

Manifestación de Impacto Ambiental
modalidad particular
del Proyecto denominado

“Planta Concentradora Buenavista del Zinc”,
a ubicarse en el municipio de Cananea,
estado de Sonora.

CAPÍTULO I
CONSULTA PÚBLICA

Febrero 2018.

CONTENIDO

I.	DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	4
I.1.	Proyecto.....	4
I.1.1.	Nombre del proyecto	4
I.1.2.	Ubicación del proyecto	4
I.1.3.	Tiempo de vida útil del proyecto	5
I.1.4.	Presentación de la documentación legal	5
I.2.	Del Promovente	8
I.2.1.	Nombre o razón social	8
I.2.2.	Registro Federal de Contribuyentes	8
I.2.3.	Nombre y cargo del Representante Legal	8
I.2.4.	Dirección del promovente o su representante legal para recibir u oír notificaciones	8
I.3.	Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.....	8
I.3.1.	Nombre o razón social de la Empresa Consultora	8
I.3.2.	Registro Federal de Contribuyentes	8
I.3.3.	Nombre del Responsable Técnico del estudio.....	8
I.3.4.	Dirección del Responsable Técnico del estudio.....	8

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.	Ubicación geográfica del sitio del Proyecto, a ubicarse en el municipio de Cananea, estado de Sonora.	6
Figura 1.2.	Principales vías de acceso al sitio del Proyecto.	7

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.1.** Plano de ubicación del Sitio del Proyecto.
- Anexo 1.2.** Copia simple que demuestra la legal posesión del predio donde se ubica el sitio del Proyecto.
- Anexo 1.3.** Acta constitutiva de la empresa Promovente, así como de la escritura en la que consta el cambio de denominación social de Mexicana de Cananea, S.A. de C.V.
- Anexo 1.4.** RFC de la empresa Promovente.
- Anexo 1.5.** Documentación que acredita la personalidad del apoderado legal.
- Anexo 1.6.** Copia simple de la identificación oficial del apoderado legal.

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

I.1. Proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

El proyecto denominado “**Planta Concentradora Buenavista del Zinc**” (enseguida también referido como el Proyecto), a ubicarse en el municipio de Cananea, estado de Sonora, es presentado por la empresa promovente **Buenavista del Cobre, S.A. de C.V.** (citada también como la Promovente).

El Proyecto tiene como objetivo la construcción, instalación, operación y mantenimiento de una nueva planta concentradora de minerales con valores de zinc y cobre¹, que incluye infraestructura típica de una operación de beneficio de minerales por los procesos de trituración, molienda, y concentración por flotación.

I.1.2. Ubicación del proyecto

El sitio donde se pretende llevar a cabo el Proyecto, se localiza dentro de las instalaciones del complejo minero metalúrgico de la empresa Promovente en el municipio de Cananea, estado de Sonora. Su cabecera municipal es la población de la Heroica Ciudad de Cananea y se localiza en el paralelo 30°58' de latitud Norte y 110°17' de longitud Oeste; a una altitud promedio de 1,654 m s.n.m. El municipio de Cananea colinda al Norte con los Estados Unidos de Norteamérica, al Noroeste con el municipio de Naco, al Sur con Arizpe, al Suroeste con Bacoachi, y al Oeste con Imuris y Santa Cruz (**Figura 1.1**). En el **Anexo 1.1** se presenta el plano de ubicación del polígono envolvente del sitio del Proyecto.

¹ La confirmación de las reservas mineras de zinc en el depósito mineral de Buenavista del Cobre, fue producto de los resultados obtenidos de los proyectos autorizados: “Exploración Buenavista del Zinc” (Oficio de Autorización DS-SG-UGA-IA-0460-13) y “Exploración Buenavista del Zinc, Segunda Etapa” (Oficio de Autorización DS-SG-UGA-IA-0017-15).

El principal acceso carretero a la población de Cananea, es a través de la ciudad de Hermosillo, capital del estado de Sonora, y posteriormente al Norte sobre la Carretera Federal No. 15 hacia el poblado de Santa Ana, se continúa enseguida hacia el Noreste hasta Ímuris, donde se toma la Carretera Federal No. 2, que comunica a Ímuris con Cananea. Una vez en la ciudad de Cananea, el acceso al sitio del proyecto, es a través del camino de acceso a las instalaciones de la empresa Promovente (**Figura 1.2**).

La superficie total del Proyecto es de **43.3216 ha (433,215.8476 m²)**.

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

El tiempo de vida útil del Proyecto corresponde a un período de 20 años, durante los cuales, las etapas de preparación del sitio y construcción, serán ejecutadas durante tres años, que incluyen el precomisionamiento y comisionamiento, así como las pruebas de puesta en marcha; mientras que la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto será ejecutada hasta el año 18, con los dos últimos años restantes serán utilizados para la etapa de abandono.

I.1.4. Presentación de la documentación legal

El predio en el que se ubica el Proyecto, se encuentra dentro de las instalaciones del complejo minero metalúrgico, que es propiedad de la empresa Buenavista del Cobre, S.A. de C.V. (-----).

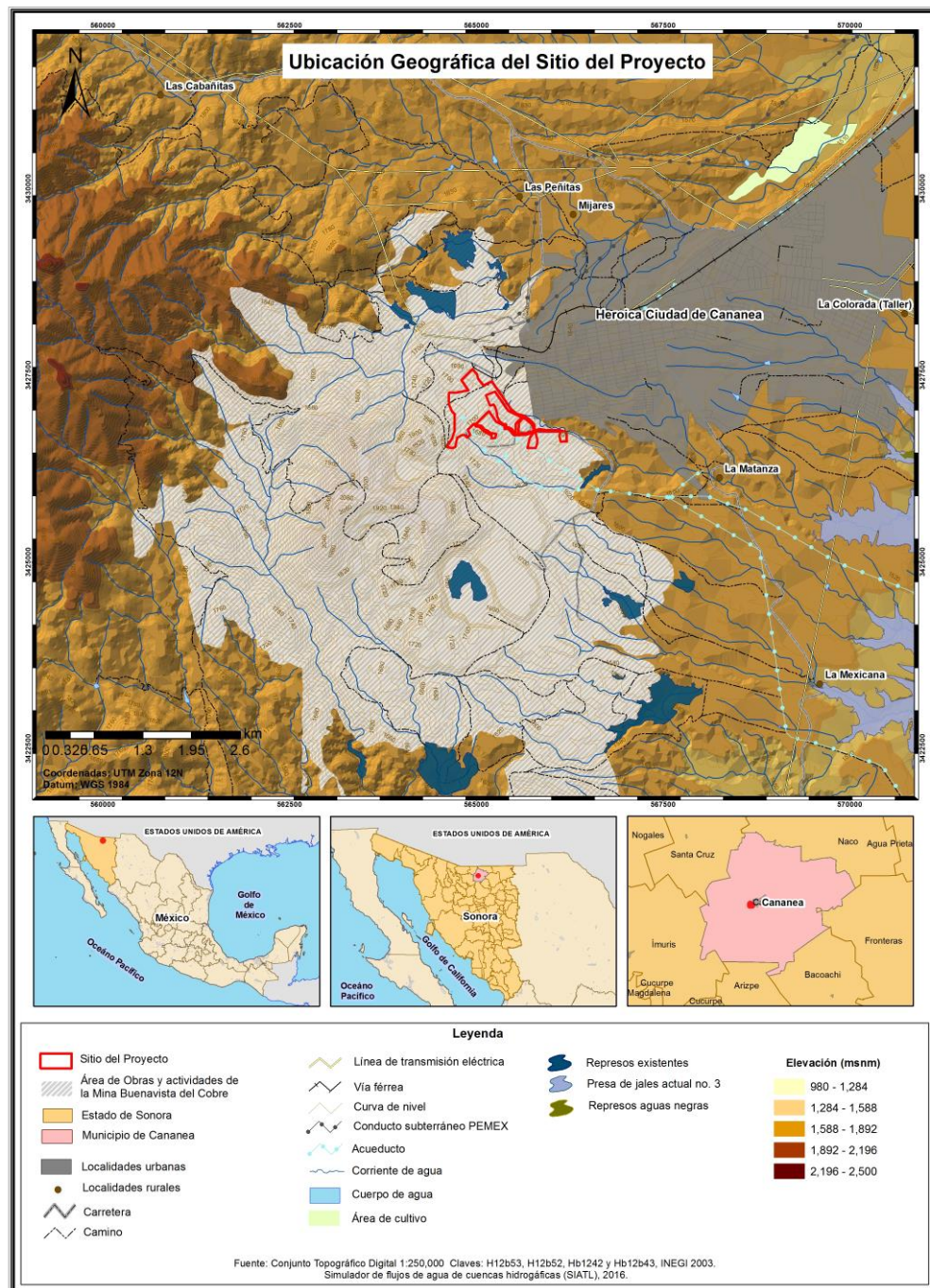


Figura 1.1. Ubicación geográfica del sitio del Proyecto, a ubicarse en el municipio de Cananea, estado de Sonora.

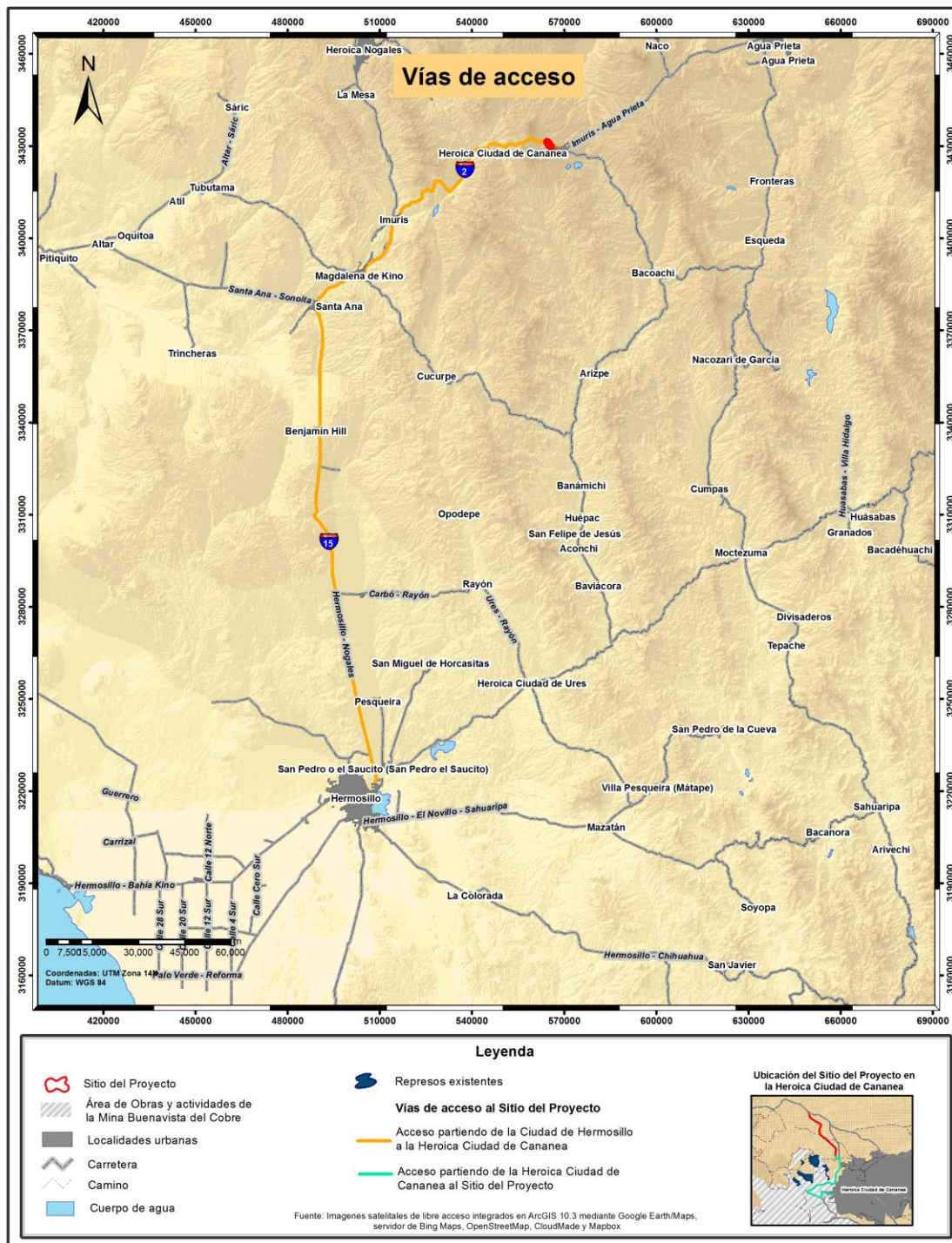


Figura 1.2. Principales vías de acceso al sitio del Proyecto.

I.2. Del Promovente

I.2.1. Nombre o razón social

El Promovente del Proyecto, es la empresa **Buenavista del Cobre, S.A. de C.V.** -----

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes

-----.

I.2.3. Nombre y cargo del Apoderado Legal

-----.

I.2.4. Dirección del promovente o 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 de la Empresa Consultora

-----.

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes

-----.

I.3.3. Nombre del Responsable Técnico del estudio

-----.

I.3.4. Dirección del Responsable Técnico del estudio

-----.

Manifestación de Impacto Ambiental
modalidad particular
del Proyecto denominado

“Planta Concentradora Buenavista del Zinc”,
a ubicarse en el municipio de Cananea,
estado de Sonora.

CAPÍTULO II
CONSULTA PÚBLICA

Febrero 2018.

CONTENIDO

II.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	4
II.1.	Información general del Proyecto.....	4
II.1.1.	Naturaleza del Proyecto	4
II.1.1.1.	Descripción del Proceso	5
II.1.2.	Selección del sitio.....	18
II.1.3.	Ubicación física del Proyecto y planos de localización	20
II.1.4.	Inversión requerida.....	24
II.1.5.	Dimensiones del Proyecto.....	24
II.1.5.1.	Superficie total requerida.....	24
II.1.5.2.	Superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal del sitio del Proyecto.	25
II.1.5.3.	Superficie para obras permanentes.....	25
II.1.5.4.	Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y sus colindancias	25
II.1.6.	Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.....	27
II.2.	Características particulares del Proyecto.....	29
II.2.1.	Programa general de trabajo.....	29
II.2.2.	Preparación del sitio.....	30
II.2.3.	Construcción de obras mineras.....	30
II.2.4.	Construcción de obras asociadas o provisionales.....	32
II.2.5.	Etapas de operación y mantenimiento.....	33
II.2.6.	Etapas de abandono del sitio.....	33
II.2.7.	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.....	33
II.2.8.	Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos.....	36
II.2.9.	Otras fuentes de daños.....	37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1.	Cronograma de actividades en cada etapa del Proyecto “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”.	31
Cuadro 2.2.	Relación de residuos generados con almacenamiento y disposición final.	36

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 2.1	Plano de obras y actividades del Proyecto.
Anexo 2.2	Análisis por laboratorio acreditado de la prueba de toxicidad de los residuos del beneficio del mineral de zinc conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003.
Anexo 2.3	Cuadro de coordenadas UTM (Zona 12N, WGS 84) del polígono envolvente del sitio del Proyecto.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.	Ubicación geográfica del sitio del Proyecto, localizado dentro de las instalaciones del complejo minero metalúrgico de Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., en el municipio de Cananea, estado de Sonora.	6
Figura 2.2.	Distribución de obras y actividades principales del Proyecto “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”, dentro del polígono del sitio del Proyecto.	7
Figura 2.3.	Diagrama de flujo simplificado del proceso involucrado en el proyecto “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”.	8
Figura 2.4.	Circuitos de trituración y molienda como parte de la preparación del mineral previa concentración de valores de zin y de cobre.	14
Figura 2.5.	Circuito de flotación selectiva de cobre en la Planta Concentradora Buenavista del Zinc.	15
Figura 2.6.	Circuito de flotación selectiva de zinc en la Planta Concentradora Buenavista del Zinc.	17
Figura 2.7.	Vista panorámica del área dentro de las instalaciones del complejo minero metalúrgico de Buenavista del Cobre, para la construcción y operación del Proyecto.	19
Figura 2.8.	Polígono A del sitio del Proyecto, considerando las coordenadas de su ubicación y delimitación.	21
Figura 2.9.	Polígono B del sitio del Proyecto, considerando las coordenadas de su ubicación y delimitación.	22
Figura 2.10.	Vías de comunicación que permiten el acceso al sitio del Proyecto, ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora.	23
Figura 2.11.	Superficie a afectar con respecto al tipo Vegetación y Uso de Suelo en el sitio del Proyecto, de acuerdo a la Serie VI de INEGI.	26

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información general del Proyecto.

II.1.1. Naturaleza del Proyecto

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular del Proyecto denominado "**Planta Concentradora Buenavista del Zinc**" (enseguida también referido como el Proyecto), a ubicarse en el municipio de Cananea, estado de Sonora, el cual consiste en la construcción, instalación, operación y mantenimiento de una nueva planta concentradora de minerales con valores de zinc y cobre, que incluye infraestructura típica de una operación de beneficio de minerales por los procesos de trituración, molienda, y concentración por flotación. El Proyecto de la planta concentradora, está integrado por las siguientes obras y actividades

- i. Trituración primaria del mineral (obra existente);
- ii. Transporte del mineral grueso a través de bandas;
- iii. Apilamiento temporal de mineral grueso en almacén cubierto;
- iv. Trituración-molienda del mineral en molienda SAG¹ y molino de bolas;
- v. Concentración por flotación selectiva de minerales con valores de cobre y de zinc;
- vi. Circuito de descarga de concentrado de cobre;
- vii. Espesador, filtrado y embarque de concentrados de zinc;
- viii. Circuito de descarga de colas de flotación.

Esta nueva planta procesará el mineral con una capacidad de 20,000 toneladas métricas secas por día (tmpd), operando los 365 días del año para procesar 7,300,000

¹ SAG, de las siglas en ingles de Molienda Semi Autógena.

toneladas métricas secas por año (tmpa). A este ritmo de procesamiento, se tendrá suficiente mineral disponible en reservas para un período de beneficio hasta por 18 años.

A esta planta concentradora de minerales, además se asocian las siguientes obras: [i] Subestación eléctrica de interconexión de circuitos eléctricos; [ii] Tanques y bombas de agua para proceso; [iii] Tanque de distribución de lechada de cal; y [iv] Edificio de carga y manejo de concentrados.

Este nuevo proyecto forma parte del programa de incremento de la recuperación de zinc (Zn) y cobre (Cu) por la empresa Buenavista del Cobre, S.A. de C.V. (Promovente), a través de la instalación y construcción de nuevas infraestructuras operativas y del aprovechamiento y reacondicionamiento de algunas otras, en particular el aprovechamiento de áreas sin uso actual dentro de las instalaciones del complejo minero metalúrgico de la empresa para establecer el sitio del Proyecto (ver **Figura 2.1**).

II.1.1.1. Descripción del Proceso

El Proyecto tiene como principal objetivo la construcción, instalación y operación de una planta concentradora de minerales con valores de zinc y cobre, la cual incluye: [i] la trituración primaria del mineral (obra y operación existente); [ii] el transporte del mineral grueso a través de bandas; [iii] el apilamiento de mineral grueso en almacén cubierto; [iv] la trituración-molienda en molino SAG; [v] molienda en molino de bolas; [vi] la planta concentradora por flotación selectiva de minerales de cobre y de zinc; [vii] el circuito de descarga de concentrado de cobre; [viii] circuito de espesador, filtrado y embarque de concentrados de zinc; y [ix] circuito de descarga de colas de flotación (tuberías). En la **Figura 2.2**, se presenta el mapa del sitio del proyecto con la ubicación general de las obras y actividades objeto del Proyecto, y en el **Anexo 2.1** se encuentra el plano de obras y actividades.

En la **Figura 2.3** se presenta el diagrama general del proceso que integra el Proyecto, cuyo diseño, equipos y características operativas siguen los criterios más avanzados para un proceso convencional de flotación selectiva de zinc, como se demuestra en las **Figuras 2.4 a 2.6**.

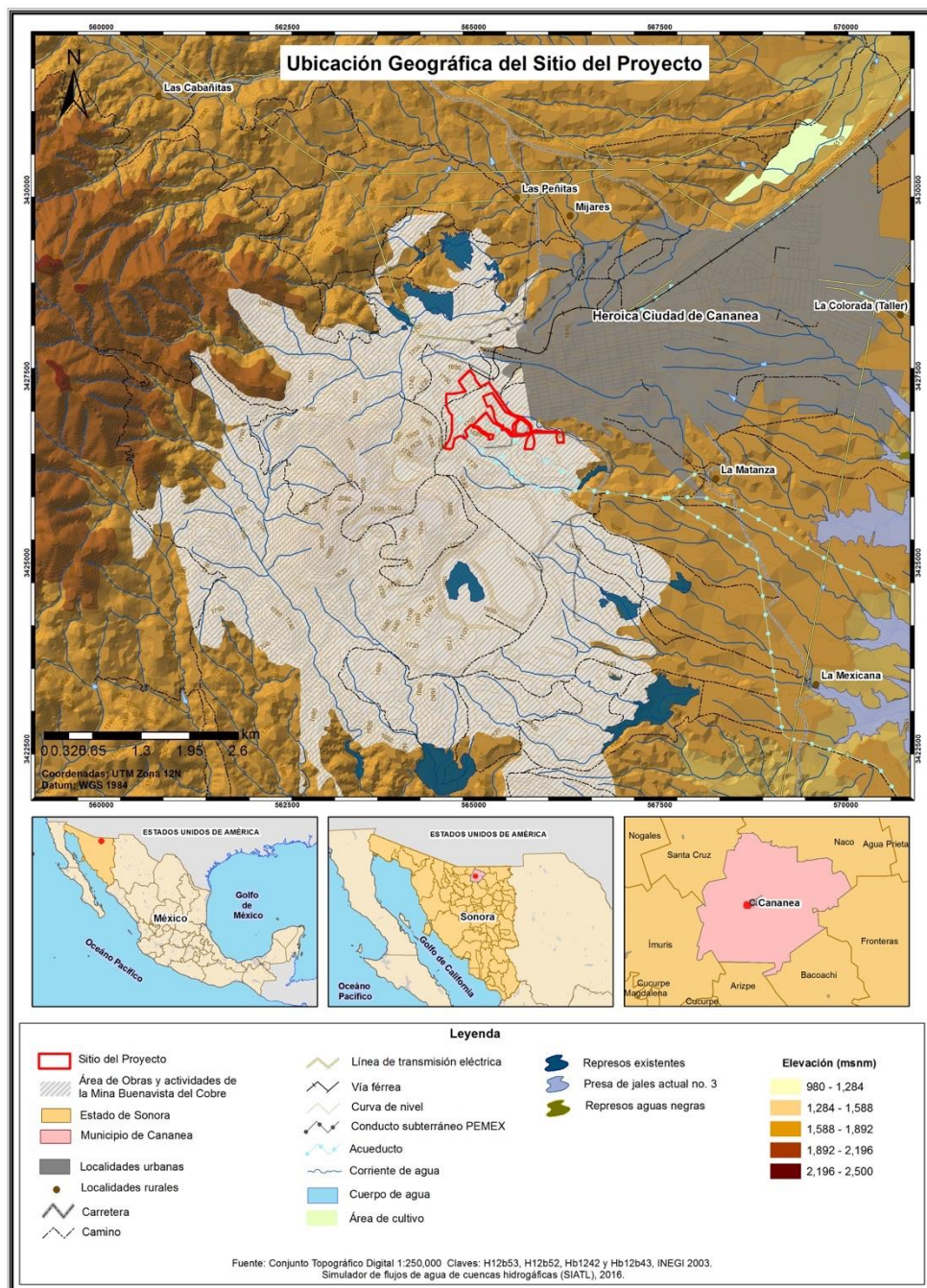


Figura 2.1. Ubicación geográfica del sitio del Proyecto, localizado dentro de las instalaciones del complejo minero metalúrgico de Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., en el municipio de Cananea, estado de Sonora.

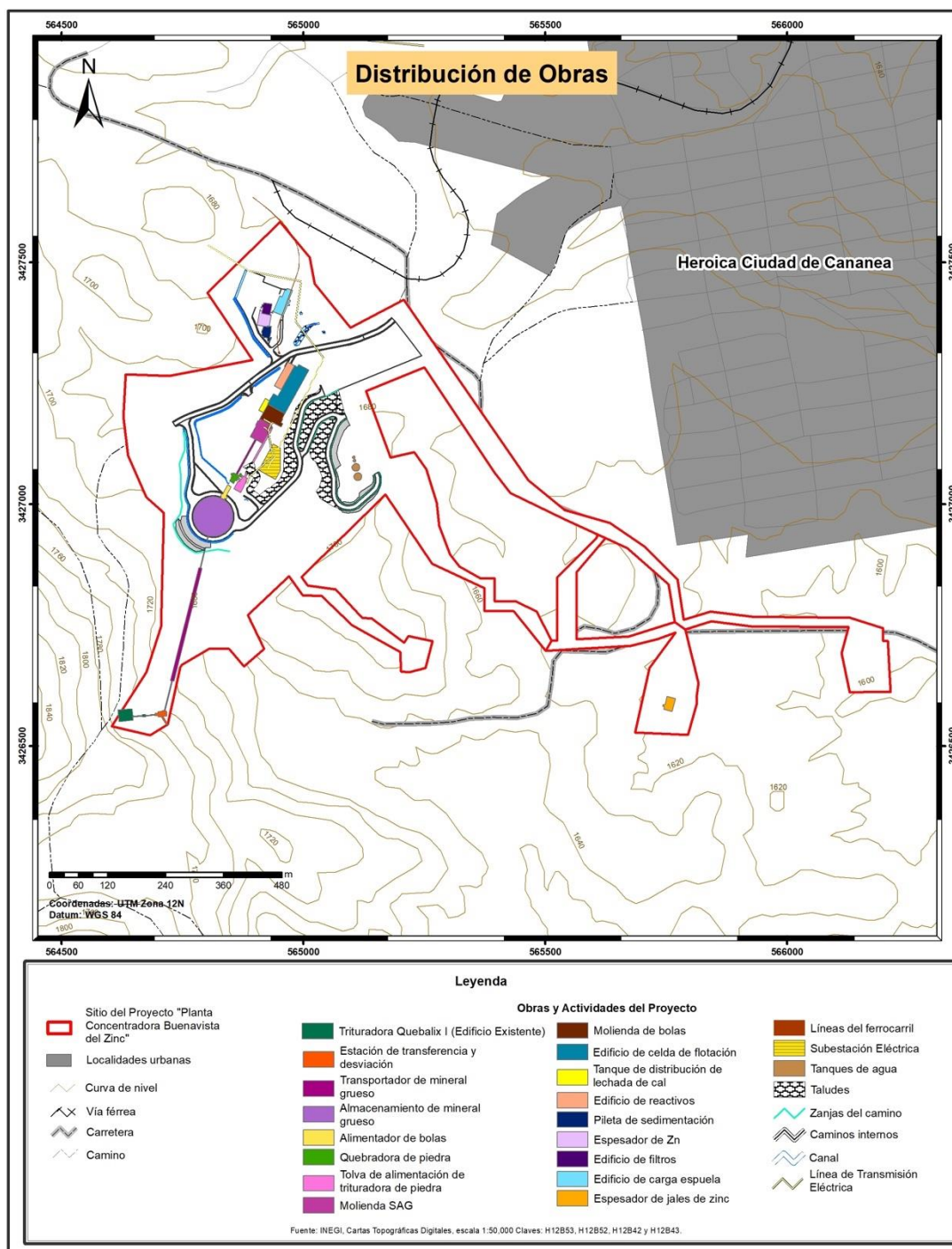


Figura 2.2. Distribución de obras y actividades principales del Proyecto "Planta Concentradora Buenavista del Zinc", dentro del polígono del sitio del Proyecto.

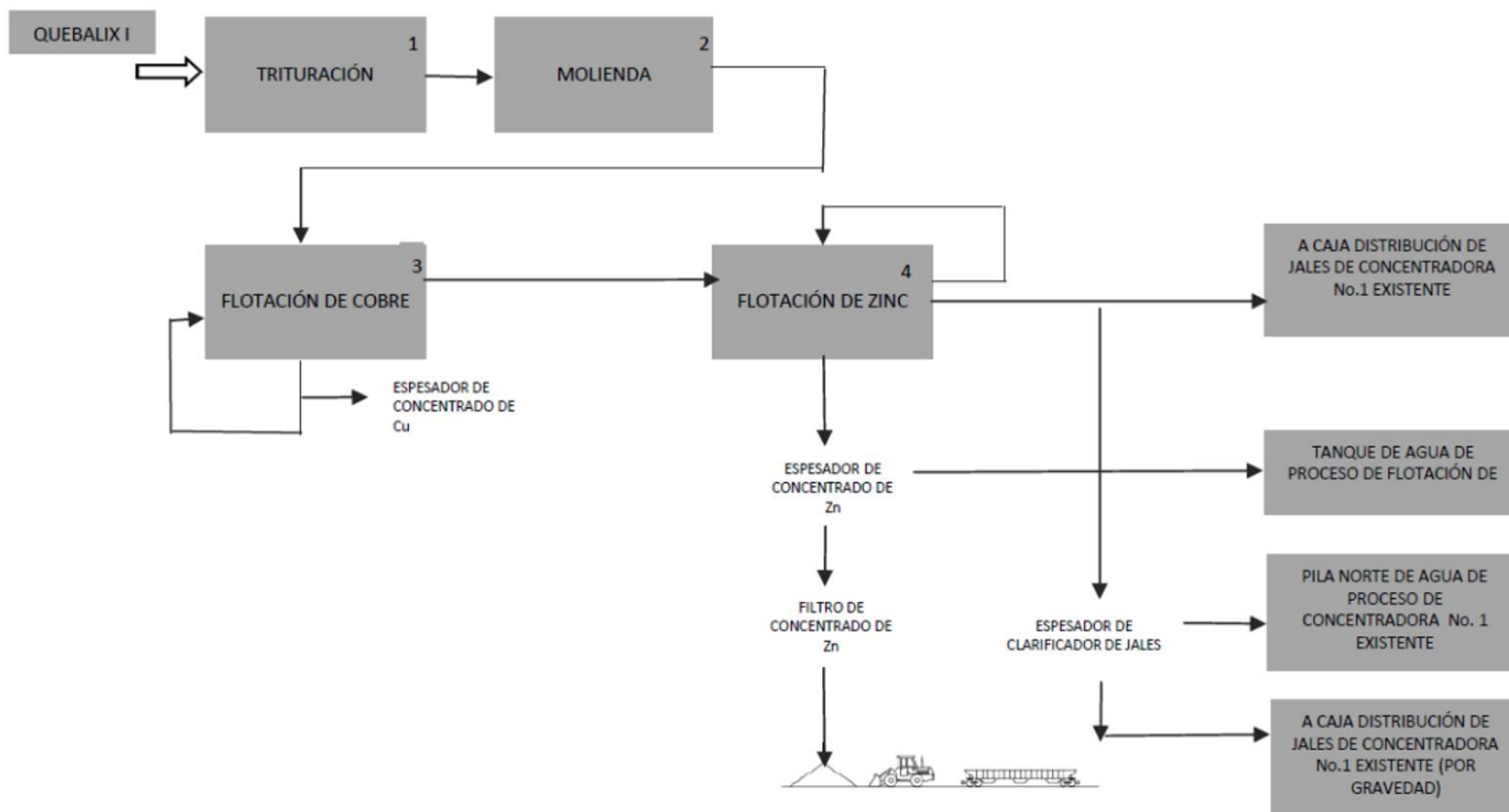


Figura 2.3. Diagrama de flujo simplificado del proceso involucrado en el proyecto “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”.

La caracterización y cuantificación de especies minerales en la mena y de sus productos metalúrgicos, permitió determinar las características de los minerales de valor y su relación con los minerales de ganga acompañantes. El mineral contiene una ley promedio de 0.554% Cu y 1.809% Zn. Se identificaron diferentes tipos de roca con mineralización económica de zinc, cobre y plata en un yacimiento tipo Skarn (probablemente originado antes del emplazamiento del pórfido cuarzo-feldespático), destacando mineralizaciones con sulfuros primarios y otra con minerales oxidados (óxidos y carbonatos minerales), aunque todos con la capacidad fisicoquímica para ser susceptibles de concentrarse selectivamente por el proceso de flotación de minerales. Entre los minerales de ganga, destacan además del cuarzo, dos familias diferentes de arcillas: las caolínicas (montmorillonita, caolinita y esmectita) y las serpentinas (saponita).

La esfalerita (ZnS) es el único mineral primario de zinc. Es común la presencia de microinclusiones de calcopirita (FeCuS_2) dentro de las partículas de esfalerita, así como hierro (Fe) en solución sólida dentro de la estructura cristalina del sulfuro de zinc, por lo que los concentrados de zinc siempre serán afectados por valores de Cu y Fe. Los cristales de esfalerita observados al microscopio son de tamaño mayor de 0.1 mm, por lo que una molienda a tamaño de 150 mallas (0.105 mm) se considera suficiente para liberar al mineral de zinc de los minerales de ganga.

El zinc que se encuentra como óxidos minerales, corresponde a un carbonato de hierro, con proporciones importantes de Zn en su composición. Se trata de una composición intermedia entre siderita (FeCO_3), smithsonita (ZnCO_3) y rodocrosita (MnCO_3). Por ello, existe también una correlación de altos valores de Fe y Mn, asociados a las zonas con alto Zn en el mineral oxidado.

Por la presencia del cobre y zinc en sólo algunos minerales con susceptibilidad a la flotación selectiva de minerales, es posible la calidad y eficiencia en su separación utilizando reactivos convencionales de flotación (espumante, depresor, colector, aditivos de condiciones de pH) para la obtención de los concentrados, que son optimizados incrementando el tiempo de flotación y las etapas de limpieza.

El concentrado final de cobre estará constituido por sulfuros minerales como calcopirita (CuFeS_2), esfalerita (ZnS), digenita (Cu_9S_5), bornita (Cu_5FeS_4), pirita (FeS_2), galena (PbS) y calcocita (Cu_2S), producto de varias asociaciones minerales: esfalerita-calcopirita, calcopirita-bornita-digenita y calcopirita-pirita. El concentrado final de zinc, estará representado por: esfalerita (ZnS), calcopirita (CuFeS_2), pirita (FeS_2), hematita (Fe_2O_3), bornita (Cu_5FeS_4), digenita (Cu_9S_5) y calcocita (Cu_2S), cuyos principales minerales en asociación, son: esfalerita-calcopirita y calcopirita-bornita-digenita.

De la operación de la planta concentradora serán recuperados los siguientes productos:

1. Un concentrado de cobre, que de la celda de flotación de segunda limpia de cobre, se enviará en pulpa al espesador de concentrados de cobre ya existente en la Concentradora de Cobre I, ya en operación en las instalaciones del complejo minero metalúrgico de la empresa;
2. Un concentrado de zinc, recuperado a partir de las celdas de la segunda limpia del circuito de flotación de zinc, espesado, filtrado y embarcado en góndola de ferrocarril para su venta;
3. Colas finales de flotación, recuperadas en pulpa a partir de las celdas de flotación agotativa de zinc, y enviadas por tubería a un espesador de colas de flotación, donde se unirán a las colas de flotación de la Concentradora de Cobre I.

A lo largo del circuito de flotación y espesamiento de concentrados y de colas de flotación, se integran circuitos cerrados, de tal manera que no existe pérdidas en el agua de proceso, por lo que no se involucra ninguna salida o descarga adicional en este proceso. El agua involucrada en el proceso es por tanto, exclusivamente agua de recuperación de los circuitos de flotación y de la recuperación desde las presas de jales operadas por la empresa Promovente.

El Proyecto no incluye la instalación y operación de una nueva presa de jales, aprovechando las ya construidas y autorizadas a la empresa Promovente².

Enseguida se presenta una breve descripción de las etapas del proceso, cuya ubicación de obras se mostró en las **Figura 2.2** y **2.3**, así como en el **Anexo 2.1**.

- **Trituración primaria del mineral.** El mineral con valores de cobre y zinc será transportado en camión desde la mina hasta la planta trituradora QUEBALIX I (ya existente).
- **Transporte del mineral grueso a través de bandas.** La planta estará diseñada para una capacidad promedio de 20,000 tmpd de mineral, que será transportado desde la planta QUEBALIX 1 (existente), hasta el sitio donde será apilado para su trituración.
- **Apilamiento de mineral grueso en almacén cerrado.** el área de almacenamiento de mineral grueso tendrá una capacidad de 20,000 toneladas métricas vivas y 80,000 toneladas métricas totales. El sistema contará con dos bandas alimentadoras: una banda transportadora de sobretamaño de criba del molino SAG, y una banda para el transporte de mineral proveniente del área de trituración primaria existente.

La banda transportadora de sobretamaño de criba del molino SAG, enviará directamente el mineral a la tolva de alimentación de la trituradora de piedra, cuyo mineral irá al almacenamiento de piedras de emergencia y el resto pasará al alimentador de la trituradora de piedra, para posteriormente ir al paquete hidráulico de la trituradora de piedra y finalmente se unirá en una banda para ser conducido al molino SAG.

El transporte del mineral proveniente del área de trituración primaria existente, se llevará al chute de alimentación del transportador de mineral grueso, hasta una banda que lleva directo al apilamiento del mineral. Una vez apilado el material en esta área, este será llevado mediante flujo constante o intermitente hasta una banda que contará con una

² La nueva presa de jales de Buenavista del Cobre cuenta con una Autorización en materia de impacto ambiental, mediante el Oficio Número DS-DG-UGA-IA-0656-13.

serie de equipos auxiliares, como son báscula, tolva de cargado de bolas, y tolva de alimentación de emergencia. Es en esta banda donde en la parte final se mezcla el mineral proveniente de la trituradora de piedra, la cual a su vez es alimentada por el mineral proveniente de la banda transportadora de sobretamaño de criba de la molienda SAG.

Esta área será un almacén cerrado que contará con sistemas colectores de polvo con aspersores de agua, alimentados por una bomba a tanque de agua fresca, que rociará el agua al material durante su apilamiento, así como en la banda transportadora que conducirá el mineral directo al Molino SAG.

- **Molienda primaria SAG.** En esta etapa, el circuito de molienda contará con una trituradora de cono (500 HP), el molino SAG (30'Øx14'F/F; 10,000 HP; 7,500 kW), la criba de descarga de molino (10' x 24'), molienda de bolas, y un sistema de ciclones primarios (ver **Figura 2.4**). El mineral triturado grueso se conducirá hacia el molino primario SAG, para reducir su tamaño hasta aproximadamente un 80% menos de 2.6 milímetros, para enviarse al molino de bolas.
- **Molienda secundaria en molino de bolas.** Inicia cuando el mineral que viene desde la criba de descarga del molino SAG, alimenta al circuito de hidrociclones (ciclones primarios), de este último una parte del mineral es llevado en circuito cerrado a la molienda de bolas (24Ø x 37'; 2 x 7,000 HP; 5,200 kW) y entregar el mineral a un tamaño de producto de 119 micras, y la otra banda que llevara el mineral al tanque de acondicionamiento de cobre (primer proceso de flotación de cobre). A partir de esta etapa, el manejo del mineral será en pulpa. Equipos auxiliares incluyen analizadores de tamaño de partícula, bomba para el muestreo de alimentación de Cu, la caja de bomba de muestreador, y multiplexot de muestreo.
- **Planta concentradora por flotación de minerales.** La flotación selectiva y secuencial se realizará primero para producir un concentrado de cobre y posteriormente, el concentrado de zinc. A partir de esta etapa, a la pulpa mineral se le adicionarán los reactivos para la flotación de los minerales, que corresponden a sustancias químicas no

consideradas peligrosas y que no se encuentran dentro de los Listados de Actividades Altamente Riesgosas.

Circuito de flotación de cobre. El mineral será recibido desde los hidrociclones, hasta el primer tanque de acondicionamiento primario de Cu, donde se agregarán los primeros reactivos: un agente depresor de zinc, un agente colector de cobre (AEROR 3739, constituido por Benzothiazole, Dialquil Ditiocarbamato, Sulfuros inorgánicos e Hidróxido de sodio) y un espumante (T-100-35 (Metil Isobutil Carbinol) (ver **Figura 2.5**).

El ajuste del pH se hará mediante el empleo de cal (Ca(OH)_2). Del primer tanque acondicionador, se llevará la pulpa para iniciar con la primera etapa de flotación primaria de Cu, en estas celdas se hará una decantación hacia la celda de flotación de segunda limpia. El resto será procesado en la segunda etapa de flotación primaria de Cu (ver **Figura 2.5**).

Existen dos procesos cerrados para la segunda etapa de flotación primaria de Cu. Lo decantado en una de estas celdas, se llevará hasta el segundo tanque de acondicionamiento del concentrado primario de Cu, para pasar de ahí a las celdas de flotación de la primera limpia de Cu. En este circuito se mezclarán los reactivos, para obtener finalmente el Concentrado de Cu que se llevará hasta el espesador, el resto es recirculado hasta la segunda etapa de flotación primaria de Cu.

Posteriormente, seguirá la flotación en dos celdas más hasta llegar a la celda de flotación agotativa de Cu, de ahí el proceso seguirá hasta un proceso cerrado de remolienda de Cu, donde una parte pasará a dicho molino, hasta el tanque de acondicionamiento de remolienda de Cu.

El concentrado de cobre será dirigido a un espesador de cobre existente, para realizar las limpias (Limpieza de Cu, **Figura 2.5**) y llegar hasta la segunda etapa de flotación primaria de Cobre y obtener desde la celda de flotación agotativa, el Concentrado final de Cobre, mientras que las colas de esta flotación de cobre, pasan a la flotación primaria de Zinc.

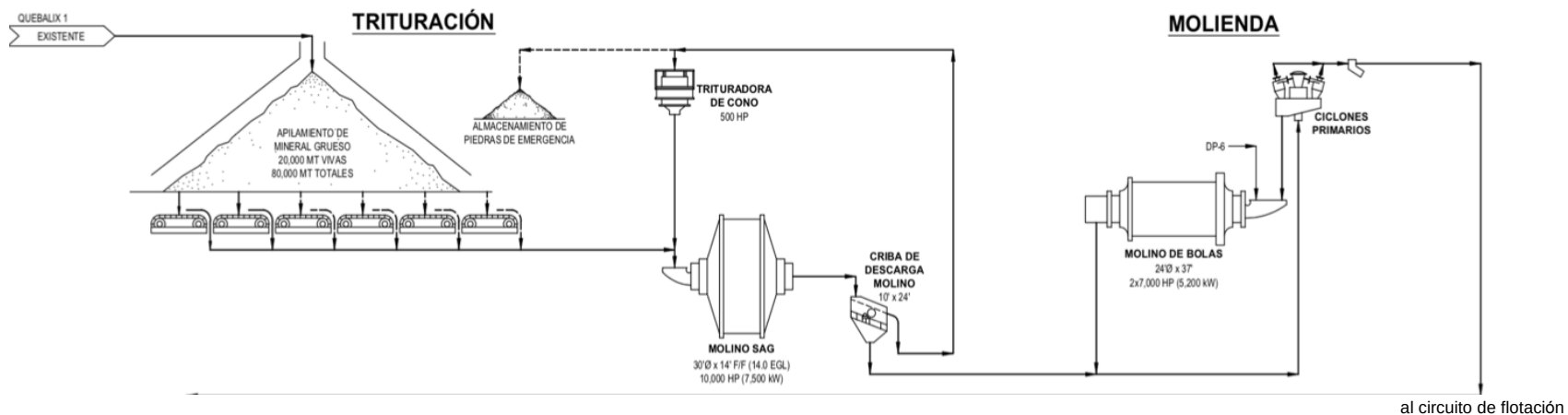


Figura 2.4. Circuitos de trituración y molienda como parte de la preparación del mineral previa concentración de valores de zinc y de cobre.

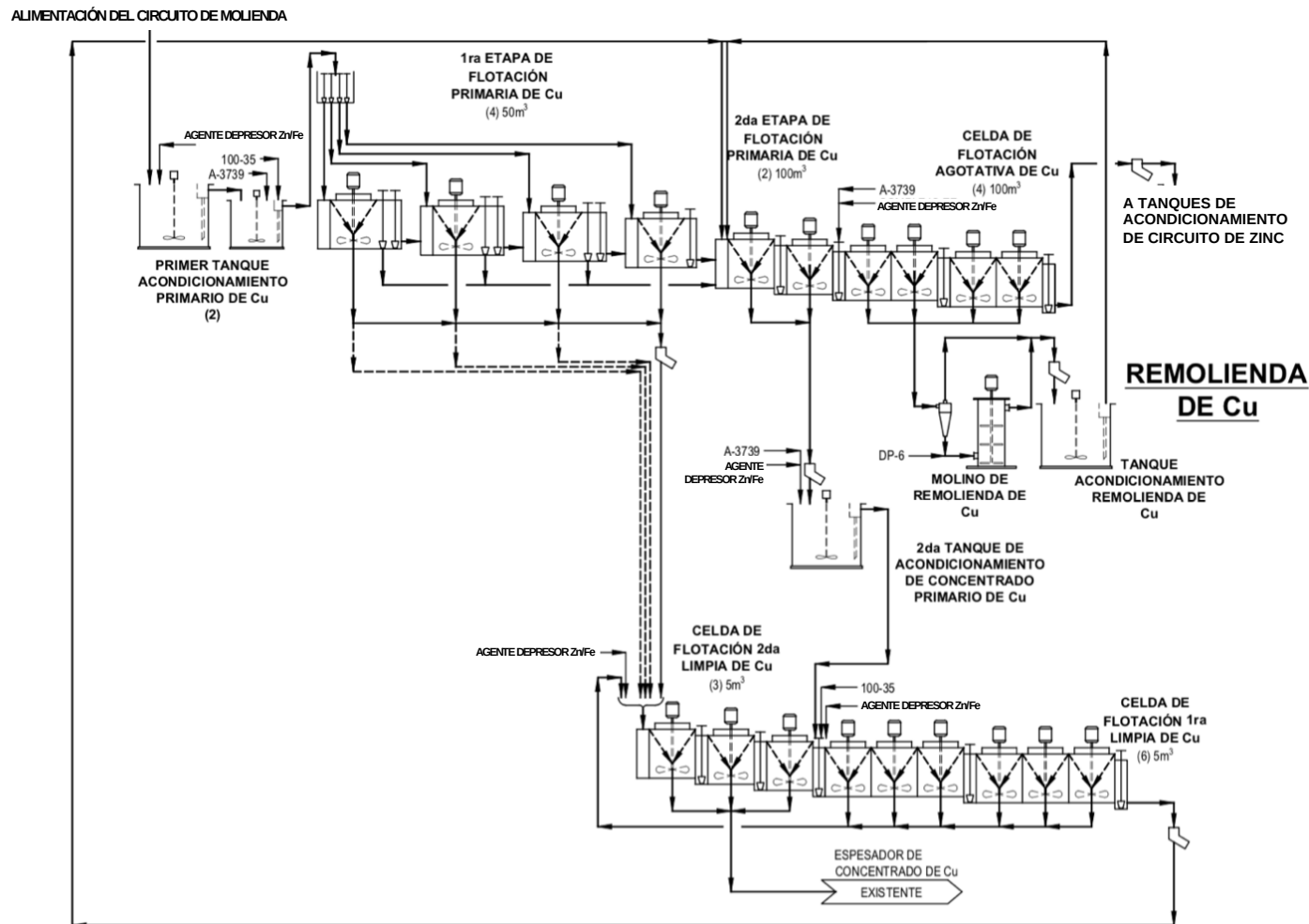


Figura 2.5. Circuito de flotación selectiva de cobre en la Planta Concentradora Buenavista del Zinc.

Circuito de flotación de zinc. Una vez que se pasa al circuito de la flotación de Zinc, se añaden reactivos en el tanque de acondicionamiento primario de Zinc para favorecer la flotación selectiva de este mineral. Para el control de hierro y mejores condiciones de flotación en el circuito de zinc, se empleará cal para el ajuste del pH. Como agente dispersante se utiliza el reactivo Cyquest DP-6, como activador de la esfalerita a sulfato de cobre (CuSO_4); como colector al AEROR 3473 (Tiofosfato, Dialquil Ditiocarbamato, Sulfuros inorgánicos e Hidróxido de sodio) de la compañía Solvey, y como espumante Teutón 100-35 (ver **Figura 2.6**).

Cabe señalar que todos los equipos y celdas ocupadas en el proceso de flotación, son convencionales para este tipo de procesos, cuyas dimensiones se especifican en las **Figuras 2.5 y 2.6**.

Los reactivos utilizados en el proceso de concentración de cobre y de zinc, no son clasificados como peligrosos, sino únicamente representan reactivos orgánicos e inorgánicos, no tóxicos y solubles en agua.

- Circuito de descarga de colas de flotación. Las colas de flotación de la planta Buenavista de Zinc (aproximadamente 9,000 tmpd), descargarán en los espesadores existentes de la Concentradora de Cobre I, en operación dentro de las instalaciones del complejo minero metalúrgico (ver **Figuras 2.2 y 2.6**). En el **Anexo 2.2** se reportan los análisis por laboratorio acreditado de la prueba de toxicidad de los residuos del beneficio del mineral de zinc conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, donde se demuestra que no son tóxicos ni generadores de drenaje ácido de roca.
- Balance de agua del proceso. El requerimiento de agua de repuesto para la planta concentradora, es de 13,237 m³/día, considerando una alimentación de sólidos de 20,000 tmpd. Esto equivale a una tasa de consumo de 0.52 m³/tm de alimentación a la planta. En el bajo flujo del espesador de las colas de flotación, previo envío al espesador de colas de flotación de la Concentradora de Cobre I, se tendrá una concentración de sólidos de 60%, por lo que la totalidad del agua podrá ser recuperada para reutilizarse en la planta concentradora del Proyecto.

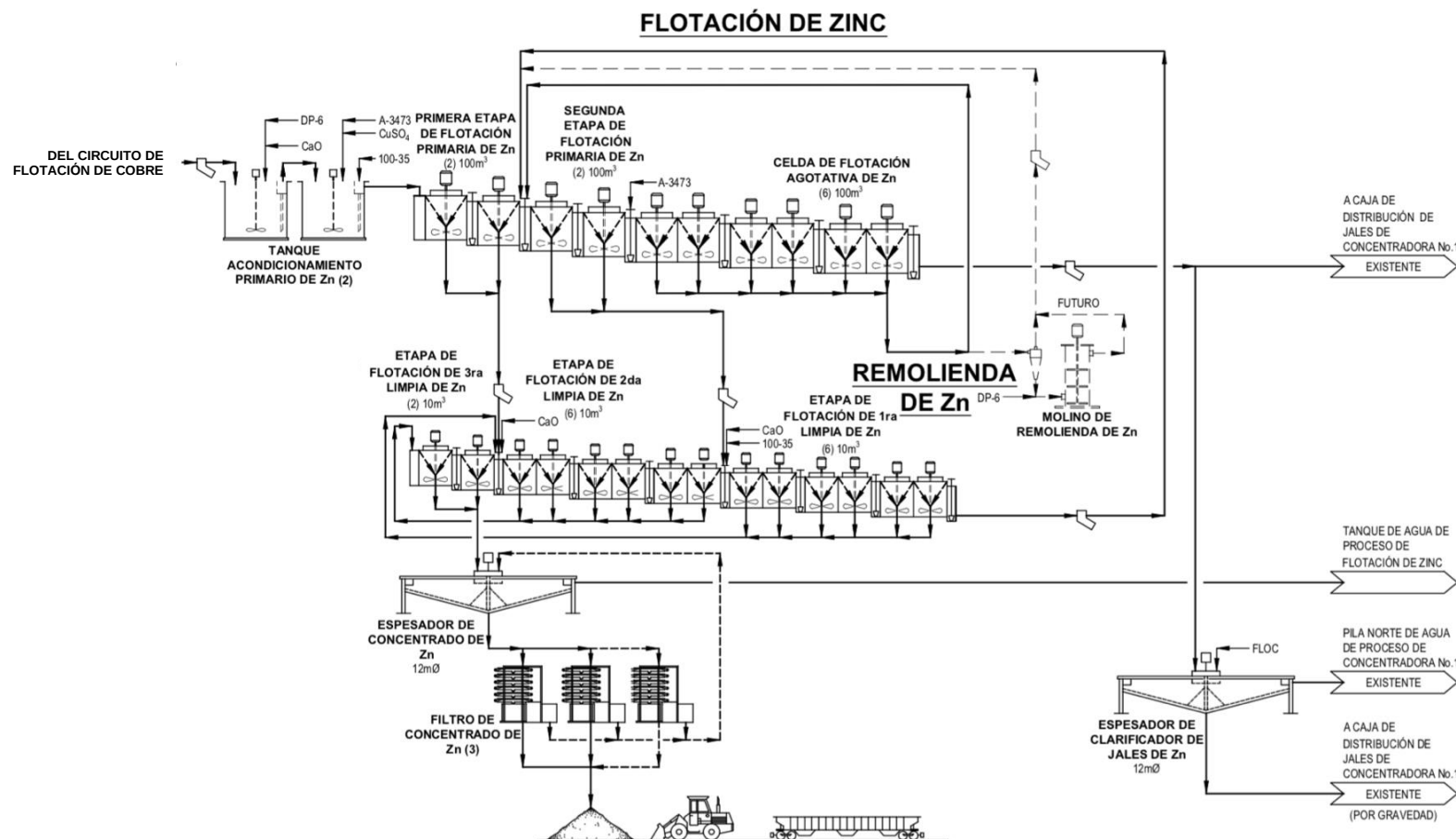


Figura 2.6. Circuito de flotación selectiva de zinc en la Planta Concentradora Buenavista del Zinc.

Cabe señalar, que una proporción del agua que será utilizada para el proceso en este Proyecto, deberá ser integrada como agua fresca (aproximadamente 10.35 m³/día), cuya fuente serán los pozos de agua con los cuales cuenta con concesión debidamente Autorizada la empresa Promovente y que será transportada al sitio del Proyecto mediante el sistema de acueductos previamente autorizados en materia de impacto ambiental (Oficio Número DS-SG-UGA-IA-1022-13, de fecha 16 de diciembre de 2013, emitido por la Delegación Federal de SEMARNAT en el estado de Sonora).

II.1.2. Selección del sitio.

La selección del sitio se basó considerando la tendencia natural de crecimiento de la mineralización que será minada y beneficiada en el predio propiedad y bajo concesión de la empresa Buenavista del Cobre, S.A. de C.V, el aprovechamiento de las menas de cobre y de zinc, así como las estrategias del mercado para asegurar el abastecimiento de estos elementos como materia prima. La ubicación y delimitación del yacimiento mineral, es el factor crítico para ubicar la zona más cercana a este, tomando en cuenta la cercanía al yacimiento, los rasgos hidrológicos y topográficos del terreno, así como el aprovechamiento de las áreas disponibles en el complejo minero metalúrgico de la empresa promovente (**Figura 2.7**).

El área seleccionada considera también infraestructura existente y que puede ser utilizada, como es el caso de la Trituradora Quebalix I (**Figura 2.2** y **Anexo 2.1**), y así dentro de los criterios ambientales se considera prioritario el minimizar el impacto que se podría generar utilizando una zona con vegetación natural y no alterar o deteriorar los elementos naturales del área de influencia, por lo que en base a esto, se ha permitido evaluar la factibilidad y definir los criterios de diseño e ingeniería para el desarrollo de la infraestructura del Proyecto, así como también procurando siempre la cercanía al yacimiento, y la menor afectación de superficie para infraestructura permanente o temporal.

Los criterios productivos y ambientales para la selección del sitio corresponden: [i] la implementación del Proyecto dentro de áreas sin vegetación forestal, que puedan aprovecharse dentro de las instalaciones del complejo minero metalúrgico de Buenavista del Cobre; [ii] la cercanía con el área mineralizada con valores de zinc y de cobre, que limiten las

distancias y costos de transporte, disminuyendo con esto el consumo de combustibles y la generación de gases con efecto invernadero (GEI); [iii] el aprovechamiento de infraestructura operativa instalada existente, tal como la quebradora primaria, los espesadores y las presas de jales autorizadas; [iv] la aplicación e instalación de procesos que optimizan el uso de agua y energía; y [v] la experiencia de la empresa y su personal técnico en el desarrollo y operación de plantas concentradoras de minerales sulfurosos.



Figura 2.7. Vista panorámica del área dentro de las instalaciones del complejo minero metalúrgico de Buenavista del Cobre, para la construcción y operación del Proyecto.

Además, el Proyecto tiene presente, al igual que los recientes proyectos de la Promovente, un enfoque socioeconómico, promoviendo el empleo a nivel local, y de manera directa e indirecta, a nivel regional y estatal. Actualmente el Promovente emplea habitantes de varias localidades del municipio de Cananea, tales como de la ciudad de Cananea, La Matanza, La Mexicana, Las Tres Puertas, Taller la Colorada y Zona de Tolerancia. Se estima que, por cada empleo directo en sus diferentes etapas, se generan de 6 a 7 empleos indirectos, incrementando la demanda de bienes y servicios. Considerando lo anterior y las circunstancias propias del predio, se tendrá un desarrollo del Proyecto con un amplio margen de seguridad para las condiciones ambientales del sitio; así como para la ejecución de las actividades de

restauración cuando se concluya el Proyecto productivo, por lo que no ha sido necesario considerar un sitio alternativo para el Proyecto.

De esta manera, la empresa minera, da cumplimiento a las leyes y reglamentos federales: a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de impacto ambiental y su Reglamento. Por ello, se somete a través de este documento a evaluación por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Sonora, la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular del Proyecto denominado "**Planta Concentradora Buenavista del Zinc**". En cumplimiento con los artículos 28 y 30 de la LGEEPA, el Promovente presenta la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, con el propósito de cumplir con la legislación aplicable e identificar los impactos que se presenten durante el desarrollo de esta actividad, con la finalidad de establecer las medidas de mitigación necesarias para el desarrollo sustentable de la región.

