañadas del Norte es estar conformada predominantemente por sierras altas, de laderas escarpadas, y ocasionales valles intermontanos relativamente angostos. Su origen es principalmente endógeno, tanto volcánico como tectónico, con la incidencia de los procesos de modelado.

Así, los rasgos fisiográficos de la subprovincia se derivan de la erosión y el intemperismo de, principalmente, cuerpos volcánicos del Terciario, así como del tectonismo de alto ángulo, también Terciario, que en algunos casos resultó en la generación de cuencas rellenas de material sedimentario. Al igual que para el resto de la Provincia, son típicas las rocas volcánicas ácidas, riolitas e ignimbritas principalmente, bastante resistentes a la erosión, así como un paquete de rocas volcánicas intermedias.

En la sección Sonorense de la subprovincia, las alturas varían de los 500 a los 2,520 m.s.n.m., siendo común que en la zona oriental de la misma, las cimas de las montañas se ubiquen por arriba de los 2,000 m.s.n.m., mientras que en el occidente alcanzan alturas por arriba de los 1,000 m.s.n.m. (INEGI, 1993). Consistente con esta característica, en el área del proyecto las cimas cerriles principales van de los 1,900 a los 2,120 m.s.n.m. En virtud de la alta resistencia a la erosión y a la potencia del paquete volcánico, son comunes en la subprovincia los acantilados, las cañadas, las laderas empinadas y los valles en V.



La mayoría de los ríos principales que nacen en la subprovincia, sobre todo en sus partes E y S, fluyen hacia el N o al NNW. Ejemplo de esto son los ríos Sahuaripa, Bacanora, Mulatos y Bavispe (parte alta) en el estado de Sonora, y los ríos Sírupa y Tutuaca en el estado de Chihuahua. El río Yaqui, el más caudaloso, apenas se interna en el extremo NW de la subprovincia, alimentándose de las aguas de las corrientes anteriores.

### **Sistema de topofomas y condiciones del relieve**

El terreno en el área de estudio presenta las características de la Subprovincia Fisiográfica de Sierras y Cañadas del Norte de la Sierra Madre Occidental, así que se caracteriza por lo quebrado y abrupto de la topografía, distinguiéndose diferentes zonas en cuanto al relieve. La elevación mayor la constituye el pico del cerro El Realito que alcanza los 2,120 m.s.n.m, en el NE del área.

Por elevaciones se reconocen tres zonas diferentes en el área de estudio. La de mayor extensión corresponde a casi la mitad del área, con una delimitación aproximadamente triangular que va desde la esquina SE del cuadrángulo a su borde N casi por la esquina NW del mismo.

#### **d. Suelos.**

##### **MHF**

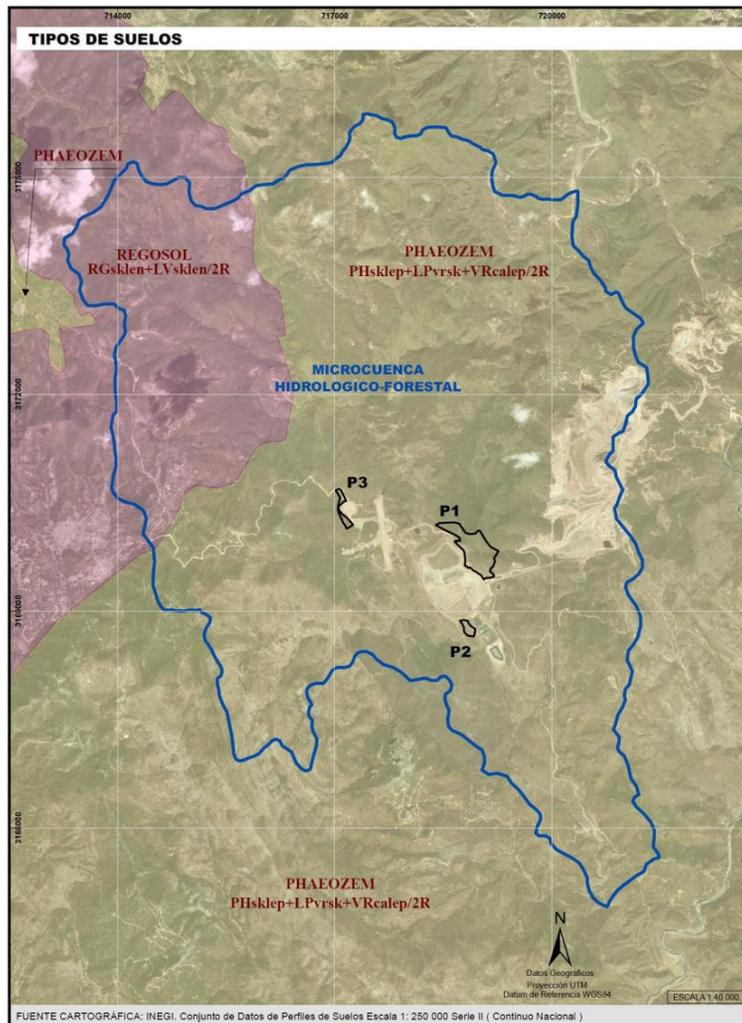
Los tipos de suelo predominantes en la cuenca del Río Yaqui son: regosol éútrico de clase textural media (Re/2), litosol de clase textural media (l/2), cambisol éútrico de clase textural media (Be/2), regosol éútrico de clase textural gruesa (Re/1), cambisol crómico de clase textural media (Bc/2) y feozem háplico de clase textural media (Hh/2). En general, los suelos de la región donde se localiza el predio en estudio, son combinaciones diversas basadas en las unidades de Regosol, Litosol, Feozem, Vertisol Fluvisol, Xerosol y Rendzina. Las asociaciones dominadas por Regosol, Rendzina y Litosol se localizan en las partes altas y lomeríos.

Por su lado, las asociaciones relacionadas con Fluvisol, Feozem, Xerosol y Vertisol se ubican en las partes bajas y planicies. Las unidades de suelo Rendzina y Regosol son suelos poco profundos y de textura media a gruesa, con una fase física de gravosa a lítica. Los datos correspondientes a su estructura los definen como suelos con un débil a moderado desarrollo edafológico. El Vertisol, y Fluvisol, poseen una textura variada entre media y gruesa con profundidades mayores a 1 m. Desde el punto de vista edafológico son suelos que van de débil a moderado desarrollo con una fase física petrocálcica. En la Cuenca Hidrológica Forestal (MHF), se identifica dos tipos de suelo primario del tipo Regosol, Feozem bien representados en la Cuenca del Río Yaqui de acuerdo a la siguiente tabla:



Arreglo edafológico de la MHF

Clave	Tipo de suelo	Cuenca Río Yaquí	Proyecto	
		Superficie (ha)	Ocupación respecto a la Cuenca	Respecto a la MHF de ocupación (%)
AC	ACRISOL	816		
AR	ARENOSOL	14663		
CL	CALCISOL	217056		
CM	CAMBISOL	141880		
DR	DURISOL	71078		
FL	FLUVISOL	90558		
GL	GLEYSOL	492		
KS	KASTAÐOZEM	9812		
LP	LEPTOSOL	1896749		
LV	LUVISOL	313634		
PH	PHAEOZEM	1770230	0.002%	0.60%
PL	PLANOSOL	2976		
RG	REGOSOL	1910745		
SO	SOLONCHAK	166075		
UM	UMBRISOL	100560		
VR	VERTISOL	494716		
NA	NO APLICABLE	57672		



Tipos de suelos en la MHF



## **Estado de conservación del suelo**

Se entiende por erosión eólica el proceso de disgregación, remoción y transporte de las partículas del suelo por la acción del viento. Es la remoción del suelo por acción del viento; es mayor a medida que disminuye la cubierta vegetal, por haber menor resistencia para que se inicie el movimiento. En el área de estudio, la cubierta de suelo está afectada tanto por fuerzas hídricas como eólicas. Con base en lo reportado por De la O, et al, (2009) la pérdida de suelo por erosión es más significativa por el efecto hídrico que el eólico. Si bien estos valores no son del área de la MHF, en áreas de suelo normal la erosión hídrica alcanza valores tan altos como 355 ton/ha/año. Eólicamente se tiene un deterioro de 5.5 ton/ha.año para suelos normales como máximo. El caso particular de la erosión hídrica se considera severo por estar por arriba de las 200 ton/ha.año con base en lo establecido por el INE-SEMARNAT y Universidad Autónoma Chapingo (2007). En el año 2002, la SEMARNAT y el Colegio de Postgraduados, realizaron el estudio de la Degradación de los Suelos causada por el Hombre escala 1:250,000. Este proyecto fue elaborado a partir de una valoración directa de los suelos de México en campo, y se basó en la metodología de Evaluación de la Degradación del Suelo causada por el Hombre, conocida como ASSOD (1997), por sus siglas en inglés, la cual establece el tipo de degradación actual de los suelos, sus niveles de afectación, las extensiones (superficies) que ocupan, las tasas actuales que presentan y las causas que la originan, utilizando como mapa base la delimitación de sistemas terrestres, sobre los espacio mapas del INEGI a una escala de 1:250,000.

Martínez y Fernández (1983) determinaron la erosión en el país con base en la relación entre la producción de sedimentos el área de drenaje de las diferentes subregiones hidrológicas. De acuerdo a esto, el proyecto se encuentra ubicado en la Subregión 9, en la que la erosión de los suelos se ubica entre 2 y 3 ton/ha/año, la cual se considera como una erosión leve. Al ser un terreno accidentado e irregular, los componentes que pueden resultar relevantes al proceso de degradación y pérdida de suelo, es la pendiente que promueve la erosión hídrica mayormente por arrastre de sedimentos, así como suelos primarios de tipo Regosol, y Phaeozem siendo suelos susceptibles a la erosión dentro de la MHF.

## **Área del proyecto**

El tipo de suelos involucrado en el proyecto resulta en su totalidad en el tipo de Feozem, mismos que se verán afectadas, aunque sea un valor muy reducido.



Tipos de suelo en el predio

### Estado de conservación del suelo

La erosión es la remoción del suelo por la acción de agentes físicos como el agua o el viento, dando como resultado que las capas superiores y más fértiles sean sustituidas por otras pedregosas y áridas.

En el área de estudio, la cubierta de suelo está afectada tanto por fuerzas hídricas como eólicas. Con base en lo reportado por De la O, et al, (2009) la pérdida de suelo por



erosión es más significativa por el efecto hídrico que el eólico. En áreas de suelo normal la erosión hídrica alcanza valores tan altos como 355 ton/ha/año. Eólicamente se tiene un deterioro de 5.5 ton/ha/año para suelos normales como máximo. El caso particular de la erosión hídrica se considera severo por estar por arriba de las 200 ton/ha.año con base en lo establecido por el INE-SEMARNAT y Universidad Autónoma Chapingo (2007).

En el año 2002, la SEMARNAT y el Colegio de Postgraduados, realizaron el estudio de la Degradación de los Suelos causada por el Hombre escala 1:250,000. Este proyecto fue elaborado a partir de una valoración directa de los suelos de México en campo, y se basó en la metodología de Evaluación de la Degradación del Suelo causada por el Hombre, conocida como ASSOD (1997), por sus siglas en inglés, la cual establece el tipo de degradación actual de los suelos, sus niveles de afectación, las extensiones (superficies) que ocupan, las tasas actuales que presentan y las causas que la originan, utilizando como mapa base la delimitación de sistemas terrestres, sobre los espacio mapas del INEGI a una escala de 1:250,000.

En este estudio se encontró que el proceso más importante de degradación de suelos, es sin duda, la erosión hídrica, cuya superficie afectada en el país es de 37% (73'606,690 ha). Sus efectos más dramáticos se observan con la formación de cárcavas, que comprenden una extensión del 12% del territorio nacional (24'212,857 ha), lo que conduce a tener zonas de baja producción o improductivas para cualquier actividad económica.

Más aún, este tipo de erosión afecta a las capas superficiales de las tierras mexicanas en aproximadamente 25% (50 millones de ha), en las que todavía es posible desarrollar actividades agropecuarias y forestales, a pesar de que se presente una baja considerable en la producción, y en las que se puede revertir este fenómeno mediante el uso y manejo sustentable del recurso.

Otros tipos de degradación importantes son: la erosión eólica, que afecta al 15% de la superficie nacional, principalmente en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas o secas y la degradación química (salinización y contaminación por desechos urbanos e industriales), que se encuentra principalmente en las zonas agrícolas y abarca 13 millones de ha a nivel nacional, de las cuales 6.6 corresponden a aquellas afectadas por salinidad.

En cuanto a las causas identificadas que afectan a los diferentes procesos de degradación del suelo, se adoptaron los mismos grupos de factores causales propuestos en la metodología de ASSOD. Los agentes causales de la degradación del suelo no sufrirán cambio alguno con la presencia del proyecto ya que éste no tendrá interacción alguna con ellos, por lo que se concluye que los agentes causales continuarán su acción con independencia de la presencia del proyecto bajo evaluación. Para el caso de los escurrimientos superficiales (degradación hídrica), el método constructivo y la implantación de las medidas preventivas planteadas, aseguran que la presencia del proyecto no intervendrá en forma alguna con ellos.

Martínez y Fernández (1983) determinaron la erosión en el país con base en la relación entre la producción de sedimentos el área de drenaje de las diferentes



subregiones hidrológicas. De acuerdo a esto, el proyecto se encuentra ubicado en la Subregión 9, en la que la erosión de los suelos se ubica entre 2 y 3 ton/ha/año, la cual se considera como una erosión leve. A continuación se evalúan la erosión hídrica y eólica en la superficie sujeta a CUSTF.

### **Cálculo de erosión Hídrica:**

Para estimar la cantidad de suelo que se pierde actualmente por erosión en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la que se incrementaría al realizar la remoción de la vegetación forestal se ha utilizado la fórmula universal de pérdida de suelos modificada con parámetros obtenidos del Manual de Ordenamiento de la SEDUE, ya que esta metodología no es la correspondiente a la ecuación universal de los suelos, la cual se emplea en el proceso de Ordenamiento General del Territorio y dada mediante la siguiente ecuación:

$$Eh = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO$$

#### **Dónde:**

Eh= Erosión hídrica

IALLU= Índice de agresividad de la lluvia (variable dependiente de la precipitación media anual)

CAERO= Coeficiente de erodabilidad (variable dependiente del tipo de suelo)

CATEX= Calificación de textura y fase del suelo

CATOP= Calificación de la topografía (porcentaje de pendiente) CAUSO= Calificación por uso del suelo (cobertura de vegetación)

La metodología requiere de la preparación de 7 pasos intermedios que se mencionan a continuación:

1. PECRE: Período de crecimiento,
2. IALLU: Índice de agresividad de la lluvia,
3. IAVIE: Índice de agresividad del viento,
4. CAERO: Coeficiente de erodabilidad,
5. CATEX: Calificación de textura y fase
6. CATOP: Calificación de la topografía,
7. CAUSO: Calificación por uso del suelo

**El índice de agresividad de la lluvia por su parte (IALLU)**, se determina mediante la siguiente expresión:

$$IALLU = 1.1244 \\ (PECRE) - 84.693$$

La variable **PECRE** se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de vegetación. El período de crecimiento se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo (media anual). Su estimación se hace con base a la expresión:



$$PECRE = 0.2408 (PREC) - 0.0000372 (PREC)^2 - 88.475$$

Donde:

PREC: Precipitación media anual (mm)

Con todo este antecedente, señalamos que la estimación de la tasa erosiva en el área CUSTF se hizo mediante el modelo diseñado por la SEDUE, que como se habrá visto, comprende todas las variables de la EUPS con sus respectivos ajustes.

El dato de precipitación media anual se obtuvo del promedio de la estación meteorológica 26055 Mulatos la cual es la cercanas al área de estudio, con un rango de datos de 1951-2010, obteniendo una precipitación promedio de 767.4 mm.

$PECRE = 0.2408 (PREC) - 0.0000372 (PREC)^2 - 33.1019$		
PREC	mm	767.40
0.2408	0.2408 (PREC)	184.78992
0.000037200	() - 0.0000372 (PREC) <sup>2</sup>	21.90718267
33.101900000	-33.1019	33.101900000
PECRE =		129.781
$IALLU = 1.1244 (PECRE) - 14.7875$		
1.124400000	1.1244 (PECRE)	145.9255735
	14.787600000	14.787600000
IALLU =		131.138
$IALLU = 1.1244 (PECRE) - 14.7875$		
1.124400000	1.1244 (PECRE)	145.9255735
	14.787600000	14.787600000
IALLU =		131.138

Para el resto de las variables los valores que le corresponden están en función de lo que a continuación se indica.

**CAERO:** Para la evaluación de la erosión laminar hídrica se elaboró la capa de coeficiente de erodabilidad (CAERO) con base en los valores que se detallan en la tabla siguiente, reclasificando la capa de edafología. Para esta variable existen los valores tabulados en la siguiente tabla considerando el tipo de suelo.

Reclasificación de la edafología para el cálculo del coeficiente de erodabilidad

CAERO	Unidades de suelo							
0.5	Af	An	Bf	Bh	Cg	Ch	Ck	Cl
	E	Fa	Fh	Fo	Fp	Fr	Fx	Gc
	Gh	Gm	Hc	Hg	Hh	Hi	Jc	Lf
	Nd	Nc	Nh	Od	Oe	Ox	Qa	Qc
	Qf	Q1	Rc	Th	Tm	U	Zm	
1.0	Ag	Ac	Bc	Bd	Be	Bg	Bk	Gd
	Ge	Gp	Jd	Je	Kh	Kk	Kl	Lc
	Lg	Lk	Lo	Ma	Hg	Ph	Pl	Rd
	Re	Sm	To	Tv	Wh	Wm	Zg	Zo
2.0	Ao	Ap	Bv	Bx	Dd	De	Dg	Gx
	I	Jt	La	Lp	Lv	Pf	Pg	Po
	Pp	Rx	Sg	Vc	Vp	Wd	We	Ws
	Wx	Xh	Xk	X1	Xy	Yh	Yk	Y1



La clase valor de CAERO es de 1.0 para suelo Feozem.

**CATEX:** El valor de esta variable está dado por el tipo de textura y fase de los suelos, como se muestra en la siguiente tabla.

Textura y fase del suelo para el cálculo de la variable CATEX

CATEX	Textura y Fase
0.2	Gruesa
0.3	Media
0.1	Fina
0.5	Fase pedregosa o gravosa

Para este caso es una textura media dando un valor de **CATEX de 0.3**

**CATOP:** Esta variable está influenciada por la pendiente.

Valores de la pendiente para el cálculo de la variable CATOP

CATOP	Clase de pendiente	Rango (%)
0.35	A	0 – 8
3.50	B	8 – 30
11.00	C	Mayor del 30

El valor de **CATOP es de 0.35** ya que nuestra pendiente está comprendida entre el rango 0–8% (pendiente media estimada en 3.22%).

**CAUSO:** Esta variable queda determinada a partir del uso de suelo y vegetación en el sitio. Esta capa da como resultado la erosión hídrica expresada en términos de toneladas por hectárea por año.

Valores CAUSO a partir de los usos del suelo

Uso de suelo y vegetación	CAUSO
Agricultura de riego	0.8
Agricultura de temporal	0.8
Asentamientos humanos	0
Bosque de encino	0.1
Bosque de encino secundario	0.11
Bosque de encino-pino	0.10
Bosque de galería	0.05
Bosque de pino-encino	0.1
Bosque de pino-encino secundario	0.11
Chaparral	0.11
Cuerpo de agua	0
Matorral desértico micrófilo	0.15
Matorral sarcocaulé	0.15
Matorral desértico rosetófilo	0.15
Selva baja espinosa	0.15
Mezquital	0.15
Selva baja espinosa	0.12
Pastizal halófilo	0.12
Pastizal inducido	0.12



Pastizal natural	0.12
Sin vegetación aparente	0.4
Vegetación de galería	0.1
Vegetación halófila	0.12
Zona urbana	0

El valor de **CAUSO** es de **0.1**, además cabe mencionar que para el escenario con la implementación del proyecto será necesario el valor de CAUSO sin vegetación aparente, el cual es **0.40**.

El mapa se reclasifica para obtener un mapa con 4 categorías, desde erosión nula a erosión muy alta ya que a cada clase se asignan los valores de la tabla siguiente:

Valores para la elaboración del mapa de erosión hídrica

Categoría	Valor de la erosión laminar (ton/[Ha*año])
Ligera	Menor de 12
Moderada	De 12 a 50
Alta	De 50 a 200
Muy Alta	Mayor de 200

En la siguiente tabla se presenta el resumen de la estimación de la erosión antes y después del proyecto.

Estimación de la erosión hídrica.

Variable	Estimación Sin proyecto	Estimación Con proyecto
	Valor	Valor
PECRE	129.781	129.781
IALLU	131.138	131.138
CAERO	1	1
CATEX	0.3	0.3
CATOP	0.35	0.35
CAUSO	0.10	0.4
Tasa de erosión/ha	1.3769	4.8193
Tasa de erosión total (área del proyecto)	44.5030	155.7604

Al realizar el comparativo entre la tasa erosiva actual total que es de 44.503 toneladas y la que resultó posterior al establecimiento del proyecto y sin medidas de mitigación que es de 155.7604 toneladas, tenemos un incremento de 111.257 toneladas. Esta cantidad refleja lo que deberá de mitigar o compensar debido a la erosión hídrica con las obras de conservación de suelos.

Incremento de la erosión hídrica en el área de CUSTF

Antes del CUSTF		Después del CUSTF		Incremento (toneladas)
Tasa De Erosión/Ha (toneladas)	Erosión Total (toneladas)	Tasa De Erosión/Ha (toneladas)	Erosión Total (toneladas)	
1.377	44.503	4.819	155.760	111.257



### Cálculos de erosión eólica

Para estimar la erosión eólica de los suelos se ha utilizado la Ecuación Universal de Perdida de Suelos (EUPS), que ha demostrado ser un modelo que permite medir en campo, la erosión actual y potencial además se utiliza como un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión. La tasa máxima permisible de pérdida de suelo es de 10 t/ha mayores pérdidas significan degradación. Para estimar la erosión del suelo se puede estimar la siguiente ecuación:

$$E = (R) * (K) * (LS) * (C)$$

Dónde:

E= erosión del suelo t/ha año.

R= Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr

K= Erosionabilidad del suelo

LS= Longitud y grado de pendiente

C= Factor de vegetación.

**El factor R (Erosividad)** es calculado de acuerdo a la región donde se ubica la comunidad conforme a la siguiente ecuación:

$$R = 3.6752 * P - 0.00172 * P^2$$

Los resultados obtenidos fue 1,807.436 de acuerdo al siguiente cálculo:

R=	3.6752	(P)	-	0.00172	(P) <sup>2</sup>
	3.6752	767.4	-	0.00172	(767.4) <sup>2</sup>
	2820.34848		-	1012.912747	
	<b>1,807.436 Mj/ha mm/hr</b>				

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

Para la estimación de este factor se utilizó el cuadro de valores estimados por Morgan, 1985 en él se muestran los valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y contenido de materia orgánica.

Para esta región, donde se localiza el área de estudio los terrenos son de textura media de tipo arcillo arenoso (francos) con escasa materia orgánica evidenciada por el color claro del suelo, con un porcentaje de materia orgánica de 0.0 a 0.5, por lo que el valor de K sería de 0.014.

$$K = 0.014$$



Valores de erosionabilidad de los suelos estimados por Morgan, 1985

TEXTURA	% DE MATERIA ORGÁNICA		
	0.0-0.5	0.5.-2.0	2.0-4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón arcillo- arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo-limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo-arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo-limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013-.029		

**Longitud y Grado de pendiente (LS).**- Este factor considera la longitud y el grado de pendiente. De acuerdo a la estimación, resultó un valor menor, siendo 2.85%, de acuerdo a lo siguiente:

$$s = \left( \frac{H_f - H_i}{L} \right) * 100$$
$$\frac{(1729-1698)}{1089} * 100$$

**2.85 %**

Para calcular **LS (el factor de grado y longitud de la pendiente)** se utiliza la siguiente fórmula:

$$LS = (y^m) * (0.0138 + (0.00965) * (S) + (0.00138) * (S^2))$$

Dónde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

$y$  = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno

m = Parámetro cuyo valor es 0.5

Considerando los valores de longitud de la pendiente y la longitud propuestas en cambio de uso del suelo, el resultado fue de 1.70.



$$LS = (r^m) * (0.0138 + (0.00965) * (S) + (0.00138) * (S^2))$$

$$LS = \frac{(1098)^{0.5}}{33} * (0.0138 + 0.00965 * 2.85 + 0.00138 * (2.85)^2)$$

$$LS = 0.0138 + 0.02702 + 0.0108192$$

**1.70**

### Estimación de la Erosión Actual en el predio CUSTF.-

Para estimar la erosión anual es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas para reducir la erosión.

**C= 0.1**  
Bosque natural de productividad Baja (cobertura vegetal), entonces el valor de C sería de 0.1

$$E = (R) * (K) * (LS) * (C)$$

**4.31**

Es decir, en erosión eólica, existe un potencial de 4.31 ton/ha de erosión, en la superficie del proyecto, 32.32 ha.

### **Erosión total:**

Finalmente, integrando las estimaciones de erosión eólica e hídrica para el proyecto, tenemos los siguientes resultados:

Como se puede observar en la siguiente tabla la erosión total a mitigar es de 529.354 toneladas en el área del proyecto (requerirá CUSTF), esta erosión se obtuvo al sumar la erosión hídrica a mitigar y la erosión eólica.

Considerando además las obras de mitigación para la retención de suelos que son desarrolladas en el Capítulo VI de este documento, resulta el siguiente balance:

Erosión hídrica y eólica

Erosión		Escenario 1	Escenario 2	Erosión a mitigar por clase	Total a mitigar	Mitigación /Obras (ton)	Residual (ton)
		Sin Proyecto	Con proyecto				
Hídrica	Erosión/Ha	1.377	4.819	111.257	529.354	756.725	227.370
	Erosión/CUSTF	44.503	155.760				
Eólica	Erosión/Ha	4.312	17.248	418.097			
	Erosión/CUSTF	139.366	557.463				
		5.689	22.068				

### **Tasa de erosión que se presenta en las condiciones actuales**

Se estimó la erosión hídrica y eólica, resultando en ambos casos, como más relevante la erosión eólica. La erosión potencial aportada por el proyecto, está combatida



con las medidas de mitigación que revierten dicha condición (Ver Capítulo VI de este documento). Previo al proyecto, el potencial de erosión del suelo es de 5.689 ton/ha en el predio del proyecto (aportado en 1.377 ton/ha por erosión hídrica y 4.312 ton/ha por erosión eólica).

Tasa de erosión en las condiciones actuales del predio

		Escenario 1	
Erosión		Sin Proyecto	
Hídrica	Erosión/Ha	1.377	
	Erosión/CUSTF	44.503	
Eólica	Erosión/Ha	4.312	
	Erosión/CUSTF	139.366	
		5.689	

### Tasa de erosión que se presentaría una vez eliminada la vegetación forestal

En el escenario 2, ésto se verá potencialmente incrementado por el desmonte y la ocupación de las 32.32 ha para dar paso al CUSTF, lo que representa una erosión total a mitigar.

Estimación de erosión antes y después del proyecto

		Escenario 1	Escenario 2
Erosión		Sin Proyecto	Con proyecto
Hídrica	Erosión/Ha	1.377	4.819
	Erosión/CUSTF	44.503	155.760
Eólica	Erosión/Ha	4.312	17.248
	Erosión/CUSTF	139.366	557.463
		5.689	22.068

### Tasa de erosión implementando las medidas de mitigación para el proyecto.

Con la ejecución del proyecto, la erosión potencialmente se incrementado por el desmonte y la ocupación de las 32.32 ha para dar paso al CUSTF, hasta en 22.068 ton/ha, lo que representa una erosión total a mitigar de 529.354 ton totales.

Estimación de erosión antes y después del proyecto

		Escenario 1	Escenario 2	Erosión a mitigar por clase	Total a mitigar
Erosión		Sin Proyecto	Con proyecto		
Hídrica	Erosión/Ha	1.377	4.819	111.257	529.354
	Erosión/CUSTF	44.503	155.760		
Eólica	Erosión/Ha	4.312	17.248	418.097	
	Erosión/CUSTF	139.366	557.463		
		5.689	22.068		

Sin embargo, se prevé la ejecución de 2,912 terrazas individuales, así como la construcción de 5 zanjas bordo que totalizan una retención de 3,772.249 ton de suelo durante 3 años, alcanzándose a revertir el proceso potencialmente erosivo desde el año 3 con una retención por encima de la afectación para generar un residual positivo de 227.370 ton de retención de suelo adicional.



En particular, el dimensionamiento de las terrazas individuales, representan en lo individual, una cepa de 0.7 m de diámetro a 40 cm de profundidad, con un volumen de 0.15 m<sup>3</sup>, mismas que retiene cada una 0.216 ton de suelo. Por su parte, las zanjas bordo, poseerán una profundidad de 0.80 m, con un ancho de 1.5 m y 15 m de largo, para retener individualmente 25.830 ton de suelo.

Dimensionamiento de las terrazas individuales y las zanjas bordo

Obra Conservación Suelo	Volumen del cuerpo prismático (m3)	Peso volumétrico del suelo (ton/m3)	Suelo retenido (tons)	N° obras	Retención obras (tons)
Zanjas bordo	18.00	1.435	25.830	5	129.150
Terraza Individual	0.15		0.216	2912	627.575
Total					756.725

#### e. Hidrología superficial y subterránea.

##### MHF

La Región Hidrológica en la que se encuentra el proyecto Ampliación Mulatos 2018, es la Región Hidrológica 9 Sonora Sur, esta región es la que abarca mayor superficie en Sonora, se extiende en la porción oriental desde Agua Prieta hasta Yavaros, prolongándose por Chihuahua, ocupa 63.64% de la superficie estatal. Tiene un relieve con fuertes contrastes altimétricos, la mayoría de sus corrientes nacen en la Sierra Madre Occidental, y la integran las siguientes cuencas:

Región Hidrológica (RH-9) Sonora Sur	
Cuenca s	
A	Río Mayo (7.03%)
B	Río Yaqui (29.98%)
C	Río Matape(5.03%)
D	Río Sonora (14.78%)
E	Río Bacoachi (6.82%)

El área del proyecto se localiza en la Cuenca B. Río Yaqui, ubicándose específicamente en la parte central de la Subcuenca Río Mulatos.

#### **CUENCA RÍO YAQUI.**

La cuenca del Río Yaqui es la más relevante de esta región hidrológica por la extensión que comprende, 29.98% del territorio estatal. La precipitación media anual es de 527 mm, volumen medio precipitado de 30,426.3 Mm<sup>3</sup> anuales, coeficiente de escurrimiento de 7.9% para tener un volumen anual drenado de 2,403.68 Mm<sup>3</sup>. Dicho río nace 50 Km al noroeste de Creel, Chihuahua, a una altitud de 2,982 m, con el nombre de arroyo Cueva del Toro. La topografía sobre la que fluye es accidentada en su cabecera y



suave hacia la costa. Recibe gran número de afluentes, entre ellos los ríos: Bonito, Aros, Bavispe (cuyas aguas son controladas por la presa La Angostura) y Moctezuma. Sobre el cauce del Río Yaqui se localizan las presas Plutarco Elías Calles, Álvaro Obregón y Lázaro Cárdenas, en el río Bavispe. De menor capacidad son las presas: Jacinto López, en el arroyo Cuquiarachic, El Tapiro, en el arroyo Cerro Colorado; Divisadero en el arroyo homónimo, Adolfo de la Huerta sobre el arroyo Nácori Chico; La Calabaza, en el río Bacanora; Cajón de Onapa, en el río Sahuaripa y Maximiliano R. López, en el arroyo Bachoco. El agua de estas corrientes se utiliza en los Distritos de Riego No. 18 "Vicam" y No. 41 "Río Yaqui", ubicados en la costa. El principal uso es agrícola y, en menor escala, doméstico, industrial y pecuario.

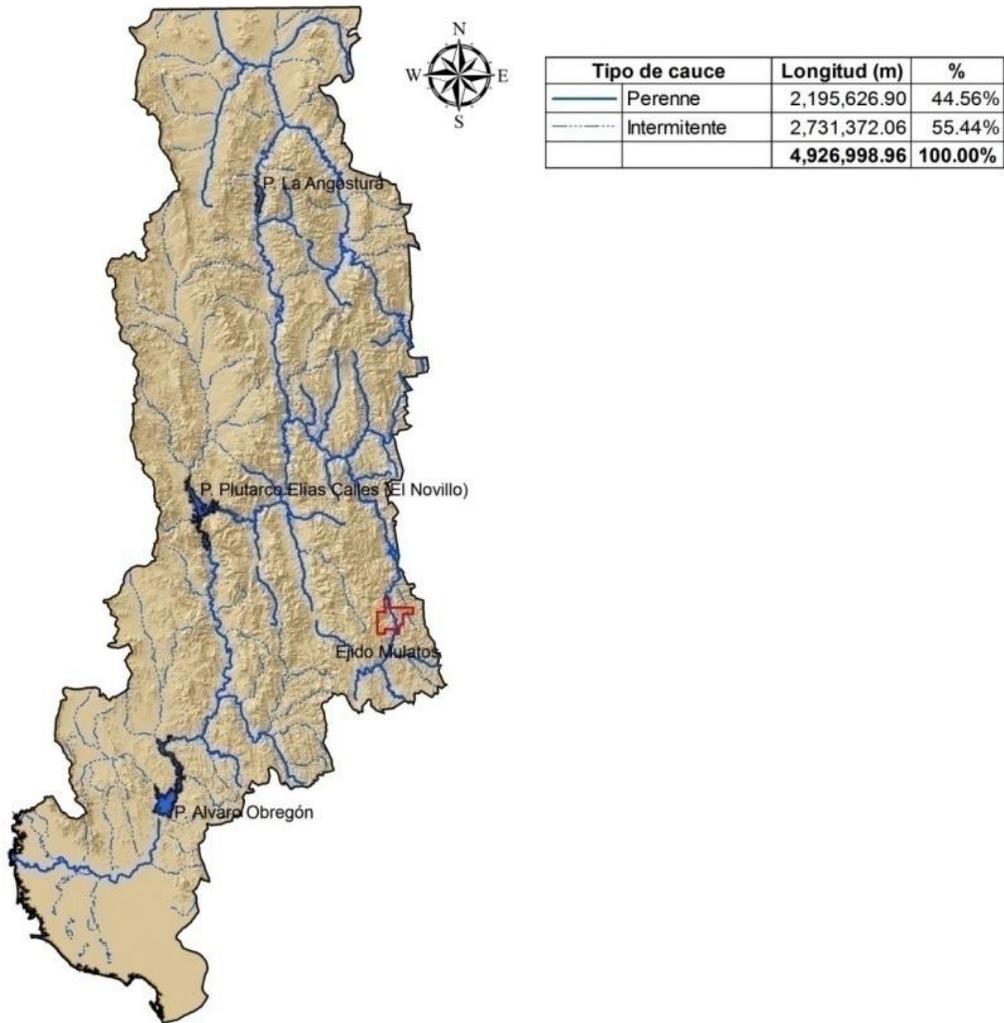
La Cuenca del Río Yaqui abarca los municipios de Agua Prieta, Arizpe, Arivechi, Bacadehuachi, Bacanora, Bacerac, Bacoachi, Bacum, Banamichi, Baviacora, Bavispe, Cajeme, Cananea, La Colorada, Cumpas, Divisaderos, Etchojoa, Fronteras, Granados, Guaymas, Huachineras, Huasabas, Huepac, Mazatán, Moctezuma, Naco, Nacori Chico, Nacozari de García, Navojoa, Onavas, Quiriego, Rosario, Sahuaripa, San Javier, San Pedro de la Cueva, Soyopa, Suaqui Grande, Tepache, Villa Hidalgo, Villa Pesqueira y Yécora .

Esta cuenca está conformada por las siguientes subcuencas:

Cuenca Río Yaqui	
Subcuencas	
d	Río Bavispe Bajo
e	Río Bavispe – La Angostura
f	Río Batepito
g	Río Agua Prieta
h	Río Moctezuma

El escurrimiento dentro de la cuenca es de 20 a 50 mm. Además, presenta material consolidado con posibilidades medias, ya que la constituyen rocas que tienen fracturamiento y porosidad moderados; tal es el caso de la andesita, basalto y conglomerado del Terciario localizados al norte de Bacoachi, al este de Cumuripa y en forma más extensa, entre las sierras El Encinal y San Luis, al este de la presa Álvaro Obregón, así como al oeste y sur, en las orillas del vaso de la presa La Angostura, en el valle de Moctezuma, donde hay conglomerado en depósitos masivos de origen aluvial de composición y granulometría diversa.

El escurrimiento dentro de la cuenca es de 20 a 50 mm. Además, presenta material consolidado con posibilidades medias, ya que la constituyen rocas que tienen fracturamiento y porosidad moderados; tal es el caso de la andesita, basalto y conglomerado del Terciario localizados al norte de Bacoachi, al este de Cumuripa y en forma más extensa, entre las sierras El Encinal y San Luis, al este de la presa Álvaro Obregón, así como al oeste y sur, en las orillas del vaso de la presa La Angostura, en el valle de Moctezuma, donde hay conglomerado en depósitos masivos de origen aluvial de composición y granulometría diversa.



Hidrología Superficial de la Cuenca Río Yaqui.

Los afluentes principales dentro de la cuenca son: el río Bavispe, el cual nace en el estado de Chihuahua corriendo en sentido de norte a sur, posteriormente, al unirse con el afluente del río Aros, pasa a ser río Yaqui con 410 Km de distancia, iniciando en las estribaciones de la Sierra Madre Occidental para desembocar en el Golfo de California. Su curso se encuentra interrumpido por varias presas hidroeléctricas, que crean importantes embalses como los de la presa El Novillo (Plutarco Elías Calles), la presa Lázaro Cárdenas (La Angostura) y la presa Álvaro Obregón (El Oviáchic). Además de con fines hidroeléctricas, proporcionan agua para la irrigación de la zona agrícola del Valle del Yaqui.

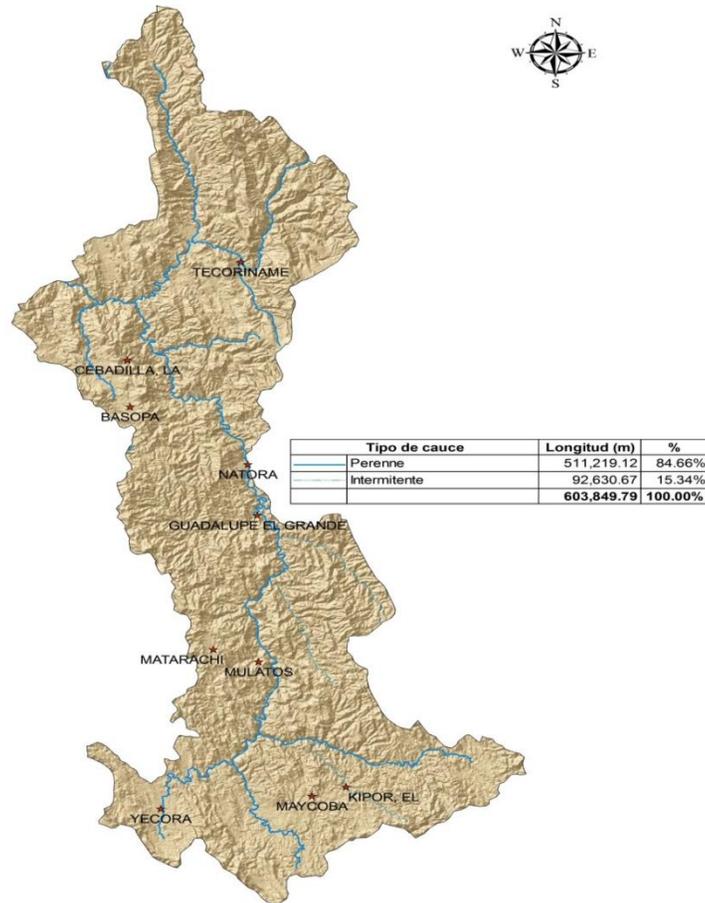
### SUBCUENCA RÍO MULATOS

La superficie de la subcuenca Río Mulatos es de 533,824.11 hectáreas, y sus



afluentes principales son el río Mulatos y el río Aros, entre otros.

Las poblaciones principales que se pueden observar en la subcuenca son los poblados de Yécora, Maycoba, Mulatos, Matarachi, Guadalupe El Grande, Basopa, El Kipor, Tecoriname y La Cebadilla.



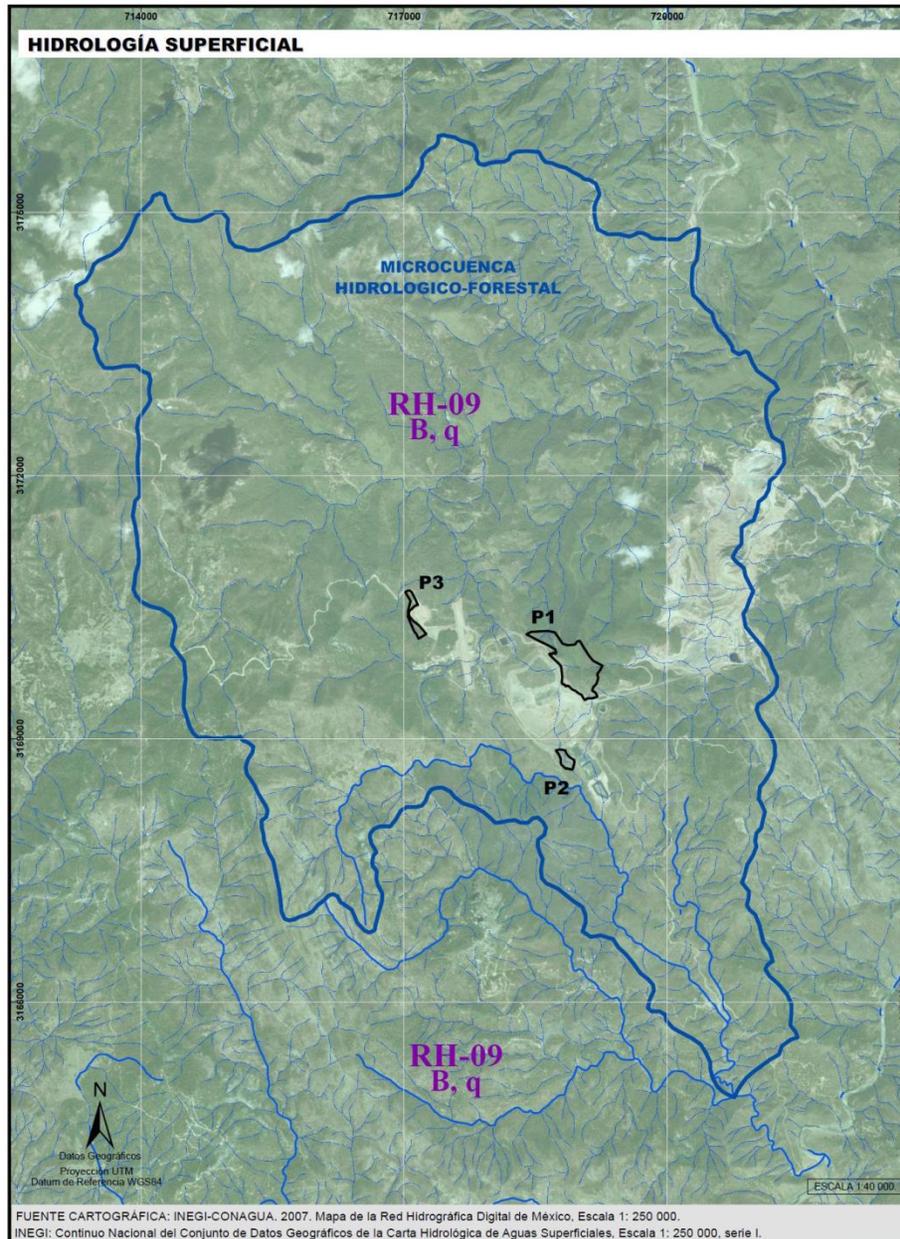
Localidades en la Subcuenca Río Mulatos

De acuerdo con el INEGI (1984) la mayor parte del área se encuentra asentada sobre unidades geohidrológicas de material consolidado con posibilidades bajas, la superficie del suelo o la integran rocas ígneas, sedimentarias, volcanosedimentarías y metamórficas, existiendo pocas zonas de mayor infiltración. Sin embargo, existen zonas que presentan una infiltración media y se encuentran al oeste y noroeste del área del proyecto aproximadamente a 32-38 Km. del proyecto. Las aguas subterráneas en la zona de Mulatos, están dentro de las secuencias volcánicas del período Terciario temprano y el período Terciario medio tardío y dentro de depósitos aluviales y coluviales.