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

El sitio del Proyecto comprende una superficie total de **43.3216 ha (433,215.8476 m²)**, cuyo polígono envolvente del sitio del Proyecto se divide en dos polígonos, identificados como Polígono A (**Figura 2.8**) y Polígono B (**Figura 2.9**). En el **Anexo 1.1** se presenta el plano con la ubicación del sitio del Proyecto, mientras que en el **Anexo 2.3** se presenta el cuadro de coordenadas métricas (UTM Zona 12N, WGS 84) de los vértices que los delimitan. El sitio del Proyecto se ubica dentro de las instalaciones de la empresa Promovente, localizadas en el municipio de Cananea, estado de Sonora. Su cabecera municipal es la población de la Heroica Ciudad de Cananea, que se localiza en el paralelo 30°58' de latitud Norte y 110°17' de longitud al Oeste del meridiano de Greenwich, a una altitud promedio de 1,654 m s.n.m. (ver **Figura 2.1**). El acceso al sitio, partiendo de la ciudad de Hermosillo, capital del estado de Sonora, se toma a través de la Carretera Federal 15 dirección Hermosillo-Santa Ana, continuar por Santa Ana-Magdalena de Kino por aproximadamente 15 km, seguir por Magdalena de Kino-Imuris hasta tomar la Carretera Federal 2, Imuris-Cananea, por 81 km aproximadamente. Una vez en Cananea, se debe dirigir hacia las instalaciones del complejo minero-metalúrgico de Buenavista del Cobre. El acceso al sitio del Proyecto será a partir caminos internos en operación de la Promovente (**Figura 2.10**).

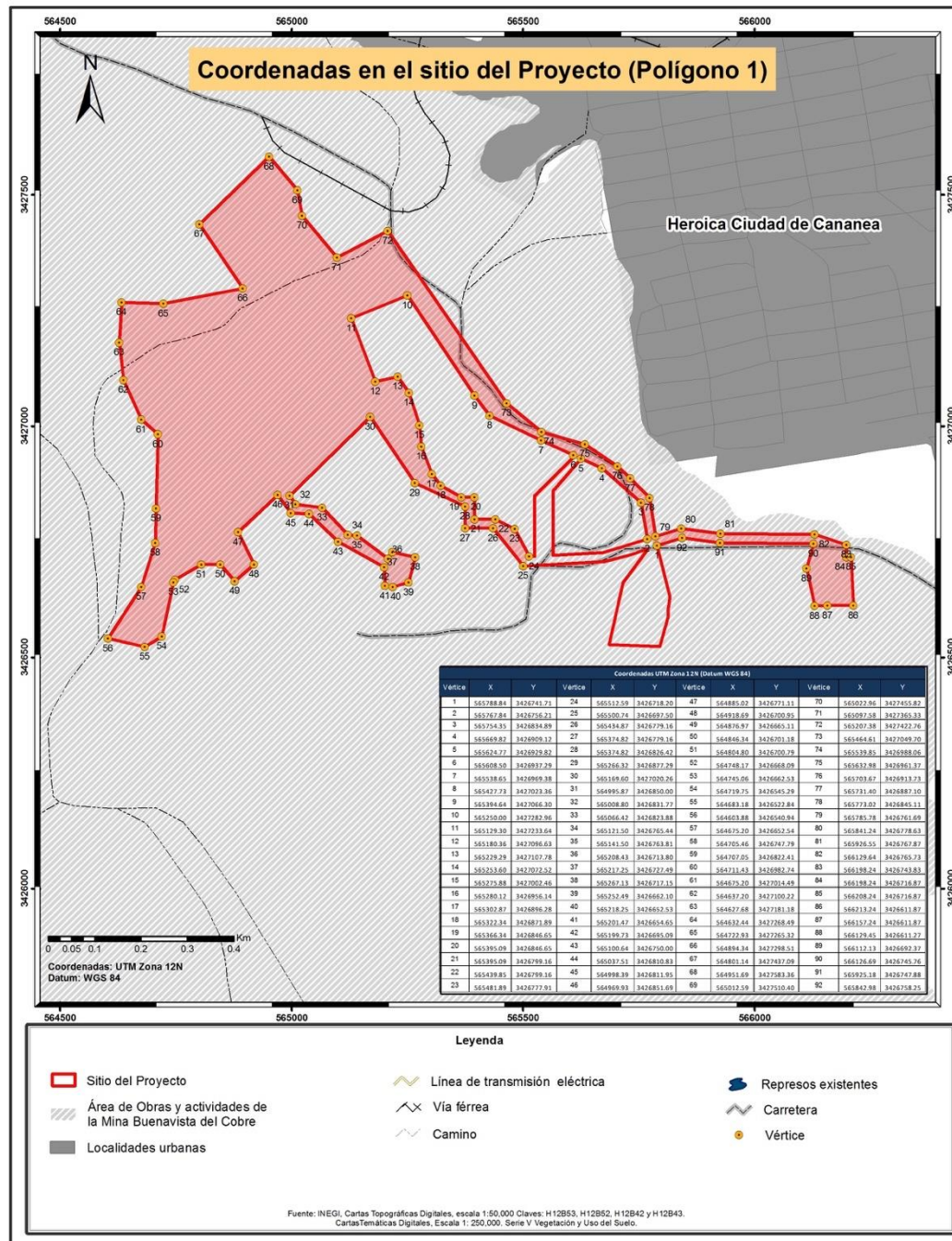


Figura 2.8. Polígono A del sitio del Proyecto, considerando las coordenadas de su ubicación y delimitación.

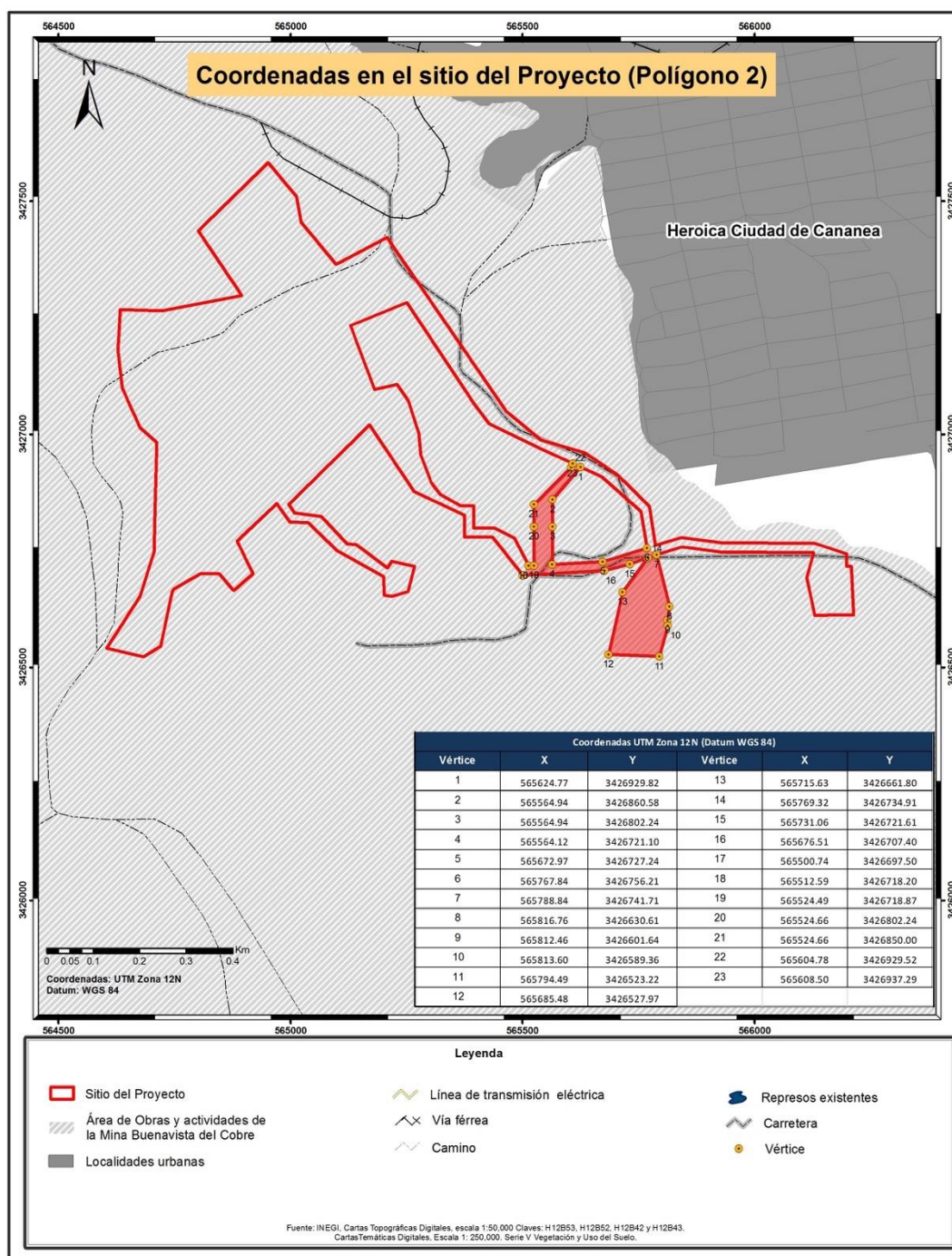


Figura 2.9. Polígono B del sitio del Proyecto, considerando las coordenadas de su ubicación y delimitación.

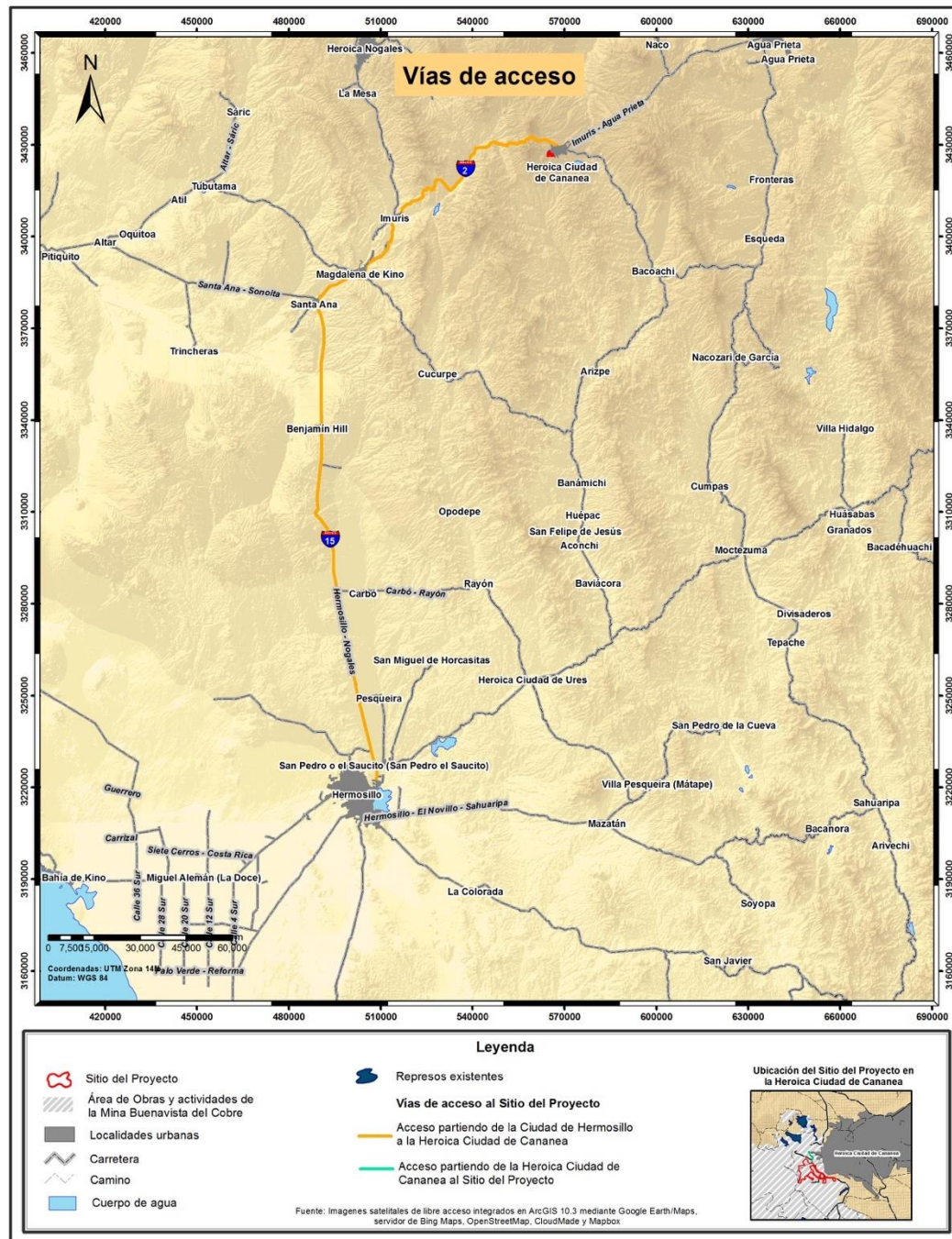


Figura 2.10. Vías de comunicación que permiten el acceso al sitio del Proyecto, ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora.

II.1.4. Inversión requerida.

Para el presente proyecto se tiene considerada una inversión que asciende a -----, que al tipo de cambio de ----- de fecha ----- publicado por el Diario Oficial de la Federación, representa un monto ----- . No se presenta en este apartado el periodo de recuperación del capital, debido a que la recuperación estará en función de los yacimientos en el sitio y de la cotización del metal en el mercado internacional. Desde la etapa de planeación del Proyecto, se destinó una partida específica del capital total, para los estudios ambientales y el cumplimiento de la legislación vigente en materia de agua, demanda de servicios y la gestión para la evaluación del impacto ambiental. De igual forma se destinará un presupuesto para el rubro "aplicación de medidas de prevención y mitigación" corresponden a la aplicación de las medidas de mitigación propuestas en el Capítulo VI, derivadas de las etapas de preparación del sitio y construcción, contemplando también la ejecución de los Términos y Condicionantes derivadas del resolutivo en materia de impacto ambiental, el cual asciende a los costos estimados en la ejecución de los diferentes programas de mitigación que se pretenden implementar en el Proyecto. Se prevé destinar un monto de -- -----, por concepto de la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental durante el período de vida del Proyecto, mientras que varias de las medidas de mitigación, tales como las obras de drenaje y libre escorrentía, señalética, control de polvos y partículas, están incluidos en los costos de obra y actividades, ya considerados en el monto de inversión arriba citado.

II.1.5. Dimensiones del Proyecto.

II.1.5.1. Superficie total requerida.

La superficie total de la envolvente del sitio del Proyecto, corresponde a **43.3216 ha (433,215.8476 m²)**. En esta superficie (**Figuras 2.8 y 2.9**) se incluye el área donde se realizarán todas las actividades de preparación del sitio, construcción, instalación y operación de la planta concentradora para la recuperación de minerales de zinc y cobre, así como toda la infraestructura requerida para el Proyecto descrita en este Capítulo.

II.1.5.2. Superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal del sitio del Proyecto.

El total de la superficie se encuentra sin vegetación aparente (**Figura 2.11**), por lo que no habrá actividades de afectación de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, ni actividades de desmonte y/o despalme.

II.1.5.3. Superficie para obras permanentes.

Dentro de las obras permanentes se consideran las mostradas en la **Figura 2.2** y el **Anexo 2.1**, las cuales representan una superficie para obras permanentes de **4.2095 ha (42,094.7073 m²)**, lo que representa una proporción de 9.7% de la superficie total del Sitio del Proyecto (**43.3216 ha**).

II.1.5.4. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y sus colindancias

De acuerdo con la información generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en su Serie VI (**Figura 2.11**), el sitio del Proyecto se encuentra dentro de un área sin vegetación aparente, con actividad y vocación minera asociada a las instalaciones y operaciones de la empresa Promovente. En las colindancias con las instalaciones de la empresa Promovente, se ubica al Noreste la Heroica Ciudad de Cananea, la cual para el 2010 tenía una población de 31,560 habitantes, lo que la constituye en la mayor localidad del municipio de Cananea (32,157 habitantes en el mismo año). Esta zona, no tiene un uso de suelo específico según la clasificación de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación (Serie VI) de INEGI, sin embargo, de acuerdo al Plan Municipal de Desarrollo, la principal vocación de suelo es de uso minero. El sitio del Proyecto se encuentra en las partes altas de la subcuenca Río Sonora-Arispe donde se inician los escurrimientos que forman más adelante el arroyo La Matanza. No existen cuerpos continentales. Los cuerpos de agua identificados como repesos, fueron construidos como parte de las operaciones del complejo minero metalúrgico de Buenavista del Cobre. Están asociados al proceso de lixiviación en terreros, alimentando de solución rica (con valores de cobre) a las plantas ESDE I y ESDE II. Además, se distingue al depósito de jales, asociado a la Concentradora de Cobre I.

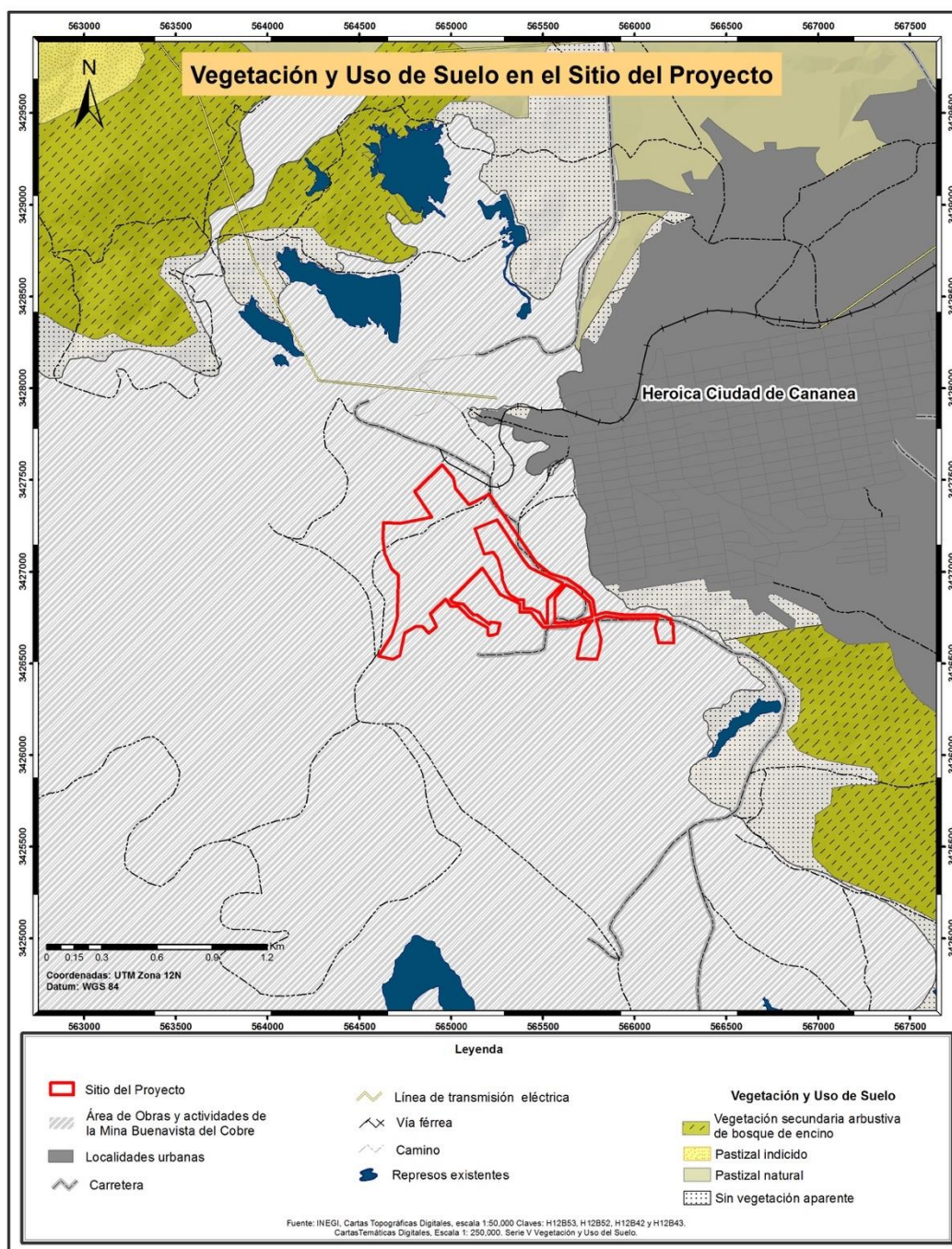


Figura 2.11. Superficie a afectar con respecto al tipo Vegetación y Uso de Suelo en el sitio del Proyecto, de acuerdo a la Serie VI de INEGI.

II.1.6. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

El sitio para la instalación y operación del Proyecto se encuentra dentro de las instalaciones de la empresa Promovente, considerando el área como urbanizada, ya que cuenta con todos los servicios de urbanización, tales como facilidades de acceso terrestre (carretero y vía férrea), el suministro de agua potable, drenaje, suministro de energía eléctrica, separación y recolección de residuos, sistemas de captación de aguas residuales, servicios de telefonía e internet, por lo que los servicios a suministrar en su mayoría serán líneas y tomas conectadas a las ya existentes, además de la infraestructura de uso común como: accesos, vialidades, patios de maniobras, casetas de vigilancia, manejo interno de residuos, pozos de agua, entre otros.

El acceso principal al sitio del Proyecto, es vía carretera como se describió previamente, aunque el Proyecto también cuenta con acceso por vía de ferrocarril, Río-Cananea (Vía "TB"), que parte de sus plantas concentradoras y cruza la ciudad de Cananea que forma parte de la Vía Corta Nacozari. Esta infraestructura férrea será aprovechada para la salida de los concentrados de cobre y de zinc, obtenidos de la operación del Proyecto.

Se asume que una gran parte del agua que será utilizada para el proceso de beneficio de zinc, será recuperada de los circuitos cerrados del proceso de la misma planta concentradora, así como del agua recuperada de las presas de jales de la misma empresa Promovente. Sin embargo, una proporción del agua que será utilizada para el proceso, será integrada como agua fresca (aproximadamente 10.35 m³/día), cuya fuente serán los pozos de agua con los cuales la empresa Promovente cuenta con concesión debidamente Autorizada y que será transportada al sitio del Proyecto mediante el sistema de acueductos previamente autorizados en materia de impacto ambiental (Oficio Número DS-SG-UGA-IA-1022-13, de fecha 16 de diciembre de 2013, emitido por la Delegación Federal de SEMARNAT en el estado de Sonora).

El suministro de la energía eléctrica se hará a través de una subestación eléctrica que será construida por la empresa, la cual tendrá una acometida aérea desde la subestación Mina existente. Una vez instalada la energía eléctrica, los controles para el arranque del equipo y control del proceso, se llevarán a cabo desde un cuarto de control (CCM) instalado en la misma

planta concentradora, en el cual se contará con personal capacitado para asegurar la correcta operación de la planta.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, se generarán aguas residuales provenientes de los sanitarios portátiles que se colocarán en el sitio del Proyecto. Dichos sanitarios serán contratados a través de una empresa prestadora de este servicio que cuenta con las autorizaciones correspondientes, los cuales deberán considerar acciones de limpieza y recolección periódica de los mismos, para la disposición final autorizada de las aguas residuales de los sanitarios portátiles.

En lo que respecta a la etapa de operación del Proyecto, las aguas residuales provenientes de sanitarios que serán instalados dentro de la planta, se verterán como lo hacen todas las operaciones de la empresa en el sitio del Proyecto hacia el sistema de drenaje municipal, que ha operado históricamente por Convenio con la empresa.

Durante el proceso serán generadas colas de flotación, las cuales mediante un circuito de descargas serán enviados a un espesador de jales para la recuperación y reciclado parcial del agua de proceso, mientras que los jales serán enviados al espesador existente de la Concentradora 1.

El combustible a utilizar serán únicamente gasolina y diesel para el funcionamiento de los vehículos y la maquinaria en la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto.

Para el adecuado manejo de los residuos sólidos urbanos generados por la actividad humana desarrollada en el sitio del Proyecto durante las etapas de preparación del sitio y construcción, los subcontratistas de la empresa Promovente, colocarán contenedores específicos con su correcta identificación por tipo de residuo generado. Los contenedores se ubicarán en puntos estratégicos dentro del sitio del Proyecto. En lo que respecta a la etapa de operación del Proyecto, los contenedores específicos con su correcta identificación para el tipo de residuo generado, serán también colocados en sitios específicos dentro de las instalaciones de la planta.

Para todas las etapas, los residuos sólidos urbanos generados serán recolectados por personal de la misma empresa, su disposición final se realizará en el sitio diseñado y establecido dentro de la empresa bajo un tipo de confinamiento controlado. Este procedimiento es conocido y en acuerdo con el H. Ayuntamiento de Cananea.

En cuanto a la recolección de residuos peligrosos generados, específicamente en las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo utilizados en las etapas de preparación del sitio y construcción del sitio, así como durante la etapa de operación y mantenimiento, como aceites lubricantes usados, grasas, todos los sólidos (telas, estopa, esponjas, madera, plásticos, contenedores metálicos y de plástico, cartón, filtros empaques y embalajes) impregnados o que hayan estado en contacto, con algún material considerado como peligroso, etc., se colocarán en contenedores rotulados, se almacenarán de manera temporal por un periodo no mayor a seis meses como lo marca el Artículo 106, Fracción VII, de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, en el Almacén temporal de Residuos Peligrosos ubicado dentro de las instalaciones de la empresa Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., para posteriormente ser entregados a una empresa autorizada por la SEMARNAT y subcontratada por la Promovente, para su disposición final.

II.2. Características particulares del Proyecto.

Como se ha mencionado en párrafos anteriores, el Proyecto se pretende realizar durante un período de vida de 20 años, durante los cuales, las etapas de preparación del sitio y construcción, serán ejecutadas durante tres años, que incluyen el precomisionamiento y comisionamiento, así como las pruebas de puesta en marcha, mientras que las actividades de la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto serán desarrolladas hasta el año 18, y los dos años restantes serán utilizados para ejecutar las actividades de la etapa de abandono.

II.2.1. Programa general de trabajo.

Dentro del programa de trabajo, se llevan a cabo previamente los estudios de ingeniería y ambientales, así como efectuar los trámites para la obtención de los permisos y autorizaciones correspondientes, requeridos por las autoridades competentes, a fin de establecer un Proyecto acorde con los planes, programas, leyes y reglamentos que rigen a las

obras y actividades del Proyecto, que consiste básicamente en la construcción, instalación, operación y mantenimiento de una nueva planta concentradora de minerales de zinc (Zn) y cobre (Cu), que incluye infraestructura típica de una operación de concentración de minerales por el proceso fisicoquímico de flotación.

En el **Cuadro 2.1**, se presenta el cronograma general del proyecto, de acuerdo al tiempo requerido para la realización de cada una de las actividades mencionadas por cada etapa.

II.2.2. Preparación del sitio.

Una vez obtenida la resolución aprobatoria del presente estudio, se procederá a delimitar las diferentes zonas de trabajo en el terreno donde se planea instalar y construir la "Planta Concentradora Buenavista del Zinc", de acuerdo a lo establecido en este documento, así como el diseño de construcción para evitar afectaciones ambientales y a predios adyacentes. Durante esta etapa se tienen contempladas las actividades de adecuación de los caminos, limpieza, nivelación y compactación. Todas las actividades se realizarán por medios mecánicos bulldozer (tractor de cadenas o trackes con pala frontal), sin utilizar fuego ni sustancias químicas.

Es importante señalar que ninguna actividad relacionada con la construcción del Proyecto, se realizará hasta que se cuente con las licencias y permisos correspondientes, así como, cumplidas todas las obligaciones ambientales establecidas para el Proyecto.

II.2.3. Construcción de obras mineras.

La obra principal del Proyecto es propiamente la planta de beneficio de minerales de zinc y de cobre, cuyas instalaciones incluirán la alimentación del mineral grueso a través de bandas desde la trituradora QUEBALIX I existente, las instalaciones de trituración y molienda en molinos SAG y de bolas, incluyendo ciclones, las celdas de flotación de minerales de zinc y cobre, y los circuitos de descarga y manejo de productos (concentrados de cobre y de zinc) y de residuos (colas de flotación).

Cuadro 2.1. Cronograma de actividades en cada etapa del Proyecto “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”.

[illegible]

Los detalles constructivos de las distintas etapas del Proyecto, se describen en las **Figuras 2.4 a 2.6**. En este Proyecto no está considerado la construcción de instalaciones de minado.

Las obras asociadas a la planta "Planta Concentradora Buenavista del Zinc", y que serán construidas como parte del Proyecto, incluyen: [i] Subestación eléctrica de interconexión de circuitos eléctricos; [ii] Tanques y bombas de agua para proceso; [iii] Tanque de distribución de lechada de cal; y [iv] Edificio de carga y manejo de concentrados.

El material utilizado para la construcción de las instalaciones del Proyecto, como cemento, grava, arena, hierro, laminas, etc., será proporcionada por una empresa proveedora de estos servicios y subcontratada por el Promovente, por lo que los residuos generados de cemento o concreto, así como de las pruebas de laboratorio y demoliciones de estructuras fuera de calidad, serán manejados por dicho subcontratista para su disposición final, evitando así una disposición inadecuada en sitios con vegetación o en cauces intermitentes.

Los trabajos que requieran armado, soldado, ensamblado y colocación o montaje de infraestructuras, se hará dentro del sitio del Proyecto en la superficie autorizada.

II.2.4. Construcción de obras asociadas o provisionales.

Respecto a las obras provisionales durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se contempla el uso de sanitarios portátiles y un comedor provisional, consistente de área techada con madera y láminas galvanizadas, agua para lavarse; contenedores rotulados para los diferentes tipos de residuos generados, los cuales se moverán conforme se desplace el frente de obra. Localmente, dentro del predio de la empresa, existen caminos de terracería perfectamente transitables todo el año, el acceso a Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., se realiza a través accesos denominados puertas, las cuales comunican de forma directa a la empresa con la población de Cananea.

No se contará con talleres para el mantenimiento preventivo de equipos móviles, ya que su mantenimiento será de tipo preventivo y correctivo, que consistirá básicamente en el cambio de aceite de los motores y cambio de autopartes que se requieran por desgaste de

uso. Es importante hacer mención que el mantenimiento de dicha maquinaria estará a cargo de una empresa externa, realizando dichas actividades fuera de las instalaciones del Promovente, sin la generación de residuos por el mantenimiento dentro del Sitio del Proyecto.

Tampoco serán necesarias obras de abastecimiento y almacenamiento de combustibles, ya que éstos serán obtenidos directamente en las estaciones de servicio que se encuentran dentro y fuera de la empresa. Así como tampoco la construcción de un almacén temporal de residuos peligrosos ya que se utilizará el que se encuentra dentro de la empresa Promovente.

II.2.5. Etapa de operación y mantenimiento.

La operación del Proyecto, se realizará por un periodo de 15 años a partir de la conclusión de la construcción de todas las obras involucradas, así como al término de las pruebas de arranque y optimización de la puesta en marcha del proceso. Su mantenimiento se realizará de manera periódica según los planes preventivos y correctivos a la maquinaria y a sus instalaciones, según lo establezca la empresa Promovente.

II.2.6. Etapa de abandono del sitio.

Una vez terminada la vida útil del Proyecto (18 años), los equipos y maquinaria se encontrarán operando y en buen estado (mantenimientos preventivos y correctivos), por lo que se estima que los equipos e instalaciones serán retirados. Se llevará a cabo enseguida del desmantelamiento, una etapa de limpieza del sitio y la aplicación de un programa de restauración que esté conforme con el Programa de Restauración de las instalaciones del complejo minero metalúrgico de la empresa Promovente.

II.2.7. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

Se generarán residuos sólidos urbanos considerados municipales, causa de la mínima actividad humana desarrollada en el sitio del Proyecto. Como se mencionó en párrafos anteriores, los residuos sólidos urbanos generados en las etapas de preparación del sitio y construcción, serán dispuestos en contenedores estratégicamente distribuidos dentro de las

instalaciones del predio y colocados por los subcontratistas de la empresa Buenavista del Cobre, S.A. de C.V. Mientras que para la etapa de operación y mantenimiento, se seguirán los procedimientos establecidos dentro de la empresa para el manejo y disposición de estos residuos. Los contenedores específicos contarán con una correcta identificación por tipo de residuo generado, serán colocados en sitios específicos dentro de las instalaciones del Proyecto.

Para todas las etapas, los residuos sólidos urbanos generados serán recolectados por personal de la misma empresa, su disposición final se realizará en un sitio diseñado y establecido dentro de la empresa bajo un tipo de confinamiento controlado. No se permitirá la disposición de los residuos sólidos urbanos sobre el terreno, vegetación aledaña o sitios no autorizados, en ninguna de las etapas del Proyecto.

En cuanto a los residuos peligrosos, es posible que estos se generen a partir del mantenimiento correctivo de la maquinaria *in situ*, por tal motivo se prevé que esto se realice con los cuidados y técnicas especializadas para no generar impactos al suelo por contaminación de aceites y/o grasas. En caso que esto ocurra, es importante señalar que el mantenimiento en todo momento se realizará por alguna empresa especializada, externa al Promovente, encargándose del buen manejo de la generación de los mismos, colocando para ello contenedores específicos para su disposición temporal.

Se almacenarán los residuos peligrosos generados de manera temporal durante un período no mayor a seis meses, como lo señala el Artículo 106, Fracción VII, de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, en el Almacén temporal de Residuos Peligrosos ubicado dentro de las instalaciones de la empresa Promovente. Se llevará una bitácora para control de los residuos de este tipo. Dichos residuos serán entregados a una empresa autorizada por la SEMARNAT y subcontratada por la Promovente, para su disposición final.

Para los residuos de manejo especial generados por la obra (madera, alambre, varilla, chatarra, fierro, llantas, otros), estos serán separados y el responsable de la obra los enviará a un sitio destinado como acopio temporal dentro de las instalaciones de la empresa

Promovente, de donde serán retirados por una empresa autorizada, prestadora de servicios, para su transporte y disposición final.

Los residuos generados de cemento o concreto, así como de las pruebas de laboratorio y demoliciones de estructuras fuera de calidad, serán manejados por una empresa subcontratista autorizada para su disposición final.

En lo que respecta al área de instalación y construcción del Proyecto, las principales fuentes de emisión a la atmósfera serán de la maquinaria que laborará en las etapas de preparación del terreno y construcción del Proyecto, como producto de la combustión propia de los vehículos automotores tipo diesel y gasolina. Su afectación se considera puntual y poco significativa por el movimiento de vehículos, sin afectar poblaciones humanas y mitigadas por el riego de caminos, así como a través de la afinación y mantenimiento de las unidades que se utilicen. Estas emisiones serán partículas en un rango de 1 a 100 micras.

Los gases contaminantes emitidos con la operación de la maquinaria serán los siguientes: monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NO_x) y bióxido de azufre (SO₂). Todos estos gases generados por la combustión realizada por la operación de la maquinaria (fuentes de combustión móvil y estacionaria).

Asimismo, como medida de control de las fuentes móviles, existen programas de control de emisiones vehiculares, mismas que se aplicarán a todos los vehículos en el sitio del Proyecto, de acuerdo a su Programa de mantenimiento establecido.

Por las actividades propias de la etapa de preparación del sitio, no se generarán aguas residuales de obra, las aguas residuales de sanitarios portátiles que se colocarán en el sitio del Proyecto, serán manejados para su disposición final a través de una empresa prestadora de este servicio que cuenta con las autorizaciones correspondientes. Se usarán sanitarios portátiles para los trabajadores durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción. Los sanitarios portátiles serán colocados en sitios que no afecten o detengan el avance de obra.

Cuando el Proyecto entre en operación, no generará aguas residuales de proceso, se realizará una recirculación de la misma, una vez sea recuperada de la presea de jales donde serán dispuestas las colas del proceso de flotación.

Para las aguas residuales de servicios y comedor (sanitarios, regaderas, lavabos y lavado de loza), se descargarán en el sistema de drenaje municipal, acorde al convenio con el H. Ayuntamiento de Cananea.

II.2.8. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos.

El manejo que se le dará a residuos generados durante las diferentes etapas del Proyecto se presenta de manera resumida en la **Cuadro 2.2**. Las medidas de seguridad para prevenir cualquier accidente, emergencia o contingencia ambiental que se pudiera generar durante el desarrollo de las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento, son las siguientes:

- Se dotará al personal del equipo necesario para su protección personal, como son: botas industriales, casco, gafas de seguridad y protectores de oídos.
- Se comunicará al personal de las medidas de seguridad laboral y ambiental que deberán tomarse durante el desarrollo de las actividades del Proyecto.
- Se establecerán las medidas de seguridad durante el manejo y carga de combustible a la maquinaria y equipo, como son: conectar adecuadamente las pistolas despachadoras, colocar charola de plástico en la parte inferior del punto de carga para evitar derrames. Asimismo, se prohibirá el fumar durante la carga de este y el uso de fósforos u otros productos o dispositivos que puedan producir llama o chispa durante el manejo del combustible.

Cuadro 2.2. Relación de residuos generados con almacenamiento y disposición final.

Clasificación del residuo	Tipo de residuo	Generación	Almacenamiento/Disposición
Residuos sólidos municipales	Residuos sólidos	Resultado de la basura generada por las actividades humanas.	Se trasladará al sitio diseñado y establecido dentro de la empresa bajo un tipo de confinamiento controlado autorizado.

Cuadro 2.2. Relación de residuos generados con almacenamiento y disposición final.

Clasificación del residuo	Tipo de residuo	Generación	Almacenamiento/Disposición
Residuos peligrosos	Aceites, grasas, filtros de aceite y gasolina gastados, así como estopas impregnadas con aceites y/o grasas	Resultado del mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria en operación.	El manejo, transporte y disposición de los residuos será a través de empresas especializadas subcontratadas por Buenavista del Cobre, S.A de C.V., y autorizadas para dicha actividad por las autoridades ambientales; de igual manera, en el caso de la realización del mantenimiento del equipo automotor.

II.2.9. Otras fuentes de daños.

A razón de las actividades a realizar por el presente Proyecto no se contempla la existencia de otras fuentes de daños al ambiente.

La Promovente garantiza con lo anterior que las operaciones mineras en Cananea se darán bajo un ambiente de seguridad para la población en general, los trabajadores, la infraestructura y los componentes del entorno natural. Aunque se identifican impactos potenciales al ambiente por el desarrollo de este proyecto (ver Capítulo V), la tecnología actual, los criterios de diseño y operación, y la aplicación de las medidas de prevención y mitigación, garantizarán seguridad a los empleados y población de la zona, así como la protección al entorno natural.

Manifestación de Impacto Ambiental
modalidad particular
del Proyecto denominado

“Planta Concentradora Buenavista del Zinc”,
a ubicarse en el municipio de Cananea,
estado de Sonora.

CAPÍTULO III
CONSULTA PÚBLICA

Febrero 2018.

ÍNDICE DE CONTENIDO

III.	VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO	5
III.1.	Análisis de Instrumentos de planeación y de regulación del uso del suelo	5
III.1.1.	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)	5
III.1.2.	Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado del Estado de Sonora.	12
III.1.3.	Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2016-2021	16
III.1.4.	Planes Municipales de Desarrollo Urbano o en su caso, del Centro de Población: Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018 de Cananea	20
III.2.	Regiones prioritarias de la CONABIO	22
III.2.1.	Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)	22
III.2.2.	Regiones Terrestres Prioritarias	25
III.2.3.	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)	29
III.2.4.	Sitios Prioritarios Terrestres	31
III.3.	Áreas Naturales Protegidas (ANP)	34
III.3.1.	Áreas Naturales Protegidas Federales (ANP)	34
III.3.2.	Áreas Naturales Protegidas Estatales	39
III.4.	Análisis de instrumentos jurídicos y normativos	41
III.4.1.	Constitución Política de los Estados Unidos	41
III.4.2.	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento	46
III.4.2.1.	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	46
III.4.2.2.	Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental	50
III.4.3.	Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento	52
III.4.3.1.	Ley de Aguas Nacionales	52
III.4.3.2.	Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales	53
III.4.4.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento	54

III.4.6.1.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	54
III.4.6.2.	Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.....	54
III.5.	Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica.....	55
III.6.	Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Sonora.....	56
III.7.	Normas Oficiales Mexicanas	56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1.	Estrategias Ecológicas establecidas para la Unidad Ambiental Biofísica 09 “Sierras y Valles del Norte” por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (Diario Oficial de la Federación, 7 de septiembre de 2012) y su Vinculación con el Proyecto.	9
Cuadro 3.2.	Matriz de lineamientos, criterios y estrategias ecológicas para la UGA 100-0/01, en que se encuentra el Proyecto.	13
Cuadro 3.3.	Vinculación del Proyecto con los criterios de regulación ecológica de la UGA 100-0/01 que aplican para el Proyecto.	14
Cuadro 3.4.	Disposiciones de la LGEEPA y la vinculación con el Proyecto “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”, ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora.	48
Cuadro 3.5.	Disposiciones del Reglamento de la LGEEPA y la vinculación con el Proyecto “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”, ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.	51
Cuadro 3.6.	Vinculación de la Ley de Aguas Nacionales con el Proyecto “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”	52
Cuadro 3.7.	Vinculación del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales con el Proyecto “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”, a ubicarse en el municipio de Cananea, Sonora	53
Cuadro 3.8.	Vinculación de las Leyes, Normas, Bando de Policía y Gobierno, entre otros Instrumentos, con el Proyecto denominado “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”, ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Ubicación del sitio del Proyecto “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”, con relación a la zonificación establecida por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.	8
Figura 3.2. Alineación del PED 2016-2021 al PND 2013-2018.	17
Figura 3.3. Ubicación de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con relación al sitio del Proyecto. 24	
Figura 3.4. Ubicación de la Región Terrestre Prioritaria RTP 41 Cananea-San Pedro con relación al sitio del Proyecto.	28
Figura 3.5. Ubicación del sitio del Proyecto, con relación a la ubicación del AICA 126 Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental.	30
Figura 3.6. Ubicación del sitio del Proyecto, con relación a la ubicación de los Sitios Prioritarios Terrestres (SPT).	33
Figura 3.7. Ubicación del sitio del Proyecto, con relación a la ubicación de las Áreas Naturales Protegidas Federales.	37
Figura 3.8. Áreas destinadas Voluntariamente a la Conservación, con respecto al sitio del Proyecto. 38	
Figura 3.9. Ubicación del sitio del Proyecto, con relación a la ubicación de las Áreas Naturales Protegidas Estatales.	40

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

En el presente Capítulo se analiza la concordancia entre el Proyecto “Planta Concentradora Buenavista del Zinc” (enseguida referido como el Proyecto), y los diferentes instrumentos aplicables en materia de planeación, legales y normativos. Como producto del análisis se presentan los componentes y elementos ambientales que resultan relevantes para asegurar la sustentabilidad del Proyecto, así como los elementos y componentes ambientales relacionados con el proyecto que se encuentran sujetos por la normatividad vigente.

III.1. Análisis de Instrumentos de planeación y de regulación del uso del suelo

III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

A partir del 07 de septiembre de 2012, fecha en que fue publicado en el Diario Oficial de la Federación, México cuenta con un Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), que es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, vinculando las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco de Sistema Nacional de Planeación Democrática. Por definición, el ordenamiento ecológico es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

El objetivo del POEGT es *“llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados*

por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF".

El POEGT está integrado por una **regionalización ecológica** (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y por los **lineamientos y estrategias ecológicas** para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a la regionalización.

A partir de la regionalización ecológica, se diferenciaron 145 **Unidades Ambientales Biofísicas** (UAB), que favorecen la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentan el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales.

Asimismo, en el POEGT se establecen 10 lineamientos ecológicos y 44 estrategias ecológicas, las cuales han sido clasificadas en función de si están dirigidas a la preservación; a la protección de los recursos naturales; a la restauración; al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y de servicios; al mejoramiento del Sistema Social e infraestructura urbana; y al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

En el caso del sitio del Proyecto aquí evaluado, está inmerso dentro de la **UAB 09**, denominada "**Sierras y Valles del Norte**", con una extensión de 42,685.87 km² dentro de la **Región Ecológica 12.30 (Figura 3.1)**. De acuerdo al POEGT, esta UAB 09 se caracteriza actualmente por presentar un Escenario Contextual de estado del Medio Ambiente como medianamente estable, con conflicto sectorial bajo; no presenta superficie de Áreas Naturales Protegidas (ANPs); presenta media degradación de los suelos y baja degradación de la vegetación, así como muy alta degradación por desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: muy baja.

Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Muy baja. El uso de suelo es de otro tipo de vegetación: Forestal y pecuario. Con disponibilidad de agua superficial. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 58.8. Muy baja marginación social. Medio índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Asimismo, el POEGT ha establecido para la UAB 09 como rector del desarrollo la Minería y la preservación de flora y fauna, coadyuvantes del desarrollo forestal y asociados del desarrollo de ganadería

La política ambiental de la UAB 09, debe estar dirigida al Aprovechamiento Sustentable, siendo clasificada con un Nivel de Atención Prioritaria como muy baja. En el escenario contextual del estado del medio ambiente, se considera como medianamente estable e inestable para el 2033 si no se establecen las políticas y lineamientos basados en las estrategias enunciadas en el **Cuadro 3.1**. En el POEGT se enumeran las acciones propuestas para cada una de las estrategias citadas.

La descripción biótica y abiótica del sitio del Proyecto, coincide con lo descrito para la UAB 09 citada por el POEGT. Asimismo, las medidas de mitigación propuestas para el Proyecto, están alineadas con las estrategias referidas para esta UAB en lo que se refiere a la sustentabilidad ambiental del territorio (Grupo I) del **Cuadro 3.1**. Por otra parte, el objetivo del Proyecto está alineado con las estrategias de Desarrollo Social referidas.

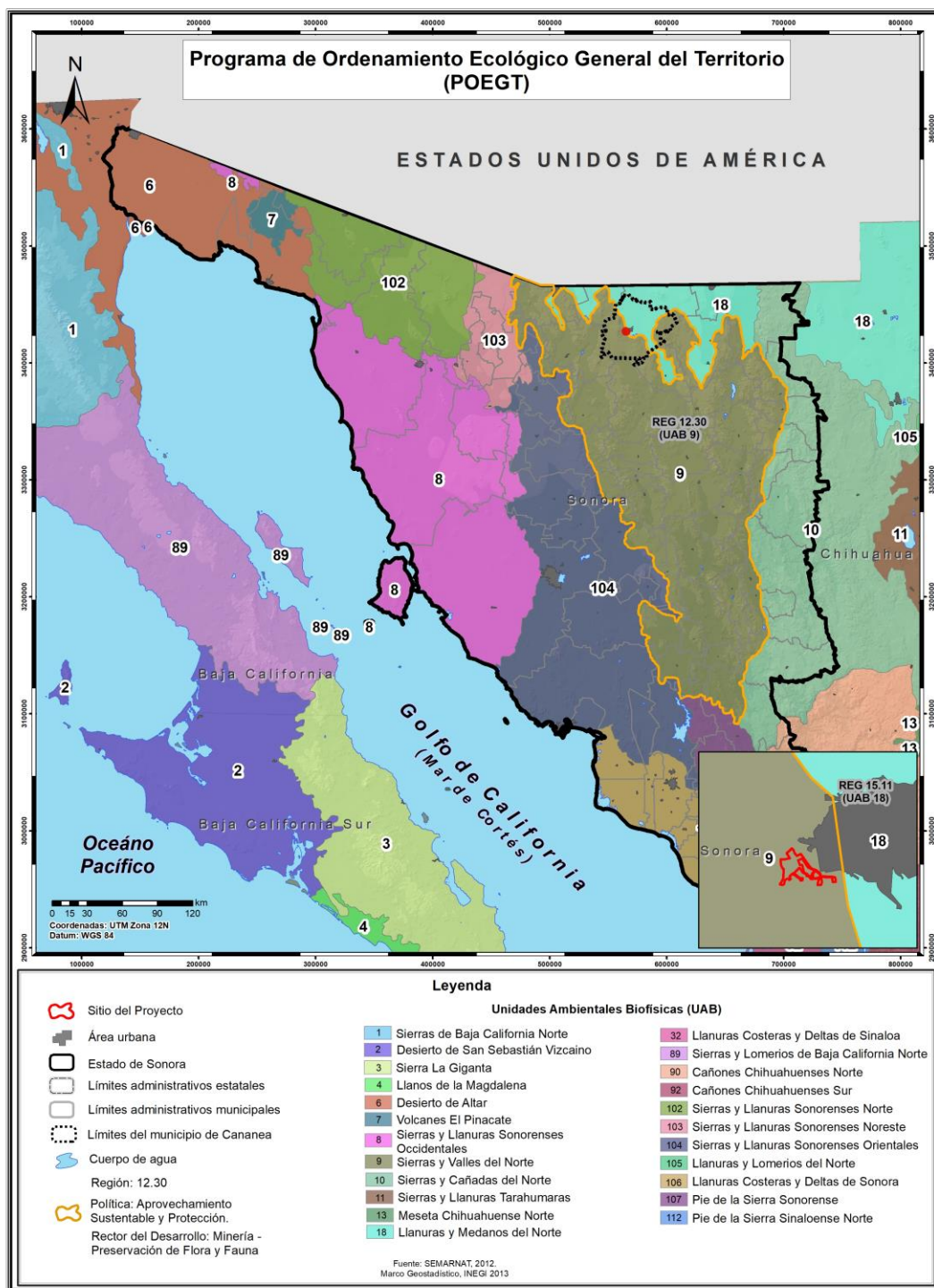


Figura 3.1. Ubicación del sitio del Proyecto “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”, con relación a la zonificación establecida por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Cuadro 3.1. Estrategias Ecológicas establecidas para la Unidad Ambiental Biofísica 09 “Sierras y Valles del Norte” por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (Diario Oficial de la Federación, 7 de septiembre de 2012) y su Vinculación con el Proyecto.

Grupo	Estrategia	Vinculación con el Proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	El Proyecto considera la mínima afectación a los ecosistemas y a su biodiversidad al tratarse de áreas sin vegetación aparente dentro del complejo minero metalúrgico que ha operado por más de 100 años en el municipio de Cananea. Sin embargo, el Proyecto contribuirá a su recuperación mediante medidas de prevención y mitigación que serán realizadas durante todas las etapas que lo constituyen. La caracterización ambiental realizada en el sitio del Proyecto, pero sobre todo en su sistema ambiental permitirá generar información y conocimiento del área donde se desarrollarán las actividades de construcción y operación del Proyecto. La Promovente cuenta con una Unidad de Manejo Ambiental en la cual promueve el conocimiento y monitoreo de la biodiversidad de los ecosistemas que existen en la región, por tanto, abarca el área de los diferentes proyectos que realizan.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	
B) Aprovechamiento Sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Como objeto del Proyecto no se realizarán actividades agrícolas ni de aprovechamiento de recursos forestales, sin embargo, es una obra y actividad que forma parte de las operaciones características del complejo minero metalúrgico de la Promovente, como tal la empresa ha llevado a cabo la integración de consideraciones ambientales como la clave para asegurar el mantenimiento de la calidad de vida y continuación de la creación de empleo, sin comprometer la integridad del ambiente natural y cuidando el componente ambiental. En el Proyecto no se tiene relación con actividades agrícolas. Como parte de las actividades de cuidado ambiental se ejecutará un Programa de Vigilancia Ambiental, para no causar afectación a los componentes del ecosistema de la región. El Proyecto tampoco pretende el aprovechamiento de recursos naturales ni forestales, sin embargo, se tendrán medidas para evitar su afectación, también se construirán obras para permitir el libre escurrimiento de los arroyos intermitentes.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios	
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	
	8. Valoración de los servicios ambientales.	
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas	El Proyecto requiere agua durante todas las etapas y ésta será abastecida del agua recuperada de los procesos de la empresa. Con la aplicación de las actividades prevención y conservación, se buscará que el Proyecto no afecte la integridad de los ecosistemas. El Proyecto no contempla el uso de agroquímicos pues no tiene relación con actividades agrícolas
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	

Cuadro 3.1. Estrategias Ecológicas establecidas para la Unidad Ambiental Biofísica 09 “Sierras y Valles del Norte” por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (Diario Oficial de la Federación, 7 de septiembre de 2012) y su Vinculación con el Proyecto.

Grupo	Estrategia	Vinculación con el Proyecto
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No aplica, ya que el Proyecto no pretende la afectación de ecosistemas forestales, ni suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	El Proyecto pretende el aprovechamiento sustentable de recursos minerales con valores de zinc y cobre, cuyas reservas se encuentran dentro del cuerpo mineralizado objeto del beneficio concesionado a la Promoviente del Proyecto. La presentación de la MIA-P del Proyecto, consolida la aplicación y cumplimiento del marco normativo en materia ambiental. La aplicación de medidas de prevención y mitigación que se presentan en el Capítulo VI de esta MIA-P, favorecen la mitigación de emisiones de GEI, así como promueven las acciones para reducir los efectos del cambio climático. En cuanto al empleo de tecnología moderna, se favorece el uso de equipos que reducen el consumo de energía.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	
	16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.	
	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	
	18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.	
	19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.	
	20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.	

Cuadro 3.1. Estrategias Ecológicas establecidas para la Unidad Ambiental Biofísica 09 “Sierras y Valles del Norte” por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (Diario Oficial de la Federación, 7 de septiembre de 2012) y su Vinculación con el Proyecto.

Grupo	Estrategia	Vinculación con el Proyecto
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	El Proyecto solo requerirá agua que será agua recuperada de los procesos que opera la empresa Promoviente.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	Con la construcción y operación del Proyecto se pretende el desarrollo local, principalmente a nivel municipio, donde se verá reflejado en la generación de empleo, y la demanda de infraestructura y servicios.
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	
E) Desarrollo Social	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	El Proyecto formará parte de los procesos productivos que son la principal fuente de desarrollo del municipio, haciendo del cuidado ambiental y la actividad del complejo minero metalúrgico dos actividades compatibles, de tal modo que tiene participación social, en acciones estratégicas para el desarrollo del municipio y del estado. En esta área donde se ubicará el Proyecto no se cuenta con registro de presencia de población indígena, sin embargo se procurará la integración de todos los grupos poblacionales sin distinción para la proveeduría de bienes y/o servicios, según como sea posible en disponibilidad y capacidades.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	
	38. Promover la asistencia y permanencia escolar entre la población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso.	
	39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	

Cuadro 3.1. Estrategias Ecológicas establecidas para la Unidad Ambiental Biofísica 09 "Sierras y Valles del Norte" por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (Diario Oficial de la Federación, 7 de septiembre de 2012) y su Vinculación con el Proyecto.

Grupo	Estrategia	Vinculación con el Proyecto
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El Proyecto no se contrapone a dicha acción. El predio donde se desarrollará el Proyecto es un predio particular para el cual la Promovente cuenta con contrato de compra venta.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	El Proyecto cumplirá con los planes del ordenamiento territorial que dictan para la zona las autoridades gubernamentales, no contraponiéndose a dichos planes
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	

III.1.2. Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado del Estado de Sonora.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora (POETSON) fue publicado el 21 de mayo de 2015 en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Sonora. El Gobierno del Estado de Sonora, preocupado por establecer el uso y manejo responsable de los ecosistemas y ambientes nativos llevó a cabo el POETSON tomando en consideración todas las propuestas y necesidades de los sectores social, privado y público. Este POETSON considera que dado el potencial económico del Estado puede expandirse a partir de la base de los recursos naturales estatales, es importante establecer una estrategia de desarrollo sustentable para el beneficio de los habitantes del estado, así como establecer los acuerdos necesarios para su implementación entre todos los sectores económicos, convirtiéndose este programa en una alternativa para planificar el desarrollo sustentable del estado a través de una propuesta de ocupación del suelo y el establecimiento de protocolos de comunicación y toma de decisiones.

El Proyecto se ubica en la **Unidad de Gestión Ambiental (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 s.n.m. y 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. 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 obras 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 para la conservación de ecosistemas dulce acuícolas.

Esta UGA 100-0/01 presenta aptitud para la actividad de Minería pues existen en el sitio la presencia de elementos susceptibles de minería y la factibilidad de su extracción, siendo el presente Proyecto un nuevo proceso de beneficio que será integrado al complejo minero metalúrgico. En el **Cuadro 3.2** se presenta la matriz de lineamientos, criterios y estrategias ecológicas para la UGA en que se encuentra el Proyecto y en el **Cuadro 3.3** se presentan los criterios de regulación ecológica que aplican para el desarrollo del Proyecto y su vinculación en cuanto a las actividades que se tendrán para dar cumplimiento.

Cuadro 3.2. Matriz de lineamientos, criterios y estrategias ecológicas para la UGA 100-0/01, en que se encuentra el Proyecto.

Unidad de Gestión Ambiental (UGA)	Aptitud	Lineamiento Ecológico	Criterios de regulación ecológica	Estrategia ecológica
100-0/01	A3, A4, B3, C2, C3, C5, C7, D1, D2, D3, F1, F2, G1, M, T3	Aprovechamiento sustentable de piscicultura, agricultura de temporal cacería de especies de bosque, conservación de ecosistemas dulceacuáticos, bosques secos y templados, forestal maderable y no maderable, ganadería extensiva, minería y turismo de aventura.	CRE-07; CRE-08, CRE-17, CRE-18, CRE-19, CRE-20, CRE-24, CRE-28, CRE-29, CRE-30, CRE-31, CRE-06, CRE-25, CRE-27	A1; CX, D1, D2, D3, F1, F2, M, T3

Cuadro 3.3. Vinculación del Proyecto con los criterios de regulación ecológica de la UGA 100-0/01 que aplican para el Proyecto.