De acuerdo con el INEGI (1984) la mayor parte del área se encuentra asentada sobre unidades geohidrológicas de material consolidado con posibilidades bajas, la superficie del suelo o la integran rocas ígneas, sedimentarias, volcanosedimentarías y



metamórficas, existiendo pocas zonas de mayor infiltración. Sin embargo, existen zonas que presentan una infiltración media y se encuentran al oeste y noroeste del área del proyecto aproximadamente a 32-38 Km. del proyecto. Las aguas subterráneas en la zona de Mulatos, están dentro de las secuencias volcánicas del período Terciario temprano y el período Terciario medio tardío y dentro de depósitos aluviales y coluviales.

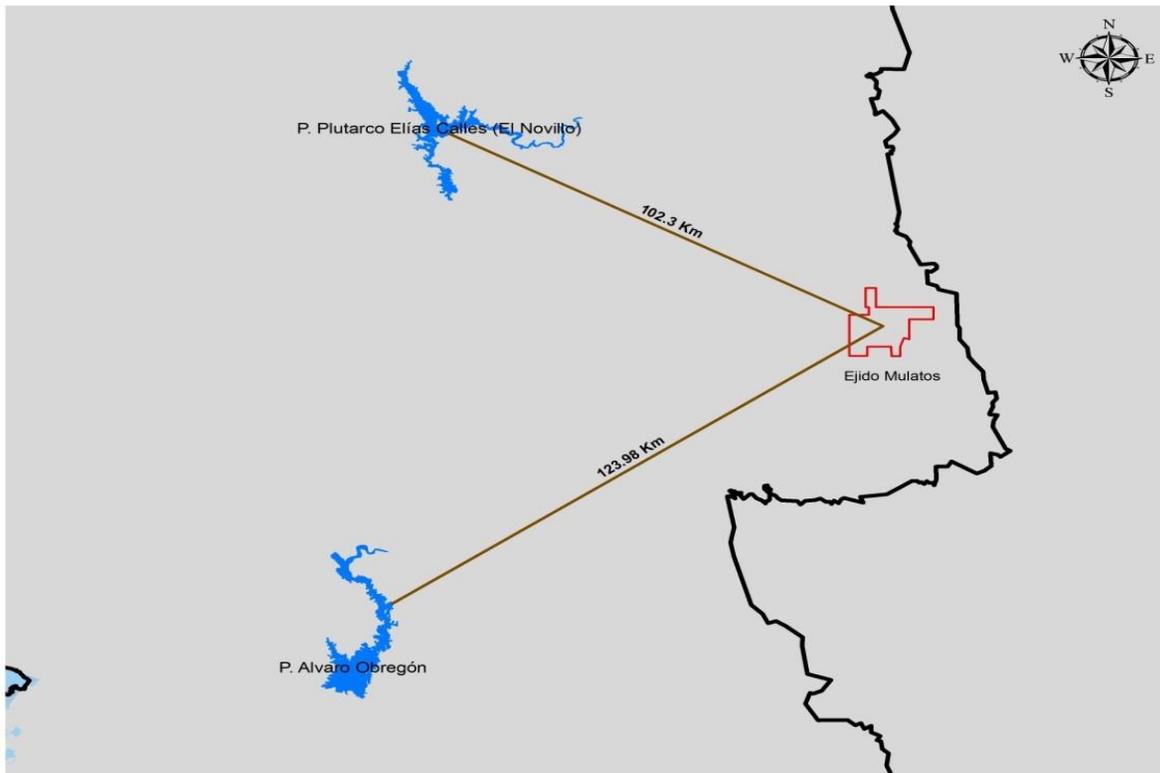


Delimitación hidrológica de la MHF donde se ubica el proyecto

El proyecto en cuestión no tiene injerencia alguna con los cuerpos de agua más cercanos, siendo estos la presa Plutarco Elías Calles (El Novillo), que se localiza al



Noroeste del área del proyecto a una distancia de 102.3 Km, y la presa Álvaro Obregón ubicada a 123.98 Km al Suroeste del área del proyecto.



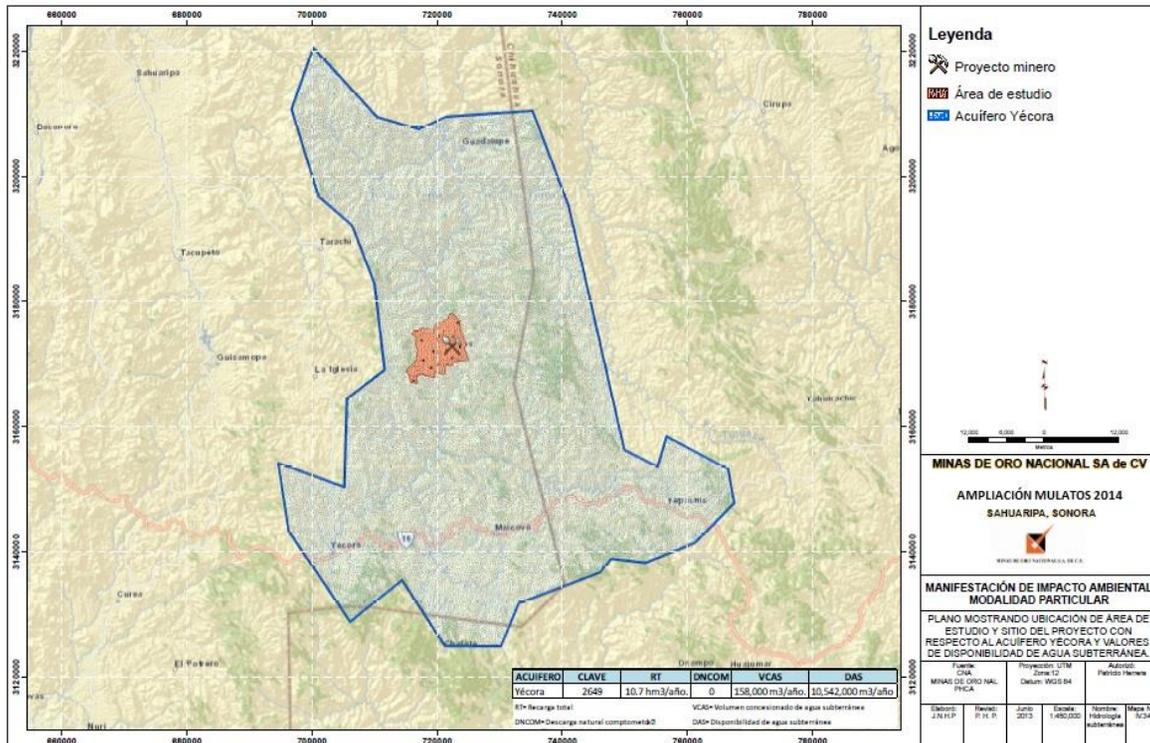
Ubicación del proyecto en relación a los cuerpos de agua más cercanos

### Hidrología subterránea

El área de estudio del Proyecto, se ubica en el contexto del acuífero "2649 Yécora", en el estado Sonora; a continuación se describe la dinámica del acuífero y sus generalidades.

El acuífero Yécora se encuentra enclavado en la provincia de la Sierra Madre Occidental, en las subprovincias Sierra Alta y Valle, y Sierras y Valles del Norte, INEGI (1997). Está formado principalmente por sierras cuyos rasgos orográficos tienen elevaciones entre 1000 y 2000 msnm, que presentan laderas escarpadas, entre las cuales se localiza un pequeño valle intermontano, único en el acuífero, donde se ubica la comunidad Yécora. Las rocas que afloran tienen una composición predominantemente volcánica ácida y en menor proporción rocas basálticas dispuestas en franjas orientadas en preferente norte-sur.

La Subprovincia Sierra Alta y Valle cubre prácticamente todo el acuífero, en tanto que la Subprovincia Sierras y Valles del Norte ocupa el extremo noroeste, abarcando una pequeña porción del acuífero y en ella predominan los valles intermontanos con lomeríos.



El acuífero se encuentra ubicado dentro de la Región Hidrológica 9, Sonora Sur (RH-9), la cual ocupa la mayor superficie en el Estado de Sonora (63%), extendiéndose principalmente en su porción oriental, desde Agua Prieta hasta la comunidad Yávaros, prolongándose al extremo occidente del Estado de Chihuahua. Tiene un relieve con fuertes contrastes altimétricos, la mayoría de sus corrientes nacen en la Sierra Madre Occidental y la integran las siguientes cuencas: Río Mayo, Río Yaqui, Río Mátape, Río Sonora y Río Bacoachi. Cabe mencionar que el acuífero queda enmarcado en la Cuenca del Río Yaqui.

La principal corriente superficial de la zona es el Río Mulatos, de tipo perenne, que fluye predominantemente en dirección norte sur, al cual se le unen los ríos Pedregoso y Maycoba, también con dirección preferente norte sur, para después flexionarse al poniente hasta desembocar en la Presa Plutarco Elías Calles (El Novillo). En la zona predomina drenaje radial, seguido del tipo paralelo y en una menor proporción drenaje dendrítico. A los cauces principales se le unen una serie de tributarios de régimen intermitente, destacando los arroyos Yécora y Sirupa, entre otros.

En la región de Mulatos, el flujo de las aguas subterráneas a nivel regional es mínimo. La falta de un flujo regional es el resultado de una alta disección estructural del terreno y de la ausencia de unidades geológicas permeables lateralmente extensas y porosas.



Sin embargo, se puede inferir la situación a partir de las características del flujo de agua subterránea local y sub-regional.

Las unidades hidrogeológicas más importantes son mantos locales delgados de suelos y sedimentos, con un lecho de roca fuertemente fracturado en algunas zonas. Las primeras unidades son de hasta varios metros de espesor a lo largo de los arroyos (principalmente aluviones) y plana tierras altas (principalmente roca madre resistente), mientras que en zonas escarpadas son casi inexistentes.

Estas unidades son importantes porque, aunque en una medida limitada, tienen relativamente alta porosidad y alta permeabilidad. En consecuencia, estas unidades contribuyen a mejorar las zonas de recarga de agua subterránea.

En la región de Mulatos, casi toda la base se compone de capas de roca volcánica de baja porosidad, con texturas que van desde flujos de lava densa hasta tobas moderadamente soldadas por lo que ninguno o muy pocos de estos estratos tienen suficiente porosidad y permeabilidad podrán ser considerados acuíferos.

### **Área de proyecto**

El proyecto se ubica en la región hidrológica RH-09 llamada Sonora Sur, en la cuenca B llamada Río Yaqui, en la subcuenca (q) Río Mulatos, con una ocupación muy reducida donde no existen corrientes de agua permanentes cercanas que pudieran incrementar la relevancia de la afectación por las obras previstas en el proyecto, siendo sólo de ámbito local muy reducida.



Hidrología superficial del predio

### Análisis de captación de agua

Para saber que el área captada en el proyecto no compromete el volumen que debe escurrir en el mismo y en la cuenca, o en su defecto, establecer las medidas pertinentes para la cosecha de agua que asegure al menos los volúmenes reducidos de captación, fue necesario estimar los escurrimientos superficiales que ocurren en el área. El cálculo de los caudales superficiales se considera para dos objetivos: 1) el escurrimiento medio, para estimar el volumen de agua por almacenar o retener, y 2) los escurrimientos máximos instantáneos para el diseño de obras de conservación.



La evaluación de los recursos hídricos de una cuenca requiere de una estimación correcta del balance hidrológico, es decir, comprender el ciclo en sus diferentes fases, la forma en que el agua que se recibe por precipitación y se reparte entre el proceso de evapotranspiración, escorrentía e infiltración. De acuerdo con Sánchez San Román (2001) citado por Aparicio et al., (2006), se denomina Ciclo Hidrológico al movimiento general del agua, ascendente por evaporación y descendente primero por las precipitaciones y después en forma de escorrentía superficial y subterránea. La fórmula general que se utiliza en el balance hidrológico es la siguiente:

$$\text{PRECIPITACIÓN} - \text{EVAPOTRANSPIRACIÓN} = \text{ESCORRENTÍA SUPERFICIAL} + \text{INFILTRACIÓN}$$

**Cálculo del balance hídrico:** La metodología utilizada para calcular el balance hídrico del área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se basó en la metodología antes mencionada. Para el cálculo del balance hídrico se tomó la ecuación citada por Pladeyra, (2003), la estimación de la precipitación, evapotranspiración real y escurrimiento se siguió la metodología mencionada por Aparicio et al., (2006).

**Precipitación:** Para determinar la variable de precipitación se tomó como referencia la precipitación media anual promedio, con el fin obtener el volumen total de lluvia caída en un año, de la estación 26055 Mulatos, en un valor promedio de 767.4 mm.

**Evapotranspiración:** La evapotranspiración es la conjunción de dos procesos: la evaporación y la transpiración. La transpiración es el fenómeno biológico por el que las plantas transfieren agua a la atmósfera, toman agua del suelo a través de sus raíces, una pequeña parte es para su nutrición y el resto lo transpiran. Como es difícil medir ambos procesos por separado, y además en la mayor parte de los casos lo que interesa es la cantidad total de agua que se pierde a la atmósfera, se calculan conjuntamente bajo el concepto mixto de evapotranspiración. Existen numerosas fórmulas, teóricas o semiempíricas, y procedimientos de cálculo para estimar la evapotranspiración considerando parámetros climatológicos, agrícolas e hidrológicos.

Para la estimación de la evapotranspiración se requieren los datos de precipitación y temperatura; los datos fueron obtenidos mediante el promedio de estaciones meteorológicas cercanas al área del proyecto. Para obtener la evapotranspiración se utilizó la fórmula de Coutagne:

$$\text{ETR} = \text{P} - \text{XP}^2$$

Donde

ETR = Evapotranspiración real, m/año

P = Precipitación media anual, m/año

t = Temperatura media anual en °C

X =  $1/(0.8+0.14t)$

**Escurrimiento:** El volumen medio anual de escurrimiento natural se determina indirectamente, mediante la siguiente expresión, con los datos aplicables al área del proyecto:



$$Ve = P * CUSTF * Ce$$

**Donde**

Ve = Volúmen medio anual de escurrimiento

P = Precipitación media anual, m/año

CUSTF = Superficie destinada al cambio de uso del suelo, m2

Ce = Coeficiente de escurrimiento

**Coeficiente de escurrimiento:** En función del tipo y uso de suelo y del volumen de precipitación anual, de la cuenca en estudio. Se clasifican los suelos del área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en tres diferentes tipos: A (suelos permeables); B (suelos medianamente permeables); y C (suelos casi impermeables), y al tomar en cuenta el uso actual del suelo, se obtiene el valor del parámetro K, de acuerdo con la siguiente tabla:

Clasificación de los suelos

Uso de Suelo	Tipo de suelo		
	A	B	C
Barbecho, arenas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.30
Cultivos:			
En hilera	0.24	0.27	0.30
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30
Granos pequeños	0.24	0.27	0.30
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Mas del 75% -poco-	0.14	0.20	0.28
Del 50% al 75% - regular-	0.20	0.24	0.30
Menos del 50% -excesivo-	0.24	0.28	0.30
Bosque			
Cubierto mas del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	<b>0.22</b>	0.26
Cubierto del 25% al 50%	0.17	<b>0.26</b>	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.30
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.30	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.30
A Suelos permeables, tales como arenas profundas y suelos poco compactos B Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad, suelos más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos C Suelos impermeables, tales como arenas o suelos muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcilla			

Como estado inicial (sin el proyecto) se consideró tipo de suelo B Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad, suelos más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos, con uso de suelo de bosque, cubierto del 50 al 75% de acuerdo a los resultados de análisis de flora obtenido en campo. Una vez considerado el proyecto, el valor del tipo de suelo empleado es de 0.26 toda vez que el proyecto queda cubierto del 25 al 50% porque el desmonte no ocurre en su totalidad al inicio del proyecto, sino gradualmente durante los 36 meses de ejecución del CUSTF y es ocupado posteriormente por las obras previstas.

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante alguna de las fórmulas siguientes:

K; Parámetro que depende del tipo y uso de suelo



Coeficiente de escurrimiento anual ( $C_e$ )

Si  $K$  resulta menor o igual que 0.15 entonces  $C_e = K (P-250) / 2000$

Si  $K$  es mayor que 0.15 entonces  $C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0.15)/1.5$

Donde

$P$ = Precipitación anual, en mm

**Precipitación:** La precipitación media anual se obtuvo a partir de la estación climatológica 26055 Mulatos con un rango de datos de 1951-2010, obteniendo una precipitación promedio de 767.4 mm.

**Temperatura:** Al igual que la precipitación promedio, el valor de la temperatura se obtuvo a partir de la estación climatológica 26055 Mulatos con un rango de datos de 1951-2010 más próxima al área del proyecto, obteniendo un valor promedio de 12.8 °C.

### 1.- Volumen de agua que se capta en las condiciones actuales

#### **Volumen precipitado en la superficie del proyecto**

El área del proyecto tiene una superficie de 32.32 hectáreas, por lo que el cálculo del volumen de precipitación m<sup>3</sup> es:

$$V_{p_{CUSTF}} = P * SC_{USTF}$$

Donde:

$V_p$ = Volumen precipitado en la superficie del CUSTF

$P$ = Precipitación en m/año

$SC_{USTF}$ = Superficie del cambio de uso del suelo

	Has	m <sup>2</sup>
Superficie	32.32	323200
	mm	m
Precipitación	767.4	0.7674
Vol. precipitado en el área de CUSTF	248,023.68	m <sup>3</sup>

#### **Evapotranspiración**

De acuerdo a los datos de precipitación y temperatura promediados de las estaciones meteorológicas consideradas, se procedió como segundo paso a estimar el valor de la **ETR** de acuerdo con la fórmula de Coutagne:

$$ETR = P - XP^2$$

Dónde:

ETR= Evapotranspiración

$P$ = Precipitación en m/año (0.8037 m)



$X = 1/(0.8 + 0.14t)$ , donde  $t =$  temperatura media anual de las estaciones climatológicas (4.30 °C)

Primeramente se calcula el valor **de X**, como sigue:

$$X = 1/(0.8 + (0.14 * 12.8)) = 0.3858$$

Posteriormente se calcula la ETR, como sigue:

$$ETR = P - X P^2$$

El resultado obtenido se multiplica por el área del proyecto y se obtiene el volumen evapotranspirado:

Evapotranspiración	
ETR = P - X P <sup>2</sup>	
Temperatura	19.8
P = Precipitación en m/año	0.7674
$x = 1/(0.8 + 0.14t)$	0.2585
ETR =	0.6152
Evapotranspiración en el área de CUSTF	198,829.22

### **Coefficiente de escurrimiento (Ce)**

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento se determinó el valor de  $K = 0.16$  de acuerdo a las condiciones actuales de cobertura y el tipo de suelo presente (tipo B) en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, por lo que se utilizó la siguiente fórmula (mayor a 0.15):

$K =$  Parámetro que depende del tipo y uso de suelo

Coefficiente de escurrimiento anual (Ce)

Sí  $K$  es mayor que 0.15 entonces  $Ce = K (P - 250) / 2000 + (K - 0.15) / 1.5$

$P =$  Precipitación anual, 0.8037 m

Coefficiente de escurrimiento para el área sujeta a CUSTF:  $Ce = 0.030$

**Volumen de escurrimiento en el área del proyecto:** El volumen medio anual de escurrimiento natural se determina indirectamente, mediante la siguiente expresión:

$$\text{Vol. de escurrimiento natural} = \text{Precipitación} * \text{Área proyecto} * \text{Coefic. De escurrimiento}$$

De acuerdo a la fórmula del volumen de escurrimiento natural se tiene para el área sujeta a CUSTF:



Coeficiente de escurrimiento	
$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$	
k	0.22
K (P-250)	113.828
	2000
(K-0.15) / 1.5	0.0467
Ce	0.1036
<b>Volumen de escurrimiento</b>	<b>25,690.46</b>

La eliminación de la cubierta vegetal por el cambio de uso de suelo suscitará la reducción de la infiltración de agua de lluvia hacia las capas inferiores del subsuelo, dificultando la recarga del manto freático; asimismo, al desfavorecerse la infiltración, aumentará la escorrentía por la falta de una capa de vegetación protectora (eliminada por el desmonte), así como la falta de la capa superficial del suelo (extraída durante el despalme).

Finalmente en el área del proyecto tenemos los siguientes datos de balance hídrico que nos permite obtener el resultado del volumen de agua que se infiltra en las condiciones actuales tal como se manifiesta en la siguiente tabla:

Resumen del balance hídrico actual en el área sujeta al CUSTF

Balance hídrico	m <sup>3</sup> /año	%
Volumen precipitado	248,023.68	100
Volumen EVT	198,829.22	80.17
Escurrimiento	25,690.46	10.36
<b>Infiltración</b>	<b>23,504.00</b>	<b>9.48</b>

## 2).- Volumen de agua que se capta con la remoción de la vegetación en el tiempo en que el suelo permanecerá desnudo.

Para realizar la estimación del volumen de agua que se dejaría de infiltrar bajo el escenario de haber realizado el CUSTF, se utilizó la misma metodología y los mismos parámetros, con excepción del valor de K en el proceso de obtención del escurrimiento, el cual ahora fue de 0.26 de suelo tipo B y cobertura entre 25% y 50%, indicado para áreas parcialmente desnudas o desprovistas de vegetación, toda vez que el desmonte es gradual durante los 36 meses de ejecución del CUSTF. Se prevé que con la ejecución del proyecto y el consecuente desmonte, el escurrimiento de agua se incremente y por lo tanto se reduce la infiltración.

Estimación del balance hídrico con del proyecto (escenario 2)

Balance hídrico	m <sup>3</sup> /año	%
Volumen precipitado	248,023.68	100
Volumen EVT	194,738.86	78.52
Escurrimiento	30,237.42	12.19
<b>Infiltración</b>	<b>23,047.40</b>	<b>9.29</b>



Se trata de una reducción del 1.943% de la infiltración natural en esta superficie sujeta a CUSTF (en las 32.32 ha), haciendo necesario revertir estas condiciones del déficit de 456.61 m<sup>3</sup>/año, potencialmente debido al proyecto.

Dicho volumen es el que se tendrá que revertir con la ejecución de las actividades de mitigación, descrito más adelante en las medidas de mitigación del Capítulo VI.

### 3).- Volumen de agua que se captaría con la implementación de las medidas de mitigación.

La superficie del proyecto sólo será afectada temporalmente y es en la misma donde se realizarán las actividades de reforestación y obras de conservación de suelo las cuales tienen como finalidad disminuir al 0% o incluso tener ganancia de infiltración.

Balance hídrico con la aplicación de medidas de mitigación

Variable	Año de ejecución	Sin CUSTF (m <sup>3</sup> )	Con CUSTF (m <sup>3</sup> )	Volumen a mitigar (m <sup>3</sup> )	Reforestación (m <sup>3</sup> )	Captación obras de restauración (m <sup>3</sup> )	Total mitigado ANUAL (m <sup>3</sup> )	Total mitigado ACUMULADO (m <sup>3</sup> )	Residual positivo (m <sup>3</sup> )
Infiltración	1	23,504.004	23,047.396	456.608	149.42	36.00	185.423	185.423	45.660
	2				149.42	18.00	167.423	352.845	
	3				149.42		149.423	502.268	
					448.27	54.00		502.268	

### Hidrología subterránea

La hidrología subterránea del predio del proyecto cuenta con sólo una unidad geohidrológicas, siendo el material consolidado con posibilidades medias de extracción de acuerdo a lo siguiente:

Unidades geohidrológicas en el predio del proyecto y su relación en la MHF

Clave	Unidad geohidrológica	Cuenca Río Yaqui	Proyecto sujeto a CUSTF	
		Superficie (ha)	Ocupación respecto a la Cuenca	Respecto a la MHF de ocupación (%)
7	Material no consolidado con posibilidades bajas	374198		
6	Material no consolidado con posibilidades medias	376016		
5	Material no consolidado con posibilidades altas	738469		
4	Material consolidado con posibilidades bajas	5450152		
3	Material consolidado con posibilidades medias	271802	0.012%	0.60%
N/A	No Aplicable	49058		

La naturaleza de las formaciones geológicas del área de estudio, hacen que el INEGI considere hidrogeológicamente a la zona como subyacida por materiales con posibilidades bajas de servir como contenedoras de agua. A la fecha, no se cuenta con estudios previos de la hidrología subterránea del área del proyecto. Tampoco existen en el área pozos que hagan uso del recurso hídrico subterráneo, mismos que permitieran desarrollar un censo de aprovechamientos.



Hidrología subterránea del predio



## IV.2.2. Aspectos bióticos.

### a. Vegetación terrestre.

#### MHF

La flora tiene un valor sobresaliente como recurso biológico de una región. Bajo una perspectiva nacional, las diez cuencas con mayor superficie de vegetación natural (primaria y secundaria) son las de los ríos Bravo, Nazas, Balsas, Yaqui, Santiago, Pánuco, Grijalva-Usumacinta, Fuerte, Sonora y la de la península de Yucatán.

Más aún, las cuencas que a pesar de su gran extensión aún conservan más del 70% de su territorio cubierto por vegetación primaria, se destaca a la cuenca de nuestro interés río Yaqui con un 83% de ocupación con vegetación primaria. Respecto a la vegetación natural de la cuenca, el proyecto involucra la ocupación en el 0.005%

Con respecto a los bosques templados primarios y secundarios con los que cuenta el país (poco más de 32 millones de hectáreas) 11 cuencas concentran más del 60% de la cobertura total, donde la cuenca del Río Yaqui aporta el 9% de dichos valores.

En lo concerniente a la distribución de los matorrales xerófitos, los cuales cuentan con un gran número de endemismos, se reportan 50'400,712 ha, distribuidas en las zonas áridas y semiáridas del país, la cuenca del Río Yaqui aporta el 2%.

La regionalización de zonas ecológicas de México establece que la cuenca B Río Yaqui se ubica en su totalidad en cuatro regiones terrestres con características de zonas áridas, semiáridas y templadas. Además, el plano de ecorregiones terrestres de México elaborado el 2008, establece que la cuenca está dividida en las regiones de desiertos de América del Norte en un 11% de su extensión, grandes planicies al 18%, sierras templadas en un 36.2% y en selvas cálidas secas en el 35% de ocupación de la cuenca.

Respecto a los atributos florísticos del proyecto, éstos se encuentran ampliamente representados en la cuenca donde pertenece. Así, la provincia florística Sierra Madre Occidental donde se ubica el proyecto, está representada en casi el 50% de la cuenca.

Por otra parte, el catálogo de divisiones florísticas de México indica que en la cuenca ocurren cuatro provincias florísticas dominada por la Sierra Madre Occidental con casi el 50% de ocupación de la cuenca (donde se ubica el proyecto), donde el proyecto ocupará el 0.009% de la provincia florística en que se ubica y el 0.004% de la cuenca, de acuerdo al siguiente desglose:

#### Provincia florística de la Cuenca del Río Yaqui

Nombre	Sup. cuenca ocupada por la provincia (km <sup>2</sup> )
Sierra Madre Occidental	34,093.6
Altiplanicie	11,125.28
Costa Pacífico	6,818.72
Planicie costera del Noroeste	19,738.4



Así mismo, según las cartas de uso de suelo y vegetación de CONABIO (1999), establece en su plano de Uso de suelo y vegetación que ocurren 10 arreglos de vegetación, de los cuales cinco presentan valores superiores al 5% de la superficie de la cuenca.

El tipo de vegetación de bosque de encino (donde se ubica el proyecto) domina con el 39.3% de la extensión de la cuenca. En consecuencia, el proyecto se establece en el 0.011% del tipo de vegetación de bosque en la cuenca, y el 0.004 de los ecosistemas de la cuenca.

#### Desglose del Uso del suelo y vegetación en la Cuenca del Río Yaqui

Nombre	Sup. cuenca ocupada por la provincia (km <sup>2</sup> )
Bosque de encino	28,207.968
Bosque de pino	12,489.024
Matorral desértico micrófilo	6,316.288
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	6,208.624
Matorral espinoso	9,402.656
Resto (otros tipos de vegetación)	9,151.44

Por su parte, la carta de uso de suelo y vegetación de INEGI agrupado por CONABIO indica que la cuenca es dominada por bosques en un 48% de su extensión, seguida de áreas de selvas, matorral desértico micrófilo, mezquital asociado con vegetación secundaria arbustiva y mezquital, entre otros.

Finalmente, el arreglo en plano de la vegetación potencial según Rzedowski (1994) ocurren cinco tipos, dominado por el bosque de coníferas y encinos (en un 35.5% de la cuenca). De acuerdo a este arreglo del autor, el proyecto ocupa el 0.012% del bosque de coníferas y encinos ubicados dentro de la cuenca.

#### Tipos de vegetación potencial de la Cuenca del Río Yaqui

Nombre	Sup. cuenca ocupada por la provincia (km <sup>2</sup> )
Bosque de coníferas y encinos	25,408.704
Matorral xerófilo	4,378.336
Bosque espinoso	11,484.16
Bosque tropical caducifolio	19,379.52
Pastizal (natural e inducido)	11,125.28

A nivel de cuenca, se ha destacado que existen más de 500 especies de plantas en la cuenca del Yaqui. Las especies están agrupadas en 30 Familias taxonómicas, siendo dominante *Fagaceae* (encinos) con diez especies (14.4% del total inventariado), seguido por *Pinaceae* (pinos) con seis especies (8.7% del inventario) y *Poaceae* (pastos), *Fabaceae* (leguminosas) y *Cactaceae* (cactáceas suculentas) con cinco especies cada una para aportar individualmente el 7.2% del inventario florístico.



### **Tipo de vegetación que se verá afectada en la cuenca hidrológico-forestal (MHF)**

El análisis de la vegetación identificada en el predio del proyecto se basó y fundamentó en el tipo de vegetación que será removida como consecuencia del cambio de uso de suelo en el proyecto. En este proyecto, de acuerdo a la Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación, Serie III del INEGI ocurre el tipo de vegetación de bosque de encino pino (BQP).

El reconocimiento de los parámetros poblacionales fue realizado para el área del proyecto y su equivalente en muestreo en la zona circundante (MHF), tomando en cuenta las áreas que serán afectadas directamente por la ejecución del proyecto, donde se puede notar que los recursos bióticos no han sido modificados substancialmente. Los parámetros poblacionales que se midieron fueron densidad, dominancia y frecuencia; de la suma de éstos se obtiene el valor de importancia de las especies, el cual revela la importancia ecológica relativa de cada especie en cada muestra (Müller-Dumbois & Ellenberg, 1974; Franco, 1991). Se obtuvo además el índice de diversidad de Shannon-Weiner, equidad de Pielou y abundancia del proyecto. El detalle de la metodología se describe más adelante.

De acuerdo a lo anterior, el esfuerzo de muestreo se concentró en áreas con vegetación de tipo bosque de encino pino (BQP), en donde se llevó a cabo un muestreo y el registro de los datos de las especies forestales identificadas para la identificación de la riqueza y diversidad vegetal de cada comunidad vegetal, así como el reconocimiento de especies catalogadas bajo la NO-059-SEMARNAT-2010 de existir.

El estudio de la vegetación terrestre en el área de proyecto se realizó en octubre de 2017 realizando 11 sitios de muestreo útiles como se destaca más adelante para el predio del proyecto (misma cantidad de puntos que se repitió para la MHF). Con lo anterior se obtuvieron datos para el procesamiento y cumplimiento de los términos de referencia arriba señalados para este tipo de estudios. Las características revisadas de flora y vegetación se detallan más adelante.

Los tipos de vegetación presentes en el área de estudio fueron identificados con base en la consulta bibliográfica apropiada para la región, como son la clasificación de varios autores en los que se incluyen: Rzedowski (1966, 1978, 1981), Rzedowski, J. y Reyna Trujillo (1990), COTECOCA (1974), Brown (1982) y la cartografía disponible de INEGI relativa a la temática "Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250,000 Serie III de INEGI (INEGI, 1985). Con especial atención para la descripción general de la vegetación existente equivalente al bosque de encino pino (BQP), fue realizada la verificación en campo para comprobar la coincidencia de tales arreglos.

Para obtener el inventario florístico del lugar se realizaron recorridos en extenso por el área de estudio para incluir aquellas especies de escasa ocurrencia y que probablemente no fueron contabilizadas en los muestreos sistemáticos. El inventario se enriqueció durante la medición de parámetros poblacionales, permitiendo corroborar la información obtenida, así como reforzar la nomenclatura científica cuando se localizaban



individuos con un mayor número de estructuras que favorecieran su identificación taxonómica.

La identificación de las especies vegetales se realizó *in situ*, utilizando como material de apoyo la bibliografía indicada para los tipos vegetativos ya citados y por la comparación morfológica de las estructuras observadas en campo. El nombre común fue proporcionado por los lugareños, en especial por el guía de apoyo en campo, así como del listado de las Especies Mexicanas de Martínez (1987). El arreglo de la información incluye el nombre de la familia taxonómica, nombre científico y común para cada una de las especies. Se destaca el arreglo taxonómico de las especies por familia, evidenciando las más representativas en el lugar, asociándolas al tipo de vegetación del área y proporción de parentesco entre las especies.

Obtenido el inventario florístico total del sitio, se comparó con la Norma Oficial NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010) que determina las especies y subespecies de la flora y fauna silvestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, así como las sujetas a protección especial, para identificar aquellos especímenes con algún estatus de riesgo. En este caso no existieron especies enlistadas en dicha Norma para el proyecto.

En la revisión de la estratificación vertical en el sitio, las formas involucradas se clasificaron en apego a Rzedowski (1978). Se registró el número de especies por estrato y se distribuyeron en porcentaje respecto del total para conocer las formas de vida presentes y la abundancia de las mismas.



Atributos del uso de suelo y vegetación de la MHF

Clave	Nombre del uso del suelo y/o tipos de vegetación	Cuenca Río Yaqui	Proyecto sujeto a CUSTF	
		Superficie (ha)	Ocupación respecto a la Cuenca	Respecto a la MHF de ocupación (%)
AH	ASENTAMIENTOS HUMANOS	656.17		
BG	BOSQUE DE GALERIA	4131.06		
BJ	BOSQUE DE TASCATE	16590.33		
BP	BOSQUE DE PINO	281522.4		
BP/VSa	BOSQUE DE PINO CON VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA	36473.5		
BPQ	BOSQUE DE PINO-ENCINO	460295.29		
BPQ/VSA	BOSQUE DE PINO-ENCINO CON VEG SECUNDARIA ARBOREA	52567.82		
BQ	BOSQUE DE ENCINO	1389799.88		
BQ/VSa	BOSQUE DE ENCINO CON VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA	80819.46		
BQP	BOSQUE DE ENCINO-PINO	462960.24	0.007%	0.60%
BQP/VSa	BOSQUE DE ENCINO-PINO CON VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA	30728.9		
BS	BOSQUE DE AYARIN	405.62		
DV	SIN VEGETACION APARENTE	4812.88		
H2O	CUERPOS DE AGUA	43341.12		
IAPF	ZONAS DE CULTIVOS	595586.74		
MDM	MATORRAL DESERTICO MICROFILO	687420.69		
MDM/VSa	MATORRAL DESERTICO MICROFILO CON VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA	499.53		
MDR	MATORRAL DESERTICO ROSETOFILO	291.99		
MK	MEZQUITAL	13291.28		
MK/VSa	MEZQUITAL CON VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA	8238.07		
MKE	MEZQUITAL CON SELVA ESPINOSA	57740.92		
MKX	MEZQUITAL (MATORRAL XEROFILO)	137912.76		
ML	CHAPARRAL (MATORRAL XEROFILO)	210.79		
MSC	MATORRAL SARCOCAULE (XEROFILO)	91747.93		
MSC/VSa	MATORRAL SARCOCAULE CON VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA	6501.16		
MST	MATORRAL SUBTROPICAL	421628.68		
MST/VSa	MATORRAL SUBTROPICAL CON VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA	217257.28		
PI	PASTIZAL INDUCIDO	152644.99		
PN	PASTIZAL NATURAL	528709.32		
PN/VSa	PASTIZAL NATURAL CON VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA	4916.48		
SBC	SELVA BAJA CADUCIFOLIA	685814.99		
SBC/VSA	SELVA BAJA CADUCIFOLIA CON VEG SECUNDARIA ARBOREA	341690.91		
SBK	SELVA BAJA ESPINOSA CADUCIFOLIA	40930.13		
SBK/VSA	SELVA BAJA ESPINOSA CADUCIFOLIA CON VEG SECUNDARIA ARBOREA	52092.76		
SBK/VSa	SELVA BAJA ESPINOSA CADUCIFOLIA CON VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA	92554.09		
VG	VEGETACION DE GALERIA	3787.92		
VH	VEGETACION HALOFILA	110710.68		
VH/VSa	VEGETACION HALOFILA CON VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA	1351.38		
VM	MANGLAR	7581.59		
Vsa/MKE	SELVA ESPINOSA ARBUSTIVA CON MEZQUITAL	15889.57		
Vsa/MKX	VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA CON MEZQUITAL	102061.2		
VU	VEGETACION DE DUNAS COSTERAS	2483.82		
ZU	ZONAS URBANAS	13039.86		

**Bosque de Encino-Pino**

Le sigue en secuencia altitudinal al encinar, se encuentra de los 1,100 a los 1,500 m sobre el nivel del mar, en las laderas abruptas de la Sierra Madre Occidental, como en los alrededores del poblado Mesa Tres Ríos, al sur de Maycoba y al oeste de Matarachic; bajo la influencia de climas desde semisecos templados hasta templados subhúmedos, donde la temperatura media anual varía de 12 a 18 °C y la precipitación total anual de 500 a 800 mm. Generalmente se desarrolla sobre regosoles, litosoles, feozems y en algunos sitios, sobre cambisoles, luvisoles y rendzinas.

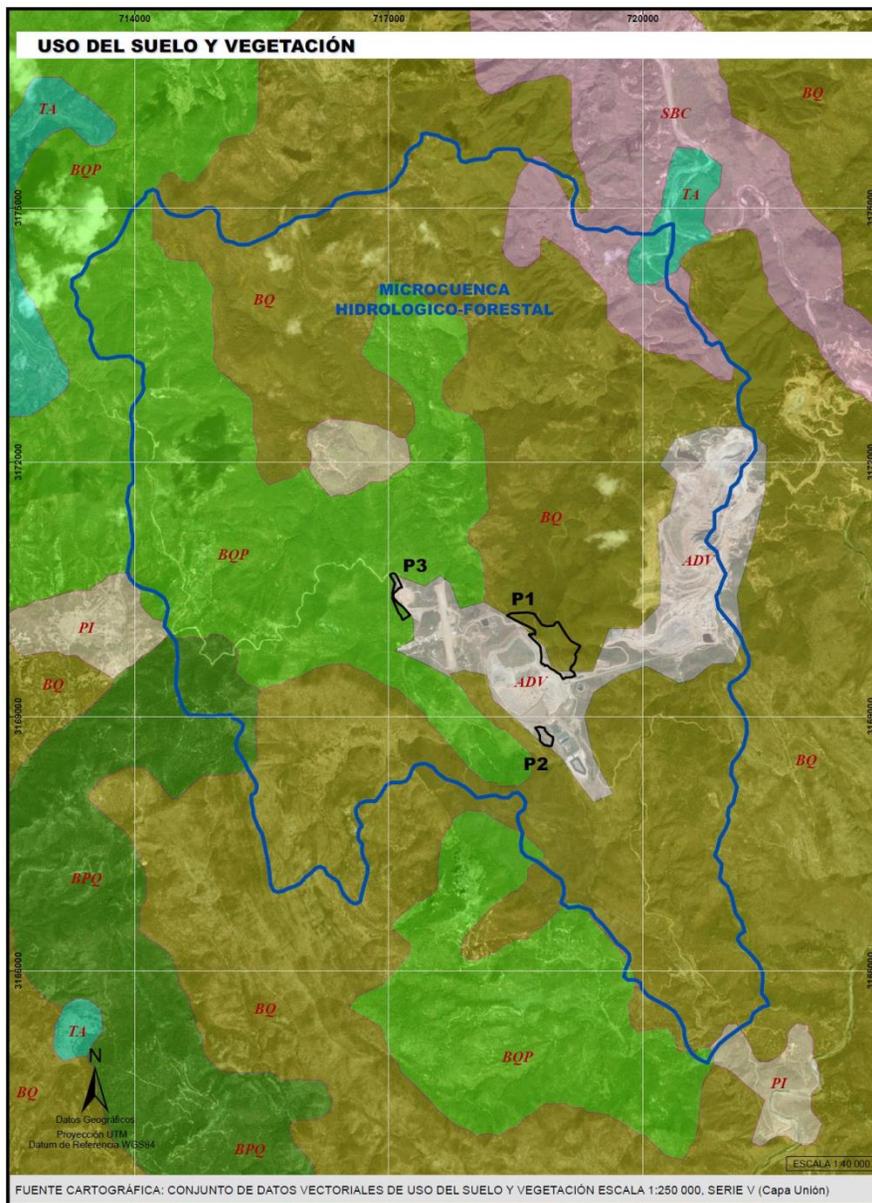
Presenta mayor altura que el encinar, comúnmente de 10 a 12 m, sus especies varían de acuerdo con los cambios en la humedad relativa y la topografía, entre otros factores. En las partes menos húmedas y más bajas se presentan *Quercus emoryi*, *Q. chihuahuensis* y *Q. arizonica*, asociados con piñón (*Pinus cembroides*), pino cheguis (*P. chihuahuana*), pino real (*P. engelmannii*) y táscate (*Juniperus deppeana*); mientras que en las partes altas, con mayor humedad relativa, tales especies de encino son sustituidas



por: *Quercus viminea*, *Q. fulva* y *Q. oblongifolia*, las cuales se asocian con pino cheguis (*Pinus leiophylla*) y pino prieto (*P. arizonica*). En ambos casos se presentan dos estratos arbóreos y uno o dos arbustivos.

En estas comunidades se extrae tanto la madera de encino como la de pino para obtener diferentes productos, entre ellos leña; además, en algunos se realiza ganadería extensiva con ganado bovino, por lo que están sujetas a quemas periódicas.

Así, el arreglo de los tipos de vegetación en la MHF se presenta a continuación:



Tipos de vegetación en la microcuenca hidrológica forestal (MHF)



## Caracterización de la vegetación

### Diseño del muestreo.

Siguiendo el criterio del artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en el sentido de que los Estudios Técnicos Justificativos deberán demostrar que el Cambio de Uso del Suelo propuesto no comprometerá la biodiversidad, se realizó un muestreo de la vegetación por tipo de ecosistema y estrato (Ecosistema Templado Frío con tipo de vegetación de bosque de encino pino contemplando los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo) en los polígonos de ocupación sujetos a CUSTF. Lo anterior para demostrar que las especies a afectar están bien representadas en la región, y para conocer el estado de las poblaciones de la vegetación forestal que estará sujeta al CUSTF con respecto a la vegetación de la MHF de referencia.

Se tomó la consideración de utilizar este método de muestreo por la característica del cambio de uso de suelo, donde los sitios de muestreo se distribuyen de manera semiregular en toda la superficie de cambio de uso de suelo, ya que la distribución depende de la superficie de cada polígono de cambio de uso de suelo.

### Estratos considerados

Dada la naturaleza de los estudios, los estratos que deberán muestrearse, conforme a los tipos de vegetación existentes en el área, son:

**Arbóreo.** Estrato conformado por elementos de tronco leñoso y elevado, que se ramifica a cierta altura del suelo; es decir con un solo fuste y copa bien formada (de más de 3 metros de altura).

**Arbustivo.** Conformado por plantas perennes, con tallo lignificado, pero sin tronco predominante, es decir con ramificación a partir de la base; generalmente de menos de 3 metros de altura.

**Herbáceo.** Estrato representado por ejemplares vegetales no leñosos o poco leñosos, generalmente de baja estatura y que mueren después de fructificar.