Clave	Criterio de regulación ecológica	Fundamento Legal	Comentarios	Vinculación con el Proyecto
CRE-07	Regulación de la contaminación por residuos líquidos y sólidos.	Aplicación de la NOM-001-SEMARNAT que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales y el Artículo 29bis de la Ley de Aguas Nacionales donde se revocan concesiones a quienes contaminen ecosistemas en jurisdicción federal y Artículo 136 de la LEEPA en jurisdicción estatal. Aplicación de la NOM-147-SEMARNAT-2004 que establece los límites máximos permisibles de metales y metaloides en suelo.	Cualquier actividad.	Durante todas las etapas del Proyecto, se mantendrá un Programa de Manejo Integral de Residuos, que permita garantizar a la autoridad que no se impactará agua o suelo por la presencia de residuos, incluidos aquellos de origen minero.
CRE-24	Se prohíben los desmontes generalizados y el aprovechamiento forestal que afecte la integridad y funcionalidad del ecosistema para evitar/minimizar daños permanentes a los ecosistemas en los que se desarrollen las actividades de manejo forestal maderable.	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y Ley de Fomento para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Sonora. NOM-152-SEMARNAT-1994, contenido de los planes de manejo forestal; NOM-061-SEMARNAT-1994, regulación de efectos del manejo forestal sobre fauna y flora silvestre, y NOM-060-SEMARNAT-1994, lineamientos de mitigación de efectos de los aprovechamientos forestales en los suelos y cuerpos de agua.	Específico para Forestal Maderable.	No aplica para el Proyecto ya que no es un aprovechamiento forestal, ni se desarrollará en áreas con vegetación forestal. Aun así, se tendrán medidas para la protección de la funcionalidad del ecosistema para evitar daños permanentes (ver detalle en capítulo VIII del presente documento).
CRE-25	Se elaborarán programas específicos de protección y recuperación de especies prioritarias y poblaciones de flora y fauna en peligro de extinción.	Aplicación del Artículo 62 de la Ley General de Vida Silvestre, que establece que la SEMARNAT promoverá la elaboración de los planes de conservación y recuperación de especies y poblaciones prioritarias.	Específico para Conservación.	No aplica para el Proyecto dado que no es de conservación, ni se desarrollará en áreas con vegetación forestal. El Proyecto se desarrollará dentro de las instalaciones del complejo que opera la Promovente.

Cuadro 3.3. Vinculación del Proyecto con los criterios de regulación ecológica de la UGA 100-0/01 que aplican para el Proyecto.

Clave	Criterio de regulación ecológica	Fundamento Legal	Comentarios	Vinculación con el Proyecto
CRE-28	Se deberán restaurar las áreas degradadas por efectos de las actividades de aprovechamiento forestal. Las especies a utilizarse deben ser nativas con el fin de no generar más presión ni competir con las especies de flora nativas.	LGEEPA declara de interés público la restauración de los terrenos forestales; LGDFS incluye a la reforestación y restauración como mecanismos para recuperar las zonas forestales degradadas. NOM-020-SEMARNAT-2001, lineamientos para la recuperación y restauración de terrenos forestales afectados por actividades ganaderas.	Específico para Forestal Maderable.	No aplica para el Proyecto, sin embargo, se ejecutará un programa de restauración como medida de compensación por la realización del Proyecto.
CRE-29	Se deberán restaurar y recuperar las áreas de matorral desértico con especies nativas, no invasoras de mezquite, a niveles históricos de hace 50 años.	NOM-012-SEMARNAT-1996, aprovechamiento de leña con fines de uso doméstico. La LGDFS y la LDFS-Son establecen los lineamientos para el establecimiento de plantaciones y el fomento a las actividades de restauración de los recursos forestales.	Específico para Forestal no Maderable.	No aplica para el Proyecto, sin embargo, se ejecutará un programa de restauración como medida de compensación por la realización del Proyecto.
CRE-31	Se deberá promover el uso sustentable de la tierra de monte con el fin de no degradar los ecosistemas de los que se extraen.	NOM-027-SEMARNAT-1996, aprovechamiento de la tierra de monte.	Específico para Forestal no Maderable.	No aplica para el Proyecto, sin embargo, se ejecutará un programa de restauración como medida de compensación por la realización del Proyecto.

El Proyecto aplicará medidas de prevención, mitigación y compensación, que asegurarán el cuidado del ambiente (ver Capítulo VI del presente documento).

El predio donde se realizará el Proyecto se encuentra ubicado en el municipio de Cananea, a la fecha de este estudio este municipio no cuenta con un programa de ordenamiento ecológico que haya sido decretado en los órganos de Gobierno del Estado de Sonora, ni en el municipal.

III.1.3. Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2016-2021

Es un documento que fue aprobado mediante Decreto publicado el 12 de diciembre de 2015 en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Sonora. El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021 (PED), contiene las normas, principios y bases que enmarcan la actuación de este gobierno, con la descripción de un escenario conforme a la situación que actualmente guarda la administración, proyectándose un escenario que impulse cada rubro y rama de política pública del Estado de Sonora en los próximos 6 años, a un desarrollo económico, político, social, laboral, cultural y educativo, consolidando aspectos sensibles en materia de infraestructura, seguridad pública, salud y servicios en beneficio de los sonorenses.

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021 engloba en sus cuatro ejes estratégicos y dos ejes transversales la alineación con el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, que proponen hacer de México y del estado de Sonora, una sociedad en la cual todas las personas tengan acceso efectivo a los derechos que otorga la Constitución (**Figura 3.2**).



Figura 3.2. Alineación del PED 2016-2021 al PND 2013-2018.

Los ejes estratégicos que rigen el PED son:

1. Eje Estratégico 1. Sonora en Paz y Tranquilidad; “Gobierno garante del estado de derecho, la seguridad y la paz social.
2. Ejes Estratégico 2. Sonora y Ciudades con calidad de vida, “Gobierno generador de la infraestructura para la calidad de vida y competitividad sostenible y sustentable”.
3. Ejes Estratégico 3. Economía y futuro; “Gobierno impulsor de las potencialidades regionales y sectores emergentes”.
4. Ejes Estratégico 4. Todos los sonorenses todas las oportunidades; “Gobierno promotor del desarrollo y equilibrio social”.
5. Ejes Transversales. i) Eje Transversal I. “Gobierno eficiente, innovador, transparente y con sensibilidad social”, ii) Eje Transversal II. “Gobierno promotor de los derechos humanos y la igualdad del género.

Dentro de los Objetivos Estratégicos del PED, a continuación, se listan los que se **vinculan de forma directa con el Proyecto:**

Eje Estratégico 1.

Reto 10. FOMENTAR UNA POLÍTICA INTEGRAL QUE GARANTICE LA SEGURIDAD LABORAL.

Estrategia 10.1. Promover la estabilidad, el empleo formal y el autoempleo vinculando la fuerza laboral con los sectores productivos en el estado e impulsar la capacitación de las y los trabajadores para incrementar la eficiencia y productividad.

Líneas de acción.

10.1.5. Fomentar el cumplimiento de la normatividad laboral en seguridad, salud y condiciones generales de trabajo

Estrategia 10.2 Proporcionar ambientes laborales seguros y bajo condiciones adecuadas para incrementar la productividad y disminuir los accidentes y trabajo.

Líneas de acción.

10.2.1. Impulsar la mejora de las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.

10.2.2. Capacitar a trabajador(es) y patrón(es) para dar a conocer los procedimientos de seguridad en el trabajo, primeros auxilios, manejo a la defensiva, técnicas de prevención de accidentes, manejo de equipo peligroso y procedimientos de emergencia.

Eje Estratégico 2.

Reto 1. CONSOLIDAR EL SISTEMA DE PLANEACIÓN ESTATAL DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DEL DESARROLLO URBANO.

Estrategia 1.2 Proporcionar un uso más eficiente del suelo, basado en sus características y potenciales.

Líneas de acción.

1.2.4. Diseñar e implementar instrumentos que promuevan el uso y explotación responsable de los recursos naturales y aprovechamiento de fuentes alternativas de energía para mejorar el funcionamiento de las ciudades.

Reto 8. IMPULSO AL ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA

Estrategia 8.3 Distribuir el agua de manera eficiente y equitativa entre los diferentes usos y usuarios, con un enfoque en la competitividad de las regiones y ciudades.

Líneas de acción.

8.3.3. Promover prácticas de uso eficiente del agua en todos los sectores, así como la innovación y la tecnología en la disminución del consumo.

Reto 12. FOMENTAR LA MEJORA DE LA GESTIÓN AMBIENTAL

Estrategia 12.1 Fomentar el sistema de monitoreo estatal, la normatividad y los vínculos con los municipios, en zonas urbanas y rurales, para la atención de diversas demandas.

Líneas de acción.

12.1.2 Generar, en coordinación con los municipios, un sistema de planificación ambiental basado en parámetros ambientales confiables, que permita generar estrategias conjuntas para mejorar la calidad del aire, agua, manejo de residuos sólidos, ampliación de áreas verdes, entre otros.

Reto 13. CONTRIBUIR A QUE LA SOCIEDAD CIVIL SONORENSE SE CARACTERICE POR SU CULTURA DE CUIDADO AL MEDIO AMBIENTE Y RECURSO NATURALES

Estrategia 13.6 Diseñar, implementar e impulsar un modelo de construcción de infraestructura que incluya normatividad orientada a sobrevellar los efectos del cambio climático.

Líneas de acción.

13.6.1. Promover que se incluyan materiales, técnicas y mejores prácticas en los procesos de construcción de infraestructura, orientadas a atenuar los efectos del cambio climático en las infraestructuras de nuestro estado.

Reto 14. CONSERVAR Y PROTEGER LA RIQUEZA NATURAL DE SONORA

Estrategia 14.1 Formular la política ambiental en materia de uso, conservación y manejo de la biodiversidad acuática y terrestre del estado de Sonora.

14.1.6. Dar seguimiento y evaluar los impactos mediante su medición, con indicadores tanto cuantitativos como cualitativos.

Eje Estratégico III.

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 4.7

Vigilar que se cumpla la normatividad institucional para el sector y mejorara los procesos de atención a trámites relacionados con las concesiones mineras.

Líneas de acción.

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

Estrategia 4.8 Promover y fortalecer el desarrollo sustentable en las regiones directamente impactadas por la actividad minera.

Líneas de acción.

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 Estatal de Desarrollo es que pretende continuar siendo un detonador del crecimiento económico de la región, mejorando la calidad de vida de los trabajadores, al contar con actividades nuevas en la unidad minera que trabaja de manera ordenada con la infraestructura adecuada de alto nivel y a su vez generará fuentes de empleo y riqueza en la zona por el consumo de bienes y servicios, así como la implementación de programas de vigilancia ambiental que aseguren el adecuado cumplimiento con la normatividad vigente y por lo tanto el cuidado a la salud y el medio ambiente.

III.1.4. Planes Municipales de Desarrollo Urbano o en su caso, del Centro de Población: Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018 de Cananea

Para la elaboración del Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018, se realizó un extenso análisis dentro de la administración municipal y la situación actual en la que se encuentra el municipio, para detectar los principales problemas y áreas de oportunidad, para diseñar ejes rectores y crear estrategias para atacar esta problemática durante los próximos tres años.

El PMD de Cananea propone consolidar al gobierno con la misión de administrar los recursos asignados de ámbito federal, estatal y los captados por servicios que se ofrecen a la comunidad de una manera eficaz y transparente, implementando la calidad en las gestiones que se realicen, donde la democracia y la equidad forman parte fundamental del ayuntamiento. Utilizando una mejora continua en todos los servicios y procesos con el objetivo de lograr un óptimo desarrollo en el municipio.

El PMD de Cananea tiene como objetivo general dar a conocer los principales ejes rectores, así mismo las líneas de acción que se llevarán a cabo durante los próximos tres años; así como las políticas generales que regirán en la presente administración 2016-2018, sirve para establecer el plan de trabajo que realizara la administración actual, así mismo este documento es de orden público, y con acceso a la comunidad para consultar la gestión y líneas de acción del gobierno municipal actual.

Los ejes rectores que conforman la estructura de acciones del PMD son:

- I. Cananea Infraestructura y Desarrollo Urbano
- II. Cananea Desarrollo Económico Sustentable
- III. Cananea Salud para todos
- IV. Cananea Perspectiva de Género y Cultura Social
- V. Cananea Preventivo y Seguro
- VI. Cananea Educado para Crecer
- VII. Cananea Fomentando el Deporte
- VIII. Cananea Impulsor de Turismo

En todo momento, la promovente del Proyecto buscara estar acorde a lo establecido en el Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018, considerando los ejes que lo rigen como parte fundamental de su desarrollo, como la generación de empleos sustentables, así como también crear espacios de oportunidad laboral con equidad de género, establecer campañas de concientización y a su vez coadyuvar para la realización de gestiones para convertir a Cananea en un municipio con oportunidades de desarrollo.

III.2. Regiones prioritarias de la CONABIO

La CONABIO ha definido varios tipos de regiones prioritarias que resultan determinantes para el mantenimiento de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas. En este sentido se presentan aquellas que guardan cierta relación geográfica con el Proyecto en cuestión, es decir: [i] Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP); [ii] Regiones Terrestres Prioritarias (RTP); [iii] Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) y; [iv] Sitios Prioritarios Terrestres.

III.2.1. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

La identificación y validación por consenso de las Regiones Hidrológicas Prioritarias, se realizó en función de su biodiversidad, entendiendo por ésta a la variabilidad de organismos de cualquier fuente, incluidos, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende también, la diversidad dentro de cada especie y entre las especies. La unidad de análisis utilizada en este estudio es la cuenca hidrológica (superficie del terreno cuya topografía u geología hacen que el agua drene a un punto común), definida como el área mínima indispensable de delimitación natural para instrumentar una aproximación ecosistémica en el análisis, planeación, manejo y uso sustentable de los recursos hidrológicos epicontinentales (Arriaga, 2000).

Es así como surge la necesidad de revisar el estatus de la información sobre la diversidad y el valor biológico de las cuencas hidrológicas, además de evaluar las amenazas directas e indirectas sobre los recursos y el potencial para su conservación y manejo adecuado. El resultado final fue una lista con 110 regiones hidrológicas prioritarias y el mapa correspondiente, escala 1:4 000 000. La determinación del patrón de uso en las diferentes áreas prioritarias, a través de un análisis de conglomerados, dio como resultado 75 áreas de alta biodiversidad y 82 áreas de uso por sectores, de entre las cuales 75 presentaron algún tipo de amenaza. Finalmente, también se identificaron 29 áreas que son importantes biológicamente pero no se cuenta con suficiente información científica.

En relación con la problemática identificada, se citan a continuación algunos de los aspectos más sobresalientes:

- Sobreexplotación de los acuíferos superficiales y subterráneos lo que ocasiona una notable disminución en la cantidad de agua disponible, intrusión salina, desertificación y deterioro de los sistemas acuáticos.
- Contaminación de los acuíferos superficiales y subterráneos principalmente por descargas urbanas, industriales, agrícolas y mineras que provocan disminución en la calidad del agua, eutroficación y deterioro de los sistemas acuáticos.
- Cambio de uso de suelo para agricultura, ganadería, silvicultura y crecimiento urbano e industrial mediante actividades que modifican el entorno como desforestación, alteración de cuencas y construcción de presas, desecación o relleno de áreas inundables, modificación de la vegetación natural, pérdida de suelo, obras de ingeniería, contaminación e incendios.

Para el caso que nos compete, se afirma que cercanas al área del Proyecto se identificaron dos Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP): [i] la Región Hidrológica Prioritaria RHP 12 Subcuenca del Río Asunción; y [ii] la Región Hidrológica Prioritaria RHP 13 Subcuencas del Río San Pedro y Río Santa Cruz. Sin embargo, el polígono del Proyecto tiene mayor influencia en la RHP 13, (**Figura 3.3**), pues el área que contempla el Proyecto para desarrollar las diferentes obras, se encuentra dentro de esta region hidrológica.

Esta RHP cuenta con una extensión de 2,810.66 km², tiene como principales aspectos económicos, el recurso minero (cobre), la agricultura (algodón), silvicultura y ganadería. Tiene como problemática, la modificación del entorno por la infraestructura minera y el sobrepastoreo en los pastizales, tiene la principal contaminación por los arroyos por aguas negras y desechos mineros, es así que para conservar dicha región la promovente aplicará los planes de manejo de los residuos que serán generados en la etapa operativa, así también para la etapa en donde sea necesario la utilización del recurso se favorecerá hasta donde sea posible, el uso de agua recuperada del depósito de jales que opera actualmente la empresa, así como la ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en la presente MIA-P (descritas en el Capítulo VI).

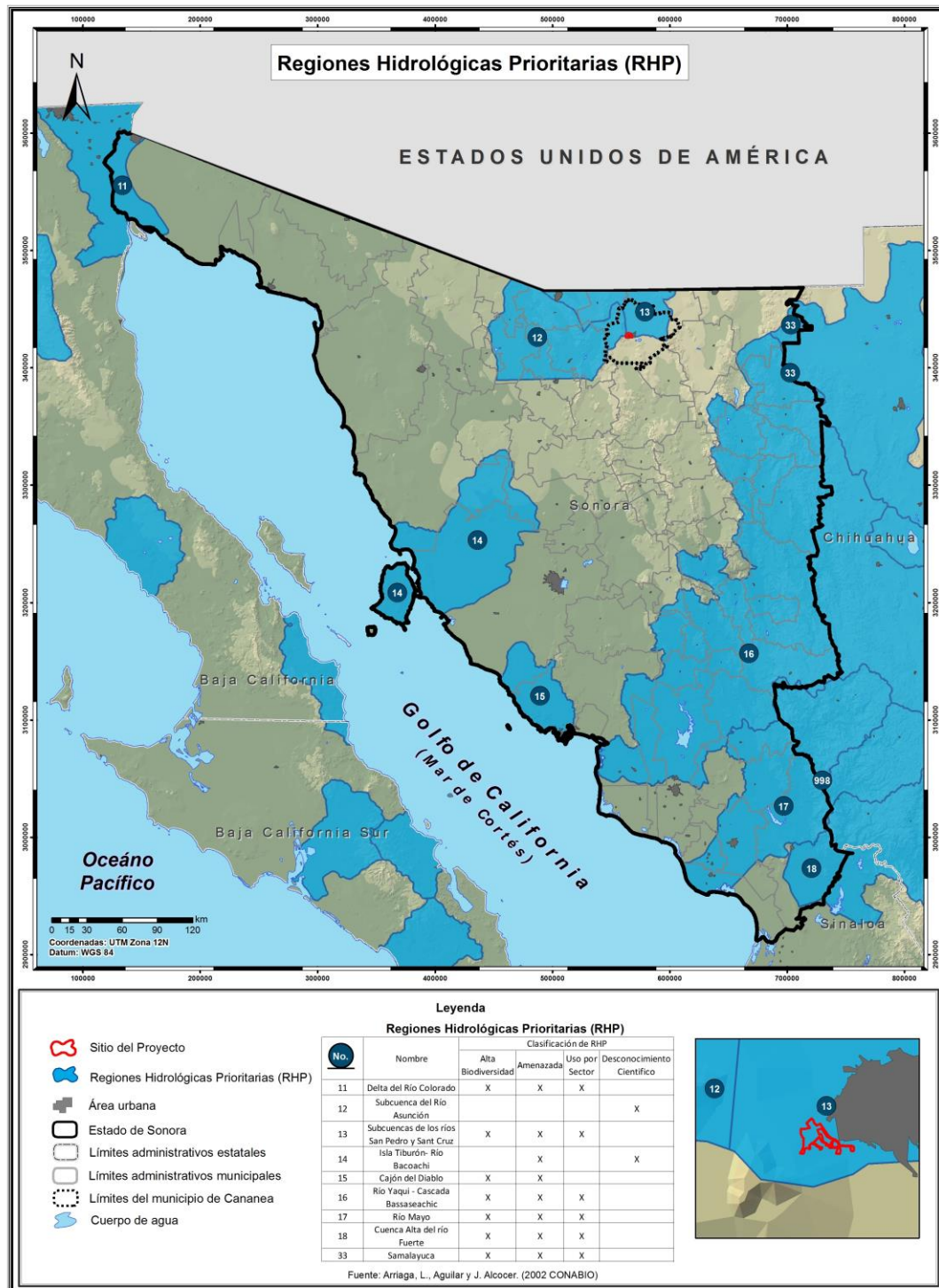


Figura 3.3. Ubicación de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con relación al sitio del Proyecto.

En este sentido y dado que se señala como problemática la infraestructura minera, es conveniente destacar que el Proyecto se refiere a una actividad propia de la industria minera, totalmente inmerso dentro de la RHP. La superficie del sitio del Proyecto representa sólo el 0.015 % de la superficie total de la RHP 13; con lo que el impacto por el Proyecto no será significativo para toda la RHP, pero como parte de la realización del Proyecto se ejecutarán medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en el presente estudio (ver Capítulo VI del presente estudio).

Como parte de la construcción del Proyecto se realizarán obras de drenaje y obras para escurrimientos con la intención de no afectar escorrentías ni arroyos intermitentes.

También se aplicará un programa de restauración que incluye actividades de reforestación para compensar el impacto de modificación del entorno que es una de las problemáticas que presenta esta RHP y que con las medidas descritas se pretende atenuar, a pesar de que el Proyecto se localizará en una zona donde la infraestructura de obras y carreteras ya han modificado el paisaje nativo de este sitio. El Proyecto no contribuirá a las otras problemáticas de esta RHP 13, ya que no es del sector ganadería.

III.2.2. Regiones Terrestres Prioritarias

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), son unidades territoriales estables desde el punto de vista ambiental, que destacan por su riqueza ecosistémica, específica y endémica, comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación (Arriaga *et al.*, 2000).

Como parte del trabajo realizado para obtener las RTP se obtuvo un mapa en escala 1:1 000 000 con 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México, que cubren una superficie de 515,558 km², correspondiente a más de la cuarta parte del territorio. Para el estado de Sonora se distribuyen diecinueve RTP, de las cuales el sitio del Proyecto, se encuentra inmerso en la **RTP 41 Cananea–San Pedro (Figura 3.4)**, de la cual se describen a continuación sus características generales, tal como lo reporta la CONABIO.

La RTP 41 Cananea-San Pedro, se encuentra dentro del estado de Sonora, abarcando una extensión de 3,325 km² (valor para la conservación 3, mayor a 1,000 km²), de los municipios de Arizpe, Bacoachi, Cananea, Naco y Santa Cruz. Sus coordenadas extremas son: Latitud N: 30°37'12" a 31°19'48"; Longitud W: 109°48'36" a 110°37'12".

La RTP 41 fue delimitada bajo un criterio altimétrico, siguiendo las cotas 1,400 y 1,200 msnm, tiene predominio de pastizal natural, que al buscar protegerlo se determinó tomar como criterio el límite con el matorral desértico micrófilo, presente a partir de la cuenca del río El Cuervo hacia el Este del matorral. Como límite occidental, se tomó la cota 1,400 msnm en la margen Este del río Santa Cruz, considerando como núcleo de la RTP a la cuenca del río San Pedro y la parte alta del río Sonora. Al Sureste, el límite de la región correspondió al de la RTP 42 Sierra Los Ajos, Buenos Aires y La Púrica.

Entre las características generales de esta RTP destaca su definición como prioritaria en función de los pastizales, que presentan una mezcla de elementos tanto de los desiertos chihuahuense y sonoreense, como de las zonas montañosas de Arizona y la Sierra Madre Occidental. La diversidad y el endemismo son bajos, pero se encuentran muchas especies sujetas a régimen de protección, tales como *Lampropeltis pyromelana* y *Crotalus willardii*, además de especies clave como el puma y el lince.

En las sierras El Chivato, La Mariquita, El Manzanal y San José se presenta bosque de encino, mientras que en el resto de la RTP, se tiene predominio de pastizal natural. En la Sierra La Mariquita se presenta como fenómeno estacional una concentración de catarinas. Al Sureste, el límite de la región corresponde al de la RTP Sierra Los Ajos-Buenos Aires-La Púrica.

Unidades de suelo y porcentaje de superficie. 100% Regosol éutrico RGe (Clasificación FAO-UNESCO, 1989). Se trata de suelo procedente de materiales no consolidados, con una susceptibilidad a la erosión de moderada alta; posee un único horizonte A claro, con muy poco carbono orgánico, demasiado delgado y duro y macizo a la vez cuando se seca y no tiene propiedades sálicas. El subtipo éutrico tiene un grado de saturación de 50% o más en los 20-50 cm superficiales y sin presencia significativa de carbonato de calcio.

La problemática ambiental registrada en la RTP 41 refiere fundamentalmente a sobrepastoreo en los pastizales, contaminación de los arroyos por aguas negras y residuos de la actividad minera en el municipio de Cananea.

En relación a lo anterior, en cualquiera de sus etapas el Proyecto no afectará a la RTP 41, sin embargo se tomó a consideración el desglose de su ficha técnica así como su problemática, integrándose en el análisis y evaluación del presente Proyecto. El Proyecto considera un conjunto de acciones tendientes a prevenir y en su caso, atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare en cualquiera de sus etapas, para dar cumplimiento a lo dispuesto en materia de impacto ambiental.

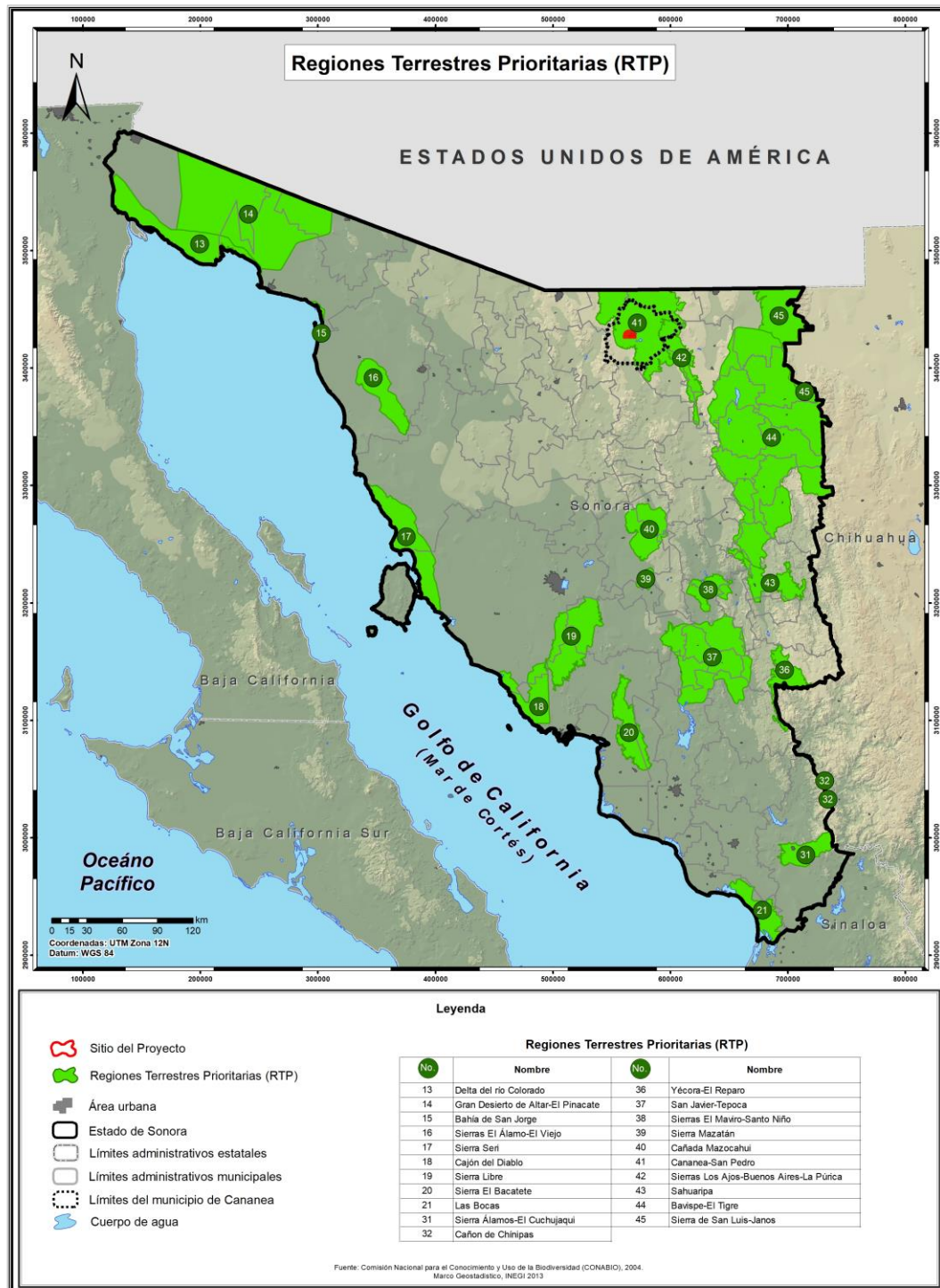


Figura 3.4. Ubicación de la Región Terrestre Prioritaria RTP 41 Cananea-San Pedro con relación al sitio del Proyecto.

III.2.3. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

En la República Mexicana existen un total de 263 AICA (Benítez *et al.*, 1999; Del Coro Arizmendi y Márquez Valdelamar (eds.), 2000), de las cuales trece se encuentran en el estado de Sonora. De éstas, el sitio del Proyecto, se ubica dentro de una de las áreas más grandes, el AICA No. 126, Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental (**Figura 3.5**). El AICA No. 126 se localiza totalmente en el estado de Sonora, cubriendo una superficie de 2'289,950.48 ha, lo que representa el 12.76% de la superficie total del Estado.

Se trata de un conjunto de Sierras de diferente tamaño que necesitan estar conectadas, creando un corredor importante y un puente entre las zonas consideradas AICAS del Sur de las sierras y con las islas del Norte en las Chiricahuas, Arizona (Sky Islands). Este complejo de islas son peldaños entre sierras de mayor longitud que permiten que haya un flujo continuo de fauna. Es a través de las islas del Norte que algunas especies como *Pachyramphus aglaiae* y *Euptilotis neoxenus*, entre otras, llegan hasta las pequeñas sierritas en Arizona.

El AICA No. 126, abarca una superficie superior al Municipio de Cananea, la región es muy amplia y el Proyecto de interés se ubica dentro de instalaciones totalmente urbanizadas, con tráfico vehicular importante y presencia humana las 24 horas del día, por lo que la presencia de aves en campo se detectó relativamente baja; fuera del predio de la empresa y lejos de la zona urbana, es posible observar ejemplares típicos de la región y con mayor abundancia.

Sin embargo las características de la AICA No. 126 y con relación a lo observado dentro del sitio del Proyecto se tomó a consideración para el análisis y evaluación realizados en los capítulos siguientes.

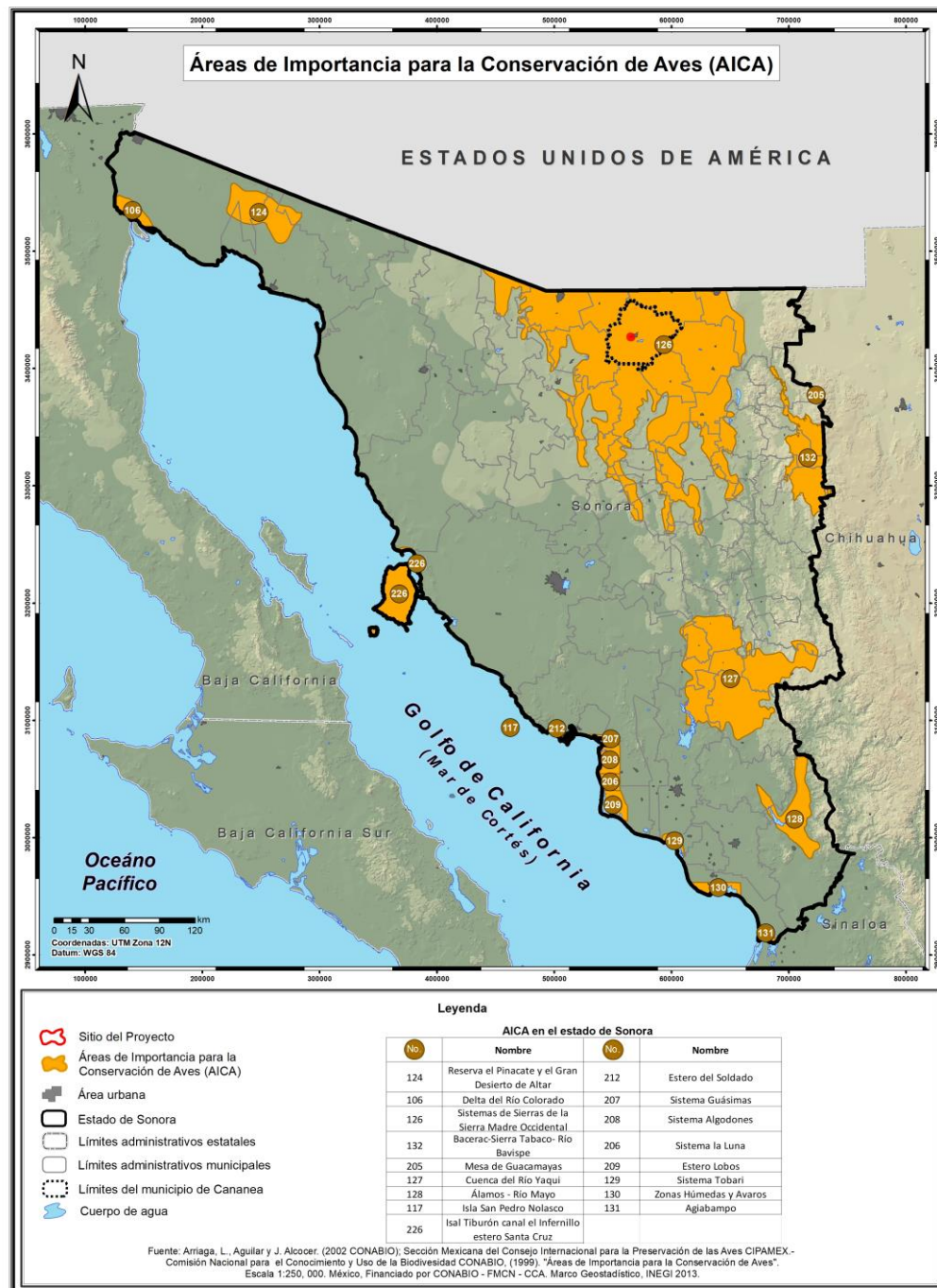


Figura 3.5. Ubicación del sitio del Proyecto, con relación a la ubicación del AICA 126 Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental.

III.2.4. Sitios Prioritarios Terrestres

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y The Nature Conservancy - Programa México (TNC), Pronatura. (2007), trabajaron en conjunto para realizar los análisis de "Vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad" para los ambientes terrestres, marinos y acuáticos epicontinentales de todo el país, a diversas escalas, con el fin de orientar estrategias para la conservación, como el establecimiento de nuevas áreas protegidas y de otros instrumentos de conservación in situ. Con relación a lo anterior y como parte de los avances registrados para el análisis de "Vacíos y omisiones de conservación" se obtuvieron los Sitios Prioritarios Terrestres en la República Mexicana para la conservación de su biodiversidad terrestre, para lo cual se dividió la superficie terrestre del país en 8,045 hexágonos de 256 km² cada uno, y se utilizó el programa Marxan que aplica un algoritmo de optimización, para evaluar 1,450 elementos de la biodiversidad de interés para la conservación, así como 19 capas de diversos factores de amenaza. Para reducir el sesgo en la información sobre la distribución de las especies, se utilizaron modelos de nicho ecológico editados por especialistas. Los sitios prioritarios son aquellos hexágonos que permiten cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados en la menor área posible, con base en ello se dio se identificaron sitios de extrema, alta y media prioridad.

El proceso de validación, de la información, a otras escalas y con la ayuda de especialistas sigue en marcha por lo que la información aquí mostrada no puede ser considerada como definitiva. Las instituciones participantes se han asegurado de suministrar información actualizada y correcta al momento de su publicación y de acuerdo a la metodología propuesta por especialistas en el tema que participaron en los talleres de expertos. Se identificaron 1093 unidades de media prioridad (frecuencia de selección 90-99% del ejercicio de priorización de acuerdo a las metas establecidas en los talleres), 1145 unidades de alta prioridad (frecuencia de selección 100% del ejercicio de priorización de acuerdo a las metas establecidas en los talleres) y 176 de extrema prioridad (frecuencia de selección 100%; coincidentes en dos ejercicio de priorización, el primero de acuerdo a las metas establecidas

en los talleres y el segundo ejercicio con metas reducidas para los tipos de vegetación primaria y secundaria).

Tomando en cuenta la importancia de las estrategias de conservación para la biodiversidad a nivel nacional, con la finalidad de cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados para el estudio de “Vacíos y Omisiones en Conservación” se llevó a cabo la sobreposición de los Sitios Prioritarios Terrestres en relación al sitio del Proyecto (**Figura 3.6**), el cual no se encuentra dentro de algún SPT. El SPT 474 es el más cercano y se refiere a un hexágono de prioridad Alta.

El análisis espacial de todas las regiones y áreas prioritarias de la CONABIO respecto a la ubicación del Proyecto, demostró que no existirá afectación de estas por la implementación del Proyecto, ya que la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación lo hace compatible con las problemáticas y estrategias establecidas para estas regiones prioritarias de CONABIO.

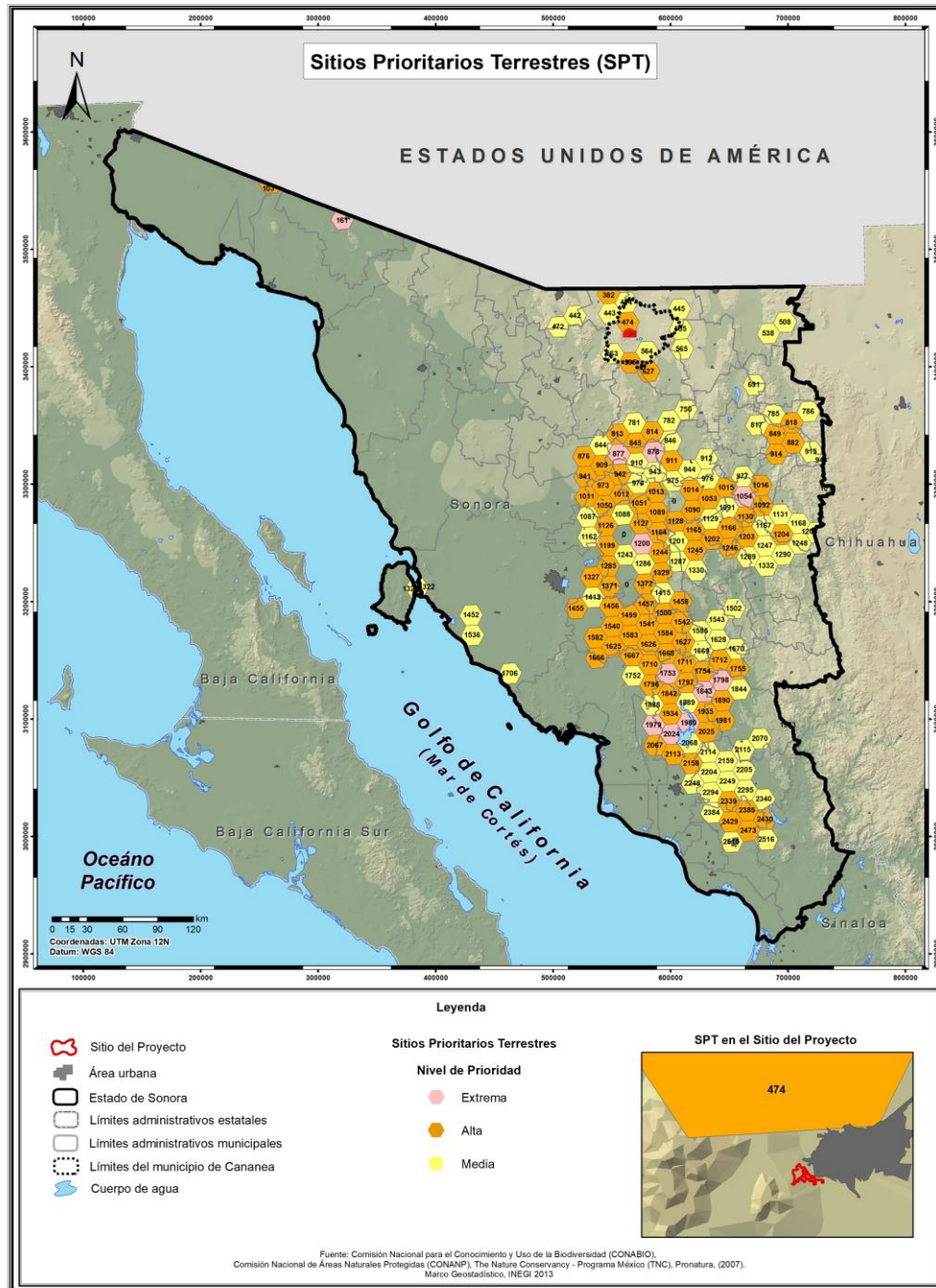


Figura 3.6. Ubicación del sitio del Proyecto, con relación a la ubicación de los Sitios Prioritarios Terrestres (SPT).

III.3. Áreas Naturales Protegidas (ANP)

III.3.1. Áreas Naturales Protegidas Federales (ANP)

En el estado de Sonora, se promueve con gran interés la preservación de sus recursos naturales, la misión del Gobierno, se ha dado a la tarea de detectar y establecer zonas protegidas y de conservación, tanto por su flora y fauna, como de su entorno natural, basado en la importancia que reviste el conservar los recursos naturales, en beneficio de las generaciones futuras, en el entendido de que si no se conservan y se aprovechan mejor los recursos naturales, el estado corre el riesgo de perder su biodiversidad y su riqueza natural. Conservar y proteger hoy los recursos naturales, permitirá en un futuro inmediato, establecer nuevas y mejores estrategias de tipo sustentable para su aprovechamiento ordenado y técnicamente justificado, tanto de los recursos que actualmente se aprovechan, como de aquellos que no han sido aprovechados para actividades económicas.

De acuerdo a la LGEEPA, se consideran Áreas Naturales Protegidas (ANP), las siguientes: [i] Reservas de la Biosfera; [ii] Parques Nacionales; [iii] Monumentos Naturales; [iv] Áreas de Protección de Recursos Naturales; [v] Áreas de Protección de Flora y Fauna; [vi] Santuarios; [vii] Parques y Reservas Estatales; [viii] Zonas de conservación ecológica municipales; y [ix] Áreas destinadas voluntariamente a la conservación (LGEEPA, 2012). Las ANPs, competencia de la Federación, son las señaladas en los incisos [i] al [vi] y [ix].

El estado de Sonora cuenta con siete áreas naturales protegidas de tipo federal y tres del orden estatal, que son: el Sistema de Presas Abelardo L. Rodríguez-El Molinito, bajo la categoría de zona protectora forestal de la ciudad de Hermosillo; Arivechi-Cerro Las Conchas y Estero del Soldado, ambas bajo la categoría de zona sujeta a la conservación ecológica.

Las áreas federales protegidas son: Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado; El Pinacate y Gran Desierto de Altar y Janos, todas en la categoría de Reservas de la Biosfera. En áreas de Protección de Flora y Fauna Silvestre, Sonora cuenta con Campo Verde, las Islas del Golfo de California-Sonora, la Sierra de Alamos-Río Cuchujaqui y Tutuaca (**Figura 3.7**)

De las ANP con Decreto Federal para el país la más cercana limita al sitio del Proyecto (136 km aproximadamente) en los límites del estado de Sonora y la frontera con Estados Unidos y corresponde a la ANP No. 173 Janos con categoría de manejo Reserva de la Biosfera, abarcando una inmensa extensión de 526,482 hectáreas en el municipio de Janos, Chihuahua.

El listado de las ANP reportadas para el estado de Sonora, incluye ANP decretadas y propuestas. De las ANP decretadas, la más cercana al sitio del Proyecto (a un radio de 20 Km aproximadamente) corresponde a la ANP Sierra Los Ajos-Buenos Aires–La Púrica, la cual es una ANP de categoría de Protección de los Recursos Naturales decretada el 30 de junio de 1936, que se ubica en las coordenadas geográficas 30°16'16" a 31°06'48" Latitud Norte y 109°39'47" a 110°03'47" de Longitud Oeste, cubriendo las Sierras de "Los Ajos", "Buenos Aires" y "Púrica" con una extensión de terrenos con una superficie de 21,494 Ha, quedando con base al Artículo Segundo de dicho decreto bajo la jurisdicción y administración del Departamento Forestal y de Casa y Pesca para los fines de la conservación y ordenada explotación de los elementos forestales y de fauna silvestre.

Es importante mencionar que las Sierras Elenita y Mariquita, así como la Sierra Los Ajos y otras sierras aledañas que forman parte del "Archipiélago Islas del Cielo" (**Figura 3.8**) se encuentran a una distancia mayor de 20 km del sitio del Proyecto y son especialmente importantes como fuentes receptoras de agua en el nacimiento de las cuencas hidrológicas de los ríos Sonora, San Pedro y Magdalena y que, por su tipo de vegetación, diversidad y función ecológica como corredor biológico de fauna, representan una región importante para la preservación de la flora y fauna local.

La vegetación de La Mariquita se compone de pastizales, matorrales xerófilos, encinares y pinares, y destaca por un pino frondoso denominado "Ayacahuite", el álamo temblón (*Populus tremuloides*) y el insecto coloquialmente denominado en la región como "mariquita" o "catarina", al que debe su nombre. Una gran variedad de especies de la zona cuenta con protección especial, porque están en riesgo o en inminente peligro de extinción.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de la Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP) otorgo al Instituto Nacional de Astrofísica,

Óptica y Electrónica (INAOE) un certificado por el cual se designa a la "Mariquita" como Área Natural Protegida (ANP) destinada voluntariamente a la conservación donde se ubica el Observatorio Astrofísico Guillermo Haro (OAGH), con fecha del 31 de marzo del 2015 en una superficie de 2195.89 ha, en el municipio de Cananea, Sonora. El Instituto, además de tener como objetivo la investigación científica y la preservación del cielo limpio para las observaciones astronómicas, también ha adoptado como misión la conservación de flora y fauna en las dos mil ciento noventa y cinco hectáreas de los terrenos del OAGH. El Certificado es un reconocimiento para el INAOE por los trabajos realizados para proteger la zona y contiene los instrumentos y herramientas para participar en los programas institucionales y de organismos internacionales para llevar a cabo las tareas de protección y conservación de suelos, captación de agua, reforestación permanente y protección de especies. Se cuenta con la estrategia de manejo, dividida en la zona de amortiguamiento y la zona de conservación, así como con un reglamento interno con las disposiciones generales y las acciones particulares permitidas y prohibidas para todas las áreas, que incluyen los accesos restringidos y regulados a La Mariquita; la protección de todas las especies de flora y fauna contra todos los agentes que las impacten y amenacen, y el impulso e implementación de amplias campañas de difusión y promoción de alianzas con la sociedad civil, talleres de divulgación e investigaciones científicas organizadas y autorizadas por el INAOE.

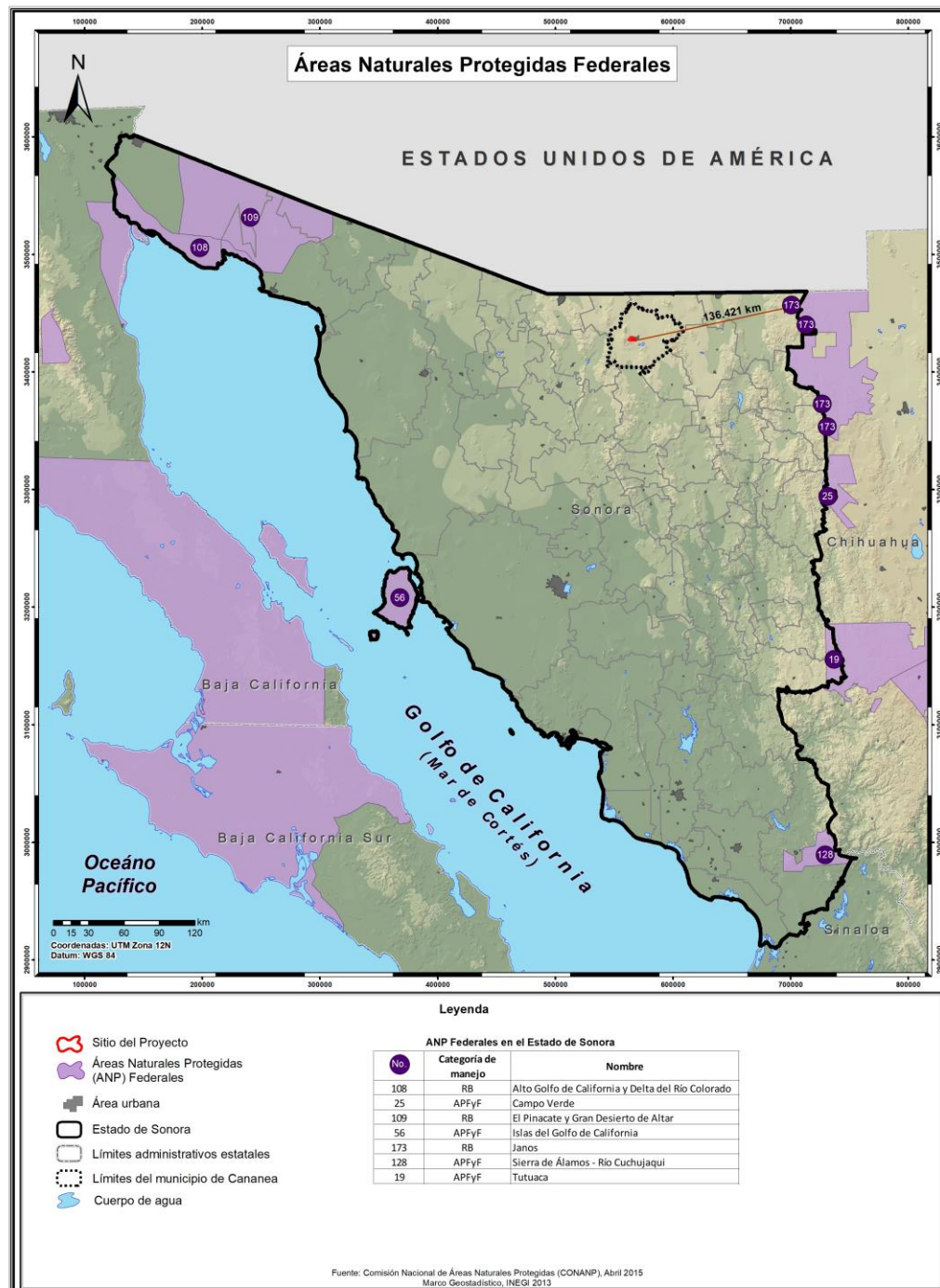


Figura 3.7. Ubicación del sitio del Proyecto, con relación a la ubicación de las Áreas Naturales Protegidas Federales.

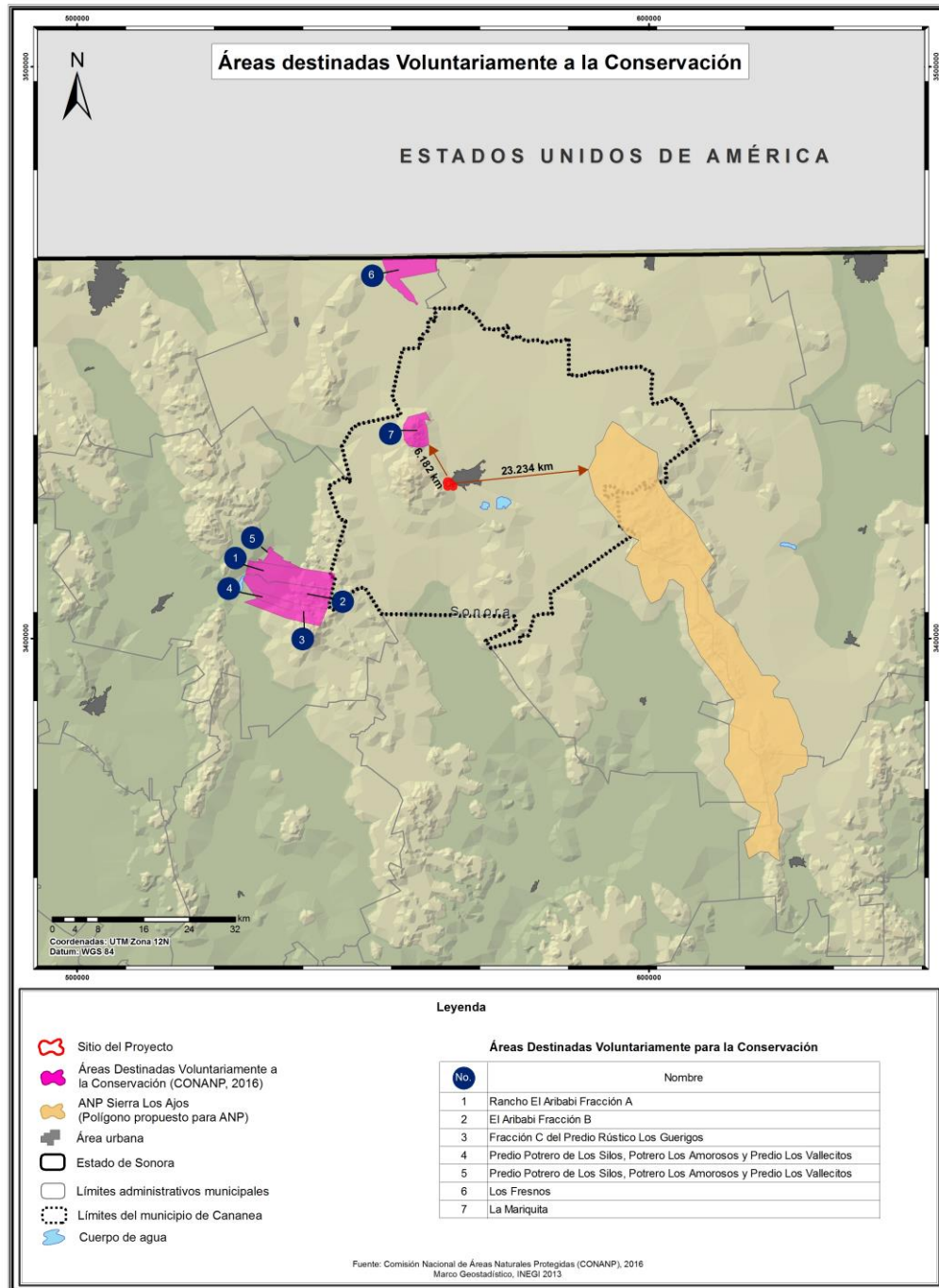


Figura 3.8. Áreas destinadas Voluntariamente a la Conservación, con respecto al sitio del Proyecto.

III.3.2. Áreas Naturales Protegidas Estatales

A nivel estatal se han decretado 3 zonas protegidas oficialmente: [i] Arivechi-Cerro Las Conchas (ANP 165); [ii] Sistemas de Presas Abelardo L. Rodríguez-El Molinito (ANP 37); [iii] Estero El Soldado (ANP 17). Los beneficios al declararlas Áreas Naturales es que conformen corredores biológicos, procesos ecológicos y servicios ambientales, además de ordenar y regularizar las actividades humanas en áreas o sitios importantes para asegurar la protección y preservación de los ecosistemas y su biodiversidad de acuerdo a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Sonora.

En el Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Sonora (SANPES), mediante el decreto publicado en el Boletín Oficial del Gobierno del estado de Sonora Número 10, Sección I, Tomo CLIII del tres de Febrero de 1994, se denominó Área Natural Protegida, bajo la categoría de Zona sujeta de Conservación Ecológica, una sección del terreno donde se encuentra el sistema de presas Abelardo Rodríguez Luján–El Molinito, el cual ya fue aprobado y publicado por ser la principal fuente de abastecimiento de agua para los pobladores de Cd. Obregón, Sonora. En este sentido, el Proyecto tampoco impactará de forma adversa sobre los sistemas de presas Abelardo Rodríguez Luján–El Molinito.

Entre las Áreas Naturales Protegidas propuestas, se encuentra el área de las Sierras Mariquita y Elenita, que se continúan en dirección Norte-Sur, ubicando a la Mariquita sobre la carta de INEGI que corresponde a Nogales y a la Elenita que se ubica sobre la carta de Cananea. Ambas se localizan al Noroeste de los predios de Buenavista del Cobre y del Proyecto (**Figura 3.8**).

Sin embargo, debe resaltarse que el sitio del Proyecto, no se encuentra dentro de algún Área Natural Protegida decretada, federal, estatal, ni municipal, por lo que la ejecución y puesta en marcha de este Proyecto, no afectará ningún Área Natural Protegida.