### Representatividad

La determinación del número de parcelas o puntos de muestreo a nivel de MHF, se siguió en un número equivalente al predio del proyecto, para la referencia de apoyo comparativo con la MHF en un interés de verificar que los recursos florísticos del predio del proyecto, se encuentran bien representados en la MHF y los análisis que de allí se deriven.

La determinación del número de parcelas o puntos de muestreo a nivel del predio, buscó además la suficiencia de muestreo se destaca para el bosque de encino pino (BQP).



Se estimó la suficiencia de muestreo para dar certidumbre de los datos empleados en el análisis de los parámetros poblacionales de flora.

Para ello, se presenta la aplicación del modelo matemático sugerido por Mostacedo y Fredericksen (2000 Op cit.) para obtener el número de muestras (n) estadísticamente representativas con base en la expresión:

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

Donde:

n = número de unidades muestrales estadísticamente representativas.

E = error con el que se quiere obtener los valores, en ecología vegetal generalmente es del 20% (Mostacedo y Fredericksen, 2000 Op).

t = valor que se obtiene de las tablas "t de Student".

N = total de unidades muestrales en toda la población.

CV = coeficiente de variación, que deriva de:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{X}}$$

Donde:

s = desviación estándar.

$\bar{x}$  = promedio.

Con base en los datos reales del área de estudio y la información obtenida en campo respecto al número de especies registradas en cada unidad muestral, se obtuvo el valor de la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación requerido de acuerdo a la siguiente tabla:



Tamaño de la unidad muestral =		1,000	m <sup>2</sup>	
Tamaño de la sup. a intervenir (CUSTF) =		323,200	m <sup>2</sup>	BQP

Vegetación	Sitio	No. especies
	1	3
	2	6
	4	4
	5	4
	6	5
	7	4
	8	5
	9	4
	10	4
	19	5
BPQ	20	7

**REPRESENTATIVIDAD**

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

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3408	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453

Desv	1.120
CV	24.158

N =	323	Unidades muestrales
E =	20	%
CV =	24.158	%
t =	1.8125	t= n-1=11 Para una prob del 95%, dos colas y 5 grados de libertad

N =	3.28515625	*	583.62
	400	+	<u>3.2852</u> * <u>583.621684</u>
			323
N =	<u>1917.288</u>		
	405.932		
N =	4.723		

**11 sitios de muestreo realizados**

Basado en lo anterior, para el trabajo de muestreo se realizaron 11 sitios de muestreo en el bosque de encino pino (BQP), al resultar estadísticamente representativa, cantidad que satisface la suficiencia estadística que un estudio ecológico de esta naturaleza requiere.



## Tamaño de muestra

El diseño de los sitios de muestreo tanto del predio del proyecto como de la MHF anteriormente descrita están homologadas con la finalidad de que el tamaño de muestreo no fuera un factor que influyera en el resultado ni en la comparativa.

Resumen de dimensiones y número de sitios de muestreo en el predio.

Estrato	Dimensiones del sitio de muestreo	Número de sitios mínimos según el análisis de la representatividad	Número de sitios realizados en el predio
Arbóreo, arbustivo y herbáceas	Sitios circulares de 18m de radio resultando 1,000 m <sup>2</sup> (0.1 ha).	5 sitios para el bosque de encino pino (BQP)	11 sitios para el bosque de encino pino (BQP)

En cada sitio se registran las especies taxonómicas por estrato, las coordenadas de los vértices de la parcela de muestreo, la coordenada y registro fotográfico del área en general y de las especies características.

## Localización de los sitios de muestreo

Cada sitio de muestreo fue localizado con el apoyo del Sistema de Geoposicionamiento Global, considerando un error de  $\pm 3$  metros.

Se registró la coordenada real en la que se ubica cada sitio. Una vez localizado el sitio, se colocó en cada vértice una estaca o piedra, además de un trozo de cinta flagging para su efectiva ubicación a la distancia, que permitan delimitar el sitio durante el conteo de individuos.

A continuación se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo para la MHF.

Sitios de muestreo de flora en la MHF

Sitio	Area	Coordenadas UTM Zona 12 N Datum WGS84		Tipo de vegetación
3	MHF	719065	3170096	Bosque de encino pino
11	MHF	717038	3170368	Bosque de encino pino
12	MHF	716941	3170410	Bosque de encino pino
13	MHF	717002	3170480	Bosque de encino pino
14	MHF	714271	3170257	Bosque de encino pino
15	MHF	714339	3172274	Bosque de encino pino
16	MHF	714376	3172264	Bosque de encino pino
17	MHF	714376	3172284	Bosque de encino pino
18	MHF	714271	3172570	Bosque de encino pino
21	MHF	718773	3168645	Bosque de encino pino
22	MHF	718703	3168586	Bosque de encino pino



## Inventarios

Una vez realizado lo anterior, se obtuvo el inventario florístico de las especies que componen los cuatro arreglos vegetativos en estudio resultando de la siguiente manera:

Los valores de flora cuantificados en la MHF se encuentran mejor representados que en el predio del proyecto como será comparado más adelante. Lo anterior puede deberse a la cercanía del predio con obras previas, así como los caminos y áreas desprovistas de vegetación entre las obras previstas. A continuación se describen las características de la flora, por tipo de vegetación y estrato en la MHF.

El bosque de encino pino (BQP) en la MHF se caracteriza por tener un inventario florístico de 25 especies vasculares terrestres mayormente de porte medio-alto, compuesto por 7 árboles, 12 y 6 herbáceas. Son la Familia taxonómica de *Fabaceae* (leguminosas) de las mejores representadas. No existen especies reguladas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Lo anterior puede ser verificable en la comparación de los atributos florísticos a nivel de MHF y predio del proyecto analizados por tipo de vegetación y por estrato, donde todas las especies del predio se encuentran mejor representadas en la MHF de acuerdo a la siguiente tabla:

Inventario florístico del tipo del bosque de encino pino (BQP)  
en la MHF equivalente a 5395.30 ha

Arbutus xalapensis	Madroño	Arbol	7
Pinus yecorensis	Pino		
Quercus albocincta	Encino cusi		
Quercus arizonica	Encino blanco		
Quercus coccolobifolia	Encino queja		
Quercus solicifolia	Encino saucillo		
Quercus durifolia	Encino manzano		
Acacia constricta	Vinorama	Arbustivo	12
Acacia pennatula	Agarrobo		
Agave lechuguilla	Lechuguilla		
Ambrosia Ambrosioides	Chicurilla		
Buddelia wrightii	Tepozan		
Celtis pallida	Garambullo		
Coursetia glandulosa	Zamota		
Dasyliiron wheeleri	Sotol		
Fouquieria macdougalii	Ocotillo		
Junniperus deppeana	Tascate		
Lysiloma watsonii	Tepehuele		
Opuntia phaecantha	Nopal		
Amaranthus hybridus	Quelite	Herbácea	6
Aristida ternipes	Tres barbas		
Bouteloua repens	Navajita		
Brongniartia glabrata	Hierba de la víbora		
Malvastrum bicuspidatum	Malva		
Cenchrus ciliaris	buffel		

25



Valores de la flora silvestre del bosque de encino pino y estrato en la MHF

Estrato / forma de vida	Riqueza de especies (S)		Abundancia (Ind/ha)		Índice de diversidad de Shannon-Weiner		Equidad	
	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF
Arbol	5	7	46	556	0.939	1.471	0.657	0.699
Arbustivo	10	12	43	53	2.002	2.501	0.671	0.846
Herbácea	5	6	73	110	1.120	2.120	0.187	0.994
	20	25	162	719				

Esto es, que en cuanto a abundancia, índice de valor de importancia (IVI), de diversidad (evaluada mediante Shannon-Weiner) y equidad entre las especies, el bosque de encino pino (BQP) de la MHF, se encuentra mejor representada que a nivel de predio del proyecto.

## Análisis de diversidad de la vegetación

### Metodología

#### Índice de Valor de importancia

En cualquier comunidad vegetal existen un diferente número de especies (con abundancia variable), que caracterizan a la misma, pero cada una de ellas compete en luz, CO<sub>2</sub>, agua, nutrientes, espacio y otros elementos. La (s) especie (s) que sea (n) más eficiente (s) en lograr aprovechar esta energía será (n) la (s) dominante (s).

Entonces, cada una de las especies que conforma dicha comunidad en una forma descendente, serán incluidas desde las más eficientes hasta las menos eficientes, en aprovechar la energía del sistema. La forma práctica de determinar este comportamiento ecológico en las comunidades, es por medio de los valores de importancia de cada una de las especies que componen la comunidad. El valor de importancia de es la suma de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la cobertura relativa o área basal relativa de cada especie.

El índice de valor de importancia, nos permite realizar una estimación integral donde se agrupa densidad, dominancia y frecuencia, lo cual facilita la identificación de las especies con relevancia ecológica de acuerdo al estrato y tipo de vegetación, cabe destacar que las especies dominantes en una comunidad vegetal, son las más frecuentes o de mayor biomasa en la vegetación, estas especies ejercen un control intenso sobre la presencia de otras especies, por lo que la dominancia guarda relación inversa con la abundancia, ya que es frecuente que se logre la dominancia por superioridad en la competencia. Finalmente, las características intrínsecas de las especies dominantes también suelen ejercer efectos en la estabilidad de las comunidades. Con los resultados obtenidos en campo, se determinó el número de organismos de cada especie identificada dentro de del predio del proyecto y a partir de ello, se obtuvo la densidad relativa, la frecuencia relativa y la cobertura relativa, a través de los cuales fue posible obtener el Índice de Valor de Importancia (IVI) de cada especie por tipo de vegetación y estrato vegetal.



Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie mejor que cualquiera de sus componentes, en este sentido:

Dominancia, es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie, MOPT (1985) la define como las especies con mayor biomasa total o gran competencia, la medida de dominancia indica el espacio de terreno ocupado actualmente por una especie y dominancia relativa, es la dominancia de una especie, referida a la dominancia de todas las especies. Reportada por Edwards et. al. (1993) como:

$$Dr = \frac{ABi}{ABT} * 100$$

Donde:

Abi = Área basal de la especie i.

ABT = Área basal de todas las especies.

Es importante mencionar que la dominancia se estimó en función de la cobertura (%) de las especies en el terreno.

Densidad, Franco et al. (1996) define densidad como el número de individuos de una especie por unidad de área o volumen y densidad relativa, es la densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área. La densidad relativa reportada por Edwards et. al. (1993) se describe como:

$$Dr = \frac{NAi}{NAT} * 100$$

Donde:

Nai = Número de árboles de la especie i.

NAT = Número de árboles de las especies presentes

Frecuencia según Franco et al. (1989) es el número de muestras en la que se encuentra una especie y frecuencia relativa, es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies.

$$Fr = \frac{Fri}{Ft} * 100$$

Donde:

Fri = Número de sitios de muestreo en que aparece una especie.

Ft = Número total de sitios de muestreo.



Con los resultados obtenidos en campo, se determinó el número de organismos de cada especie identificada y a partir de ello, se obtuvo la densidad relativa, la frecuencia relativa y la cobertura relativa, a través de los cuales fue posible obtener el Índice de Valor de Importancia (IVI) de cada especie por tipo de vegetación y estrato vegetal.

## Índice de Diversidad

Un índice de diversidad es una medida matemática de la diversidad de especies en una comunidad. Los índices de diversidad proporcionan más información sobre la composición de la comunidad que simplemente la riqueza de especies (por ejemplo, el número de especies presentes), sino que también de la abundancia relativa de las diferentes especies. Además, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies muestreadas. Mide el grado, promedio de incertidumbre en predecir a cual especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colecta.

Uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica es el de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver, derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. O sea, al tomar al azar un individuo, en el primer caso tendremos un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie.

El índice de diversidad de Shannon (H) emplea la siguiente fórmula:

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \log P_i$$

Donde:

H=Índice de diversidad de Shannon.

P<sub>i</sub>=Abundancia relativa de especies.

En este sentido es importante mencionar que la diversidad es un concepto que se utiliza sobre todo, centrándose en el hecho de la relación entre la diversidad y las perturbaciones, ya que puede ser visto como una disminución en la diversidad cuando las perturbaciones aumentan.



Es así como el índice puede tomar valores entre 0 y 5. Los valores máximos son rara vez mayor a 5. La diversidad es una medida logarítmica que hace que, en cierta medida, un índice sensible en el rango de valores al lado del límite superior. Como una base ordinaria, en la literatura, los valores bajos de este índice se consideran indicación de la contaminación y/o perturbación consecuencia de la modificación o alteración de las condiciones naturales de esta comunidad vegetal. Una forma de evaluar estas condiciones es mediante la asignación de un estado de valoración de la calidad de la comunidad vegetal a partir del índice de diversidad asignando:

- Muy buen estado >4
- Buen estado 4 - 3
- Estado moderados 3 - 2
- Estado pobre 2 - 1
- Mal estado 1 - 0

Esta calificación del estado (bueno – mal estado) se refiere a las condiciones de la comunidad en base a los valores de diversidad.

## Análisis de diversidad en el bosque de encino pino

### Estrato arbóreo

El estrato arbóreo está compuesto por 7 especies vasculares terrestres, que de acuerdo al índice de valor de importancia (IVI), conformado por los valores relativos de dominancia, densidad y frecuencia, es mayormente representado por el encino manzano (*Quercus durifolia*) como se destaca más adelante en la tabla. Además, el estrato arbóreo existe una abundancia acumulada de 556 organismos/ha de las 7 especies de este estrato. La diversidad de especies evaluada mediante el índice de diversidad de Shannon-Weiner, revela que el estrato tiene un valor de 1.471, valor considerado como de diversidad pobre en el estrato arbóreo, favorecido por la aportación principalmente por el mismo encino manzano (*Quercus durifolia*) que ha estado prevaleciendo con las cifras más relevantes en el estrato.

Parámetros poblacionales del estrato arbóreo del bosque de encino pino (BQP) en la MHF.

No.	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	n (1 Ha)	Densidad absoluta	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	0.15	0.93	2.33	3.40	8	43162	0.174	-1.749	-0.304
2	<i>Pinus yecorensis</i>	Pino	0.45	4.94	4.65	10.04	11	59348	0.004	-5.404	-0.024
3	<i>Quercus albocincta</i>	Encino cusi	0.15	0.10	2.33	2.58	2	10791	0.001	-6.503	-0.010
4	<i>Quercus arizonica</i>	Encino blanco	0.45	0.17	6.98	7.60	3	16186	0.004	-5.404	-0.024
5	<i>Quercus coccolobifolia</i>	Encino gueja	0.60	0.23	4.65	5.48	3	16186	0.006	-5.116	-0.031
6	<i>Quercus solicifolia</i>	Encino saucillo	1.50	1.03	11.63	14.16	8	43162	0.015	-4.200	-0.063
7	<i>Quercus durifolia</i>	Encino manzano	40.48	1.74	18.61	60.82	25	134883	0.405	-0.904	-0.366
7						300.00	556	911253	1.000	-50.966	-1.471

I. Shannon H = 1.471  
 Máxima diversidad del ecosistema H' max = 1.946  
 Equitatividad (J) H/H' max = 0.699  
 Riqueza de especies S = 7.000



### Estrato arbustivo

Mientras tanto, el índice de valor de importancia entre las 12 especies del estrato arbustivo (IVI) revela que es el garambullo (*Celtis oallida*) quien prevalece con los valores más representativos, seguido del tepehuaje (*Lysiloma watsonii*). El estrato arbustivo del bosque de encino pino (BQP) se compone de 12 especies, con una abundancia acumulada de 53 organismos/ha. Finalmente, el estrato arbustivo posee un índice de diversidad de 2.510 que significa un valor medio, pero con una equidad muy homogénea entre las especies con un valor muy cercano a la unidad (0.846).

#### Parámetros poblacionales del estrato arbustivo del bosque de encino pino (BQP) en la MHF

No.	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	n (1 Ha)	Densidad absoluta	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Acacia constricta	Vinorama	7.70	9.02	11.75	28.48	8	43162	0.174	-1.749	-0.304
2	Acacia pennatula	Agarobo	24.23	10.32	8.06	42.61	6	32372	0.130	-2.037	-0.266
3	Agave lechuguilla	Lechuguilla	6.64	5.96	10.32	22.92	5	26977	0.109	-2.219	-0.241
4	Ambrosia Ambrosioides	Chicurilla	4.73	11.39	8.50	24.62	4	21581	0.087	-2.442	-0.212
5	Buddelia wrightii	Tepozan	3.56	12.32	6.18	22.06	3	16186	0.065	-2.730	-0.178
6	Celtis pallida	Garambullo	23.02	17.89	5.02	45.93	11	59348	0.239	-1.431	-0.342
7	Coursetia glandulosa	Zamota	8.86	1.50	15.05	25.41	4	21581	0.087	-2.442	-0.212
8	Dasyiron wheeleri	Sotol	3.54	6.67	5.02	15.23	2	10791	0.043	-3.135	-0.136
9	Fouquieria macdougalii	Ocotillo	5.31	10.00	5.02	20.33	3	16186	0.065	-2.730	-0.178
10	Juniperus deppeana	Tascate	1.77	3.33	5.02	10.12	1	5395	0.022	-3.829	-0.083
11	Lysiloma watsonii	Tepehuele	5.31	10.00	15.05	30.37	3	16186	0.065	-2.730	-0.178
12	Opuntia phaeacantha	Nopal	5.31	1.60	5.02	11.93	3	16186	0.065	-2.730	-0.178
12				100.00	100.00	300.00	53	285951	1.152	-30.205	-2.510

I. Shannon H = 2.510  
Máxima diversidad del ecosistema H' max = 2.485  
Equitatividad (J) H/H' max = 0.846  
Riqueza de especies S = 12.000

### Estrato herbáceo

En cuanto al Índice de valor de importancia, las 6 especies representadas en el estrato herbáceo muestran un arreglo muy cercano entre sí. El estrato herbáceo se caracteriza por una abundancia de 110 individuos/ha, con una diversidad moderada con apenas 2.120, de acuerdo a la siguiente tabla:

#### Parámetros poblacionales del estrato herbáceo del bosque de encino pino (BQP) en la MHF

No.	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	n (1 Ha)	Densidad absoluta	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Amaranthus hybridus	Quelite	17.79	19.02	27.51	64.32	17	91720	0.370	-0.995	-0.368
2	Aristida ternipes	Tres barbas	7.62	7.47	16.51	31.60	14	75534	0.304	-1.190	-0.362
3	Bouteloua repens	Navajita	15.25	15.63	5.50	36.37	25	134883	0.543	-0.610	-0.331
4	Brongniartia glabrata	Hierba de la víbora	22.87	24.46	7.02	54.34	25	134883	0.543	-0.610	-0.331
5	Malvastrum bicuspidatum	Malva	13.60	8.97	11.69	34.26	14	75534	0.304	-1.190	-0.362
6	Cenchrus ciliaris	buffel	22.87	24.46	31.77	79.10	15	80930	0.326	-1.121	-0.365
6			100.00	100.00	100.00	300.00	110	593483	2.391	-5.715	-2.120

I. Shannon H = 2.120  
Máxima diversidad del ecosistema H' max = 1.792  
Equitatividad (J) H/H' max = 0.994  
Riqueza de especies S = 6.000



## **Área de proyecto**

### **Tipos de vegetación por afectar**

El análisis de la vegetación identificada en el predio del proyecto se basó y fundamentó en el tipo de vegetación que será removida como consecuencia del cambio de uso de suelo en el proyecto. En este proyecto, de acuerdo a la Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación, Serie III del INEGI ocurre el tipo de vegetación de bosque de encino pino (BQP) objeto del análisis en esta solicitud.

Cabe mencionar que si bien la Serie III de INEGI presenta el límite con el bosque de encino sobre el área destinada a tepeteteras, los resultados de flora obtenidos en los muestreos, revelan que el arreglo vegetativo es un contínuo de bosque de encino-pino, por lo que se asumen el arreglo único de Bosque de Encino-Pino (BQP) dado los resultados de campo más confiables que la escala regional de la cartografía de INEGI, Serie III de Uso de Suelo y Vegetación.

El reconocimiento de los parámetros poblacionales fue realizado para el área del proyecto y su equivalente en muestro en la zona circundante (MHF), tomando en cuenta las áreas que serán afectadas directamente por la ejecución del proyecto, donde se puede notar que los recursos bióticos no han sido modificados substancialmente. Los parámetros poblacionales que se midieron fueron densidad, dominancia y frecuencia; de la suma de éstos se obtiene el valor de importancia de las especies, el cual revela la importancia ecológica relativa de cada especie en cada muestra (Müller-Dumbois & Ellenberg, 1974; Franco, 1991). Se obtuvo además el índice de diversidad de Shannon-Weiner, equidad de Pielou y abundancia del proyecto.

De acuerdo a lo anterior, el esfuerzo de muestreo se concentró en áreas con vegetación de tipo bosque de encino pino (BQP), en donde se llevó a cabo un muestreo y el registro de los datos de las especies forestales identificadas para la identificación de la riqueza y diversidad vegetal de cada comunidad vegetal, así como el reconocimiento de especies catalogadas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 de existir. El estudio de la vegetación terrestre en el área de proyecto se realizó en octubre de 2017 realizando 11 sitios de muestreo útiles como se destaca más adelante para el predio del proyecto (misma cantidad de puntos que se repitió para la MHF). Con lo anterior se obtuvieron datos para el procesamiento y cumplimiento de los términos de referencia arriba señalados para este tipo de estudios. Las características revisadas de flora y vegetación se detallan más adelante.

Los tipos de vegetación presentes en el área de estudio fueron identificados con base en la consulta bibliográfica apropiada para la región, como son la clasificación de varios autores en los que se incluyen: Rzedowski (1966, 1978, 1981), Rzedowski, J. y Reyna Trujillo (1990), COTECOCA (1974), Brown (1982) y la cartografía disponible de INEGI relativa a la temática "Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250,000 Serie III de INEGI (INEGI, 1985). Con especial atención para la descripción general de la vegetación existente equivalente al bosque de encino pino (BQP), fue realizada la verificación en campo para comprobar la coincidencia de tales arreglos.



Para obtener el inventario florístico del lugar se realizaron recorridos en extenso por el área de estudio para incluir aquellas especies de escasa ocurrencia y que probablemente no fueron contabilizadas en los muestreos sistemáticos. El inventario se enriqueció durante la medición de parámetros poblacionales, permitiendo corroborar la información obtenida, así como reforzar la nomenclatura científica cuando se localizaban individuos con un mayor número de estructuras que favorecieran su identificación taxonómica.

La identificación de las especies vegetales se realizó *in situ*, utilizando como material de apoyo la bibliografía indicada para los tipos vegetativos ya citados y por la comparación morfológica de las estructuras observadas en campo. El nombre común fue proporcionado por los lugareños, en especial por el guía de apoyo en campo, así como del listado de las Especies Mexicanas de Martínez (1987). El arreglo de la información incluye el nombre de la familia taxonómica, nombre científico y común para cada una de las especies. Se destaca el arreglo taxonómico de las especies por familia, evidenciando las más representativas en el lugar, asociándolas al tipo de vegetación del área y proporción de parentesco entre las especies.

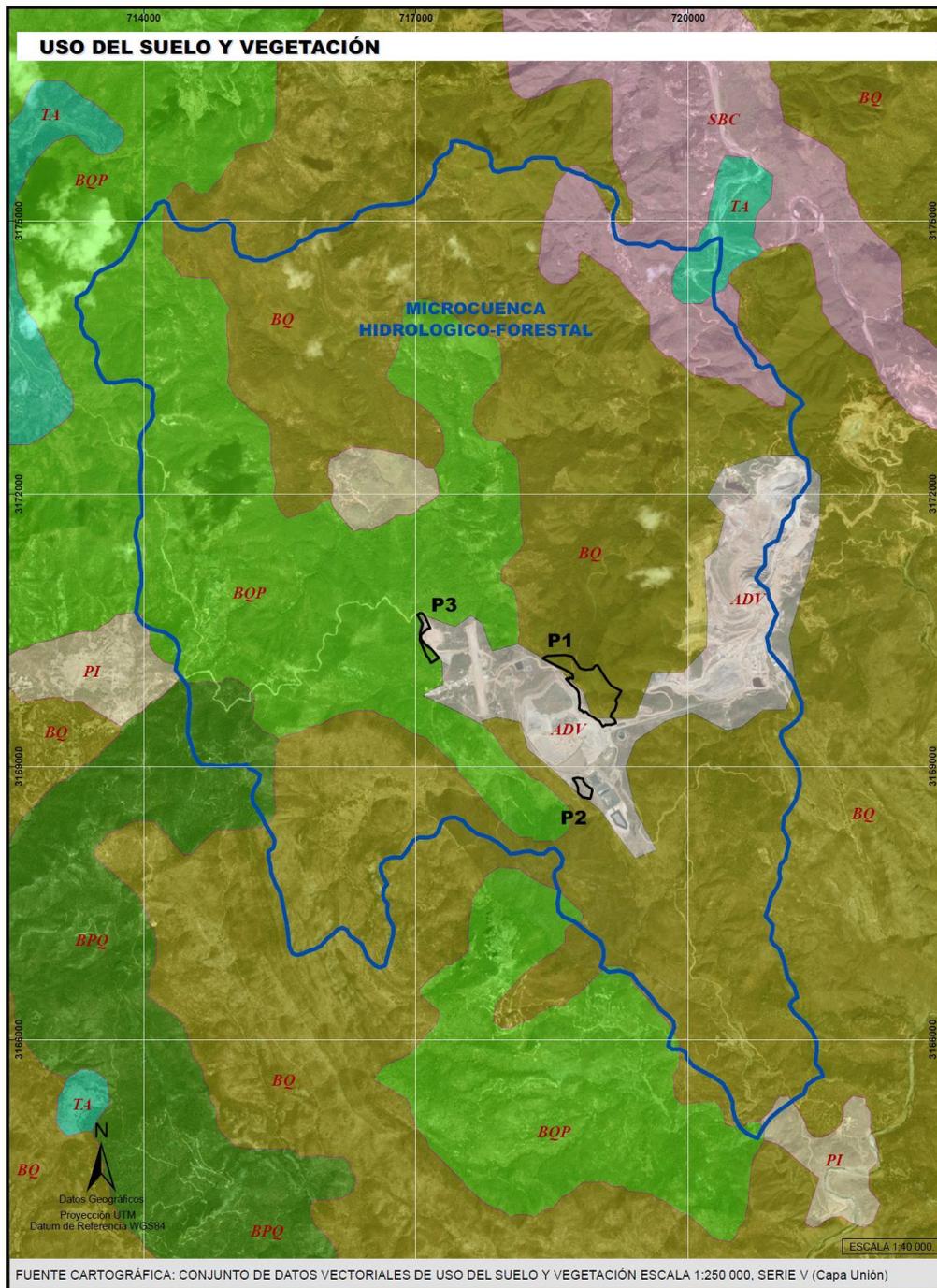
Obtenido el inventario florístico total del sitio, se comparó con la Norma Oficial NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010) que determina las especies y subespecies de la flora y fauna silvestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, así como las sujetas a protección especial, para identificar aquellos especímenes con algún estatus de riesgo. En este caso no existieron especies enlistadas en dicha Norma para el proyecto.

En la revisión de la estratificación vertical en el sitio, las formas involucradas se clasificaron en apego a Rzedowski (1978). Se registró el número de especies por estrato y se distribuyeron en porcentaje respecto del total para conocer las formas de vida presentes y la abundancia de las mismas.



Tipos de vegetación en el predio sujeto a CUSTF y su ocupación en la MHF

Clave	Nombre del uso del suelo y/o tipos de vegetación	Cuenca Río Yaquí	Proyecto sujeto a CUSTF	
		Superficie (ha)	Ocupación respecto a la Cuenca	Respecto a la MHF de ocupación (%)
AH	ASENTAMIENTOS HUMANOS	656.17		
BG	BOSQUE DE GALERIA	4131.06		
BJ	BOSQUE DE TASCATE	16590.33		
BP	BOSQUE DE PINO	281522.4		
BP/VSa	BOSQUE DE PINO CON VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA	36473.5		
BPQ	BOSQUE DE PINO-ENCINO	460295.29		
BPQ/VSa	BOSQUE DE PINO-ENCINO CON VEG SECUNDARIA ARBOREA	52567.82		
BQ	BOSQUE DE ENCINO	1389799.88		
BQ/VSa	BOSQUE DE ENCINO CON VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA	80819.46		
BQP	BOSQUE DE ENCINO-PINO	462960.24	0.007%	0.60%
BQP/VSa	BOSQUE DE ENCINO-PINO CON VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA	30728.9		
BS	BOSQUE DE AYARIN	405.62		
DV	SIN VEGETACION APARENTE	4812.88		
H2O	CUERPOS DE AGUA	43341.12		
IAPF	ZONAS DE CULTIVOS	595586.74		
MDM	MATORRAL DESERTICO MICROFILO	687420.69		
MDM/VSa	MATORRAL DESERTICO MICROFILO CON VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA	499.63		
MDR	MATORRAL DESERTICO ROSETOFILO	291.99		
MK	MEZQUITAL	13291.28		
MK/VSa	MEZQUITAL CON VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA	8238.07		
MKE	MEZQUITAL CON SELVA ESPINOSA	57740.92		
MKX	MEZQUITAL (MATORRAL XEROFILO)	137912.76		
ML	CHAPARRAL (MATORRAL XEROFILO)	210.79		
MSC	MATORRAL SARCOCAULE (XEROFILO)	91747.93		
MSC/VSa	MATORRAL SARCOCAULE CON VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA	6501.16		
MST	MATORRAL SUBTROPICAL	421628.68		
MST/VSa	MATORRAL SUBTROPICAL CON VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA	217257.28		
PI	PASTIZAL INDUCIDO	152644.99		
PN	PASTIZAL NATURAL	528709.32		
PN/VSa	PASTIZAL NATURAL CON VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA	4916.48		
SBC	SELVA BAJA CADUCIFOLIA	685814.99		
SBC/VSa	SELVA BAJA CADUCIFOLIA CON VEG SECUNDARIA ARBOREA	341690.91		
SBK	SELVA BAJA ESPINOSA CADUCIFOLIA	40930.13		
SBK/VSa	SELVA BAJA ESPINOSA CADUCIFOLIA CON VEG SECUNDARIA ARBOREA	52092.76		
SBK/VSa	SELVA BAJA ESPINOSA CADUCIFOLIA CON VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA	92554.09		
VG	VEGETACION DE GALERIA	3787.92		
VH	VEGETACION HALOFILA	110710.68		
VH/VSa	VEGETACION HALOFILA CON VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA	1351.38		
VM	MANGLAR	7581.59		
VSa/MKE	SELVA ESPINOSA ARBUSTIVA CON MEZQUITAL	15889.57		
VSa/MKX	VEG SECUNDARIA ARBUSTIVA CON MEZQUITAL	102061.2		
VU	VEGETACION DE DUNAS COSTERAS	2483.82		
ZU	ZONAS URBANAS	13039.86		



Tipos de vegetación en el predio del proyecto

La metodología para el Diseño del muestreo, Estratos considerados, Representatividad, Tamaño de muestra, Índice de Valor de importancia, es la ya descrita anteriormente para la MHF, teniéndose los siguientes resultados.



Datos alimentados para el análisis de la representatividad de muestreo de flora en el predio

Tamaño de la unidad muestral = 1,000 m<sup>2</sup>  
Tamaño de la sup. a intervenir (CUSTF) = 323,200 m<sup>2</sup> BQP

REPRESENTATIVIDAD

Vegetación	Sitio	No. especies
	1	3
	2	6
	4	4
	5	4
	6	5
	7	4
	8	5
	9	4
	10	4
BPQ	19	5
	20	7

Desv 1.120  
CV 24.158

Tabla t-Student

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453



N = 323                      Unidades muestrales  
E = 20                        %  
CV = 24.158                %  
t = 1.8125                    t= n-1=11 Para una prob del 95%, dos colas y 5 grados de libertad

$$N = \frac{3.28515625}{400} * 583.62$$

$$N = \frac{3.2852}{323} * 583.621684$$

$$N = \frac{1917.288}{405.932}$$

$$N = 4.723$$

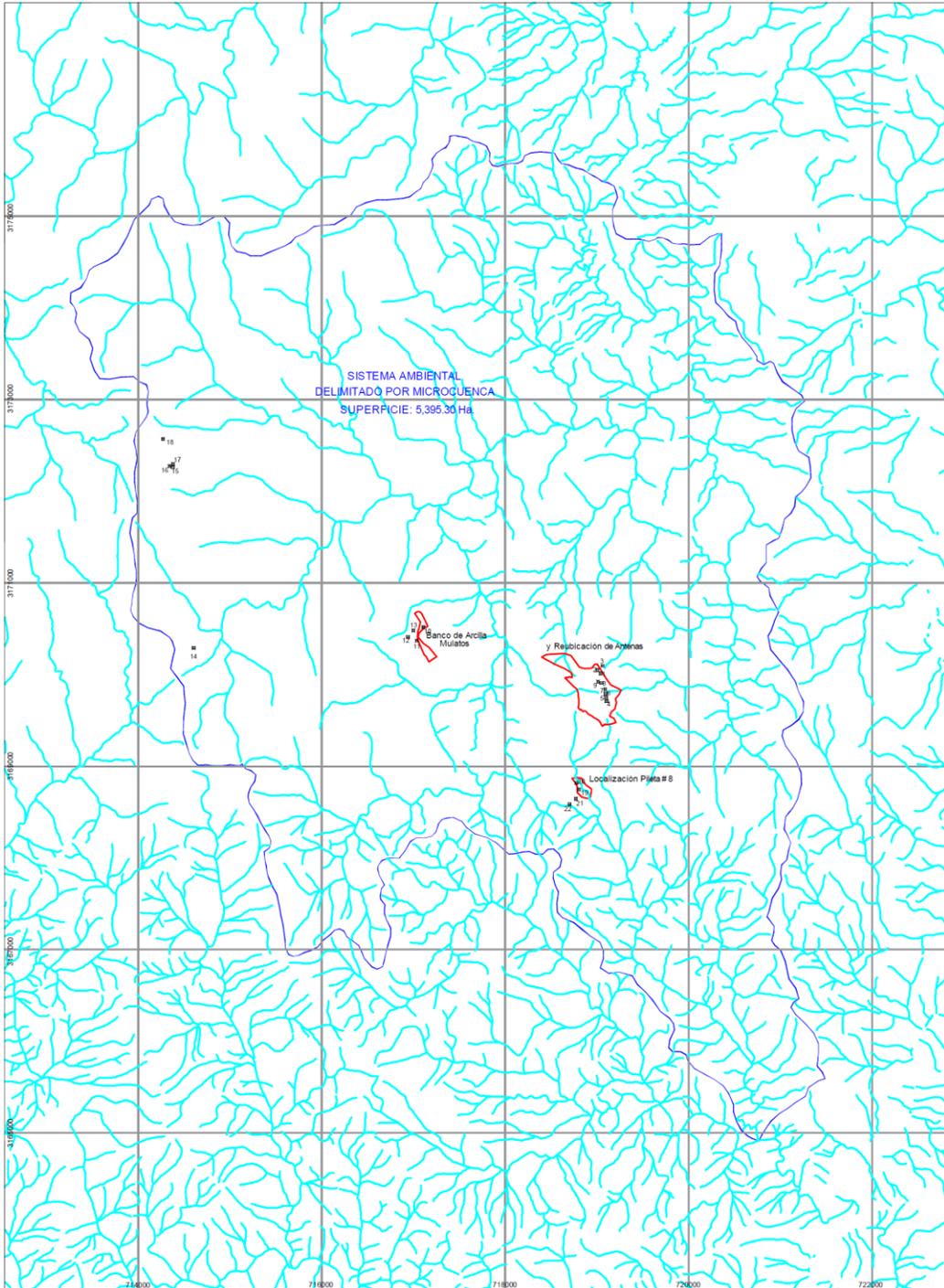
**11 sitios de muestreo realizados**

Resumen de dimensiones y número de sitios de muestreo en el predio

Estrato	Dimensiones del sitio de muestreo	Número de sitios mínimos según el análisis de la representatividad	Número de sitios realizados en el predio CUSTF
Arbóreo, arbustivo y herbáceas	Sitios circulares de 18m de radio resultando 1,000 m <sup>2</sup> (0.1 ha).	5 sitios para el bosque de encino pino (BQP)	11 sitios para el bosque de encino pino (BQP)



### Localización de los sitios de muestreo



Arreglo de distribución de los sitios de muestreo forestal



Sitios de muestreo de flora, en la estimación forestal del predio

Sitio	Area	Coordenadas UTM Zona 12 N Datum WGS84		Tipo de vegetación
1	CUSTF	719042	3170013	Bosque de encino pino
2	CUSTF	719009	3170047	Bosque de encino pino
4	CUSTF	719107	3169708	Bosque de encino pino
5	CUSTF	719101	3169749	Bosque de encino pino
6	CUSTF	719095	3169790	Bosque de encino pino
7	CUSTF	719092	3169839	Bosque de encino pino
8	CUSTF	719050	3169909	Bosque de encino pino
9	CUSTF	719013	3169921	Bosque de encino pino
10	CUSTF	717109	3170517	Bosque de encino pino
19	CUSTF	718807	3168743	Bosque de encino pino
20	CUSTF	718777	3168820	Bosque de encino pino

**Inventarios**

La guía para la interpretación de Cartografía Uso del suelo y Vegetación Escala 1:250,000 Serie III de INEGI (2009) señala un inventario florístico por estrato de estos arreglos vegetativos. No todas las especies citadas en estos arreglos aparecen en el predio y existen otras especies no citadas en el mismo, que están en el inventario de estos arreglos vegetativos.

En el proyecto, dentro del predio del proyecto, el bosque de encino pino analizada revela que la totalidad de especies presentes en el predio (20 especies compuestas por 5 árboles, 10 arbustivas y 5 herbáceas) todas ellas presentes en el inventario de la MHF. No existen especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Resumen de diversidad florística en el predio

Pinus yecorensis	Pino	Arbol	5
Quercus albocincta	Encino cusi		
Quercus arizonica	Encino blanco		
Quercus coccolobifolia	Encino juega		
Quercus durifolia	Encino manzano		
Acacia constricta	Vinorama	Arbustivo	10
Acacia pennatula	Agarrobo		
Agave lechuguilla	Lechuguilla		
Ambrosia Ambrosioides	Chicurilla		
Buddelia wrightii	Tepozan		
Coursetia glandulosa	Zamota		
Dasylyron wheeleri	Sotol		
Junniperus deppeana	Tascate		
Lysiloma watsoni	Tepegueje		
Opuntia phaeacantha	Nopal		
Amaranthus hybridus	Quelite	Herbácea	5
Aristida termipes	Tres barbas		
Bouteloua repens	Navajita		
Brongniartia glabrata	Hierba de la víbora		
Malvastrum bicuspidatum	Malva		

20



Los valores de flora cuantificados en la MHF se encuentran mejor representados que en el predio del proyecto. Lo anterior puede deberse a la cercanía del predio con obras previas, así como los caminos y áreas desprovistas de vegetación entre las obras previstas. A continuación se describen las características de la flora, por tipo de vegetación y estrato en el predio del proyecto.

### Bosque de pino encino (BQP)

En este orden de ideas, los parámetros poblacionales medidos, tanto en la MHF como en el predio del proyecto, están mejor representados en la MHF que en el predio, por lo que la distribución y abundancia de las especies que serán desmontadas para dar paso a las obras previstas, no comprometen la diversidad de especies en el sitio.

Arreglo comparativo de la flora presente en el predio y la MHF

Estrato / forma de vida	Riqueza de especies (S)		Abundancia (Ind/ha)		Índice de diversidad de Shannon-Weiner		Equidad	
	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF
Arbol	5	7	46	556	0.939	1.471	0.657	0.699
Arbustivo	10	12	43	53	2.002	2.501	0.671	0.846
Herbácea	5	6	73	110	1.120	2.120	0.187	0.994
	20	25	162	719				

### Análisis de diversidad por tipos de vegetación

#### Estrato arbóreo

El estrato arbóreo está compuesto por 5 especies vasculares terrestres, que de acuerdo al índice de valor de importancia (IVI), conformado por los valores relativos de dominancia, densidad y frecuencia, es mayormente representado por el encino manzano (*Quercus durifolia*) como se destaca más adelante en la tabla. Además, el estrato arbóreo existe una abundancia acumulada de 46 organismos/ha de las 5 especies de este estrato. La diversidad de especies evaluada mediante el índice de diversidad de Shannon-Weiner, revela que el estrato tiene un valor de 0.939, valor considerado como de diversidad en mal estado en el estrato arbóreo, favorecido por la aportación principalmente por el mismo encino manzano (*Quercus durifolia*) que ha estado prevaleciendo con las cifras más relevantes en el estrato.



Parámetros poblacionales del estrato arbóreo del bosque de encino pino (BQP) en el predio

No.	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	Densidad (Ind/ha)	Densidad absoluta	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	<i>Pinus yecorensis</i>	Pino	12.40	7.88	25.00	45.27	13	420	0.283	-1.264	-0.357
2	<i>Quercus albocincta</i>	Encino cusi	0.83	0.02	8.33	9.18	1	32	0.022	-6.040	-0.014
3	<i>Quercus arizonica</i>	Encino blanco	8.26	0.21	8.33	16.81	8	259	0.174	-3.738	-0.089
4	<i>Quercus coccolobifolia</i>	Encino juega	25.62	5.86	33.33	64.81	11	356	0.239	-2.606	-0.192
5	<i>Quercus durifolia</i>	Encino manzano	52.89	86.03	25.00	163.93	13	420	0.283	-1.881	-0.287
5			100.00				46	1487			-0.939

I. Shannon H = 0.939  
Máxima diversidad del ecosistema H' max = 1.609  
Equitatividad (J) H/H' max = 0.657  
Riqueza de especies S = 5.000

Estrato arbustivo

Mientras tanto, el índice de valor de importancia entre las 10 especies del estrato arbustivo (IVI) revela que es el tepozán (*Celtis oallida*) quien prevalece con los valores más representativos, seguido del tepehuaje (*Buddelia wrightii*). El estrato arbustivo del bosque de encino pino (BQP) se compone de 10 especies, con una abundancia acumulada de 43 organismos/ha. Finalmente, el estrato arbustivo posee un índice de diversidad de 2.002 que significa un valor medio, pero con una equidad heterogénea entre las especies con un valor muy cercano a la media (0.671).

Parámetros poblacionales del estrato arbustivo del bosque de encino pino (BQP) en el predio

No.	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	n (1 Ha)	Densidad absoluta	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	<i>Acacia constricta</i>	Vinorama	12.87	5.37	6.55	24.79	7	226	0.152	-1.883	-0.287
2	<i>Acacia pennatula</i>	Agarrobo	11.62	7.56	5.30	24.48	6	194	0.130	-2.037	-0.266
3	<i>Agave lechuguilla</i>	Lechuguilla	6.05	13.21	1.40	20.66	8	259	0.174	-1.749	-0.304
4	<i>Ambrosia Ambrosioides</i>	Chicurilla	4.32	7.01	4.93	16.27	6	194	0.130	-2.037	-0.266
5	<i>Buddelia wrightii</i>	Tepozan	25.45	35.98	12.26	73.69	8	259	0.174	-1.749	-0.304
6	<i>Coursetia glandulosa</i>	Zamota	6.40	6.43	12.26	25.10	1	32	0.022	-3.829	-0.083
7	<i>Dasyllron wheeleri</i>	Sotol	6.40	6.43	12.26	25.10	2	65	0.043	-3.135	-0.136
8	<i>Junniperus deppeana</i>	Tascate	7.68	4.10	8.24	20.02	2	65	0.043	-3.135	-0.136
9	<i>Lysiloma watsoni</i>	Tepegueje	12.80	12.87	24.53	50.20	2	65	0.043	-3.135	-0.136
10	<i>Opuntia phaecantha</i>	Nopal	6.40	1.03	12.26	19.70	1	32	0.022	-3.829	-0.083
10			100.00	100.00	100.00	300.00	43	1390	0.935	-26.519	-2.002

I. Shannon H = 2.002  
Máxima diversidad del ecosistema H' max = 2.303  
Equitatividad (J) H/H' max = 0.671  
Riqueza de especies S = 10.000

Estrato herbáceo

En cuanto al Índice de valor de importancia, las 5 especies representadas en el estrato herbáceo muestran un arreglo muy cercano entre sí a excepción de la dominante malva (*Malvastrum bicuspidatum*). El estrato herbáceo se caracteriza por una abundancia de 73 individuos/ha, con una diversidad moderada con apenas 1.609, de acuerdo a la siguiente tabla:



Parámetros poblacionales del estrato herbáceo del bosque de encino pino (BQP) en el predio

No.	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	n (1 Ha)	Densidad absoluta	$p(i) = n/N$	$\ln p(i)$	$p(i)^2 \ln p(i)$
1	<i>Amaranthus hybridus</i>	Quelite	2.05	4.91	8.73	15.69	3	97	0.065	-2.730	-0.178
2	<i>Aristida termipes</i>	Tres barbas	9.13	15.62	12.86	37.62	11	356	0.239	-1.431	-0.342
3	<i>Bouteloua repens</i>	Navajita	10.74	29.10	6.53	46.37	6	194	0.130	-2.037	-0.266
4	<i>Brongniartia glabrata</i>	Hierba de la víbora	1.37	3.27	17.45	22.09	8	259	0.174	-1.749	-0.304
5	<i>Malvastrum bicuspidatum</i>	Malva	76.70	47.10	54.43	178.23	45	1454	0.978	-0.022	-0.022
5			100.00	100.00	100.00	300.00	73	2359	1.587	-7.969	-1.112

I. Shannon H = 1.112  
 Máxima diversidad del ecosistema H' max = 1.609  
 Equitatividad (J) H/H' max = 0.187  
 Riqueza de especies S = 5.000

### Rescate de flora

Se prevé como medida de mitigación de la remoción de vegetación con acciones de rescate y reubicación de especies susceptibles de ello.

Se pondrá en operación un programa de reforestación, rescate y reubicación de flora que considere las especies susceptibles de ser rescatadas, a partir del conjunto de especies que conforman la vegetación natural del área sujeta a cambio de uso del suelo (Ver Anexo 8).

Es claro que no todas las especies pueden ser susceptibles de ser rescatadas y reubicadas en virtud de sus características biológicas o físicas, de ahí que para seleccionar las especies objetivo se aplicarán los siguientes criterios:

- a) Que se trate de especies que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010;
- b) Que sean de difícil regeneración;
- c) Que tengan posibilidad de sobrevivir a la extracción y reubicación;
- d) Que tengan mayor abundancia e IVI en el área de CUSTF que en la MHF;
- e) Que se encuentren en el área de CUSTF y no hubieran sido detectadas en la MHF;
- f) Que dado su tamaño, sea técnicamente posible su extracción sin afectar al ejemplar; y
- g) Que dado su tamaño, sea económicamente factible su extracción.

Al reubicarse los especímenes identificados en este proyecto, se tratará de no afectar la dinámica de los ecosistemas, es decir, el flujo de energía, hidrológico y de nutrientes, así como las relaciones entre las comunidades. Debido a que el sitio donde se llevará a cabo el replante estará ubicado en zonas circundantes, donde se promoverá que los organismos se adapten al área y que no sean perturbados por agentes externos.

Debido a que no existen especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se prevé la reforestación, el rescate y reubicación de 2,919 ejemplares de los estratos



arbóreo y arbustivo considerando la abundancia total de las especies involucradas, de acuerdo al siguiente arreglo:

Densidad de rescate, reubicación y reforestación prevista para el proyecto

No.	Nombre científico	Nombre común	Programa de Reforestación			Programa de rescate y reubicación de especies				
			Densidad estimada (No.)	Año 1	Año 2	Año 3	Densidad estimada (No.)	Año 1	Año 2	Año 3
1	Pinus yecorensis	Pino	357	119	119	119	84	28	28	28
2	Quercus albocincta	Encino cusi	27	9	9	9	6	2	2	2
3	Quercus arizonica	Encino blanco	220	73	73	73	52	17	17	17
4	Quercus coccolobifolia	Encino juega	302	101	101	101	71	24	24	24
5	Quercus durifolia	Encino manzano	357	119	119	119	84	28	28	28
5			1264				297			

No.	Nombre científico	Nombre común	Programa de Reforestación			Programa de rescate y reubicación de especies				
			Densidad estimada (No.)	Año 1	Año 2	Año 3	Densidad estimada (No.)	Año 1	Año 2	Año 3
1	Acacia constricta	Vinorama					226	75	75	75
2	Acacia pennatula	Agarrobo					194	65	65	65
3	Agave lechuguilla	Lechuguilla					517	172	172	172
4	Ambrosia Ambrosioides	Chicunilla					194	65	65	65
5	Buddleia wrightii	Tepozan					259	86	86	86
6	Coursetia glandulosa	Zamota					32	11	11	11
7	Dasyiron wheeleri	Sotol					65	22	22	22
8	Junniperus deppeana	Tascate					65	22	22	22
9	Lysiloma watsoni	Tepegueje					65	22	22	22
10	Opuntia phaeacantha	Nopal					32	11	11	11
10							1648			

**b. Fauna.**

**MHF**

**Fauna en el contexto de la cuenca**

La cuenca contiene elementos de hábitat y arreglo de comunidades que permiten la confluencia de diversas comunidades faunísticas influenciadas por las regiones naturales de México. Así, la totalidad de la Cuenca B Río Yaqui se ubica en la Región Neártica. La cuenca posee la presencia de tres provincias biogeográficas, dominada casi en la mitad de su superficie (47.2%) por la Provincia Sierra Madre Occidental, como se destaca a continuación. En consecuencia, el proyecto ocupará el 0.009% de la superficie de la provincia a la que pertenece.

Distribución de Provincias Biogeográficas en la Cuenca del Río Yaqui

Nombre	Sup. cuenca ocupada por la
provincia (km <sup>2</sup> ) Sierra Madre Occidental	33,878
Altiplano Chihuahuense	23,686
Sonorense	14,212

Existen tres provincias de arreglo mastogeográfico, siendo la cuenca mayormente influenciada por la Sierra Madre Occidentalense (con el 56.5% de su territorio). En cuanto a las comunidades de fauna, la provincias mastogeográfica Sierra Madre Occidentalense



donde está inserto el proyecto. El proyecto por su parte, ocupará el 0.008% de esta provincia mastogeográfica.

Distribución de Provincias mastogeográfica en la Cuenca del Río Yaqui

Nombre	Sup. cuenca ocupada por la provincia (km <sup>2</sup> )
Sierra Madre Occidentalense	40,553
Sinaloense	16,867
Sonorense	14,355

En avifauna, existen siete áreas de importancia para la conservación de aves, cinco de ellas exclusivas de la cuenca, ocupando alrededor del 25% de la superficie de la cuenca en áreas AICA. En avifauna, el proyecto queda fuera de alguna AICA, por lo que la afectación por el proyecto a la superficie destinada a esta categoría, es nula.

Finalmente, son tres las provincias herpetofaunísticas que convergen en la cuenca, siendo mayormente distribuida la cuenca de la Sierra Madre Occidentalense (con un 68% del total), y la provincia Mexicana del Oeste apenas ocupa el 9.2% de la cuenca. En herpetofauna, el proyecto está en la provincia Mexicana del Oeste que ocupa el 9.2% de la cuenca. En consecuencia, el proyecto ocupará el 0.04% de la superficie de la provincia a la que pertenece.

Distribución de Provincias herpetofaunísticas en la Cuenca del Río Yaqui

Nombre	Sup. cuenca ocupada por la provincia (km <sup>2</sup> )
Sierra Madre Occidental	48808
Mexicana del Oeste	6603
Colorado-Sonorense	16365

A su vez, el arreglo faunístico corresponde a 243 especies, de 86 familias, con distribución en el área, de las cuales 72 fueron directamente detectadas en el proyecto minero. Dichas especies son de amplia distribución en la cuenca, porque su distribución y abundancia obedece a los arreglos ecosistémicos donde se ubica el proyecto, pero que están bien representados en la región, señalado con los valores del párrafo anterior. El proyecto queda inmerso en el panorama de diversidad regional, en particular de la cuenca a la que pertenece.

Comparativo de diversidad de fauna silvestre

Grupo taxonómico vertebrado	Inventario a nivel estatal (Sonora)	Inventario de la Región de la cuenca del Río Yaqui	Especies compartidas a nivel regional (No.)
Mamíferos	126	149	46
Aves	556	484	129
Reptiles	141	135	36
Anfibios	35	37	12

**Caracterización de la fauna en el contexto de la MHF**

En el presente estudio, el trabajo de campo para la caracterización faunística de la cuenca hidrológica forestal consistió en una salida de campo en octubre de 2017, durante la cual se llevaron a cabo tanto los muestreos en la unidad de análisis como en las áreas



del proyecto. Se establecieron 11 sitios para la MHF y 12 para los sitios del proyecto, aplicando las metodologías específicas para cada grupo taxonómico a identificar, mismas que serán explicadas más adelante. El realizar 11 sitios de muestreo de fauna en la MHF obedece a un número equivalente a la representatividad del predio del proyecto para hacer más adelante comparativo el análisis. Las provincias biogeográficas son un sistema conformado por 19 provincias con base en cuatro sistemas de clasificación, 3 biogeográficas (1) plantas vasculares, (2) anfibios y reptiles y (3) mamíferos y el de principales rasgos morfotectónicos con el objetivo de determinar un sistema estándar de regiones naturales de México para planear el crecimiento y la política de apoyo para el estudio y conservación de la diversidad biológica del país.

### **Sitios de muestreo**

Para la caracterización de la fauna silvestre se usó la cartas topográfica escala 1:250,000 del INEGI (1985) empleándose un Sistema de Posicionamiento Global (GPS modelo Garmin, utilizando el Datum WGS94) para ubicar y registrar los sitios revisados dentro de la MHF. En general, para la descripción de la fauna del área de influencia del proyecto, se consideraron exclusivamente cuatro grupos de vertebrados terrestres (reptiles, anfibios, aves y mamíferos). Los sitios de muestreo son los mismos a los empleados en flora.

Para la elaboración del inventario faunístico se utilizó el método de monitoreo directo, basado principalmente en la visualización de los individuos presentes en su hábitat natural. Para esto se utilizaron binoculares para la observación de aves y mamíferos, así como las guías de campo de fauna regional para la identificación de los individuos avistados. Asimismo, con base a la experiencia de los técnicos de campo, se buscaron evidencias como la presencia de huellas, madrigueras, excretas, etc. para inferir la presencia de las especies de fauna no observadas directamente. Se conformaron dos brigadas, cada una con un especialista en fauna los cuales recorrieron el área en busca de indicios o avistamientos directos de especies, se muestrearon los mismos puntos tanto para vegetación como para fauna, cada sitio fue de 1,000 m<sup>2</sup> de forma circular. Después de la ubicación de cada sitio de muestreo y una vez delimitada el área se dio paso a muestrear primero la fauna y después la vegetación, para evitar ahuyentar las posibles especies presentes dentro del sitio o alterar la presencia de indicios.

Considerando la etología de los grupos taxonómicos y la alta movilidad que llegan a presentar, es muy difícil delimitar el área que ocupa una población y determinar el tamaño poblacional real; por lo que se usan muestreos para estimar la abundancia, siendo fundamental el elegir una muestra suficientemente representativa de la población. Para estimar la densidad poblacional de diversas especies de fauna se han utilizado métodos de conteo directo y métodos de conteo indirecto. Los métodos directos se pueden separar en dos: transectos y captura; mientras que los métodos indirectos consisten en: conteo de huellas, excrementos, madrigueras, cantos, entre otros.

La elaboración del inventario faunístico se realizara mediante el método de monitoreo directo, basado principalmente en la visualización de los individuos presentes en su hábitat natural. Para esto se utilizaran binoculares para la observación de aves y



mamíferos, así como las guías de campo de fauna regional para la identificación de los individuos avistados. Asimismo, con base a la experiencia de los técnicos de campo, se buscaran evidencias como la presencia de huellas, madrigueras, excretas, etc. para inferir la presencia de las especies de fauna no avistadas directamente.

#### Mastofauna

El muestreo de este grupo fue realizado en sitios de forma circular, de 1000 m<sup>2</sup> equivalentes a los sitios y ubicación de los quince sitios de muestreo forestal. La revisión de fauna silvestre se realizó previamente en cada sitio delimitado y una vez concluido, se procedía al muestreo de flora.

El registro de mamíferos se hizo revisando todo el polígono de 1000 m<sup>2</sup> en la búsqueda de organismos mayores (a simple vista) y mamíferos menores (roedores, principalmente) o sus evidencias como excretas, huellas y madrigueras.

Para obtener el inventario de mamíferos permitieron registrar el mayor número de individuos presentes de acuerdo a sus hábitos y actividad. Para el registro de mamíferos, se realizaron recorridos a pie por toda el área, localizando e identificando excretas, huellas y madrigueras, y eventualmente la observación directa de ejemplares. Los mamíferos observados vivos, fueron identificados con las claves para la identificación de "Los Mamíferos de México" (Villa y Cervantes, 2003) y "The mammals of North America" (Hall, 1981), después de ser identificadas las especies, los ejemplares fueron fotografiados y liberados. Respecto a la identificación de rastros y huellas: Se recorrió cada sitio de muestreo, detectando huellas, excretas y otros rastros (esqueletos, desecho de la alimentación de mamíferos). La técnica de colecta de rastros permite detectar y determinar la presencia de mamíferos medianos, así como su uso de hábitat y alimentación (Aranda, 2012).

Las huellas y excretas registradas se identificaron con la ayuda de las guías: "Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México" (Aranda, 2012) y "Mammals Tracks and Sign" (Elbroch, 2003). La información obtenida de las observaciones directas de fauna silvestre fue complementada con el registro de la ocurrencia de señales indirectas en la trayectoria, tales como huellas, excretas, carcazas y/o restos de partes de individuos.

La identificación de las especies evidenciadas en campo se realizó in situ mediante observación y con el apoyo de las guías taxonómicas, en especial de las guías de campo de: Aranda-Sánchez & Jaime-Marcelo (1981), Burt & Grossenheider (1980), Caire (1978), Fa & Morales (1998), Grossenheider & Buró (1976), Hall (1981), Watanabe (2002) y Whitaker (1980).

#### Avifauna

El muestreo de este grupo fue realizado en sitios de forma circular, de 1000 m<sup>2</sup> equivalentes a los sitios y ubicación de los quince sitios de muestreo forestal. La revisión



de fauna silvestre se realizó previamente en cada sitio delimitado y una vez concluido, se procedía al muestreo de flora.

Para el grupo de aves, se aprovechó el muestreo de flora, realizándose recorridos a pie, para las observaciones por puntos y conocer presencia – ausencia, con revisión de 30 minutos en los sectores señalados. El muestreo para este grupo se llevó a cabo de dos maneras, a través del avistamiento y la captura mínima de ejemplares siguiendo la técnicas citadas por Bibby (et al., 1992). Los avistamientos en campo se realizaron utilizando equipo óptico como binoculares (7X21) y telescopios con capacidad de 15-45X y 15-60X.

En aves, el muestreo fue dentro de los mismos 1000 m<sup>2</sup>, con la variante una vez recorrido el sitio, se realizaron avistamiento de 30 minutos aproximadamente desde el punto central ubicado de cada sitio, así como posicionándose en cada uno de los vértices, en la búsqueda radial de organismos, sea en vuelo, perchando o en nidos.

Se realizó un inventario de las especies de aves diurnas presentes durante el muestreo y adicionalmente grabaron los cantos durante cada censo. Para obtener la información de la valoración de la riqueza, abundancia y diversidad se empleó el método de censo en puntos de radio fijo de 25 metros (Hutto et al., 1986).

Este método fue escogido porque presenta una fina resolución para cuantificar la abundancia y diversidad de las aves tanto residentes como migratorias. Permite realizar comparaciones entre diferentes hábitats y correlacionar los resultados para obtener información de especies/área (Moore et al., 2005), y porque este método es el que tiene el mayor espectro de observación de aves tanto en el plano vertical como horizontal (Ugalde-Lezama, 2009).

El método de censo consistió en visitar los sitios de muestreo de 08:00 a 17:00 hrs y realizar observaciones por cada punto cardinal, el tiempo de observación fue de 30 minutos de conteo. El técnico encargado se ubicó en uno de los vértices del sitio y por un periodo de 30 minutos se observaron las aves presentes en todas direcciones, además se tomaron en cuenta la presencia de indicios como plumas y cantos durante los recorridos a pie por el sitio con ayuda de binoculares y guías de campo se identificaron y registraron los individuos avistados en el área.

En este método se efectúa una búsqueda de aves y su identificación se lleva a cabo por observación directa y/o por la detección de sus cantos, llamados y sonidos particulares.

Lo anterior fue identificado en sitio, por comparación en las guías de campo y trabajos del sitio de los autores: Alden (1969); Fitzpatrick (2002); Howell & Webb (1995); National Geographic (1987); Petterson & Chalif (1989); y, Russell & Monson (1998).

Para la elaboración de las listas de especies se siguió el arreglo taxonómico de la American Ornithologists' Union (AOU), en cuanto a orden, familia, género y especie, actualizado en julio del 2015 con el suplemento "56th supplement" (Chesser et al., 2015)



de la AOU. A cada especie se le asignó el nombre común en español de acuerdo a la "Red de Conocimientos sobre las Aves de México" de la CONABIO (Berlanga et al., 2008).

## Herpetofauna

En la búsqueda del inventario del grupo de anfibios y reptiles se aprovecharon los recorridos a pie, se cuestionó a los guías de apoyo sobre la presencia-ausencia de este grupo, además buscando indicios revisando exhaustivamente en el área circundante debajo de troncos muertos, hojas y piedras. Se identificaron y registraron todos los individuos. Los muestreos se realizaron con la metodología de búsqueda directa de ejemplares, la búsqueda de las especies con actividad diurna se realizó de 07:00 a 17:00 hrs removiendo piedras, troncos de árboles caídos y revisando la vegetación y cortezas de tocones de árboles secos que sirven como refugios para anfibios y reptiles (Vite-Silva et al., 2010). El esfuerzo de muestreo se realizó con dos personas en el sitio de 1000 m<sup>2</sup>. El manejo de los organismos hallados en campo fue de forma manual, para lagartijas y serpientes no venenosas se sostienen de la cabeza y miembros anteriores para no dañar al organismo y poder realizar la identificación, para serpientes venenosas se utiliza un gancho herpetológico inmovilizando la cabeza para su manipulación segura (Casas-Andreu, et al., 1991). Los ejemplares capturados fueron identificados in situ y se registró las coordenadas de ubicación con un GPS (Garmin, 60CSx).

Para la elaboración de las listas de especies se siguió el arreglo taxonómico de la Reptile Database (Uetz, 2016), en cuanto a orden, familia género y especie, actualizado a la fecha con los suplementos. A cada especie se le asignó el nombre común en español de acuerdo con CONABIO. El inventario se apoyó con la evidencia fotográfica y registro del sitio (dada la naturaleza de anfibios y reptiles), comparando los ejemplares con las guías de campo de los autores Bogert & Oliver (1945); Flores-Villela (1993); Lowe & Frost (1992); y Stebbins (1985).

Finalmente, el inventario obtenido, fue revisado de acuerdo al Sistema Integrado de Información Taxonómica (SIIT) de la CONABIO, que representa una interfaz mexicana de ITIS (Integrated taxonomic information system-North America) cuyo propósito es establecer un estándar taxonómico mundial. El arreglo de la información en fauna, incluye el nombre del Orden y Familia taxonómico, nombre científico y común para cada una de las especies evidenciando las más representativas en el lugar.

El inventario obtenido, se comparó con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por su nombre en Inglés) para identificar el estatus de protección de las especies.



## Análisis de diversidad de la fauna

### Índice de valor de importancia

En la estimación del Índice de Valor de Importancia (IVI) valorado para para jerarquizar la dominancia de cada especie que corresponde a un porcentaje que va de 0 a 100 por lo que la escala de valores de importancia para cada especie abarca de 0 a 300. Para ello El IVI se calculó de la siguiente manera:

$$IVI = \text{Abundancia relativa (\%)} + \text{Dominancia relativa (\%)} + \text{Frecuencia relativa (\%)}$$

Donde:

$$Ar = \frac{N^{\circ} \text{ ind } x}{\text{Total ind}} 100$$

Ar = Abundancia relativa

N° Indx = Número de individuos de la especie "x"

Total ind = Total de individuos de todas las especies

$$Dr = \frac{Sx}{\Sigma S} 100$$

Dr = Dominancia relativa

Sx = Valor de Simpson de la especie "x"

ΣS = Sumatoria de los valores de Simpson de todas las especies

$$Fr = \frac{Fx}{\Sigma F} 100$$

Fr = Frecuencia relativa

Fx = Frecuencia de la especies "x"

ΣF = Suma de los valores de frecuencia de todas las especies

### Diversidad de especies

Estudiar la biodiversidad implica conocer la abundancia relativa y establecer un indicador de diversidad para las especies de fauna, por grupo faunístico (mamíferos, aves, reptiles y anfibios), para derivar en un análisis. Los métodos comúnmente utilizados para evaluar la diversidad de especies se encuentran enfocados a determinar la diversidad alfa o dentro de las comunidades. Moreno (2001) propone dividir los métodos en dos grupos, de acuerdo a las variables biológicas que miden: 1) los métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica); y 2) los métodos basados en la estructura de la comunidad, los cuales, a su vez pueden clasificarse según se basen en la dominancia o equidad de la comunidad. Como indicadores de la diversidad faunística presente en la unidad de análisis se determinó la riqueza, el índice de Shannon y el Índice de Valor de Importancia (IVI), los cuales se describen a continuación.



**Riqueza de especies:** es la medida más simple para cuantificar la diversidad mediante el recuento del número de especies presentes en una comunidad de estudio.

**Índice de Shannon-Wiener:** mide el grado de incertidumbre de un sistema, entre mayor sea el valor de la diversidad mayor será el grado de incertidumbre. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. O sea, al tomar al azar un individuo, en el primer caso tendremos un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie (Rocha et al., 2009).

El índice de diversidad de Shannon (H) emplea la siguiente fórmula:

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i * \ln P_i$$

Donde:

H = Índice de diversidad de Shannon.

P<sub>i</sub> = Abundancia relativa de especies.

S = número de especies en la muestra

Es así como el índice puede tomar valores entre cero, cuando hay una sola especie, y 5 cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Al valor máximo de diversidad se le conoce como H' max y rara vez es mayor a 5. En este sentido, es importante mencionar que la diversidad es un concepto que se relaciona con las perturbaciones, ya que la disminución en la diversidad puede ser consecuencia de un incremento en las perturbaciones ambientales. Los valores bajos de este índice se consideran indicadores de la contaminación y/o perturbación consecuencia de la modificación o alteración de las condiciones naturales; así pues, si el valor del índice es igual a:

5, refleja condiciones óptimas / diversidad muy alta.

4, refleja muy buen estado / diversidad alta.

3 a 4, refleja buen estado / diversidad media-alta.

2 a 3, refleja estado moderado / diversidad media.

1 a 2, refleja perturbación / diversidad baja.

0 a 1, refleja mal estado / diversidad muy baja.

En este contexto, el índice de equidad de Pielou ( $J = H'/H'_{max}$ ) mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, su valor máximo de 1, el cual corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente



abundantes. A continuación se muestran los valores de diversidad de acuerdo al índice de Shannon así como el IVI de cada especie registrada en la MHF.

En estacionalidad, las especies muestreadas son mayormente residentes, tanto en la MHF como en el predio, seguido del hábito transitorio (todos los registros migratorios en aves) y finalmente transitorio, principalmente en las especies con requisito de mayor ámbito hogareño, como son los mamíferos mayores.

En abundancia, las especies son mayormente comunes, asociadas al grupo de aves y luego mamíferos; le siguen la condición escasa y ocasional y finalmente el hábito abundante. La sociabilidad entre las especies es mayormente de condición gregaria (en especial el grupo de aves, seguido de mamíferos) y solitario apenas una tercera parte de la población muestreada. En alimentación, las especies muestreadas son primariamente insectívoros (involucradas algunas especies de aves y reptiles), seguido de herbívoros (algunas especies de mamíferos y aves), omnívoros, carnívoros (algunas especies de mamíferos y aves) y finalmente un frugívoro del grupo de aves. En hábitat (relativo al componente de sitio de descanso y/o refugio), la preferencia es por nidos (todas las aves muestreadas), seguido de madrigueras (mayormente algunas especies de mamíferos y reptiles), cuevas (algunas especies de mamíferos) y en menor de los casos, echaderos (algunas especies de mamíferos). En cuanto al estrato de preferencia para la fauna silvestre, es el estrato herbáceo, involucrando especies de todos los grupos, seguido por el arbóreo (donde las especies involucradas son aves), son los estratos dominantes.

### Mastofauna

Para el grupo de los mamíferos se identificaron 14 especies, registrando un total de 39 individuos/ha mayormente del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Ninguna especie de este grupo se encuentra en estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. El valor de diversidad obtenido, 2.479 es indicador es de una diversidad media y reflejo de un ambiente perturbado, sin embargo, la diversidad máxima,  $H'_{max}=2.639$ , indica que aún hay más especies por registrar en el medio. En cuanto al valor de importancia, la especie con un IVI mayor resultó ser venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), la cual fue también la más abundante al obtener tanto registros directos en 7 de los 11 sitios de muestreo en la MHF. Destacando los muestreos ocurridos a nivel de la MHF, tenemos los siguientes valores para la mastofauna del entorno al proyecto:



Estimación de la mastofauna en la MHF

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia (ind/ha)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	3	11.429	7.882	8.511	27.821	0.085	-2.464	-0.210
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra Gris	2	5.714	1.970	4.255	11.940	0.043	-3.157	-0.134
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de Cola Blanca	5	14.286	17.734	12.766	44.786	0.128	-2.058	-0.263
Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys merriami</i>	Rata Canguro de Merriam /d	3	5.714	7.882	8.511	22.107	0.085	-2.464	-0.210
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre Cola Negra /c	3	8.571	7.882	8.511	24.964	0.085	-2.464	-0.210
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo Serrano	4	8.571	12.315	10.638	31.525	0.106	-2.241	-0.238
Carnivora	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo Listado del Sur	1	2.857	0.493	2.128	5.477	0.021	-3.850	-0.082
Carnivora	Mephitidae	<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo Manchado de Occidente	1	2.857	0.493	2.128	5.477	0.021	-3.850	-0.082
Rodentia	Muridae	<i>Neotoma albigula</i>	Rata Cambalachera Garganta Blanca /e	3	8.571	4.433	6.383	19.388	0.064	-2.752	-0.176
Rodentia	Muridae	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata Cambalachera Mexicana	5	8.571	17.734	12.766	39.071	0.128	-2.058	-0.263
Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón de Roca	1	2.857	0.493	2.128	5.477	0.021	-3.850	-0.082
Rodentia	Sciuridae	<i>Tamias dorsalis</i>	Ardilla Rayada de Barranca	3	8.571	7.882	8.511	24.964	0.085	-2.464	-0.210
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Tayassu tajacu</i>	Pecarí de Collar	4	8.571	12.315	10.638	31.525	0.106	-2.241	-0.238
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis californicus</i>	Miotis Californiano	1	2.857	0.493	2.128	5.477	0.021	-3.850	-0.082
14				39	100	100	100	300	1	-39.763	-2.479

I. Shannon H = 2.479  
 Máxima diversidad del ecosistema H' max = 2.639  
 Equitatividad (J) H/H' max = 0.939  
 Riqueza de especies S = 14

Así mismo, como parte del análisis para caracterizar a las poblaciones este grupo, se consideró la estacionalidad de las especies, abundancia, sociabilidad, alimentación, habitat, distribución vertical y su posible afectación por la modificación o perturbación o eliminación de su hábitat. De acuerdo a las estimaciones realizadas, en mamíferos tenemos la siguiente valoración de las especies:

Hábitos de la mastofauna presente en la MHF

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad <sup>1</sup>	Abundancia <sup>2</sup>	Sociabilidad <sup>3</sup>	Alimentación <sup>4</sup>	Habitat <sup>5</sup>	Estrato de distribución <sup>6</sup>
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	Residente	Común	Gregario	Carnívoro	Madriguera	Arbustivo
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra Gris	Residente	Poco común	Solitario	Carnívoro	Madriguera	Arbustivo
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de Cola Blanca	Residente	Común	Pareja	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys merriami</i>	Rata Canguro de Merriam /d	Residente	Común	Gregario	Granívoro	Madriguera	Herbáceo
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre Cola Negra /c	Residente	Común	Solitario	Omnívoro	Madriguera	Herbáceo
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo Serrano	Residente	Raro	Solitario	Omnívoro	Madriguera	Herbáceo
Carnivora	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo Listado del Sur	Residente	Ocasional	Solitario	Herbívoro	Madriguera	Herbáceo
Carnivora	Mephitidae	<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo Manchado de Occidente	Residente	Común	Solitario	Herbívoro	Madriguera	Herbáceo
Rodentia	Muridae	<i>Neotoma albigula</i>	Rata Cambalachera Garganta Blanca	Residente	Poco común	Gregario	Granívoro	Madriguera	Herbáceo
Rodentia	Muridae	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata Cambalachera Mexicana	Residente	Poco común	Gregario	Granívoro	Madriguera	Herbáceo
Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón de Roca	Residente	Común	Solitario	Granívoro	Madriguera	Herbáceo
Rodentia	Sciuridae	<i>Tamias dorsalis</i>	Ardilla Rayada de Barranca	Residente	Común	Solitario	Herbívoro	Madriguera	Herbáceo
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Tayassu tajacu</i>	Pecarí de Collar	Residente	Raro	Gregario	Omnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis californicus</i>	Miotis Californiano	Residente	Raro	Gregario	Frugívoro	Cueva	Arbóreo
14									

Avifauna

Aves fue el grupo faunístico con un mayor número de especies identificadas (30) así como individuos registrados en los muestreos y del inventario resultante y dos especies se encuentra enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (el resto de las especies que aparecen en la NOM son de subespecies que no tienen distribución en el sitio). En cuanto al índice de diversidad se obtuvo un valor de 3.067, el cual es indicador de que existe una diversidad media y reflejo de un ambiente en buen estado. Asimismo, la diversidad máxima (H'max) resultó mayor (3.401). En cuanto a la equitatividad se obtuvo un valor de 0.902, el cual indica que no existen especies dominantes. Las estimaciones de aves para la MHF, en detalle al resumen previamente mostrado, arrojaron los siguientes valores:



Estimación a detalle de la avifauna en la MHF

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia (ind/ha)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Falconiformes	Accipitridae	<i>Accipiter cooper</i>	Gavilán de cooper	1	1.370	0.095	0.746	2.211	0.007	-4.898	-0.037
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal	3	4.110	0.857	2.239	7.206	0.022	-3.799	-0.085
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina versicolor</i>	Colorín Morado	8	4.110	7.714	6.716	18.540	0.067	-2.701	-0.181
Falconiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	8	6.849	9.524	7.463	23.836	0.075	-2.595	-0.194
Falconiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Negro	7	4.110	6.095	5.970	16.175	0.060	-2.818	-0.168
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	10	4.110	13.714	8.955	26.779	0.090	-2.413	-0.216
Passeriformes	Coridae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común	7	5.479	6.095	5.970	17.545	0.060	-2.818	-0.168
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos Norteño	2	2.740	0.381	1.493	4.613	0.015	-4.205	-0.063
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Halcón Cernicalo o Cernicalo Americano	1	1.370	0.095	0.746	2.211	0.007	-4.898	-0.037
Passeriformes	Fringillidae	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Petirrojo Mexicano	2	2.740	0.381	1.493	4.613	0.015	-4.205	-0.063
Passeriformes	Ictendae	<i>Icterus cucullatus</i>	(Oriol) Calandria Encapuchada	2	2.740	0.381	1.493	4.613	0.015	-4.205	-0.063
Passeriformes	Ictendae	<i>Molothrus ater</i>	Chanate Cabeza Café	1	1.370	0.095	0.746	2.211	0.007	-4.898	-0.037
Passeriformes	Ictendae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Chanate Cola Grande o Chanate Mexicano	2	2.740	0.381	1.493	4.613	0.015	-4.205	-0.063
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle Norteño (Chonte)	2	2.740	0.381	1.493	4.613	0.015	-4.205	-0.063
Passeriformes	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche Pico Curvo	2	2.740	0.381	1.493	4.613	0.015	-4.205	-0.063
Galliformes	Odontophoridae	<i>Cyrtonyx montezumae</i>	Codomiz Motezuma o Codomiz Arlequin	8	4.110	7.714	6.716	18.540	0.067	-2.701	-0.181
Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrón Doméstico	13	6.849	24.381	11.940	43.171	0.119	-2.125	-0.254
Galliformes	Phasianidae	<i>Meleagris gallopavo</i>	Gusajolote norteño	3	2.740	0.857	2.239	5.836	0.022	-3.799	-0.085
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero de Gila o Carpintero Desértico	3	4.110	1.524	2.985	8.618	0.030	-3.512	-0.105
Piciformes	Picidae	<i>Picooides scalaris</i>	Carpintero Mexicano	1	1.370	0.095	0.746	2.211	0.007	-4.898	-0.037
Passeriformes	Ptilonotidae	<i>Phainopepla nitens</i>	Cardenal Negro	2	2.740	0.381	1.493	4.613	0.015	-4.205	-0.063
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho Cornudo	3	4.110	0.857	2.239	7.206	0.022	-3.799	-0.085
Passeriformes	Thraupidae	<i>Piranga rubra</i>	Tángara Roja	2	2.740	0.381	1.493	4.613	0.015	-4.205	-0.063
Apodiformes	Trochilidae	<i>Calypte anna</i>	Colibrí (Chuparrosa) de Ana	2	1.370	0.381	1.493	3.243	0.015	-4.205	-0.063
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del Desierto o Pájaro Choya	6	4.110	4.667	5.224	14.000	0.052	-2.952	-0.154
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon elegans</i>	Trogon elegante	3	4.110	0.857	2.239	7.206	0.022	-3.799	-0.085
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquero Barranqueño	1	1.370	0.095	0.746	2.211	0.007	-4.898	-0.037
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Mosquero Cenizo	1	1.370	0.095	0.746	2.211	0.007	-4.898	-0.037
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Cardenalito Mosquero	5	4.110	3.429	4.478	12.016	0.045	-3.106	-0.139
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano Pico Grueso o Pecho Amarillo Pico Grueso	8	5.479	7.714	6.716	19.910	0.067	-2.701	-0.181
30				112	100	100	100	300	1	-112.868	-3.067
										I. Shannon H =	3.067
										Máxima diversidad del ecosistema H' max =	3.401
										Equitatividad (J) H'/H' max =	0.942
										Riqueza de especies S=	30

Así mismo, como parte del análisis para caracterizar a las poblaciones este grupo, se consideró la estacionalidad de las especies, abundancia, sociabilidad, alimentación, habitat, distribución vertical y su posible afectación por la modificación o perturbación o eliminación de su hábitat. De acuerdo a las estimaciones realizadas, en aves tenemos la siguiente valoración de las especies:



### Hábitos de la avifauna presente en la MHF

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad <sup>1</sup>	Abundancia <sup>2</sup>	Sociabilidad <sup>3</sup>	Alimentación <sup>4</sup>	Habitat <sup>5</sup>	Estrato de distribución <sup>6</sup>
Falconiformes	Accipitridae	<i>Accipiter cooperi</i>	Gavilán de cooper	Residente	ocasional	solitario	carnívoro	nido	arbóreo
			Cardenal						
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>		Residente	común	gregario	insectívoro	nido	arbóreo
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina versicolor</i>	Colorín Morado	Crianza	raro	gregario	insectívoro	nido	arbóreo
Falconiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	Residente	común	gregario	omnívoro	nido	arbóreo
Falconiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Negro	Residente	ocasional	gregario	omnívoro	nido	arbóreo
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	Residente	común	gregario	insectívoro	nido	herbáceo
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común	Residente	común	gregario	omnívoro	cueva	arbóreo
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos Norteño	Residente	común	solitario	omnívoro	nido	herbáceo
			Halcón Cernicalo o Cernicalo Americano	Residente	ocasional	solitario	carnívoro	nido	arbóreo
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>		Residente	ocasional	solitario	carnívoro	nido	arbóreo
			Petirrojo Mexicano						
Passeriformes	Fringillidae	<i>Carpodacus mexicanus</i>		Residente	raro	gregario	insectívoro	nido	arbóreo
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	(Oriol) Calandria	Crianza	raro	gregario	insectívoro	nido	arbóreo
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus ater</i>	Chanate Cabeza Café	Residente	raro	gregario	insectívoro	nido	arbóreo
			Chanate Cola Grande o Chanate Mexicano	Residente	ocasional	gregario	omnívoro	nido	arbóreo
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>		Residente	ocasional	gregario	omnívoro	nido	arbóreo
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle Norteño [Chonte]	Residente	raro	gregario	insectívoro	nido	arbóreo
Passeriformes	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche Pico Curvo	Residente	común	gregario	insectívoro	nido	arbóreo
			Codorniz Moctezuma o Codorniz Arlequín	Residente	ocasional	gregario	insectívoro	nido	herbáceo
Galliformes	Odontophoridae	<i>Cyrtonyx montezumae</i>		Residente	ocasional	gregario	insectívoro	nido	herbáceo
Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrion Doméstico	Residente	común	gregario	insectívoro	nido	arbóreo
Galliformes	Phasianidae	<i>Meleagris gallopavo</i>	Guajolote norteño	Residente	común	gregario	insectívoro	nido	arbóreo
			Carpintero de Gila o Carpintero Desértico	Residente	común	solitario	insectívoro	nido	arbóreo
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes uropygialis</i>		Residente	común	solitario	insectívoro	nido	arbóreo
Piciformes	Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Mexicano	Residente	ocasional	gregario	insectívoro	nido	arbóreo
Passeriformes	Ptilonotidae	<i>Phainopepla nitens</i>	Cardenal Negro	Residente	raro	gregario	insectívoro	nido	arbóreo
			Búho Cornudo						
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>		Residente	común	solitario	carnívoro	madriguera	arbóreo
Passeriformes	Thraupidae	<i>Piranga rubra</i>	Tángara Roja	Crianza	raro	solitario	insectívoro	nido	arbóreo
Apodiformes	Trochilidae	<i>Calypte anna</i>	Colibrí (Chuparrosa) de Ana	Invierno	común	solitario	frugívoro	nido	arbóreo
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del Desierto o	Residente	común	solitario	frugívoro	nido	arbóreo
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon elegans</i>	Trogon elegante	Residente	raro	gregario	insectívoro	nido	arbóreo
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquero Barranqueño	Residente	ocasional	gregario	insectívoro	nido	arbóreo
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Mosquero Cenizo	Invierno	raro	gregario	insectívoro	nido	arbóreo
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Cardenalito Mosquero	Residente	raro	gregario	insectívoro	nido	arbóreo
			Tirano Pico Grueso o Pecho Amarillo Pico Grueso	Residente	común	gregario	insectívoro	nido	arbóreo

30

### Herpetofauna

El grupo de reptiles presentó 8 especies, así como una sola especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010. De acuerdo al índice de Shannon se obtuvo un valor de 1.913, indicador de un ambiente perturbado y de pobre diversidad. Las especies que tienen participación en los valores de importancia, abundancia y diversidad en el proyecto son la lagartija (*Holbrookia maculata*) y el lagarto cornudo (*Phrynosoma modestum*). Las estimaciones de herpetofauna para la MHF, en detalle al resumen previamente mostrado, arrojaron los siguientes valores:



Estimación a detalle de reptiles en la MHF

Orden	Familia	Especie	Nombre comun	Abundancia (ind/ha)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Squamata	Colubridae	<i>Masticophis bilineatus</i>	Serpiente de látigo	2	9.524	2.454	6.452	18.429	0.065	-2.741	-0.177
Squamata	Colubridae	<i>Pituophis melanoleucus</i>	Alicate	2	9.524	2.454	6.452	18.429	0.065	-2.741	-0.177
Squamata	Colubridae	<i>Tantilla wilcoxi</i>	Culebra encapuchada chihuahuense	2	9.524	2.454	6.452	18.429	0.065	-2.741	-0.177
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma modestum</i>	Lagarto comudo de cola corta	6	23.810	30.061	22.581	76.452	0.226	-1.488	-0.336
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija	7	14.286	39.264	25.806	79.356	0.258	-1.355	-0.350
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus scalaris</i>		3	14.286	5.521	9.677	29.485	0.097	-2.335	-0.226
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija-arbolera común	4	9.524	15.337	16.129	40.990	0.161	-1.825	-0.294
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel adiamantada del Oeste	2	9.524	2.454	6.452	18.429	0.065	-2.741	-0.177
8				26	100	100	100	300	1	-17.966	-1.913

I. Shannon H = 1.913  
Máxima diversidad del ecosistema H' max = 2.079  
Equitatividad (J) H/H' max = 0.990  
Riqueza de especies S = 8

Así mismo, como parte del análisis para caracterizar a las poblaciones este grupo, se consideró la estacionalidad de las especies, abundancia, sociabilidad, alimentación, hábitat, distribución vertical y su posible afectación por la modificación o perturbación o eliminación de su hábitat. De acuerdo a las estimaciones realizadas, en herpetofauna tenemos la siguiente valoración de las especies:

Hábitos de reptiles presentes en la MHF

Orden	Familia	Especie	Nombre comun	Estacionalidad <sup>1</sup>	Abundancia <sup>2</sup>	Sociabilidad <sup>3</sup>	Alimentación <sup>4</sup>	Hábitat <sup>5</sup>	Estrato de distribución <sup>6</sup>
Squamata	Colubridae	<i>Masticophis bilineatus</i>	Serpiente de látigo	Residente	raro	solitario	insectívoro	madriguera	herbáceo
Squamata	Colubridae	<i>Pituophis melanoleucus</i>	Alicate	Residente	raro	solitario	carnívoro	madriguera	herbáceo
Squamata	Colubridae	<i>Tantilla wilcoxi</i>	Culebra encapuchada chihuahuense	Residente	raro	solitario	insectívoro	madriguera	herbáceo
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma modestum</i>	Lagarto comudo de cola corta	Residente	común	solitario	insectívoro	madriguera	herbáceo
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija	Residente	común	solitario	insectívoro	madriguera	herbáceo
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus scalaris</i>		Residente	común	solitario	insectívoro	madriguera	herbáceo
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija-arbolera común	Residente	común	solitario	omnívoro	madriguera	herbáceo
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel adiamantada del Oeste	Residente	común	solitario	carnívoro	madriguera	herbáceo

Anfibios

El grupo de anfibios fue el que menor riqueza de especies presentó ya que se identificaron sólo 5 especies y un total de 15 ejemplares en los muestreos, así como ninguna especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010. De acuerdo al índice de Shannon se obtuvo un valor de 1.044, indicador de un ambiente perturbado y de pobre diversidad. Las estimaciones de herpetofauna para la MHF, en detalle al resumen previamente mostrado, arrojaron los siguientes valores:

Estimación a detalle de anfibios en la MHF

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia (ind/ha)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Anura	Bufo	<i>Bufo alvarius</i>	Sapo del desierto de Sonora	3	21.429	27.119	26.667	75.214	0.129	-2.048	-0.264
Anura	Bufo	<i>Bufo cognatus</i>	Sapo	3	28.571	27.119	26.667	82.357	0.129	-2.048	-0.264
Anura	Bufo	<i>Bufo punctatus</i>	Sapo rojo moteado	1	7.143	1.695	6.667	15.504	0.032	-3.434	-0.111
Anura	Hyla	<i>Hyla arenicolor</i>	Rana	4	35.714	42.373	33.333	111.421	0.161	-1.825	-0.294
Anura	Rana	<i>Rana tarahumarae</i>	Rana	1	7.143	1.695	6.667	15.504	0.032	-3.434	-0.111
5				13	100	100	100	300	0.48387097	-12.788	-1.044

I. Shannon H = 1.044  
Máxima diversidad del ecosistema H' max = 1.609  
Equitatividad (J) H/H' max = 0.756  
Riqueza de especies S = 5



Así mismo, como parte del análisis para caracterizar a las poblaciones este grupo, se consideró la estacionalidad de las especies, abundancia, sociabilidad, alimentación, hábitat, distribución vertical y su posible afectación por la modificación o perturbación o eliminación de su hábitat. De acuerdo a las estimaciones realizadas, en anfibios tenemos la siguiente valoración de las especies:

Hábitos de anfibios presentes en la MHF

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad <sup>1</sup>	Abundancia <sup>2</sup>	Sociabilidad <sup>3</sup>	Alimentación <sup>4</sup>	Hábitat <sup>5</sup>	Estrato de distribución <sup>6</sup>
Anura	Bufonidae	<i>Bufo alvarius</i>	Sapo del desierto de Sonora	Residente	Común	Solitario	Omnívoro	Madriguera	Herbáceo
Anura	Bufonidae	<i>Bufo cognatus</i>	Sapo	Residente	Raro	Solitario	Omnívoro	Madriguera	Herbáceo
Anura	Bufonidae	<i>Bufo punctatus</i>	Sapo rojo moteado	Residente	Raro	Solitario	Omnívoro	Madriguera	Herbáceo
Anura	Hylidae	<i>Hyla arenicolor</i>	Rana	Residente	Común	Solitario	Omnívoro	Madriguera	Herbáceo
Anura	Ranidae	<i>Rana tarahumarae</i>	Rana	Residente	Ocasional	Solitario	Omnívoro	Madriguera	Herbáceo

5

### Área de proyecto

La metodología para la caracterización, inventario, características del muestreo, Índice de Valor de importancia e Índice de Shannon-Wiener, es la ya descrita anteriormente para la MHF, teniéndose los siguientes resultados.

### Mastofauna

La fauna silvestre evaluada en el predio del proyecto pertenece a la provincia mastogreográfica de Sierra Madre Occidental, la avifauna en el arreglo Sierra Madre Occidental y las comunidades herpetofaunísticas a la misma Sierra Madre Occidental, las cuales son las mismas presentes en la MHF de referencia, por lo que las poblaciones de fauna quedan totalmente enmarcadas en un área de distribución equivalente en su entorno inmediato, compartiendo los mismos componentes del hábitat para cada uno de los grupos faunísticos.

Sin embargo, derivado del trabajo de campo en sitio, no existe identificado en el polígono que componen el predio del proyecto corredores biológicos, toda vez que el área se encuentra ya alterada en su hábitat producto del tránsito y modificación antecedente del terreno debido a la actividad minera colindante, caminos internos y zonas agropecuarias aún existentes en el área, que inciden en el desplazamiento de fauna hacia mejores condiciones de hábitat. Para el grupo de los mamíferos se identificaron 14 especies, tenemos los siguientes valores del proyecto:



Estimación de la mastofauna del predio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia (ind/ha)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	3	16.667	18.391	16.000	51.057	0.160	-1.833	-0.293
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de Cola Blanca	3	20.833	18.391	16.000	55.224	0.160	-1.833	-0.293
Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys merriami</i>	Rata Canguro de Merriam /d	3	8.333	18.391	16.000	42.724	0.160	-1.833	-0.293
Rodentia	Mundae	<i>Neotoma albigula</i>	Rata Cambalachera Garganta Blanca /e	3	12.500	10.345	12.000	34.845	0.120	-2.120	-0.254
Rodentia	Mundae	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata Cambalachera Mexicana	3	12.500	18.391	16.000	46.891	0.160	-1.833	-0.293
Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón de Roca	1	4.167	1.149	4.000	9.316	0.040	-3.219	-0.129
Rodentia	Sciuridae	<i>Tamias dorsalis</i>	Ardilla Rayada de Barranca	2	12.500	4.598	8.000	25.098	0.080	-2.526	-0.202
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Tayassu tajacu</i>	Pecarí de Collar	3	12.500	10.345	12.000	34.845	0.120	-2.120	-0.254
8				21	100	100	100	300	1	-17.315	-2.013

I. Shannon H = 2.013  
Máxima diversidad del ecosistema H' max = 2.079  
Equitatividad (J) H/H' max = 0.938  
Riqueza de especies S = 8

Avifauna

Aves fue el grupo faunístico con un mayor número de especies identificadas (15) y del inventario resultante y dos especies se encuentra enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (el resto de las especies que aparecen en la NOM son de subespecies que no tienen distribución en el sitio).

En cuanto al índice de diversidad se obtuvo un valor de 2.476, el cual es indicador de que existe una diversidad media y reflejo de un ambiente en buen estado. Asimismo, la diversidad máxima (H'max) resultó mayor (2.708). En cuanto a la equitatividad se obtuvo un valor de 0.914, el cual indica que no existen especies dominantes. Las estimaciones de aves para el predio del proyecto, en detalle al resumen previamente mostrado, arrojaron los siguientes valores:

Estimación a detalle de la avifauna del predio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia (ind/ha)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Falconiformes	Accipitridae	<i>Accipiter cooper</i>	Gavilán de cooper	1	2.439	0.295	1.695	4.429	0.017	-4.078	-0.069
Falconiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	7	12.195	18.879	13.659	44.634	0.136	-1.998	-0.271
Falconiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Negro	7	7.317	18.879	13.659	39.755	0.136	-1.998	-0.271
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	6	7.317	14.454	11.864	33.636	0.119	-2.132	-0.253
Passeriformes	Cuculidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común	7	9.756	18.879	13.659	42.194	0.136	-1.998	-0.271
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos Norteño	2	4.878	1.180	3.390	9.448	0.034	-3.384	-0.115
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Halcón Cernicalo o Cernicalo Americano	1	2.439	0.295	1.695	4.429	0.017	-4.078	-0.069
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Chanate Cola Grande o Chanate Mexicano	2	4.878	1.180	3.390	9.448	0.034	-3.384	-0.115
Passeriformes	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche Pico Curvo	2	4.878	1.180	3.390	9.448	0.034	-3.384	-0.115
Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrón Doméstico	5	12.195	10.619	10.169	32.984	0.102	-2.286	-0.232
Galliformes	Phasianidae	<i>Meleagris gallopavo</i>	Guajolote norteño	3	4.878	2.655	5.085	12.618	0.051	-2.979	-0.151
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho Cornudo	3	7.317	2.655	5.085	15.057	0.051	-2.979	-0.151
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquero Barranqueño	1	2.439	0.295	1.695	4.429	0.017	-4.078	-0.069
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Cardenalito Mosquero	2	7.317	1.180	3.390	11.687	0.034	-3.384	-0.115
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano Pico Grueso o Pecho Amarillo Pico Grueso	4	9.756	7.375	8.475	25.605	0.085	-2.468	-0.209
15				49	100	100	100	300	1	-44.608	-2.476

I. Shannon H = 2.476  
Máxima diversidad del ecosistema H' max = 2.708  
Equitatividad (J) H/H' max = 0.914  
Riqueza de especies S = 15

Herpetofauna

El grupo de reptiles presentó 5 especies. De acuerdo al índice de Shannon se obtuvo un valor de 1.591, indicador de un ambiente perturbado y de pobre diversidad. Las



estimaciones de herpetofauna para el predio del proyecto, en detalle al resumen previamente mostrado, arrojaron los siguientes valores:

Estimación a detalle de reptiles del predio

Orden	Familia	Especie	Nombre comun	Abundancia (ind/ha)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Squamata	Colubridae	<i>Masticophis bilineatus</i>	Serpiente de látigo	2	16.667	11.429	15.385	43.480	0.154	-1.872	-0.288
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija	3	25.000	25.714	23.077	73.791	0.231	-1.466	-0.338
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus scalaris</i>		3	25.000	25.714	23.077	73.791	0.231	-1.466	-0.338
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija-arbolera común	3	16.667	25.714	23.077	65.458	0.231	-1.466	-0.338
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel adiamantada del Oeste	2	16.667	11.429	15.385	43.480	0.154	-1.872	-0.288
5				11	100	100	100	300	1	-8.143	-1.591
I. Shannon H = 1.591 Máxima diversidad del ecosistema H' max = 1.609 Equitatividad (J) H/H' max = 0.989 Riqueza de especies S= 5											

Anfibios

El grupo de anfibios fue el que menor riqueza de especies presentó ya que se identificaron sólo 3 especies en los muestreos, así como ninguna especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010. De acuerdo al índice de Shannon se obtuvo un valor de 0.824, indicador de un ambiente perturbado y de pobre diversidad. Las estimaciones de anfibios para el predio del proyecto, en detalle al resumen previamente mostrado, arrojaron los siguientes valores:

Estimación a detalle de anfibios del predio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia (ind/ha)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Anura	Bufonidae	<i>Bufo alvarius</i>	Sapo del desierto de Sonora	2	37.500	28.571	33.333	99.405	0.154	-1.872	-0.288
Anura	Bufonidae	<i>Bufo cognatus</i>	Sapo	3	50.000	64.286	50.000	164.286	0.231	-1.466	-0.338
Anura	Bufonidae	<i>Bufo punctatus</i>	Sapo rojo moteado	1	12.500	7.143	16.667	36.310	0.077	-2.565	-0.197
3				5	100	100	100	300	0.46153846	-5.903	-0.824
I. Shannon H = 0.824 Máxima diversidad del ecosistema H' max = 1.099 Equitatividad (J) H/H' max = 0.750 Riqueza de especies S= 3											

Así mismo, como parte del análisis para caracterizar a las poblaciones este grupo, se consideró la estacionalidad de las especies, abundancia, sociabilidad, alimentación, habitat, distribución vertical y su posible afectación por la modificación o perturbación o eliminación de su hábitat. De acuerdo a las estimaciones realizadas, en herpetofauna tenemos la siguiente valoración de las especies:

En estacionalidad, las especies muestreadas son mayormente residentes, tanto en la MHF como en el predio, seguido del hábito transitorio (todos los registros migratorios en aves) y finalmente transitorio, principalmente en las especies con requisito de mayor ámbito hogareño, como son los mamíferos mayores.

En abundancia, las especies son mayormente comunes, asociadas al grupo de aves y luego mamíferos; le siguen la condición escasa y ocasional y finalmente el hábito abundante. La sociabilidad entre las especies es mayormente de condición gregaria (en especial el grupo de aves, seguido de mamíferos) y solitario apenas una tercera parte de la población muestreada. En alimentación, las especies muestreadas son primariamente



insectívoros (involucradas algunas especies de aves y reptiles), seguido de herbívoros (algunas especies de mamíferos y aves), omnívoros, carnívoros (algunas especies de mamíferos y aves) y finalmente un frugívoro del grupo de aves.

En hábitat (relativo al componente de sitio de descanso y/o refugio), la preferencia es por nidos (todas las aves muestreadas), seguido de madrigueras (mayormente algunas especies de mamíferos y reptiles), cuevas (algunas especies de mamíferos) y en menor de los casos, echaderos (algunas especies de mamíferos).

En cuanto al estrato de preferencia para la fauna silvestre, es el estrato herbáceo, involucrando especies de todos los grupos, seguido por el arbóreo (donde las especies involucradas son aves), son los estratos dominantes.

### **Rescate y reubicación de fauna**

Debido a que para la construcción del proyecto es necesario llevar a cabo la eliminación total de la vegetación presente en la superficie del área, se verán afectados los sitios de alimentación y/o de paso de algunas de las especies de fauna silvestre, por lo que a fin de salvaguardar los recursos faunísticos de la zona, en el programa de rescate y reubicación de fauna (Anexo 9) se detallan las acciones, técnicas y tiempos a realizar sobre este factor ambiental. A nivel de predio, se estima encontrar las siguientes especies y densidades basadas en el antecedente de los resultados obtenidos durante el muestreo en campo la aclaración que el libre desplazamiento permitirá que muchas de estas especies se movilicen por sí mismas hacia el entorno inmediato, en hábitat similar a la distribución actual:

Para el presente proyecto la fauna de interés encontrada es la siguiente:



Especies de fauna que se incluyen en el programa de protección de fauna silvestre

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia (ind/ha)
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	3
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de Cola Blanca	3
Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys merriami</i>	Rata Canguro de Merriam /d	3
Rodentia	Mundae	<i>Neotoma albigula</i>	Rata Cambalachera Garganta Blanca /e	3
Rodentia	Mundae	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata Cambalachera Mexicana	3
Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus vanegatus</i>	Ardillón de Roca	1
Rodentia	Sciuridae	<i>Tamias dorsalis</i>	Ardilla Rayada de Barranca	2
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Tayassu tajacu</i>	Pecarí de Collar	3
				21
8				
Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia (ind/ha)
Falconiformes	Accipitridae	<i>Accipiter cooperi</i>	Gavilán de cooper	1
Falconiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	7
Falconiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Negro	7
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	6
Passeriformes	Conidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común	7
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos Norteño	2
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Halcón Cernicalo o Cernicalo Americano	1
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Chanate Cola Grande o Chanate Mexicano	2
Passeriformes	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche Pico Curvo	2
Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrion Doméstico	5
Galliformes	Phasianidae	<i>Meleagris gallopavo</i>	Guajolote norteño	3
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho Cornudo	3
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquero Barranqueño	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Cardenalito Mosquero	2
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano Pico Grueso o Pecho Amarillo Pico Grueso	2
				49
15				
Orden	Familia	Especie	Nombre comun	Abundancia (ind/ha)
Squamata	Colubridae	<i>Masticophis bilineatus</i>	Serpiente de látigo	2
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija	3
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus scalaris</i>		3
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija-arbolera común	3
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel adiamantada del Oeste	2
				11
5				
Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia (ind/ha)
Anura	Bufo	<i>Bufo alvarius</i>	Sapo del desierto de Sonora	2
Anura	Bufo	<i>Bufo cognatus</i>	Sapo	3
Anura	Bufo	<i>Bufo punctatus</i>	Sapo rojo moteado	1
				5
3				

De estas especies, las siguientes se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Dipodomys merriami</i>	Rata Canguro de Merriam /d	A Endémica
<i>Accipiter cooperi</i>	Gavilán de cooper	Pr No Endémica
<i>Meleagris gallopavo</i>	Guajolote norteño	Pr NE
<i>Bubo virginianus</i>	Búho Cornudo	A E (la subespecie <i>mayensis</i> )
<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel adiamantada del Oeste	Pr NE

IV.2.3. Paisaje.

El escenario actual se conforma por obras mineras tales como depósitos de mineral de baja ley, tajos, caminos y obras auxiliares, el paisaje es de calidad degradada, no son lugares atractivos para el esparcimiento familiar, mucho menos para el turismo, la presencia humana en el área es con fines laborales únicamente.



Las nuevas actividades no mostrarán un escenario más degradado que el actual ya que son complemento de las ya establecidas, por su ubicación no es muy frecuentado por lo que no se prevé un impacto mayor al paisaje.

#### IV.2.4. Medio socioeconómico.

Como se ha mencionado en otros capítulos, el proyecto se localiza en el municipio Sahuaripa, en el estado de Sonora en la parte centro oriental, de la superficie municipal, muy cercana a los límites occidentales del estado de Chihuahua, en el Distrito Minero de Mulatos.

Considerando que el Capítulo II como en este mismo Capítulo IV de esta MIA-P se acotaron las coordenadas de los sitios de las obras a realizar, las poblaciones más cercanas que se localizan a una distancia de hasta 30 kilómetros en línea recta respecto de las instalaciones de la mina Mulatos, se mencionan en la tabla siguiente:

Comunidad	Distancia al Proyecto en línea recta (km)	Rumbo
Mulatos	2.26	N21.4°W
El Víctor	3.00	N29.8°E
La Amargosa	16.4	N62.9°W
La Iglesia	22.9	N65.5°W
Matarachi	10.1	N59.7°W
Tarachi	26.8	N45.4°W
El Trigo	20.5	S85.2°W

Ubicación de las localidades en un radio de 30 km respecto del sitio del proyecto.

La comunidades listadas en la tabla resultan las más significativas que se ubican relativamente más cerca de proyecto, puesto que la mayoría cuenta con más de 150, excepto el Víctor y La Iglesia que sólo tiene 32, la cabecera municipal Sahuaripa que cuenta con 4,041 habitantes, pero en todo el municipio de Sahuaripa ninguna comunidad tiene más de 300 habitantes de las localidades que se toman como referencia cercanas al proyecto.

Arivechi que es otro municipio cercano a la mina y que se encuentra inmerso dentro de la superficie municipal de Sahuaripa, este cuenta con dos localidades más pobladas; Arivechi la cabecera y Tarachi, con 743 y 317 habitantes respectivamente y en Yécora otro municipio colindante al Sur de Sahuaripa, su cabecera municipal tiene 2,920 habitantes.

En la tabla siguiente se muestra la distribución de las poblaciones cercanas al sitio.



Comunidad	Habitantes	Localidades %
Sahuaripa	4,041	90.4%
El Víctor	14	0.3%
Mulatos	215	4.8%
Matarachi	170	3.8%
La Iglesia	32	0.7%
<b>Total</b>	<b>4,472</b>	<b>100.0%</b>

Distribución poblacional en las localidades cercanas al proyecto. (Fuente: INEGI 2010)

Con base a los antecedentes anteriores, se describirán en esta sección las condiciones sociales y económicas de las comunidades que de alguna forma guardan una relación con la zona minera ante su cercanía relativa, tomando para ello las condiciones de las localidades que proveen de mano de obra a la mina, entre las que se encuentran las localidades de Mulatos, Matarachi, La Iglesia, Arivechi, Tarachi y posiblemente las cabeceras municipales de Yécora y Sahuaripa; esto bajo la consideración de que se trata de una zona muy poco poblada y es posible que los habitantes de poblaciones más alejadas busquen oportunidades de trabajo en la mina Mulatos.

La promovente ha creado un impulso en el desarrollo de las comunidades cercanas al sitio minero ante la ocupación de mano de obra, puesto que es la principal fuente de empleo de estas localidades y una fuerte receptora de los trabajadores foráneos, tanto por causas del personal directo que trabaje en las operaciones, como proveedores y contratistas que se asocien a las actividades.

Las poblaciones que se encuentran más cercanas al sitio del proyecto no difieren en cuanto al estatus en lo referente a la clasificación del tipo de población, puesto que todas son localidades muy pequeñas y rurales.

Sahuaripa en su carácter de cabecera municipal, es un centro de población urbana, tanto por la densidad de población puesto que reporta una estadística de 4,041 habitantes de acuerdo al Censo General de Población y Vivienda realizado por el INEGI el año 2010. Esta ciudad cuenta con servicios de agua, drenaje, electricidad, infraestructura de servicios de comunicación, salud, educación y estructura gubernamental.

La localidad de Mulatos es la más cercana a las instalaciones de la mina que pertenece a Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V. (MON): un poco más alejadas se localizan las localidades; Matarachi, La Iglesia, y otros pequeños asentamientos ubicados a una distancia recta menor a los 30 kilómetros.



El resto de los asentamientos listados en la tabla que se incluyó con anterioridad, se encuentran relativamente cercanos al sitio de interés, aunque a su vez separados por las propias condiciones del lugar, comunicándose con el sitio minero de Mulatos mediante caminos de terracería para acceder hasta el predio minero donde se encuentran las Instalaciones, como es el caso de las localidades de que se localizan a una distancia en línea recta menor 50 km; siendo muy probable que todos los asentamientos se vean beneficiados por el proyecto pero con una repercusión e impacto más relevante en las localidades de Mulatos y Matarachi. Los trabajadores procedentes de localidades o caseríos más alejados es muy posible que no viajen constantemente por razones laborales, ya que la mina cuenta con la infraestructura de alojamiento y alimentación.

MON en la actualidad cuenta con una plantilla de personal consistente del orden de 550 personas para la operación de las instalaciones, servicio que administra y opera Servicios Administrativos y Operativos MON, S.A. de C.V., (SAO).

Para este caso en particular, el proyecto minero, de acuerdo a lo anteriormente expuesto se traduce en beneficio de los mencionados grupos poblacionales; ya que considerando que tanto las empresa contratistas que se lleguen a requerir como la promovente en un análisis costo/beneficio, resulta en la conveniencia de contratar personal de la región para el desarrollo de los trabajos y operaciones en las instalaciones mineras, por lo que la mayor parte del personal que labora en la mina Mulatos se contrata de las comunidades cercanas a la mencionada Unidad.

Analizando lo anterior, si se considera que de 550 personas que laboran en las instalaciones mineras y tomando como promedio que cada empleado pertenece a una familia de 4 integrantes, la cantidad de personas beneficiadas es de 2,200 habitantes de la región, así también como un impacto positivo a la comunidad que se relaciona con comercios, servicios, y proveedores de la zona.

Como se mencionó anteriormente, además de personal obrero y de mandos medios, se demandará de mano de obra de trabajadores foráneos como especialistas técnicos o bien personal calificado que provendrá de otras partes del país e incluso del extranjero, que en este caso dependen de las facilidades, instalaciones y servicios de alojamiento de la propia mina.

## **Demografía**

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda realizado por el INEGI en el año de 2010, la población correspondiente al municipio de Sahuaripa, Sonora es de 6,020 habitantes de los cuales 3,109 pertenecen al sexo masculino y 2,911 son del sexo femenino.

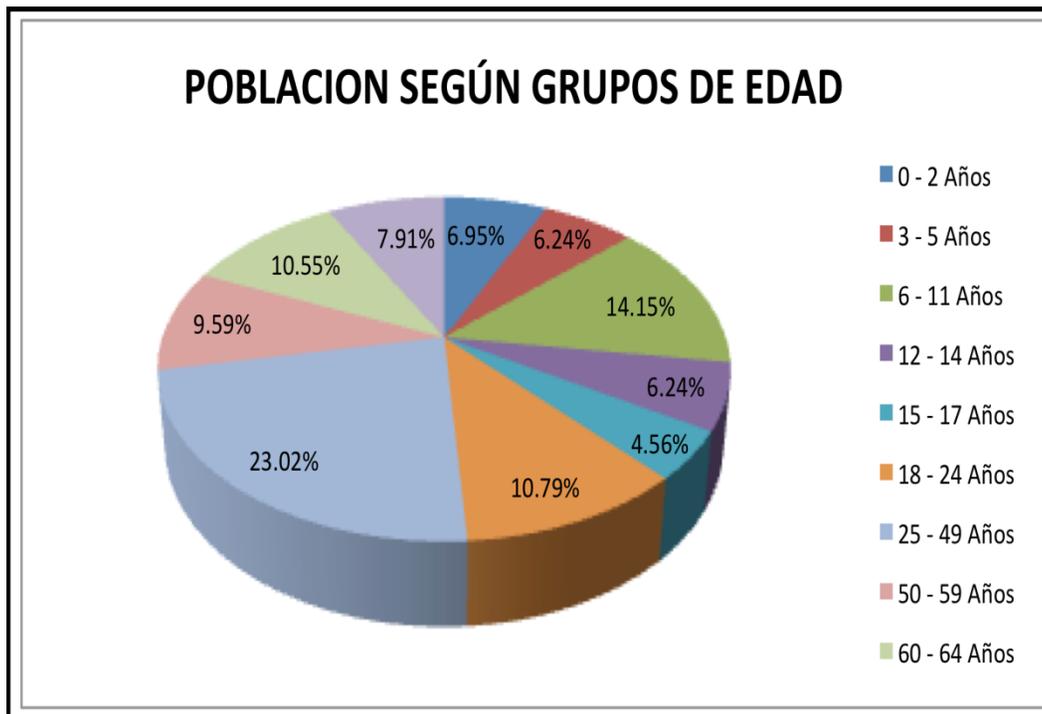
En cuanto a las localidades en el área de influencia de las instalaciones mineras el total de habitantes es de 417 perteneciendo 222 al sexo masculino y 195 al sexo femenino, en la tabla siguiente se registra la distribución de los habitantes para las localidades cercanas al proyecto:



Población	Habitantes					
	Masculino	%	Femenino	%	Total	%
Mulatos	118	51.3%	97	48.3%	215	49.9%
El Víctor	8	3.5%	6	3.0%	14	3.2%
Matarachi	88	38.3%	82	40.8%	170	39.4%
La Iglesia	16	7.0%	16	8.0%	32	7.4%
<b>Total</b>	<b>230</b>	<b>100.0%</b>	<b>201</b>	<b>100.0%</b>	<b>431</b>	<b>100.0%</b>

Población por sexo en el Área de Influencia del Proyecto. (Fuente: INEGI, Censo General de Población y Vivienda 2010)

Es importante resaltar que el municipio de Sahuaripa, está constituido por 54 localidades y el total de poblaciones, asentamientos y caseríos, que tienen hasta 2 viviendas, es de 123, de las cuales la cabecera municipal es la que tiene mayor densidad de habitantes, seguido por Valle de Tecupeto con 282 habitantes, por lo tanto la población de la cabecera municipal representa el 67.13% del total de la densidad de la habitantes del municipio.



Distribución de la población según grupos de edad de la suma de las localidades Mulatos, Matarachi y La Iglesia (Fuente: INEGI 2010)



En este caso específico se consideró sumar los habitantes de las tres localidades más cercanas al proyecto minero, debido a su escasa población y similitud proporcional que guardan en cuanto a porcentajes de rangos de edad.

De acuerdo al Censo de Población 2010, los resultados del levantamiento fueron un total de 417 habitantes de los cuales el 33.58% tenía una edad menor a los 14 años, 32.61% entre 25 y 59 años, el 18.46% tenía una edad de más de 60 años, como se muestra en la figura, en la que se indica la distribución de la población según los grandes grupos de edad.

### Crecimiento de la población

De los poblados que se encuentran ubicados en el área de influencia del proyecto, el que tiene el mayor número de habitantes es Mulatos, así también se analiza el crecimiento poblacional para las tres localidades más cercanas a la Unidad Minera. Se puede citar que de 2005 a 2010, de las cuatro localidades anotadas en la tabla solo se dio un decremento en la población en las localidades de Mulatos y La Iglesia; sin embargo es importante señalar que en el periodo de 2000 a 2005 también la localidad de Mulatos se dio un decremento. Sin embargo entre 1995 y 2000 si se presentó un crecimiento del número de habitantes de esta población, posiblemente debido a que en esa época en las instalaciones mineras se requería mano de obra no calificada, en las primeras etapas de preparación y construcción de la minera, demandándose de mayor cantidad de obreros para la realización de las labores rudas para las que no se requería preparación o experiencia por parte del personal, por lo que se infiere que las etapas primarias de la instalación de infraestructura, MON generó un impacto positivo demográficamente en las comunidades mencionadas.

La tabla siguiente muestra el crecimiento de la población de las cuatro localidades analizadas y la cabecera municipal, de acuerdo a los censos de población y vivienda para los años 1990 a 2010, observando que en el periodo 1990-2005 hay un marcado decremento de la población en las localidades anotadas y para el año 2010 se tiene una ligera reducción en las localidades de Mulatos y La Iglesia. En la tabla se anotan resultados del Censo de Población y Vivienda 2010. Cabe mencionar que el método de cálculo para inferir el crecimiento en el periodo –en unidades decimales-, es la medición del crecimiento poblacional con base a una fórmula de tendencia geométrica.

AÑO	SAHUARIPA	TASA MEDIA ANUAL	MULATOS	TASA MEDIA ANUAL	MATARACHI	TASA MEDIA ANUAL	LA IGLESIA	TASA MEDIA ANUAL
1990	3,898	-	342	-	135	-	114	-
1995	4,154	0.0064	346	0.0012	172	0.0245	125	0.0093
2000	3,807	-0.0087	339	0.0009	141	-0.0197	73	-0.0524
2005	3,733	-0.0020	259	-0.0266	163	0.0146	76	0.0040
2010	4,041	0.0080	215	-0.0184	170	0.0042	32	-0.8290

Crecimiento de la población entre 1990 y 2010. (Fuente: INEGI, Censos y Conteos de Población y Vivienda)



## Población económicamente activa

De acuerdo con el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), la Población en Edad de Trabajar (PET) es la que se encuentra delimitada entre los 12 y los 60 años de edad. A esta población hay que sustraer los que se dedican a actividades no remuneradas (como actividades domésticas y estudiantes), para obtener lo que se conoce como Población Económicamente Activa (PEA), que es la población mayor de 12 años que puede y quiere trabajar, es decir, que tiene la edad y condiciones de salud necesarias para realizar una actividad y que le interesa trabajar.

El concepto de Población Ocupada (PO) comprende a los individuos que ejercen una actividad profesional remunerada, o sin remuneración directa cuando se trata de auxiliares de personas de la familia, se refiere consecuentemente a la población efectivamente absorbida por alguna actividad en el momento de elaboración de la encuesta.

La población ocupada en el área de influencia del proyecto, según sector o actividad para la comunidades cercanas, no es toda la que percibe remuneración por su trabajo y en todo caso es de menos de uno o dos salarios mínimos, tomando como base los datos consultados en el INEGI, es de hacer notar que la mayoría de la población ocupada en localidad de Sahuaripa, lo hace en la educación, servicios de salud y actividades gubernamentales, ya que es la cabecera municipal; la tabla siguiente está integrada con la Población en Edad de Trabajar (PET), Población Económicamente Activa (PEA) y la Población Ocupada (PO).

Comunidad	Total	P.E.T.	% del Total	P.E.A.	% de la P.E.T.	P.O. Total	% de la P.E.A.
Sahuaripa	4,041	2,177	53.9%	1,076	49.4%	1,023	95.1%
Mulatos	215	116	54.0%	73	62.9%	73	100.0%
El Víctor	14	12	85.7%	5	41.7%	5	100.0%
Matarachi	170	95	55.9%	49	51.6%	45	91.8%
La Iglesia	32	15	46.9%	13	86.7%	13	100.0%
Total	4,472	2,415	-	1216	-	1,159	-

Población económicamente activa y Población ocupada. (Fuente: INEGI, Censo General de Población y Vivienda 2010)

En lo referente a salarios devengados por la actividad realizada, en el censo 2010, realizado por el INEGI, esta información no se encuentra disponible.

En la tabla siguiente se presenta los sectores económicos, en que se ocupan los habitantes de Sahuaripa, que como ya se mencionó las principales actividades en la cabecera municipal son comercio, servicios de educación, salud, actividades gubernamentales, educación y tal vez negocios familiares, y en algunos casos sin paga.



Por tanto la única infraestructura industrial de importancia que existe en el municipio, es la Unidad Minera Mulatos de MON, que actualmente se encuentra en operación, considerándose que es la principal receptora de mano de obra de las localidades cercanas a las instalaciones mineras, donde la gran parte de mano de obra es contratada de la región.

En la tabla siguiente se listan los sectores de actividad económica y la cantidad de personal en la cabecera municipal, de acuerdo a la última actualización del DENUE:

Actividad (en paréntesis No. de Sector)	No. de Unidades Sahuaripa	Personas ocupadas
(11) Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	0	0
(21) Minería	0	0
(22) Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	1	1
(23) Construcción	0	0
(31 - 33) Industrias manufactureras	20	20
(43) Comercio al por mayor	4	4
(46) Comercio al por menor	78	78
(48 - 49) Transportes, correos y almacenamiento	1	1
(51) Información en medios masivos	3	3
(52) Servicios financieros y de seguros	2	2
(53) Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	3	3
(54) Servicios profesionales, científicos y técnicos	0	0
(55) Corporativos	0	0
(56) Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	5	5
(61) Servicios educativos	8	8
(62) Servicios de salud y de asistencia social	8	8
(71) Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	0	0
(72) Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	20	20
(81) Otros servicios excepto actividades gubernamentales	34	34
(93) Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	22	22
(99) No especificado	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>210</b>	<b>210</b>

Fuentes de empleo en la población de Sahuaripa, Sonora. (Fuente: INEGI, Censos de Población y Vivienda- DENUE 2011)



## Población Ocupada según sector de actividad económica

A nivel municipal en el Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI, se desprende que la PO, según sector de actividad económica en el municipio de Sahuaripa, Sonora; de acuerdo a los datos generados en el censo en año 2010, la distribución se anota en la tabla siguiente:

Municipio de Sahuaripa, Sonora		
Sector de Actividad	Población Ocupada	
Sector primario <sub>1</sub>	807	38.52%
Sector secundario <sub>2</sub>	452	21.58%
Sector terciario <sub>3</sub>	552	26.35%
Comercio	238	11.36%
No Especificado	46	2.20%
<b>Total</b>	<b>2,095</b>	<b>100.0%</b>

Población ocupada por sector de actividad en el municipio de Sahuaripa, Sonora. (Fuente: INEGI, Censos de Población y Vivienda 2010)

Es importante resaltar que MON, en la actualidad cuenta con una plantilla de personal entre personal de confianza y contratistas del orden de 550 personas para la realización de sus operaciones, incidiendo esto en el porcentaje de personal ocupado en el sector secundario de actividades industriales.

## Movimientos migratorios

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010 realizado por el INEGI, en el rubro de migración se tiene los datos referentes a la población mayor de 5 años según su situación de estadía en el año 2005. La información más detallada se tiene solo para el municipio de Sahuaripa en cuanto a la migración hacia otros estados de la República, así como migración internacional hacia los Estados Unidos de Norte América y otros países no especificados. La información al respecto se presenta en la tabla siguiente:



Migración	Municipio de Sahuaripa, Son.
Población total	5,525
Población en la entidad	5,303
(En el Municipio)	(5148)
(En Otro municipio)	(149)
Población en otra entidad	170
Población en EUA	43
Población en otro país	2

Población emigrante del municipio de San Juan del Río, Durango. (Fuente: INEGI, Censos de Población y Vivienda 2010)

Con respecto a la migración; arroja que para el municipio, tomando en consideración que la población municipal mayor de 5 años es de 5,525 habitantes, el fenómeno de migración no se considera relevante si se toma en consideración que solo el 3.08% de la población emigro hacia otros estados de la república, y el 0.81% es emigrante internacional, por tanto el 3.89% de la los habitantes mayores de 5 años emigro del municipio en busca de mejores oportunidades de empleo y del 96.11% permanece en el municipio tal vez sólo se haya dado el fenómeno de migración intermunicipal en busca de mejores oportunidades de trabajo o mejorar el nivel de vida.

El fenómeno de emigración se cree no es considerable en el municipio, puesto que al igual para la localidades cercanas al sitio minero se tiene un se tiene un ligero decremento o relativamente poco incremento de la población para el año 2010, y de acuerdo a los datos censales, se cree que algunos habitantes permanecieron en el municipio o bien en el periodo 2005-2010 la cantidad de habitantes que emigraron fue considerablemente menor.

Esto es un indicador de que el fenómeno de movimiento de habitantes en el periodo comprendido del año 2005 a 2010, según datos del Censo 2010, el movimiento poblacional se da en mínimas proporciones porcentuales tanto hacia el nivel municipal, estatal como al extranjero, y de acuerdo a los datos censales, los principales estado receptores de los pobladores del municipio de San Juan del Río son; Baja California, Chihuahua, Distrito Federal, Jalisco, Nuevo León, San Luis Potosí, y Sinaloa. Ello posiblemente por causas imputables a la búsqueda de fuentes de empleo, debido a la falta de infraestructura en su lugar de origen que incida en la generación de oportunidades de ingreso y fuentes de trabajo.



En cuanto a las localidades que se ubican cercanas a la mina Mulatos, en el tema migración se tienen los datos que se anotan en la tabla, de estos datos que se muestran se deducen dos fenómenos:

- En el reglón de población nacida en otra entidad y en el año 2010, en las cuatro localidades se tiene que habitantes nacidos en otra entidad para el 2010 residían en las localidades que se enlistan en la tabla.
- Por otra parte respecto a la población de 5 años y más residente en otra entidad, se considera no es relevante.

En este análisis se deduce que en primer término para las localidades cercanas a las instalaciones mineras es mayor la emigración que la inmigración.

Considerando que los habitantes que han emigrado a las localidades citadas, tal vez se deba a personal técnico que estableció su residencia en las mismas, ya sea porque la empresa minera requiere de técnicos especializados, mismos que provienen de otras partes del país e incluso del extranjero, en busca de mejores oportunidades de empleo y mejoramiento de su nivel económico.

Los datos referentes a inmigración y emigración de las localidades de referencia se anotan en la tabla siguiente:

Situación de Migración	Sahuaripa	Mulatos	Matarachi	La Iglesia
Población nacida en la entidad	3,865	192	161	30
Población nacida en otra entidad	103	23	9	2
Población de 5 años y más residente en la entidad	3,561	189	144	29
Población de 5 años y más residente en otra entidad	30	0	4	-

Población emigrante e inmigrante a las localidades cercanas a la mina Mulatos, ubicada en municipio de Sahuaripa, Sonora. (Fuente: INEGI, Censos de Población y Vivienda 2010)

En la que se observa que, el fenómeno de migración relativamente importante sobre todo hacia la cabecera municipal y la emigración del municipio; tomando como base el Censo de Población y Vivienda 2010, no es relevante, y en cuanto a las localidades cercanas al proyecto, el fenómeno de emigración/migración es interesante debido a que es mayor el número de habitantes que han emigrado hacia estas comunidades en relación a los migrantes.

Si bien la existencia y hecho de que la infraestructura industrial de la mina Mulatos es la principal receptora de mano de obra tanto calificada como no calificada, es un hecho que no impacta de manera relevante en la población de las comunidades cercanas en cuanto a ocupación de mano de obra. Aun así, esta región se ha visto beneficiada con la



generación de un importante número de empleos directos, y sin duda se ha dado un incremento en los empleos indirectos tanto en las localidades mencionadas como en la cabecera municipal.

## **Empleo**

De acuerdo con la clasificación oficial de sectores de actividades económicas, en el municipio Sahuaripa, para el sector primario, la agricultura y ganadería es la principal fuente de ingresos en este sector con la cría de ganado bobino, en cuanto a la agricultura los principales cultivos son el frijol y maíz para autoconsumo y forraje para la alimentación del ganado.

Enseguida se tiene al sector secundario donde la actividad minera tuvo para el año 2010 una notable participación, debido a las operaciones mineras de MON, que para esa época ya se encontraba en operación, (aunque aún no se tiene registrada en el DENUE 2012), sin embargo ha tenido una importante producción de metales preciosos, que lógicamente repercutieron en la participación de este sector, mientras que el sector terciario que incluye el comercio, las dependencias gubernamentales, comunicaciones, comercio, bancos y turismo, representa el último nivel de población ocupada. En este tenor es relevante resaltar que en las instalaciones industriales de MON, esta contribuye en poco porcentaje porcentaje en la ocupación de personal en el sector secundario, tal vez debido a que las comunidades cercanas están poco pobladas y los habitantes o son muy pequeños o personas mayores que no están en posibilidades físicas de trabajar, si consideramos que solo el 18.46% se encuentra en un rango de edad de 25 a 59 años, y de estos el casi la mitad son del sexo femenino que se dedican a las labores del campo y del hogar.

## **Nivel de ingresos per cápita**

Para el año 2010; el Ingreso Total Per cápita Mensual de \$1,911, promedio para el municipio estimado en pesos, de acuerdo a las estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 (Módulo de Comisiones Socioeconómicas) y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010.

Analizando las tres localidades, proveedoras de mano de obra a la mina Mulatos, se tienen las siguientes características:

- Las localidades Mulatos, Matarachi y La Iglesia son comunidades rurales con un grado de marginación ALTO y grado de rezago social MEDIO.
- Si se analizan las condiciones del municipio y atendiendo al Nivel de Pobreza de acuerdo al CONEVAL, se tiene que de acuerdo al censo de Población y Vivienda 2010 realizado por INEGI; la población en situación de pobreza es del 54.7%, población en situación de pobreza moderada del 44.4% y la población que se encuentra en pobreza extrema es del 10.4%.
- Por su parte la población con ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo es del 22.2% y para el 59.5% su ingreso es inferior a la línea de bienestar; además que el grado de marginación municipal es MEDIO.



Entonces se puede inferir que para un análisis a nivel municipal la mayoría de los habitantes del municipio y de la propia cabecera municipal, viven en condiciones críticas de sobrevivencia o dependen de remesas enviadas por familiares que se encuentran en otro estado o país. Lo anterior se debe a la falta de infraestructura generadora de empleos y desarrollo de las comunidades.

### **Factores socioculturales**

Todas las comunidades potencialmente vinculadas con el proyecto tienen características socioculturales comunes, como son; una fuerte tradición agrícola y religión católica predominante, se festejan las fiestas patrias, el 16 de septiembre la navidad y el fin de año, además de las fiestas municipales. En municipio de Sahuaripa, está ubicado en una importante región minera del estado, sólo que estos recursos hasta épocas recientes se han explotado, y actualmente MON, es la empresa que opera la mina Mulatos en las inmediaciones de la localidad del mismo nombre, en el municipio mencionado. Actualmente se están trabajando los tajos "La Estrella" y "La Escondida".

### **Formas de organización**

El municipio de Sahuaripa está integrado por 54 localidades, siendo las más importantes por su número de habitantes: la cabecera municipal Sahuaripa, La Mesita del Cuajari, Sehuadehuachi, Santo Tomas, El Valle de Tocupeto, El Cajón de Onapa y Guisamopa.

Las organizaciones sociales predominantes son los ejidos, las organizaciones religiosas y los partidos políticos (PRI, PRD y PAN).

El ayuntamiento está integrado por un presidente municipal, un síndico, tres regidores de mayoría relativa y dos de representación proporcional.

### **Interacción de los grupos poblacionales**

La relativa lejanía y las condiciones topográficas del municipio, que se encuentra enclavado en la Sierra Madre Occidental, con factores que impiden la interacción de grupos poblacionales, con los asentamientos y localidades del entorno.

### **Comunidades en relación directa con el Proyecto**

Las comunidades que guardan una relación directa con el proyecto es básicamente Mulatos y El Víctor, las más vinculadas, puesto que se encuentran cercanas al sitio minero.

### **Grupos étnicos**

En el municipio de Sahuaripa se cuenta con grupos étnicos. De acuerdo a los resultados que presentó el Censo de Población y Vivienda en el 2010, en la población del



municipio habitan personas que hablen alguna lengua indígena; en el municipio habitan un total de 4 personas mayores de 3 años que hablan alguna lengua indígena.

### **Ruinas arqueológicas**

En el Municipio de Sahuaripa, no se tienen vestigios detectados a la fecha respecto de ruinas arqueológicas.

### **Vivienda**

La vivienda la población de en las localidades del municipio de Sahuaripa es en su mayoría de una sola habitación más la cocina y está hecha con material perecedero adobe y algunas de roca, en algunos casos se tiene techo de tierra sostenido por vigas de madera, también existen viviendas con techos de lámina, además de los materiales citados anteriormente, emplean tabique, piedra o bloque de cemento para los muros y losa o teja para los techos. De acuerdo con los resultados obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010, en la comunidad de Sahuaripa se contaron un total de 1,497 viviendas de las cuales 1,123 se encontraban habitadas y 279 deshabitadas.

En lo que se refiere a servicios en las localidades del municipio (Fuente: municipio de Sahuaripa, [www.sonora-web.com](http://www.sonora-web.com)), se tiene que: siete comunidades y la cabecera municipal cuentan con cobertura del sistema de agua potable por medio de bombeo, 6 comunidades reciben este servicio a través de un sistema de tubería con fuente de abastecimiento de agujeros naturales, la cual no recibe tratamiento químico y a dos comunidades se les dota de agua potable a través de recipientes.

Respecto al suministro de energía eléctrica la situación es: Las comunidades que no cuentan con el servicio de energía eléctrica convencional, se les ha dotado con el servicio a través de energía fotovoltaica, la cual no satisface las necesidades existentes. (Fuente: municipio de Sahuaripa).

En lo que respecta a las cuatro localidades que pueden verse beneficiadas en un momento determinado por las instalaciones mineras de Mulatos, sus características de vivienda basándose en información del INEGI son las siguientes:



Cobertura de servicios en Viviendas				
Estatus	Mulatos	El Víctor	Matarachi	La Iglesia
Total de viviendas	80	5	63	41
Total de viviendas particulares	80	5	63	41
Total de viviendas habitadas	62	4	42	14
Total de vivienda particulares deshabitadas	8	1	1	9
Con agua entubada	56	0	36	14
Con drenaje	52	2	22	11
Con sanitario	50	4	34	13
Con energía eléctrica	37	1	42	14
Promedio de ocupantes por cuarto	1.17	1	1.25	0.65
Promedio de habitantes en viviendas particulares	3.47	4	4.05	2.29

Situación de la vivienda en las localidades cercanas al proyecto. (Fuente: INEGI, Censos de Población y Vivienda 2010)

### Tipos de vivienda

En la tabla que se muestra enseguida se puede apreciar las características de las localidades más importantes del municipio, por el número de habitantes y su estatus respecto al ámbito rural o urbano.

En las localidades predominan los muros de adobe y piedra con techos de tierra y vigas o lámina galvanizada, en las comunidades de mayor tamaño dentro de las anotadas en la tabla, ya se tienen construcciones con muros de ladrillo y techos de loza de concreto, predominando en la cabecera municipal construcciones de adobe con techo de tierra, vigas y de ladrillo con techo de loza.



Comunidad	Viviendas	Estatus
Sahuaripa	1,497	Urbano
Mulatos	80	Rural
Mesita de Cuajari	74	Rural
Valle de Tecupeto	188	Rural
Guasimopa	133	Rural
Nábra	54	Rural
Cajon de Onapa	51	Rural
Saguadehuachi	72	Rural
Santo Tomas	65	Rural
Matarachi	63	Rural
El Trigo de Corodepe	71	Rural
<b>Total</b>	<b>2,348</b>	

Total de comunidades con mayor número de habitantes en el municipio de Sahuaripa. (*Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010*)

## Oferta y Demanda

En el municipio de Sahuaripa, en lo que se refiere a infraestructura industrial sólo se cuenta con la relativa a la mina Mulatos, a la fecha no hay otras empresas mineras con planes de establecerse en el municipio.

Para el caso del proyecto, las obras involucradas son supervisadas por personal técnico especializado y realizado por personal que labora en la empresa, debido a la especialidad de los trabajos, que serán realizados posiblemente por empresas contratistas.

## Servicios

### Caminos

La red de carreteras en el municipio está integrada por 640 km, destacando la carretera que comunica la cabecera con la capital del estado con una distancia de 213 km



(carretera estatal pavimentada No. 104), así como la carretera estatal pavimentada No. 117 de dos carriles que parte rumbo al Sur a partir de la ciudad de Sahuaripa pasando por Arivechi hasta la localidad de San Nicolás, que entronca con la carretera federal pavimentada No. 16 Hermosillo-Chihuahua (en un cruce antes de Yécora), con una distancia de 103 km. Todas las comunidades se encuentran comunicadas por varios caminos rurales de terracería y brechas.

### **Medios de transporte y comunicación.**

Existen en operación en el Municipio 7 camiones de pasajeros con 3 salidas diarias a Hermosillo, además de una corrida diaria a Guisamopa y una corrida semanal a ciudad Obregón.

Los habitantes de la cabecera municipal y localidades recurren para su transportación a los servicios que brindan vehículos de transporte público; para el traslado la ciudad de Hermosillo y algunas localidades, algunas personas realizan el viaje en vehículo particular, y dependiendo de la cercanía a pie o caballo, o bien en ocasiones para los que carecen de medio de transporte recurren al aventón.

### **Transporte foráneo**

Las líneas de transportes de pasajeros que recorren la cabecera municipal a la ciudad de Hermosillo además de corridas diarias a Existen en operación en el Municipio 7 camiones de pasajeros con 3 salidas diarias a Hermosillo, además de una corrida diaria a Guisamopa y una corrida semanal a Cd. Obregón, para trasladarse a otras localidades a donde no hay transporte público, los habitantes recorren a pie, a caballo, en vehículo o se recurre al aventón.

En Sahuaripa, es el sitio donde se tienen los servicios siguientes:

- Correo
- Señal de Televisión
- Servicio Postal
- Servicio Telefónico
- Se reciben, ejemplares de algunos periódicos de mayor circulación en la capital del estado, con información regional, en los que se transmiten los acontecimientos relevantes del municipio y los colindantes
- Alumbrado y seguridad pública
- Recolección de basura
- En Sahuaripa se cuenta con servicio de internet
- Servicio bancario

NOTA.- En los demás poblados del municipio las facilidades anteriores son precarias.



## Servicios públicos

Como puede apreciarse en la tabla que se incluye más adelante, las viviendas en la cabecera municipal de Sahuaripa, en su gran mayoría cuentan con los servicios básicos como son: agua entubada, energía eléctrica, drenaje y servicio sanitario, recolección de basura y pavimentación en las localidades más importantes del municipio, es indudable que en las rancherías se acentúa la falta de servicios públicos.

En la tabla siguiente se presenta la urbanización de la localidad de Sahuaripa con respecto a los servicios públicos en la cabecera municipal de acuerdo a los datos censales del Censo de Población y Vivienda 2010 realizado por el INEGI, cabe mencionar que independientemente de los servicios listados en la tabla, el municipio atiende los servicios de panteones, recolección de basura y mercados.

Servicios públicos	Sahuaripa (Cabecera Municipal)
Agua potable	99.1%
Energía eléctrica	99.1%
Drenaje	97.9%
Sanitario	95.0%
Seguridad pública	75.0%
Alumbrado publico	75.0%
Pequeño comercio	50.0%

Servicios Públicos exclusivamente en la localidad Sahuaripa, Sonora. (Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 INEGI)

## Salud

En Sahuaripa, la atención a la salud de los habitantes la proporciona las siguientes Instituciones 4 centros de atención de SEMESON (Servicios Médicos de Sonora), una unidad médica familiar del IMSS y una unidad médica familiar del ISSSTE.

La cobertura es del 96% de la población. El servicio a derechohabientes es del 9%, la medicina privada el 3%, el 84%, lo cubren los institutos que brindan servicios a la población abierta, el 4% no tiene acceso a los servicios de salud. El Centro de Salud



Rural de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, clínicas rurales del IMSS y ISSSTE donde presentan servicios de primer nivel, es decir atienden consulta, partos, vacunación, pequeñas cirugías y curaciones, en los casos de que se requiera atención médica especializada, los pacientes acuden a la ciudad de Hermosillo, donde aparte de los hospitales de las instalaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social, Instituto de Seguridad para los Trabajadores al Servicio del Estado y la Secretaría de Salud, existen clínicas de especialidades.

Además de Unidades Médico Rurales de IMSS Oportunidades; 2 en el municipio de Eachojoa, 2 en Huatabampo y 1 en Benito Juárez, el resto de las localidades rurales que no cuentan con infraestructura de atención se recibe atención médica por parte de las campañas IMSS-Solidaridad.

En la tabla siguiente se muestra la población con derechos de salud en las localidades de las zonas de interés:

Servicios de Salud	Sahuaripa	Mulatos	El Víctor	Matarachi	La Iglesia
Población derechohabiente del IMSS	619	21	0	1	1
Población derechohabiente del ISSSTE	232	0	0	0	0
Población derechohabiente del ISSSTE Estatal	512	6	0	0	0
Población derechohabiente del Seguro Popular	1216	17	5	26	7
Población derechohabiente a servicios de salud	2625	62	5	29	8
Población sin derechohabencia a servicios de salud	1405	152	9	141	24

Población con derechos de salud. (Fuente: INEGI, Censo 2010)

### Causa de enfermedades en la zona de influencia

Se tiene conocimiento de que las principales enfermedades que afectan a los habitantes del municipio, son:



- Enfermedades del corazón
- Tumores malignos
- Diabetes mellitus
- Accidentes
- Enfermedades cardiovasculares
- Enfermedades del hígado
- Enfermedades pulmonares u obstructivas crónicas
- Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal
- Enfermedades del hígado
- Septicemia
- Úlceras gástricas
- Agresiones
- Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías
- Enfermedades infecciosas intestinales

### **Zonas de recreo**

En el municipio de Sahuaripa, las escuelas disponen de canchas de usos múltiples.

### **Religión**

Con base a estadísticas del INEGI la gran mayoría de las localidades que se relacionan con la zona minera cuentan con una iglesia, donde la religión que predomina es la católica, para un 85.35% de los habitantes mayores de 5 años del municipio, siguiendo los pobladores con religión no católica que representa el 11.01% y los que no practican religión alguna con un 3.64%.

Normalmente las fiestas de las localidades importantes del municipio son en honor de la Santa Virgen de Los Ángeles, con actos religiosos y festivos provistos de juegos mecánicos, corridas de toros con ganaderías de la región, fuegos artificiales etc., en general en todos los poblados se celebran los días de navidad, fin de año, año nuevo, día de reyes, semana santa más las fiestas civiles como el aniversario de la independencia, aniversario de la revolución, etc.

### **Educación**

En el municipio de Sahuaripa se cuenta con instalaciones desde la enseñanza preescolar a telesecundaria. Los habitantes que aspiren a la educación media o superior se trasladarán a la ciudad de Hermosillo u opcionalmente en otros estados dependiendo de la vocación profesional.

La infraestructura de educación cuenta con los siguientes planteles:

- |                                |    |
|--------------------------------|----|
| • Jardín de Niños (preescolar) | 13 |
| • Educación especial           | 1  |



- Escuelas primarias 16
- Escuelas Secundarias General 1
- Telesecundarias 6
- Escuelas Técnicas (Cecytes) 1

Esta infraestructura educacional, beneficia al alumnado de los municipios de Arivechi y Bacanora.

Como se aprecia en la tabla que se incluye a continuación, el rezago educacional el 3.62% de la población en general es analfabeta, considerando el rango de edad de 6 años a 60 y más (base de INEGI), considerándose un bajo porcentaje puesto que la población comprende niños y adultos mayores.

Comunidad	Sabe leer y escribir		No sabe leer ni escribir		Total
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	
Sahuaripa	1,961	1,913	88	49	4,011
Mulatos	114	92	4	5	215
El Víctor	6	4	2	2	14
Matarachi	84	78	4	4	170
La Iglesia	15	14	1	2	32
<b>Total</b>	<b>2,180</b>	<b>2,101</b>	<b>99</b>	<b>62</b>	<b>4,442</b>

Alfabetismo. (Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010)

Quizá el porcentaje de la población que no lee ni escribe, tenga entre otras causas, la población infantil mayor de 5 años no asistan a la escuela porque a esa edad realizan alguna actividad o ayudan en los trabajos del campo principalmente en la agricultura a nivel familia. El porcentaje población analfabeta se ve afectado por la población de edad mayor que tuvo menos oportunidades para asistir a la primaria, ya que en algunos casos se carecía de ella.

En las localidades Mulatos y Matarachi se cuenta con infraestructura educativa de preescolar, primaria y telesecundaria, en La Iglesia sólo se imparte educación primaria básica. En el caso de la educación superior, los interesados son enviados a la ciudad de Hermosillo u otros estados donde se encuentran planteles educativos que cubren una amplia gama de licenciaturas y especialidades. A nivel municipal el grado promedio de escolaridad es de -7.54-.

## Rasgos económicos

### Economía de la región

La economía de los pobladores de las comunidades que se encuentran dentro de la influencia del proyecto, depende de actividades económicas muy reducidas, debido a la falta de infraestructura y su escasa población, es difícil una gran variedad de actividades



económicas; así que en orden de importancia se tienen solamente cuatro actividades económicas principales: Ganadería, Agricultura, Comercio y la Industria Extractiva, (Fuente: municipio de Sahuaripa).

La ganadería es una de las principales áreas económicas, dependiente de la agricultura, en la que los cultivos principales son el maíz y frijol para autoconsumo y forraje para alimentación de ganado.

Por otra parte la actividad industrial que se practica en el municipio es insuficiente, generando únicamente 263 empleos lo que representa el 14% de la población ocupada. Los establecimientos existentes son del tipo familiar, tales como elaboración de cintos, queso regional y la construcción.

En el contexto de todo el municipio de Sahuaripa, las actividades económicas son las siguientes:

**Ganadería.-** La ganadería se explota en 550,000 hectáreas de agostaderos cerril de regular calidad. Actualmente la ganadería abastece de carne, leche y sus derivados a la región, además genera divisas mediante la exportación de ganado bovino en pie a los Estados Unidos.

**Agricultura.-** La agricultura es junto con la ganadería, la actividad más importante en la economía municipal, ya que genera 948 empleos, que representa el 52 por ciento de la población ocupada. La actividad agrícola se desarrolla en 7,083 hectáreas, de las cuales 1,286 son de riego, 4,365 de temporal y las restantes 1,432 son mixtos. Las principales cultivos son forrajes que sirven de apoyo a la ganadería y de una manera secundaria, maíz y frijol para autoconsumo.

**Minería.-** La minería es una importante actividad económica del municipio, actualmente se explotan yacimientos de oro, plata, en las cercanías de la localidad de Mulatos donde se tiene una producción importante de oro y en menor grado plata por su nivel de contenido en que se presenta.

**Comercio.-** Para el servicio de abasto se cuenta con un almacén de DICONSA que surte a 124 establecimientos pequeños, ofreciendo el servicio al público exclusivamente de productos básicos, no manejando productos perecederos

### **Forma de tenencia y precio de la tierra**

En la zona rural una gran parte de la tenencia de la tierra corresponde al régimen ejidal, también existen una gran parte de propiedades privadas dedicadas al cultivo y ganadería.

El precio de la tierra que corresponde a los ejidos se podrá determinar al término del proceso de titulación, pues esto traerá una modificación en los valores de la misma al entrar al mercado, sobre todo la ubicada en las inmediaciones de los núcleos urbanos.



## **Actividades productivas**

En Sahuaripa (municipio), las actividades primarias son básicamente ganadería y agricultura un 38.52% de la población ocupada, siendo la cría de ganado bobino la producción principal y en agricultura los principales cultivos son frijol, y maíz para autoconsumo y forraje para alimentación del ganado. Las actividades secundarias ocupan el 21.58% de la población ocupada, siendo la industria extractiva la principal fuente de empleo. Para las actividades terciarias se ocupan el 26.35% de la PO, siendo las más importantes las dependencias gubernamentales, comunicaciones, transportes, comercios, bancos, educación y salud.

### **Agropecuario**

Ganadería.- abastece de leche y carne a la región, además de exportan anualmente una cantidad considerable de ganado en pie.

Agricultura.- esta actividad tiene una importancia relevante puesto que se cultiva principalmente forrajes para la alimentación ganadera. Minería

El municipio participa activamente en la industria extractiva en la explotación de la mina Mulatos, produciendo oro.

### **Comercial**

En Sahuaripa, cabecera municipal existen establecimientos para satisfacer las necesidades de la comunidad.

### **Marginación y pobreza**

#### **Marginación**

La marginación se refiere a una exclusión o una situación social de desventaja económica, profesional, política o de estatus social, producida por la dificultad que un grupo social tiene para integrarse a algunos sistemas de desarrollo, comprendiendo además este fenómeno la dificultad para propagar el progreso técnico que determina la estructura productiva en las regiones del país, lo que tiene repercusión en la exclusión de grupos sociales del proceso de desarrollo y los beneficios del mismo.

Derivado de lo anterior, la marginación genera en sí misma una estructura precaria de oportunidades sociales para los ciudadanos, sus familias y comunidades, que los expone a privaciones, riesgos y vulnerabilidad social que a menudo escapan al control personal, familiar y comunitario.

Para medir los índices de marginación se toman en cuenta varios factores, entre ellos la vivienda, sus servicios, la salud, la educación y la población ocupada que gana hasta dos salarios mínimos, para con ellos identificar el porcentaje de la población que no



tiene acceso a los bienes y servicios esenciales para el desarrollo de sus capacidades básicas.

El estado de Sonora<sup>1</sup> ocupa el lugar 24 a nivel nacional, con un índice bajo de marginación, el municipio de Sahuaripa, tiene un grado de marginación medio y ocupa en el contexto estatal el lugar 19 y en el nacional el lugar 1,721.

La mayoría de poblaciones del municipio se encuentran afectadas por esa marginación, siendo que esta se conceptualiza como baja, señalando situación preocupante para la región.

Para las localidades que se encuentran cercanas a la zona de influencia de las instalaciones mineras se tiene un grado de marginación alto, se trata de Mulatos, El Víctor, Matarachi y La Iglesia; posiblemente debido la escasa infraestructura industrial lo que trae como consecuencia a una baja actividad económica. De hecho las cuatro localidades se encuentran en el Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias (PDZP) de la SEDESOL.

### **Pobreza**

Definida como una situación o forma de vida que surge como producto de la imposibilidad de acceso y/o carencia de los recursos para satisfacer las necesidades físicas y psíquicas básicas humanas que inciden en un deterioro del nivel y calidad de vida de las personas.

De acuerdo con la metodología para medir la pobreza por ingresos, se definen tres niveles:

1. Pobreza alimentaria: Incapacidad para obtener una canasta básica alimentaria, aun si se hiciera uso de todo el ingreso disponible en el hogar para comprar sólo los bienes de dicha canasta.
2. Pobreza de capacidades: Insuficiencia del ingreso disponible para adquirir el valor de la canasta alimentaria y efectuar los gastos necesarios en salud y educación, incluso utilizando el ingreso total de los hogares nada más que para estos fines.
3. Pobreza de patrimonio: Insuficiencia del ingreso disponible para adquirir la canasta alimentaria, así como realizar los gastos necesarios en salud, vestido, vivienda, transporte y educación, aunque la totalidad del ingreso del hogar se utilice exclusivamente para adquirir estos bienes y servicios

Debajo de esta línea se encuentra la pobreza extrema y aun cuando hay muchos métodos para medirla puede decirse que la pobreza existe cuando el ingreso del hogar no es suficiente para adquirir la canasta básica (CNSE o Canasta Normativa de Satisfactores

<sup>1</sup> Fuente: Estimaciones del CONEVAL con base en el II Censo de Población y Vivienda 2010.



Esenciales) mientras que la pobreza extrema corresponde a las personas u hogares que no pueden adquirir la Canasta Submínima (CSM).

La pobreza está íntimamente relacionada con la marginación y es común que los municipios con alto grado de marginación tengan un severo índice de pobreza.

De acuerdo a datos estadísticos se tiene que para el estado de Sonora, el índice de pobreza alimentaria del 12.5%, de capacidades 19.6% y patrimonial 44.4%, por lo que en cuanto a índice de rezago social se tiene un nivel Muy Bajo, ocupando el lugar 26 en el contexto nacional.

Y en el municipio de Sahuaripa, el índice de pobreza alimentaria es del 11.8%, de capacidades 17.8% y patrimonial 40.7%, el índice de rezago social se tiene Muy Bajo, ocupando el lugar 1,871 a nivel nacional.

Por lo expuesto anteriormente, particularmente la información de salarios mínimos y los índices oficiales de marginación que se indican para el estado y el municipio de Sahuaripa, el grado de marginación es del nivel Medio, mientras que en la localidad específica de Mulatos se tiene un grado de marginación Muy Alto; de acuerdo a las fuentes de información CONAPO y CONEVAL, calculados en base a la interpretación de los datos generados por INEGI, en el censo de población y vivienda 2010.

#### **IV.2.5. Diagnóstico ambiental.**

##### **a. Integración e interpretación del inventario ambiental.**

Minas de Oro Nacional, pretende llevar a cabo las obras y actividades inherentes a la integración a los procesos de explotación minera en su operación actual, la ampliación o modificación del Tajo El Salto, la construcción de la pileta 8 que se integra al sistema de lixiviación existente en la mina, la ampliación del patio de lixiviación (incluye la construcción de un camino de 972 metros lineales), así como la reubicación de la torre de telecomunicaciones, y continuación de explotación del banco de arcilla, todo ello en el contexto de las operaciones preexistentes en La Unidad Minera Mulatos de su propiedad, ubicada en terrenos rurales adyacentes a la población de Mulatos en el municipio de Sahuaripa, en el estado de Sonora. Para realizar los proyectos que se mencionan, es necesaria una superficie de 32.22 distribuida en cuatro polígonos.

El ecosistema Templado frío al cual pertenece el proyecto se encuentra distribuido en la porción serrana Sonora, de las cuales 32.32 ha son ocupadas por el proyecto, por lo que la obra no restringe por este motivo, los flujos de comunidades allí existentes. En particular, toda la MHF de referencia posee este arreglo ecosistémico. Por otra parte, los atributos físicos y biológicos que se presentan a nivel de predio del proyecto (y sujeto a CUSTF), se encuentran ampliamente representados, señalando en el Capítulo X que no se comprometen recursos ni atributos debido al cambio de uso propuesto. Los atributos del predio del proyecto se encuentran ampliamente representados a nivel de la



microcuenca hidrológico forestal (MHF) por lo que no se comprometen dichos recursos en el entorno inmediato, que a su vez, presentan mayor calidad en su entorno.

Atributos de físicos y biológicos donde se ubica el proyecto respecto a la cuenca y la MHF

Rubro	Arreglo	Clave	Ocupación en la Cuenca B Rio Yaqui (%)	Ocupación en la MHF respecto a la Cuenca (%)	Ocupación del proyecto respecto a la Cuenca Rio Yaqui (%)	Respecto del proyecto a la MHF de ocupación (%)
Clima	TEMPLADO SUBHÚMEDO DE HUMEDAD MEDIA	C(w1)	9.460%	0.511%	0.005%	0.599%
Fisiografía	SIERRA MADRE OCCIDENTAL	III	87.850%	0.085%	0.002%	0.599%
	SIERRAS Y CAÑADAS DEL NORTE	10	50.540%	0.147%	0.003%	0.599%
Geología	Riolita-Toba ácida	Tom(R-Ta)	32.660%	0.228%	0.001%	0.599%
Suelos	PHAEÖZEM	PH	24.380%	0.259%	0.002%	0.599%
	REGOSOL	RG	26.320%	0.071%		
Hidrología superficial	R. Mulatos	RH09 B,q	3.950%	1.599%	0.010%	0.599%
Hidrología subterránea	Material consolidado con posibilidades medias	3	3.740%	1.985%	0.012%	0.599%
Tipos de vegetación	BOSQUE DE PINO-ENCINO	BPQ	6.340%	0.071%		
	BOSQUE DE ENCINO	BQ	19.140%	0.054%		
	BOSQUE DE ENCINO-PINO	BQP	6.380%	0.524%	0.007%	0.599%
	SELVA BAJA CADUCIFOLIA	SBC	9.450%	0.011%		

En términos de diversidad biológica, el proyecto se encuentra totalmente fuera de alguna área natural protegida con decreto por lo que el proyecto no limita ni condiciona las políticas de regulación y control encaminadas al desarrollo de dichas áreas de biodiversidad regional. A continuación se muestra la tabla resumen de las distancias de interés a las regiones de conservación.

Ubicación del proyecto respecto a las áreas de conservación y planeación

Áreas de conservación	Distancia más cercana (km)
Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia Federal.	27.4 km al Este
Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal.	14 km al Norte
Regiones Hidrológicas Prioritarias	0, se encuentra dentro de una RHP
Áreas Terrestres Prioritarias	14 km al Sur
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).	5.8 km al Sur

**Fauna silvestre**

El efecto sobre la fauna está vinculado en un inicio a su ahuyentamiento debido a las actividades de cambio de uso de suelo, por el ruido generado por parte de la maquinaria y por la simple presencia humana, que potencialmente provocará la huida de la fauna no solo del área del proyecto sino de los sitios adyacentes cercanos hacia los lugares más apartados de la región, provocando alteración en la abundancia y diversidad local. No obstante este efecto no será permanente, en virtud que una vez concluida la construcción del proyecto, se tapanán las zanjas y se realizará un programa de reforestación que permita el restablecimiento de las condiciones originales del predio.

El muestreo permitió identificar, a nivel del predio sujeto a CUSTF, 22 especies (12 aves, 6 mamíferos y 3 reptiles y 1 anfibio) señalando que los resultados son menores a los obtenidos en la MHF, donde la mayor representatividad del Índice de Diversidad de Shannon-Weiner es en aves, al igual que la equidad entre las especies. Lo anterior se presenta de manera concentrada por grupos faunísticos en la siguiente tabla.



Estado actual de la fauna en el área del proyecto

Grupo faunístico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Familias taxonómicas (No.)		Especies (No.)		Abundancia		Índice de diversidad de Shannon-Weiner		Equidad	
	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF
Mamífero			6	9	8	14	21	39	2.013	2.479	0.938	0.939
Aves	2	2	12	21	15	30	49	112	2.476	3.067	0.914	0.942
Reptiles	1	1	3	3	5	8	11	26	1.591	1.913	0.989	0.990
Anfibios			1	3	3	5	5	13	0.824	1.044	0.750	0.756
	3	3	22	36	31	57	86	190				

Dichas especies serán desplazadas del sitio, hacia áreas inmediatas con mejores condiciones de hábitat para su supervivencia.

Debido a que para la construcción del proyecto es necesario llevar a cabo la eliminación total de la vegetación presente en la superficie del área, se verán afectados los sitios de alimentación y/o de paso de algunas de las especies de fauna silvestre, por lo que a fin de salvaguardar los recursos faunísticos de la zona, se cuenta con un programa de rescate y reubicación de fauna, el cual se encuentra actualmente en operación para las actividades actuales de la empresa, en el se detallan las acciones, técnicas y tiempos a realizar sobre este factor ambiental. A nivel de predio, se estima encontrar las siguientes especies y densidades basadas en el antecedente de los resultados obtenidos durante el muestreo en campo, con la aclaración que el libre desplazamiento permitirá que muchas de estas especies se movilicen por sí mismas hacia el entorno inmediato, en hábitat similar a la distribución actual:

Especies de fauna que se incluyen en el programa de protección de fauna silvestre

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia (ind/ha)
Carnívora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	3
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de Cola Blanca	3
Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys merriami</i>	Rata Canguro de Merriam /d	3
Rodentia	Muridae	<i>Neotoma albigula</i>	Rata Cambalanchera Garganta Blanca /e	3
Rodentia	Muridae	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata Cambalanchera Mexicana	3
Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón de Roca	1
Rodentia	Sciuridae	<i>Tamias dorsalis</i>	Ardilla Rayada de Barranca	2
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Tayassu tajacu</i>	Pecarí de Collar	3
8				21
Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia (ind/ha)
Falconiformes	Accipitridae	<i>Accipiter cooperi</i>	Gavilán de cooper	1
Falconiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	7
Falconiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Negro	7
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	6
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común	7
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos Norteño	2
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Halcón Cernicalo o Cernicalo Americano	1
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Chanate Cola Grande o Chanate Mexicano	2
Passeriformes	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche Pico Curvo	2
Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrion Doméstico	5
Galliformes	Phasianidae	<i>Meleagris gallopavo</i>	Guajolote norteño	3
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho Comodo	3
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquero Barranqueño	1
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Cardenalito Mosquero	2
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano Pico Grueso o Pecho Amarillo Pico Grueso	4
15				49
Orden	Familia	Especie	Nombre comun	Abundancia (ind/ha)
Squamata	Colubridae	<i>Masticophis bilineatus</i>	Serpiente de látigo	2
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija	3
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus scalaris</i>	Lagartija arbórea común	3
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija-arbolera común	3
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel adiamantada del Oeste	2
5				11
Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia (ind/ha)
Anura	Bufo	<i>Bufo alvarius</i>	Sapo del desierto de Sonora	2
Anura	Bufo	<i>Bufo cognatus</i>	Sapo	3
Anura	Bufo	<i>Bufo punctatus</i>	Sapo rojo moteado	1
3				5



## Tipos de vegetación y flora

La vegetación es uno de los factores más afectados por el cambio de uso de suelo, en tanto que se eliminará por completo del área del proyecto. Por lo anterior, la magnitud del daño sobre este factor debe ser analizado en virtud de sus atributos y condiciones en el área.

En este orden de ideas, los parámetros poblacionales medidos, tanto en la MHF como en el predio del proyecto están mejor representados en la MHF que en el predio sujeto a CUSTF, por lo que la distribución y abundancia de las especies que serán desmontadas para dar paso a las obras previstas, no comprometen la diversidad de especies en el sitio.

Arreglo comparativo de la flora presente en el predio del proyecto y la MHF

Estrato / forma de vida	Riqueza de especies (S)		Abundancia (Ind/ha)		Índice de diversidad de Shannon-Weiner		Equidad	
	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF
Arbol	5	7	46	556	0.939	1.471	0.657	0.699
Arbustivo	10	12	43	53	2.002	2.501	0.671	0.846
Herbácea	5	6	73	110	1.120	2.120	0.187	0.994
	20	25	162	719				

Se prevé como medida de mitigación de la remoción de vegetación con acciones de rescate y reubicación de especies susceptibles de ello.

Se pondrá en operación un programa de reforestación, rescate y reubicación de flora que considere las especies susceptibles de ser rescatadas, a partir del conjunto de especies que conforman la vegetación natural del área sujeta a cambio de uso del suelo

Al reubicarse los especímenes identificados en este proyecto, se tratará de no afectar la dinámica de los ecosistemas, es decir, el flujo de energía, hidrológico y de nutrientes, así como las relaciones entre las comunidades. Debido a que el sitio donde se llevará a cabo el replante estará ubicado en zonas circundantes, donde se promoverá que los organismos se adapten al área y que no sean perturbados por agentes externos.

Debido a que no existen especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se prevé la reforestación, el rescate y reubicación de 2,919 ejemplares de los estratos arbóreo y arbustivo considerando la abundancia total de las especies involucradas, de acuerdo al siguiente arreglo:



Densidad de rescate, reubicación y reforestación prevista para el proyecto

No.	Nombre científico	Nombre común	Programa de Reforestación			Programa de rescate y reubicación de especies				
			Densidad estimada (No.)	Año 1	Año 2	Año 3	Densidad estimada (No.)	Año 1	Año 2	Año 3
1	Pinus yecorensis	Pino	357	119	119	119	84	28	28	28
2	Quercus albocincta	Encino cusi	27	9	9	9	6	2	2	2
3	Quercus arizonica	Encino blanco	220	73	73	73	52	17	17	17
4	Quercus coccolobifolia	Encino juega	302	101	101	101	71	24	24	24
5	Quercus durifolia	Encino manzano	357	119	119	119	84	28	28	28
5			1264				297			

No.	Nombre científico	Nombre común	Programa de Reforestación			Programa de rescate y reubicación de especies				
			Densidad estimada (No.)	Año 1	Año 2	Año 3	Densidad estimada (No.)	Año 1	Año 2	Año 3
1	Acacia constricta	Vinorama					226	75	75	75
2	Acacia pennatula	Agarobo					194	65	65	65
3	Agave lechuguilla	Lechuguilla					517	172	172	172
4	Ambrosia Ambrosioides	Chicurilla					194	65	65	65
5	Buddleia wrightii	Tepozan					259	86	86	86
6	Coursetia glandulosa	Zamota					32	11	11	11
7	Dasyliroon wheeleri	Sotol					65	22	22	22
8	Juniperus deppeana	Tascate					65	22	22	22
9	Lysiloma watsoni	Tepegueje					65	22	22	22
10	Opuntia phaeacantha	Nopal					32	11	11	11
10							1648			

## Suelo

Se estimó la erosión hídrica y eólica, resultando en ambos casos, como más relevante la erosión eólica. La erosión potencial aportada por el proyecto, está combatida con las medidas de mitigación que revierten dicha condición.

Como escenario 1, previo al proyecto, el potencial de erosión del suelo es de 5.689 ton/ha en el predio del proyecto (aportado en 1.377 ton/ha por erosión hídrica y 4.312 ton/ha por erosión eólica).

En un escenario 2 la erosión se verá potencialmente incrementada por el desmonte y la ocupación de las 32.32 ha para dar paso al CUSTF, lo que representa una erosión total a mitigar de 22.068 ton/ha (aportado en 4.819 ton/ha por erosión hídrica y 17.248 ton/ha por erosión eólica).

En un escenario 3 se aplican medidas de mitigación consistentes en la construcción de 2,912 terrazas individuales y de 5 zanjas bordo que totalizan una retención de 756.724 ton de suelo, alcanzándose a revertir el proceso potencialmente erosivo con una retención por encima de la afectación para generar un residual positivo de 227.370 ton de retención de suelo adicional.

## Agua

En un escenario 1 en el balance hídrico del área, destaca que en las 32.32 ha del proyecto, existe actualmente un volumen total de infiltración de 23,504 m<sup>3</sup>/año.



En un escenario 2 se prevé que con la ejecución del proyecto y el consecuente desmonte, el escurrimiento de agua se incrementa y por lo tanto se reduce la infiltración a 23,047.40 m<sup>3</sup>/año, teniéndose por lo tanto un déficit de 456.61 m<sup>3</sup>/año.

En un escenario 3 se realizarán las actividades de reforestación y obras de conservación de suelo las cuales tienen como finalidad disminuir al 0% o incluso tener ganancia de infiltración, resultando a favor 45.66 m<sup>3</sup>/año.

Finalmente, el uso propuesto para las obras, resulta más redituable, viable económicamente y productiva a futuro. Lo anterior resulta de la valoración de los recursos biológicos del sitio y los costos asociados de restauración de no llevarse a cabo el proyecto, contra los costos de inversión y retorno económico del proyecto.

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

El uso actual del terreno es de agostadero, con antecedentes de exploración en la mayor parte de la superficie solicitada, donde la vocación forestal carece de repercusión comercial.

El proyecto representa un efecto detonador en la economía local, sobre todo por la continuidad de proyectos de crecimiento de la empresa promotora, al pasar de una exploración sistemática a reservas probadas para la explotación del mineral, lo cual implica beneficios directos en las comunidades rurales inmediatas, municipio de Sahuaripa.

El aspecto más relevante y crítico del sistema ambiental que interesa el proyecto es el de la afectación directa que se ocasiona sobre la vegetación natural, misma que inevitablemente se requiere para el desarrollo del proyecto. En el sitio se necesita de ocupar permanentemente una superficie adicional de 32.32 hectáreas.

Otros puntos relevantes o críticos a observar se refieren a las posibles afectaciones al suelo y a la generación y disposición de residuos durante la preparación del sitio, la construcción y operación.

El ecosistema anteriormente delimitado presenta una condición de uso por actividad minera, forestal, caminero, pecuario y vida silvestre.

La actividad minera en el sitio se encuentra actualmente en operación, ya que se trata de una unidad minera que ha operado desde 2004.



Con la experiencia con que se cuenta Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V. propone ampliar la unidad minera en las áreas propuestas, con la finalidad de continuar desarrollando una actividad redituable económica, social y ecológicamente hablando.

Con esta propuesta por parte de la empresa Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V. las fracciones de suelo en estudio se incorporarán en forma activa a la actividad minera que desarrolla sustentablemente la empresa, beneficiando económica y socialmente a los pobladores locales y de la región

#### b. Síntesis del inventario ambiental.

Cuadro de la Síntesis del Inventario Ambiental:

FACTORES AMBIENTALES	COMPONENTES AMBIENTALES	ESTADO AMBIENTAL	GRADO DE AFECTACIÓN
CLIMA	MICROCLIMA	CAMBIO	BAJO
	CARACTERÍSTICAS ATMOSFÉRICAS	AFECTACIÓN DE VISIBILIDAD EMISIONES DE POLVO	BAJO
GEOLOGÍA Y MORFOLOGÍA	ESTRUCTURA	AFECTACIÓN DE CONTINUIDAD LITOLÓGICA	MEDIO
	RELIEVE	CAMBIOS TOPOGRÁFICOS	MEDIO
		PAISAJE	MEDIO
SUELOS	PROPIEDADES	PERDIDA DE SUSTRATO	MEDIO
	INFILTRACIÓN	PERDIDA DE CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN – EROSIÓN	BAJO
HIDROLOGÍA	AGUA SUBTERRÁNEA	AFECTACIÓN DE MANTOS	BAJO
	CORRIENTES SUPERFICIALES	LEVE AFECTACIÓN	BAJO
VEGETACIÓN	DIVERSIDAD	AFECTACIÓN	BAJO
	COBERTURA	PERDIDA DE DENSIDADES POBLACIONALES	MEDIO
FAUNA	HÁBITAT	AFECTACIÓN DE NICHOS	BAJO
	POBLACIÓN	REDUCCIÓN POR DESPLAZAMIENTO	BAJO
POBLACIÓN	CALIDAD DE VIDA	APOYO AL DESARROLLO DE LA ZONA	MEDIO
	ALTERNATIVAS ECONÓMICAS	OFERTA DE CONTINUIDAD DE EMPLEOS	MEDIO

Los resultados de integración e interpretación de los componentes del inventario ambiental, se fundamentaron en el análisis de los factores ambientales de mayor relevancia.

De esta forma, se analizaron siete factores ambientales, 14 componentes y 15 posibles elementos impactables, identificándose 7 con grado de afectación media (2 positivos), 8 afectaciones bajas (negativas).



De esta interpretación se derivan o se reconocieron los impactos críticos, que obtuvieron la calificación más alta y que merecen la mayor atención en el sitio del proyecto, a efecto de evitar la sinergia de los mismos.

Sistema Ambiental	Sierra Madre Occidental
Subsistema Ambiental	Sierras y Cañadas del Norte
Cuenca	Río Yaqui
Subcuencas	Río Mulatos
Tipo de clima	Templado Subhúmedo ( $C(w_1)(x')$ )
Temperatura media anual	Entre los 12 y los 18°C
Precipitación media anual	1,012.5 mm
Unidades de Escurrimiento	20%
Inundación	Sin Riesgo
Agua subterránea	Acuífero.
Acuífero principal	Acuífero Yécora
Condición de explotación	En equilibrio.
Grado de interacción del proyecto con las aguas subterráneas	Sin interacción física con los acuíferos.
Flora	Bosque de Encino-Pino  No se encontraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Fauna	Especies es estatus: Rata Canguro de Merriam ( <i>Dipodomys merriami</i> ), Gavilán de cooper ( <i>Accipiter cooperi</i> ), Guajolote norteño ( <i>Meleagris gallopavo</i> ), Búho Cornudo ( <i>Bubo virginianus</i> ) y Cascabel adiamantada del Oeste ( <i>Crotalus atrox</i> )
Medio socioeconómico	La población beneficiada directamente serán los trabajadores que serán contratados en las diferentes etapas del proyecto. El asentamiento humano cercano es el poblado de Mulatos
Tenencia de la Tierra	Ocupación temporal
Aspectos culturales	El sitio del proyecto no es un punto de reunión, recreación o de aprovechamiento colectivo. El sitio del proyecto no representa un patrimonio histórico.
Étnicos y religiosos	En el área del proyecto no existen grupos étnicos y religiosos.



## **CAPÍTULO V**

### **IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**



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

Tomando en consideración la recopilación, análisis y evaluación de la información disponible para el desarrollo del proyecto, presentada ampliamente en los Capítulos II (Descripción del proyecto), III (Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables) y IV (Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región), se estima que las técnicas idóneas para la identificación de impactos es mediante la Matriz de Leopold, la evaluación de impactos ambientales adaptada a las condiciones particulares del proyecto "Ampliación Mulatos 2018".

### V.1.1 Indicadores de impacto

La identificación de impactos ambientales consistió en determinar la índole y la magnitud de las perturbaciones generadas por el proyecto. Los indicadores de impacto considerados son los elementos del medio ambiente afectados o potencialmente afectados por las acciones y actividades del proyecto. Para esto es necesaria la identificación de cada uno de los posibles indicadores de impacto de las interacciones más relevantes que se puedan generar y éstos fueron seleccionados con referencia a lo expuesto en el marco ambiental en el Capítulo IV. Bajo esta perspectiva se considera a los indicadores como índices cuantitativos o cualitativos que permiten evaluar las dimensión de las alteraciones que podrían producirse como consecuencia del establecimiento del proyecto, por otra parte, los indicadores elegidos se apegaron a lo solicitado en la guía para la presentación de la Manifestación de Impacto ambiental del sector minero, modalidad particular (SEMARNAT, 2002).

### V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

Los indicadores identificados y seleccionados fueron listados tomando como base la clasificación recomendada por Conesa-Fernandez (1997) y en común acuerdo por los definidos en la MIA del proyecto de ampliación por sus características de construcción y su localización geográfica.

La siguiente tabla muestra la lista indicativa de indicadores seleccionados.

#### Ambiente físico

<b>Atmosfera</b>	Generación de polvos
	Ruido y vibraciones
	Humos y olores
	Calidad del aire
<b>Geología</b>	Relieve
	Geoformas
<b>Suelo</b>	Compactación
	Erosión
	Uso actual



	Pérdida de materia orgánica
	Estabilidad del suelo
<b>Agua superficial y subterránea</b>	Calidad
	Disponibilidad
	Patrón de drenaje
	Nivel freático

### Ambiente biológico

<b>Vegetación y flora</b>	Cubierta vegetal
	Especies protegidas o de interés especial
	Hábitat especial
	Riqueza específica
	Diversidad y abundancia
<b>Fauna</b>	Distribución y abundancia
	Especies protegidas o de interés especial
	Condiciones del Hábitat
	Corredores biológicos

### Paisaje

Cualidades estéticas
Fragilidad del ecosistema
Continuidad de la trama

### Ambiente socioeconómico

<b>Población</b>	Demografía y migración
	Actividades recreativas y culturales
	Calidad de vida
<b>Servicio</b>	Servicios e infraestructura
	Vialidades y acceso
	Interacción de las comunidades
<b>Economía</b>	Economía regional
	Empleo y mano de obra
	Actividades productivas
	Tenencia de la tierra



### V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

La técnica comúnmente más utilizada que ha sido considerada en algunos casos como método de evaluación de impactos es la Matriz de Leopold (Canter, 1998) con sus múltiples modificaciones y adaptaciones; en este caso no es la excepción, dada la naturaleza del proyecto y el constante uso de esta técnica en la evaluación de impactos ambientales de proyectos de esta índole, se utilizó esta matriz de causa efecto, para poder tener puntos de comparación en el ámbito regional.

Como se ha mencionado el presente proyecto constituye ampliaciones a actividades mineras que actualmente se operan por la promotora, por lo que se tomarán en cuenta los impactos identificados y evaluados de los otros proyectos ya autorizados.

#### V.1.3.1 Criterios

Los criterios utilizados en el proyecto se basan en la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales considerando las características del proyecto, cubriendo sus diferentes etapas.

Mediante una revisión exhaustiva del proyecto, se elaboró el inventario de las actividades que intervienen, dando como resultado tres etapas del proyecto, que involucran un total de 34 actividades. La etapa de preparación del sitio presenta 5 actividades, la operación y mantenimiento fue la etapa que presentó la mayor cantidad de actividades diferentes analizadas con 15, mientras que la construcción presentó 14, mismas que se señalan en la tabla siguiente. Es de hacer mención que la etapa de Abandono no fue considerada dado que el presente proyecto constituye ampliación de obras y actividades que actualmente se operan en la empresa, de manera que se aplicará el Plan de Abandono o Cierre con que ya se cuenta.

Actividades		
<b>Preparación del sitio</b>		Delimitación de áreas
		Rescate de flora y fauna
		Desmante
		Despalme
		Nivelación y compactación
<b>Construcción</b>	<b>Patio de lixiviación</b>	Colocación de capa de arena arcilla
		Colocación de polietileno de alta densidad HDPE
		Colocación de material aglomerante overlainer
		Colocación de tubería PVC para soluciones
		Canal de desvío de aguas pluviales
		Camino de acceso perimetral
		Pozos de monitoreo



	<b>Modificación Tajo el Salto</b>	Nivelación de banquetas
	<b>Tepetateras actuales</b>	No requiere de construcción
	<b>Pileta 8</b>	Colocación de relleno estructural
		Colocación de capas de polietileno de alta densidad HDPE
		Colocación de tubería PVC para soluciones
		Colocación de grava de drenaje
	Canal de desvío de aguas pluviales	
<b>Banco de material de arcilla</b>	No requiere de construcción	
<b>Camino caseta comunicaciones</b>	Afine y compactación	
<b>Operación y mantenimiento</b>	<b>Modificación Tajo el Salto</b>	Voladura y extracción
		Cargado de material
		Traslado de material
		Mantenimiento de unidades y equipo
	<b>Patio de lixiviación</b>	Recepción de material lixiviable
		Riego de solución
		Envío de solución rica a Pileta 8
		Mantenimiento de tuberías
	<b>Tepetateras actuales</b>	Recepción de material estéril
	<b>Pileta 8</b>	Recepción de solución rica
		Envío de solución rica a planta ADR
		Mantenimiento de tuberías
	<b>Banco de material de arcilla</b>	Extracción de arcilla
		Cargado de arcilla
		Traslado de arcilla
<b>Abandono</b>	El presente proyecto constituye ampliación de obras y actividades que actualmente se operan en la empresa, de manera que se aplicará el Plan de Abandono o Cierre con que ya se cuenta	

Los componentes del sitio fueron seleccionados tomando en consideración la estructura y el diagnóstico del Sistema Ambiental del proyecto. Los componentes están agrupados en medio físico, biológico, paisaje y socioeconómico, un total de 37 atributos ambientales, estos atributos son considerados los indicadores ambientales del proyecto, de acuerdo a lo señalado en la siguiente tabla:



### Componentes del sistema ambiental del proyecto

<b>Ambiente físico</b>	
Atmósfera	Generación de polvos
	Ruido y vibraciones
	Humos y olores
	Calidad del aire
Geología	Relieve
	Geoformas
Suelo	Compactación
	Erosión
	Uso actual
	Pérdida de materia orgánica
	Estabilidad del suelo
Agua superficial y subterránea	Calidad
	Disponibilidad
	Patrón de drenaje
	Nivel freático
<b>Ambiente biológico</b>	
Vegetación y flora	Cubierta vegetal
	Especies protegidas o de interés especial
	Hábitat especial
	Riqueza específica
	Diversidad y abundancia
Fauna	Distribución y abundancia
	Especies protegidas o de interés especial
	Condiciones del Hábitat
	Corredores biológicos
<b>Ambiente socioeconómico</b>	
Población	Demografía y migración
	Actividades recreativas y culturales
	Calidad de vida
Servicio	Servicios e infraestructura
	Vialidades y acceso
	Interacción de las comunidades
Economía	Economía regional
	Empleo y mano de obra
	Actividades productivas
	Tenencia de la tierra



Paisaje	
Paisaje	Cualidades estéticas
	Fragilidad del ecosistema
	Continuidad de la trama

### V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Tal como se señaló anteriormente, para la identificación de impactos, se diseñó una matriz de interacción basada en la Matriz de Leopold y adaptada a las condiciones particulares del proyecto, en la cual se correlacionan las actividades que se realizarán durante las diferentes etapas del proyecto, con los atributos ambientales, en la que cada intersección de columna y renglón determina el impacto que tiene posibilidad de ocurrir en las diferentes etapas del proyecto. Para el llenado de la matriz de identificación de impactos, se empleó la siguiente simbología:

**A = Adverso moderadamente significativo**, cuando el impacto sobre el factor incide en forma negativa o lo puede modificar durante un lapso de tiempo prolongado.

**a = Adverso no significativo**, cuando el factor incide en forma negativa, pero la alteración no se manifiesta en gran medida.

**B = Benéfico moderadamente significativo**, en el caso en que la actividad prevista forma parte de una acción positiva o sus efectos repercuten sobre una acción positiva.

**b = Benéfico no significativo**, cuando la actividad dentro de la obra, beneficia de alguna manera al medio.

Las celdas vacías representan las etapas del proyecto que no presentan impacto sobre los recursos.

En consecuencia, el proyecto involucra un total de 1,258 interacciones potenciales (34 actividades x 37 atributos ambientales), donde la matriz de cribado mediante Leopold (1990) destacó 238 interacciones reales. Para ello, primeramente se marcó todos los impactos identificados, cruzando los componentes y factores ambientales con las diversas actividades del proyecto, mismas que se muestran en la siguiente Tabla de evaluación de impactos ambientales (ver Anexo 10).

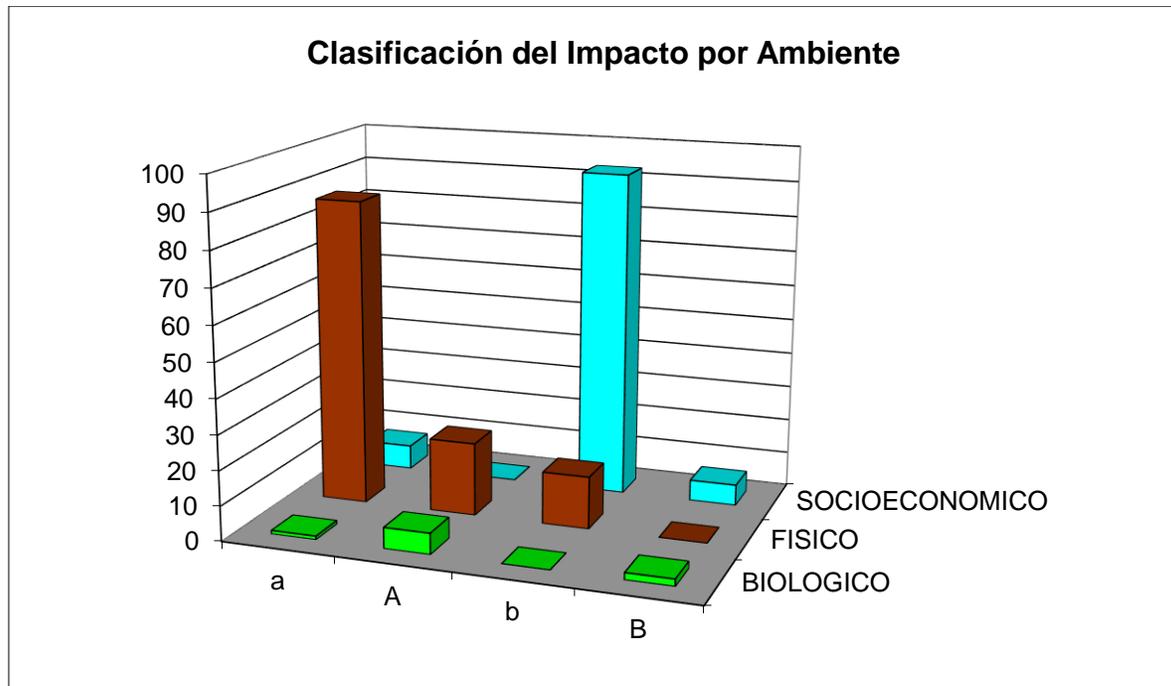


**Resumen de la matriz de evaluación de impactos ambientales según los componentes del sistema ambiental**

PROYECTO: "AMPLIACIÓN MULATOS 2018", MINAS DE ORO NACIONAL, S.A. DE C.V.						
AREA AMBIENTAL	CLASIFICACION DEL IMPACTO				TOTAL	%
	a	A	b	B		
<b>AMBIENTE BIOLÓGICO</b>						
FLORA:	1	3	0	1	5	2.10%
FAUNA:	0	3	0	1	4	1.68%
SUBTOTAL:	1	6	0	2	9	3.78%
<b>AMBIENTE FÍSICO</b>						
AIRE:	72	8	0	0	80	33.61%
GEOLOGIA:	1	1	0	0	2	0.84%
SUELO:	6	6	15	0	27	11.34%
HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA	8	0	0	0	8	3.36%
PAISAJE:	0	6	0	0	6	2.52%
SUBTOTAL:	87	21	15	0	123	51.68%
<b>AMBIENTE SOCIOECONÓMICO</b>						
POBLACION:	0	0	26	0	26	10.92%
SERVICIO:	7	0	17	2	26	10.92%
ECONOMIA:	0	0	50	4	54	22.69%
SUBTOTAL:	7	0	93	6	106	44.54%
TOTAL:	95	27	108	8	238	100.00%
	39.91%	11.34%	45.38%	3.37%	100.00%	
<b>PORCENTAJE:</b>	<b>51.25%</b>		<b>48.75%</b>		<b>100.00%</b>	



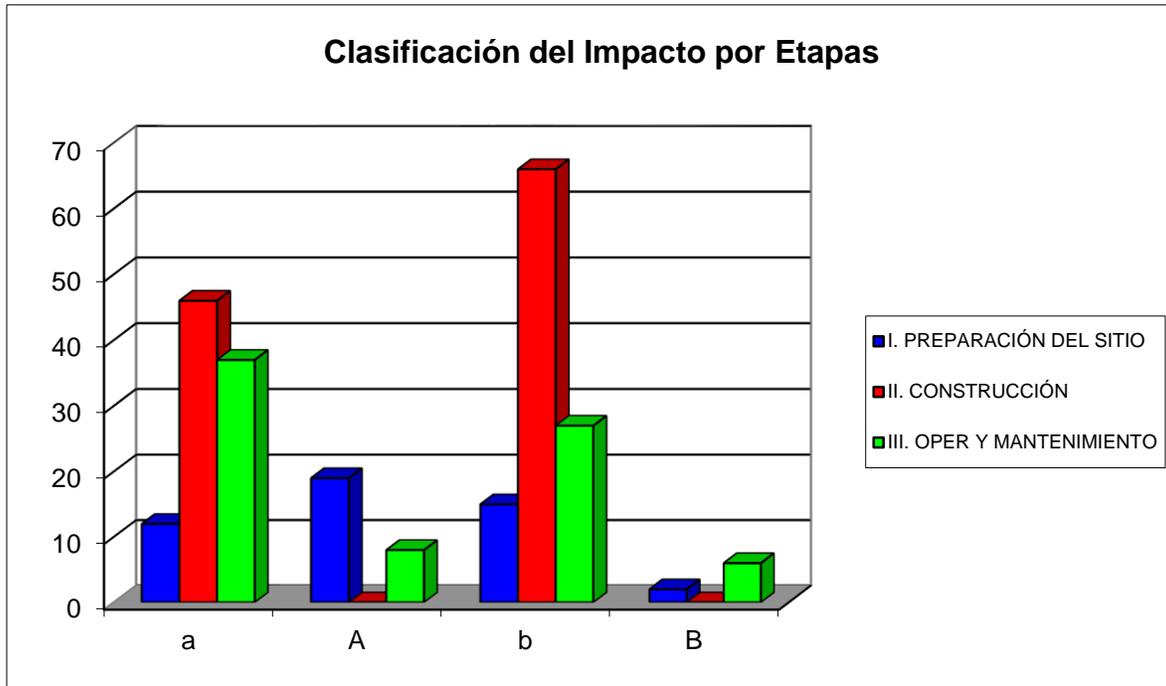
Con base en el análisis realizado sobre la matriz de identificación de impactos, se encontraron un total de 238 interacciones entre los atributos del ambiente y las actividades, divididas en 123 del medio natural abiótico, 9 del medio natural biótico y 106 del medio socioeconómico. De forma cualitativa, los impactos adversos moderadamente significativos (11.34% del total) superaron a los impactos benéficos significativos (3.37% del total), los impactos benéficos no significativos (45.38% del total) (39.91% del total) superaron a los impactos adversos no significativos (39.91% del total), lo que se confirma con la aplicación de indicadores característicos para la evaluación de los impactos, según se describe más adelante.



En cuanto a las etapas del proyecto se tiene que en la etapa de preparación del sitio se esperan el 20.17%, en construcción, es donde se espera el 47% de los impactos, mientras que en la etapa de operación y mantenimiento el 32.83% de los impactos. La siguiente tabla presenta el resumen de los impactos cualitativos por etapas del proyecto.

**Resumen de la matriz de identificación de impactos según la etapa del proyecto**

ETAPAS	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO				TOTAL
	a	A	b	B	
I. PREPARACIÓN DEL SITIO	12	19	15	2	48
II. CONSTRUCCIÓN	46	0	66	0	112
III. OPER Y MANTENIMIENTO	37	8	27	6	78
<b>TOTAL:</b>	95	27	108	8	238



La identificación y evaluación de impactos ambientales se basó en la elaboración de una matriz de Leopold et al. (1971), la cual en parte se construyó con base en las listas de chequeo descritas por Conesa (1995) sobre todo para definir los elementos o factores ambientales, ya que las acciones o actividades del proyecto se obtuvieron de la base técnica y documental que poseen los promoventes. En la matriz las columnas representaron las actividades y los renglones los elementos del medio ambiente. La matriz resultó con 37 columnas y 34 renglones, lo que da por resultado 1,258 casilleros. Una vez definida la matriz, primeramente se utilizó para detectar las interacciones existentes entre las actividades del proyecto y los elementos del ambiente, siguiendo el procedimiento de anotar una X en cada celda o casillero, cuando al confrontar cada acción del proyecto con cada elemento se identificaba una interacción o relación. De ésta manera se obtuvieron un total de 238 interacciones, lo que corresponde al 19% del total de interacciones potenciales que representa la matriz, en el 81% restante no se observó interacción.

Posteriormente se empleó la misma matriz para evaluar el tipo de efecto (matriz de evaluación) en cada interacción. La evaluación se hizo tomando en cuenta los criterios descritos por Weitzenfeld (1996), los cuales contemplan para determinar la significancia del impacto, la penetración o cobertura geográfica y la duración (temporalidad) del mismo, determinando también en cada impacto su dirección (benéfico o adverso). Sobre esta base se elaboró una clasificación de tipos de impacto con una nomenclatura o simbología específica:

Impactos no significativos.- Son impactos benéficos o adversos que se consideran despreciables, en virtud de que son puntuales, es decir, sólo suceden en el punto específico en que ocurren y sus inmediaciones, pero sin traspasar el sitio o área del



proyecto, asimismo son impactos temporales. La nomenclatura utilizada para impactos benéficos no significativos es una b y para impactos adversos no significativos es una a.

**Impactos moderadamente significativos.-** Son impactos benéficos o adversos que poseen una penetración territorial local, que comprende al sitio del proyecto y sus alrededores inmediatos, asimismo pueden ser temporales o permanentes. La nomenclatura utilizada para impactos benéficos moderadamente significativos es una B y para impactos adversos moderadamente significativos es una A.

**Impactos significativos.-** Los impactos significativos son aquellos que tienen un efecto a nivel de zona o región, pueden abarcar dos o más tipos de ecosistemas diferentes insertos en la misma zona o región; los efectos son permanentes. La nomenclatura utilizada para impactos benéficos significativos es Bb y para impactos adversos significativos es Aa.

**Impactos altamente significativos.-** Los impactos altamente significativos se caracterizan por una gran cobertura territorial, es decir, son de tipo global, y pueden abarcar varias zonas, regiones o países, a su vez en la mayoría de los casos tienen un efecto permanente. La nomenclatura utilizada para impactos benéficos altamente significativos es BB y para impactos adversos altamente significativos es AA.

Los resultados obtenidos se retoman en el siguiente cuadro:

<b>Tipo de impacto</b>	<b>Interacciones</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Benéfico altamente significativo	0	0.00
Benéfico significativo	0	0.00
Benéfico moderadamente significativo	8	3.36
Benéfico no significativo	108	45.38
<b>Total de benéficos</b>	<b>116</b>	<b>48.74</b>
Adverso altamente significativo	0	0.00
Adverso significativo	0	0.00
Adverso moderadamente significativo	27	11.34
Adverso no significativo	95	39.91
<b>Total adversos</b>	<b>122</b>	<b>51.26</b>
<b>TOTAL</b>	<b>238</b>	<b>100.0</b>

## **Descripción de impactos ambientales por actividades del proyecto**

### **Etapas de Preparación del Sitio**

La etapa de preparación del terreno comprende las actividades de marcado de áreas, rescate de especies de flora y fauna, desmonte y despalle en: Patio de lixiviación, Modificación Tajo el Salto, Pileta 8 y Banco de material de arcilla, en una superficie total de 32.32 ha, así como nivelación y compactado en: Patio de lixiviación y Pileta 8.



✓ Delimitación de áreas.

La interacción que presenta la actividad de Delimitación de áreas es prácticamente solo para la generación de empleo, la cual es de carácter temporal y de corto plazo, de manera que el impacto resulta benéfico poco significativo.

✓ Rescate de especies de flora y fauna.

Las actividades de rescate de especies de flora y fauna permitirán al proyecto mitigar los efectos del impacto ambiental que éste ocasionará sobre el componente biótico de la zona.

Las especies de flora a rescatar corresponden a las que se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, aunque no se encontraron en los muestreos realizados, así como especies de interés por su difícil regeneración como las cactáceas.

Se realizará ahuyentamiento o rescate de todas las especies de flora que se encuentren en el sitio del proyecto, principalmente de las que se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como: Rata Canguro de Merriam (*Dipodomys merriami*), Gavilán de cooper (*Accipiter cooperi*), Guajolote norteño (*Meleagris gallopavo*), Búho Cornudo (*Bubo virginianus*) y Cascabel adiamantada del Oeste (*Crotalus atrox*)

Los rescates se consideran como impactos benéficos moderadamente significativos, así mismo se tendrá impacto benéfico no significativo en la creación de empleos temporales para la formación de brigadas.

✓ Desmonte

Al llevar a cabo la actividad de desmonte se dará un impacto adverso moderadamente significativo sobre la cobertura y diversidad de la flora y fauna de la zona, las cuales en su mayoría serán retiradas del sitio; la eliminación de la vegetación guarda estrecha relación con la diversidad y hábitat de la fauna silvestre que en el sitio puede tratarse de pequeños mamíferos, los cuales presumiblemente están presentes, por lo que el efecto será adverso pero moderadamente significativo, al ser de carácter permanente y sólo en el predio mismo.

En general esta actividad ocasionará un impacto adverso moderadamente significativo sobre el aire debido a que en las actividades que se desarrollarán se utilizará maquinaria que generará emisiones de ruido, gases de combustión y partículas del tránsito por caminos de terracería, incrementando los niveles sonoros a niveles no mayores a los límites máximos establecidos en la norma oficial mexicana, asimismo afectará la calidad aire por las emisiones contaminantes de gases y partículas en niveles menores a los dispuestos en la normatividad mexicana. El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de las partículas y gases.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido poco personal para operar la maquinaria y por poco tiempo. El comercio y el



flujo de capital recibirán un impacto benéfico no significativo, puesto que se dará de manera temporal y se realizará fuera del predio, pero dentro de la localidad.

Se generará material vegetal producto del desmonte, mismo que será seccionado, picado y almacenado temporalmente para su posterior uso en la restauración del sitio.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en esta fase del proyecto. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

El desmonte se realizará en corto tiempo, por lo que se prevé que no habrá mantenimiento ni reparación de maquinaria y por lo tanto no habrá generación de residuos peligrosos.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

El personal, que es poco, que como producto de esta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo.

Modificación al escenario natural por las actividades de desmonte. El impacto se considera adverso moderadamente significativo por ser una actividad puntual.

La estabilidad del suelo presentará un impacto adverso no significativo, toda vez que se aflojarán las capas superiores del suelo.

✓ Despalme

Al llevar a cabo la actividad de despalme el uso y la calidad del suelo recibirá un impacto adverso moderadamente significativo, puesto que la parte superficial del suelo, aproximadamente 20 cm se modificará, así mismo se tendrán impactos adversos no significativos sobre la erosión y la estabilidad del suelo, pero la actividad de despalme se limitará al área de estudio y se realizará sólo en una ocasión.

Se ocasionará un impacto adverso moderadamente significativo sobre el aire debido a que se utilizará maquinaria que generará emisiones partículas en la remoción del suelo y del tránsito por caminos de terracería para su acarreo hacia el área de depósito de suelo fértil. El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de las partículas.



Para las emisiones de ruido y gases de combustión por la maquinaria en mención el impacto se considera adverso no significativo.

En esta etapa el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para operar la maquinaria. El comercio y el flujo de capital recibirán un impacto benéfico no significativo, puesto que se dará de manera temporal y se realizará fuera del predio.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en esta fase del proyecto. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

El despalme se realizará en corto tiempo, por lo que se prevé que no habrá mantenimiento ni reparación de maquinaria y por lo tanto no habrá generación de residuos peligrosos.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

Se tendrá un impacto adverso no significativo sobre el patrón de los posibles escurrimientos pluviales, en forma temporal mientras se inicia con la operación de las áreas.

El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Modificación al escenario natural por las actividades de despalme del terreno. El impacto se considera adverso moderadamente significativo por ser una actividad puntual.

✓ Nivelación y compactación

Se ocasionará un impacto adverso no significativo sobre el aire debido a que se utilizará maquinaria que generará emisiones partículas en la nivelación del suelo y en la compactación de la cual es de hacer mención que el uso de agua hará que la generación de partículas sea mínima. El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de las partículas.

El uso de maquinaria incrementará los niveles sonoros a niveles no mayores a los límites máximos establecidos en la norma oficial mexicana, asimismo afectará la calidad



aire por las emisiones contaminantes de gases de combustión interna. El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de gases y ruido y se considera adverso no significativo.

Dado que el suelo será compactado se tendrá un impacto adverso moderadamente significativo, pero por otro lado por ello se tendrá la estabilidad del suelo siendo esto benéfico no significativo.

Se tendrá un impacto adverso no significativo sobre el patrón de los posibles escurrimientos pluviales, en forma temporal mientras se inicia con la operación de las áreas.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para operar la maquinaria. El comercio y el flujo de capital recibirán un impacto benéfico no significativo, puesto que se dará de manera temporal y se realizará fuera del predio.

El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en esta actividad del proyecto. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

La actividad se realizará en corto tiempo, por lo que se prevé que no habrá mantenimiento ni reparación de maquinaria y por lo tanto no habrá generación de residuos peligrosos.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

### **Etapa de Construcción.**

✓ Patio de lixiviación

#### Colocación de capa de arena arcilla

En la recepción de la arena arcilla se tendrá generación de emisiones de partículas, considerándose como impacto adverso no significativo.



El uso de maquinaria incrementará los niveles sonoros a niveles no mayores a los límites máximos establecidos en la norma oficial mexicana, asimismo afectará la calidad aire por las emisiones contaminantes de gases de combustión interna. El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de gases y ruido y se considera adverso no significativo.

La capa de arcilla originará que los problemas de erosión disminuyan y dará mayor estabilidad del suelo, considerándose como impactos adversos no significativos.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para operar la maquinaria. El comercio y el flujo de capital recibirán un impacto benéfico no significativo, puesto que se dará de manera temporal y se realizará fuera del predio.

El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en esta actividad del proyecto. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

La actividad se realizará en corto tiempo, por lo que se prevé que no habrá mantenimiento ni reparación de maquinaria y por lo tanto no habrá generación de residuos peligrosos.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

#### Colocación de polietileno de alta densidad HDPE

Se tendrá generación de trozos de polietileno que requerirán de un manejo adecuado, considerándose un impacto adverso no significativo.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para operar el equipo. El comercio y el flujo de capital recibirán un impacto benéfico no significativo, puesto que se dará de manera temporal y se realizará fuera del predio.



El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en esta actividad del proyecto. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

#### Colocación de material aglomerante overlainer

En la recepción del material aglomerante se tendrá generación de emisiones de partículas, considerándose como impacto adverso no significativo.

El uso de maquinaria incrementará los niveles sonoros a niveles no mayores a los límites máximos establecidos en la norma oficial mexicana, asimismo afectará la calidad aire por las emisiones contaminantes de gases de combustión interna. El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de gases y ruido y se considera adverso no significativo.

El material aglomerante originará que los problemas de erosión disminuyan y dará mayor estabilidad del suelo, considerándose como impactos adversos no significativos.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para operar la maquinaria. El comercio y el flujo de capital recibirán un impacto benéfico no significativo, puesto que se dará de manera temporal y se realizará fuera del predio.

El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en esta actividad del proyecto. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.



La actividad se realizará en corto tiempo, por lo que se prevé que no habrá mantenimiento ni reparación de maquinaria y por lo tanto no habrá generación de residuos peligrosos.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

#### Colocación de tubería PVC para soluciones

Se tendrá generación de trozos de tubería de PVC que requerirá de acciones para un manejo adecuado, considerándose un impacto adverso no significativo.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para operar la maquinaria. El comercio y el flujo de capital recibirán un impacto benéfico no significativo, puesto que se dará de manera temporal y se realizará fuera del predio.

El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en esta actividad del proyecto. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

#### Canal de desvío de aguas pluviales

En la construcción del canal de desvío de aguas pluviales se tendrá generación de emisiones de partículas por el manejo de suelos, considerándose como impacto adverso no significativo.



El uso de maquinaria incrementará los niveles sonoros a niveles no mayores a los límites máximos establecidos en la norma oficial mexicana, asimismo afectará la calidad aire por las emisiones contaminantes de gases de combustión interna. El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de gases y ruido y se considera adverso no significativo.

Aún cuando el canal de desvío de aguas pluviales tendrá un efecto adverso sobre el Patrón de drenaje natural, este efecto será no significativo y a su vez representará impactos benéficos no significativos en la estabilidad del suelo y en la disminución de la erosión en las áreas a ocupar por el proyecto.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para operar la maquinaria. El comercio y el flujo de capital recibirán un impacto benéfico no significativo, puesto que se dará de manera temporal y se realizará fuera del predio.

El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en esta actividad del proyecto. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

La actividad se realizará en corto tiempo, por lo que se prevé que no habrá mantenimiento ni reparación de maquinaria y por lo tanto no habrá generación de residuos peligrosos.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

#### Camino de acceso perimetral

En la construcción del Camino de acceso perimetral se tendrá generación de emisiones de partículas por el manejo de suelos, considerándose como impacto adverso no significativo.

El uso de maquinaria incrementará los niveles sonoros a niveles no mayores a los límites máximos establecidos en la norma oficial mexicana, asimismo afectará la calidad aire por las emisiones contaminantes de gases de combustión interna. El impacto será en



área abierta con facilidad de dispersión de gases y ruido y se considera adverso no significativo.

Aún cuando el Camino de acceso perimetral tendrá un efecto adverso sobre el uso actual del suelo y el patrón de drenaje natural, éste efecto será no significativo y a su vez representará impacto benéfico no significativos en la estabilidad del suelo.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para operar la maquinaria. El comercio y el flujo de capital recibirán un impacto benéfico no significativo, puesto que se dará de manera temporal y se realizará fuera del predio.

El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en esta actividad del proyecto. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

La actividad se realizará en corto tiempo, por lo que se prevé que no habrá mantenimiento ni reparación de maquinaria y por lo tanto no habrá generación de residuos peligrosos.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

#### Pozos de monitoreo

En la construcción de pozos de monitoreo de agua subterránea se considera que no habrá impactos adversos.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para operar la maquinaria. El comercio y el flujo de capital recibirán un impacto benéfico no significativo, puesto que se dará de manera temporal y se realizará fuera del predio.

El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.



Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en esta actividad del proyecto. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

La actividad se realizará en corto tiempo, por lo que se prevé que no habrá mantenimiento ni reparación de maquinaria y por lo tanto no habrá generación de residuos peligrosos.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

✓ **Modificación Tajo el Salto**

En la Nivelación de banquetas se tendrá generación de emisiones de partículas por el manejo de suelos, considerándose como impacto adverso no significativo.

El uso de maquinaria incrementará los niveles sonoros a niveles no mayores a los límites máximos establecidos en la norma oficial mexicana, asimismo afectará la calidad aire por las emisiones contaminantes de gases de combustión interna. El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de gases y ruido y se considera adverso no significativo.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para operar la maquinaria. El comercio y el flujo de capital recibirán un impacto benéfico no significativo, puesto que se dará de manera temporal y se realizará fuera del predio.

El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en esta actividad del proyecto. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

La actividad se realizará en corto tiempo, por lo que se prevé que no habrá mantenimiento ni reparación de maquinaria y por lo tanto no habrá generación de residuos peligrosos.



Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

✓ Pileta 8

Colocación de relleno estructural

En la recepción del relleno estructural se tendrá generación de emisiones de partículas, considerándose como impacto adverso no significativo.

El uso de maquinaria incrementará los niveles sonoros a niveles no mayores a los límites máximos establecidos en la norma oficial mexicana, asimismo afectará la calidad aire por las emisiones contaminantes de gases de combustión interna. El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de gases y ruido y se considera adverso no significativo.

El relleno estructural originará que los problemas de erosión disminuyan y dará mayor estabilidad del suelo, considerándose como impactos adversos no significativos.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para operar la maquinaria. El comercio y el flujo de capital recibirán un impacto benéfico no significativo, puesto que se dará de manera temporal y se realizará fuera del predio.

El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en esta actividad del proyecto. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

La actividad se realizará en corto tiempo, por lo que se prevé que no habrá mantenimiento ni reparación de maquinaria y por lo tanto no habrá generación de residuos peligrosos.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.



La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

#### Colocación de capas de polietileno de alta densidad HDPE

Se tendrá generación de trozos de polietileno que requerirán de un manejo adecuado, considerándose un impacto adverso no significativo.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para operar el equipo. El comercio y el flujo de capital recibirán un impacto benéfico no significativo, puesto que se dará de manera temporal y se realizará fuera del predio.

El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en esta actividad del proyecto. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

#### Colocación de tubería PVC para soluciones

Se tendrá generación de trozos de tubería de PVC que requerirá de acciones para un manejo adecuado, considerándose un impacto adverso no significativo.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para operar la maquinaria. El comercio y el flujo de capital recibirán un impacto benéfico no significativo, puesto que se dará de manera temporal y se realizará fuera del predio.

El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.



Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en esta actividad del proyecto. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

#### Colocación de grava de drenaje

En la recepción de grava de drenaje se tendrá generación de emisiones de partículas, considerándose como impacto adverso no significativo.

El uso de maquinaria incrementará los niveles sonoros a niveles no mayores a los límites máximos establecidos en la norma oficial mexicana, asimismo afectará la calidad aire por las emisiones contaminantes de gases de combustión interna. El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de gases y ruido y se considera adverso no significativo.

La grava de drenaje originará que los problemas de erosión disminuyan y dará mayor estabilidad del suelo, considerándose como impactos adversos no significativos.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para operar la maquinaria. El comercio y el flujo de capital recibirán un impacto benéfico no significativo, puesto que se dará de manera temporal y se realizará fuera del predio.

El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en esta actividad del proyecto. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

La actividad se realizará en corto tiempo, por lo que se prevé que no habrá mantenimiento ni reparación de maquinaria y por lo tanto no habrá generación de residuos peligrosos.



Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

#### Canal de desvío de aguas pluviales

En la construcción del canal de desvío de aguas pluviales se tendrá generación de emisiones de partículas por el manejo de suelos, considerándose como impacto adverso no significativo.

El uso de maquinaria incrementará los niveles sonoros a niveles no mayores a los límites máximos establecidos en la norma oficial mexicana, asimismo afectará la calidad aire por las emisiones contaminantes de gases de combustión interna. El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de gases y ruido y se considera adverso no significativo.

Aún cuando el canal de desvío de aguas pluviales tendrá un efecto adverso sobre el Patrón de drenaje natural, este efecto será no significativo y a su vez representará impactos benéficos no significativos en la estabilidad del suelo y en la disminución de la erosión en las áreas a ocupar por el proyecto.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para operar la maquinaria. El comercio y el flujo de capital recibirán un impacto benéfico no significativo, puesto que se dará de manera temporal y se realizará fuera del predio.

El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en esta actividad del proyecto. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

La actividad se realizará en corto tiempo, por lo que se prevé que no habrá mantenimiento ni reparación de maquinaria y por lo tanto no habrá generación de residuos peligrosos.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.



La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

✓ Camino caseta de comunicaciones

En la construcción del Camino caseta de comunicaciones se tendrá generación de emisiones de partículas por el manejo de suelos, considerándose como impacto adverso no significativo.

El uso de maquinaria incrementará los niveles sonoros a niveles no mayores a los límites máximos establecidos en la norma oficial mexicana, asimismo afectará la calidad aire por las emisiones contaminantes de gases de combustión interna. El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de gases y ruido y se considera adverso no significativo.

Aún cuando el Camino caseta de comunicaciones tendrá un efecto adverso sobre el uso actual del suelo y el patrón de drenaje natural, éste efecto será no significativo y a su vez representará impacto benéfico no significativos en la estabilidad del suelo.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para operar la maquinaria. El comercio y el flujo de capital recibirán un impacto benéfico no significativo, puesto que se dará de manera temporal y se realizará fuera del predio.

El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en esta actividad del proyecto. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

La actividad se realizará en corto tiempo, por lo que se prevé que no habrá mantenimiento ni reparación de maquinaria y por lo tanto no habrá generación de residuos peligrosos.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.



## Etapa de Operación

### ✓ Modificación Tajo el Salto

#### Voladura y extracción

Al llevar a cabo la actividad de minado del tajo a cielo abierto las propiedades y calidad del suelo recibirán un impacto adverso moderadamente significativo, puesto que el suelo se irá retirando del área en forma permanente.

Se tendrá un impacto adverso no significativo sobre el patrón de escurrimiento pluvial, ya que la operación del tajo a cielo abierto prevé obras de encauzamiento hacia drenaje natural.

En la Voladura y extracción de materiales se tendrá generación de emisiones de partículas por el manejo de suelos, considerándose como impacto adverso moderadamente significativo.

El uso de maquinaria incrementará los niveles sonoros a niveles no mayores a los límites máximos establecidos en la norma oficial mexicana, asimismo afectará la calidad de aire por las emisiones contaminantes de gases de combustión interna. El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de gases y ruido y se considera adverso no significativo.

Al llevar a cabo la actividad de minado el relieve del sitio recibirá un impacto adverso moderadamente significativo.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio moderadamente significativo, puesto que será requerido personal para la operación de esta ampliación de la unidad minera por un período largo de tiempo. El comercio y el flujo de capital recibirán también un impacto benéfico moderadamente significativo, por los insumos que se requieren para la operación.

El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en la operación del minado. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.



La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

Habrá modificación al escenario natural (paisaje) por las actividades de operación del tajo a cielo abierto. El impacto se considera adverso moderadamente significativo por ser una ampliación de una actividad minera ya existente.

### Cargado de material

En el Cargado del material minado se tendrá generación de emisiones de partículas por el manejo de suelos, considerándose como impacto adverso no significativo.

El uso de maquinaria incrementará los niveles sonoros a niveles no mayores a los límites máximos establecidos en la norma oficial mexicana, asimismo afectará la calidad aire por las emisiones contaminantes de gases de combustión interna. El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de gases y ruido y se considera adverso no significativo.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para la operación de cargado. El comercio y el flujo de capital recibirán también un impacto benéfico no significativo, por los insumos que se requieren para la operación.

El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en la operación de cargado. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.



### Traslado de material

En el traslado de material minado hacia tepetateras o patios de lixiviación se tendrá generación de emisiones de partículas por la circulación en caminos de terracería, considerándose como impacto adverso moderadamente significativo.

El uso de equipo de transporte incrementará los niveles sonoros a niveles no mayores a los límites máximos establecidos en la norma oficial mexicana, asimismo afectará la calidad de aire por las emisiones contaminantes de gases de combustión interna. El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de gases y ruido y se considera adverso no significativo.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para la operación de traslado. El comercio y el flujo de capital recibirán también un impacto benéfico no significativo, por los insumos que se requieren para la operación.

El personal, que como producto de esta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en la operación de cargado. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

### Mantenimiento de unidades y equipo

Para la actividad de operación de la modificación del Tajo el Salto se tendrá generación de residuos peligrosos cuando corresponda realizar mantenimiento a la maquinaria, dado que éste se realizará en los talleres con que actualmente cuenta la empresa y procedimientos de manejo de residuos que opera, el impacto se considera adverso no significativo.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para la operación de reparación y mantenimiento. El comercio y el flujo de capital recibirán también un impacto benéfico no significativo, por los insumos que se requieren para la operación.



El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en la operación de reparación y mantenimiento. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través del sistema de manejo de aguas residuales con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

✓ **Patio de lixiviación**

Recepción de material lixiviable

En la Recepción de material lixiviable se tendrá generación de emisiones de partículas por la descarga del material sobre el patio de lixiviación, considerándose como impacto adverso no significativo.

El uso de equipo incrementará los niveles sonoros a niveles no mayores a los límites máximos establecidos en la norma oficial mexicana, asimismo afectará la calidad aire por las emisiones contaminantes de gases de combustión interna. El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de gases y ruido y se considera adverso no significativo.

Riego de solución

En el riego de solución no se considera que habrá impactos adversos, ya que se realiza en un área especialmente preparada para el buen manejo de la misma.

Envío de solución rica a Pileta 8

El único impacto adverso que pudiera tenerse es que en la tubería de conducción existiera una falla que ocasionara derrame de solución sobre suelo natural, por ser un evento de poca frecuencia el impacto se considera adverso no significativo.

Mantenimiento de tuberías

Para la actividad de Mantenimiento de tuberías se tendrá generación de residuos de tubería de PVC, el impacto se considera adverso no significativo.



En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para la operación de reparación y mantenimiento. El comercio y el flujo de capital recibirán también un impacto benéfico no significativo, por los insumos que se requieren para dicha operación.

El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en la operación de reparación y mantenimiento. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

✓ Tepetateras actuales

En la recepción de material estéril se tendrá generación de emisiones de partículas por la descarga del material sobre las tepetateras actuales, considerándose como impacto adverso no significativo.

El uso de equipo incrementará los niveles sonoros a niveles no mayores a los límites máximos establecidos en la norma oficial mexicana, asimismo afectará la calidad aire por las emisiones contaminantes de gases de combustión interna. El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de gases y ruido y se considera adverso no significativo.

✓ Pileta 8

Recepción de solución rica

En la recepción de solución rica no se considera que habrá impactos adversos, ya que se realiza en un área especialmente preparada para el buen manejo de la misma.

Envío de solución rica a planta ADR

El único impacto adverso que pudiera tenerse es que en la tubería de conducción existiera una falla que ocasionara derrame de solución sobre suelo natural, por ser un evento de poca frecuencia el impacto se considera adverso no significativo.



### Mantenimiento de tuberías

Para la actividad de Mantenimiento de tuberías se tendrá generación de residuos de tubería de PVC, el impacto se considera adverso no significativo.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para la operación de reparación y mantenimiento. El comercio y el flujo de capital recibirán también un impacto benéfico no significativo, por los insumos que se requieren para dicha operación.

El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en la operación de reparación y mantenimiento. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

✓ Banco de material de arcilla

### Extracción de arcilla

Al llevar a cabo la actividad de extracción de arcilla del banco de material las propiedades y calidad del suelo recibirán un impacto adverso moderadamente significativo, puesto que el suelo se irá retirando del área en forma permanente.

Se tendrá un impacto adverso no significativo sobre el patrón de escurrimiento pluvial, ya que la operación del banco de material prevé obras de encauzamiento hacia drenaje natural.

En la extracción de la arcilla se tendrá generación de emisiones de partículas por el manejo de suelos, considerándose como impacto adverso no significativo.

El uso de maquinaria incrementará los niveles sonoros a niveles no mayores a los límites máximos establecidos en la norma oficial mexicana, asimismo afectará la calidad de aire por las emisiones contaminantes de gases de combustión interna. El impacto será en



área abierta con facilidad de dispersión de gases y ruido y se considera adverso no significativo.

Al llevar a cabo la actividad de operación del banco de arcilla el relieve del sitio recibirá un impacto adverso no significativo.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para la operación del banco por un período corto de tiempo. El comercio y el flujo de capital recibirán también un impacto benéfico no significativo, por los insumos que se requieren para la operación.

El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en la operación del minado. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

Habrà modificación al escenario natural (paisaje) por las actividades de operación del banco de arcilla. El impacto se considera adverso moderadamente significativo por ser una ampliación de una actividad minera ya existente.

#### Cargado de arcilla

En el cargado de la arcilla se tendrá generación de emisiones de partículas por el manejo de suelos, considerándose como impacto adverso no significativo.

El uso de maquinaria incrementará los niveles sonoros a niveles no mayores a los límites máximos establecidos en la norma oficial mexicana, asimismo afectará la calidad aire por las emisiones contaminantes de gases de combustión interna. El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de gases y ruido y se considera adverso no significativo.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para la operación de cargado. El comercio y el flujo de capital recibirán también un impacto benéfico no significativo, por los insumos que se requieren para la operación.



El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en la operación de cargado. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.

Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

#### Traslado de arcilla

En el traslado de arcilla hacia la preparación de sitio del patio de lixiviación y pileta 8 se tendrá generación de emisiones de partículas por la circulación en caminos de terracería, considerándose como impacto adverso no significativo por el corto tiempo de la actividad.

El uso de equipo de transporte incrementará los niveles sonoros a niveles no mayores a los límites máximos establecidos en la norma oficial mexicana, asimismo afectará la calidad aire por las emisiones contaminantes de gases de combustión interna. El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de gases y ruido y se considera adverso no significativo.

En esta actividad el empleo recibirá un beneficio no significativo, puesto que será requerido personal para la operación de traslado. El comercio y el flujo de capital recibirán también un impacto benéfico no significativo, por los insumos que se requieren para la operación.

El personal, que como producto de ésta actividad recibirá un sueldo, mejorará sus condiciones de vida, razón por la cual el impacto que aquí se presentará es benéfico no significativo, puesto que trasciende hacia la localidad.

Se generarán desechos domésticos por el personal que laborará en la operación de cargado. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a las facilidades de manejo con que cuenta la empresa en el sitio. El impacto se considera adverso no significativo.



Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores, que será del tipo agua purificada. El impacto se considera adverso no significativo.

La generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias, con disposición final en sitio las facilidades de manejo con que cuenta la empresa. El impacto se considera adverso no significativo.

## **IMPACTOS ADVERSOS MODERADAMENTE SIGNIFICATIVOS (A)**

En resumen los impactos adversos moderadamente significativos (A) son los siguientes:

### Preparación del sitio

Al llevar a cabo la actividad de desmonte se dará un impacto sobre la cobertura y diversidad de la flora y fauna de la zona, las cuales en su mayoría serán retiradas del sitio; la eliminación de la vegetación guarda estrecha relación con la diversidad y hábitat de la fauna silvestre que en el sitio puede tratarse de pequeños mamíferos, los cuales presumiblemente están presentes, por lo que el efecto será adverso al ser de carácter permanente y sólo en el predio mismo.

En general la actividad de desmonte ocasionará un impacto adverso sobre el aire debido a que en las actividades que se desarrollarán se utilizará maquinaria que generará emisiones de ruido, gases de combustión y partículas del tránsito por caminos de terracería.

Modificación al escenario natural por las actividades de desmonte.

Al llevar a cabo la actividad de despalme el uso y la calidad del suelo recibirá un impacto puesto que la parte superficial del suelo, aproximadamente 20 cm se modificará, así mismo se tendrán impactos adversos no significativos sobre la erosión y la estabilidad del suelo

El despalme ocasionará un impacto sobre el aire debido a que se utilizará maquinaria que generará emisiones partículas en la remoción del suelo y del tránsito por caminos de terracería para su acarreo hacia el área de depósito de suelo fértil

Modificación al escenario natural por las actividades de despalme del terreno

Dado que el suelo será compactado se tendrá un impacto adverso

### Operación

Al llevar a cabo la actividad de minado del tajo a cielo abierto las propiedades y calidad del suelo recibirán impacto puesto que el suelo se irá retirando del área en forma permanente.



En la Voladura y extracción de materiales se tendrá generación de emisiones de partículas por el manejo de suelos.

Al llevar a cabo la actividad de minado el relieve del sitio recibirá un impacto.

Habrà modificación al escenario natural (paisaje) por las actividades de operación del tajo a cielo abierto

En el traslado de material minado hacia tepetateras o patios de lixiviación se tendrá generación de emisiones de partículas por la circulación en caminos de terracería

Al llevar a cabo la actividad de extracción de arcilla del banco de material las propiedades y calidad del suelo recibirán un impacto puesto que el suelo se irá retirando del área en forma permanente.

Habrà modificación al escenario natural (paisaje) por las actividades de operación del banco de arcilla.

## **IMPACTOS ACUMULATIVOS**

Las obras y actividades del presente proyecto "Ampliación Mulatos 2018" ocasionará impactos acumulativos, ya que las acciones de minado y beneficio que se desarrollan actualmente en la mina Mulato lo promueven, más no serán sinérgicos.

La afectación de los suelos en 32.32 has, si bien es cierto que los tipos de suelo que serán afectados en el área de impacto se encuentran ampliamente distribuidos en el área de estudio y la subcuenca, también lo es que con el avance de las obras de la mina Mulatos, la acumulación del impacto sobre el suelo cobra una importancia mayor en el contexto del sistema ambiental presente en la zona de estudio. El impacto se considera acumulativo, ya que se suma al resto de las áreas actualmente ocupadas por las obras autorizadas.

La remoción de la vegetación forestal se considera como impacto acumulativo, ya que las 32.32 has a desmontar sustentan vegetación de tipo forestal y que por consecuencia dejarán de tener un uso forestal, deben sumarse a las ya impactadas en por la actividad minera que actualmente se desarrolla.

Como consecuencia de lo anterior, por el desarrollo del presente proyecto, el impacto consistente en "Pérdida del hábitat para la fauna silvestre", por la actividad de desmonte, se considera también como acumulativo

## **Conclusiones de la valoración de los impactos ambientales.**

Una vez identificados y evaluados los impactos ambientales (negativos y positivos) que se espera se desarrollen por las obras y actividades del proyecto "Ampliación Mulatos 2018" se concluye lo siguiente:



1. Es cierto que por el desarrollo del proyecto se pueden generar impactos ambientales negativos moderadamente significativos, pero también es cierto que estos pueden ser prevenidos, mitigados y compensados mediante el uso de las herramientas que Minas de Oro Nacional S.A. de C.V., ya tiene implementadas, tales como la prevención y control de drenajes ácidos, el rescate de especies, rescate de suelos y programas de monitoreo, entre otros.
2. La vegetación y flora sufrirá impactos de importancia, valoradas más a la luz de la acumulación que del propio efecto, ya que no se presentan especies de fauna listadas en la Norma NOM-059-SEMARNAT-2010, y la vegetación no corresponde a ecosistemas frágiles o únicos, sino por el contrario el Bosque de Encino-Pino tiene una amplia distribución en el área de estudio, en la cuenca, en el estado de Sonora y en México, mientras que la fauna será sujeta de ahuyentamiento y rescate.
3. El cumplimiento de la legislación ambiental de Minas de Oro Nacional. S.A. de C.V. ha sido comprobada mediante Unidad de Verificación acreditada en Auditorías Ambientales, teniéndose como resultado el otorgamiento del certificado de Industria Limpia por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, vigente a la fecha.
4. El proyecto no comprometerá el sistema ambiental y por lo tanto puede ser factible de realizarse, siempre y cuando así se dictamine y resuelva.



## **CAPÍTULO VI**

# **MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**



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

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

*Es recomendable que la identificación de las medidas de mitigación o correctivas de los impactos ambientales, se sustente en la premisa de que siempre es mejor no producirlos, que establecer medidas correctivas. Las medidas correctivas implican costos adicionales que, comparados con el costo total del proyecto suelen ser bajos, sin embargo, pueden evitarse si no se producen los impactos; a esto hay que agregar que en la mayoría de los casos las medidas correctivas solamente eliminan una parte de la alteración y, en muchos casos ni siquiera eso.*

*Por otra parte, los impactos pueden reducirse en gran medida con un diseño adecuado del proyecto desde el enfoque ambiental y un cuidado especial durante la etapa de construcción.*

*Con las medidas correctivas este aspecto es igualmente importante, puesto que su aplicabilidad va a depender de detalles del proyecto, tales como el grado de afectación de la vegetación, la alteración de las corrientes superficiales, la afectación de la estabilidad de las dunas, etc. El diseño no sólo es importante como limitante para estas medidas, sino porque puede ayudar a disminuir considerablemente el costo de las mismas.*

*Otro aspecto importante a considerar sobre las medidas correctivas es la escala espacial y temporal de su aplicación. Con respecto a la escala espacial es conveniente tener en cuenta que la mayoría de estas medidas tienen que ser aplicadas, no sólo en los terrenos donde se construirá el proyecto, sino también en las áreas de amortiguamiento en sus zonas vecinas, por lo que es importante que, en los trabajos de campo se considere también la inclusión de estas áreas.*

*Por lo que se refiere al momento de su aplicación se considera que, en términos generales, es conveniente ejecutarlas lo antes posible, ya que de este modo se pueden evitar impactos secundarios no deseables.*

*Por todo lo expuesto, en este capítulo el responsable del estudio deberá asegurar una identificación precisa, objetiva y viable de las diferentes medidas correctivas o de mitigación de los impactos ambientales, que deriven de la ejecución del proyecto desglosándolos por componente ambiental. Es recomendable que la descripción incluya cuando menos lo siguiente:*

- La medida correctiva o de mitigación, con explicaciones claras sobre su mecanismo y medidas de éxito esperadas con base en fundamentos técnico-científicos o experiencias en el manejo de recursos naturales que sustenten su aplicación.*
- Duración de las obras o actividades correctivas o de mitigación, señalando la etapa del proyecto en la que se requerirán, así como su duración.*

Agrupando los impactos en relación a los factores ambientales como Aire, Hidrología superficial, Suelos, Vegetación, Fauna y Paisaje, las medidas preventivas y de mitigación de impactos a aplicar, se presentan en las siguientes tablas.



Factor	Impacto	Medidas propuestas		Etapa	Cantidad	Período total del proyecto (años)		
		Prevención	Mitigación			(2018-2027)		Ubicación
						1	2 – 7 (Operación)	
Aire	Emisiones de gases, partículas y ruido a la atmósfera por la operación de equipo y maquinaria con motores de combustión interna.	Efectuar restricciones de velocidad a los vehículos.	Proporcionar mantenimiento al equipo cuidando que siempre esté en óptimas condiciones.	Preparación, construcción operación	No cuantificable aplicable a medidas de prevención y mitigación.			Toda el área de estudio y de influencia del proyecto
	El tránsito vehicular ocasiona incremento de los niveles de emisión de ruido.	Usar silenciadores y catalizadores en los vehículos y maquinaria.	Establecimiento de programas de verificación del mantenimiento preventivo de los vehículos y maquinaria que participen en el proyecto.	Preparación, construcción operación	No cuantificable aplicable a medidas de prevención y mitigación.			Toda el área de estudio y de influencia del proyecto
	Disminución de la calidad del aire por incremento de partículas suspendidas.	Realizar riegos frecuentes en los caminos						



Factor	Impacto	Medidas propuestas		Etapa	Cantidad	Período total del proyecto (años)		
		Prevención	Mitigación			(2018-2027)		Ubicación
						1	2 – 7 (Operación)	
<b>Hidrología superficial</b>	La modificación de escorrentías naturales ocasionadas por construcción e instalación de infraestructura minera, conjuntamente con el incremento de actividad humana y la operación de maquinaria, puede ocasionar un incremento en los niveles de contaminación de la hidrología superficial, así como su posible modificación.	Programar las actividades de construcción de obras en temporada de sequía, para evitar el arrastre de residuos sólidos y líquidos por los escurrimientos de temporada.	Realizar la construcción de obras de encauzamiento de corrientes, evitar la obstrucción de escorrentías naturales, evitar verter desechos líquidos y sólidos a los cuerpos de agua.	Preparación del sitio, Construcción-operación.	No cuantificable aplicable a medidas de prevención.			Áreas autorizadas
	Las actividades de mantenimiento preventivo y/o correctivo al equipo, vehículos y maquinaria que participen en el proyecto, se realizarán en un área determinada previamente y acondicionada perfectamente para evitar la contaminación del suelo, subsuelo, escurrimientos naturales y mantos freáticos por derrames accidentales de combustibles y lubricantes	Construcción-operación.		No cuantificable aplicable a medidas de prevención.		Se cuenta actualmente con un área para el mantenimiento preventivo y correctivo de todos los vehículos, equipo y maquinaria que operan en el proyecto		



Factor	Impacto	Medidas propuestas		Etapa	Cantidad	Período total del proyecto (años)		
		Prevención	Mitigación			(2018-2027)		Ubicación
						1	2 - 7 (Operación)	
<b>Hidrología subterránea</b>	La eliminación de la cubierta vegetal por el cambio de uso de suelo suscitará la reducción de la infiltración de agua de lluvia hacia las capas inferiores del subsuelo, dificultando la recarga del manto freático.		Operar actividades de reforestación y obras de conservación de suelo que permitan obtener una infiltración positiva.	Operación.	No cuantificable aplicable a medidas de prevención.			Áreas autorizadas y aledañas



Factor	Impacto	Medidas propuestas		Etapa	Cantidad	Período total del proyecto (años)		
		Prevención	Mitigación			(2018-2027)		Ubicación
						1	2 – 7 (Operación)	
Suelos	Incremento en la erodabilidad de los suelos por el despalme y remoción de suelo que implican los trabajos de extracción	Programar actividades de manera que no se tengan áreas desnudas y sin uso por períodos prolongados.	Realizarán actividades de reforestación con plantas nativas del área en zonas aledañas a donde se realice el cambio de uso de suelo, restaurar las áreas del proyecto que ya no vayan a ser utilizadas con plantaciones y obras de restauración de suelos.	Construcción-operación	Aplicable a medidas de mitigación. Ubicar áreas para reforestación			Áreas autorizadas y área de influencia.
			Realizar obras de restauración de suelos: 2,912 terrazas individuales y 5 zanjas bordo	Construcción-operación	Diversas áreas, aplicables a medidas de mitigación.			Áreas autorizadas y área de influencia.
	El uso de maquinaria puede ocasionar contaminación del suelo por derrames de hidrocarburos.	El material (suelo fértil) producto de las labores de despalme de terreno, no deberá depositarse en lugares donde afecte escorrentías naturales, éste será utilizado para las actividades de restauración que contempla la Unidad Minera	Realizar la recuperación inmediata de suelos en casos de derrames accidentales de combustibles y lubricantes. Esta actividad consiste en levantar el suelo contaminado y almacenarlo en recipientes con tapa en el almacén temporal de	Construcción-operación	32.32 ha, aplicable a medidas preventivas y de mitigación.			Áreas autorizadas



			residuos peligrosos que opera la empresa, para su disposición final en sitio autorizado					
			Las actividades de mantenimiento preventivo y/o correctivo al equipo, vehículos y maquinaria que participan en el proyecto, se realizarán en el área de talleres que opera la empresa	Construcción-operación	Actualmente se cuenta con un área exclusiva para mantenimiento correctivo y preventivo de los vehículos, equipo y maquinaria que labora en el proyecto. Aplicable a medidas preventivas y de mitigación.			Área autorizada



Factor	Impacto	Medidas propuestas		Etapa	Cantidad	Período total del proyecto (años)			Ubicación
		Prevención	Mitigación			(20184-2027)			
						1	2 – 7 (Operación)		
Vegetación	Afectaciones a la vegetación por el desmonte	No utilizar herbicidas, ni la quema de la vegetación del área que se va a desmontar.	Realizar labores de reforestación con plantas nativas, con medidas de mitigación y establecer un programa de restauración de daños.	Preparación	No cuantificable aplicable a medidas de prevención y mitigación.				Áreas autorizadas
		No permitir la acumulación de desechos, producto del desmonte fuera de las áreas del proyecto, éstos deben ser triturados y esparcidos en áreas aledañas al proyecto, en lugares donde se aprecie un grado de deterioro o pérdida de suelos.		Abandono	Se restaurarán las áreas dañadas con siembra de pastos y reforestación con plantas nativas, aplicable a medidas de prevención y mitigación.				Áreas que se autoricen
		Delimitar perfectamente el área autorizada a desmontar, para evitar la afectación innecesaria a la vegetación que se encuentra aledaña al proyecto y se realizará un derribo direccional de los límites del área autorizada hacia adentro.		Preparación	32.32 has, aplicable a medidas preventivas.				Áreas autorizadas
		La empresa promotora del proyecto, deberá establecer reglamentaciones internas entre el		Realizar el rescate y trasplante de especies que aparezcan enlistadas en	Todas las etapas	No cuantificable, aplicable a medidas preventivas.			



		<p>personal para evitar la afectación de flora, fauna, suelo y cuerpos de agua, con ello se responsabilizará a la empresa de cualquier ilícito en el que incurran sus trabajadores.</p>	<p>la <b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b>, o aunque no aparezcan en la mencionada Norma, requieran ser rescatadas.</p>					
		<p>Cualquier tipo de residuo peligroso generado y que atente contra las condiciones originales de la vegetación en áreas adyacentes será clasificado y dispuesto de acuerdo a lo especificado por la <b>NOM-052-SEMARNAT-2006</b></p>		<p>Construcción- operación</p>	<p>No cuantificable, aplicable a medidas de prevención.</p>			<p>Áreas autorizadas y área de influencia</p>



Factor	Impacto	Medidas propuestas		Etapa	Cantidad	Período total del proyecto (años)		
		Prevención	Mitigación			(2018-2027)		Ubicación
						1	2 -7 (Operación)	
Fauna	Afectaciones a la fauna que pudiera encontrarse en el área del proyecto, por desaparición de hábitat debido a las actividades del proyecto, así como al incremento de actividad humana y de tránsito vehicular	No dañar reptiles y mamíferos al quedar expuestos en las actividades de desmonte y despalme.	Los vehículos automotores y maquinaria en general deberán transitar a velocidades moderadas y únicamente por los caminos y áreas establecidas para su circulación, para evitar atropellar a la fauna silvestre que transite por el lugar	Preparación-construcción-operación	No cuantificable, aplicable a medidas preventivas.			Áreas autorizadas y área de influencia
		Rescatar reptiles y mamíferos de lento desplazamiento y liberarlos en sitios contiguos con características ecológicas similares.		Preparación	No cuantificable, aplicable a medidas preventivas.			Áreas autorizadas y área de influencia
		Todo el personal deberá recibir y acatar indicaciones restrictivas de coleccionar, cazar, pescar, trampear o dañar algún ejemplar de fauna silvestre; la manipulación de individuos sólo será permitida cuando sea indispensable para la seguridad de los mismos. La empresa será la responsable de cualquier ilícito en el que incurran sus trabajadores como pudiera ser: el tráfico, comercialización, captura o uso como ornato de especies y con mayor énfasis en aquellas consideradas con algún estatus en la Norma <b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b> , quedando además sujeto a las disposiciones jurídicas que las leyes en la materia establezcan.		Todas las etapas del proyecto	cuantificable, aplicable a medidas preventivas.			Áreas autorizadas y área de influencia



Factor	Impacto	Medidas propuestas		Etapa	Cantidad	Período total del proyecto (años)		Ubicación
		Prevención	Mitigación			(2018-2027)		
						1	2 – 7 (Operación)	
Paisaje	Modificación al escenario natural por las actividades de construcción y operación.	Evitar la modificación innecesaria del escenario paisajístico.	En la etapa de abandono del sitio, realizar una exhaustiva limpieza de toda el área, evitando dejar abandonados residuos de campamentos, material utilizado para construcciones y operaciones, y restos de maquinaria, afinar taludes y distribuir el material sobrante sobre el cual se depositará el material fértil producto de las labores de despalle, posteriormente se esparcirá semilla de pasto y se realizarán reforestaciones con plantas nativas de esta manera se pretende minimizar el impacto que el proyecto ocasionó al paisaje.	Construcción y operación	No cuantificable, aplicable a medidas de prevención y mitigación.			Áreas autorizadas y área de influencia
		Supervisar que al construir obras adicionales al proyecto, el daño y/o modificación al paisaje sea mínimo.		Construcción, operación y Abandono.	No cuantificable, aplicable a medidas preventivas y de mitigación.			Áreas autorizadas y área de influencia



## **VI.2 Impactos residuales**

*Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. Es un hecho que muchos impactos carecen de medidas de mitigación, otros, por el contrario, pueden ser ampliamente mitigados o reducidos, e incluso eliminados con la aplicación de las medidas propuestas, aunque en la mayoría de los casos los impactos quedan reducidos en su magnitud. Por ello, el estudio de impacto ambiental quedará incompleto si no se especifican estos impactos residuales ya que ellos son los que realmente indican el impacto final de un determinado proyecto.*

*También debe considerarse que, de la amplia variedad de medidas preventivas, de mitigación, de compensación y restauración que se proponen en un Estudio de Impacto Ambiental, sólo algunas de ellas van a ser aplicadas, tal vez porque algunas son poco viables por limitaciones de todo tipo, bien porque otras dependen en gran medida de como se llevan a cabo las obras de infraestructura. Por eso, al momento de presentar la relación de impactos residuales, deben considerarse sólo aquellas medidas que se van a aplicar con certidumbre de que así será, especificando la dimensión del impacto reducido.*

Los impactos residuales que tendrá el proyecto son referidos al cambio de relieve que tendrán las áreas de la modificación del tajo El Salto y ampliación de banco de material de arcilla, así como la presencia de éstos al finalizar la operación de la Unidad Minera Mulatos.

Estos impactos se acumularán a los tajos y bancos de material actualmente en operación.



## **CAPÍTULO VII**

# **PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**



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

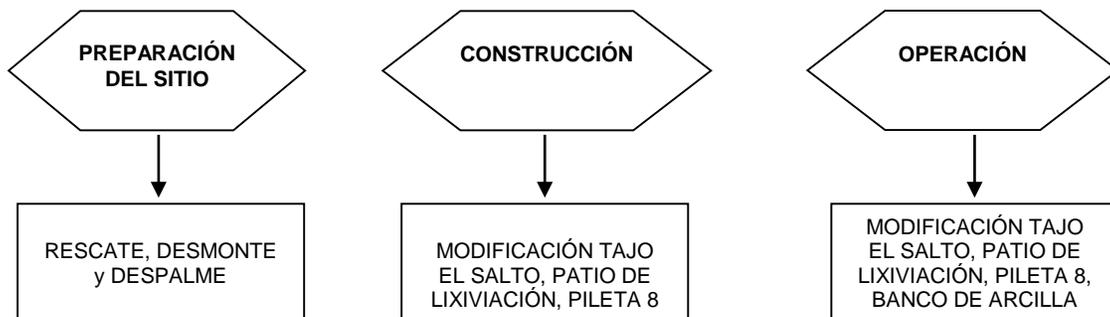
Se presenta el análisis del escenario resultante al introducir el proyecto en el sitio y se identifican las acciones que pueden provocar impactos a cada uno de los componentes ambientales o consolidación de los procesos de cambio existentes. Para construir el escenario resultante, se hace una descripción de cómo la combinación de los impactos del proyecto modificará el entorno. En caso de que algunos impactos pudieran provocar daños permanentes al ambiente o contribuir en la consolidación de los procesos de cambio existente, se señalará durante esta descripción.

La función de pronóstico define la intensidad de los impactos en el medio ambiente, resultante de la gama de alternativas que se considere en el estudio (de localización, de opciones de las características de las obras, etc. y facilita el análisis de los proyectos alternativos en términos de la magnitud y la localización de los lugares en donde pueden ocurrir los impactos.

Una de las maneras de analizar sus componentes es a través de un análisis de sistemas para comprender los aspectos de tecnología, socioeconómicos, ambientales y de gestión ambiental que existen a su alrededor no necesariamente en forma lineal o secuencial. Por ello generar el diagrama de flujo del proyecto permite comprender la estructura del sistema e inferir sobre los aspectos negativos para poder mitigar sus efectos en el proyecto.

El Diagrama de Flujo, es el diagrama característico de la Dinámica de Sistemas. Básicamente consiste en la clasificación de los elementos del sistema.

### DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS ACTIVIDADES PRINCIPALES



En primer lugar hay que identificar el problema con claridad, y describir los impactos adversos del estudio con precisión, que son los que deseamos revertir. Aunque sea obvio, es muy importante una definición correcta del problema real ya que todas las etapas siguientes gravitarán sobre ello.



Una vez definido el núcleo del problema, se ha de completar su descripción en base a la aportación de conocimientos del tema por parte de los expertos, documentación básica sobre el tema, etc. El resultado de esta fase ha de ser una primera percepción de los "elementos" que tienen relación con el problema planteado, las hipotéticas relaciones existentes entre ellos, y su comportamiento histórico.

A continuación se describe un enfoque para interpretar la realidad. Muy posiblemente no existe la que podríamos llamar "forma correcta" o "la mejor manera" de observar la realidad, puesto que es imposible señalar a una sola dirección como la mejor o la más correcta.

El conjunto de los elementos que tienen relación con nuestro problema y permiten en principio explicar el comportamiento observado, junto con las relaciones entre ellos, en muchos casos de retroalimentación, forman el Sistema. El Diagrama Causal es un diagrama que recoge los elementos clave del Sistema y las relaciones entre ellos. Una vez conocidas globalmente las variables del sistema y las hipotéticas relaciones causales existentes entre ellas, se pasa a la representación gráfica de las mismas. En este diagrama, las diferentes relaciones están representadas por flechas entre las variables afectadas por ellas.

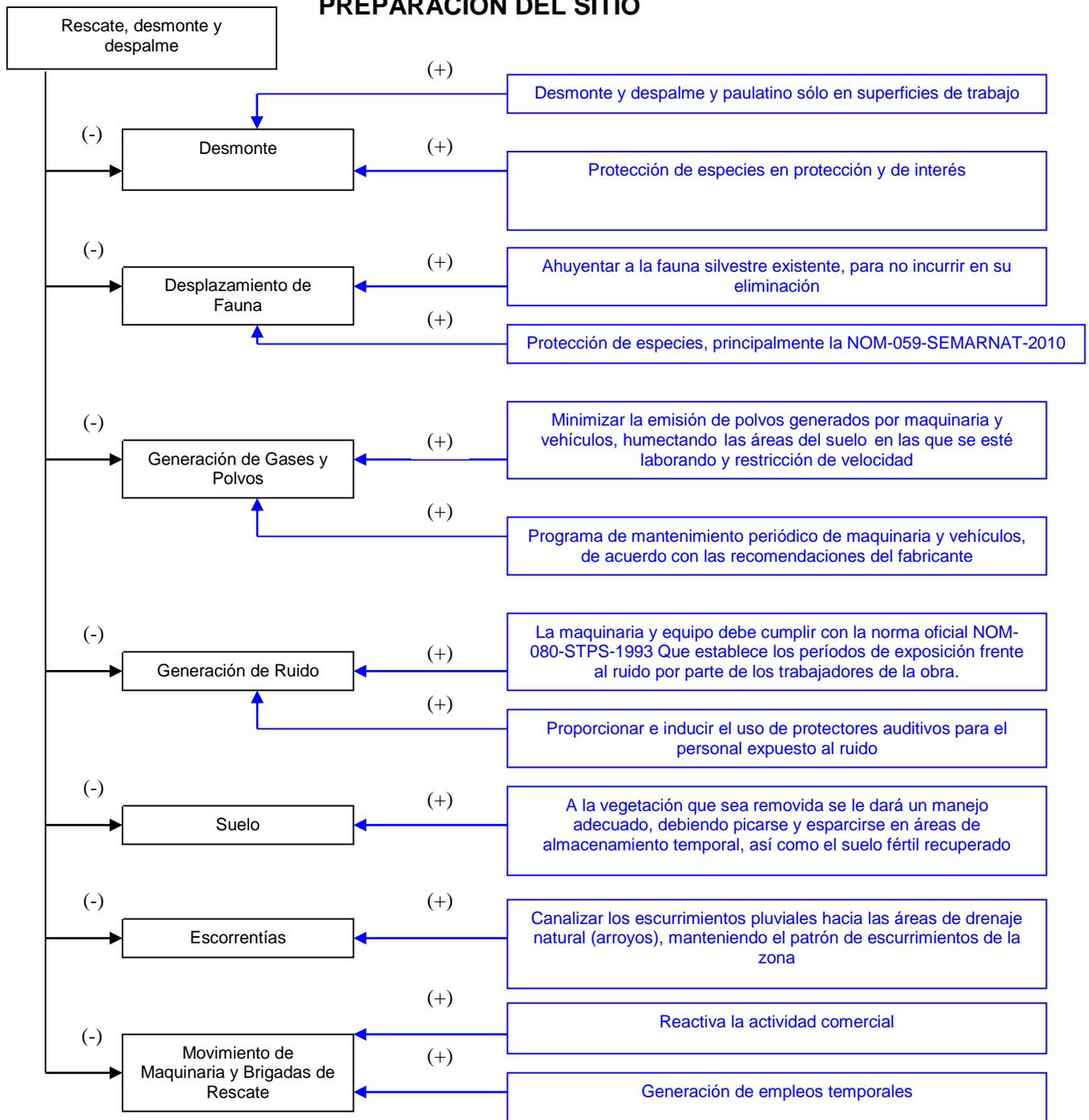
Aun cuando la relación proyecto-recurso es positiva, el proyecto de ampliación minero presenta impactos adversos concentrados en las etapas del proyecto de preparación del sitio y operación.

Las relaciones causales negativas del proyecto que intervienen son varias, que se destacan más adelante con las medidas de corrección en su caso aplicables.

Así, en la preparación del sitio lo más relevante resulta la necesidad del desmonte de las diversas áreas del proyecto, con la consecuente eliminación de suelo fértil y vegetación, la generación de ruido, polvos y humos durante la operación. Estas actividades son necesarias pero se verán atenuadas y revertidas una vez que se apliquen medidas de rescate, compensación y restauración.

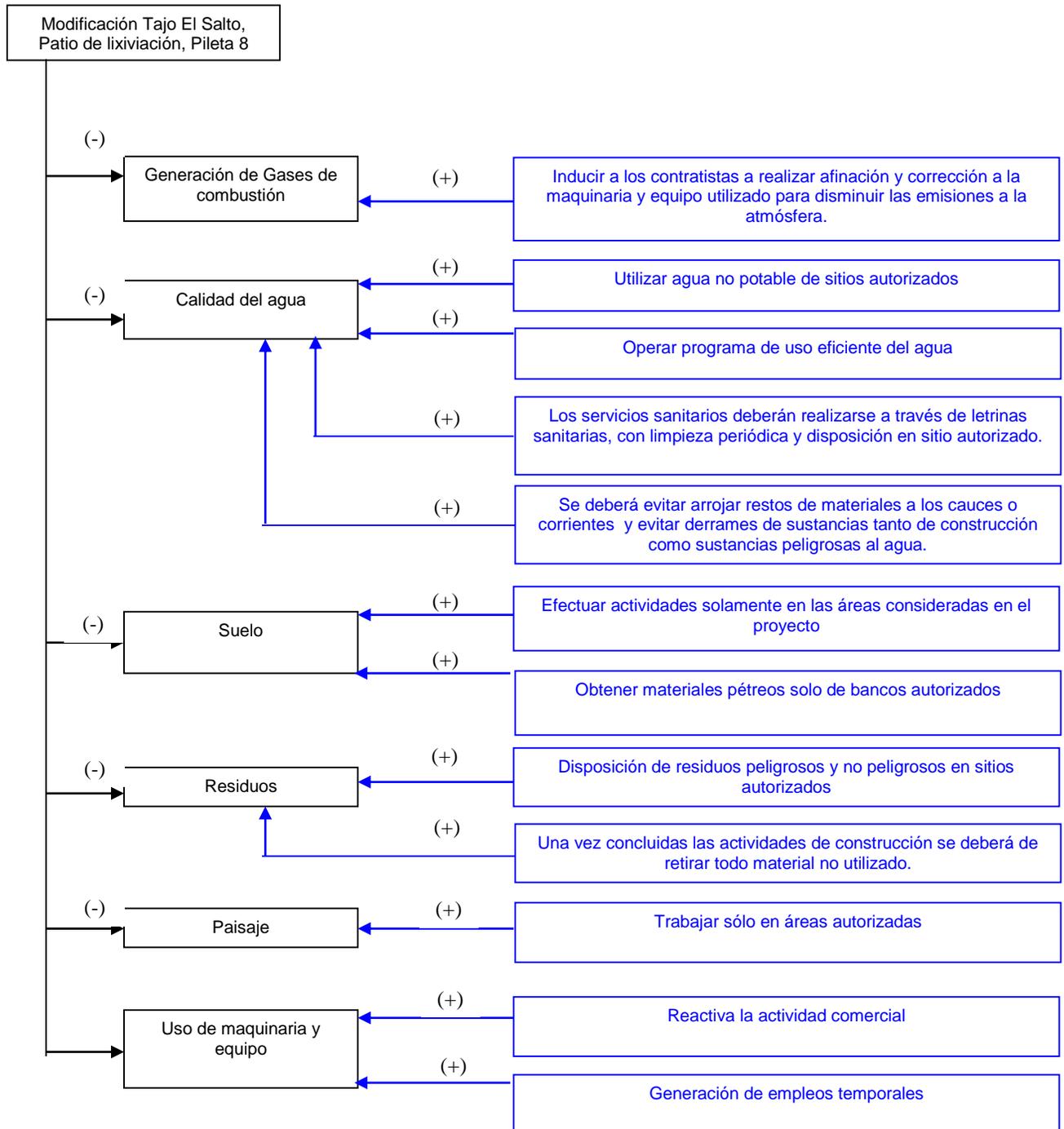


## PREPARACIÓN DEL SITIO



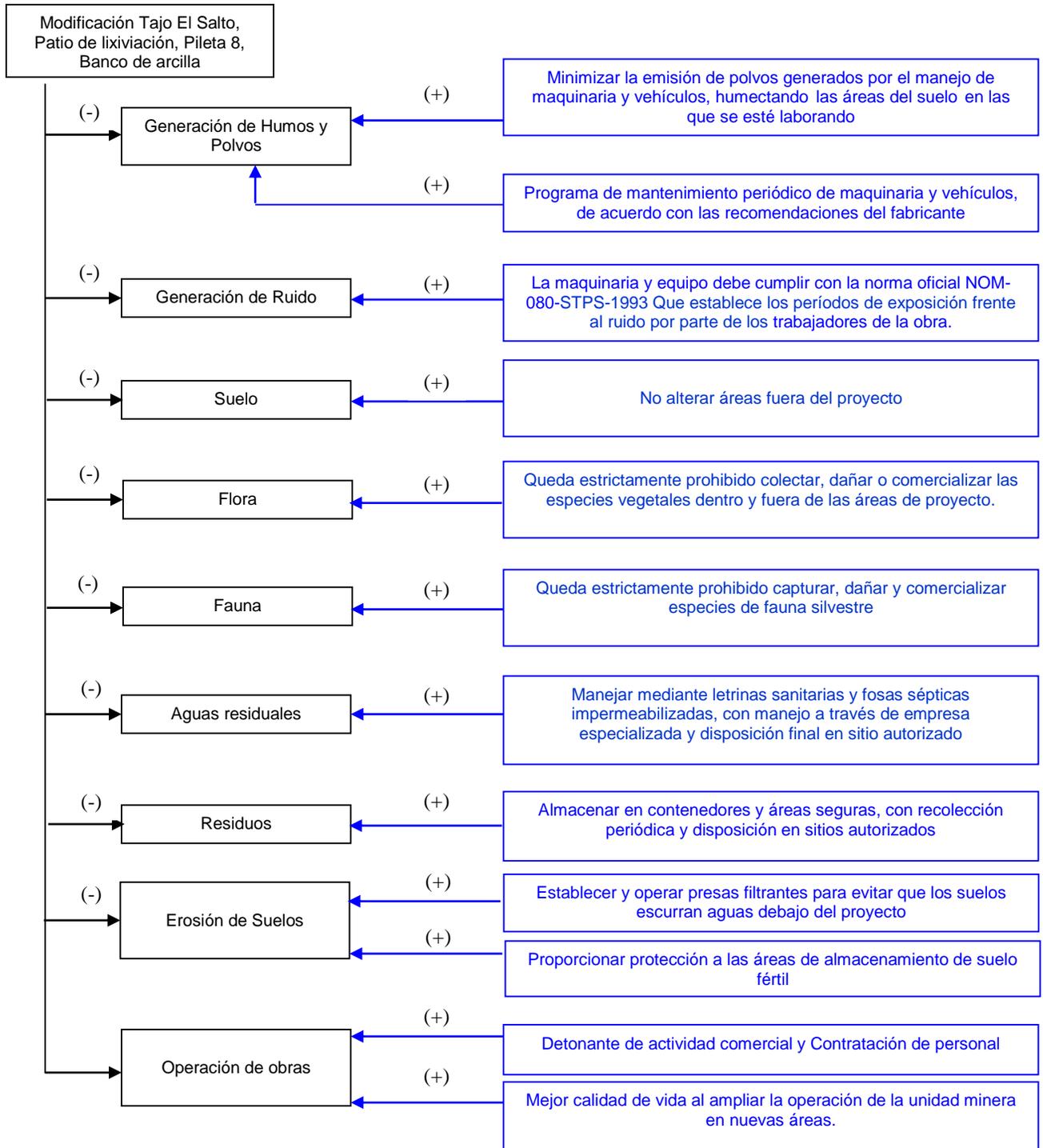


## CONSTRUCCIÓN





## OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO





Se identifica impacto adverso principal el desmonte para la operación del proyecto de ampliación minera a realizar en 32.32 hectáreas de terrenos con vegetación forestal entre las que no se cuenta con especies en protección y si de interés por sus características. Asimismo, la pérdida de la calidad del suelo y el hábitat de fauna silvestre.

Se identifican impactos benéficos en los factores socioeconómicos debido a que la operación del proyecto permitirá continuar con la generación de empleos, así como relaciones comerciales con proveedores de insumos, aunado a lo anterior a que la explotación minera del sitio permitirá continuar también con la integración al desarrollo económico..

Lo anterior indica que aunque a un costo ambiental adverso medianamente significativo por el derribo de vegetación y pérdida temporal de suelo, los cuales pueden ser compensados parcialmente en el mediano plazo al aplicarse el Plan de Restauración con que cuenta la empresa, es posible tener un impacto benéfico significativo al permitir la ampliación del proyecto durante los próximos años.

## **VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental**

*Presentar un programa de vigilancia ambiental que tiene por función básica establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas de mitigación incluidas en el Estudio de Impacto Ambiental. Incluirá la supervisión de la acción u obra de mitigación, señalando de forma clara y precisa los procedimientos de supervisión para verificar el cumplimiento de la medida de mitigación, estableciendo los procedimientos para hacer las correcciones y los ajustes necesarios.*

*Otras funciones adicionales de este programa son:*

- Permite comprobar la dimensión de ciertos impactos cuya predicción resulta difícil. Paralelamente, el programa deberá permitir evaluar estos impactos y articular nuevas medidas correctivas o de mitigación en el caso de que las ya aplicadas resulten insuficientes.*
- Es una fuente de datos importante para mejorar el contenido de los futuros estudios de impacto ambiental, puesto que permite evaluar hasta que punto las predicciones efectuadas son correctas. Este conocimiento adquiere todo un valor si se tiene en cuenta que muchas de las predicciones se efectúan mediante la técnica de escenarios comparados.*
- En el programa de vigilancia se pueden detectar alteraciones no previstas en el Estudio de Impacto Ambiental, debiendo en este caso adoptarse medidas correctivas.*

*El programa deberá incorporar, al menos, los siguientes apartados: objetivos, estos deben identificar los sistemas ambientales afectados, los tipos de impactos y los indicadores previamente seleccionados. Para que el programa sea efectivo, el marco ideal es que el número de estos indicadores sea mínimo, medibles y representativos del sistema afectado.*

*Levantamiento de la información, ello implica además, su almacenamiento y acceso y su clasificación por variables. Debe tener una frecuencia temporal suficiente, la cual dependerá de la variable que se esté controlando.*

*Interpretación de la información: este es el rubro más importante del programa, consiste en analizar la información. La visión que prevalecía entre los equipos de*



*evaluación de que el cambio se podía medir por la desviación respecto a estados anteriores, no es totalmente válida. Los sistemas ambientales tienen variaciones de diversa amplitud y frecuencia, pudiendo darse el caso de que la ausencia de desviaciones sea producto de cambios importantes. Las dos técnicas posibles para interpretar los cambios son: tener una base de datos de un período de tiempo importante anterior a la obra o su control en zonas testigo.*

*Retroalimentación de resultados: consiste en identificar los niveles de impacto que resultan del proyecto, valorar la eficacia observada por la aplicación de las medidas de mitigación y perfeccionar el Programa de Vigilancia Ambiental.*

*Considerando todos estos aspectos, el programa de vigilancia de una determinada obra o actividad está condicionado por los impactos que se van a producir, siendo posible fijar un programa que abarque todas y cada una de las etapas del proyecto. Este programa debe ser por tanto específico de cada proyecto y su alcance dependerá de la magnitud de los impactos que se produzcan, debiendo recoger en sus distintos apartados los diferentes impactos previsibles.*

### **Programa de Seguimiento y Vigilancia Ambiental**

Existen diversas políticas y criterios para el cuidado del medio ambiente que el promovente actualmente opera para la Unidad Minera Mulatos, mismos que se aplicarán también en todas las etapas del presente proyecto. Aunado a lo anterior, el proyecto contará con un programa de monitoreo en el cual se integrarán las diversas medidas de mitigación resultantes de la evaluación de la presente manifestación por parte de la autoridad.

### **VII.3 Conclusiones**

*Finalmente y con base en una autoevaluación integral del proyecto, realizar un balance impacto-desarrollo en el que se discutan los beneficios que podría generar el proyecto y su importancia en la modificación de los procesos naturales de los ecosistemas presentes y aledaños al sitio donde éste se establecerá.*

El clima del sitio del proyecto es del tipo templado subhúmedo de humedad media y la superficie del proyecto representa el 0.60% de este tipo de clima presente en la microcuenca hidrológica forestal (MHF).

En el predio se presenta sólo un tipo de roca, Tom(R-Ta), roca ígnea extrusiva tipo Reolita-Tona Ácida, coincidiendo en la ocupación de las rocas dominantes de la MHF.

El área de estudio se ubica en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, en la zona suroeste de la Subprovincia de Sierras y Cañadas del Norte, representando el 0.60% de la superficie de esta Subprovincia.

El tipo de suelos involucrado en el proyecto resulta en su totalidad en el tipo de Feozem, mismos que se verán afectados, aunque sea un valor muy reducido, representando el sitio del proyecto el 0.60% de la superficie de este tipo de suelo de la MHF.



Con la ejecución del proyecto, la erosión potencialmente se incrementara por el desmonte y la ocupación de las 32.32 ha, hasta en 22.068 ton/ha, lo que representa una erosión total a mitigar de 529.354 ton totales. Sin embargo, se prevé la ejecución de 2,912 terrazas individuales, así como la construcción de 5 zanjas bordo que totalizan una retención de 3,772.249 ton de suelo durante 3 años, alcanzándose a revertir el proceso potencialmente erosivo desde el año 3 con una retención por encima de la afectación para generar un residual positivo de 227.370 ton de retención de suelo adicional.

El proyecto se ubica en la región hidrológica RH-09 llamada Sonora Sur, en la cuenca B llamada Río Yaqui, en la subcuenca (q) Río Mulatos, con una ocupación muy reducida donde no existen corrientes de agua permanentes cercanas que pudieran incrementar la relevancia de la afectación por las obras previstas en el proyecto, siendo sólo de ámbito local muy reducida.

En la región de Mulatos, el flujo de las aguas subterráneas a nivel regional es mínimo. La falta de un flujo regional es el resultado de una alta disección estructural del terreno y de la ausencia de unidades geológicas permeables lateralmente extensas y porosas. La hidrología subterránea del predio del proyecto cuenta con sólo una unidad geohidrológica, siendo el material consolidado con posibilidades medias de extracción.

La eliminación de la cubierta vegetal por el cambio de uso de suelo suscitará la reducción de la infiltración de agua de lluvia hacia las capas inferiores del subsuelo, dificultando la recarga del manto freático; asimismo, al desfavorecerse la infiltración, aumentará la escorrentía por la falta de una capa de vegetación protectora (eliminada por el desmonte), así como la falta de la capa superficial del suelo (extraída durante el despalme). La superficie del proyecto sólo será afectada temporalmente y es en la misma donde se realizarán las actividades de reforestación y obras de conservación de suelo las cuales tienen como finalidad disminuir al 0% o incluso tener ganancia de infiltración, teniéndose finalmente como resultado una infiltración positiva del orden de los 45.66 m<sup>3</sup> al año.

En términos de diversidad biológica, el proyecto se encuentra totalmente fuera de alguna área natural protegida con decreto por lo que el proyecto no limita ni condiciona las políticas de regulación y control encaminadas al desarrollo de dichas áreas de biodiversidad regional.

La cuenca del río Yaqui cuenta con un 83% de ocupación con vegetación primaria. Respecto a la vegetación natural de la cuenca, el proyecto involucra la ocupación en el 0.005%. El análisis de la vegetación identificada en el predio indica la ocurrencia de tipo de vegetación de bosque de encino pino (BQP).

Los parámetros poblacionales medidos, tanto en la MHF como en el predio del proyecto están mejor representados en la MHF que en el predio sujeto a CUSTF, por lo que la distribución y abundancia de las especies que serán desmontadas para dar paso a las obras previstas, no comprometen la diversidad de especies en el sitio.

Se prevé como medida de mitigación de la remoción de vegetación con acciones de rescate y reubicación de especies susceptibles de ello. Debido a que no existen



especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se prevé la reforestación, el rescate y reubicación de 2,919 ejemplares de los estratos arbóreo y arbustivo considerando la abundancia total de las especies involucradas.

Con el desmonte a realizar se verán afectados los sitios de alimentación y/o de paso de algunas de las especies de fauna silvestre, por lo que a fin de salvaguardar los recursos faunísticos de la zona, se cuenta con un programa de rescate y reubicación de fauna, el cual se encuentra actualmente en operación para las actividades actuales de la empresa. A nivel de predio, se estima encontrar las siguientes especies normadas basadas en el antecedente de los resultados obtenidos durante el muestreo en campo, con la aclaración que el libre desplazamiento permitirá que muchas de estas especies se movilicen por sí mismas hacia el entorno inmediato, en hábitat similar a la distribución actual: Rata Canguro de Merriam (*Dipodomys merriami*), Gavilán de cooper (*Accipiter cooperi*), Guajolote norteño (*Meleagris gallopavo*), Búho Cornudo (*Bubo virginianus*) y Cascabel adiamantada del Oeste (*Crotalus atrox*)

El proyecto corresponde a la integración a los procesos de explotación minera en su operación actual, la ampliación o modificación del Tajo El Salto, la construcción de la pileta 8 que se integra al sistema de lixiviación existente en la mina, la ampliación del patio de lixiviación (incluye la construcción de un camino de 972 metros lineales), así como la reubicación de la torre de telecomunicaciones, y continuación de explotación del banco de arcilla, todo ello en el contexto de las operaciones preexistentes en La Unidad Minera Mulatos

Todo lo anterior en una nueva ocupación de superficie de 32.32 ha que cuentan con vegetación forestal.

Los distintos componentes del presente proyecto serán construidos conforme a lo señalado en la norma oficial mexicana NORMA Oficial Mexicana NOM-155-SEMARNAT-2007, Que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata.

Considerando las características del presente proyecto señaladas en el Capítulo II, la descripción del área de estudio en el Capítulo IV y el análisis de impactos del Capítulo V, podemos concluir que la afectación de este proyecto se restringe solamente al área del proyecto, sin trascender hacia las áreas vecinas.

Asimismo, al considerar las diferentes medidas que la empresa implementará, aunado a las medidas de mitigación específicas para cada uno de los impactos identificados para el presente proyecto puede esperarse que las afectaciones que se generarán en sus diferentes etapas sean aún más controladas.

Los principales impactos causados son sobre la calidad del suelo, desmonte de vegetación, desplazamiento de fauna silvestre, modificación del paisaje, generación de polvos y modificación de escorrentías naturales intermitentes.

Técnica y ambientalmente se ha efectuado un análisis completo para determinar la viabilidad del presente proyecto, los resultados obtenidos muestran que aunque habrá



una modificación en las condiciones actuales del área, éstas no serán críticas y que a mediano-largo plazo pudieran recuperarse con un apoyo eficiente y oportuno de aplicación de medidas preventivas, de restauración, compensación y mitigación.

Desde el punto de vista ecológico existe factibilidad tomando en cuenta que su realización no comprometerá la biodiversidad de la zona y que los impactos adversos son mitigables. Además de que de antemano ya existen medidas efectivas para contrarrestar o minimizar la magnitud de los impactos adversos que han sido identificados.

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

El uso actual del terreno es de agostadero, con antecedentes de exploración en la mayor parte de la superficie solicitada, donde la vocación forestal carece de repercusión comercial.

El proyecto representa un efecto detonador en la economía local, sobre todo por la continuidad de proyectos de crecimiento de la empresa promotora, al pasar de una exploración sistemática a reservas probadas para la explotación del mineral, lo cual implica beneficios directos en las comunidades rurales inmediatas, municipio de Sahuaripa.



## **CAPITULO VIII**

### **INSTRUMENTOS METODOLOGICOS**





Clasificación de Provincias en el Estado de Sonora. Fuente INEGI.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (2004). 'Regiones Terrestres Prioritarias'. Escala 1:1000000. México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1999). "Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO". Escala 1: 10000 00. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1997). "Provincias biogeográficas de México". Escala 1:4000000. México.

Estudio técnico justificativo para el cambio de uso de suelo Proyecto: "Ampliación Mulatos 2018", Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V., 2018

GÓMEZ O., D. 2003. Evaluación del impacto ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Madrid: Mundi-Prensa.

Helena Cotler Ávalos, Comp. 2010. Las Cuencas Hidrográficas de México. Diagnóstico y Priorización. SEMARNAT. México. ISBN 978-607-765-507-7

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, México). 2009. Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250,000: Serie III.

INEGI, 2010. Censo de Población y Vivienda.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) -Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) - Instituto Nacional de Ecología (INE). (2008). Ecorregiones terrestres de México (2008) Catálogo de metadatos geográficos

NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo. DOF. 30 diciembre 2010.

NORMA Oficial Mexicana NOM-155-SEMARNAT-2007, Que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata.

Plan Nacional de Desarrollo 2013 - 2018

Plan Estatal de Desarrollo 2016 – 2021

Plan Municipal de Desarrollo (PMD) para el municipio de Sahuaripa, periodo 2016-2018

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora