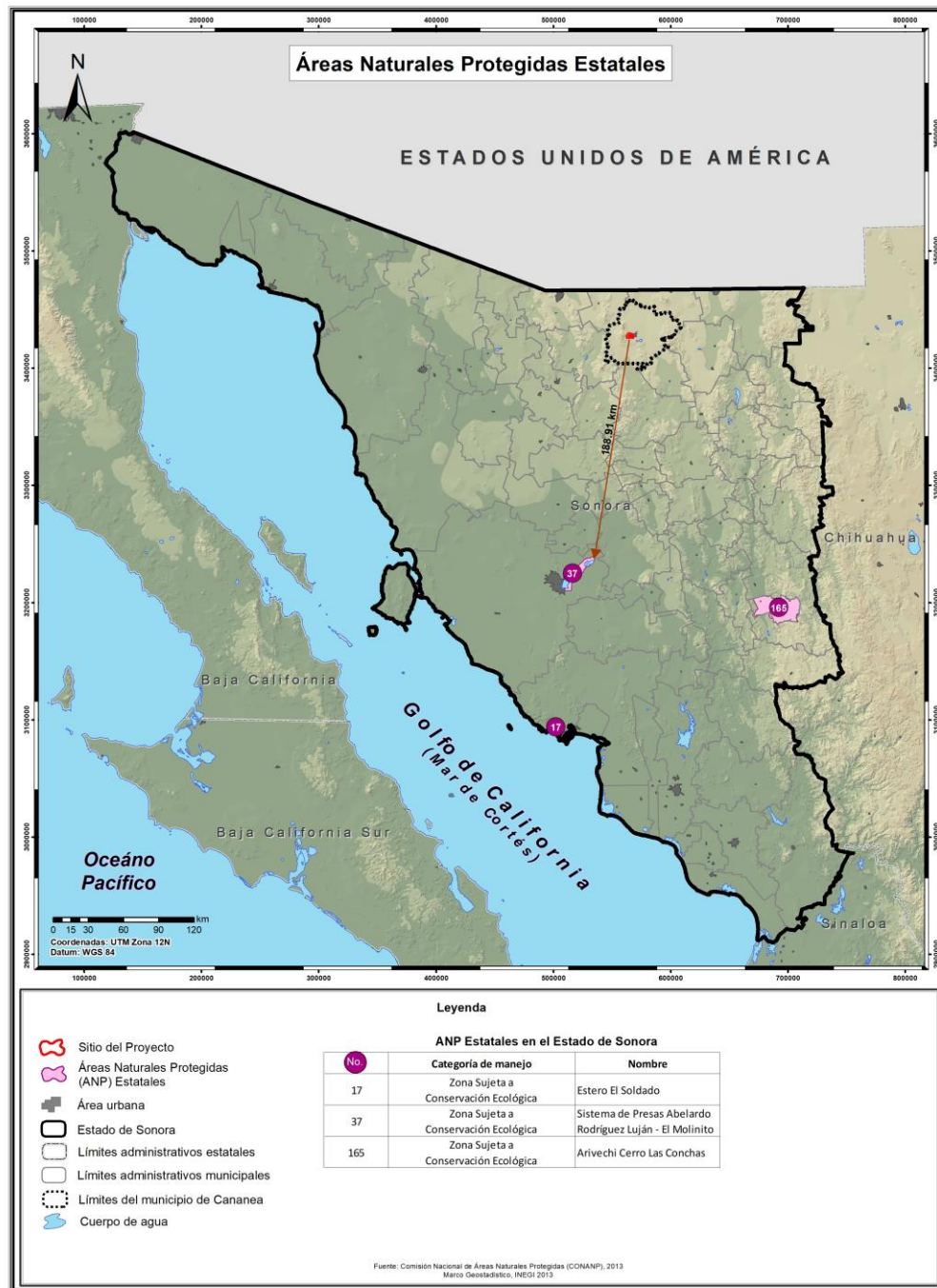


Figura 3.9. Ubicación del sitio del Proyecto, con relación a la ubicación de las Áreas Naturales Protegidas Estatales.

III.4. Análisis de instrumentos jurídicos y normativos

En la presente sección se analizan diversos instrumentos normativos aplicables al Proyecto en cuestión, mismos que se indican a continuación.

- i. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;
- ii. LGEEPA y su Reglamento (Impacto Ambiental);
- iii. Ley de Aguas Nacionales;
- iv. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento;
- v. Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Sonora;
- vi. Ley de Desarrollo Urbano para el Estado de Sonora y;
- vii. Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Sonora.

III.4.1. Constitución Política de los Estados Unidos

Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 5 de febrero de 1917 y actualizada con las últimas reformas el 15 de septiembre de 2017. Debido a que en el Proyecto, pueden generarse impactos, se implementarán las medidas de mitigación, compensación y prevención necesarias para la conservación del medio ambiente, de esta manera se cumple con lo establecido en el **Artículo 4º**: "Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar". El Proyecto cumple con este precepto toda vez que para su establecimiento se hacen todas las consideraciones ambientales pertinentes en orden de garantizar este derecho. A continuación se enlistan los artículos aplicables y que no contraviene el Proyecto.

Artículo 25, La ley establecerá los mecanismos que faciliten la organización y la expansión de la actividad económica del sector social: de los ejidos, organizaciones de trabajadores, cooperativas, comunidades, empresas que mayoritaria o exclusivamente a los

trabajadores y en general, de todas las formas de organización social para la producción, distribución y consumo de bienes y servicios socialmente necesarios.

Protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, en los términos que establece esta Constitución.

El Proyecto, cumple con este precepto ya que al atender a la normativa aplicable al mismo se suma a los esfuerzos del Estado para garantizar el desarrollo sustentable e integral de la Nación a través del fomento de las actividades económicas y el bienestar social en la zona, siempre con plena conciencia ecológica y social.

Artículo 27.- La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada. Las expropiaciones sólo podrán hacerse por causa de utilidad pública y mediante indemnización.

La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.

Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas; de todos los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos, constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria; los yacimientos de piedras preciosas, de sal de gema y las salinas formadas directamente por las aguas marinas; los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuando su explotación necesite trabajos subterráneos; los yacimientos minerales u orgánicos de materias susceptibles de ser utilizadas como fertilizantes; los combustibles minerales sólidos; el petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos; y el espacio situado sobre el territorio nacional, en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional.

Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquéllas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; la de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzadas por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley. Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos;

el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional.

En los casos a que se refieren los dos párrafos anteriores, el dominio de la Nación es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de los recursos de que se trata, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, no podrá realizarse sino mediante concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes. Las normas legales relativas a obras o trabajos de explotación de los minerales y sustancias a que se refiere el párrafo cuarto, regularán la ejecución y comprobación de los que se efectúen o deban efectuarse a partir de su vigencia, independientemente de la fecha de otorgamiento de las concesiones, y su inobservancia dará lugar a la cancelación de éstas. El Gobierno Federal tiene la facultad de establecer reservas nacionales y suprimirlas. Las declaratorias correspondientes se harán por el Ejecutivo en los casos y condiciones que las leyes prevean. Tratándose del petróleo y de los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos o de minerales radioactivos, no se otorgarán concesiones ni contratos, ni subsistirán los que en su caso se hayan otorgado y la Nación llevará a cabo la explotación de esos productos, en los términos que señale la Ley Reglamentaria respectiva. Corresponde exclusivamente a la Nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la Nación aprovechará los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines.

La capacidad para adquirir el dominio de las tierras y aguas de la Nación, se regirá por las siguientes prescripciones:

I. Sólo los mexicanos por nacimiento o por naturalización y las sociedades mexicanas tienen derecho para adquirir el dominio de las tierras, aguas y sus accesiones o para obtener concesiones de explotación de minas o aguas. El Estado podrá conceder el mismo derecho a los extranjeros, siempre que convengan ante la Secretaría de Relaciones en considerarse como nacionales respecto de dichos bienes y en no invocar por lo mismo la protección de sus gobiernos por lo que se refiere a aquéllos; bajo la pena, en caso de faltar al convenio, de perder

en beneficio de la Nación, los bienes que hubieren adquirido en virtud del mismo. En una faja de cien kilómetros a lo largo de las fronteras y de cincuenta en las playas, por ningún motivo podrán los extranjeros adquirir el dominio directo sobre tierras y aguas.

IV. Las sociedades mercantiles por acciones podrán ser propietarias de terrenos rústicos pero únicamente en la extensión que sea necesaria para el cumplimiento de su objeto. En ningún caso las sociedades de esta clase podrán tener en propiedad tierras dedicadas a actividades agrícolas, ganaderas o forestales en mayor extensión que la respectiva equivalente a veinticinco veces los límites señalados en la fracción XV de este artículo. La ley reglamentaria regulará la estructura de capital y el número mínimo de socios de estas sociedades, a efecto de que las tierras propiedad de la sociedad no excedan en relación con cada socio los límites de la pequeña propiedad. En este caso, toda propiedad accionaria individual, correspondiente a terrenos rústicos, será acumulable para efectos de cómputo. Asimismo, la ley señalará las condiciones para la participación extranjera en dichas sociedades.

Los terrenos donde se pretenden llevar a cabo las obras del Proyecto, han sido adquiridos de conformidad con las leyes aplicables, el Promoviente cuenta con título de propiedad de todos los terrenos; asimismo, el uso de agua para el proceso y su reutilización; se realizarán con las autorizaciones y concesiones pertinentes, tanto en el tema de desarrollo urbano como en la mitigación de impactos al medio ambiente derivados de las actividades que se realizarán en el proceso de construcción y operación del Proyecto.

Artículo 28.- En los Estados Unidos Mexicanos quedan prohibidos los monopolios, las prácticas monopólicas, los estancos y las exenciones de impuestos en los términos y condiciones que fijan las leyes. El mismo tratamiento se dará a las prohibiciones a título de protección a la industria. En consecuencia, la ley castigará severamente, y las autoridades perseguirán con eficacia, toda concentración o acaparamiento en una o pocas manos de artículos de consumo necesario y que tenga por objeto obtener el alza de los precios; todo acuerdo, procedimiento o combinación de los productores, industriales, comerciantes o empresarios de servicios, que de cualquier manera hagan, para evitar la libre concurrencia o la competencia entre sí y obligar a los consumidores a pagar precios exagerados y, en general,

todo lo que constituya una ventaja exclusiva indebida a favor de una o varias personas determinadas y con perjuicio del público en general o de alguna clase social.

Las leyes fijarán bases para que se señalen precios máximos a los artículos, materias o productos que se consideren necesarios para la economía nacional o el consumo popular, así como para imponer modalidades a la organización de la distribución de esos artículos, materias o productos, a fin de evitar que intermediaciones innecesarias o excesivas provoquen insuficiencia en el abasto, así como el alza de precios. La ley protegerá a los consumidores y propiciará su organización para el mejor cuidado de sus intereses.

No constituyen monopolios las asociaciones de trabajadores formadas para proteger sus propios intereses y las asociaciones o sociedades cooperativas de productores para que, en defensa de sus intereses o del interés general, vendan directamente en los mercados extranjeros los productos nacionales o industriales que sean la principal fuente de riqueza de la región en que se produzcan o que no sean artículos de primera necesidad, siempre que dichas asociaciones estén bajo vigilancia o amparo del Gobierno Federal o de los Estados, y previa autorización que al efecto se obtenga de las legislaturas respectivas en cada caso. Las mismas Legislaturas, por sí o a propuesta del Ejecutivo podrán derogar, cuando así lo exijan las necesidades públicas, las autorizaciones concedidas para la formación de las asociaciones de que se trata.

La empresa promotora, fue creada entre otros, con fines de bienestar social y no incluye dentro de sus objetivos, alguna acción de monopolio del cobre, a nivel nacional e internacional, que pudiera representar alguna ventaja exclusiva para la empresa.

III.4.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento

III.4.2.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 28 de enero 1988 y reformada el 19 de enero de 2018.

El Proyecto es de competencia federal en materia de evaluación de impacto por el beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional; por lo que, corresponde a la SEMARNAT (en adelante también referida como Secretaría) su evaluación y dictamen de conformidad con el **Artículo 28**, Fracción I de la LGEEPA, el cual establece que la Evaluación de 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.

La política de la empresa promovente entre varias líneas de seguimiento en materia ambiental, se encuentra el dar cumplimiento a las disposiciones que emanan de la Ley en materia de impacto ambiental, siendo la ejecución del presente documento muestra de ello.

La ejecución y desarrollo del presente documento Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular del Proyecto, cumple además con las disposiciones en materia de impacto ambiental y las disposiciones derivadas del Reglamento de la LGEEPA, asimismo, se dará cumplimiento a la normatividad vigente en materia de Impacto Ambiental.

Como parte del cumplimiento de tales políticas, se encuentra el conocer y ejecutar durante la construcción y operación del Proyecto, acciones tendientes a la prevención y control de: [i] la contaminación de la atmósfera; [ii] prevención y control de la contaminación del agua y los ecosistemas acuáticos (ríos, arroyos, otros); [iii] prevención y control de la contaminación al suelo; [iv] actividades consideradas como altamente riesgosas; [v] manejo y disposición de materiales y residuos peligrosos; [vi] vibraciones, ruido, entre otras.

El Proyecto tiene relación con las disposiciones de la LGEEPA, las cuales son enunciadas en el **Cuadro 3.2**.

Cuadro 3.4. Disposiciones de la LGEEPA y la vinculación con el Proyecto “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”, ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora.

Disposiciones de la LGEEPA	Vinculación con el Proyecto
Art. 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.	Con el presente documento se dará cumplimiento a este Artículo.
Art. 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.	El Proyecto dará cumplimiento a la normatividad aplicable, programas de desarrollo urbano, ordenamiento ecológico y demás disposiciones jurídicas que le apliquen.
Art. 37 BIS. Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional.	El Proyecto dará cumplimiento a la normatividad aplicable.
Art. 92. Aprovechamiento sustentable del agua. – programas de ahorro y uso eficiente del agua, tratamiento de aguas residuales y su reúso.	El proyecto contará con las siguientes medidas: - La recirculación del agua en el proceso. - Se acondicionaran las líneas de redes de drenaje pluvial y sanitario.

Cuadro 3.4. Disposiciones de la LGEEPA y la vinculación con el Proyecto “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”, ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora.

Disposiciones de la LGEEPA	Vinculación con el Proyecto
Art. 117 Para la prevención y control de la contaminación del agua se consideran los siguientes criterios: I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país; III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los Ecosistemas.	Optimizar el uso de agua durante el proceso operativo con la finalidad de tener un menor consumo del recurso; además se pretende concientizar al personal con el uso racional y cuidado del agua.
Art. 122. Las aguas residuales provenientes de usos públicos urbanos y las de usos industriales o agropecuarios que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de las poblaciones o en las cuencas ríos, cauces, vasos y demás depósitos o corrientes de agua, así como las que por cualquier medio se infiltren en el subsuelo, y en general, las que se derramen en los suelos, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir; I. Contaminación de los cuerpos receptores.	El Proyecto cuidará de siempre cumplir con los Límite Máximo Permisibles (LMP) de las Normas Oficiales Mexicanas para agua.
Art. 134 Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos. III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;	Se implementarán medidas preventivas descritas en el Capítulo VI referente al cuidado del suelo previniendo su contaminación por el manejo, almacenamiento o generación de cualquier sustancia o residuo en el proceso de beneficio del mineral (para la obtención de concentrado de cobre y zinc) acorde a lo establecido en la LGEEPA y su Reglamento.

Cuadro 3.4. Disposiciones de la LGEEPA y la vinculación con el Proyecto “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”, ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora.

Disposiciones de la LGEEPA	Vinculación con el Proyecto
Art. 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.	El Proyecto tendrá como política que sus residuos sean dados de alta y que su manejo esté a cargo de empresas autorizadas, que otorguen la documentación probatoria.
Art. 155. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.	El Proyecto dará cumplimiento a la normatividad aplicable.

III.4.2.2. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 30 de mayo 2000 y reformada el 31 de octubre de 2014. El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (RLEPA), tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

El Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental, establece en su Artículo 5° el tipo de obras y actividades que requieren la autorización en materia de impacto ambiental.

En este sentido el Proyecto da cumplimiento a la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular ante la Delegación Federal la SEMARNAT en el estado de Sonora. Por otra parte, el Proyecto guarda relación con las disposiciones del presente Reglamento, como se indica en el **Cuadro 3.3**.

Cuadro 3.5. Disposiciones del Reglamento de la LGEEPA y la vinculación con el Proyecto “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”, ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.

Disposiciones del Reglamento	Vinculación con el Proyecto
Art. 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y 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; 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.	Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular, considerando la actividad de la operación de la Planta Concentradora Buenavista del Zinc que realizará el beneficio de mineral para la obtención de concentrados de zinc y cobre.
Art. 11. Sobre la modalidad de la Manifestación de Impacto Ambiental.	Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular, dado que no corresponde a ninguno de los casos establecidos para la modalidad Regional.

La ejecución y desarrollo del presente documento Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular del Proyecto, cumple con las disposiciones en materia de impacto ambiental derivadas del Reglamento de la LGEEPA; asimismo, se dará cumplimiento a la normatividad vigente en materia de impacto ambiental.

III.4.3. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento

III.4.3.1. Ley de Aguas Nacionales

Publicada en el DOF el 1 de diciembre de 1992 y última reforma publicada el 24 de marzo de 2016. La Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento publicado en el DOF el 12 de enero de 1994 y reformada el 25 de agosto de 2014, tienen por objeto regular el uso, aprovechamiento y explotación de las aguas nacionales, previstas en el **Artículo 27** constitucional, para lograr un aprovechamiento sustentable de las mismas, así como prevenir y controlar la contaminación de los acuíferos, y de las aguas nacionales superficiales. La Ley de Aguas Nacionales señala en su Título Séptimo, las disposiciones sobre Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas y Responsabilidad por Daño Ambiental, acorde a lo señalado en el **Cuadro 3.4**.

En el Proyecto, se usará la infraestructura existente y la capacidad de explotación actual de la zona, la cual cubre las necesidades de demanda de agua del presente Proyecto (exclusivamente servicios).

Cuadro 3.6. Vinculación de la Ley de Aguas Nacionales con el Proyecto “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”.

DISPOSICIÓN	APLICACIÓN
Art. 5. Para el cumplimiento y aplicación de esta Ley, el Ejecutivo Federal: II. Fomentará la participación de los usuarios del agua y de los particulares en la realización y administración de las obras y de los servicios hidráulicos.	El Promovente dará cumplimiento a dicho artículo, realizando la recirculación del agua utilizada en el proceso.
Art. 7. Se declara de utilidad pública: VII. El mejoramiento de la calidad de las aguas residuales, la prevención y control de su contaminación, la recirculación y el reúso de dichas aguas, así como la construcción y operación de obras de prevención, control y mitigación de la contaminación del agua, incluyendo plantas de tratamiento de aguas residuales.	El Promovente dará cumplimiento a dicho artículo, realizando la recirculación del agua utilizada en el proceso.
Art. 86. BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre,	El Promovente del Proyecto aceptará en caso de no dar cumplimiento con la normatividad aplicable, lo dispuesto y aplicable del presente Artículo y en la presente Ley.

Cuadro 3.6. Vinculación de la Ley de Aguas Nacionales con el Proyecto “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”.

DISPOSICIÓN	APLICACIÓN
contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	

III.4.3.2. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Publicado en el DOF 12 de enero de 1994 y reformado por última vez el 25 de agosto de 2014. En el **Cuadro 3.5** se establecen los artículos que vinculan al Reglamento de la Ley Aguas Nacionales con el Proyecto, y a los cuales se buscará dar cumplimiento.

Cuadro 3.7. Vinculación del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales con el Proyecto “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”, a ubicarse en el municipio de Cananea, Sonora

DISPOSICIÓN	APLICACIÓN
Art. 134. Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de Ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.	El Promovente dará cabal cumplimiento de las condiciones de descarga, cuidando la protección al ambiente.
Art. 151. Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.	El Promovente del Proyecto aceptará en caso de no dar cumplimiento con la normatividad aplicable, lo dispuesto y aplicable del presente artículo y en la presente Ley.

III.4.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento

III.4.6.1. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Publicada en el DOF el 08 de octubre de 2003 y última reforma publicada en el DOF el 19 de enero de 2018. La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Los residuos peligrosos generados serán almacenados de manera temporal por un periodo no mayor a seis meses, como lo marca el **Artículo 106**, Fracción VII, de la LGPGIR, en el Almacén temporal de Residuos Peligrosos ubicado dentro de las instalaciones de la empresa Buenavista del Cobre y de acuerdo a los procedimientos que tiene establecidos para su manejo.

El **Artículo 15**, Título Tercero Clasificación de los Residuos, Capítulo Único Fines, Criterios y Bases Generales, menciona que la SEMARNAT agrupará y subclasificará los residuos peligrosos urbanos y de manejo especial en categorías, para orientar la toma de decisiones basada en criterios de riesgo y en el manejo de los mismos. La Planta Concentradora Buenavista del Zinc en su proceso, generará jales los cuales serán enviados por canales a construir (como parte de las obras del presente proyecto) hasta la presa de jales autorizada y que opera para la empresa Buenavista del Cobre.

III.4.6.2. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Publicado en el DOF el 30 de noviembre de 2006. El Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos refiere en su Artículo 35, Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente: I) Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley; y II) Los clasificados en las normas oficiales

mexicanas. En este sentido, en el Proyecto se generarán y clasificarán los residuos con base a lo que establece este Artículo, asimismo en su Artículo 40, menciona que los residuos peligrosos mezclados en lodos derivados de plantas de tratamiento autorizados por la autoridad competente, deberán de caracterizarse y cumplir las condiciones particulares de descarga que les sean fijadas y las demás disposiciones jurídicas de la materia; además, el RLGPGR, establece en su Artículo 82 las condiciones de las áreas de almacenamiento de los residuos peligrosos, a través de una empresa especializada y autorizada por la SEMARNAT en manejo de los mismos.

III.5. Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica

La Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora, en su Artículo 78 confiere específicamente a la SEMARNAT la facultad de formular y ejecutar programas de restauración ecológica. La SEMARNAT puede identificar un sitio para su restauración ecológica cuando éste presente un desequilibrio ecológico grave y procesos de degradación ambiental. Por lo que se refiere a las zonas de restauración dentro de las Áreas Naturales Protegidas, el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Áreas Naturales Protegidas publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre del 2000 contiene un capítulo específico que establece el contenido de los programas de restauración que establezca la SEMARNAT para las Áreas Naturales Protegidas, así como los estudios para la justificación de las declaratorias respectivas. Si bien la SEMARNAT puede identificar sitios destinados a su restauración, solamente el Ejecutivo Federal puede expedir declaratorias para el establecimiento de zonas de restauración ecológica. Cuando un sitio se ha considerado como zona de desequilibrio ecológico grave, la SEMARNAT, junto con las dependencias competentes, debe elaborar un programa de restauración ecológica y, en su caso, emitir normas para el control del uso del suelo. Sin embargo, el Ejecutivo Federal debe aprobar dicho programa, con el consentimiento de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público de conformidad con la Ley de Planeación.

De acuerdo con el artículo 78 Bis de la LGEEPA el Ejecutivo Federal expedirá un decreto formal para poner en práctica el programa de restauración ecológica o las normas de

uso. Los decretos ejecutivos deben incluir la siguiente información: 1. Los límites exactos de la zona sujeta a la restauración ecológica; 2. Las acciones que se deban llevar a cabo; 3. Las condiciones relacionadas con el uso y el aprovechamiento del suelo o los recursos naturales, así como las restricciones en cuanto a las actividades que pudieran tener consecuencias adversas en el ambiente; 4. Los términos del programa de restauración ecológica y las reglas para la participación de propietarios, organizaciones civiles, comunidades indígenas o gobiernos locales; y 5. Los plazos para llevar a cabo el programa. Las declaratorias deberán publicarse en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado e inscribirse en el Registro Público de la Propiedad.

Sin embargo, bajo protesta de decir verdad, no existen programas declarados y/o decretados de esta naturaleza, aplicables a la zona del Proyecto.

III.6. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Sonora

Artículo 25-A.- El Gobierno del Estado está obligado a promover, orientar y conducir el desarrollo económico, social, político y cultural de la población de la Entidad, mediante el fomento del crecimiento económico, del empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza con la más amplia participación de la sociedad.

Artículo 25-B.- Los sectores público, privado y social concurrirán con solidaridad en el desarrollo integral del Estado. El sector público bajo el esquema de economía mixta, impulsará por sí o conjuntamente con los demás sectores, las áreas que se consideren prioritarias para el desarrollo.

La empresa promovente es una unidad minera que trabaja de manera ordenada con la infraestructura adecuada de alto nivel y a su vez generará fuentes de empleo y riqueza en la zona.

III.7. Normas Oficiales Mexicanas

De acuerdo con al Artículo 3º, Fracción XI de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de

observancia obligatoria en todo el territorio nacional, en la materia que le compete, cuya aplicación se hará a través de las instancias federales involucradas e interesadas en su cumplimiento, en beneficio de todos los ciudadanos, los recursos naturales y el ambiente, entre otros factores.

La aplicación de la mayoría de estas NOM’s en el territorio nacional, se encuentra soportada jurídicamente en las leyes emanadas en cada materia. De acuerdo al **Artículo 37-Bis** de la LGEEPA, quienes incurran en incumplimiento de las NOM en materia ambiental, se harán acreedores a diversas sanciones, tanto económicas como a través de procedimientos administrativos y clausuras totales, parciales, temporales o indefinidas, entre otras disposiciones.

El Proyecto se ha diseñado y planeado considerando la normatividad ambiental mexicana vigente, durante los procedimientos constructivos y de abandono. Para reforzar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, se desarrollarán planes, programas y procedimientos que permitan instaurar una política y cultura de protección ambiental, que pueda permear en beneficio de la población de Cananea y comunidades vecinas.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) cuya competencia en materia ambiental (para el control de la contaminación y preservación de los recursos naturales, específicamente de agua, aire, suelo, flora, fauna impacto ambiental y riesgo, entre otras), serán observadas en el Proyecto en todas sus etapas y durante su vida útil. Estas NOM, se enlistan en el **Cuadro 3.6** y se vinculan con el Proyecto.

Cuadro 3.8. Vinculación de las Leyes, Normas, Bando de Policía y Gobierno, entre otros Instrumentos, con el Proyecto denominado “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”, ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.

Política derivada de los instrumentos normativos (leyes-reglamentos)	Vinculación con el Proyecto
AIRE	
NOM-035-SEMARNAT-1993. Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición.	La empresa Buenavista del Cobre mantiene un monitoreo de PST, perimetral por sus actividades mineras, donde se determinan las medidas a aplicar en caso de que las mimas pasen los niveles permitidos. En todas las etapas del Proyecto, podría presentarse la dispersión de PST por lo que se requerirán tanto medidas de control, como su monitoreo.

Cuadro 3.8. Vinculación de las Leyes, Normas, Bando de Policía y Gobierno, entre otros Instrumentos, con el Proyecto denominado "Planta Concentradora Buenavista del Zinc", ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.

Política derivada de los instrumentos normativos (leyes-reglamentos)	Vinculación con el Proyecto
	Cabe resaltar, que la cantidad de emisión estará en función de la dirección y velocidad del viento, la Promovente aplicará la medición y calibración, tal como lo determina esta NOM.
NOM-024-SSA1-1993. "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas totales (PST). Valor permisible para la concentración de partículas suspendidas totales (PST) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población".	La empresa Buenavista del Cobre mantiene un monitoreo de PST, perimetral por sus actividades mineras, donde se determinan las medidas a aplicar en caso de que las mimas pasen los niveles permitidos. Los valores permisibles para la concentración de partículas suspendidas totales, estarán por debajo de lo que señala la NOM, en salud ambiental, por existir receptores a sus alrededores.
NOM-041-SEMARNAT-2006. Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Los camiones que serán utilizados en la construcción del Proyecto, se encontrarán en condiciones mecánicas adecuadas y óptimas que den cumplimiento con lo establecido por esta NOM. Se contará con el documento que demuestre que los vehículos que serán utilizados reciben el mantenimiento de afinación de motores correspondiente que garantice que los sistemas de combustión funcionan adecuadamente y cumplen los límites fijados en la NOM indicada; la supervisión ambiental será la responsable de verificar lo anterior.
NOM-042-SEMARNAT-2003. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.	
NOM-045-SEMARNAT-1996. Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.	Los camiones que serán utilizados en el Proyecto, se encontrarán en condiciones mecánicas adecuadas y óptimas que den cumplimiento con lo establecido por esta NOM. Los vehículos que serán utilizados deberán contar con el documento que demuestre que reciben el mantenimiento, la afinación de motor correspondiente, que garantice que los sistemas de combustión funcionan adecuadamente y cumplen los límites fijados en la norma ambiental indicada. La maquinaria pesada empleada queda exenta de esta NOM.
SUELO	
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	Durante la operación, se establecerán programas de mantenimiento y supervisión en los vehículos y de toda la maquinaria en operación, para evitar derrames de hidrocarburos en suelo, manejo adecuado de sustancias y residuos peligrosos y la correcta operación de todas las áreas que conformarán la Planta Concentradora Buenavista del Zinc.

Cuadro 3.8. Vinculación de las Leyes, Normas, Bando de Policía y Gobierno, entre otros Instrumentos, con el Proyecto denominado “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”, ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.

Política derivada de los instrumentos normativos (leyes-reglamentos)	Vinculación con el Proyecto
Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio	Durante la operación del proceso de beneficio, se establecerán programas de mantenimiento y supervisión de toda la maquinaria y equipos en operación, para evitar derrames de productos minerales en suelo, y la correcta operación de todas las áreas que conformarán la Planta Concentradora Buenavista del Zinc.
AGUA	
NOM-001-SEMARNAT-1996, Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales	En el Proyecto las aguas residuales provenientes de sanitarios portátiles serán tratadas, recolectadas y transportadas por compañías especializadas y autorizadas en el manejo de estas, con el fin de evitar la contaminación a suelos y cuerpos de agua. Es muy importante recalcar que, en todas las etapas del Proyecto, está presente la indicación de no producir vertidos contaminantes a los cuerpos de agua y cauces.
RESIDUOS MINEROS	
Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales	Aun cuando el Proyecto no incluye la disposición final de las colas de flotación en una presa de jales, puesto que será utilizada infraestructura existente, el Proyecto se alineará con esta NOM al caracterizar la peligrosidad de las colas de flotación mediante los métodos normativos establecidos por esta NOM. El análisis de las colas de flotación que serán producidas por el Proyecto conforme a esta norma, demostró que los residuos no serán peligrosos por su toxicidad, ni generadores de Drenaje Ácido.
RESIDUOS	
NOM-052-SEMARNAT-2005, Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Los residuos peligrosos generados serán tratados de acuerdo a la Norma (numeral 6, identificación de los residuos generados que resulten peligrosos para determinar el manejo que deberá tenerse hasta su correcta disposición final), así como también se contratarán empresas acreditadas para su transporte y disposición final: para evidenciar el cumplimiento de la Norma se deberán presentar documentos de embarque de empresas acreditadas para su manejo.
NOM-053-SEMARNAT-1993, Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Esta norma es de observancia obligatoria en la generación y manejo de residuos peligrosos, dado que en el desarrollo del Proyecto se generarán este tipo de residuos, por lo que se considerará lo que marca la norma en su Anexo 1 para realizar el procedimiento para realizar la prueba para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. Los residuos peligrosos serán entregados a empresas que cuenten con la

Cuadro 3.8. Vinculación de las Leyes, Normas, Bando de Policía y Gobierno, entre otros Instrumentos, con el Proyecto denominado “Planta Concentradora Buenavista del Zinc”, ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.

Política derivada de los instrumentos normativos (leyes-reglamentos)	Vinculación con el Proyecto
	autorización de la autoridad para su transporte y disposición final.
NOM-054-SEMARNAT-1993, Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.	La Promovente realizará lo que marca la norma, en su numeral 5, para establecer la compatibilidad del almacenamiento de los residuos, a fin de no mezclar residuos peligrosos incompatibles de acuerdo a la Norma. Se implementará un programa de manejo integral de residuos en todas las etapas del Proyecto, el cual incluye realizar todo el procedimiento que dicta esta norma y es descrito a detalle en sus anexos 1 a 3.
NOM-055-SEMARNAT-2003, Que establece los requisitos que deben reunir los sitios que se destinarán para un confinamiento controlado de residuos peligrosos previamente estabilizados.	El desarrollo del Proyecto no comprende la instalación de confinamientos para los residuos peligrosos generados, sino que se contratará a empresas que cuenten con la debida autorización para el transporte y su disposición final, la Promovente manifiesta conocer lo dispuesto en esta norma y que se proceda en cumplimiento de los alcances de la presente norma.
NOM-161- SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	Durante la etapa de construcción y la etapa de abandono del Proyecto se pudieran llegar a generar la cantidad de residuos que determina esta norma en su Anexo Normativo en el punto VII del mismo, para lo cual la promovente elaborará el plan de manejo de acuerdo a la modalidad de Privados, según la clasificación que marca el artículo 16 (Fracción I, inciso a) del Reglamento de la LGPGIR, incluyendo los elementos descritos en el numeral 9 (9.2.1 y 9.1) de la mencionada norma.
NOM-011-SCT/2/2012, Condiciones para el transporte de las sustancias y materiales peligrosos envasados y/o embalados en cantidades limitadas.	Se contratarán compañías especializadas a fin de dar el tratamiento adecuado a las sustancias y materiales peligrosos que pudieran generarse en el Proyecto.

El presente Proyecto, se apegará a cada una de las especificaciones y disposiciones legales y reglamentarias que establezcan las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental aplicables, las cuales ya fueron enlistadas y vinculadas en este capítulo en cuestión.

Manifestación de Impacto Ambiental
modalidad particular
del Proyecto denominado

“Planta Concentradora Buenavista del Zinc”,
a ubicarse en el municipio de Cananea,
estado de Sonora.

CAPÍTULO IV
CONSULTA PÚBLICA

Febrero 2018.

CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.	
INVENTARIO AMBIENTAL	10
Inventario Ambiental.	10
IV.1. Delimitación del Área de Estudio: Sistema Ambiental	11
IV.2. Caracterización y análisis de los Aspectos Abióticos.....	17
IV.2.1. Clima	17
IV.2.1.1. Temperatura	19
IV.2.1.2. Precipitación y evaporación promedio mensual	19
IV.2.1.3. Vientos dominantes	22
IV.2.1.4. Calidad del aire y ruido	24
IV.2.1.5. Fenómenos climatológicos	26
IV.2.2. Geología y geomorfología	27
IV.2.2.1. Geología regional	27
IV.2.2.2. Geomorfología y Fisiografía	28
IV.2.2.3. Estratigrafía	32
IV.2.2.4. Presencia de fallas y fracturas	36
IV.2.2.5. Susceptibilidad del sitio del Proyecto a sismos, deslizamiento y derrumbes	38
IV.2.3. Tipos de suelo	38
IV.2.4. Hidrología superficial y subterránea.....	44
IV.2.4.1. Hidrología Superficial	44
• Embalses y cuerpos de agua cercanos (lagos, presas, etc.)	47
• Calidad del agua	47
• Condiciones hidrológicas superficiales en el Sitio del Proyecto	50
IV.2.4.2. Geohidrología e Hidrología Subterránea.....	55
• Condiciones geohidrológicas subterráneas en el Sitio del Proyecto	58
• Censo de aprovechamientos de agua subterránea	61

Capítulo IV - Página 2 de 130

•	Análisis de calidad de agua	62
•	Disponibilidad de agua subterránea	66
IV.3.	Caracterización de los aspectos bióticos	68
IV.3.1.	Vegetación.....	68
•	Perfil de vegetación.....	68
•	Tipo de vegetación.....	70
•	Formas vitales.....	74
•	Características estructurales	75
•	Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	76
•	Especies de interés biológico	76
•	Especies utilizadas en la Región	78
IV.3.2.	Fauna	79
•	Zoogeografía.....	80
•	Registros faunísticos para el estado y municipios cercanos al SA y el sitio del Proyecto	82
•	Resultados de los muestreos por grupo taxonómico.....	88
•	Corredores biológicos y rutas de desplazamiento de la fauna silvestre	91
•	Especies endémicas registradas	93
•	Abundancia relativa de cada grupo zoológico	93
•	Permanencia o estacionalidad	94
•	Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registrados en el sitio del Proyecto	96
•	Especies incluidas en CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres)	96
•	Especies indicadoras de la calidad del ambiente	96
•	Especies con valor utilitario o de aprovechamiento.....	98
IV.4.	Paisaje	100
IV.4.1.	Análisis de visibilidad	101
IV.4.2.	Cuenca visual	102

IV.4.3. Unidades y Elementos de paisaje	104
IV.4.4. Calidad paisajística	105
IV.4.5. Fragilidad visual del paisaje	110
IV.5. Medio Socioeconómico.....	112
IV.5.1. Demografía.....	112
IV.5.1.1. Economía y empleo	114
IV.5.1.2. Marginación	115
IV.5.1.3. Servicios de Salud	117
IV.5.1.4. Servicios de Educación	119
IV.5.2. Factores socioculturales.....	119
IV.6. Diagnóstico ambiental	119
IV.6.1. Integración e interpretación del inventario ambiental.....	120
IV.6.2. Descripción del Sistema Ambiental.....	120
IV.6.3. Síntesis del inventario ambiental.	129

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 4.1.	Componentes y subcomponentes evaluados para la delimitación del Sistema Ambiental para el Proyecto.	14
Cuadro 4.2.	Temperaturas máximas, mínimas y medias, registradas en las estaciones meteorológicas Cananea y Buenavista.....	19
Cuadro 4.3.	Precipitación mensual registrada en las estaciones Cananea y Buenavista.....	20
Cuadro 4.4.	Evaporación potencial promedio mensual reportada por la estación Buenavista.	20
Cuadro 4.5.	Vientos dominantes promedio en las estaciones meteorológicas Buenavista y Observatorio.....	22
Cuadro 4.6.	Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por municipio y estado.	24
Cuadro 4.7.	Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos de fuentes fijas por sector SCIAN.....	24
Cuadro 4.8.	Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por fuente, 2008 (Toneladas).	25
Cuadro 4.9.	Resultados y comparación de los niveles de ruido.	26
Cuadro 4.10.	Número de días con lluvia, niebla, granizo y tormentas registrados en la estación Cananea (Promedio mensual de 1971 a 2000).	26
Cuadro 4.11.	Cuencas actuales en las áreas alrededor del sitio del Proyecto.	52
Cuadro 4.12.	Cuencas desarrolladas impactando al sitio del Proyecto, obtenidos del modelo HydroCAD®.....	53
Cuadro 4.13.	Resumen de alcantarillas que serán construidos en el sitio del Proyecto, como parte del control de drenajes.....	54
Cuadro 4.14.	Resumen de canales que serán construidos en el sitio del Proyecto, como parte del control de drenajes.....	55
Cuadro 4.15.	Consumos promedio de agua en el periodo 2001 a 2006 por la empresa Promovente.	62
Cuadro 4.16.	Resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de agua subterránea tomadas en los pozos de monitoreo.	64
Cuadro 4.17.	Disponibilidad de agua subterránea en los acuíferos Río San Pedro y Río Bacoachi.....	67
Cuadro 4.18.	Familia, nombre científico y nombre común de las especies vegetales que se registraron en el Sistema Ambiental (según Shreve y Wiggins, 1964; Rzedowski, 1978; Henrickson y Johnston, 1997; Lomolino et al., 2005) y por puntos de muestreo.	72

Cuadro 4.19. Familia, nombre científico y nombre común de las especies vegetales encontradas en el sitio del Proyecto.	74
Cuadro 4.20. Forma vital de las especies de flora encontradas en el sitio del Proyecto.	75
Cuadro 4.21. Número de especies de anfibios y reptiles presentes en el estado de Sonora (tomado de Lemos-Espinal, 2015)	85
Cuadro 4.22. Especies registradas a nivel Sistema Ambiental incluidas en el listado de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.....	88
Cuadro 4.23. Puntos de Observación (PO) establecidos para el registro faunístico en el sitio del Proyecto y Sistema Ambiental	89
Cuadro 4.24. Especies faunísticas registradas en el área de influencia y SA con uso potencial (marcado con una X).....	99
Cuadro 4.25. Criterios según el Modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006), para valorar la calidad paisajística, marcando en amarillo el criterio más adecuado para el sitio del Proyecto.	106
Cuadro 4.26. Características visuales más destacadas, de los diferentes componentes paisajísticos de la cuenca visual en el SA y sitio del Proyecto.	107
Cuadro 4.27. Criterios según el Modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006), para valorar la fragilidad paisajística, marcando en amarillo el criterio más adecuado para el área del sitio del Proyecto.	111
Cuadro 4.28. Población económicamente activa (PEA) e inactiva (PEI) en la localidad de referencia del SA.....	114
Cuadro 4.29. Indicadores socioeconómicos, índice y grado de la ciudad de Cananea.	117
Cuadro 4.30. Población usuaria de los servicios médicos de las instituciones públicas del sector salud por régimen e institución, en la localidad de referencia del SA.....	118
Cuadro 4.31. Grado promedio de escolaridad en la localidad Heroica Ciudad de Cananea.	119
Cuadro 4.32. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental (SA), descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1.	Metodología empleada en la determinación del Sistema Ambiental para el Proyecto.	12
Figura 4.2.	Ubicación geográfica del Sistema Ambiental para el Proyecto “ Planta Concentradora Buenavista del Zinc ”.....	13
Figura 4.3.	Tipos de clima registrados y ubicación geográfica de las estaciones climatológicas.	18
Figura 4.4.	Rasgos climáticos: isolínea de evapotranspiración, isoyeta, isoterma y humedad en el suelo en el SA.	21
Figura 4.5.	Distribución de frecuencia de vientos según rango de dirección en la estación meteorológica Buenavista.	23
Figura 4.6.	Distribución de frecuencia de vientos según rango de dirección en la estación meteorológica Observatorio, ubicada en la Sierra La Mariquita, al Norte del Sistema Ambiental.	23
Figura 4.7.	Vista al Noreste de Cananea con la Sierra San José, la cual está compuesta de material clástico y evaporítico del Grupo Bisbee.	27
Figura 4.8.	Distribución de las Provincias y Subprovincias Fisiográficas en el Sistema Ambiental y sitio del Proyecto.	29
Figura 4.9.	La Sierra los Ajos en el fondo con altitudes mayores de 2,500 m s.n.m.. Vista al Este del Sitio de proyecto con la presa de jales en el primer plano.	30
Figura 4.10.	Las cimas de la Sierra Elenita en el Oeste del SA.	30
Figura 4.11.	La Sierra Mariquita al Norte del SA con el observatorio en la cima.	31
Figura 4.12.	Vista al Norte con el valle de Rio San Pedro, con la ciudad de Cananea en el primer plano.	31
Figura 4.13.	El relieve en el sitio de Proyecto (vista al Norte).	32
Figura 4.14.	Geología (unidades estratigráficas) en el SA y el sitio del Proyecto.	33
Figura 4.15.	La andesita de la Formación Mesa, aflorando en el sitio de Proyecto.	35
Figura 4.16.	Material no consolidado proveniente de la meteorización de los conglomerados cenozoicos en la superficie en el este del SA.	36
Figura 4.17.	Sismicidad y vulcanismo en el Sistema Ambiental del Proyecto.	39
Figura 4.18.	Las actividades del complejo minero metalúrgico que han impactando al suelo natural.	40

Figura 4.19.	La ciudad de Cananea ocupando la parte oriental del SA, con el recubrimiento parcial de los horizontes de suelo.....	40
Figura 4.20.	Principales unidades edafológicas en el Sistema Ambiental y el sitio del Proyecto. 42	
Figura 4.21.	El desarrollo de surcos por las actividades hídricas en el SA, al Noroeste de la Planta Concentradora 1, dentro del complejo minero metalúrgico.....	43
Figura 4.22.	Hidrología Superficial en el Sistema Ambiental y sitio del Proyecto.....	45
Figura 4.23.	Valores de pH de 6 a 7 unidades, medido en el agua de la presa de jales, al Este del SA.....	50
Figura 4.24.	El arroyo la Matanza al Este del sitio del Proyecto, con rumbo a la presa de jales donde se descarga su contenido.	51
Figura 4.25.	Ubicación de los acuíferos y pozos de monitoreo en el Sistema Ambiental y sitio del Proyecto.	56
Figura 4.26.	Ubicación de pozos de observación, piezométricos y barrenos; distribución de los niveles piezométricos en el SA y sitio del Proyecto, así como la dirección de flujo subterráneo.....	59
Figura 4.27.	Tipo de Vegetación y Uso del Suelo dentro del Sistema Ambiental y del sitio del Proyecto.	69
Figura 4.28.	Individuos aislados de <i>Prosopis velutina</i> (mezquite) dentro del sitio del Proyecto. 75	
Figura 4.29.	Pequeña ladera con individuos de <i>Quercus oblongifolia</i> (bellota de cochi) y <i>Prosopis velutina</i> (mezquite) dentro del sitio del Proyecto.	76
Figura 4.30.	Regionalización zoogeográfica a nivel nacional, con la ubicación general del estado de Sonora, del municipio de Cananea, del SA y del sitio del Proyecto.	81
Figura 4.31.	Provincias biogeográficas en las que se encuentra el sitio del Proyecto a nivel regionalización zoogeográfica.....	83
Figura 4.32.	Vertebrados terrestres reportados para el estado de Sonora.	84
Figura 4.33.	Registro faunístico recabados de manera bibliográfica a nivel de Sistema Ambiental.	87
Figura 4.34.	Abundancia relativa total de las especies registradas en áreas cercanas al sitio del Proyecto y SA. En el sitio del Proyecto no se registró presencia de fauna silvestre.	94
Figura 4.35.	Abundancia relativa por grupo faunístico registrado en el sitio del Proyecto y SA. 95	
Figura 4.36.	Sitios de visión que determinan la Cuenca Visual del Proyecto.	103

Figura 4.37.	Paisaje al Norte de la cuenca visual y sitio del Proyecto.	104
Figura 4.38.	Perturbaciones en el paisaje de la cuenca visual provocadas por actividades humanas.	105
Figura 4.39.	Pirámide poblacional por rango de edad para el municipio de Cananea, Sonora, en el año 2000.	113
Figura 4.40.	Pirámide poblacional por rango de edad para el municipio de Cananea, Sonora, en el año 2010.	113
Figura 4.41.	Población ocupada y desocupada en la Heroica Ciudad de Cananea.	115
Figura 4.42.	Grado de marginación por municipio del estado de Sonora, con relación al SA y sitio del Proyecto.	116
Figura 4.43.	Proporción de la población derechohabiente por Institución Pública de Salud, en la localidad de referencia del SA.	118

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 4.1.** Metodología para la elaboración del apartado de Clima.
- Anexo 4.2.** Metodología para la elaboración del apartado de Geología.
- Anexo 4.3.** Metodología para la elaboración del apartado de Hidrología.
- Anexo 4.4.** Metodología para la elaboración del apartado de Vegetación.
- Anexo 4.5.** Listado faunístico de los vertebrados reportados para el SA.
- Anexo 4.6.** Metodología para la elaboración del apartado de Fauna.
- Anexo 4.7.** Metodología para la elaboración del apartado de Paisaje.

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

Inventario Ambiental.

En el presente capítulo se analiza la descripción del Sistema Ambiental (SA) para el Proyecto "**Planta Concentradora Buenavista del Zinc**" (enseguida referido como el Proyecto), ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora, basándose principalmente en la descripción y análisis de sus características físicas (abióticas) y bióticas, incluyendo su grado de conservación, así como los componentes sociodemográficos que se presentan en el SA.

Para este propósito, se llevaron a cabo visitas de trabajo al sitio del Proyecto, para obtener observaciones y datos de campo. Posteriormente, dicha información se contrastó con la emitida por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), a través de sus diferentes cartas temáticas, por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), así como de otras distintas fuentes bibliográficas especializadas. La integración de la información se realizó tomando como base las características de los elementos descritos por INEGI, completada con la información de campo.

Los componentes y subcomponentes evaluados para la delimitación del Sistema Ambiental (SA) como parte de la caracterización ambiental del sitio del Proyecto, se presenta en el **Cuadro 4.1**, atribuyendo a cada uno un porcentaje en superficie en correspondencia con el SA. Para esto, ha sido importante definir en primera instancia al SA dentro del cual está inmerso el sitio del Proyecto (SP).

IV.1. Delimitación del Área de Estudio: Sistema Ambiental

El área de estudio para la caracterización biótica y abiótica del sitio del Proyecto y de su entorno, corresponde al Sistema Ambiental. Conceptualmente, el SA se define como un espacio geográfico delimitado a partir de la interacción homogénea de los componentes ambientales abióticos, bióticos y socioeconómicos.

Una vez definido conceptualmente el SA, se procedió a su delimitación para la zona en donde se encuentra el sitio del Proyecto. Su delimitación se realizó al sobreponer cartas temáticas en un Sistema de Información Geográfica (SIG), tomando como base a los componentes: [i] bióticos (tipo de vegetación y uso del suelo); [ii] abióticos (topografía, geología, clima, hidrología y fisiografía); y [iii] socioeconómicos (municipios y comunidades cercanas). Toda esta información fue verificada usando la herramienta técnica con que cuenta la SEMARNAT, llamada Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA), creada para identificar las condiciones ambientales del SA para el Proyecto (**Figura 4.1**).

A partir de esto, se delimitó un SA que cuenta con una superficie total de **2,928.35 ha**, de las cuales 43.32 ha (1.48 %) son ocupadas por el sitio del Proyecto (**Cuadro 4.1**). La **Figura 4.2** muestra la ubicación geográfica del SA, el cual está ocupado en un 47.81% por la zona urbana de la Heroica Ciudad de Cananea y en 45.46% por el complejo minero metalúrgico de la empresa Promoviente del Proyecto. El 6.73% restantes está ocupado por diversos componentes naturales, como se describirá a continuación.

Los tipos de vegetación presentes en el SA corresponden sólo a vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino (4.04%) y pastizal natural (0.54%). Las áreas sin vegetación aparente, además de considerar las zonas ocupadas por la actividad minera, incluye todas aquellas superficies desprovistas de vegetación o con una cobertura vegetal extremadamente baja. El tipo de suelo dominante es el phaeozem (6.73%), que está muy asociado con los tipos de vegetación, su color es rojizo y posee una alta saturación de bases ricas en nutrientes (INEGI, 2004).

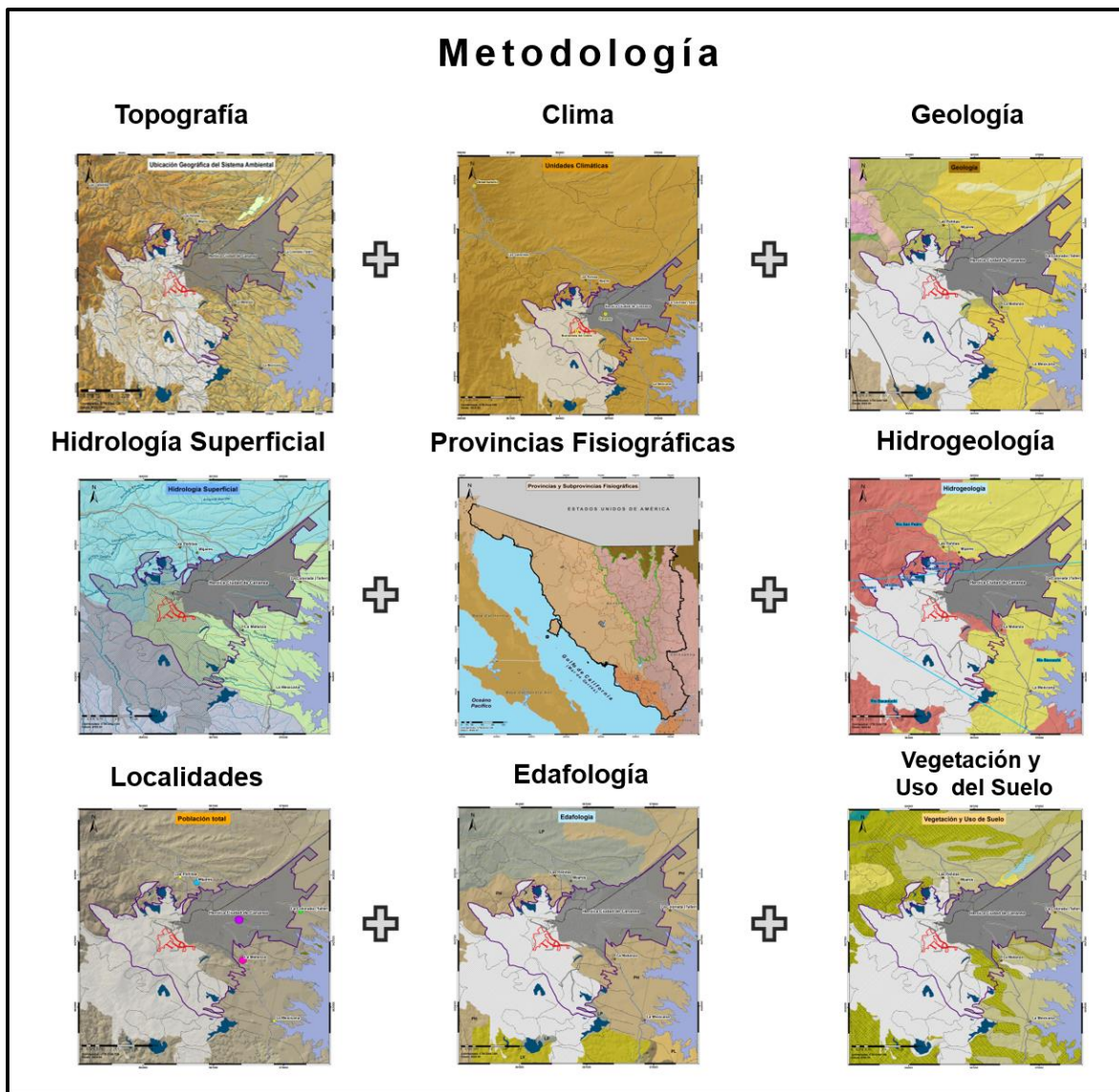


Figura 4.1. Metodología empleada en la determinación del Sistema Ambiental para el Proyecto.

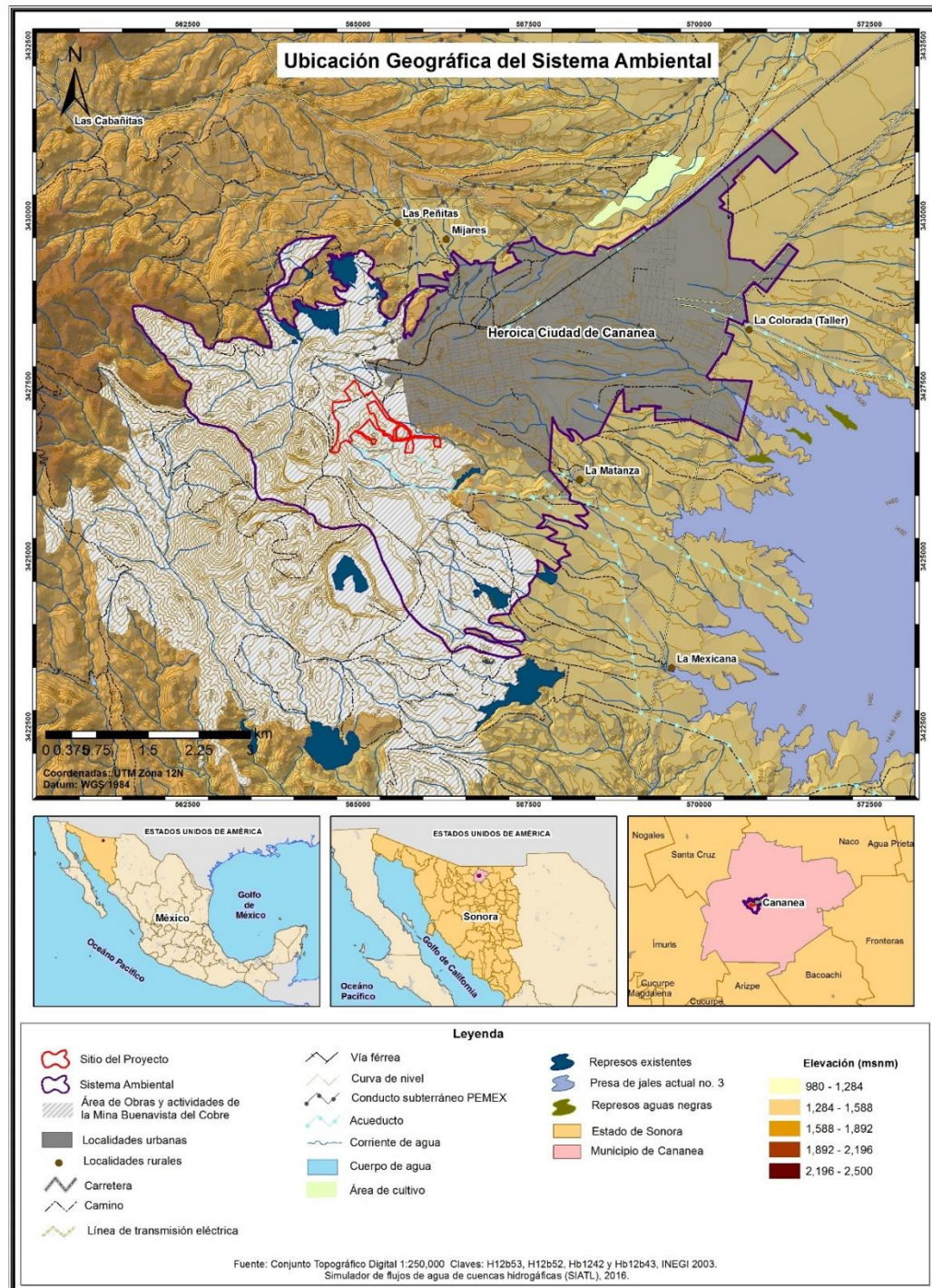


Figura 4.2. Ubicación geográfica del Sistema Ambiental para el Proyecto “**Planta Concentradora Buenavista del Zinc**”.

Cuadro 4.1. Componentes y subcomponentes evaluados para la delimitación del Sistema Ambiental para el Proyecto.

Superficies en el Sistema Ambiental			
Polígono	Sistema Ambiental		
	Área (m ²)	Área (ha)	% SA
Sistema Ambiental	29,283,520.70	2,928.35	100.00
Sitio del Proyecto	433,215.85	43.32	1.48
Vegetación y Uso del Suelo			
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	1,182,311.38	118.23	4.04
Pastizal Natural	159,479.88	15.95	0.54
Sin vegetación aparente (incluye áreas del complejo)	13,941,793.98	1,394.18	47.61
Zona urbana	13,999,935.46	1,399.99	47.81
Edafología			
Phaeozem (PH)	1,970,280.67	197.03	6.73
No aplica	13,313,304.57	1,331.33	45.46
Zona urbana	13,999,935.46	1,399.99	47.81
Geología			
Arenisca - toba ácida	733,993.36	73.40	2.51
Conglomerado	1,236,287.31	123.63	4.22
No aplica	13,313,304.57	1,331.33	45.46
Zona urbana	13,999,935.46	1,399.99	47.81
Hidrogeología			
Material consolidado con posibilidades bajas	769,006.73	76.90	2.63
Material no consolidado con posibilidades altas	1,201,273.94	120.13	4.10
No aplica	13,313,304.57	1,331.33	45.46
Zona urbana	13,999,935.46	1,399.99	47.81
Clima			
Semiseco templado	36,977,904.64	3,697.79	100.00
Hidrología Superficial			
Subcuenca			
Nogales	7,574,854.18	757.49	25.87
R. Sonora - Arispe	21,708,666.53	2,170.87	74.13
Cuenca			
Bacanora - Mejorada	7,574,854.18	757.49	25.87
R. Sonora	21,708,666.53	2,170.87	74.13
Región hidrológica			
Río Colorado	7,574,854.18	757.49	25.87
R. Sonora Sur	21,708,666.53	2,170.87	74.13

Cuadro 4.1. Componentes y subcomponentes evaluados para la delimitación del Sistema Ambiental para el Proyecto.

Superficies en el Sistema Ambiental			
Polígono	Sistema Ambiental		
	Área (m ²)	Área (ha)	% SA
Provincias Fisiográficas			
Sierra Madre Occidental	29,283,520.70	2,928.35	100.00
Subprovincias Fisiográficas			
Sierras y Llanuras Sonorenses	29,283,520.70	2,928.35	100.00
Socioeconómico			
Municipio de Cananea	29,283,520.70	2,928.35	100.00

Como resultado de su historia geológica, el SA se compone de dos diferentes unidades de roca, entre los que destacan el conglomerado y la arenisca-toba ácida. El conglomerado (4.22%) es una roca sedimentaria del cenozoico formada por cantos redondos de gran tamaño, unidos por una matriz de grano fino. Las areniscas-toba ácida con una superficie de 2.51%, son rocas ígneas extrusivas del mesozoico soldadas (ignimbritas) de color ocre y composición riolítica y dacita con fragmentos de feldespatos y pómez, que se encuentran sobre rocas sedimentarias areniscas.

Con respecto a la hidrología, el SA se encuentra en un 74% dentro de la región hidrológica RH09 Sonora Sur (Cuenca Río Sonora y subcuenca R. Sonora – Arispe) y en un 25.87% dentro de la región hidrológica RH07 Río Colorado (cuenca Bacanora Mejorada y subcuenca Nogales). Presenta un material no consolidado con posibilidades altas de permeabilidad (4.10%), que se caracteriza por un depósito aluvial reciente del cuaternario, y un material consolidado con posibilidades bajas de permeabilidad (2.63%) que se localiza en pequeños afloramientos de rocas ígneas que intrusieron a rocas sedimentarias.

Por su ubicación geográfica y las características del relieve, el clima del SA es semiseco templado, con un cociente de precipitación/temperatura mayor de 22.9, lluvias en verano y con más del 18% de la precipitación anual en el invierno. La temperatura media anual se encuentra en un rango de 12 a 18°C; en el mes más frío oscila entre los -3°C y 18°C; y en el mes más caliente es mayor de 18°C (Köppen modificada por E. García, 1988).

El SA determinado para el Proyecto, se encuentra en su totalidad (100%) dentro de la provincia fisiográfica "Sierra Madre Occidental" y subprovincia fisiográfica "Sierras y Llanuras Sonorenses". La provincia fisiográfica "Sierra Madre Occidental" está formada en su mayor parte por rocas ígneas extrusivas. Originalmente era una gran meseta, pero millones de años de erosión crearon un paisaje con picos, mesetas, grandes cañones y barrancas. Se extiende cerca de la costa occidental mexicana, con una dirección Noreste-Sureste; se inicia 50 km al Sur del límite internacional con los Estados Unidos para terminar en el río Santiago en Nayarit y en el Eje Neovolcánico Transversal. En su parte Norte está más separada de la costa y en el Sur reduce su anchura y se aproxima más al mar. Su altitud promedio es de 2,250 m s.n.m., por su continuidad, sirve de barrera occidental a la Mesa del Centro (INEGI, 1983). La subprovincia fisiográfica Sierras y Llanuras Sonorenses ubicada al Norte de la Sierra Madre Occidental, se caracteriza por presentar sierras aisladas en dirección Noroeste – Sureste y Norte – Sur, con alturas que van de 200 a 1,400 m con llanuras y lomeríos ubicados entre ellas.

Los límites del SA se determinaron a partir de las cotas altitudinales, subcuencas hidrográficas, zona urbana de la Heroica Ciudad de Cananea y el área de obras y actividades del complejo minero metalúrgico. Comprende una superficie total de 2,928.37 ha (29,283,520.7022 m²) y se encuentra ubicado en su totalidad dentro del municipio de Cananea, estado de Sonora. Su delimitación es la siguiente (**Figura 4.2**):

- **Al Norte.-** Se delimita por el área de obras y actividades del complejo minero metalúrgico de Buenavista del Cobre y la zona urbana de la Heroica Ciudad de Cananea.
- **Al Este.-** Se delimita por la zona urbana de la Heroica Ciudad de Cananea, la cota altitudinal de 1560 m s.n.m., y el área de obras y actividades del complejo minero metalúrgico de Buenavista del Cobre.
- **Al Sur.-** Se define por la subcuenca R. Sonora – Arispe, perteneciente a la cuenca Río Sonora.
- **Al Oeste.-** Se delimita por las subcuencas R. Sonora-Arispe y Nogales, además del área de obras y actividades del complejo minero metalúrgico de Buenavista del Cobre.

IV.2. Caracterización y análisis de los Aspectos Abióticos

IV.2.1. Clima

Para el presente apartado, se consideró la información de dos estaciones meteorológicas: [i] La estación 26013 Cananea, ubicada en las coordenadas geográficas 30°58'48" N y 110°17'27" W, a una altitud de 1,600 m s.n.m.; y [ii] una estación que está ubicada dentro de las instalaciones de la empresa Buenavista del Cobre, localizada en las coordenadas geográficas 30°58'35.94" N y 110°19'13.51"W, a una altitud de 1,671 m s.n.m..

El período de tiempo utilizado para este análisis comprende de los años 1971 al 2000 para la estación 26013 Cananea (SMN, 2017). La estación de Buenavista del Cobre reporta diferentes períodos de tiempo en el registro de datos, en el caso de precipitación se presentan datos que comprenden los años de 1950 a 2008, los registros de temperatura corresponden a los años de 2004 a 2011 (excepto los años 2008 y 2009 que no se cuenta con los registros y los datos de evaporación son de los años 1990 a 1996).

Según la clasificación de Köppen modificada por E. García (1988) y la información proporcionada por INEGI, en el SA y en el sitio del Proyecto, se presenta un tipo de clima **BS₁kw(x')**, "**semiárido templado**". Este clima (BS₁) es un clima intermedio entre los climas áridos (BW) y húmedos (A o C), con un cociente de precipitación/temperatura P/T mayor de 22.9, con lluvias en verano y con más del 10.2% de precipitación anual en el invierno.

La temperatura media anual es entre 12 y 18 °C; en el mes más frío entre -3 y 18°C; y en el mes más caliente, mayor a 18°C.

En la **Figura 4.3**, se presentan el tipo de clima que se tiene registrado en el SA y el sitio del Proyecto.

En el **Anexo 4.1**, se presenta la metodología empleada para la elaboración del presente apartado.

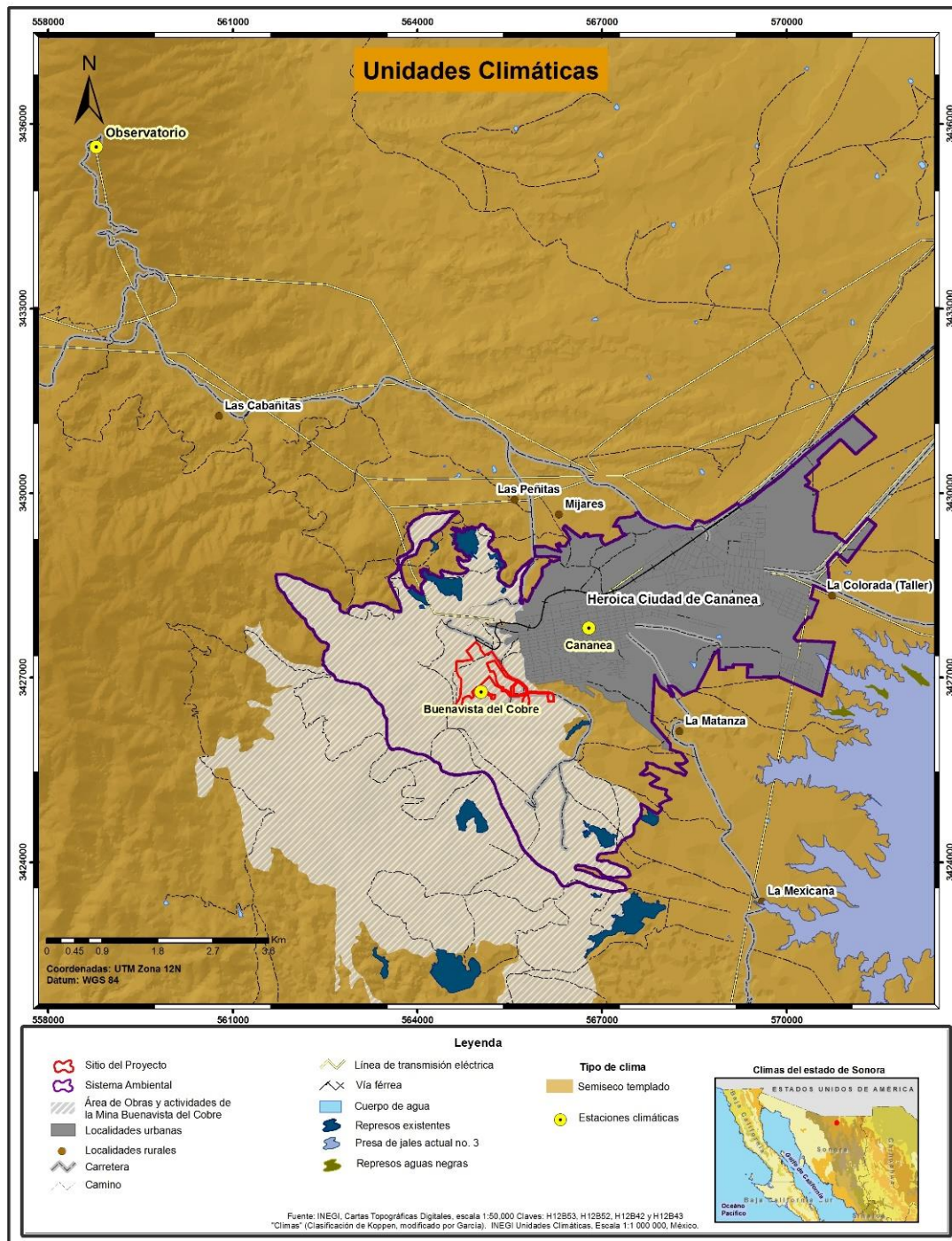


Figura 4.3. Tipos de clima registrados y ubicación geográfica de las estaciones climatológicas.

IV.2.1.1. Temperatura

Los registros de temperatura media anual presentan una cierta diferencia entre los valores registrados en la estación meteorológica 26013 Cananea y en la estación ubicada en la empresa Buenavista del Cobre (**Cuadro 4.2**). Las temperaturas máxima anual y mínima anual registradas en la estación Buenavista presentan una diferencia mayor (25.7°C) respecto a la reportada en la estación 26013 Cananea (13.4°C), mientras la temperatura media anual es muy parecida. Este clima extremoso es muy definido en la estación Buenavista, con una temperatura que alcanza 39°C en junio y -6°C en diciembre. Históricamente, los meses más calurosos son junio y julio, mientras que diciembre es el mes más frío.

Cuadro 4.2. Temperaturas máximas, mínimas y medias, registradas en las estaciones meteorológicas Cananea y Buenavista.

Estación	Temperatura (°C)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Cananea	Máxima	14.5	16.7	17.9	22.4	26.0	32.1	30.8	30.1	28.2	23.9	17.8	14.3	22.9
	Media	8.5	10.3	11.5	15.5	18.7	24.1	23.7	23.6	21.4	17.2	11.8	8.4	16.2
	Mínima	2.5	4.0	5.1	8.6	11.3	16.1	16.6	17.0	14.5	10.4	5.8	2.5	9.5
Buenavista	Máxima	22.8	23.8	27.7	30.6	34.0	39.0	38.2	33.8	33.5	31.6	27.5	22.9	30.3
	Media	8.5	10.6	13.1	17.4	20.2	24.7	25.5	21.9	21.6	17.3	13.7	7.5	16.6
	Mínima	-4.7	-5.7	-1.0	2.4	6.8	12.7	14.9	15.0	13.0	12.5	-1.3	-6.4	4.6

IV.2.1.2. Precipitación y evaporación promedio mensual

La precipitación media anual registrada en las estaciones Cananea y Buenavista, son de 510.7 y 604.8 mm, respectivamente (**Cuadro 4.3**). Los meses más lluviosos son julio y agosto, con valores superiores de 100 mm, mientras que los meses con menor precipitación son abril y mayo.

Los datos de la evaporación son reportados solamente para la estación Buenavista, con valor promedio anual de 2,371.4 mm (considerando el promedio aritmético de las estaciones antes mencionadas), siendo los meses de mayo, junio y julio cuando se registra la mayor evaporación (**Cuadro 4.4**). Para la estación Cananea no se reportaron valores de evaporación. Igualmente, mientras la temperatura media mensual se incrementa, también se registran mayores valores de evaporación media mensual, con más de 300 mm en la estación

Buenavista. Los meses más fríos (diciembre y enero), presentan bajos valores de evaporación, alrededor de 100 mm.

En la **Figura 4.4**, se presentan la dirección de la isolínea de evapotranspiración real, isoyeta, isoterma y de escurrimiento. La duración del periodo con humedad significativa en el suelo depende principalmente de las unidades geomorfológicas, de las características meteorológicas y de las particularidades edafológicas de la región. En el oriente del SA se observa una humedad de suelo con una duración de 5 meses, en la parte occidental se detectaron humedades con una duración de 6 meses (Sierra Elenita). En el sitio de proyecto se registraron en el Noroeste del sitio humedades con una duración de 6 meses mientras en el Sudeste la duración de humedad es de 5 meses.

Cuadro 4.3. Precipitación mensual registrada en las estaciones Cananea y Buenavista.

Estación	Precipitación (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Cananea	Máxima	130.0	105.5	77.0	39.0	38.8	66.6	230.1	159.8	124.0	152.4	105.1	190.0	
	Media	45.5	28.7	24.1	6.2	7.6	17.5	123.9	89.6	56.2	46.1	22.5	42.8	510.7
Buenavista	Máxima	239.0	131.0	136.1	258.0	46.8	123.0	259.6	253.8	156.5	284.1	199.0	244.8	
	Media	46.9	39.9	27.1	18.6	11.6	24.4	129.4	130.2	55.2	39.3	29.3	52.9	604.8
	Mínima	0.8	0.50	0.5	0.0	0.0	1.0	23.3	20.1	2.8	1.8	0.0	1.3	

Cuadro 4.4. Evaporación potencial promedio mensual reportada por la estación Buenavista.

Evaporación (mm)													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Buenavista	85.3	108.9	183.9	278.0	341.8	373.8	289.9	184.9	179.7	169.1	106.6	69.6	2371.4

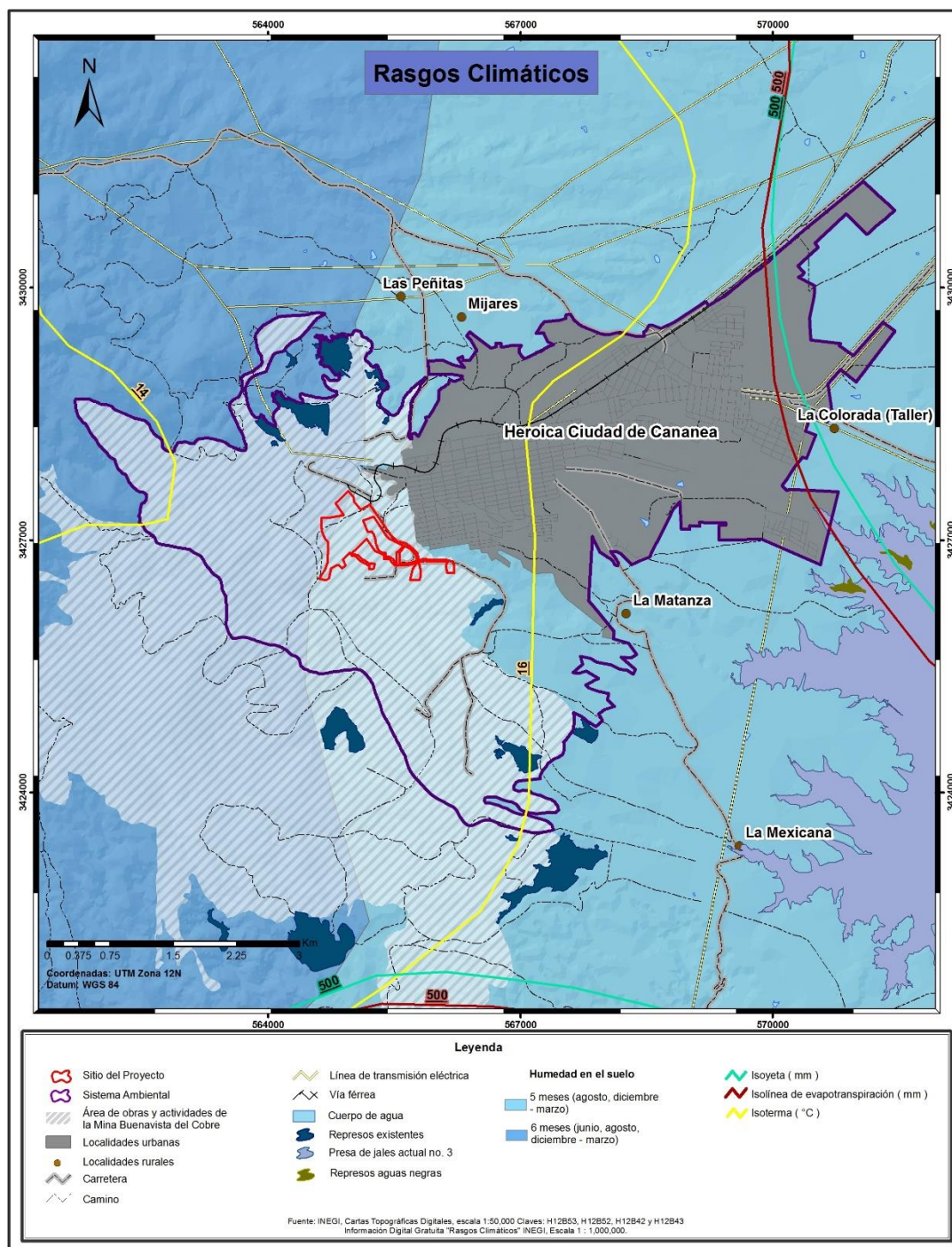


Figura 4.4. Rasgos climáticos: isolinia de evapotranspiración, isoyeta, isoterma y humedad en el suelo en el SA.

IV.2.1.3. Vientos dominantes

Los datos de vientos dominantes fueron capturados en la estación Buenavista (**Cuadro 4.5**) para el año 2013-2014 y en la estación Observatorio (ubicada en 31°03'12.21"N y 110°23'03.77"W) para el año 2012-2013, presentando direcciones preferentes del viento Suroeste-Sureste (hacia Norte) en la estación Buenavista en la mayoría del año y del Nor-Noroeste hacia Sur para la estación Observatorio. En la estación Buenavista cambia la dirección dominante en los meses de julio y agosto a Norte (hacia Sur).

Las velocidades más altas se presentan en esta estación en la primavera (4.5 m/s en mayo), bajando en el verano y otoño (2.61 m/s en agosto y 2.97 m/s en septiembre). Para la estación Observatorio se reportan velocidades promedias mayores durante todo el año 2012-2013 (con un máximo en abril con 16.22 m/s y un mínimo en julio con 9.56 m/s). Se observa en la temporada de verano un cambio de dirección de viento (de SSE-E hacia NNO-O) acompañada con una bajada de velocidad (~10 m/s). Las direcciones y velocidades promedios de los vientos registrados se presentan en las **Figura 4.5 y 4.6**.

Cuadro 4.5. Vientos dominantes promedio en las estaciones meteorológicas Buenavista y Observatorio.

Estación	Viento	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Buenavista	Velocidad (m/s)	3.54	3.39	4.28	4.43	4.50	4.23	3.00	2.61	2.97	4.03	4.79	4.64
	Dirección	SO-SE	SO-SE	SO-SE	SO-SE	SO-SE	SO-SE	N	N	SO-SE	SO-SE	SO-SE	SO-SE
Observatorio	Velocidad (m/s)	14.17	15.81	16.08	16.22	16.14	13.50	9.56	9.72	11.47	11.42	11.50	14.00
	Dirección	N-O (SO-SSE)	NO-N (SSE)	N (SSE)	NO-N	NO-N	N	SS E	E	E	N-O	N-O (SSE)	NO-N

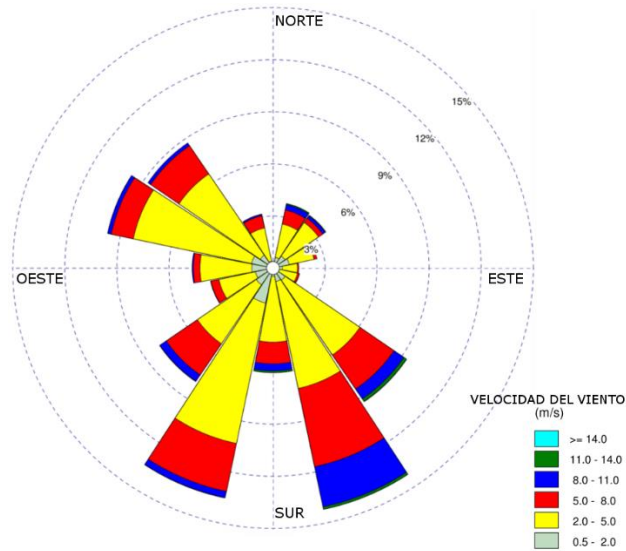


Figura 4.5. Distribución de frecuencia de vientos según rango de dirección en la estación meteorológica Buenavista.

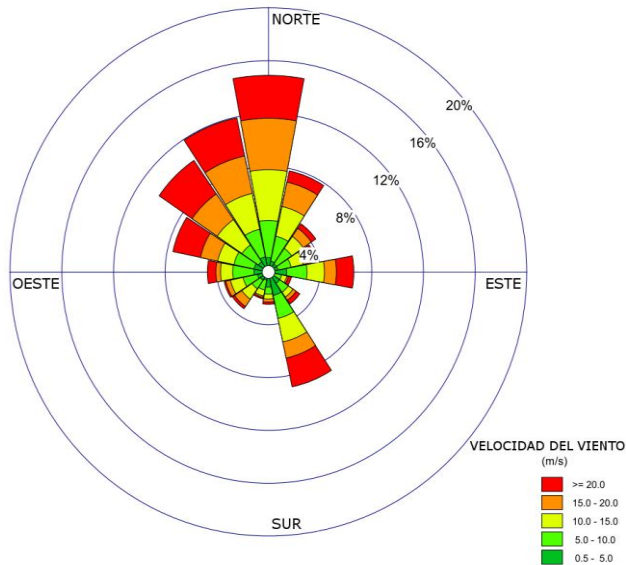


Figura 4.6. Distribución de frecuencia de vientos según rango de dirección en la estación meteorológica Observatorio, ubicada en la Sierra La Mariquita, al Norte del Sistema Ambiental.

IV.2.1.4. Calidad del aire y ruido

La contaminación atmosférica depende en mayor parte de las actividades humanas, las cuales son intensificadas o disminuidas por las condiciones climáticas. Algunos contaminantes provocan efectos adversos sobre la salud, ocasionando, por ejemplo, enfermedades respiratorias y problemas cardiovasculares (SEMARNAT, 2013). Para el municipio de Cananea, se presentan en el **Cuadro 4.6** las emisiones atmosféricas para Óxido de azufre (SO₂), Monóxido de carbono (CO), Óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles (COV) y para las partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀) y menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}), para el amoníaco (NH₃) y carbón negro. En comparación se presenta las cantidades de emisiones a nivel estatal.

Cuadro 4.6. Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por municipio y estado.

Estado	Municipio	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	NH ₃	Carbón Negro
	Cananea	221.74	86.79	17.23	3,913.41	882.36	4,131.83	135.16	10.11
Sonora		21,829.70	11,736.02	76,632.97	189,574.76	147,018.18	686,646.78	37,703.65	1,135.42

Todos los valores en toneladas

En los **Cuadros 4.7 y 4.8** se presentan los inventarios de emisiones de contaminantes por sector SCIAN (Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte) y por fuente fija para el año 2008 en el Estado de Sonora (SEMARNAT, 2016a, b).

Cuadro 4.7. Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos de fuentes fijas por sector SCIAN.

Sector SCIAN	Número de empresas	Contaminante							
		SO2	CO	NOx	COV	PM10	PM2.5	NH3	Carbón Negro
Minería	12	117.36	80.18	155.00	43.18	1,011.83	242.09	5.19	4.04
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	8	69,589.10	2,961.92	10,995.11	324.01	4,040.36	3,143.97	218.80	226.40

Cuadro 4.7. Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos de fuentes fijas por sector SCIAN.

Sector SCIAN	Número de empresas	Contaminante							
		SO ₂	CO	NO _x	COV	PM ₁₀	PM _{2.5}	NH ₃	Carbón Negro
Industrias manufactureras	152	5,297.49	689.40	2,175.60	2,471.27	2,933.61	1,729.56	102.97	28.24
Transportes, correos y almacenamiento	7	0.11	0.18	2.03	1,254.83	0.17	0.17	0.01	0.02
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	12	117.36	80.18	155.00	43.18	1,011.83	242.09	5.19	4.04

Todos los valores en toneladas

Cuadro 4.8. Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por fuente, 2008 (Toneladas).

Tipo de Fuente	Contaminante							
	SO ₂	CO	NO _x	COV	PM ₁₀	PM _{2.5}	NH ₃	Carbón Negro
Fuentes fijas	75,004.1	3,731.68	13,327.73	4,093.3	7,985.97	5,115.79	326.97	258.71
Fuentes de área	677.5	29,100.85	11,764.46	51,958.1	12,663.67	5,564.27	36,828.76	431.90
Fuentes móviles	587.7	152,028.89	13,009.13	17,396.8	213.47	124.79	547.35	42.23
Fuentes móviles que no circulan por carretera	363.6	4,713.34	9,501.56	1,066.1	966.58	931.17	0.57	402.58
Fuentes naturales	-	-	99,415.30	612,132.5	-	-	-	-

Todos los valores en toneladas

En 2014, la empresa *Intertek Testing Services* elaboró para la empresa Promoviente del Proyecto un informe técnico para la "Evaluación del nivel de emisión de ruido de las fuentes fijas". Se seleccionaron zonas críticas en las instalaciones del complejo minero que colindan con la ciudad de Cananea. En el **Cuadro 4.9** se reportan los respectivos niveles de ruidos por sitio de monitoreo. La captación del ruido y su evaluación se hizo conforme con la Norma Oficial Mexicana NOM-181-SEMARNAT- 1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. En ninguno de estos sitios

donde se monitorearon en horarios diurno y nocturno en condiciones representativas y normales de trabajo, se rebasó el valor límite permisible de los horarios mencionados.

Cuadro 4.9. Resultados y comparación de los niveles de ruido.

Zona crítica	Sitio de medición	Nivel de emisión de la fuente fija		Límites máximos permisibles	
		Evaluación diurna	Evaluación nocturna	diurna	nocturna
1	Puerta No. 1	66.19	38.46	68	65
2	Puerta No. 3	53.67	42.51		
3	Área 70	63.49	62.04		
4	La Roca	37.32	40.74		
5	Puerta No. 10	48.24	43.92		
6	Puerta No. 6	62.68	37.68		

Todos los valores en dB(A)

IV.2.1.5. Fenómenos climatológicos

En el SA se presentan no sólo eventos de lluvias torrenciales, también eventos de neblina, granizo y tormentas eléctricas, según registros de la estación Cananea. El número de días promedio mensual se describe en el **Cuadro 4.10**. Para la estación Buenavista no se registraron los datos de la ocurrencia de estos fenómenos.

Otro fenómeno que se presenta principalmente en invierno, son las heladas producidas por una disminución de la temperatura del ambiente hasta 0 grados y nevadas cubriendo con una capa de nieve el suelo, lo cual podría contribuir a la recarga de los acuíferos cuando se deshiela.

Cuadro 4.10. Número de días con lluvia, niebla, granizo y tormentas registrados en la estación Cananea (Promedio mensual de 1971 a 2000).

Estación	Eventos	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Cananea	Lluvia	3.3	2.4	2.1	0.8	0.8	2.3	12.5	8.7	4.9	3.6	1.8	3.1	46.3
	Niebla	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0.6	0.7
	Granizo	0	0	0.2	0	0	0.1	0.2	0	0	0	0	0.1	0.6
	Tormenta eléctrica	0	0	0	0	0	1.1	7.2	6.4	1.3	0.7	0	0	16.7

IV.2.2. Geología y geomorfología

IV.2.2.1. Geología regional

El estado de Sonora forma parte de un arco magmático que se extiende desde Alaska hasta el Noroeste de México, constituido por rocas ígneas jurásicas y variaciones litológicas en diferentes partes del estado que son provocadas por las estructuras tectónicas regionales, como la Megacizalla Mojave-Sonora, la Falla San Antonio y la Falla Los Ajos, las cuales limitan el Alto de Cananea, la Cuenca Bisbee y la Cuenca San Antonio (Rodríguez-Castañeda y Anderson, 2010).

El sistema de fallas y el magmatismo son consecuencia de la subducción de la placa Farallón debajo de la placa de Norteamérica y de la apertura del Golfo de California desde el Jurásico Tardío (Rodríguez-Castañeda, 2003). El conjunto de eventos forma una zona orientada Noroeste-Sureste, que se define por la yuxtaposición de rocas precámbricas, paleozoicas y jurásicas. Se reconocen rocas precámbricas en el Alto de Cananea, limitado por las fallas Los Ajos al Noreste y San Antonio al Suroeste. En el Noreste de la Falla Los Ajos se ubica la Cuenca Bisbee, donde se depositaron materiales clásticos del Cretácico pertenecientes al Grupo Bisbee (Rodríguez-Castañeda, 2003) (**Figura 4.7**).



Figura 4.7. Vista al Noreste de Cananea con la Sierra San José, la cual está compuesta de material clástico y evaporítico del Grupo Bisbee.

Al Suroeste de la Falla San Antonio y al Noreste de la Megacizalla Mojave-Sonora, se localiza la Cuenca San Antonio, presentando un basamento de rocas ígneas jurásicas de arco magmático. Hacia el Sur de la Megacizalla Mojave-Sonora, el basamento está compuesto por rocas precámbricas con edades de 1,700 a 1,800 Ma (Rodríguez-Castañeda, 2003). En el **Anexo 4.2**, se presenta la metodología empleada para la elaboración de este apartado.

IV.2.2.2. Geomorfología y Fisiografía

El SA se localiza en el Norte de la Provincia Fisiográfica "Sierra Madre Occidental" (Raíz, 1959) (**Figura 4.8**). La Provincia Fisiográfica "Sierra Madre Occidental" se caracteriza por un gran sistema montañoso del mismo nombre, formado por rocas volcánicas y altitudes que alcanzan 3,000 m s.n.m. Sus condiciones geológicas y climatológicas han favorecido la formación de profundos cañones. Esta Provincia Fisiográfica comprende partes de los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Nayarit, Aguascalientes y Jalisco, con orientación Noroeste-Sureste.

La Provincia "Sierra Madre Occidental" está dividida en varias Subprovincias. El SA del Proyecto se ubica en la Subprovincia "Sierras y Valles del Norte". Esta Subprovincia está formada por sierras separadas por amplios valles paralelos con orientación Norte-Sur. Las estructuras más altas en la región se caracterizan por las Sierras de Los Ajos (2,645 m s.n.m.) (**Figura 4.9**), El Manzanal (1,600 m s.n.m.), La Elenita (2,490 m s.n.m.) y La Mariquita (2,510 m s.n.m.).

En el SA se identificó la unidad geomorfológica "Sierra Alta", la cual está caracterizada por un conjunto de sierras con elevaciones de 1500 a 2500 m s.n.m. Estas sierras se encuentran parcialmente escarpadas dependiendo del tipo de roca; las pendientes varían de 15 a 20%. Esta unidad geomorfológica está representada en el SA por la Sierra Elenita (**Figura 4.10**), donde se encuentra al Sur el sitio de Proyecto. La Sierra está constituida por rocas graníticas con afloramientos de unidades paleozoicas.

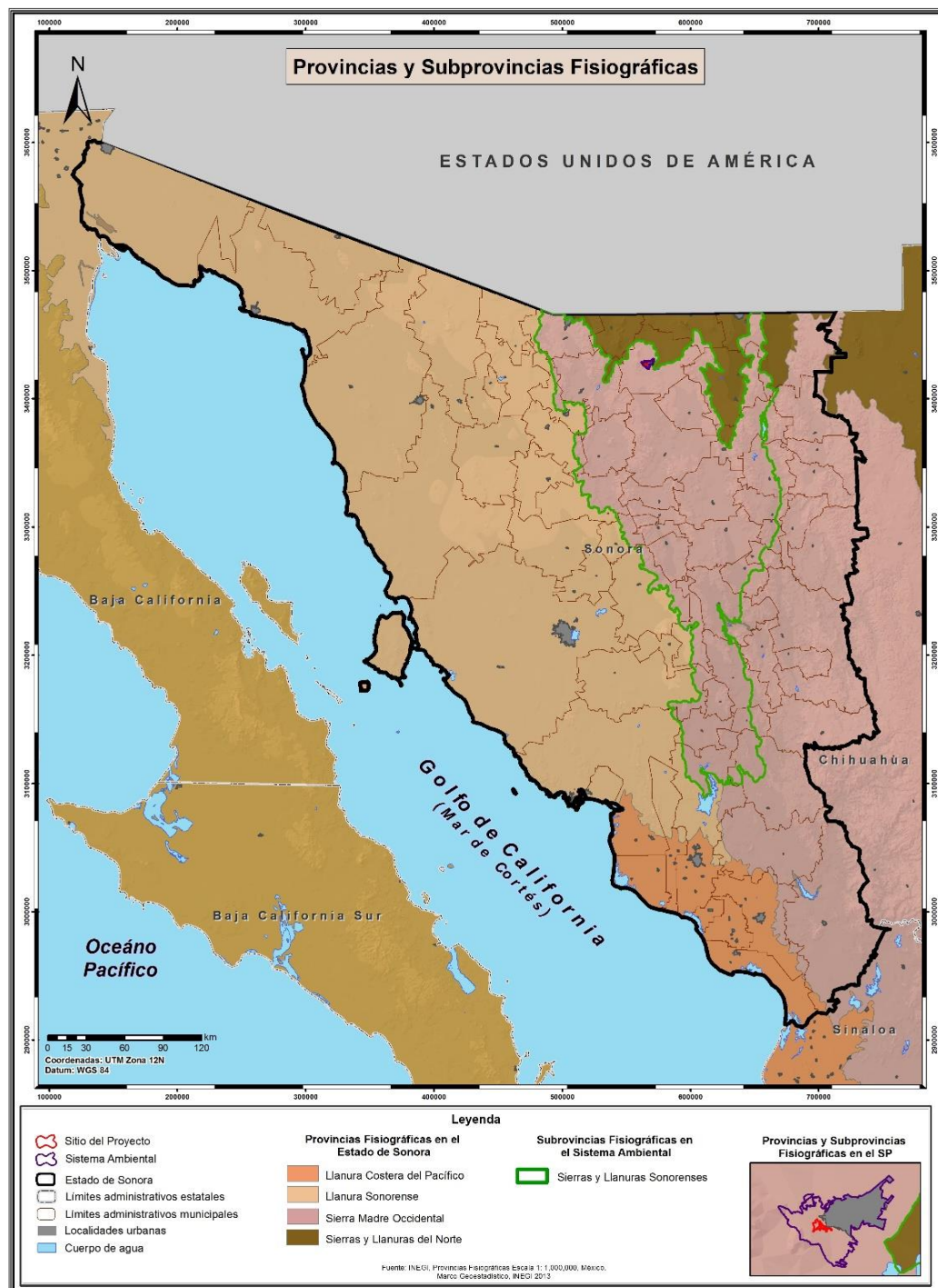


Figura 4.8. Distribución de las Provincias y Subprovincias Fisiográficas en el Sistema Ambiental y sitio del Proyecto.



Figura 4.9. La Sierra los Ajos en el fondo con altitudes mayores de 2,500 m s.n.m.. Vista al Este del Sitio de proyecto con la presa de jales en el primer plano.



Figura 4.10. Las cimas de la Sierra Elenita en el Oeste del SA.

Al Norte del SA se localiza la Sierra La Mariquita (**Figura 4.11**), conformada por rocas de origen volcánico de composición riolítica y tobácea.



Figura 4.11. La Sierra Mariquita al Norte del SA con el observatorio en la cima.

En el Nordeste del SA se localiza el Valle del Río San Pedro el cual es un amplio y extenso valle con orientación Norte-Nordeste hacia Sur-Sudoeste. Este valle tiene aproximadamente 45 km de largo y 34.4 km de ancho en la parte más amplia. Circundando al valle del Río San Pedro, se encuentran varias sierras con una dirección Norte-Sur y en algunos casos con dirección Noroeste-Sureste (**Figura 4.12**).



Figura 4.12. Vista al Norte con el valle de Río San Pedro, con la ciudad de Cananea en el primer plano.

Al Oeste y Sur del SA, se encuentra parte de las instalaciones del complejo minero metalúrgico de la empresa Promoviente, mientras que la Heroica Ciudad de Cananea se encuentra al Este del SA. La ciudad es ligeramente inclinada hacia el Nordeste, parcialmente intersectada por arroyos formando pequeños valles alargados. En el complejo minero, la topografía es mayormente ondulada, excepto donde se localizan instalaciones como edificios o plantas de procesos, el terreno es ahora relativamente plano por su nivelación. El sitio de Proyecto se encuentra a altitudes de 1,680 a 1,710 m s.n.m. (**Figura 4.13**). Las altitudes en el SA varían de 1,550 m s.n.m. en el Nordeste a 1,720 m s.n.m. en el Oeste.



Figura 4.13. El relieve en el sitio de Proyecto (vista al Norte).

IV.2.2.3. Estratigrafía

En el SA se encuentran afloramientos de origen sedimentario e ígneo, con edades que varían del Paleozoico hasta reciente. En la **Figura 4.14** se presentan los principales afloramientos estratigráficos en el SA. Las unidades más antiguas en la región se localizan en la Sierra Los Ajos (fuera del SA) y en el distrito minero de Cananea (al Oeste del SA), representado por rocas precámbricas, las cuales están compuestas por esquistos de biotita y sericita, intrusionados por rocas graníticas con edad de 1,425 a 1,475 Ma (SGM, 2003).

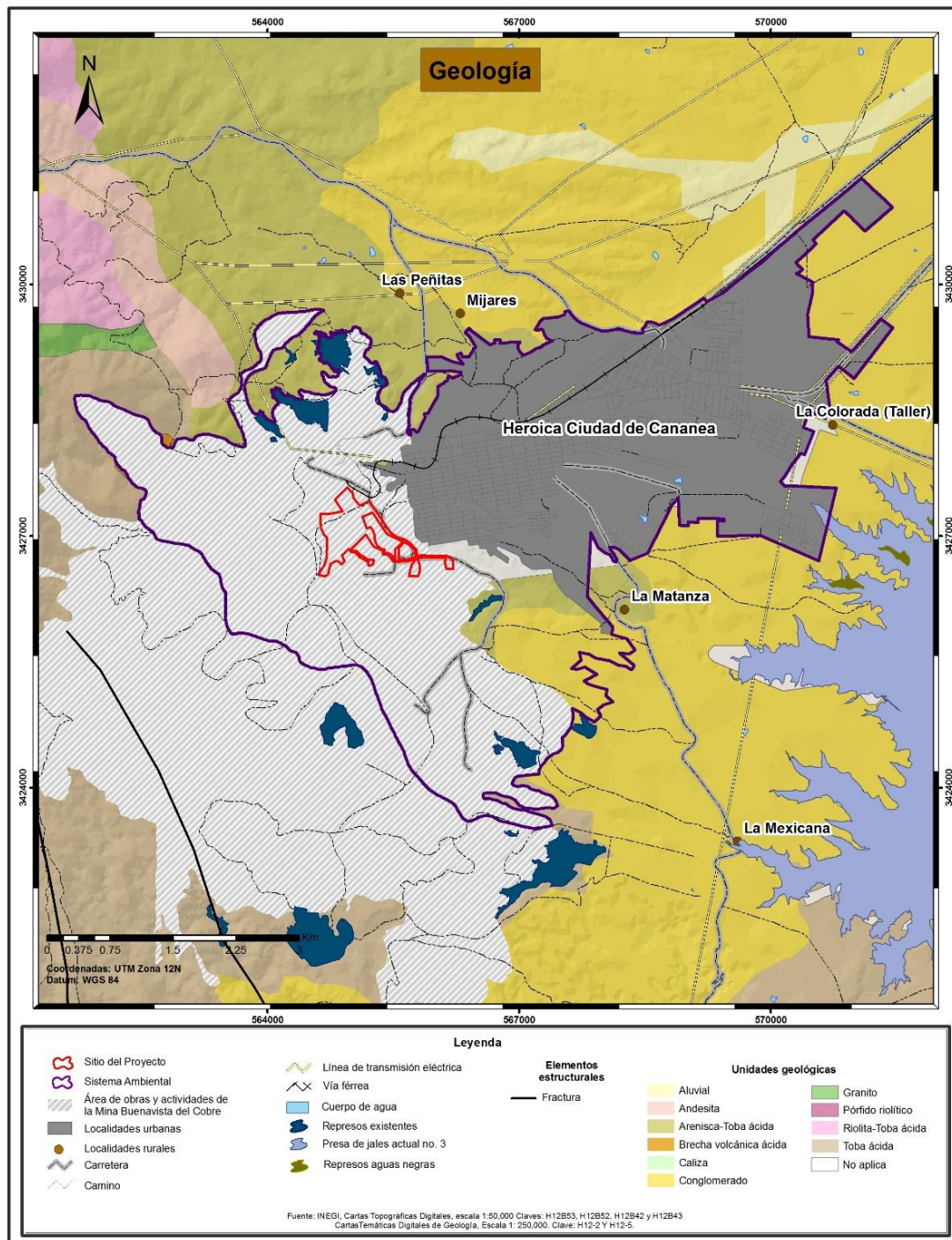


Figura 4.14. Geología (unidades estratigráficas) en el SA y el sitio del Proyecto.

Sobre las rocas del Precámbrico descansan discordantemente unidades paleozoicas que contienen rocas sedimentarias-metamórficas (Cámbrico) y sedimentarias continentales y marinas (Cámbrico, Devónico, Carbónico). Estas formaciones geológicas afloran al Oeste del SA, en especial se reconocen la cuarcita del Cámbrico y las calizas del periodo Devónico.

Unidades geológicas del Mesozoico afloran en la Sierra Elenita (SGM, 2008), constituídas por riolitas y tobas riolíticas de un período volcánico activo (Formación Elenita - Jurásico medio). Actividades volcánicas durante el Cretácico permitieron la formación de las rocas volcánicas constituídas principalmente por andesitas y tobas andesíticas con algunos horizontes de areniscas (Formación Mesa) que cubren el centro del SA y el sitio de Proyecto, así como de riolitas y dacitas en la Sierra Elenita (Formación Elenita) (SGM, 2008).

La Formación Mesa es la única unidad geológica que está presente en el sitio del Proyecto, con afloramientos principalmente de andesitas (**Figura 4.15**), las cuales son de color gris-verdoso, con textura de porfídica a afanítica y una composición mineral dominada por oligoclasa-andesina, mica alterada, apatito, óxidos de hierro y minerales de alteración como epidota, minerales arcillosos, sericita, clorita, hematita y calcita. La secuencia completa que también incluye tobas andesíticas, aglomerados y areniscas presenta efectos de alteración hidrotermal como propilitización, oxidación, argilización y sericitización. El espesor estimado para esta unidad es de 1500 m (Buenavista del Cobre, 2015b).

En el estudio "Evaluación de Sitios para Confinamiento Final de Residuos" (Buenavista del Cobre, 2015b), en el área de la ExFundición de Cananea, se presenta un análisis geofísico electromagnético para conocer las características geológicas del subsuelo. En el área del sitio de proyecto se describen en un modelo geofísico 5 capas de diferentes resistividades, todas interpretadas como parte de un macizo rocoso constituido por una secuencia volcánica a vulcanoclástica del Cretácico Superior al Paleoceno, la cual es intrusionada por cuerpos graníticos a granodioríticos. En la parte de este modelo que se ubica en el SP, se encuentran condiciones de resistividad moderada a alta, por lo que las condiciones de fracturamiento del macizo rocoso a profundidades de 30m hasta 300m, son potencialmente bajas, mientras que a profundidades menores de 30m, las condiciones de fracturamiento son moderadas.



Figura 4.15. La andesita de la Formación Mesa, aflorando en el sitio de Proyecto.

Las unidades geológicas de edad Cenozoica están representadas por rocas ígneas intrusivas que se encuentran principalmente hacia la porción Oeste y en la porción central del SA. En especial, se puede diferenciar granodioritas y tonalitas de la Formación Cuitaca y las dioritas de la Formación Tinajas, las cuales correlacionan con el emplazamiento del Batolito Laramide de Sonora, una unidad calcoalcalina de composición granodiorítica-tonalítica.

El periodo Cuaternario está representado al Este del SA por conglomerados y limos (**Figura 4.16**).

Los plutones Laramídicos que se encuentran en la región son equigranulares, constituidos de granodioritas, cuarzomonzonitas y granitos (SGM, 1999). Investigaciones recientes en la zona de explotación, establecieron que el pórfido de cobre, la brecha y la mineralización tipo skarn en el distrito, está relacionado con pórfidos cuarzo-feldespáticos. La edad de pórfido mineralizado con el método K-Ar es entre 59 ± 2 Ma a 54 ± 2 Ma (SGM, 2003).

La mayoría de los depósitos de pórfidos de cobre son de la edad Larimídica y están ligados al emplazamiento de plutones de composición granítica y granodiorítica; constituidos por depósitos de cobre asociados con molibdeno. Las reservas que tienen estos yacimientos se encuentran entre las más importantes del mundo y por consiguiente del nuestro país.



Figura 4.16. Material no consolidado proveniente de la meteorización de los conglomerados cenozoicos en la superficie en el este del SA.

En el SA se encuentran yacimientos metasomáticos de plomo y zinc que son de la edad Larimídica, y se asocian con minerales de cobre e intrusiones graníticas (Cananea, El Tecolote, San Felipe y Cerro Cabullona). Los yacimientos en veta originados por soluciones hidrotermales son postlarimídicos y se encuentra por lo general asociados a rocas volcánicas del Cenozoico, aunque también están encajonados en rocas sedimentarias marinas.

IV.2.2.4. Presencia de fallas y fracturas

La mayor parte de la región está afectada por una tectónica compresiva y distintiva. La estructura geológica más notable en la región está asociada con la intrusión batolítica de edad Cretácica que elevó toda la región al poniente de la Sierra Madre Occidental. El levantamiento de esta zona por el batolito y los procesos orogénicos, así como el subsecuente ajuste de los bloques en forma escalonada del continente hasta el Golfo de California, formaron fallas en dirección Noroeste-Sureste y Norte-Sur (Falla Río Sonora, Falla Bacanuchi) (CONAGUA, 2010; SGM 1999, 2003). El Valle del Río San Pedro se encuentra afectado por estos eventos, presentando anticlinales y sinclinales en dirección de Oeste-Noroeste - Este-Sureste (CONAGUA, 2002).

La deformación laramídica afectó moderadamente a las rocas más antiguas del Complejo Volcánico Inferior en Sinaloa y a rocas volcánicas del Cretácico en Chihuahua central. En su fase final (Paleoceno y Eoceno temprano), se desarrollaron fracturas de tensión orientadas Este-Oeste a Este-Noreste-Oeste-Suroeste que contienen los principales depósitos de pórfidos cupríferos de la Sierra Madre Occidental.

Alrededor del SA se detectaron fallas con orientación Este-Oeste (Falla Capote) al Suroeste del SA, con orientación Nordeste-Suroeste (Fallas Northeast y El Alamo) y con orientación Norte-Sur (la Falla Mariquita) al Noroeste del SA.

Con los planos de resistividad obtenidos durante el estudio geofísico del proyecto de la "Evaluación de Sitios para Confinamiento Final de Residuos" (Buenavista del Cobre, 2015b), se interpretaron por la distribución de la resistividad en el subsuelo del sitio de Ex Fundición y en el Norte del SP, la existencia de por lo menos 3 generaciones de estructuras principales. La primera generación está representada por estructuras con rumbo general de los 45° NE-SW, las cuales son cortadas y localmente desplazadas por la segunda generación que se orienta con dirección NW-SE. Se considera que estas estructuras corresponden a un mismo evento estructural y estén actuando como un sistema de fallas conjugadas. El tercer evento estructural está marcado por estructuras con un rumbo general N-S, el cual localmente varía hacia el NNW. Esta tercera generación de discontinuidades se encuentra cortando a las dos generaciones mencionadas anteriormente.

Existen indicios de una cuarta generación de estructuras en el SP. Por los trabajos de cartografía estratigráfico-estructural por el Servicio Geológico Mexicano, la delimitación de los principales lineamientos estructurales obtenidos de imágenes de satélite de la región y de estudios en las inmediaciones del área estudiada marcaron discontinuidades que se orientan con un rumbo casi E-W, y cuya característica principal es una componente lateral que logra desplazar regionalmente de manera importante a la generación de fallas N-S. Estas estructuras regionales son fallas, fracturas y vetas rellenas de sustancias enriquecidas de minerales, que muestran alta, media, baja a muy baja permeabilidad.

IV.2.2.5. Susceptibilidad del sitio del Proyecto a sismos, deslizamiento y derrumbes

La actividad sísmica en la República Mexicana es el resultado de la interacción de las placas de Cocos, Norteamérica, Rivera y del Caribe. En general, en el país existen cuatro zonas sísmicas que se encuentran representadas en la **Figura 4.17**. El SA y el sitio del Proyecto se ubican dentro de la región penisísmica, donde el riesgo de daños es bajo. Durante el período de 2010 a 2017 se registraron 232 sismos de baja magnitud de 2.8 a 4.2, dentro de 100 km alrededor del SA (SSN, 2017).

IV.2.3. Tipos de suelo

La superficie que abarca el SA incluye gran parte del complejo minero metalúrgico y la totalidad de la ciudad de Cananea. Por consecuencia de la actividad humana que se desarrolla en esta parte del SA, el suelo se encuentra altamente impactado (**Figuras 4.18 y 4.19**).

Gran parte del suelo original se encuentra afectado por la remoción y la construcción de distintos tipos de obras, sean en el complejo minero metalúrgico, como en la ciudad de Cananea. Mientras la ciudad de Cananea presenta edificios típicos de viviendas y calles de concreto que cubren la superficie del terreno, se encuentra la mina en el SA parcialmente ocupada por obras de los procesos mineros (quebradoras, concentradoras y terreros de lixiviación), los cuales están conectados por caminos de concreto o terracería.

No solo está afectado el terreno de la mina por la remoción de la capa superficial de suelo sino también por los procesos metalúrgicos que dan evidencias del material granular o de la roca que cubre la superficie. El material superficial puede estar mezclado con gravas polimícticas, clastos de rocas graníticas y pórfidos de composición intermedia en una matriz de arena fina limosa, con apariencia de residuo de construcción y metalurgia (Buenavista del Cobre, 2015b).

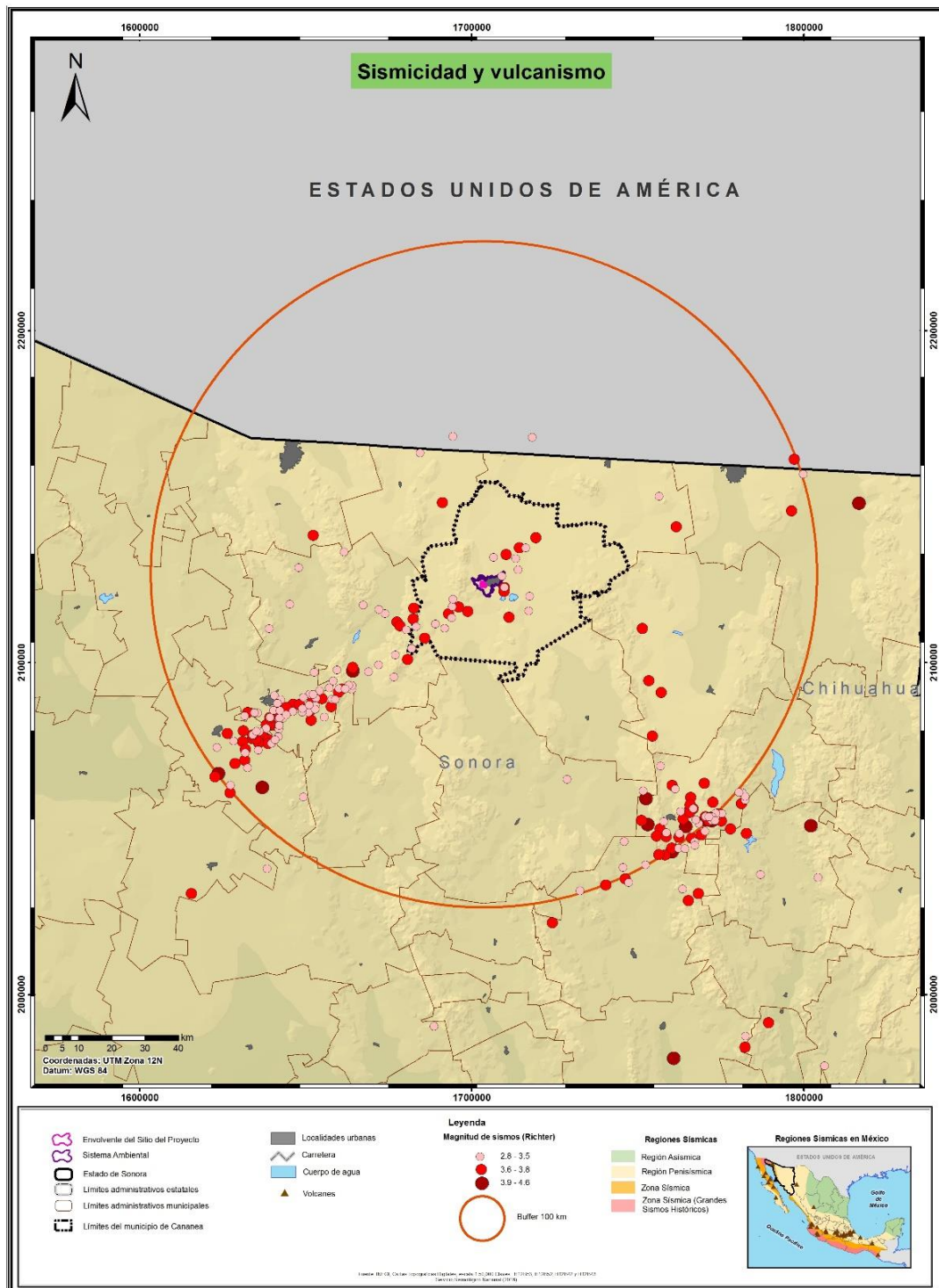


Figura 4.17. Sismicidad y vulcanismo en el Sistema Ambiental del Proyecto.



Figura 4.18. Las actividades del complejo minero metalúrgico que han impactando al suelo natural.



Figura 4.19. La ciudad de Cananea ocupando la parte oriental del SA, con el recubrimiento parcial de los horizontes de suelo.

Según la definición de la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo, se pueden describir estas evidencias de suelo, como un suelo tipo **Antrosoles** los cuales comprende suelos formados o profundamente modificados por actividades humanas, tales como la adición de materiales orgánicos o desechos de construcciones, irrigación o cultivos. Aunque la aplicación de esta definición es más adecuada para un suelo con actividades agrícolas donde la influencia del hombre está normalmente restringida a los horizontes superficiales, se dejó

emplear en un amplio ámbito para las actividades mineras para los suelos con características relevantes que resultan de actividades humanas (IUSS, 2007). Los mismos autores consideran *“los suelos constituidos por “material de suelo antropogénico” inalterado (por ejemplo: material mineral u orgánico no consolidado resultado del relleno de tierras, desechos de minas, rellenos urbanos, basureros, dragados, etc.) no califican como Antrosoles. Muchos de estos materiales carecen de evidencias de cambios pedogenéticos. Los suelos en material de suelo antropogénico forman un grupo separado dentro de los Regosoles y es el de Regosoles Antrópicos”*.

Los Regosoles se presentan sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina. No dependen de una zona climática y de una altitud específica, pero son más comunes en zonas áridas, en los trópicos secos y en las regiones montañosas, pero también en lomeríos, planicies, así como en dunas y playas. Su evolución es muy escasa lo cual se debe por los procesos de erosión y el constante removimiento. Principalmente se desarrolla en los primeros 30 cm un horizonte húmico sobreyaciendo de un material granular casi libre de carbonatos. Su uso y manejo varían muy ampliamente, dependiendo del regado, en las planicies pastoreo y en los bosques uso forestal. El término antrópico describe evidencias de modificación profunda del suelo por actividad humana diferente a las prácticas de cultivo.

Al Sureste del SA existe una parte del terreno que todavía no está afectada por las actividades mineras (**Figura 4.20**). En este sitio se encuentra el suelo **Phaeozems**, el cual es un suelo de zona esteparia que se desarrolla en climas semiáridos a húmedo. Este tipo de suelo se caracteriza por una transición en la dominancia de procesos de acumulación en formación de suelos a una dominancia de procesos de lixiviación. Es un tipo de suelo rojizo de regiones de praderas con alta saturación de bases, pero con signos de acumulación de carbonatos secundarios no visibles. El material parental tiene su origen por la acumulación de sedimentos eólicos u otros materiales no consolidados finos. Su principal distintivo es una capa superficial oscura, suave y rica en materias orgánicas y nutrientes. Es muy fértil, con un alto nivel productivo en la agricultura y ganadería, cuando se encuentra en terrenos planos. La vulnerabilidad de suelo está caracterizada por una erosión eólica en temporada de sequía y erosión hídrica en temporada de lluvia torrenciales. Las características hidrológicas del Phaeozem son aportadas por las arcillas, con mayor capacidad de almacenamiento de agua.

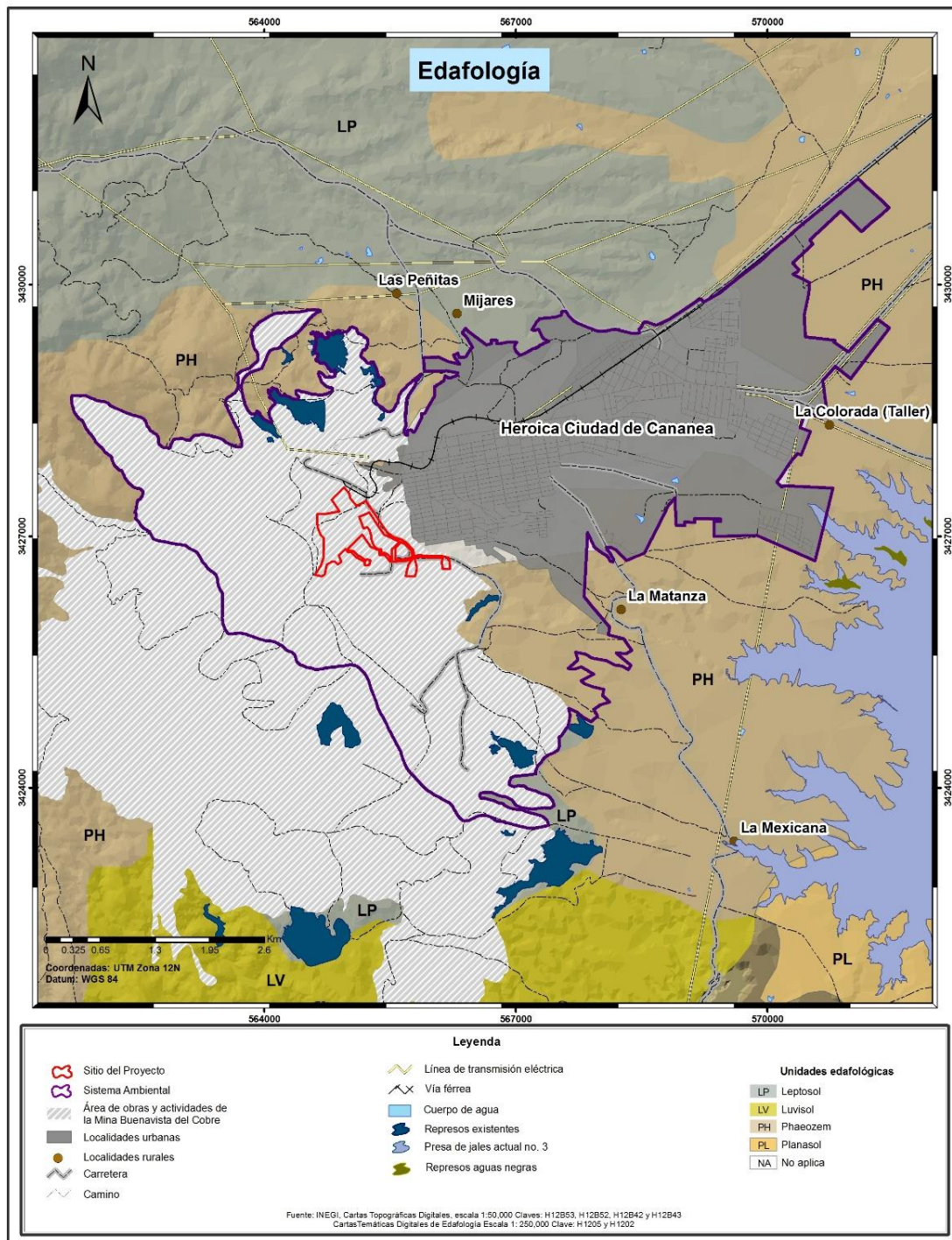


Figura 4.20. Principales unidades edafológicas en el Sistema Ambiental y el sitio del Proyecto.

Al Sur del sitio del Proyecto, se observaron evidencias de erosión hídrica en la superficie del suelo. Las pendientes y la composición de material que cubre el terreno superficialmente permiten el desarrollo de surcos en el sitio del Proyecto (**Figura 4.21**).



Figura 4.21. El desarrollo de surcos por las actividades hídricas en el SA, al Noroeste de la Planta Concentradora 1, dentro del complejo minero metalúrgico.

Un estudio para caracterizar el suelo elaborado por Consultoría e Investigación en Medio Ambiente (Buenavista del Cobre, 2015a) en los terrenos que ocupa la antigua Fundición de Cobre, reporta una descripción general de los suelos con una textura franco-arenosa, donde la fracción dominante es la arena con un valor promedio de 59% y un contenido relativamente bajo de la fracción arcilla, que varía desde 8 hasta 30%, con un valor promedio de 15%. La mayoría de los suelos presentan valores bajos de sales.

El 56% de los suelos presentan valores de conductividad eléctrica (CE) menores a 4dS/m, por lo que se clasifican como no salinos. Sin embargo, se observó una alta variabilidad en los datos, el dato más bajo es de 0.7 y el más alto de 25 dS/m, con una media de 6.4 dS/m, un valor de desviación estándar de 6.2 y un coeficiente de variabilidad del 202 %. Los suelos son en general ácidos, el 50 % presentan valores de pH menores a 4.5, con un intervalo de valores de 2.7 a 5.6 y un valor promedio de 4.9.

IV.2.4. Hidrología superficial y subterránea

IV.2.4.1. Hidrología Superficial

Una región hidrológica está definida como un sistema integral y funcional, constituido por factores físicos, biológicos y socioeconómicos. El país está dividido en 37 Regiones Hidrológicas (RH). En el estado de Sonora se encuentran 5 regiones hidrológicas; la mayor proporción de la superficie, la ocupan la RH 8 "Sonora Norte" y la RH 9 "Sonora Sur". Las otras 3 RH ocupan menores porciones del estado y se encuentran una en el Noroeste, en el límite con el estado de Baja California (RH 7 "Río Colorado"); la segunda en el Sur, en el límite con Sinaloa (RH 10 "Sinaloa"); y la tercera en la porción Noreste, en el límite con el estado de Chihuahua (RH 34 "Cuencas Cerradas de Norte"). En el **Anexo 4.3**, se presenta la metodología descriptiva empleada para la elaboración de este apartado. El SA se ubica en el límite de la cuenca hidrológica Bacanora-Mejorada (RH07A) con la cuenca hidrológica R. Sonora (RH09D) (**Figura 4.22**).

La cuenca hidrológica Bacanora-Mejorada, con una extensión de 3,933.05 km², forma parte de la Región Hidrológica "Río Colorado" (RH07) y limita al Norte con la frontera con Estados Unidos.

Esta Región Hidrológica transfronteriza se localiza en México en dos partes separadas dentro del estado de Sonora: una en el Noreste, en el límite con Baja California por Mexicali y la otra en el Norte de Sonora por Nogales. Para la cuenca se determinó una precipitación media anual de 301 mm (1,439.4 Mm³) con un coeficiente de escurrimiento de 7.2%. Se calculó un escurrimiento anual de 103.31 Mm³, de los cuales solo 2.5 Mm³ son disponibles, porque el resto fluye hacia territorio de Estados Unidos de América (Buenavista del Cobre, 2011).

La parte Noroccidental del SA pertenece a la Subcuenca hidrológica Nogales (RH07Ac); con una superficie de aproximadamente 2,800 km², que comprende a los municipios de Cananea, Naco y Santa Cruz. El río principal de la subcuenca es el Río San Pedro. Esta corriente fluye hacia el Norte hasta su desembocadura en el Río Gilaen Winkelman, al Sureste de Phoenix, Arizona. Su distancia de recorrido es de 250 km, de los cuales 65.6 km se encuentran en el estado de Sonora.

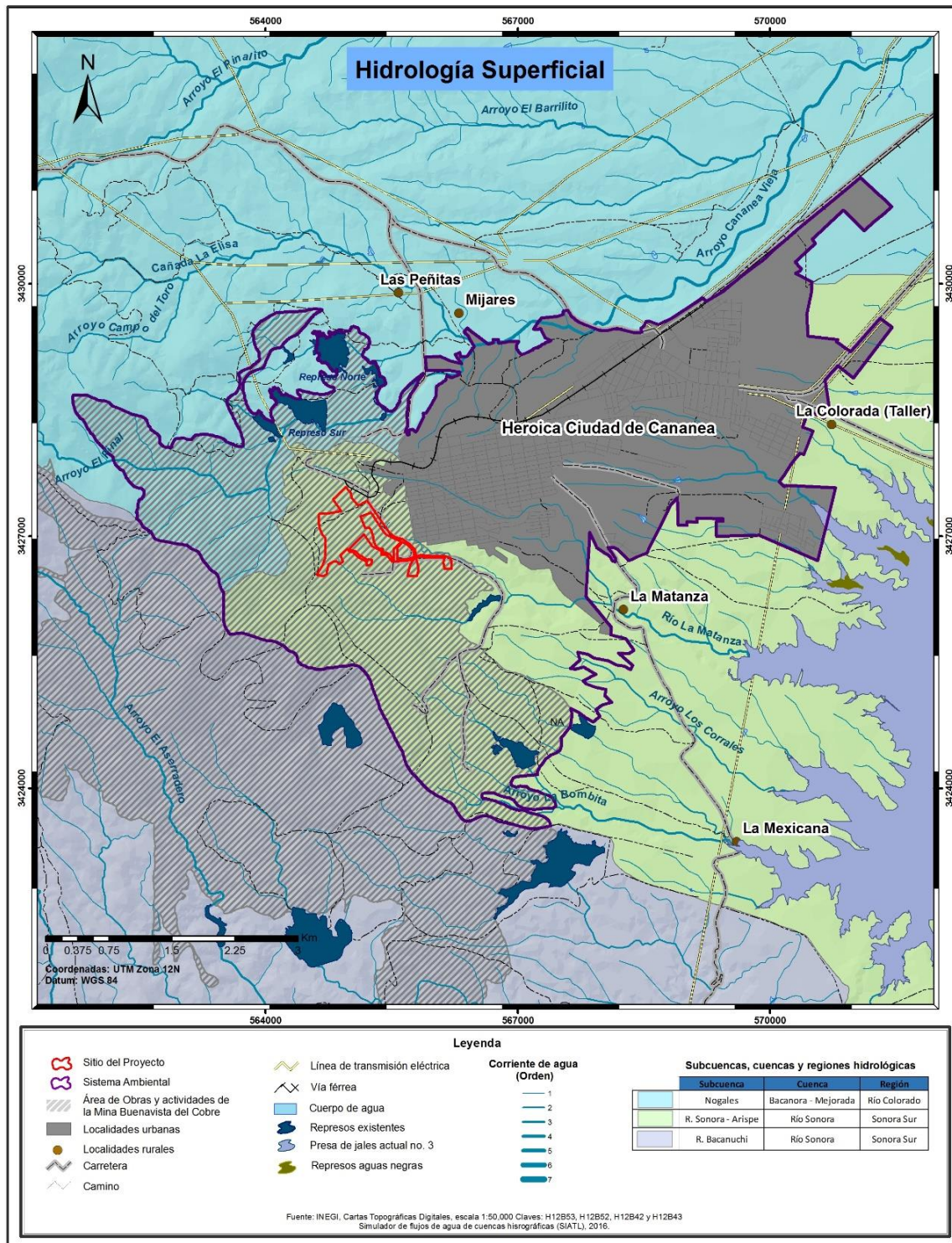


Figura 4.22. Hidrología Superficial en el Sistema Ambiental y sitio del Proyecto.

Al poniente del SA se ubica la Sierra Elenita, la cual presenta una red de drenaje de tipo radial con escurrimientos en diversas direcciones. En el SA, el tipo de drenaje en esta subcuenca es sub-dendrítico, donde los escurrimientos convergen al arroyo Cananea Vieja y a la cañada La Elisa, las cuales confluyen con el arroyo Barrilito al Norte del SA. El arroyo El Barrilito contribuye al Nordeste de Cananea al arroyo El Riño, que es tributario del Río San Pedro. Los arroyos son de tipo torrencial por la posición topográfica en que se encuentran. En las temporadas de lluvias ordinarias presentan un caudal constante.

La mayor parte del SA y del SP pertenecen a la cuenca hidrológica Río Sonora la cual es la segunda más grande dentro de la RH 9, con una superficie que abarca 14.78% de la RH 9. En ella se ubica la zona Este del Distrito de Riego Núm. 51 "Costa de Hermosillo". El Río Sonora inicia su recorrido en las cercanías de Cananea en Ojo de Agua de Arvayo, en dirección Sur hasta desembocar a la presa Abelardo L. Rodríguez al Este de la ciudad de Hermosillo. El afluente más trascendente que lo alimenta es el Río Bacanuchi. Además, contribuyen otros dos ríos, el San Miguel de Horcasitas y El Zanjón, que se unen antes de El Alamito, para confluir con el Río Sonora.

El drenaje en la cuenca Río Sonora es de tipo dendrítico, que se observa plenamente en el SA. En los meses de julio a septiembre se presentan los máximos caudales en el Río Sonora, mientras que el período de estiaje se presenta en los meses de abril a junio.

En la RH 9 se reporta una precipitación anual de 376 mm (9,779.8 Mm³). Con el coeficiente de escurrimiento de 2.8 %, se calcula un escurrimiento anual de 273.83 Mm³. El uso principal del agua es agrícola, seguido por doméstico, industrial, pecuario y recreativo.

El SA se encuentra en la parte alta de la subcuenca hidrológica Río Sonora-Arispe (Rh09Dc), donde a lo largo de la subcuenca se distingue el Río Sonora, que es el principal arroyo de la subcuenca. Esta subcuenca cuenta con un área de captación de aproximadamente 2296.52km²; donde nacen en las cercanías de Cananea los tributarios de este río, los arroyos La Matanza, La Mexicana, Los Corrales y La Bombita. Estos arroyos vierten sus caudales hacia el Sur-Sureste, donde la presa de Jales intercepta sus caudales. Aguas abajo de la presa de Jales, siguen el curso hasta unirse con otros afluentes de la subcuenca para formar el Río Sonora, el cual pasa por la población de Bacoachi y cerca del

poblado de Arizpe se une con el arroyo Bacanuchi. Estos afluentes presentan características torrenciales debido a las pendientes en la topografía en que se encuentran.

De acuerdo a una revisión realizada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en noviembre de 2011, se describe que los arroyos Cananea Vieja ubicado en la subcuenca hidrológico Nogales y la Matanza de la subcuenca Río Sonora-Arispe no son considerados como cauces federales (Oficio No. BOO.R.03.07.1.-1442 del Organismo de Cuenca Noroeste).

El SP se encuentra en las partes altas de la subcuenca Río Sonora-Arispe donde se inician los escurrimientos que forman más adelante el arroyo La Matanza (**Figura 4.22**).

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

No existen cuerpos continentales en el SA. Los cuerpos de agua identificados como represos, fueron construidos como parte del complejo minero metalúrgico de Buenavista del Cobre (**Figura 4.22**). Están asociados al proceso de lixiviación en terreros, alimentando de solución rica (con valores de cobre) a las plantas ESDE I y ESDE II. Además, se distingue al depósito de jales, en donde se manejan y recirculan importantes volúmenes de agua del proceso de la planta Concentradora de Cobre I.

- **Calidad del agua**

Más del 70% de las aguas residuales generadas en la ciudad de Cananea, se descargan en el depósito de jales del complejo minero metalúrgico de Buenavista del Cobre, que se ubica en la Cuenca Río Sonora. Por el giro industrial minero y los usos de agua que la empresa tiene desde hace más de 100 años para sus diferentes procesos, la empresa Promovente realiza periódicamente un muestreo para definir la calidad del agua en las partes bajas de la Cuenca del Río Sonora, con el objeto de presentarlos a la autoridad competente (CONAGUA). El resultado de los análisis tiene por objeto conocer la calidad del agua sobre el Río Sonora desde la localidad de Cananea y mostrar que se encuentran cumpliendo con los límites de la normatividad ambiental vigente.

Para la subcuenca hidrológica Nogales existen varios estudios relacionado con las condiciones químicas y físicas del agua superficial. Uno de los estudios elaborado por Gómez Álvarez (2001) evaluó la calidad del agua y sedimentos del Río San Pedro durante el periodo 1997-1999. Este estudio describe las fuentes de contaminación en la subcuenca, que incluye la actividad minera en especial el depósito denominado Concentradora Vieja (previa actividad de la empresa Promoviente del Proyecto en el distrito minero) y las descargas domésticas e industriales de la Ciudad de Cananea y en menor grado las actividades agrícolas y ganaderas cerca del poblado de San Pedro Palominas y del Ejido Morelos.

El represo de la Concentradora Vieja almacenó durante varios años material de desecho de la planta concentradora (jales) y recirculó soluciones acidas de lixiviación. Se terminó la recepción de material en 1982 y actualmente se conoce como Represo Sur (Carrillo Moreno, 1986).

El tipo de deposito histórico de la Concentradora Vieja con un relativamente todavía alto contenido de minerales sulfurosos, favorece la formación de drenaje ácido, reflejado en el arroyo Cananea Vieja con un pH de 2.64 y altos concentraciones de sulfatos (6625.35 mg/L) y metales pesados como hierro, cobre, zinc, cadmio, cromo etc. La conductividad eléctrica se determinó con 6850 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Además, se observó sedimentos de color amarillo por la oxidación del hierro en el cauce del arroyo Cananea Vieja.

Altos concentraciones de cloruros, nitratos y fósforos en el arroyo Cananea Vieja son productos de desechos humanos y detergentes causados por las aguas residuales de origen doméstico de la Ciudad de Cananea.

Estos niveles de concentraciones bajan notablemente en el transcurso del Río San Pedro hasta el punto final a Los Corrales al Norte de la subcuenca hidrológica Nogales con la frontera con Estados Unidos. Aunque en el sitio de Ejido Morelos se observaron valores relativamente altos de cobre, hierro, manganeso, níquel y plomo, en comparación del sitio de Concentradora Vieja. En el sitio de San Pedro Palominas, se reportaron altos concentraciones de sulfatos, nitrógeno y fosforó totales, mientras que al Norte, en los Corrales, se reportaron altos valores de nutrientes, fosforo, hierro y manganeso. Principalmente se clasifica el agua superficial del arroyo de Río San Pedro como bicarbonatada.

En el ejido Morelos se detectó una turbidez alta en el agua por aporte considerable de material orgánico e inorgánico proveniente del suelo destinado a la agricultura. El estudio concluye que el agua superficial del Río San Pedro no cumple con los requerimientos en los Criterios y Normas de Calidad de Agua vigentes (NOM-127-SSA1-1994) en México. En un cuerpo de agua (en la subcuenca Nogales) muestra un pH de 4 a 5 y está afectado por las soluciones acidas de lixiviación de la Concentradora Vieja.

En el Río Sonora se han identificado valores de pH mayores de 7.9, con picos de 8.03 hasta 8.2. Además, presenta un comportamiento donde la alcalinidad alcanza valores mayores a 200 mg/L (hasta los 209 mg/L). Es probable que las precipitaciones al paso de la Sierra Madre reaccionen con materiales que influyen fuertemente en el comportamiento del potencial de hidrógeno.

Una de las preocupaciones serias en la operación minera del cobre, es la posible disolución de arsénico (As), asociado de manera natural a la mineralización de sulfuros metálicos, considerando además que las concentraciones de fondo en el suelo son relativamente elevadas (9.4 a 178 mg/Kg). A pesar de esto, la concentración de As disuelto no alcanza el límite máximo permisible de 0.05 mg/L.

Es importante mencionar que en el trayecto del Río Sonora, hacia la ciudad de Hermosillo, recibe las aguas y los arrastres de las precipitaciones que lavan las superficies producto de la actividad agrícola y pecuaria, además de diferentes asentamientos, por lo que se pueden tener otras posibles fuentes de aporte de este elemento, sobre todo por otro tipo de productos químicos.

Los coliformes son bacterias que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y de los alimentos, pues son dañinos para los seres vivos. Se introducen en gran número al medio ambiente por las heces de humanos y animales. Por tal motivo suele deducirse que la mayoría de los coliformes que se encuentran en el ambiente son de origen fecal. Sin embargo, existen coliformes de vida libre. Los aportes de descargas de aguas residuales y presencia de coliformes en algunas muestras presentan valores superiores a 1600 NMP/100 mL y en otras con cerca de 200 NMP/100 mL. Lo que indica que la cuenca baja del Río Sonora recibe aportes importantes de

aguas negras crudas de origen humano, así como aportes de aguas de origen agropecuarios, ya que en su trayecto no se identifican asentamientos industriales de importancia, con excepción de la empresa minera Buenavista del Cobre.

El agua recuperada en la presa de jales no se infiltra aguas abajo, por lo que no se va a la cuenca del Río Sonora. Esta agua de la presa de jales se reutiliza en los diferentes procesos de la empresa minera, recibiendo un tratamiento primario (cloro), y posteriormente se canaliza de nuevo hacia el proceso. En la presa de jales ubicada al Este del SA y receptor de los escurrimientos del SA y del sitio del Proyecto, se tiene un pH que se encuentra en un rango de 6 a 7 (**Figura 4.23**).



Figura 4.23. Valores de pH de 6 a 7 unidades, medido en el agua de la presa de jales, al Este del SA.

- **Condiciones hidrológicas superficiales en el Sitio del Proyecto**

En el sitio de proyecto no existen arroyos. Todos los escurrimientos confluyen al Este del SA, conformado por el arroyo La Matanza (**Figura 4.24**), el cual descarga su caudal en la presa de jales, al Este del SA. Evidencia de eventos fuertes o torrenciales se muestran cerca

del SP con surcos o cárcavas en el suelo o en las laderas. En la parte Sur del sitio del Proyecto, se observan los flujos de jales que van de la Concentradora de Cobre 1 a la presa de jales.



Figura 4.24. El arroyo la Matanza al Este del sitio del Proyecto, con rumbo a la presa de jales donde se descarga su contenido.

En el Informe de Drenaje elaborado por *M3 Engineering & Technology Corp.* (**Anexo 7.2**), se presenta el diseño de manejo de aguas pluviales para mantener las condiciones de drenaje a lo largo de las áreas del Proyecto, y aporta información relativa a la superficie de escurrimiento que impacta al sitio del proyecto e identifica soluciones para un manejo efectivo del agua de lluvia de las cuencas ubicadas en el sitio del proyecto. En este Anexo, se presenta en formato digital el informe completo con las figuras y planos asociadas al texto.

El manejo de las aguas pluviales en el sitio del Proyecto, se considera desafiante por la existencia de infraestructura, ya sea abandonada o existente, y los patrones de drenaje presentes con su camino para drenar a la pileta norte. Se requerirá desviar los patrones existentes de drenaje antes de que comience la construcción principal para evitar cualquier problema potencial de inundación durante la construcción. El diseño propuesto para el sitio del Proyecto, consistió en redireccionar el flujo de cada cuenca fuera del área del Proyecto a través de alcantarillas y canales. Es de suma importancia que todo el manejo de las aguas pluviales

se lleve a cabo de forma efectiva y benéfica para que no interfiera con la operación del Proyecto. El mejor drenaje propuesto por medio de canales y alcantarillas recomendados será para eventos de lluvia torrencial con período de retorno de 100 años.

Con el software HydroCAD® se determinaron los volúmenes de escurrimientos de las diferentes cuencas hidrológicas que se definieron en el sitio del Proyecto. A partir de la precipitación de tormenta usando el Hidrograma Unitario Adimensional, tiempos de concentración y números de la curva de escurrimiento SCS, se desarrollaron los hidrogramas de escurrimiento superficial para finalmente obtener el análisis hidrológico de las cuencas en las condiciones actuales. Con el software es posible desarrollar, dirigir, añadir, almacenar, desviar o dividir los hidrogramas que se establecen para llevar el agua de las inundaciones desde la cabecera hasta la salida de la cuenca. El flujo superficial actual se origina en el Oeste y Sur, y fluye al Este/Noreste.

En el **Cuadro 4.11** se resume cada una de las cuencas actuales en las áreas alrededor del sitio de proyecto. Los flujos máximos se obtuvieron del modelo HydroCAD® e indican flujos máximos para eventos de lluvia torrencial con período de retorno de 100-años por 24 horas.

Cuadro 4.11. Cuencas actuales en las áreas alrededor del sitio del Proyecto.

Flujo máximo para cuencas actuales					
WS	Área (ha)	Q100 (m³/s)	WS	Área (ha)	Q100 (m³/s)
1	17.10	3.60	11	6.57	1.30
2	4.43	1.47	12	2.63	0.61
3	5.78	1.41	13	0.46	0.11
4	0.45	0.11	14	1.50	0.36
5	2.42	0.76	15	1.78	0.52
6	2.46	0.60	16	3.57	1.06
7	12.47	3.17	17	16.56	2.67
8	6.54	1.28	18	17.89	3.62
9	4.92	1.33	19	6.79	1.28
10	11.34	1.97	20	1.88	0.57

El diseño de drenaje propuesto está centrado en el manejo de aguas pluviales que impacta a toda el área del sitio del Proyecto. El Proyecto no está sujeto a ningún otro requisito

para reducir las descargas máximas actuales, por lo tanto, el uso de cuencas de captación de aguas pluviales solo se utilizará si lo requiere el Proyecto como medida de mitigación al factor agua (escurrimientos superficiales).

Los flujos máximos mostrados en el **Cuadro 4.12**, representa la información de las cuencas desarrolladas impactando al sitio del Proyecto, obtenidas del modelo HydroCAD®. Los datos indican los flujos máximos en 24 horas para eventos de lluvia torrencial con períodos de retorno de 100 años. Estos valores fueron usados para determinar el diseño de las estructuras de drenaje.

Cuadro 4.12. Cuencas desarrolladas impactando al sitio del Proyecto, obtenidos del modelo HydroCAD®

Flujo máximo para cuencas desarrolladas					
WS	Área (ha)	Q100 (m³/s)	WS	Área (ha)	Q100 (m³/s)
A	1.77	0.42	N	1.21	0.50
B	5.35	1.29	O	2.53	0.87
C	10.80	1.94	P	1.17	0.52
D	1.64	0.44	Q	0.51	0.23
E	1.32	0.50	R	0.62	0.25
F	0.89	0.28	S	0.71	0.25
G	2.82	0.72	T	0.77	0.35
H	0.60	0.15	U	3.24	0.67
J	2.77	0.77	V	0.43	0.19
K	1.15	0.37	W	1.15	0.24
L	0.77	0.25	X	0.40	0.08
M	3.16	0.74	Y	0.16	0.05

El diseño propuesto para el Proyecto requerirá un sistema de canales y alcantarillas para desviar el agua pluvial alrededor de las estructuras y mandarlas a la pileta existente que está en el extremo de aguas abajo del sitio del Proyecto.

Un canal propuesto será usado para captar el escurrimiento de la cuenca WS E y mitad de la cuenca WS N, y desviarla alrededor del almacén de mineral grueso propuesto. Este canal continuará y también captará el escurrimiento de la cuenca WS D. Una serie de canales y

alcantarillas transportaran este escurrimiento y también el proveniente de las cuencas WS O y WS R hacia la pileta existente por medios de un canal.

El escurrimiento de las cuencas WS G, WS J y la otra mitad de la cuenca WS N convergerán a través de una alcantarilla hacia una caja colectora ubicada en la cuenca WS P. La caja colectora también captará el escurrimiento de la cuenca WS P y se conectará al sistema de drenaje pluvial. Este sistema de drenaje pluvial también colectará el escurrimiento de las cuencas WS L, WS K, WS Q y WS S y finalmente descargará dentro de la pileta existente por el sistema de drenaje pluvial.

La cuenca WS H descargará al Sur, fuera del sitio del Proyecto. Las cuencas WS M y WS X descargarán fuera del sitio del Proyecto, por debajo de las vías del tren existentes, a través de las alcantarillas existentes y no estarán impactando a las mejoras de drenaje propuestas. La cuenca WS T y WS U descargará directamente en la pileta existente. Las cuencas WS A y WS W actualmente se estancan detrás de las vías del tren existentes y permanecerán sin cambios.

En los **Cuadros 4.13 y 4.14**, se resumen las alcantarillas y canales propuestos y sus cuencas correspondientes. El diseño detallado de estas estructuras será completado como parte del paquete de la ingeniería básica. A través del uso de varias alcantarillas y canales, las aguas pluviales que impactan al sitio del Proyecto, se transportan eficientemente alrededor o a través del sitio del Proyecto, y continua aguas abajo con dirección al represo existente.

Cuadro 4.13. Resumen de alcantarillas que serán construidos en el sitio del Proyecto, como parte del control de drenajes.

ID de Alcantarilla	Ubicación	Cuencas Contribuyentes	Q100 (m ³ /s)
1	WS D	WS D, WS E, $\frac{1}{2}$ WS N	1.19
2	WS O	WS D, WS E, $\frac{1}{2}$ WS N, WS O	2.06
3	WS R	WS D, WS E, $\frac{1}{2}$ WS N, WS O, WS R	2.31
4	WS C	WS B, WS C	3.20
5	WS J	WS G, WS J, $\frac{1}{2}$ WS N	1.73
6	WS P	WS G, WS J, $\frac{1}{2}$ WS N, WS P	2.25
7	WS Q	WS G, WS J, $\frac{1}{2}$ WS N, WS P, WS Q	2.48
8	WS S	WS G, WS J, WS K, WS L, $\frac{1}{2}$ WS N, WS P, WS Q, WS S	3.48
9	WS F	WS F	0.28

Cuadro 4.14. Resumen de canales que serán construidos en el sitio del Proyecto, como parte del control de drenajes.

ID de canales	Ubicación	Cuencas Contribuyentes	Q100 (m³/s)
1	WS E	WS E, 1/2 WS N	0.75
2	WS D	WS D, WS E, 1/2 WS N	1.19
3	WS O	WS D, WS E, 1/2 WS N, WS O	2.06
4	WS R	WS D, WS E, 1/2 WS N, WS C, WS R	2.31
5	WS B	WS B	1.29
6	WS U	WS B, WS C, WS D, WS E, 1/2 WS N, WS O, WS R	5.51

IV.2.4.2. Geohidrología e Hidrología Subterránea

El SA se ubica en el límite de dos acuíferos; la mayor parte del SA en el Sur abarca partes del acuífero administrativo 2627 Río Bacoachi y en una pequeña parte en el Norte se localiza el acuífero administrativo 2616 Río San Pedro. Mientras el acuífero 2616 Río San Pedro se encuentra en la RH 8 Sonora Norte, el acuífero se localiza en la RH 9 Sonora Sur. El sitio de Proyecto se ubica en la parte del acuífero 2627 Río Bacoachi (**Figura 4.25**).

Los dos acuíferos presentan condiciones heterogéneas y anisotrópicas, de tipo libre, constituidos principalmente en las partes superiores por material clástico no consolidado y poco consolidado (depósitos aluviales y conglomerados) del Cenozoico, muy permeables; mientras que, en las partes inferiores, por rocas sedimentarias continentales (permeable) y marinas del Mesozoico (menos permeable), así como rocas volcánicas fracturadas del Cretácico y Terciario.

El último material por su diferente grado de fracturamiento puede ser permeable o impermeable, por lo que constituyen fronteras laterales e inferiores al flujo y almacenamiento del agua en el subsuelo. El acuífero Río Bacoachi presenta además localmente condiciones de semiconfinados por la presencia de lentes de sedimentos arcillosos. Los espesores de los materiales que conforman los acuíferos son marcados con 350 m para el acuífero Río San Pedro y 130 m para el acuífero Río Bacoachi (CONAGUA, 2002, 2010).

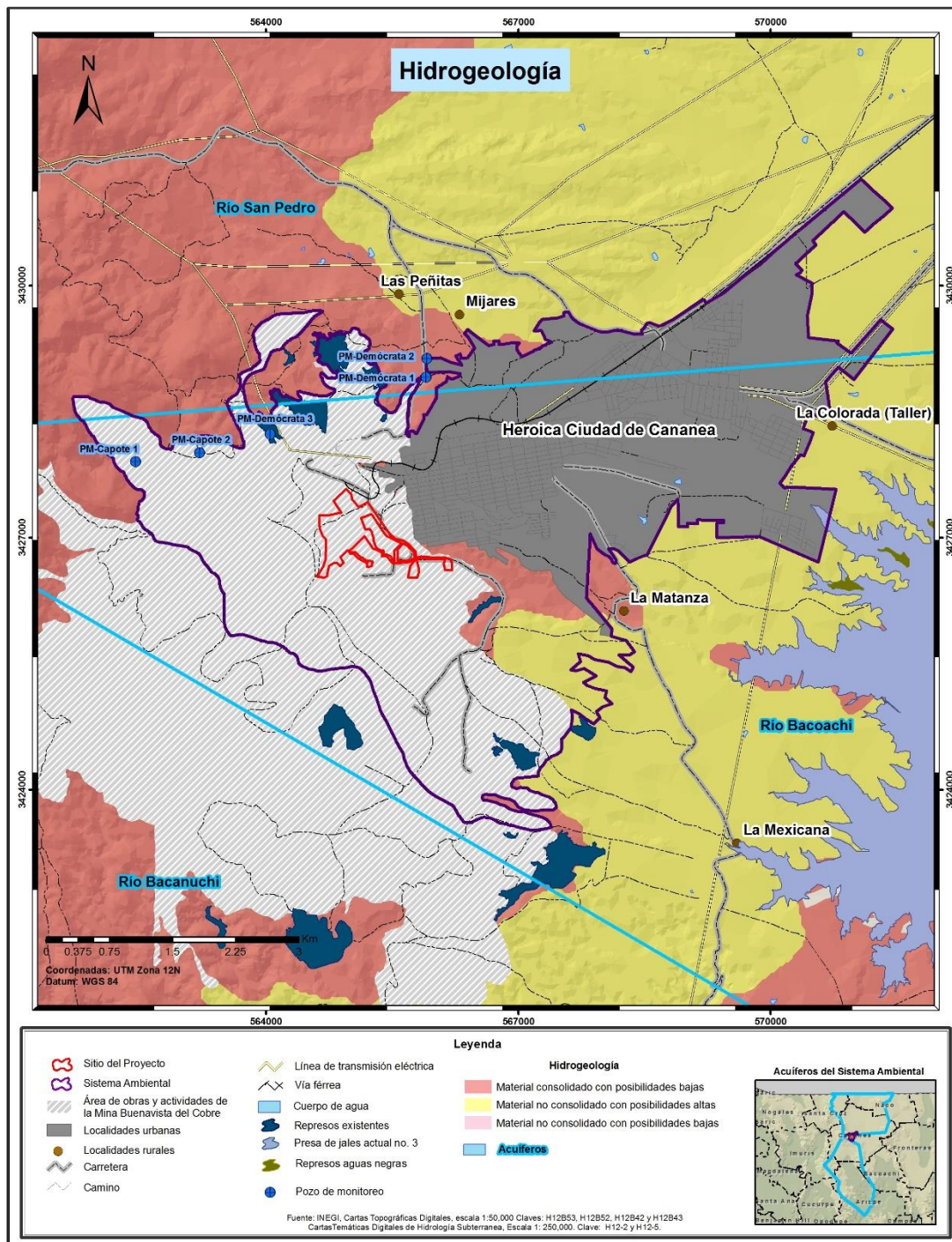


Figura 4.25. Ubicación de los acuíferos y pozos de monitoreo en el Sistema Ambiental y sitio del Proyecto.

El acuífero Río Bacoachi presenta una litología y evolución geológica muy parecidas con los acuíferos vecinos (Río Frontera, Cumpas y Cocóspera), por lo cual los datos de transmisividad y conductividad hidráulica son semejantes con estos acuíferos. Inicialmente se estimó en este acuífero una transmisividad que varía entre 10 a $50 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$. Estudios con los acuíferos vecinos presentan valores entre 0.2 a $5.1 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ para el medio granular y 6.6 a $11.6 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ para el medio fracturado, con una conductividad hidráulica que varía entre 2.3×10^{-7} a $7.1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ (CONAGUA, 2002, 2010). En el acuífero Río San Pedro se presentaron valores para la transmisividad de 2.5×10^{-4} y $5.6 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ para el medio granular y de 6.6×10^{-3} y $1.1 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ para el medio fracturado, con una conductividad hidráulica de 1.3×10^{-6} a $5.9 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ (CONAGUA, 2002). Mientras para el acuífero Río San Pedro se reportaron un coeficiente de almacenamiento de 0.029 , sin poder ser estimado esto para el acuífero Río Bacoachi por falta de los pozos de observación (CONAGUA, 2002).

En la **Figura 4.25** se presenta la posibilidad de conformar acuíferos en función de la permeabilidad del sustrato rocoso del SA. Se observa que el SA y el sitio del Proyecto están constituidos por material consolidado con posibilidades bajas. El acuífero Río San Pedro recibe su recarga por la lluvia dentro de los límites de la cuenca con mayor intensidad en las zonas más permeables, granulares y fracturadas, que transmiten el agua hacia el almacenamiento principal. La descarga del acuífero se encuentra al Norte del límite internacional con el territorio de los Estados Unidos de América, como salida por flujo subterráneo.

La profundidad de los niveles del acuífero Río San Pedro por lo general varía entre 10 y 90 m de profundidad, aunque predominan las profundidades comprendidas entre 30 y 40 m . En la salida del valle y en las márgenes del Río San Pedro se localizan los niveles de agua subterránea más someros, mientras una mayor profundidad se registra en la zona de los ejidos Emiliano Zapata e Ignacio Zaragoza, al Norte del SA, en lo que corresponde ser la parte alta de la Cuenca. Las configuraciones piezométricas en las obras hídricas permiten establecer, que el flujo en general es convergente hacia el Río San Pedro (CONAGUA, 2002)

En el acuífero Río Bacoachi, los niveles estáticos varían entre 1.5 y 26 m , presentado los niveles más profundos en las sierras que delimitan al acuífero, disminuyendo hacia el centro del valle donde fluye el Río Bacoachi (CONAGUA, 2010).

Los niveles del agua en la zona de explotación de la empresa minera han fluctuado como consecuencia de la variación del bombeo; los registros revelan que hasta 1986 los niveles habían permanecido con poca variación. Sin embargo, a partir de ese año, como resultado de la incorporación de nuevos pozos, se tienen descensos importantes del nivel estático hasta 1992. A partir de este año, con los paros subsecuentes de la empresa, los niveles tendieron a recuperarse (Buenavista del Cobre, 2011).

Con respecto a la evolución de los niveles estáticos para estos dos acuíferos, se observaron diferentes períodos de abatimiento en el acuífero de Río San Pedro, sobresaliendo el período entre 1984 y 1989, cuando se notó en especial en la cercanía de mina, un abatimiento fuerte que alcanzó descensos hasta 4 m anuales. En los siguientes años se manifestaron evoluciones menores en el abatimiento. En el resto del área del acuífero, las variaciones en el abatimiento no son significativas. Para el acuífero Bacoachi no se cuenta con información piezométrica. Mediciones realizadas en el período 2004-2005 manifestaron variaciones puntuales de poca importancia y alteraciones no significativas (CONAGUA, 2010).

- **Condiciones geohidrológicas subterráneas en el Sitio del Proyecto**

Durante el estudio "Evaluación de Sitios para Confinamiento Final de Residuos" (Buenavista del Cobre, 2015b) en el área de antigua Fundición, se investigó el comportamiento hidráulico del agua subterránea en esta área del complejo minero metalúrgico. Con la información de 34 sitios (Pozos de monitoreo, barrenos y puntos de piezométricos) distribuidos ampliamente en el área de estudio, se obtuvo información sobre la profundidad de los niveles freáticos de agua subterránea, así como la dirección de flujo (**Figura 4.26**).

Los niveles de agua subterránea se encuentran a una profundidad que varía de 2.5 a 133.1 m, aunque hay que mencionar que los niveles de baja profundidad no son freáticos. Los niveles medidos superiores se deben a la carga hidráulica del agua que dejan subir hasta alcanzar los niveles medidos. El agua subterránea está bajo presión por las condiciones geológicas del subsuelo con la presencia de una roca volcánica relativamente sana con una baja a muy baja permeabilidad que actúa como un acuífero semiconfinado.

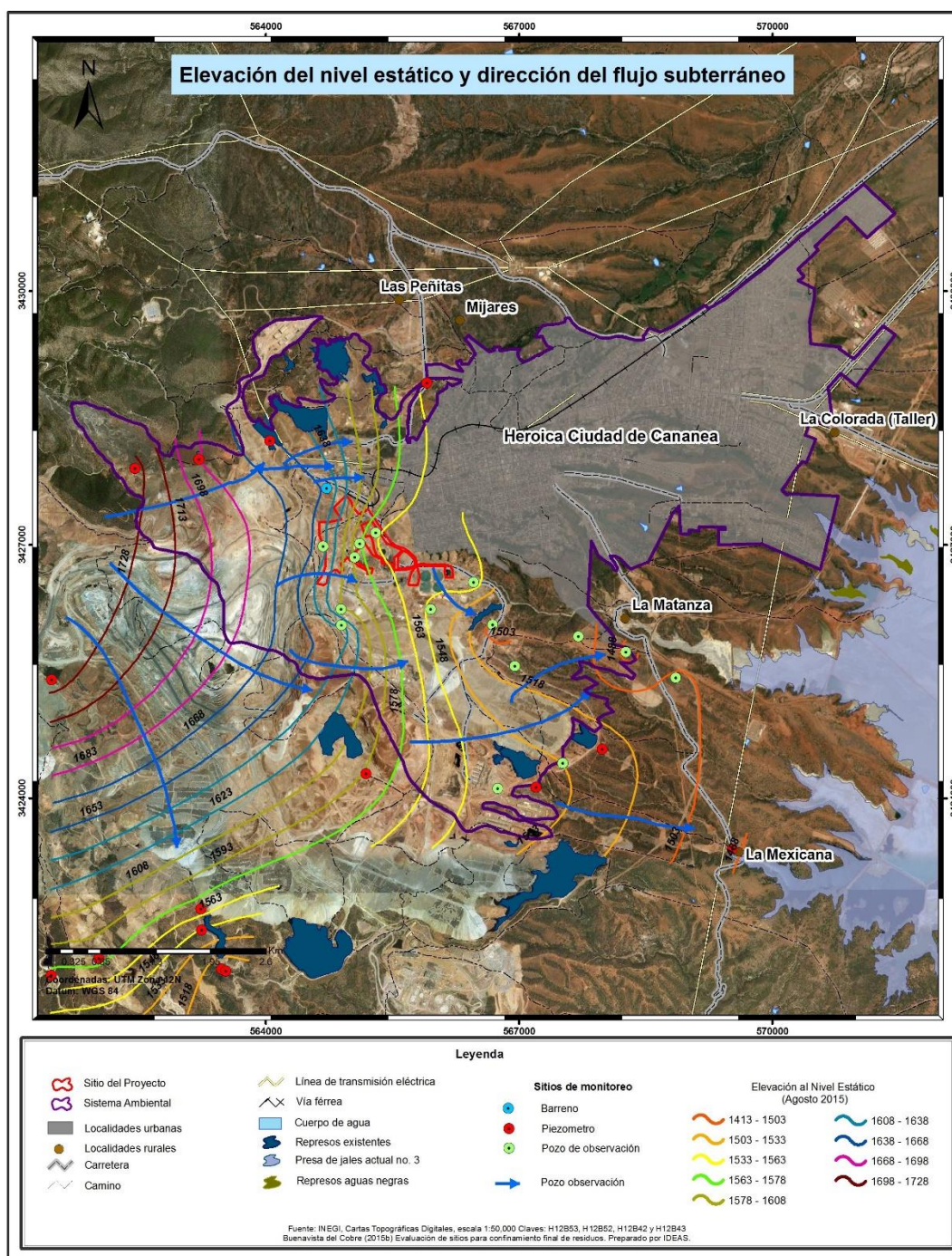


Figura 4.26. Ubicación de pozos de observación, piezométricos y barrenos; distribución de los niveles piezométricos en el SA y sitio del Proyecto, así como la dirección de flujo subterráneo.

El agua subterránea esta baja presión y cuando se perfora y se atraviesa las capas geológicas de baja permeabilidad, el nivel de agua sube hasta alcanzar el equilibrio con la presión atmosférica. Se estima donde el nivel de agua se atravesó a los 50 m de profundidad, se levantó por su carga hidráulica hasta la profundidad observada.

En la **Figura 4.26** aparece la distribución de los niveles piezométricos en el SA y sitio de Proyecto, en el cual se registraron profundidades de los niveles de agua a 46.98 m hasta 133.1 m. En las zonas colindantes, al Norte del sitio del Proyecto, se encuentra el nivel de agua entre 2 y 6 m de profundidad. Áreas al Sur y Sureste del sitio del Proyecto, presentan una profundidad al nivel potenciométrico entre 60 y 92 m. Al Suroeste de la mina, cerca de los represas Cacahuat y Quebalix, la profundidad de los niveles potenciométricos se encuentra en un rango de 4 a 28 m.

Por la información litológica e hidráulica de los pozos de observación, piezómetros y barrenos, la hidrogeología del área de estudio en el subsuelo se diferenciaron 2 unidades hidrogeológicas en el área que abarca el complejo minero metalúrgico.:

(a) Unidad hidrogeológica constituida por un acuitardo en medio granular, de 0,0 a 50 metros de profundidad, no existe saturación de agua subterránea, el medio varía de ausente a subsaturado, por lo que no se registra presencia de nivel freático al menos hasta 52 m de profundidad. Los materiales de esta unidad mostraron muy baja a baja permeabilidad, con promedio de 6.71×10^{-7} m/s. En un cálculo para determinar el factor de tránsito de infiltración para esta unidad se obtuvo un valor de 1.049×10^{-8} s⁻¹.

(b) Unidad hidrogeológica formada por un acuífero en roca fisurada principalmente de pórfido andesítico. Se encuentra por debajo de un promedio de 50 m de profundidad, bajo el acuitardo. Su comportamiento hidráulico varía de libre a semiconfinado. Este comportamiento se da según su porosidad secundaria y eventualmente mixta, que puede formarse con los espesores de roca triturada y roca fisurada. Tiene valores de conductividad hidráulica promedio (K) de 4.27×10^{-5} m/s, y transmisividad T, de 8.05×10^{-3} m²/s, que muestran un comportamiento muy similar al de un medio granular, esto obtenido con el grado de fracturación de la roca. Tomando como base que este acuífero se encuentra semiconfinado o

confinado por debajo de un acuitardo a 50 m de profundidad, su vulnerabilidad de acuerdo con los criterios de evaluación metodológica, es baja.

Con los datos de elevación de niveles piezométricos de agua, se construyó el mapa de las direcciones de flujo de agua subterránea. Se observa que las elevaciones de niveles más altas se encuentran en la zona Oeste del complejo (**Figura 4.26**), y disminuye hacia el Este-Sureste. Las elevaciones del nivel piezométrico varían desde 1382.5 a 1735.8 m s.n.m., mostrando el reflejo de controles estructurales que inducen la dirección del flujo con rumbo al tajo. La configuración de elevación del nivel a escala local (sitio de Proyecto), varía de 1653 a 1578 m s.n.m., con la dirección principal de flujo subterráneo de Oeste hacia Sureste.

A escala regional, se identifica varias direcciones del flujo subterráneo: (a) direcciones predominantes Oeste a Este, (b) dirección del Norte que desciende hacia el sureste, (c) al sureste convergen las dos anteriores y definen una tercera dirección, que es la salida del flujo hacia el sur.

- **Censo de aprovechamientos de agua subterránea**

El aprovechamiento del agua subterránea en las cuencas Norte y Sur en las instalaciones del complejo minero metalúrgico, se inició de manera significativa en la década de los años cuarenta del siglo pasado. Los primeros aprovechamientos fueron ubicados en las proximidades de las corrientes superficiales y zona de manantiales. A partir de entonces la explotación se ha incrementado, pasando de 5 Mm³ en 1944 a 32.6 Mm³ en la actualidad. Siendo desde entonces la actividad minera el principal usuario del recurso hídrico subterráneo en el área (Buenavista del Cobre, 2011).

En el censo de aprovechamientos del agua subterránea en Cananea y en los acuíferos administrativos Río San Pedro y Río Bacoachi, se registraron un total de 200 obras hidráulicas (pozos y norias), de las cuales 154 están activas, el mayor número de estas obras están destinadas al uso ganadero, seguido del industrial. Los volúmenes de extracción han sido muy variables y han sido influenciados mayormente por la actividad minera, que hasta 1992 había sido el principal y quizá el único usuario de importancia. Las obras de la empresa minera desde su inicio se diseñaron además para el suministro de agua hacia la población de Cananea, la

cual se ha servido de las obras de la empresa minera, siendo el aprovechamiento para consumo humano el tercer uso de importancia (Buenavista del Cobre, 2011). Sin embargo, el suministro de agua potable a la población que hacía la empresa minera, cambió a partir de enero de 1999. A partir de esa fecha, se entregaron las instalaciones y el equipo al sistema estatal de agua potable del estado de Sonora. Sólo la batería de pozos de la zona Ojo de Agua, destinada al servicio de agua potable, sigue siendo operada por la empresa minera (Buenavista del Cobre, 2011).

En un reporte de la empresa Promovente en 2011, se menciona un consumo de agua en el cual 28 % del total proviene de agua de pozos, mientras que el 72 % restante corresponde al uso de agua de recuperación del proceso (donde el 56 % del total, proviene de los asentadores de colas y el 16 % restante, del agua recuperada de la presa de Jales). En el **Cuadro 4.15** se presenta datos obtenidos con base en información de consumos promedio de los años 2001 a 2006.

Cuadro 4.15. Consumos promedio de agua en el periodo 2001 a 2006 por la empresa Promovente.

Agua natural	Agua industrial (recuperada)	
Pozos	Depósito de Jales	Asentadores de Colas
17'656,530 m ³	9'990,591 m ³	36'186,329 m ³

Fuente: Buenavista del Cobre (2011)

- **Análisis de calidad de agua**

La calidad del agua extraída del acuífero Río San Pedro es buena, apta para cualquier uso por su bajo contenido iónico. Se considera que el agua es de reciente infiltración, con poca circulación por el material granular y/o volcánico. Mientras se incrementa la permanencia del agua en el subsuelo, aumenta la concentración de Sólidos Totales Disueltos (STD) en el agua del acuífero del Sur hacia el Norte, lo cual es congruente con el hecho que la zona de recarga se ubica en los altos de las sierras, al Sur del acuífero. En general, son concentraciones totales menores de 500 mg/L (CONAGUA, 2002).

Altos niveles de nitratos en la zona de San Pedro Palominas y San Rafael se asocian con descargas agropecuarias. La zona del Barrilito presenta una contaminación incipiente por

la descarga de aguas residuales sin tratamiento, derivadas del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cananea.

En algunas partes del acuífero Río San Pedro, se registraron altos valores de STD, lo cual se relaciona con un sistema subterráneo diferente (Ojo de Agua 590 mg/L de STD), o por contaminaciones locales, como es el caso al Oriente y en la zona del Barrilito, con una concentración de STD de 1,100 mg/L (CONAGUA, 2002).

En el acuífero Río Bacoachi se observaron valores de STD entre 470 y 700 mg/L y de conductividad eléctrica entre 404 y 1,040 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La temperatura se registró entre 21.5 a 36.2°C, lo cual sugiere que los valores más altos posiblemente estén asociados a fuentes termales. Los valores de pH se encontraron entre 6.8 y 7.7, representando un agua ligeramente alcalina, que se relaciona con las rocas carbonatadas del subsuelo, aunque aún dentro del rango permitido por la Norma Oficial Mexicana para el agua del consumo humana. Se considera esta agua de buena calidad de reciente infiltración y circulando a través de rocas volcánicas. Según la clasificación de Piper, el agua pertenece a la familia de bicarbonatada sódica (CONAGUA, 2010).

La empresa Promoviente perforó varios pozos para caracterizar la calidad de agua subterráneo dentro y en el alrededor de las instalaciones de la mina. En la misma **Figura 4.26** se presenta la ubicación de los pozos de observación en el SA y sitio del Proyecto, donde se tomaron las muestras de agua subterránea, las cuales fueron analizadas por la NOM-001-SEMARNAT-1996.

En el **Cuadro 4.16** se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos en comparación con los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en ríos y embalses naturales y artificiales destinadas a uso público-urbano. Aunque estos análisis de las muestras de agua presentan una calidad suficiente para las descargas destinadas a los ríos y embalses para el fin de uso público-urbano, no es apto para consumo humano. Los valores superan por múltiples en algunos casos los límites permisibles para el uso humano según la NOM-127-SSA-1994.

Cuadro 4.16. Resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de agua subterránea tomadas en los pozos de monitoreo.

Parámetros analizados en la muestra	Unidad	Punto de muestreo								Límites máximos permisibles – promedio diario (NOM-001-Semarnat-1996)	Límites máximos permisibles – (NOM-127- SSA-1994)
		PM Demócrata 2	PM Demócrata 3	PM Demócrata 1	PM Capote 1	PM Capote 2	PE - 07	PE - 34	PE - 22		
Fecha de muestreo		10/07/2013	10/07/2013	23/02/2017	23/02/2017	23/02/2017	23/02/2017	23/02/2017	23/02/2017	-	
pH		5.92 a 20.5°C	2.75 a 18.7 °C	7.0 a 19 °c	6.5 a 18°C	5.3 a 21°C	3.4 a 16°C	6.6 a 21°C	6.9 a 17°C	5 - 10	6.5-8.5
Temperatura	°C	20.5	19.7	19	18	21	16	29	17	40	N.A.
Conductividad Eléctrica	µS/cm	3,610 a 25,0°C	31,500 a 25° C	2,550 a 25°C	2,750 a 25°C	3,140 a 25°C	2,910 a 25°C	2,310 a 25°C	1,257 a 25°C	N.A.	N.A.
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	4,640	110,000	2,930	2,780	3,750	3,230	2,430	1,200	N.A.	1000
Dureza Total (CaCO ₃)	mg/L	2,270	1,990	1,960	2,040	2,480	1,720	1,680	700	N.A.	500
Sulfatos (SO ₄)	mg/L	3,050	49,200	1,840	1,600	2,480	1,980	1,480	617	N.A.	400
Arsénico (As)	mg/L	< L.C.	2.73	< L.C.	0.058	0.019	<L.C.	0.028	0.01	0.2	0.025
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0518	3.084	0.1229	<L.C.	0.0339	0.0425	<L.C.	0.0113	0.2	0.005
Cromo (Cr)	mg/L	0.034	1.74	< L.C.	<L.C.	0.037	<L.C.	<L.C.	<L.C.	1.0	0.05
Cobre (Cu)	mg/L	0.326	2,070	9.2	0.413	2.44	1.58	<L.C.	1.04	6.0	2
Níquel (Ni)	mg/L	0.070	14.1	< L.C.	<L.C.	0.199	0.362	<L.C.	<L.C.	4.0	N.A.
Plomo (Pb)	mg/L	0.034	< L.C.	0.052	0.040	0.066	0.015	<L.C.	0.033	0.4	0.01
Zinc (Zn)	mg/L	17.7	477	1.62	1.88	13.9	4.08	2.33	1.19	20	5
Hierro (Fe)	mg/L	314	4,880	70.4	6.43	44.2	0.974	12.5	3.34	N.A.	0.3
Cianuro Total (CN)	mg/L	N.D.	N.D.	< L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	2.0	0.07
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	N.D.	N.D.	8	<L.C.	2	<L.C.	2	<L.C.	150	N.A.
Fósforo Total (P)	mg/L	N.D.	N.D.	0.52	<L.C.	<L.C.	<L.C.	1.2	<L.C.	30	N.A.

Cuadro 4.16. Resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de agua subterránea tomadas en los pozos de monitoreo.

Parámetros analizados en la muestra	Unidad	Punto de muestreo								Límites máximos permisibles – promedio diario (NOM-001-Semarnat-1996)	Límites máximos permisibles – (NOM-127- SSA-1994)
		PM Demócrata 2	PM Demócrata 3	PM Demócrata 1	PM Capote 1	PM Capote 2	PE - 07	PE - 34	PE - 22		
Grasas y Aceites	mg/L	N.D.	N.D.	C.M.C.	C.M.C.	C.M.C.	C.M.C.	C.M.C.	C.M.C.	25	N.A.
Materia Flotante	-	N.D.	N.D.	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	N.A.
Nitrógeno Total KJELDAHI (N)	mg/L	N.D.	N.D.	<C.M.C.	1	1	2	<C.M.C.	<C.M.C.	60	0.5
Sólidos Sedimentables	mL/L	N.D.	N.D.	4	<C.M.C.	<C.M.C.	<C.M.C.	<C.M.C.	<C.M.C.	2	N.A.
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	N.D.	N.D.	524	36.4	257	19.8	27.6	34.4	125	N.A.

N.D. = No Determinado; N.A. = No Aplica; L.C. = Límite de Cuantificación, PM = Pozo de Monitoreo, PE = pozo de observación, C.M.C. = Menor a Cantidad Mínima Cuantificable

En referente a estas NOM, se destaca el pozo de monitoreo Demócrata 3, en el cual se registraron valores significativamente más altos que en el resto de los pozos analizados. Aunque la ubicación de este pozo respecto al represo del mismo nombre, podría explicar una afectación del agua subterránea por la solución que esta retenida en el represo, un estudio realizado por IDEAS (2015) concluyó en el análisis de la calidad del agua en estos sitios, que en general resulta típica de zonas donde las concentraciones de los metales en las rocas son altas y los procesos atmosféricos desde más de 100 años causan contenidos elevados de los metales en el agua. Con los resultados de los análisis de agua en el SA se clasifica la familia de agua sulfata cálcica y sulfata magnésica.

- **Disponibilidad de agua subterránea**

La recarga total media anual que recibe un acuífero, corresponde a la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para el acuífero Río San Pedro se estima una recarga total media anual de 41 Mm³/año. La descarga natural se estimó sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales, el caudal base de los ríos alimentados por el acuífero y las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes. Se estimó un volumen de 17 Mm³/año. El volumen anual de extracción, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos al Registro Público de los Derechos del Agua (REPDa), es de 31.5 Mm³/año. Estas cifras presentan un balance negativo para la disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero Río San Pedro, indicando que no existen volúmenes adicionales para otorgar nuevas concesiones (DOF, 2015) (**Cuadro 4.17**).

El mismo cálculo se llevó a cabo para la estimación de la disponibilidad media anual en el acuífero Bacoachi. Con las cantidades de la recarga total media anual de 31.7 Mm³/año, de la descarga natural comprometida de 7.6 Mm³/año y del volumen concesionado de agua subterránea de 28.3 Mm³/año, resultó una falta de disponibilidad para este acuífero de 4.2 Mm³/año (DOF, 2015) (**Cuadro 4.17**). Cabe mencionar que, los cálculos de la disponibilidad para el acuífero Río Bacoachi, solamente consideraron el material granular donde existen aprovechamientos hídricos e información hidrogeológica. Como todavía no se cuenta con la

información necesaria para una evaluación en la parte inferior del acuífero, es posible que la disponibilidad sea aún mayor que la reportada (CONAGUA, 2002, CONAGUA, 2010).

Cuadro 4.17. Disponibilidad de agua subterránea en los acuíferos Río San Pedro y Río Bacoachi.

Acuífero	Disponibilidad media anual de agua subterránea (Mm ³ /año)	Recarga total media anual (Mm ³ /año)	Descarga natural comprometida (Mm ³ /año)	Volumen concesionado e inscrito en el repda (Mm ³ /año)
Río San Pedro	-7.5	41.0	17.0	31.5
Río Bacoachi	- 4.2	31.7	7.6	28.3

El área que ocupa el SA se encuentra vedada por los decretos de veda publicados en el Diario Oficial de la Federación de fecha 19 de septiembre de 1978 para el Meridiano 110 y de 2 de junio de 1967 para la Costa de Hermosillo.

Aun cuando paara el proceso involucrado en el Proyecto, se empleará únicamente agua de recuperación, para el uso y consumo humano es posible utilizar agua fresca, cuyo suministro provendrá de concesiones que cuenta la empresa Promovente, otorgadas por CONAGUA para extraer aproximadamente 51.23 Mm³/año de pozos, que están distribuidos al Norte de Cananea.

IV.3. Caracterización de los aspectos bióticos

IV.3.1. Vegetación

La vegetación forestal dentro del Sistema Ambiental está caracterizada por la vegetación típica de la Provincia "Sierra Madre Occidental". En el Sistema Ambiental se encuentra en mayor porcentaje sin vegetación aparente, y sólo un porcentaje menor de tipo de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino (4.04%) y de pastizal natural (0.54) (**Figura 4.27**). Esta vegetación se encuentra sobre conglomerado y arenisca-toba ácida, donde el tipo de suelo dominante en el SA es Phaeozem, así como en el sitio del Proyecto. Algunas de las especies más comunes son: *Quercus oblongifolia* (Bellota de cochi), *Quercus arizonica* (encino blanco), *Quercus emoryi* (encino bellotero), *Prosopis velutina* (mezquite), *Mimosa biuncifera* (Mesquitillo), *Baccharis linearis* (romerillo), así como herbáceas *Bouteloua gracilis* (navajita común), *Bouteloua curtipendula* (banderilla), *Cyperus esculentus* (coquillo), y *Asistida termnipes* (zacate araña).

La vegetación dentro del sitio del Proyecto es escasa. Las especies que se observaron como individuos aislados (o relictos), son las siguientes: *Quercus oblongifolia* (Bellota de cochi), *Quercus arizonica* (encino blanco), *Prosopis velutina* (mezquite), *Baccharis linearis* (romerillo), herbáceas como *Bouteloua gracilis* (navajita común), *Bouteloua curtipendula* (banderilla), y *Asistida termnipes* (zacate araña). En las orillas de los caminos, y cerca de las instalaciones se observaron jardineras con algunos individuos de *Agave palmeri* (lechuguilla), *Pinus cembroides* (pino piñonero), *Populus fremontii* (álamo) y *Platanus wrightii* (álamo).

- **Perfil de vegetación**

Rzedowski (1978) define vegetación como "conjunto de plantas que habitan en una región, analizado desde el punto de vista de las comunidades bióticas que forman". El perfil o corte vertical en una comunidad vegetal se refiere a la disposición vertical de la vegetación y permite distinguir y clasificar los diversos niveles de altura en los cuales se sitúan los tipos biológicos presentes en la comunidad (Hernández 2000). La vegetación está influenciada por la posición latitudinal y rangos de altitudes.

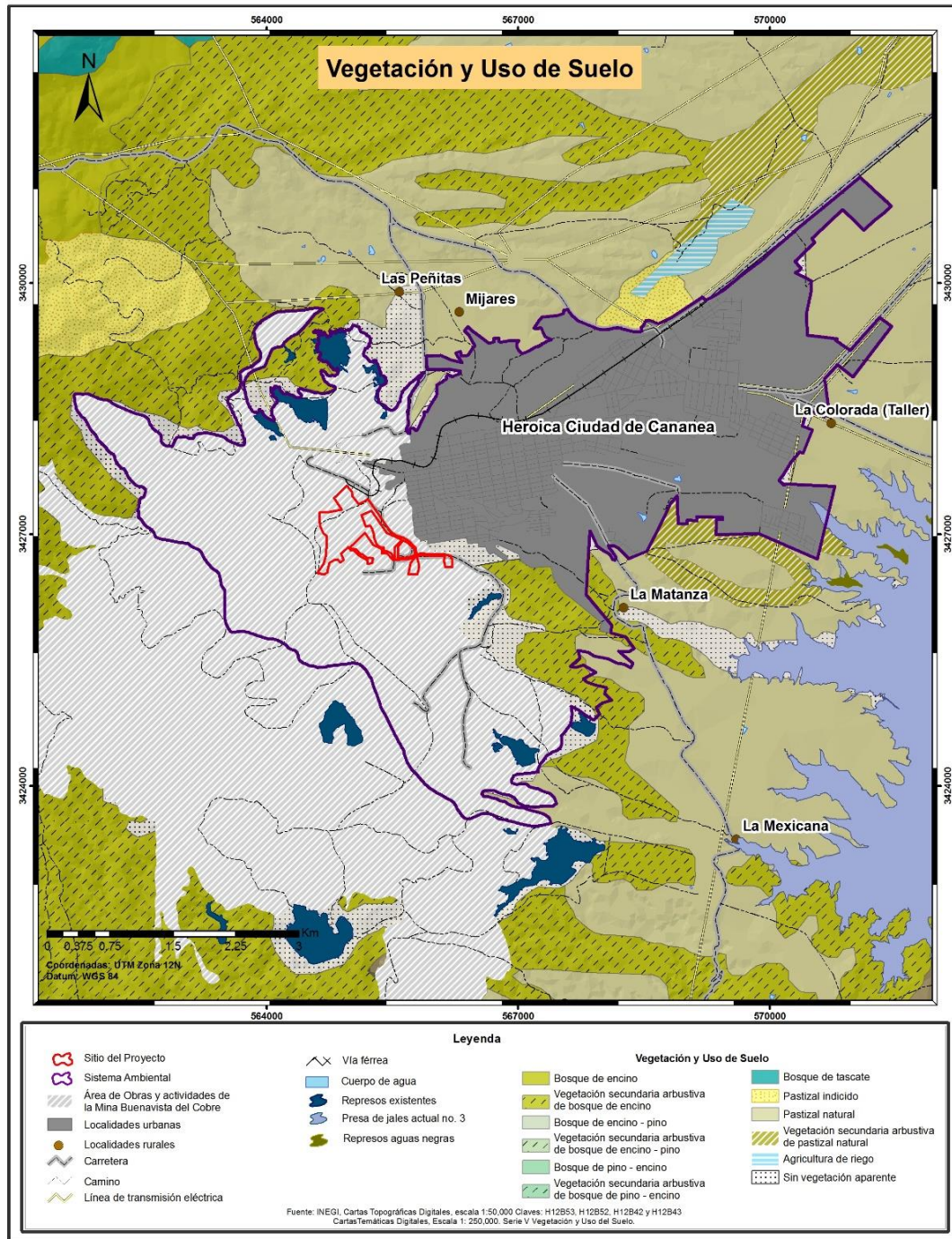


Figura 4.27. Tipo de Vegetación y Uso del Suelo dentro del Sistema Ambiental y del sitio del Proyecto.

La distribución de la diversidad de flora, así como las asociaciones vegetales que se presentan en la Sierra Madre Occidental están condicionadas principalmente al clima, latitud, altitud, pendiente, exposición y el tipo de suelo. Las variantes de las asociaciones vegetales naturales que se presentan son bosques muy húmedos y matorrales secos, así como sistemas destinados a actividades productivas, como ganadería, agricultura y forestería. Las asociaciones vegetales naturales y modificadas varían en cuanto a su estructura y composición florística según el gradiente altitudinal en el que se encuentren.

El sitio del Proyecto está ubicado en una zona donde ha sufrido diferentes impactos por la actividad minera histórica en el complejo, por lo que en su mayoría se trata de una superficie sin vegetación aparente y sólo existen relictos con una vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, en la que predominan los géneros *Quercus* y *Prosopis*.

- **Tipo de vegetación**

La distribución de la vegetación no es el resultado exclusivo del clima presente, ya que ningún factor actúa de manera aislada, se deben considerar además el tipo de suelo, la orografía y la misma influencia que el ser humano ha tenido sobre el medio (Rzedowski, 1978). Este mismo autor comentó que en las regiones de clima semiárido, las características de la topografía, del substrato geológico y del suelo, ejercen a menudo una mayor influencia sobre la distribución de la vegetación que la misma precipitación pluvial. Como ya se mencionó, en el sitio del Proyecto se encuentra en su mayoría sin vegetación aparente y una pequeña parte de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, el cual se describe a continuación:

Sin vegetación aparente: En estos sitios prácticamente la vegetación es nula, esto debido principalmente a las actividades humanas, provocando que la vegetación no se restablezca en estos sitios, el sitio del Proyecto tiene esta condición en casi la totalidad del área, mientras que dentro del SA ocupa un mayor porcentaje.

Bosque de encino: Los elementos dominantes son los árboles de encino (*Quercus*). En el área se encuentra desde lomeríos bajos a partir de los 1,300 m s.n.m., hasta las partes medias de las montañas. Colinda en la parte superior con bosques mixtos de pino y encino, y en las partes bajas con pastizal natural o matorrales desérticos.

En la porción inferior, el arbolado se encuentra espaciado a manera de sabana de encinos con abundantes gramíneas entre ellos, los árboles son de tronco corto y copa amplia, hasta unos 8 m de altura.

En la parte montañosa, el arbolado del encinar es más denso. Se observa en encinos y táscales tallos múltiples, resultado del rebrote después de incendios intensos. Este efecto es una adaptación de las especies nativas a los incendios forestales, lo que se puede observar en las laderas de la Sierra La Mariquita en la parte que desciende a Cananea, en donde ocurrió un incendio intenso en 1997, que afectó el arbolado. Este tipo de vegetación ha sido usado como agostadero, se han aprovechado los táscales para postes de cercos por su durabilidad, las ramas y encinos secos han servido como leña, las cortas se ven con más frecuencia en la proximidad de los caminos.

Vegetación secundaria arbustiva. Esta comunidad arbustiva se caracteriza por la dominancia del mezquite (*Prosopis velutina*), que se distribuye sobre amplias extensiones de Cananea, colindando con el pastizal natural hacia el Norte del sitio del Proyecto y se puede encontrar asociado con gatuño (*Mimosa biuncifera*) y el mezquitillo (*Mimosa dysocarpa*). En su mayor parte se ven mezquites jóvenes de tallos delgados y muy ramificados, debido al estímulo del ramoneo del ganado habiendo extendido su superficie a expensas del pastizal natural en las últimas décadas. Debido a la distribución de las semillas por el ganado, esta cobertura vegetal está invadiendo los pastizales naturales en grandes zonas alrededor de Cananea (Castellanos-Villegas *et al.*, 2010).

Pastizal natural: Se desarrolla de preferencia en suelos medianamente profundos de mesetas, fondos de valles y laderas poco inclinadas, casi siempre de naturaleza ígnea, en altitudes entre 1100 y 2500 m s.n.m., aunque en Sonora puede ser desde hasta los 450 m s.n.m. Comúnmente los suelos de los pastizales son fértiles y medianamente ricos en materia orgánica. Los pastizales en cuestión son generalmente de altura media, de 20 a 70 cm, aunque a causa del intenso pastoreo se mantienen casi siempre más abajo. La coloración amarillenta pálida es característica durante la mayor parte del año y la comunidad sólo reverdece en la época más húmeda. La cobertura varía notoriamente de un lugar a otro y mucho tiene que ver con la utilización del pastizal, frecuentemente es menor de 50 por ciento. Son frecuentemente

dominantes o condominantes en las asociaciones las especies del genero *Bouteloua* y la más común de todas es *Bouteloua gracilis*, que prevalece en amplias extensiones del pastizal, sobre todo en sitios en que el sobrepastoreo no ha perturbado demasiado las condiciones originales y preferentemente en suelos algo profundos En laderas pendientes, con suelo somero y pedregoso a menudo son más abundantes *Bouteloua curtipendula* y *Bouteloua hirsuta*.

El **Cuadro 4.18** presenta el listado de las especies que se registraron en campo y que según la bibliografía (Shreve y Wiggins, 1964; Rzedowski, 1978; Henrickson y Johnston, 1997; Lomolino *et al.*, 2005) se tiene en el SA, 44 especies diferentes pertenecientes a 16 Familias, de las que destacaron la Familia Poaceae y Fagaceae, por la cantidad de individuos presentes. Mientras que en el **Cuadro 4.19** se presenta el listado de especies registradas durante la visita al sitio del Proyecto, donde se encontraron en total 20 especies, pertenecientes a 9 familias.

Cuadro 4.18. Familia, nombre científico y nombre común de las especies vegetales que se registraron en el Sistema Ambiental (según Shreve y Wiggins, 1964; Rzedowski, 1978; Henrickson y Johnston, 1997; Lomolino *et al.*, 2005) y por puntos de muestreo.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma vital
Agavaceae	<i>Agave palmeri</i>	Lechuguilla	Arbustiva
Agavaceae	<i>Yucca arizonica</i>	Dátil	Arbustiva
Agavaceae	<i>Agave parryi</i> var. <i>huachucensis</i>	Maguey	Arbustiva
Agavaceae	<i>Yucca elata</i>	ND	Arbustiva
Anacardiaceae	<i>Rhus trilobata</i>	Saladito	Arbustiva
Asteraceae	<i>Cirsium arizonicum</i>	ND	Herbáceo
Asteraceae	<i>Erigeron</i> sp.	Hierba del sapo	Herbáceo
Asteraceae	<i>Baccharis linearis</i>	Romerillo	Arbustiva
Cactaceae	<i>Echinocereus rigidissimus</i>	Espinosillo	Arbustiva
Cactaceae	<i>Opuntia phaeacantha</i>	Nopal de monte	Arbustiva
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	Cualmecate	Herbáceo
Cupressaceae	<i>Juniperus monosperma</i>	Táscate	Árborea
Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i>	Táscate	Árborea
Ericaceae	<i>Arbutus arizonica</i>	Madroño	Árborea
Ericaceae	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Manzanita	Arbustiva
Fabaceae	<i>Calliandra eriophylla</i>	Cósahui del norte	Arbustiva

Cuadro 4.18. Familia, nombre científico y nombre común de las especies vegetales que se registraron en el Sistema Ambiental (según Shreve y Wiggins, 1964; Rzedowski, 1978; Henrickson y Johnston, 1997; Lomolino et al., 2005) y por puntos de muestreo.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma vital
Fabaceae	<i>Mimosa biuncifera</i>	Mesquitillo	Arbustiva
Fabaceae	<i>Prosopis velutina</i>	Mezquite	Arbórea
Fagaceae	<i>Quercus arizonica</i>	Encino blanco	Arbórea
Fagaceae	<i>Quercus emoryi</i>	Encino bellotero	Arbórea
Fagaceae	<i>Quercus hypoleucoides</i>	Encino blanco	Arbórea
Fagaceae	<i>Quercus oblongifolia</i>	Bellota de cochi	Arbórea
Garryaceae	<i>Garrya wrightii</i>	ND	Arbórea
Nolinaceae	<i>Dasyllirion wheeleri</i>	Serrucho	Arbustiva
Pinaceae	<i>Pinus discolor</i>	Pino piñonero	Arbórea
Pinaceae	<i>Pinus arizonica</i>	Pino de Arizona	Arbórea
Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	Arbórea
Poaceae	<i>Aristida shiediana</i>	Tres barbas vagabundo	Herbáceo
Poaceae	<i>Bothriochloa barbinodis</i>	Popotillo	Herbáceo
Poaceae	<i>Bouteloua eriopoda</i>	Navajita negra	Herbáceo
Poaceae	<i>Bouteloua gracilis</i>	Navajita común	Herbáceo
Poaceae	<i>Bouteloua scorpioides</i>	Navajita alacrán	Herbáceo
Poaceae	<i>Poa fendleriana</i>	Zacate azul borreguero	Herbáceo
Poaceae	<i>Sporobolus airoides</i>	Zacatón alcalino	Herbáceo
Poaceae	<i>Asistida termnipes</i>	Zacate araña	Herbáceo
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i>	Banderilla	Herbáceo
Poaceae	<i>Bouteloua hirsuta</i>	Navajita velluda	Herbáceo
Poaceae	<i>Digitaria californica</i>	Punta blanca	Herbáceo
Rhamnaceae	<i>Ceanothus fendleri</i>	Corona de indio	Arbustiva
Rhamnaceae	<i>Rhamnus betulifolia</i>	ND	Arbustiva
Salicaceae	<i>Populus fremontii</i>	Álamo	Arbórea
Salicaceae	<i>Salix exifolia</i>	Sauce negro	Arbórea
Salicaceae	<i>Salix gooddingii</i>	Sauces	Arbórea
Verbenaceae	<i>Verbena carolina</i>	Verbena	Herbáceo

Cuadro 4.19. Familia, nombre científico y nombre común de las especies vegetales encontradas en el sitio del Proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma vital
Agavaceae	<i>Agave palmeri</i>	Lechuguilla	Arbustiva
Anacardiaceae	<i>Rhus trilobata</i>	Saladito	Arbustiva
Asteraceae	<i>Cirsium arizonicum</i>	Florequilla amarilla	Herbáceo
Asteraceae	<i>Erigeron</i> sp.	Hierba del sapo	Herbáceo
Ericaceae	<i>Arbutus arizonica</i>	Madroño	Arbórea
Ericaceae	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Manzanita	Arbustiva
Fabaceae	<i>Mimosa biuncifera</i>	Mezquitillo	Arbustiva
Fabaceae	<i>Prosopis velutina</i>	Mezquite	Arbórea
Fagaceae	<i>Quercus arizonica</i>	Encino blanco	Arbórea
Fagaceae	<i>Quercus emoryi</i>	Encino bellotero	Arbórea
Fagaceae	<i>Quercus oblongifolia</i>	Bellota de cochi	Arbórea
Nolinaceae	<i>Dasyllirion wheeleri</i>	Serrucho	Arbustiva
Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	Arbórea
Poaceae	<i>Asistida ternipes</i>	Zacate araña	Herbáceo
Poaceae	<i>Andropogon cirratus</i>	Zacate tallo azul	Herbáceo
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i>	Banderilla	Herbáceo
Poaceae	<i>Bouteloua hirsuta</i>	Navajita velluda	Herbáceo
Poaceae	<i>Digitaria californica</i>	Punta blanca	Herbáceo
Salicaceae	<i>Populus fremontii</i>	Álamo	Arbórea
Salicaceae	<i>Salix gooddingii</i>	Sauz	Arbórea

- **Formas vitales**

La flora de México presenta una gran diversidad de tipos morfológicos de plantas, conocidos como formas biológicas o formas vitales. Estas formas biológicas (árboles, arbustos, trepadoras, etc.), pueden ser un indicador del acoplamiento de la planta al medio en que viven (Rzedowski, 1978). Las especies registradas bibliográficamente en el SA y Sitio del Proyecto, se dividen en tres principales formas vitales, en el **Cuadro 4.20** se reportan las formas de vida y el correspondiente número de especies.

Cuadro 4.20. Forma vital de las especies de flora encontradas en el sitio del Proyecto.

Forma Vital	Número de especies
Arbórea	13
Arbustiva	12
Herbácea	13

- **Características estructurales**

Se determinaron 5 puntos de observación (PO) para el SA, donde sólo en los puntos de observación PO1 y PO3 se registró vegetación, la cual se describe en la lista del **Cuadro 4.19**. En los puntos de observación PO2 y PO4, la vegetación es nula. Para el SP se determinaron 5 puntos de observación, en el punto de observación PO1 se registraron pequeños manchones dispersos de vegetación secundaria arbustiva de encino, en los demás puntos de observación, la vegetación fue nula. En el **Anexo 4.4** se explica la metodología para la caracterización de la vegetación. Debido a que el sitio del Proyecto presenta actualmente un evidente impacto producido por la actividad antrópica hacia los diferentes factores ambientales, las características estructurales de la vegetación es escasa, algunos individuos se encuentran dañados a consecuencia de los procesos ejecutados desde hace algunas décadas (**Figuras 4.28 y 4.29**).



Figura 4.28. Individuos aislados de *Prosopis velutina* (mezquite) dentro del sitio del Proyecto.



Figura 4.29. Pequeña ladera con individuos de *Quercus oblongifolia* (bellota de cochi) y *Prosopis velutina* (mezquite) dentro del sitio del Proyecto.

- **Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010**

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, tiene como objetivo identificar a las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo dentro de la República Mexicana, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones. En el Sistema Ambiental y en el sitio del Proyecto, no se encontraron individuos de las especies de flora silvestre listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- **Especies de interés biológico**

En el sitio del Proyecto, no se registraron especies de interés biológico, sin embargo, para el SA, se identificaron las siguientes especies, las cuales se mencionan y describe a continuación:

Sotol o Maguey (*Agave parryi*): Flor como alimento para aves e insectos melíferos, tallo y tronco como fuente de líquido en época de extrema sequía, percha para aves, sitio protegido para anidación de aves, roedores y pequeños reptiles, planta nodriza para especies vegetales

menores, planta colonizadora y puede ser precursora de islas de vegetación, raíz fibrosa que retiene suelo.

Dátil (*Yucca elata*): Fruto como alimento para aves y pequeños mamíferos, percha para aves, sitio protegido para anidación de aves, roedores y pequeños reptiles, planta nodriza para especies vegetales menores, puede ser precursora de islas de vegetación.

Los zacates pertenecientes a la Familia Poaceae, en general desempeñan la función de retener suelos, esta familia aparece como complejo de especies en las zonas de pastizal natural, formando un mosaico entre sus diferentes especies. Cada especie tiene estructuras radiculares diferentes, como lo son profundidad y formas fibrosas de la raíz, diferentes longitudes tanto verticales como horizontales, por tanto la parte aérea impide que la lluvia golpee el suelo directamente y la raíz retiene la humedad, esto obliga al agua viajar más lentamente en superficie, permitiendo una mayor percolación al subsuelo.

El táscate (*Juniperus deppeana*): desempeña un papel importante en los bosques de encino, después de las diferentes especies de encino, es una de las que presenta mayor valor de importancia, por densidad; es hogar de algunas especies de aves, y también sirve de percha, ya que es la tercera especie en altura, con 2.9 m promedio.

La Familia de las Fabaceae en general se le considera importante desde el punto de vista biológico por varias características entre ellas, la propiedad de fijar nitrógeno debido a la naturaleza de las leguminosas para entrar en simbiosis con las bacterias en el suelo, las vainas y semillas sirven de alimento a mamíferos, hogar para aves, sombreaderos para el ganado y raíces profundas capaces de extraer agua en sitios donde otras especies no pueden acceder. El inconveniente es que se le considera especie invasiva, principalmente del pastizal, y aunque no es propia de este tipo de vegetación, representa los más altos valores de importancia, como ejemplo el Cósahui del Norte (*Calliandra eriophylla*), tiene el valor más alto de importancia en el pastizal, y representa el 20% de la densidad de las especies.

La Familia Fagaceae es la que durante varios miles de años se ha adoptado al clima de la zona y está en equilibrio con ella. Las hojas son caducas. La semilla no presenta endospermo, en los cotiledones se acumulan gran cantidad de reservas, por eso muchos de

ellos son comestibles, tanto por mamíferos como lo son el jabalí, ardillas, conejos y roedores, así como para el ganado y también por habitantes de la región. La propiedad de hojas deciduas, introduce en el sistema una capa de material vegetal que al descomponerse recicla nutrientes y sirve como protección para la germinación de semillas de diferentes especies, en ocasiones los límites entre el bosque y el pastizal no son claros, existiendo un ecotono donde conviven especies de ambos tipos de vegetación, debido a esto es que el conjunto de encinos representa un gran porcentaje en el valor de importancia.

- **Especies utilizadas en la Región**

Las especies vegetales cultivadas y silvestres tienen diversas utilidades para las poblaciones adyacentes que dan como resultado una relación única que se compone de dos conjuntos de elementos: por un lado el bagaje cultural y social, aunado a los gustos y preferencias personales; y por el otro, el medio físico que rodea a las personas. Esta combinación es por lo tanto tan particular, como cada sitio. En el contexto de la región Noroeste de México, son escasos los estudios sobre herbolaria; destaca el realizado por Bañuelos (1996) con mujeres del Sur de Sonora, que documentó el uso de 92 especies vegetales para el tratamiento de 53 padecimientos. Además, están los usos tradicionales directos como son el pastoreo, leña, construcción y alimento. A continuación se describen algunos de los usos registrados para las especies presentes en el sitio del Proyecto.

En la región se consume y hasta se comercializa la bellota del encino bellotero (*Quercus emoryi*), normalmente de manera tostada y únicamente durante la época de producción, por no poderse almacenar por largos periodos. La corteza del madroño (*Arbutus arizonica*) se ha utilizado en medicina natural como diurético.

Después de la minería, la principal actividad económica tradicional es la ganadería, practicándose en todos los tipos de vegetación. Por este motivo, toman especial importancia la familia Poaceae. Los zacates como lo son Tres barbas vagabundo (*Aristida shiediana*), Zacate araña (*Aristida ternipes*), Popotillo (*Bothriochloa barbinodis*), Navajita morada (*Bouteloua chondrosioides*), Banderilla (*Bouteloua curtipendula*), Navajita negra (*Bouteloua eriopoda*), Navajita común (*Bouteloua gracilis*), Navajita velluda (*Bouteloua hirsuta*), Navajita

alacrán (*Bouteloua scorpioides*), Zacate lagunero (*Chloris virgata*), Zacate llanero (*Eragrostis intermedia*), Zacate galleta (*Hilaria belangeri*), Zacate toboso (*Hilaria mutica*), Zacate gigante (*Leptochloa dubia*), Zacate lobero (*Lycurus phleoides*), Zacate de toro (*Muhlenbergia emersleyi*), Liendrilla de la montaña (*Muhlenbergia montana*), Zacate azul borreguero (*Poa fendleriana*), Zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*), forman un tapiz en donde difiere la densidad de cada especie, este tapiz es importante ya que tiene varias funciones, la más importante es el entramado que conforman las raíces, lo cual ayuda a mantener el suelo, evitando la erosión; además de ser alimento para ganado, principalmente vacuno. El sobrepastoreo en el pastizal natural ha favorecido la invasión del mezquite (*Prosopis velutina*), también el sobrepastoreo ha causado la pérdida de pastos nativos y la consiguiente erosión.

El mezquite (*Prosopis velutina*), fue un recurso de primordial importancia para los primeros habitantes de las zonas áridas y semiáridas, debido a los diferentes usos que cada grupo le daba. Estos pueblos nómadas, que vivían de la recolección y la caza, conocieron la utilidad del mezquite como alimento, combustible, sombra, planta medicinal y para la elaboración de diversos utensilios y juguetes. Ya en el siglo XIX se le encontraron otros usos tales como: maderable, combustible, forraje, apicultura, extracción de gomas y material para la construcción de viviendas y muchos más. Todos estos usos han continuado a lo largo del siglo XX, lo cual ha hecho del mezquite un recurso de gran importancia para los habitantes de las zonas áridas y semiáridas del país.

IV.3.2. Fauna

En un contexto general, nuestro país alberga entre el 8 y 12% del total de especies del mundo, por lo que se le reconoce como un país "megadiverso". Esta diversidad se debe en gran medida a una compleja topografía, variedad de climas y tipos de vegetación tan variados que existen, aunado a la confluencia de dos regiones zoogeográficas: la región Neártica y la Neotropical (Álvarez y De Lachica, 1991; Flores y Gerez, 1994). Por lo tanto, nuestro país en comparación con cada país americano, posee más especies de vertebrados, y sus porcentajes de endemismos son muy elevados con relación a los otros países; estos oscilan entre el 10.4 y el 58.9 %, mientras que entre otros países americanos oscilan entre el 0.5 y el 28.4 %. La importancia de México destaca más por el número total de especies y por los porcentajes de

endemismo que hay en el país. Casi un tercio de las especies de mamíferos terrestres son endémicas del país y la mayoría pertenece al Orden Rodentia (Ceballos y Oliva, 2005).

De manera particular, el sitio del Proyecto, se incluye en la región neártica, de acuerdo a la regionalización zoogeográfica de Álvarez y De Lachica (1991), la cual se caracteriza por presentar especies que ocupan y dominan porciones montañosas, con climas secos, templados y cálidos o tropicales (Toledo, 1988). Para ejemplificar, la regionalización zoogeográfica en la que se divide nuestro país, en la **Figura 4.30**, se presenta de manera gráfica la ubicación de las regiones neártica y neotropical a nivel nacional, así como de manera particular el SA y el sitio del Proyecto, el cual se encuentra ubicado en la región neártica.

- **Zoogeografía**

Entre los sistemas usados para dividir el territorio de acuerdo con sus biotas, se encuentran las llamadas "Regiones Naturales", las cuales están divididas y subdivididas de acuerdo a los factores climáticos, geológicos, edáficos y biológicos.

Dentro de la regionalización zoogeográfica neártica y neotropical en la que se divide nuestro país, ésta a su vez se subdivide en Provincias Bióticas, en la cual el sitio del Proyecto se encuentra incluido en la Provincia Biótica Altiplano Norte Chihuahuense, la cual se caracteriza por presentar dos porciones: la primera que corre paralelamente ubicada al Sur de la frontera de los Estados Unidos, la cual podemos considerarla como de estribación, relativamente más húmeda; y la porción Este y Sur, cuya elevación es más baja, con un clima de tipo árido, cuya vegetación es característica de ambientes de tipo árido y la cual se encuentra colindando con la Provincia Biótica Sierra Madre Occidental al igual que el sitio del proyecto. La variación climática y de vegetación favorecen la presencia de múltiples macro y microhábitat, que aunados a la proximidad del sitio del Proyecto con el límite entre ambas regiones biogeográficas, condicionan la estancia de una fauna variada; tal es el caso, que en el sitio del Proyecto es posible encontrar fauna terrestre exclusivamente neártica, así como fauna entremezclada con aquella de carácter transicional y/o compartido (Álvarez y de Lachica, 1991).

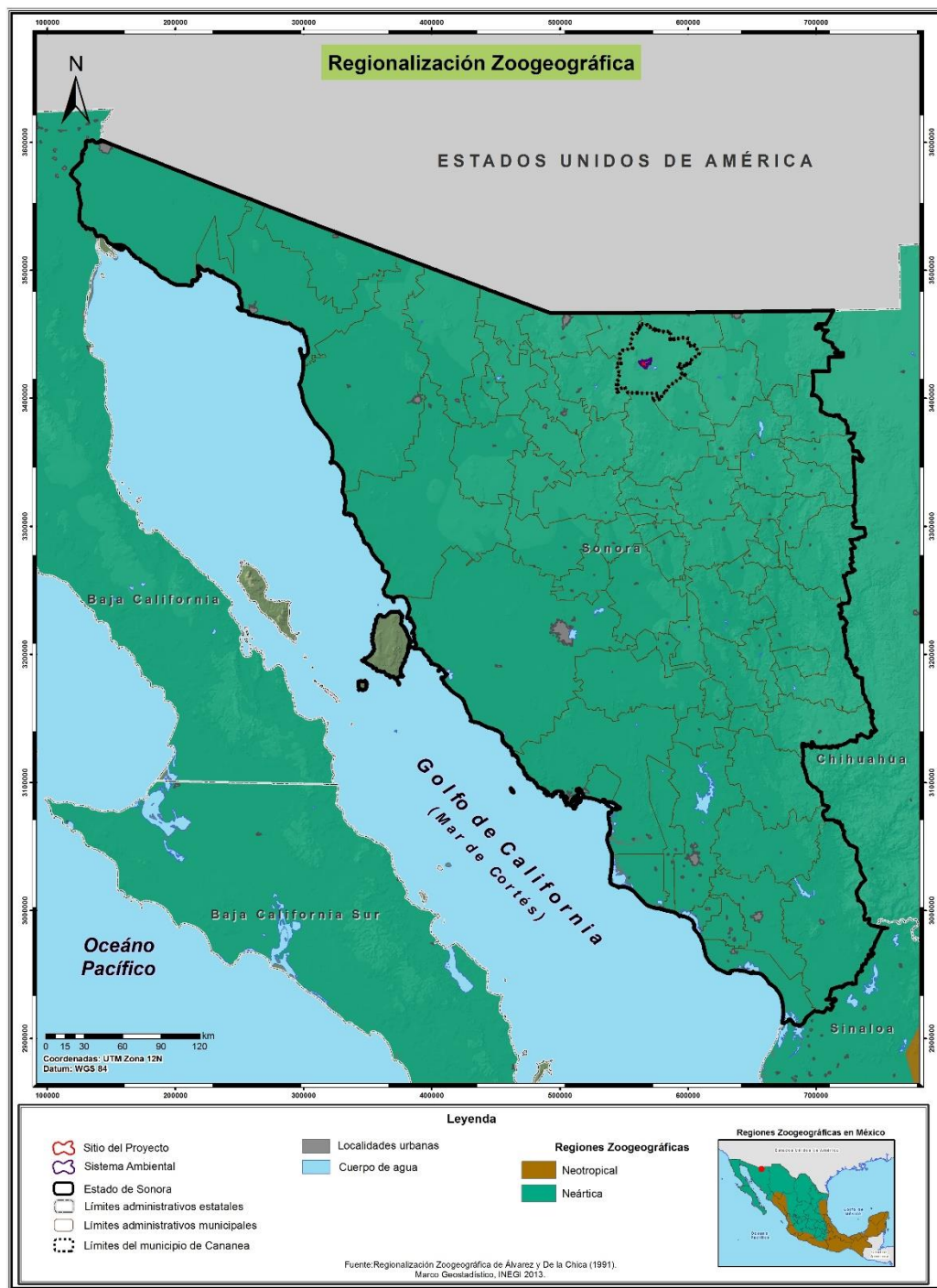


Figura 4.30. Regionalización zoogeográfica a nivel nacional, con la ubicación general del estado de Sonora, del municipio de Cananea, del SA y del sitio del Proyecto.

La distribución en cuanto a la zoogeografía de las especies registradas en el sitio del Proyecto, es diversa debido a su localización. Sin embargo, se puede decir que la mayoría de las especies tienen afinidad neártica, así como compartida, no descartando aquellas transicionales o incluso aquellas de influencia neotropical en las cuales se incluyen muchas de las familias y géneros del grupo de las aves (Ej. Falconidae, Cathartidae, Anatidae, Columbidae, Tyrannidae, entre otras). En la **Figura 4.31**, se representa de manera esquemática el estado de Sonora, el municipio de Cananea, el SA y el sitio del Proyecto, con la distribución de las provincias biogeográficas, en donde se puede observar que se incluye en la Provincia Biótica Altiplano Norte Chihuahuense, limitando también con la Provincia Biótica Sierra Madre Occidental.

- **Registros faunísticos para el estado y municipios cercanos al SA y el sitio del Proyecto**

El estado de Sonora representa el 9.2% de la superficie de territorio nacional y se han reportado 858 especies de vertebrados terrestres (Molina-Freaner y Van-Devender, 2010) (ver **Figura 4.32**). La amplia diversidad de esta entidad federativa es el resultado de la compleja topografía y geología, así como de los diversos climas y microclimas que se encuentran en el territorio de este estado. La mayor riqueza de especies conocidas de anfibios y reptiles se presenta en Sonora, con 193 especies. Esta gran riqueza de especies en el estado se puede atribuir en parte a algunas especies isleñas y marinas (*Ctenosaura conspicuosa*, *C. nolascoensis*, *Sauromalus hispidus*, *Uta nolascoensis*, *Aspidoscelis baccata*, entre otras) y también a sus endemismos únicos del Desierto de Sonora, así como a especies tropicales, de bosques templados y, hasta cierto grado, especies del Desierto de Chihuahua (Lemos-Espinal, 2015). El total de anfibios y reptiles terrestres y de agua dulce que se han reportado para el estado, se agrupan en 85 géneros y 32 familias (ver **Cuadro 4.21**). Entre las especies endémicas continentales, se encuentran: *Aspidoscelis opatae*, *Crotaphytus dickersonae*, *Phrynosoma ditmarsii*, *Trachemys yaquia*, *Xantusia jaycoieri* y el *Crocodylus acutus*. El cocodrilo observada por última vez en un estuario cerca de Guaymas en 1973, y se considera extinto a nivel estatal, sin embargo estudios recientes podrían indicar su existencia en algunas partes del estado (Molina-Freaner y Van-Devender, 2010).

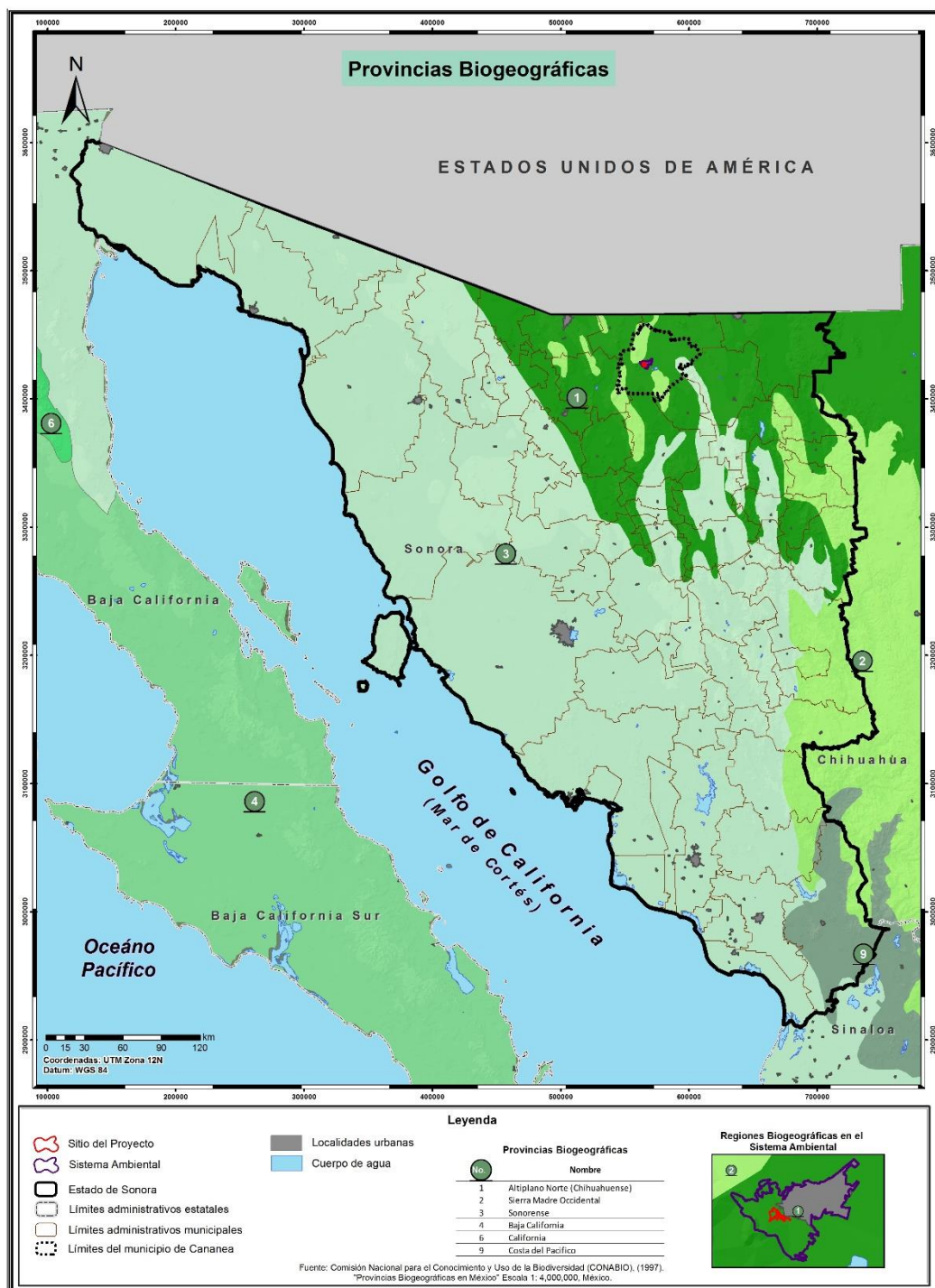


Figura 4.31. Provincias biogeográficas en las que se encuentra el sitio del Proyecto a nivel regionalización zoogeográfica.

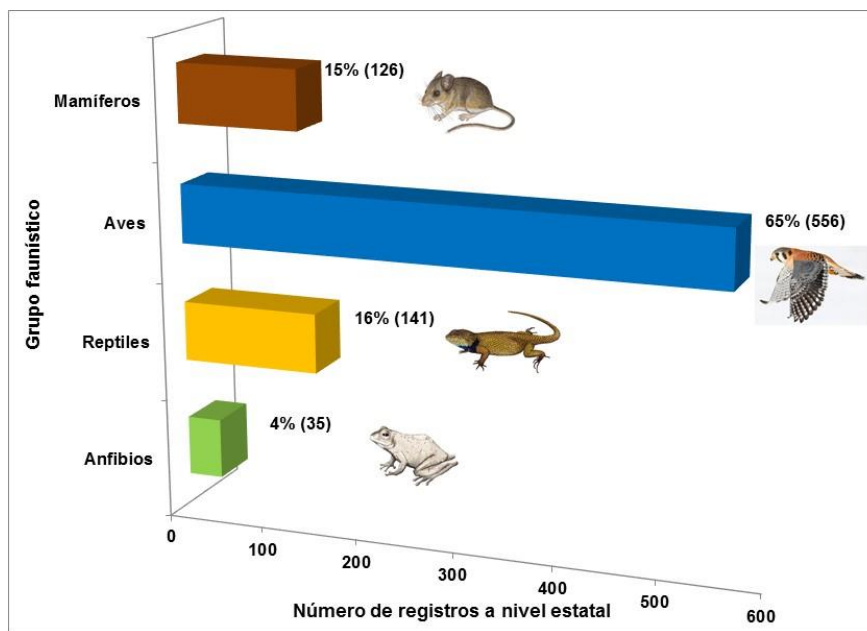


Figura 4.32. Vertebrados terrestres reportados para el estado de Sonora.

Por su parte, la avifauna conocida de Sonora incluye 556 especies de 73 familias y 20 órdenes, con 227 especies residentes, 46 residentes de verano, 233 migratorias de larga distancia y 50 migratorias parciales.

Aunque la diversidad de los mamíferos terrestres de Sonora es baja después de ajustar a la enorme área geográfica del estado, es el centro de diversidad de los mamíferos adaptados a las zonas áridas, incorporando especies del desierto Sonorense y los desiertos regionales vecinos. La riqueza específica incluye a 128 especies de mamíferos terrestres, que representan el 24.2 % de la mastofauna terrestre de México (Álvarez-Castañeda y Patton, 1999; Ceballos y Oliva, 2005). En estas se encuentran representadas un 76 % de las familias y el 49 % de los géneros presentes en el país. Esta riqueza de especies es prácticamente similar a la de Chihuahua (126 especies), superior a la de Sinaloa (108) y Baja California (108) y menor a la de Arizona (138) y Nuevo México (139), estados vecinos de Sonora (Ceballos y Oliva, 2005; Findley *et al.*, 1975; Hoffmeister, 1986).

Cuadro 4.21. Número de especies de anfibios y reptiles presentes en el estado de Sonora (tomado de Lemos-Espinal, 2015)

Clase	Orden	Familia	Número de especies
Amphibia	Caudata	Ambystomatidae	2
		Plethodontidae	1
	Anura	Bufonidae	11
		Craugastoridae	3
		Eleutherodactylidae	1
		Hylidae	6
		Leptodactylidae	1
		Microhylidae	2
		Ranidae	8
		Scaphiopodidae	2
		Cheloniidae	4
		Dermochelyidae	1
Reptilia	Testudines	Emydidae	4
		Geoemydidae	1
		Kinosternidae	4
		Testudinidae	1
		Trionychidae	1
	Squamata/Lacertilia	Anguidae	1
		Crotaphytidae	4
		Dactyloidae	1
		Eublepharidae	2
		Gekkonidae	2
		Helodermatidae	2
		Iguanidae	7
		Phrynosomatidae	29
		Phyllodactylidae	4
		Scincidae	3
		Teiidae	11
		Xantusiidae	2
	Squamata/Serpentes	Boidae	2
		Colubridae	52
		Elapidae	3
		Leptotyphlopidae	1
		Typhlopidae	1
		Viperidae	13

Del total de anfibios y reptiles registrados para el estado, se tiene que 86 especies se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, entre los cuales los grupos más amenazados son las tortugas marinas y las serpientes. Del total de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, son 59 las que se distribuyen en la porción continental del

estado, de las cuales 9 están consideradas como amenazadas (A), tales como: *Boa constrictor* (boa constrictora), *Lichanura trevirgata* (boa solocuate), *Lampropeltis getula* (culebra real común), *L. pyromelana* (culebra real sonorensis), *Coluber flagellum* (culebra chirreadora común), *Thamnophis cyrtopsis* (culebra listonada de cuello negro), *T. eques* (culebra listonada del sur mexicano), *T. marcianus* (culebra listonada manchada), y *Micruroides euryxanthus* (serpiente coralillo sonorensis). El resto están consideradas bajo la categoría de protección especial (Pr) y en peligro de extinción (P).

Referente al grupo de las aves, se tiene que 31 especies se incluyen en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales seis especies tienen categoría de peligro de extinción (P), tales como: *Charadrius melodus* (chorlo chiflador), *Nucifraga columbiana* (cascanueces), *Colinus virginianus ridgwayi* (codorniz mascarita), *Aratinga holochlora brewsteri* (perico del noroeste), *Rhyncopsitta pachyrhyncha* (cotorra serrana) y *Laterallus jamaicensis* (polluela negra). Además de nueve especies con categoría de amenazadas, entre las cuales encontramos a: *Accipiter gentilis* (gavilán azor), *Aquila chrysaetos* (águila real), *Branta bernicla nigricans* (ganso de collar), *Charadrius montanus* (chorlo llanero), *Falco femoralis septentrionalis* (halcón aplomado), *Falco mexicanus* (halcón mexicano), *Amazona finschi* (loro de corona lila), *Strix occidentalis* (búho manchado); y las restantes especies tienen una categoría de Protección Especial (Pr).

Del total de la mastofauna reportada, se tiene que 22 se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, excluyendo ocho subespecies insulares, que representan 24 % del total nacional. Las especies catalogadas en peligro de extinción (P), son: *Antilocapra americana* (berrendo), *Leopardus pardalis* (ocelote), *Leopardus wiedii* (tigrillo) y *Myotis vivesi* (murciélago pescador); mientras que las especies amenazadas son 11, entre las que tenemos a: *Notiosorex crawfordi* (musaraña del desierto), *Choeronycteris mexicana* (murciélago polinivoro), *Vulpes macrotis* (zorrita orejona), *Taxidea taxus* (tejón), *Neotoma varia* (rata cabalanchera), *Ondatra zibethicus* (ratas), *Cynomys ludovicianus* (perrito llanero) y *Sciurus arizonensis* (ardilla). De estas especies, se considera que *Cynomys ludovicianus* y *Sciurus arizonensis* están en riesgo de considerarse como amenazadas (A).

Para el municipio de Cananea se cuenta con inventarios faunísticos derivados de trabajo de campo cercanos al sitio del Proyecto y áreas aledañas. De acuerdo a la literatura disponible, a nivel Sistema Ambiental se tiene un registro bibliográfico de 47 familias, distribuidas en 83 géneros y 98 especies, las cuales se distribuyen en 5 especies de anfibios, 19 de reptiles, 56 de aves y 18 de mamíferos (ver **Figura 4.33**).

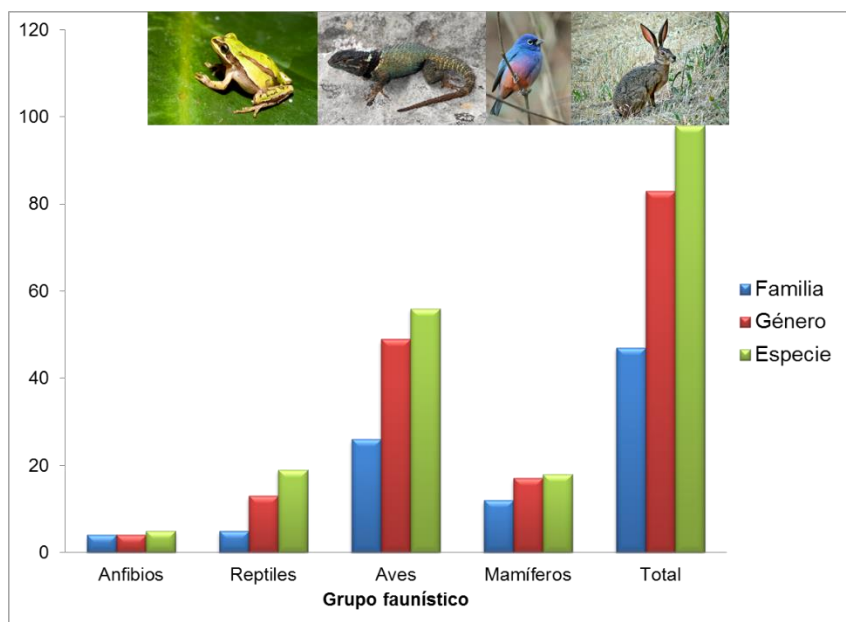


Figura 4.33. Registro faunístico recabados de manera bibliográfica a nivel de Sistema Ambiental.

En el **Cuadro 4.22**, se presenta el listado de especies en el SA que se incluyen en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales ninguna se registró en el sitio del Proyecto. En los Cuadros 1, 2, 3 y 4, que se muestran en el **Anexo 4.5**, se incluye el listado de los vertebrados reportados para el Sistema Ambiental descrito, conjuntando la información procedente de diversos estudios técnicos desarrollados específicamente en el complejo minero y sus alrededores, así como en el municipio de Cananea y localidades vecinas.

Cuadro 4.22. Especies registradas a nivel Sistema Ambiental incluidas en el listado de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Reptiles	Colubridae	<i>Coluber flagellum</i>	Culebra chirriadora común	Amenazada	-
Reptiles	Colubridae	<i>Hypsiglena torquata</i>	Culebra de noche	Protección especial	-
Reptiles	Colubridae	<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	Culebra listonada de cuello negro	Amenazada	-
Reptiles	Viperidae	<i>Crotalus molossus</i>	Cascabel de montaña	Protección especial	-
Aves	Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Halcón de Harris	Protección especial	-
Aves	Accipitridae	<i>Accipiter cooperi</i>	Halcón de Cooper	Protección especial	-
Aves	Odontophoridae	<i>Cyrtonix montezumae</i>	Codorníz arlequín	Protección especial	-

- **Resultados de los muestreos por grupo taxonómico**

La creciente expansión que experimenta el complejo minero metalúrgico de la empresa Promovente por la ampliación de obras y la habilitación de áreas para nueva infraestructura, ha traído como consecuencia el desplazamiento casi total de especies de fauna silvestre, debido a la ejecución permanente de operaciones.

Por ello, de manera particular en el sitio del Proyecto no se obtuvo registro de ejemplares de fauna silvestre. No obstante, la vegetación presente en algunas áreas adyacentes al mismo permite el avistamiento ocasional de ejemplares, particularmente de aves y mamíferos.

Para el posible registro de la fauna en sitio del Proyecto, se establecieron 6 Puntos de Observación (PO) y 4 PO en el Sistema Ambiental, ubicados en distintos puntos del área para su caracterización puntual (**Cuadro 4.23**).

Cuadro 4.23. Puntos de Observación (PO) establecidos para el registro faunístico en el sitio del Proyecto y Sistema Ambiental

PO	Coordenadas UTM		Tipo de vegetación	Número de individuos registrados por grupo			
	X	Y		Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos
1	564865	3427252	Áreas sin vegetación	--	--	--	--
2	565032	3426842	Pastizal natural y áreas sin vegetación	--	--	--	--
3	564938	3427066	Bosque de encino	--	--	--	--
4	564819	3426789	Áreas sin vegetación	--	--	--	--
5	564828	3427004	Áreas sin vegetación	--	--	--	--
6	565066	3427264	Áreas sin vegetación	--	--	--	--
7	564250	3428094	Bosque de Encino y vegetación secundaria	--	--	2	--
8	564520	3426921	Bosque de Encino y vegetación secundaria	--	--	--	--
9	567042	3425963	Bosque de Encino y vegetación secundaria	--	--	--	--
10	566357	3426958	Bosque de Encino y vegetación secundaria	--	--	--	1
Total				0	0	2	1

Nota: En todos los puntos de observación se realizaron recorridos de distancia variable para la posible detección de especies en el sitio del Proyecto y SA.

A continuación se presenta de manera general los resultados de los muestreos por grupo faunístico.

Anfibios. Durante el trabajo de campo no se confirmó la presencia de individuos de este grupo. Para el Sistema Ambiental, se registran cinco especies (*Anaxyrus cognatus*, *Spea multiplicata*, *Anaxyrus punctatus*, *Hyla arenicolor* y *Craugastor augusti*), ninguna de estas bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la normatividad vigente (ver **Anexo 4.5**). La baja

incidencia de anfibios durante los recorridos en campo se atribuye a la intensa actividad antrópica en sitio, lo cual propicia condiciones poco favorables para este tipo de organismos.

Reptiles. Dentro del sitio del Proyecto no se obtuvieron registros de herpetozoos. No obstante, no se descarta la probabilidad de ocurrencia eventual de algunas especies en las zonas con vegetación secundaria y arbustiva. A nivel SA, las especies más comunes corresponden a la lagartija arbórea común (*Urosaurus ornatus*) y huico de Sonora (*Aspidoscelis sonorae*).

Aves. Debido a la gran capacidad de desplazamiento que caracteriza al grupo de las aves, se tiene evidencia de que son los vertebrados más ampliamente distribuidos en las áreas colindantes al sitio del Proyecto. Sin embargo, la tasa de encuentros de manera local fue baja, detectando la presencia de algunas especies en su mayoría adaptadas a condiciones de disturbio como el chorlo tildío (*Charadrius vociferus*), algunas rapaces como el aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), cuervo común (*Corvus corax*) y zopilote aura (*Cathartes aura*) (**Anexo 4.6**). Cabe destacar además que las instalaciones del complejo minero cuentan con estaciones fijas para el ahuyentamiento de avifauna del área operativa, reduciendo de esta manera su probabilidad de detección en el sitio. A nivel SA, se tiene registro de las siguientes especies: *Geococcyx californianus*, *Callipepla squamata*, *Bubo virginianus*, *Falco sparverius*, *Circus cyaneus* y algunas con estatus de Protección especial (Pr) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 como *Parabuteo unicinctus*, *Accipiter cooperi*.

Mamíferos. Debido a la cercanía entre el sitio del Proyecto y la mancha urbana, fue posible detectar la presencia de especies domésticas, como perros ferales (*Canis familiaris*), mismas que ocurren dentro de las instalaciones de la mina. Con base en los registros bibliográficos, se incluyen especies como el tlacuache (*Didelphis virginiana*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), zorrillo narigón (*Conepatus leuconotus*), mapache (*Procyon lotor*), y mamíferos de talla grande como coyotes (*Canis latrans*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). A pesar de que el sitio cuenta con algunas obras de infraestructura vieja que pudieran servir como refugio temporal de mamíferos voladores y pequeños roedores, no se detectaron indicios de actividad, pero la literatura disponible menciona la distribución potencial de algunos murciélagos del género *Myotis* sp. y *Tadarida brasiliensis*, así como de

roedores del género *Peromyscus* sp. y *Neotoma* sp., todas estas no incluidas en alguna categoría de protección.

- **Corredores biológicos y rutas de desplazamiento de la fauna silvestre**

Un corredor biológico es aquella superficie a través de la cual las áreas protegidas existentes (parques nacionales, reservas biológicas, etc.), o los remanentes de los ecosistemas originales, mantienen su conectividad mediante actividades productivas en el paisaje intermedio que permiten el flujo de las especies. Por ejemplo, en el caso de dos áreas protegidas conectadas por una región de bosques o selvas no protegidos, el manejo sostenible del bosque permite mantener la composición y estructura del ecosistema forestal, conservando la conectividad, en lugar de transformarlo en áreas de cultivo que constituirían barreras para algunas especies.

Se debe recordar, en este sentido, que los corredores biológicos se establecen para construir, o reconstruir, la conectividad entre áreas del territorio puestas aparte para conservar los ecosistemas, especies y servicios ambientales que alojan. Son entonces fracciones de territorio que no están sujetas a ningún régimen de protección y que se encuentran ubicadas entre áreas protegidas. En términos generales, se trata de sitios que incluyen asentamientos humanos, infraestructura, y sitios dedicados a actividades productivas diversas, y que a raíz de este cúmulo de actividades humanas, muestran diversos índices de fragmentación. El corredor biológico contribuye a la conservación a través de la restitución de la conectividad entre fragmentos de ecosistemas. No opera, por tanto, de la misma manera que las áreas protegidas, puestas aparte para destinar a la conservación porciones "saludables" de ecosistemas, fragmentos de paisaje monumentales y espectaculares, o fenómenos ambientales y biológicos con rasgos que les otorguen un valor especial.

Los pasos que se siguieron para determinar las rutas de desplazamiento de fauna dentro del sitio del Proyecto y del SA, fueron los siguientes:

Paso 1. Análisis de imágenes de satélite y fotografías aéreas, para la identificación o descarte de corredores biológicos y rutas de desplazamiento, considerando

características como cobertura vegetal, topografía, presencia de cuerpos de agua, escurrimientos y topografía.

Paso 2. Recorridos en campo, para la verificación y localización de las posibles rutas de movimiento de fauna, previamente identificadas en las imágenes y fotografías. Esta actividad se efectuó mediante recorridos de campo y por medio de muestreos dentro del sitio del Proyecto y del SA, los cuales favorecieron al registro faunístico.

De manera particular el sitio del Proyecto, su área de influencia y el SA, se encuentran ubicadas fuera de Áreas Naturales Protegidas, por lo cual no existen áreas de conectividad de ecosistemas conservados o corredores biológicos dentro de estas, sin embargo si existe conectividad entre bosques que funcionan como corredores biológicos.

Una manera de detectar la posible presencia o no de corredores biológicos, es mediante recorridos de campo y con ayuda de fotografías aéreas, así como cartas temáticas, en donde se puede observar la existencia de una superficie fragmentada y/o conservada, por el tipo de actividades que se dan en la zona, especialmente por la actividad minera la cual ha ocurrido desde mediados del siglo XIX y es la cual es la principal actividad económica del municipio de Cananea.

Con base en el reconocimiento por mapeo del sitio del Proyecto y el SA, no se identificaron posibles rutas de desplazamiento de fauna silvestre. La fragmentación que se observa en ciertos sitios, es originada por la transformación del paisaje producto de las actividades humanas, principalmente por la minería. Dicha fragmentación desencadena una serie de modificaciones en los procesos ecológicos y por consecuencia impacta las poblaciones y comunidades de flora y fauna, los suelos y el agua, que responden al cambio de la nueva estructura de los fragmentos.

De las especies registradas bibliográficamente en el SA, existen algunas que tienen una alta susceptibilidad de afectación, tal es el caso de: sapo de la gran planicie (*Anaxyrus cognatus*), sapo de puntos rojos (*Anaxyrus punctatus*), huico de Sonora (*Aspidoscelis sonorae*), la culebra sorda (*Pituophis catenifer*), culebra chirriadora sonorensis (*Coluber bilineatus*), víbora cascabel de cola negra (*Crotalus molossus*), y ratón de abazones sonorensis

(*Chaetodipus penincillatus*). En general, todas las especies de anfibios y reptiles son susceptibles a la perturbación, producto de las actividades humanas, tales como ganadería, deforestación, agricultura, etc.

Es importante especificar que aunque en las inmediaciones del sitio del Proyecto existan manchones de vegetación secundaria de bosque de encino, el efecto de las actividades antrópicas mantiene a las condiciones ambientales en un estado de transición, con superficies fuertemente afectadas por las operaciones mineras. No obstante, hay que resaltar a su vez que dentro del sitio del Proyecto, no se reportaron indicios como nidos activos, madrigueras y/o refugios naturales, por lo que se considera que el impacto por el establecimiento del Proyecto será mínimo en la fauna silvestre.

- **Especies endémicas registradas**

De acuerdo con el concepto de especie endémica que se describe en la NOM-059-SEMARNAT-2010, donde se establece que es "aquella cuyo ámbito de distribución natural se encuentra circunscrito únicamente al territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce soberanía y jurisdicción", o en una expresión más sencilla, aquella que sirve para indicar la tendencia de plantas y animales a permanecer en un ámbito territorial reducido; por ello, cuando se habla de que una especie es endémica (exclusiva) de cierta región, se quiere decir que sólo es posible encontrarla en ese lugar (Navarro y Benítez, 1993). No se registró ninguna especie con carácter endémico dentro del sitio del Proyecto y su área de influencia. A nivel SA, se ubican según la bibliografía 5 especies endémicas y catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como: la lagartija común (*Uta stansburiana*), la tortuga de río (*Kinosternon sonoriense*), la codorniz (*Colinus virginianus ridwayi*), el murciélago pescador (*Myotis vivesi*) y la rata magueyera (*Neotoma varia*), sin embargo no se reporta ninguna en el sitio del Proyecto, seguramente por su actividad minera histórica.

- **Abundancia relativa de cada grupo zoológico**

Bibliográficamente, se tomaron datos de estudios que se realizaron alrededor del Sitio del Proyecto y el Sistema Ambiental, los cuales indican que los tres grupos de vertebrados registrados (reptiles, aves y mamíferos), son los más comunes en las inmediaciones del sitio

del Proyecto, donde las aves representan a las especies más abundantes, seguido por algunas especies de reptiles y de abundancia rara los anfibios, respectivamente.

En la **Figura 4.34**, se presenta la abundancia relativa total (abundante, común y rara) de las especies registradas, mientras que en la **Figura 4.35**, la abundancia relativa para cada uno de los grupos de vertebrados registrados bibliográficamente en áreas cercanas del Sitio del Proyecto y su área de influencia, sin embargo ninguna de estas especies fue observada con presencia directamente en el sitio del Proyecto.

- **Permanencia o estacionalidad**

El estatus de permanencia o estacionalidad se define, como el tiempo que permanece la especie en el área, o la temporada en la que se le puede observar con mayor probabilidad. Sin embargo, esto no es limitativo, ya que algunas especies modifican esta situación por condiciones tales como el clima, o se presentan como casos fortuitos en el área o fuera de la temporalidad. En términos generales, en un ecosistema existen condiciones específicas que permiten el establecimiento, desarrollo y distribución de determinadas especies de flora y fauna (Garza-Herrero *et al.*, 2004).

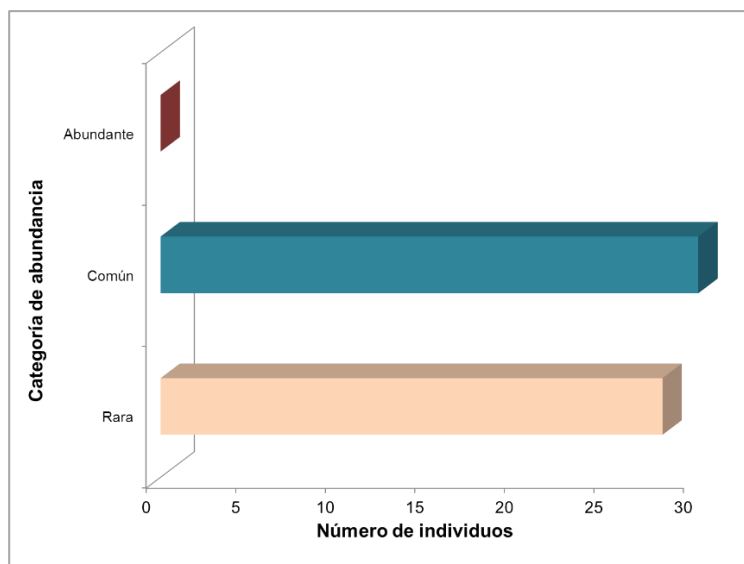


Figura 4.34. Abundancia relativa total de las especies registradas en áreas cercanas al sitio del Proyecto y SA. En el sitio del Proyecto no se registró presencia de fauna silvestre.

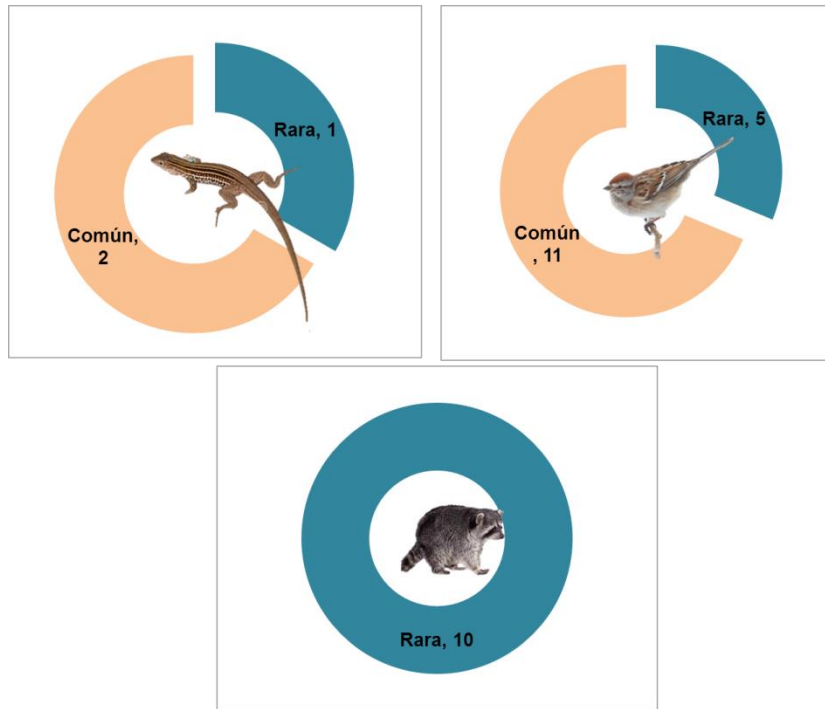


Figura 4.35. Abundancia relativa por grupo faunístico registrado en el sitio del Proyecto y SA.

Al respecto, para el grupo de los anfibios, su sobrevivencia depende de los cuerpos de agua permanentes y de la temporada de lluvias, así como de la calidad de los cuerpos de agua, ya que este grupo se caracteriza por ser buenos indicadores. En cuanto a la presencia de los reptiles, estos suelen ser residentes, debido a patrones de conducta de tipo territorial, estivación o hibernación, cuando las condiciones climáticas son desfavorables (calor o frío extremo). En general, la actividad diaria y anual de anfibios y reptiles están determinadas por la temperatura, fotoperiodo, precipitación (Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1998) y por la disponibilidad de alimento, depredación y competencia intra e interespecífica (Lister y García, 1992). La disminución de la actividad de algunos anfibios y reptiles es consecuencia de la baja disponibilidad (relativamente) de alimento y/o a la presencia de parches abiertos en la vegetación (fragmentación), lo que las hace más vulnerables a la depredación (Ej. *Anaxyrus cognatus*, *A. punctatus*, *Pituophis catenifer*), aunque en algunas ocasiones, ciertas especies se ven favorecidas por la fragmentación de la vegetación, especialmente las lagartijas (Ej. *Urosaurus ornatus*, *Aspidoscelis sonora*).

Respecto al grupo de las aves, se tiene que la mayoría de ellas permanecen como residentes (viven, se alimentan y se reproducen en la misma región), con un número menor de especies visitantes de invierno y/o verano (cuando las condiciones ambientales son desfavorables, ciertas especies se desplazan a otra región con condiciones favorables para alimentación y reproducción), o transitorias (cuando las aves visitan cierto lugar solo de manera temporal, para alimentarse y descansar).

El grupo de los mamíferos, al igual que los reptiles, son residentes, ya que tienen un lugar permanente de alimentación, guarida y reproducción. La única diferencia es la capacidad de desplazamiento, ya que inclusive algunas especies de tamaño mediano y grande se suelen desplazar varios kilómetros en busca de alimento y refugio en cualquier época del año, especialmente durante la noche. En el del **Anexo 4.5**, se presenta la estacionalidad para cada una de las especies registradas en el S.A.

- **Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registrados en el sitio del Proyecto**

Del total de especies registradas en campo, el sitio del Proyecto y SA, ninguna se encuentra en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- **Especies incluidas en CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres)**

No hay especies incluidas en algún apéndice del CITES registrado en el sitio del Proyecto (CITES, 2011).

- **Especies indicadoras de la calidad del ambiente**

Un indicador es un elemento, proceso o propiedad de un ecosistema a través del cual se puede estudiar y/o cuantificar, de manera precisa y sencilla, los elementos y el funcionamiento del mismo (Noss, 1990; Dale y Beyeler, 2001; Carignan y Villard, 2002; Balmford et al., 2005a; Rodríguez y Brooks, 2007). Inicialmente los indicadores, principalmente plantas y animales, fueron utilizados para asociar organismos a zonas de vida particulares

(Carignan y Villard, 2002). Posteriormente, el concepto fue cambiando, aplicándose más comúnmente como estimadores de los cambios ambientales y ecológicos (Dale y Beyeler, 2001; Niemi y McDonald, 2004). Por tanto, los indicadores ecológicos se convirtieron en herramientas para el estudio y monitorización de objetivos de conservación como la biodiversidad, la integridad ecológica, o la salud de un ecosistema, conceptos ampliamente debatidos, principalmente debido a la falta de precisión y claridad en sus definiciones (Simberloff, 1998; Carignan y Villard, 2002).

Las especies indicadoras de cambios ambientales han sido definidas como aquellas que se encuentran altamente relacionadas con condiciones ambientales particulares, por lo que su presencia señala la existencia de dicha condición y otros grupos taxonómicos (Frego, 2007). Las características más importantes que debe tener una especie indicadora de cambios ambientales son: biología bien documentada, fácil de estudiar, sensible a las perturbaciones humanas (tanto negativa como positivamente), ampliamente distribuida y preferiblemente poco longevas (Caro y O'Doherty, 1999).

La identificación de especies indicadoras en un área determinada provee una valoración ecológica rápida y puntual sobre el estado de conservación que mantiene el hábitat en términos de equilibrio ecológico y funcionalidad (Isasí-Catalá, 2010).

Con base en los requerimientos específicos de hábitat que demandan las especies de fauna silvestre, es posible evidenciar el grado en que responden los organismos a los disturbios ambientales. Se sabe que las principales causas de extinción de anfibios y reptiles provienen de la pérdida de hábitat, el cambio en los patrones climáticos, la introducción de especies y la contaminación ambiental (Young *et al.*, 2001). La alta especificidad de su hábitat, hace que muchas de estas especies de áreas boscosas sean abundantes localmente en áreas con densa cobertura vegetal (dosel y sotobosque), alta profundidad de hojarasca, alta humedad y temperaturas estables. Cuando estas condiciones óptimas se ven modificadas por la fragmentación y los disturbios, y se presentan con alta intensidad y larga duración sobre los microhábitats, ponen en peligro de extinción a los anfibios y reptiles que poseen baja habilidad de adaptación y dispersión.

Aunque de manera directa no hubo registro de especies indicadoras en el sitio del Proyecto, cabe señalar que en sus inmediaciones están presentes organismos que por su gran adaptabilidad, se consideran como buenos indicadores de la calidad del entorno. Para otras especies, las condiciones de perturbación del hábitat por actividades humanas, benefician a sus poblaciones, especialmente para las lagartijas de los géneros *Urosaurus* y *Aspidoscelis*.

El uso de las aves como indicadoras de cambios ambientales se fundamenta en que debido a su posición en la escala trófica se verán afectadas por una gran variedad de factores. En principio, las aves acuáticas pueden servir como indicadoras en distintas escalas. De acuerdo al inventario de especies reportado en estudios anteriores, se tuvo registro aves acuáticas en algunos cuerpos de agua temporales, lo que sugiere que su presencia en el área se relaciona a una buena condición del ecosistema en términos de disponibilidad de recursos.

Por último, algunas de las especies de mamíferos que se reportan para el Sistema Ambiental también sirven como indicadoras del buen estado del ecosistema debido al grado de sensibilidad ambiental que exhiben, como es el caso de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y otras que se encuentran bien adaptadas a las actividades humanas y a las condiciones de perturbación del lugar (ej. *Canis latrans*).

- **Especies con valor utilitario o de aprovechamiento**

El uso y aprovechamiento, así como el valor utilitario de los anfibios en México es muy poco y se da principalmente en aquellas especies de tamaño grande, como algunos sapos (ej. *Rhinella marina*). De las especies registradas en el área de influencia y SA, solo se conoce el aprovechamiento de los sapos para la realización de artesanías y adopción como mascotas.

Para el grupo de los reptiles, el aprovechamiento se da principalmente para las culebras y las víboras de cascabel por su carne y piel, ya que se tiene la creencia que el consumo de carne, sana enfermedades malignas, tal como el cáncer o en algunos casos contienen sustancias afrodisiacas. En algunos otros lugares se cree que su consumo proporciona fortaleza sexual, lo cual es erróneo hasta la fecha, ya que científicamente no se le atribuye ningún tipo de atributo a la carne de cascabel, salvo como alimento.

En cuanto al grupo de las aves, éstas presentan un mayor número de especies con valor utilitario y aprovechamiento especialmente de mascotas, ya que se suelen llevar a las grandes ciudades en donde se venden a la población como mascotas. En menor número se presenta un aprovechamiento como alimento.

El aprovechamiento de los mamíferos se da en mayor medida como del tipo deportivo, por medio de la caza, carne y obtención de su piel, ya que en algunos sitios se cotizan muy bien la preparación de su piel.

En el **Cuadro 4.24**, se presenta el listado de aquellas especies registradas con posible uso potencial y valor que se le da a la fauna propia del lugar, de las especies registradas en el área de influencia y SA.

Cuadro 4.24. Especies faunísticas registradas en el área de influencia y SA con uso potencial (marcado con una X).

Nombre Científico	Nombre Común	Caza			
		Deportiva	Comercial	Subsistencia	Científica
Reptiles					
<i>Sceloporus clarkii</i>	Lagartija escamosa de Clark		X		
<i>Sceloporus jarrovi</i>	Lagartija de collar		X		
<i>Aspidozelis sonora</i>	Gecko de Sonora		X		
<i>Crotalus tigris</i>	Víbora de cascabel tigre		X	X	X
Aves					
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma aliblanca	X	X	X	
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huijota	X	X	X	
<i>Corvus corax</i>	Cuervo grande		X		
<i>Turdus rufopalliatu</i>	Zorzal dorsirrufo		X		
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche piquicurvo		X		
<i>Passerina versicolor</i>	Colorín morado		X		
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano		X		
<i>Haemorrhous mexicanus</i>	Fringílido mexicano		X		
<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero corona rufa		X		
<i>Amphispiza bilineata</i>	Gorrión gorjinegro		X		
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogruero tigrillo		X		
<i>Sturnella magna</i>	Pradero occidental		X		

Cuadro 4.24. Especies faunísticas registradas en el área de influencia y SA con uso potencial (marcado con una X).

Nombre Científico	Nombre Común	Caza			
		Deportiva	Comercial	Subsistencia	Científica
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico		X		
Mamíferos					
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache nortño	X	X	X	X
<i>Canis latrans</i>	Coyote	X	X		X
<i>Lynx rufus</i>	Gato montés	X	X		
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	X	X	X	
<i>Lepus alleni</i>	Liebre antilope	X	X	X	
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo cola de algodón	X	X	X	
<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	X	X	X	
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	X		X	
<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón de roca	X		X	

IV.4. Paisaje

Un paisaje se puede definir como una porción de espacio geográfico, homogéneo en cuanto a su fisonomía y composición, con un patrón de estabilidad temporal, resultante de la interacción compleja de clima, rocas, agua, suelo, flora, fauna y el ser humano, que es reconocible y diferenciable de otras porciones vecinas, de acuerdo con el análisis espacio-temporal específico (Etter, 1990).

En la mayoría de los casos, los paisajes originales han sido alterados en diversos grados por la acción humana, los cuales están compuestos por un mosaico de fragmentos de vegetación natural, agroecosistemas y etapas sucesionales de la vegetación. En este contexto, el término paisaje hace referencia a espacios territoriales amplios, conformados por coberturas vegetales naturales y transformadas (Halffter *et al.*, 2001).

El concepto de paisaje puede englobar diversos significados que se transforman o cambian según las necesidades del que lo ve, cuando lo ve y cómo lo ve, de manera que, sencillamente, de él se pueden interpretar, entre otros, los siguientes tipos: [i] espaciales; [ii]

naturales; [iii] ecosistemas; así como objetos estéticos, ideológicos y cultural-histórico, además de lugares (López y Cervantes, 2002).

Para evaluar el paisaje existen tres métodos: [i] los métodos directos; [ii] los métodos indirectos; y [iii] los métodos mixtos, los cuales se describen a continuación:

- (i) **Métodos directos:** son aquellos que elaborados por un profesional de probada experiencia, el cual con sólo ver el paisaje realiza una evaluación de éste. Este método analiza exclusivamente la calidad visual del territorio.
- (ii) **Métodos indirectos:** En este método el paisaje se analiza a través de sus componentes (abiótico, biótico y social), para lo cual es importante definir la escala de trabajo.
- (iii) **Métodos mixtos:** Este es el método más subjetivo y usado, ya que combina los métodos directos e indirectos. Esta metodología valora los recursos visuales, la ordenación del territorio, la calidad visual y la fragilidad (SERNATUR, 2006).

Para evaluar el paisaje en el sitio del Proyecto se utilizó un método mixto, evaluando la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad del paisaje (ver **Anexo 4.7**).

IV.4.1. Análisis de visibilidad

La visibilidad o análisis de visualización consiste en realizar un análisis espacial del lugar, tomando en cuenta sus formas, vistas, etc. En otras palabras se analizan cuencas visuales (SERNATUR, 2006). La cuenca visual de un punto, se define como la zona que es visible desde ese punto. Es decir, corresponde a la superficie observada desde distintos puntos de observación, determinados en terrenos y que, en conjunto, permiten definir un área espacialmente autocontenida (SERNATUR, 2006).

La accesibilidad visual a una porción del territorio tiene directa relación con los elementos físicos (relieve) y bióticos (vegetación) presentes en el paisaje y cómo éstos se transforman en barreras visuales para los usuarios del recurso. A esto, se deben sumar las posibilidades de accesibilidad física (distancia) que tengan los observadores a las distintas porciones del territorio.

IV.4.2. Cuenca visual

La determinación de la cuenca visual resulta de gran importancia para la evaluación posterior de impactos visuales que puede provocar un proyecto. El estudio de la cuenca visual orientado a establecer valoraciones de fragilidad visual tiene en cuenta su tamaño, compacidad y forma. Un punto es más vulnerable cuanto más visible es, cuanto mayor es su cuenca visual. Las cuencas visuales con menor número de huecos, con menor complejidad morfológica, son más frágiles. Las cuencas visuales más orientadas y alargadas son más sensibles a los impactos, pues son visualmente más vulnerables que las cuencas redondeadas, debido a la mayor direccionalidad del flujo visual (Gayoso y Acuña, 1999).

Desde un punto de vista del sitio del Proyecto se observa la "Sierra Alta" y la cual está caracterizada por un conjunto de sierras, en la que sobresale la Sierra Elenita, donde las pendientes varían de 15 a 20%. Al Este del sitio se localiza la presa de Jales y al fondo la Sierra los Ajos junto con la Ciudad de Cananea. Al Norte se localiza la Sierra la Mariquita, el valle del Río San Pedro, el área de operación de la mina como son los represas, área de Nuevos Talleres y la ampliación de Tajo. Hacia el Sur y Oeste se observa la subcuenca R. Sonora-Arispe y las áreas operativas de la mina Concentradora I de Cobre, Terreros y parte del Tajo. Gran parte de la cuenca visual en el terreno está limitada por elevaciones que varían de 1550 m s.n.m. en el Noreste al 1720 m s.n.m. en el Oeste. La mayor parte de la cuenca visual está escasa de vegetación y muy perturbada por las actividades del complejo minero metalúrgico. En la **Figura 4.36** se muestra los puntos de visión de la cuenca visual del sitio del Proyecto.

A simple vista, se observa un paisaje muy perturbado debido a la amplia actividad minera en el complejo que opera la empresa Promoviente. La vegetación es muy escasa, solo se observan pequeños manchones de árboles y arbustos dispersos entre orillas de los caminos, entre las instalaciones y en una pequeña ladera que se encuentra dentro del sitio del Proyecto. Debido a lo antes mencionado, el sitio del Proyecto se considera una cuenca visual abierta y limitada. Cuenca visual abierta de lado Noreste donde se localiza la presa de Jales y la ciudad de Cananea, y limitada al Sur-Oeste por la infraestructura del área operativa de la Concentradora de Cobre I, los terreros y parte del Tajo (**Figura 4.37**).

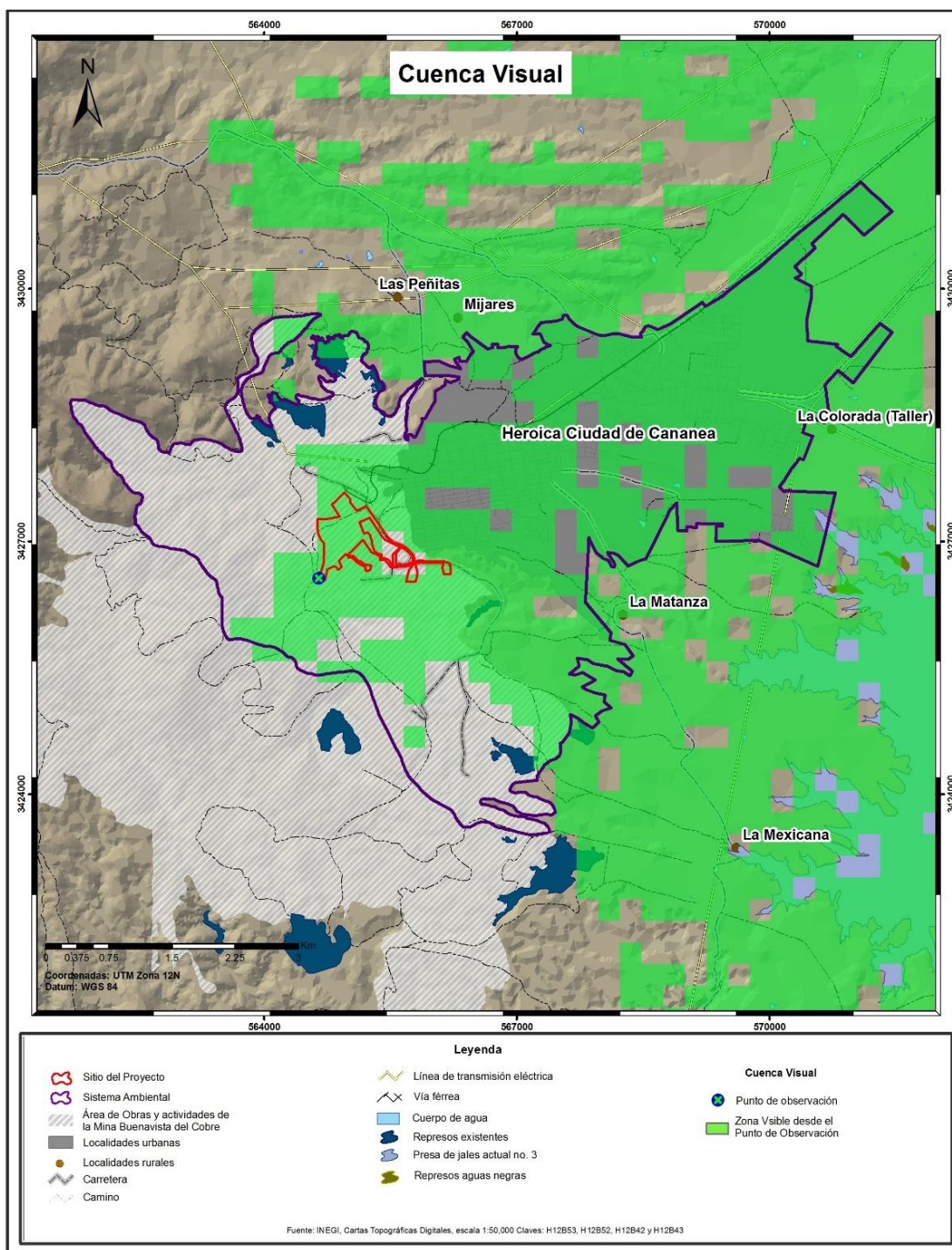


Figura 4.36. Sitios de visión que determinan la Cuenca Visual del Proyecto.



Figura 4.37. Paisaje al Norte de la cuenca visual y sitio del Proyecto.

IV.4.3. Unidades y Elementos de paisaje

El paisaje muestra un mosaico de diferentes elementos que lo conforman y varía con elementos naturales y artificiales. Dentro de la cuenca visual se encuentran una conformación de una red de drenaje de tipo radial con escurrimientos en diversas direcciones, los escurrimientos convergen al arroyo Cananea Vieja y a la cañada La Elisa, las cuales confluyen con el arroyo Barrilto al Norte del SA. Estos arroyos sólo llevan agua temporalmente (de manera intermitente pero de caudal constante en temporada de lluvias), y sus valles y laderas, principalmente lomeríos suaves, son cubiertos en su mayor parte por elementos vegetales de bosque de encino abierto.

En el paisaje existen varios elementos de origen humano, como las áreas operativas y de servicios del complejo minero metalúrgico, incluido el derecho de vía de líneas de transmisión eléctrica, brechas y caminos de acceso a las distintas áreas operativas (**Figura 4.38**).



Figura 4.38. Perturbaciones en el paisaje de la cuenca visual provocadas por actividades humanas.

IV.4.4. Calidad paisajística

La calidad paisajística se determina a través de la evaluación de la estética que posee cierto tipo de paisaje, la cual por cierto está condicionada por un alto grado de subjetividad. Se evalúan diferentes elementos paisajísticos como la morfología, la vegetación, presencia de agua, intervisibilidad y altitud. El análisis incluye la calidad visual intrínseca de un paisaje, calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m y la calidad de las vistas escénicas (Gayoso y Acuña, 1999).

La evaluación de la calidad paisajística en el sitio del Proyecto, se realizó utilizando el modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006). Este método define calidad paisajística como un método indirecto de evaluación que separa y analiza de forma independiente a los factores que conforman el paisaje (biótico, abiótico, estético y humano). Estos factores se estiman en relación a su forma, color, línea, textura, escala, conformación espacial, y grado de perturbación (SERNATUR, 2006). En el **Cuadro 4.25** se describen los criterios del modelo de Rojas y Kong (1998), para valorar la calidad paisajística. La calidad del paisaje es subjetiva; condicionada por la época del año y la visión del observador. De acuerdo con los criterios según el Modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006), se determinó que el sitio donde se construirá el Proyecto, tiene una Calidad Paisajística media-baja.

Cuadro 4.25. Criterios según el Modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006), para valorar la calidad paisajística, marcando en amarillo el criterio más adecuado para el sitio del Proyecto.

Elemento valorado	Calidad paisajística		
	Alta	Media	Baja
Morfología o topografía	Pendiente de más de 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes, fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	Pendientes entre 15 y 30%, estructura morfológica de modelado suave u ondulado.	Pendiente entre 0 y 15%, dominancia del plano horizontal visualizando ausencia de estructuras de contraste y jerarquía.
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y alimentación.	Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos (ganado)	No hay presencia de fauna nativa. Sobre pastoreo o crianza masiva de animales domésticos.
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona. Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.	Vegetación con un cubrimiento de suelo menor de 50%. Presencia de áreas con erosión, sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpo de agua, pero sin jerarquía visual.	Ausencia de cuerpos de agua.
Acción humana	Libre de actividades humanas estéticamente no deseadas.	La calidad escénica está modificada por menor grado por obras, no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada.
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas. Contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua.	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.
Singularidad o rareza	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	Característico, pero similar a otros de la región.	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.

En el **Cuadro 4.26** se describen cada elemento en detalle con fotografías de SA y el sitio del Proyecto. Analizando los elementos por separado, y de acuerdo a las condiciones que prevalecen en el sitio, las acciones que ejercen las actividades humanas son las que más influyen en la Calidad Paisajística, especialmente la infraestructura del complejo minero metalúrgico, que incluye las instalaciones de producción y caminos, lo cual reduce la calidad de la cuenca visual en todo el sitio del Proyecto.

Cuadro 4.26. Características visuales más destacadas, de los diferentes componentes paisajísticos de la cuenca visual en el SA y sitio del Proyecto.

Componente	Características visuales más destacadas	Especificaciones
Morfología y Topografía 	La topografía y morfología dentro del sitio del Proyecto se encuentra a altitudes de 1680 m s.n.m. a 1710 m s.n.m. En general, el terreno presenta pendientes de 15 a 20%.	La cuenca visual es dominada por la infraestructura del complejo minero metalúrgico.
Fauna  	Se detectaron algunas aves dentro del sitio del Proyecto, la mayoría adaptadas a condiciones de disturbio como el chorlo tildío (<i>Charadrius vociferus</i>), algunas rapaces como el aguililla cola roja (<i>Buteo jamaicensis</i>), cuervo común (<i>Corvus corax</i>) y de zopilote aura (<i>Cathartes aura</i>) Fue posible identificar la presencia de un nido inactivo en una instalación abandonada. Las instalaciones del complejo minero cuentan con estaciones fijas para el ahuyentamiento de avifauna del área operativa, reduciendo de esta manera su probabilidad de detección en el sitio.	La falta de vegetación dentro del Proyecto no favorece la permanencia o residencia de especies de fauna silvestre, excepto para fauna menor. Debido a la cercanía entre el sitio del Proyecto y la mancha urbana, fue posible detectar la presencia de especies domésticas como perros ferales (<i>Canis familiaris</i>), mismas que ocurren dentro de las instalaciones de la mina.

Cuadro 4.26. Características visuales más destacadas, de los diferentes componentes paisajísticos de la cuenca visual en el SA y sitio del Proyecto.

Componente	Características visuales más destacadas	Especificaciones
Vegetación 	El sitio del Proyecto presenta una vegetación escasa. La poca vegetación presente se encuentra en una pequeña ladera donde los individuos más comunes son: <i>Quercus oblongifolia</i> (Bellota de cochi), <i>Quercus arizonica</i> (encino blanco), <i>Prosopis velutina</i> (mezquite), <i>Baccharis linearis</i> (romerillo), herbáceas como <i>Bouteloua gracilis</i> (navajita común), <i>Bouteloua curtipendula</i> (banderilla), y <i>Asistida termnipes</i> (zacate araña). En el derecho de vía de los caminos y en las instalaciones, se observaron jardineras con algunos individuos de <i>Agave palmeri</i> (lechuguilla), <i>Pinus cembroides</i> (pino piñonero), <i>Populus fremontii</i> (álamo) y <i>Platanus wrightii</i> (álamo).	La mayor parte de la cuenca visual para el sitio del Proyecto está clasificada con uso de suelo como sin vegetación aparente, debido a los impactos generados por las actividades humanas. Sin embargo, al Noroeste y Sur de la cuenca visual para el SA es una zona mucho menos impactada con cobertura de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino.
Formas de agua 	Al poniente del SA se ubica la Sierra Elenita la cual presenta una red de drenaje de tipo radial con escurrimientos en diversas direcciones. En el SA el tipo de drenaje en esta subcuenca es sub-dendrítico donde los escurrimientos convergen al arroyo Cananea Vieja y a la cañada La Elisa las cuales confluyen con el arroyo Barrilito al Norte del SA. El arroyo El Barrilito contribuye al Nordeste de Cananea al arroyo El Riito, que es tributario del Río San Pedro. El SP se encuentra en las partes altas de la subcuenca Río Sonora-Arispe donde se inician los escurrimientos que forman más adelante el arroyo La Matanza.	La mayoría de estos arroyos sólo llevan agua en la temporada de lluvias o eventos fuertes de precipitación.

Cuadro 4.26. Características visuales más destacadas, de los diferentes componentes paisajísticos de la cuenca visual en el SA y sitio del Proyecto.

Componente	Características visuales más destacadas	Especificaciones
Acción humana 	La cuenca visual muestra una gran cantidad de elementos paisajísticos de origen humano: áreas operativas y de servicios del complejo minero y derecho de vía de líneas de transmisión eléctrica, de brechas y de caminos de acceso.	Los elementos que más destacan en la cuenca visual son los impactos generados en el Área Operativa y de servicios del complejo minero metalúrgico.
Fondo escénico 	Al Norte se encuentra el área impactada por la operación de la mina (ubicación de represas y ampliación de Tajo) y la cercanía de la ciudad de Cananea que se extiende hacia el Este del SA; mientras que hacia el Sur y Oeste está el límite de la Subcuenca R. Sonora-Arispe, así como áreas operativas y de servicios del complejo minero.	El paisaje circundante está influenciada por las acciones que ejercen las actividades humanas, por lo que reduce la calidad de la cuenca visual.
Variabilidad cromática 	Existe una variedad de colores y contrastes principalmente color gris, café y verde-azulado, por el suelo desnudo e impactado.	La variabilidad cromática depende mucho de la estacionalidad, hora de día y tiempo atmosférico. Para el sitio del Proyecto los colores son más homogéneos debido a las actividades de la mina.
Singularidad o rareza 	Por lo general el tipo de paisaje es típico por la región.	El paisaje es similar a los alrededores de la región dominada por lomeríos suaves. En su alrededor se observa una serie de montañas cubiertas de bosques de encino. El sitio del Proyecto es dominado por la actividad antrópica, específicamente por las actividades minero-metalúrgicas y el desarrollo de las actividades urbanas.

IV.4.5. Fragilidad visual del paisaje

La fragilidad es el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas acciones. Evaluar la fragilidad de un paisaje, es una forma de determinar la vulnerabilidad visual, la cual es lo contrario de la "capacidad de absorción visual", esta última es la habilidad que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones. Esto quiere decir que a mayor fragilidad o vulnerabilidad visual, corresponde una menor capacidad de absorción visual, y viceversa (SERNATUR, 2006). Los principales factores que se toman en cuenta para evaluar la fragilidad del paisaje son los aspectos biofísicos, de visualización y aquellos de tipo histórico-cultural. A continuación se describen cada uno de estos factores:

- i. **Factores biofísicos.** Derivados de los elementos característicos de cada punto; entran aquí las pendientes, orientación y vegetación, consideradas en diversos aspectos (altura, densidad, variedad cromática, estacionalidad). La integración de estos factores dan lugar a un único valor que mide la fragilidad visual de un punto.
- ii. **Factores de visualización:** Derivados de la configuración del entorno de cada punto; entran aquí los parámetros de cuenca visual o de superficie vista desde cada punto, tanto en magnitud como en forma y complejidad. Todos estos parámetros se agregan a un único valor que mide la fragilidad visual del entorno del punto.
- iii. **Factores históricos-culturales:** Tienden a explicar el carácter y formas de los paisajes, en función del proceso que los ha producido y son determinantes de la compatibilidad de forma y función de futuras actuaciones con el medio (SERNATUR, 2006).

En el **Cuadro 4.27** se presenta el modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006), que contempla el análisis y clasificación del paisaje o porciones de él, en función de sus principales componentes, divididos en factores: a) biofísicos, b) visualización, c) singularidad y d) accesibilidad.

La fragilidad del paisaje del sitio del Proyecto, es alta, lo que representa una baja capacidad visual, dado el excesivo contraste entre los elementos visuales de la actividad minera y los elementos del entorno natural, destacando más los de origen antrópico. La forma de la cuenca visual en el terreno es irregular.

Cuadro 4.27. Criterios según el Modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006), para valorar la fragilidad paisajística, marcando en amarillo el criterio más adecuado para el área del sitio del Proyecto.

Factores	Elementos de influencia	Fragilidad		
		Alta	Media	Baja
Biofísicos	Pendiente	Pendientes de más de un 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización.	Pendientes entre 15 y 30%, terrenos con modelados suaves u ondulados.	Pendientes entre 0 y 15%, terrenos con plano horizontal de dominancia visual.
	Densidad (Vegetación)	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia estrato herbácea.	Cubierta vegetal discontinua. Dominancia de estrato arbustivo o arbórea aislada.	Grandes masas boscosas. 100% de ocupación del suelo.
	Contraste (Vegetación)	Vegetación monoespecífica, escasez vegetación, contrastes poco evidentes.	Diversidad media de especies, con contrastes evidentes pero no sobresalientes.	Alto grado en variedad de especies, contrastes fuertes, gran estacionalidad de especies.
	Altura (Vegetación)	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 m de altura.	No hay gran altura de las masas (10 m), baja diversidad de estratos.	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m.
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter cercano o próxima (0 a 1,000 m). Dominio de los primeros planos.	Visión media (1,000 a 4,000 m). Dominio de los planos medios de visualización.	Visión de carácter lejano o a zonas distantes mayor a 4,000 m.
	Forma de la cuenca visual	Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual.	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías.	Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas.
	Compacidad	Vistas panorámicas, abiertas. El paisaje no presenta elementos que obstruyan los rayos visuales.	El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en un bajo porcentaje.	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombra o menor incidencia visual.
Singularidad	Unidad de paisaje	Paisajes singulares, notables con riqueza de elementos únicos y distintivos.	Paisaje de importancia visual pero habitual, sin presencia de elementos singulares.	Paisajes comunes, sin riqueza visual o muy alterada.
Accesibilidad	Visual	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles.	Baja accesibilidad visual, vistas repentinas, escasas o breves.

Fragilidad alta: Baja capacidad de absorción visual.

Fragilidad media: Capacidad de absorción visual moderada.

Fragilidad baja: Alta capacidad de absorción visual.

Las obras circundantes, principalmente hacia el Oeste y Norte por la actividad del Tajo y hacia el Cur por la operación de la Concentradora I, mientras que hacia el Este la cuenca visual es abierta, destacando la ciudad de Cananea; así mismo, los elementos naturales (vegetación secundaria y sierras) sólo sobresalen a larga distancia, principalmente al Norte con la Sierra La Mariquita y al Oeste con la Sierra la Elenita.

El Proyecto, será moderadamente visible dentro de la cuenca visual, debido al grado de apertura por las perturbaciones provocadas por las actividades mineras en el área.

En conclusión, analizando los factores y características de la cuenca visual, calidad paisajística y fragilidad, se puede determinar que el Proyecto, afectará moderadamente el factor paisaje al largo plazo. Para mitigar el efecto negativo debido a la calidad del paisaje, se recomiendan el uso de material con colores grises y evitar colores muy contrastantes que no existen en el paisaje.

IV.5. Medio Socioeconómico

IV.5.1. Demografía

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 realizado por el INEGI, la Heroica Ciudad de Cananea cuenta con una población total de 32,936 habitantes, de los cuales 16,415 son hombres y 16,521 son mujeres, con una densidad de población de 14 habitantes por kilómetro cuadrado. Según la CONAPO (2015), se estima que para el 2020 en la Heroica Ciudad de Cananea habrá un incremento poblacional del 4.42%, mientras que para el 2030 será de 8.11%, con respecto al número actual de habitantes.

A partir de un análisis demográfico comparativo del año 2000 al 2010, se pueden observar cambios en las estructuras de edad. En el año 2000 (**Figura 4.39**) se mantenía una fecundidad elevada mientras que disminuía la esperanza de vida de la población en edad avanzada. Para el año 2010 se rompe el círculo del crecimiento demográfico acelerado, disminuye la población infantil y aumenta la población senescente, especialmente los grupos de edad de entre 80 años y más (**Figura 4.40**). En esta comparativa se puede apreciar una disminución de la población de 20 a 34 años, que es donde se encuentra la mano de obra más

joven y donde se reproduce la familia. Esto se debe probablemente a que la población más joven decide migrar hacia los Estados Unidos en busca de mejores oportunidades de vida.

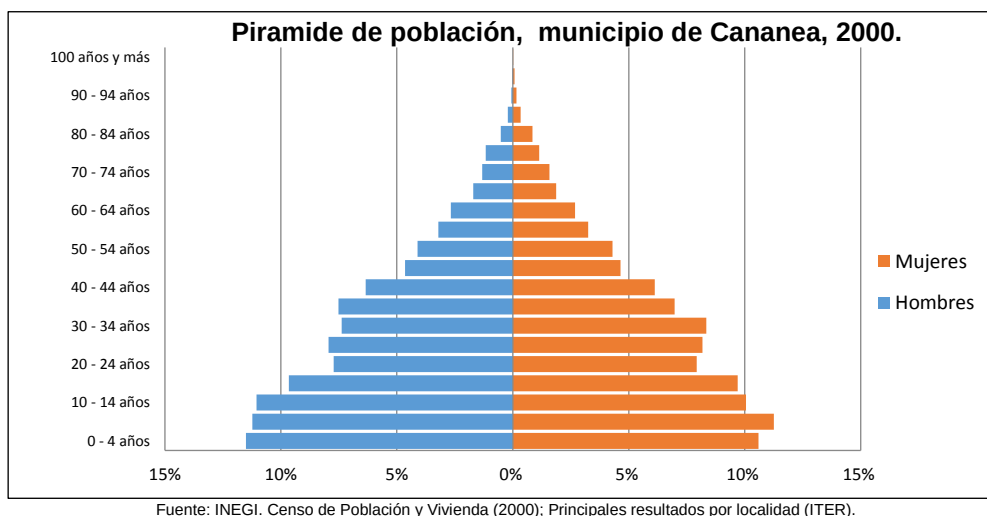


Figura 4.39. Pirámide poblacional por rango de edad para el municipio de Cananea, Sonora, en el año 2000.

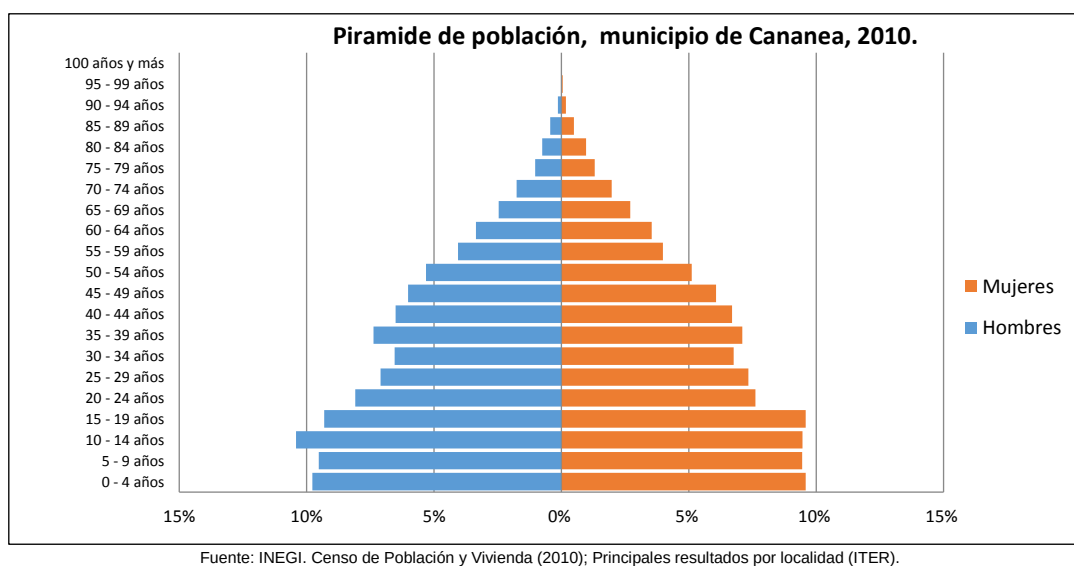


Figura 4.40. Pirámide poblacional por rango de edad para el municipio de Cananea, Sonora, en el año 2010.

IV.5.1.1. Economía y empleo

Un elemento que permite calificar a la población es su inserción dentro de la economía. De esta manera en el **Cuadro 4.28** se proporciona información sobre la población económicamente activa (PEA) e inactiva (PEI) respecto a la población total de la localidad Heroica Ciudad de Cananea. A partir de ello, se aprecia que del total de la población que está en edad de trabajar, el 46.69% se encuentra activa y el 53.31% inactiva. De acuerdo con el INEGI (2010), la PEA se refiere a las personas de 12 años y más que realizan algún tipo de actividad (población ocupada) o que buscan incorporarse algún tipo de empleo (población desocupada), mientras que en la población económicamente inactiva (PEI) quedan comprendidos todos aquellos individuos que dedican su tiempo a actividades como estudiar o quehaceres del hogar, pero sin realizar actividad alguna conducente a generar bienes o servicios para el estado (INEGI, 2002b).

Cuadro 4.28. Población económicamente activa (PEA) e inactiva (PEI) en la localidad de referencia del SA

Localidad	PEA	PEI	Población total en edad de trabajar
Municipio de Cananea			
Heroica Ciudad de Cananea	11277	12874	24151

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

En relación a lo anterior, la PEA ocupada en la Heroica Ciudad de Cananea representa el 90.3%, mientras que el 9.7% corresponde a la población desocupada (**Figura 4.41**). De acuerdo con el INEGI (2010), la población ocupada se enfoca en un 2.42% al sector primario (actividades primarias), el 44.02% al sector secundario (industria), el 51.45% al sector terciario (servicios) y el 6.95% a ninguna actividad específica.

Desde una perspectiva estatal, Sonora aporta el 2.6% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional, desarrollándose principalmente en el sector terciario correspondiente a servicios. Las actividades con una mayor aportación al PIB estatal es la industria manufacturera (19.87%), comercio, restaurantes y hoteles (17.56%), y los Servicios financieros e inmobiliarios (12.16%),

esto de acuerdo al Sistema de Cuentas Nacionales de México (INEGI, Producto Interno Bruto por Entidad Federativa, 2005-2009).

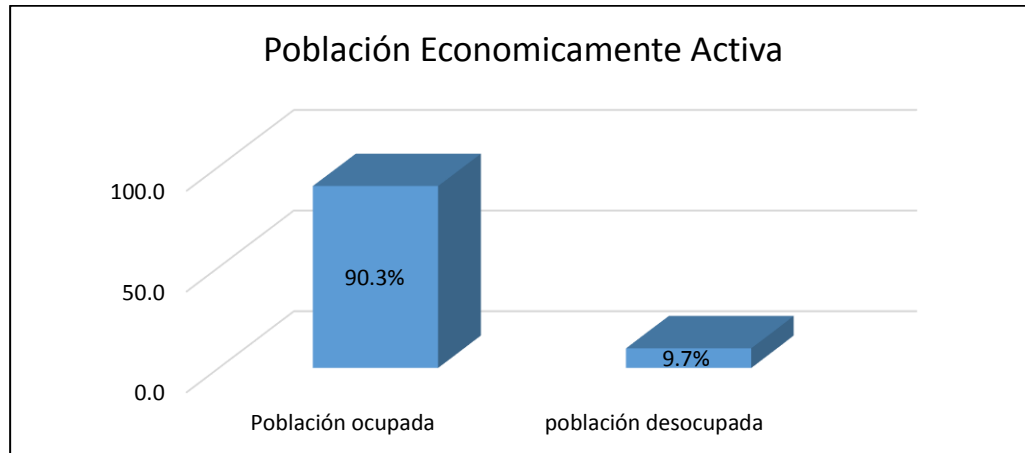


Figura 4.41. Población ocupada y desocupada en la Heroica Ciudad de Cananea.

IV.5.1.2. Marginación

La marginación es un fenómeno multidimensional y estructural originado, en última instancia, por el modelo de producción económica expresado en la desigual distribución del progreso, en la estructura productiva y en la exclusión de diversos grupos sociales, tanto del proceso como de los beneficios del desarrollo (CONAPO, 2011). De acuerdo con INEGI, los indicadores para medir el índice y grado de marginación de un municipio son el total de población, el nivel de alfabetismo y los servicios disponibles en cada una de las viviendas.

Por su parte, la CONAPO (2010) indica que el índice y grado de marginación es una medida que permite diferenciar entidades federativas, municipios y localidades según el impacto global de las carencias que padece la población, como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas y la percepción de ingresos monetarios insuficientes. Con base en esto, el grado de marginación para el municipio de Cananea donde se ubica el Sistema Ambiental es muy bajo, lo que significa un nivel deseable en comparación con otros municipios del estado de Sonora (**Figura 4.42**).

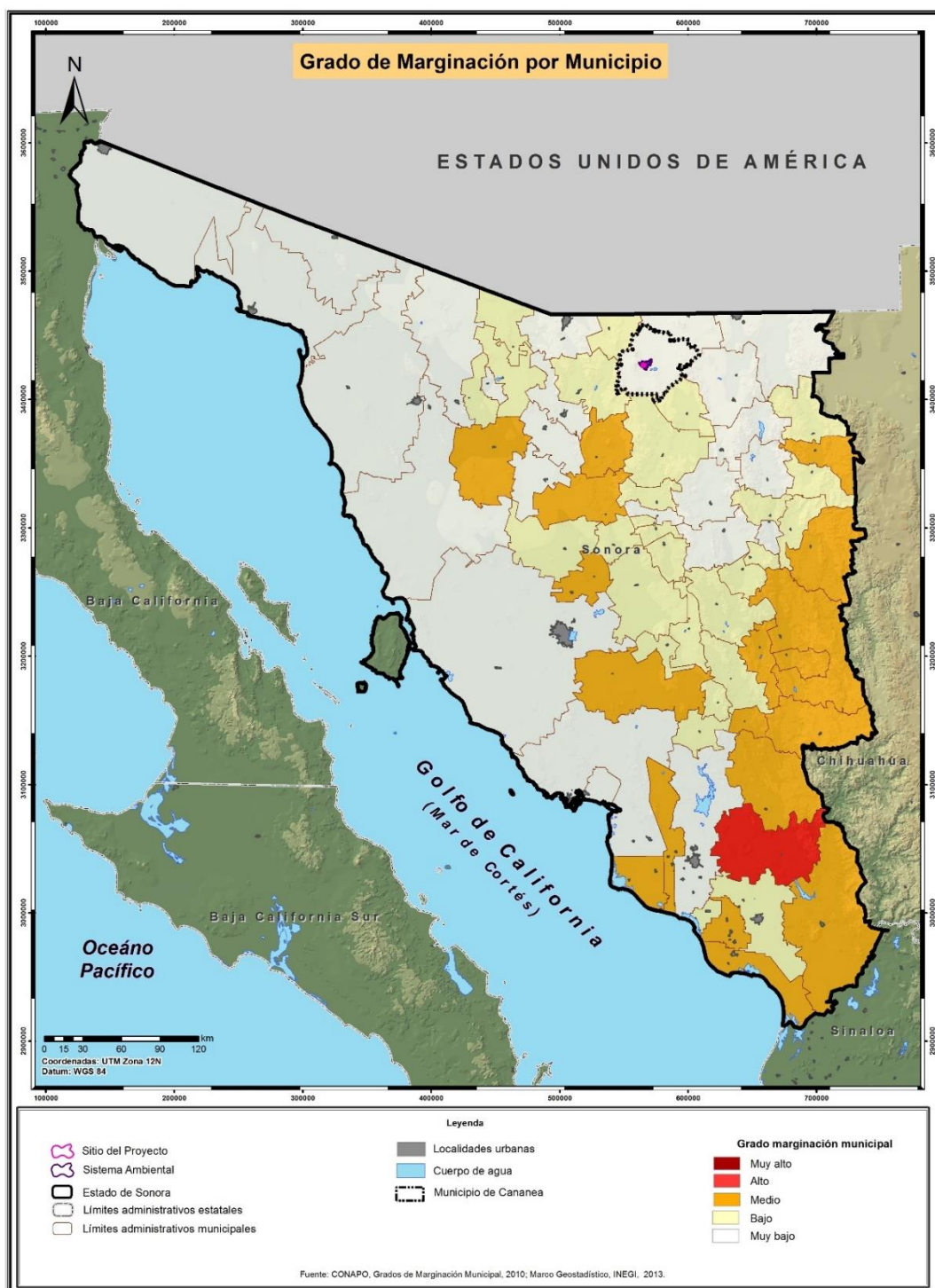


Figura 4.42. Grado de marginación por municipio del estado de Sonora, con relación al SA y sitio del Proyecto.

Al igual que en el municipio, en la localidad Heroica Ciudad de Cananea el grado de marginación es muy bajo, esto debido a que es la cabecera municipal donde se concentran los servicios elementales como energía eléctrica, agua entubada y una variedad de escuelas de nivel básico y superior, además de la importancia minera que ha adquirido a nivel nacional y de la posición geográfica con respecto al límite fronterizo de los Estados Unidos de América (**Cuadro 4.29**).

Cuadro 4.29. Indicadores socioeconómicos, índice y grado de la ciudad de Cananea.

Indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación	
Población total	31,560
Viviendas particulares habilitadas	8,587
% Población de 15 años o más analfabeta	1.23
% Población de 15 años o más sin primaria completa	8.42
% Viviendas particulares habitadas sin excusado	1.06
% Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	0.85
% Viviendas particulares habitadas sin disponibilidad de agua entubada	0.95
Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	0.77
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	1.09
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	3.18
Índice de marginación	-1.5391
Grado de marginación	Muy bajo
Índice de marginación escala 0 a 100	2.4335
Lugar que ocupa en el contexto nacional	106131
Lugar que ocupa en el contexto estatal	1969

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010; y Consejo Nacional de Población, CONAPO, 2010.

IV.5.1.3. Servicios de Salud

La atención médica es prestada a la población de la Heroica Ciudad de Cananea por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y el Seguro Popular, este último está encargado de prestar el servicio a la población no derechohabiente que no se encuentra afiliada a ninguna institución de salud pública. En el **Cuadro 4.30** y la **Figura 4.43** se presenta la población

derechohabiente por institución de salud pública, así como la población no derechohabiente respecto a la población total de la localidad de referencia del SA. Aquí se observa que, del total de la población derechohabiente, 9,624 habitantes los concentra el IMSS, 7,434 el Seguro Popular, y 1,850 el ISSSTE. Esto revela, en el caso de los afiliados al IMSS, la inserción laboral de personas a empresas privadas bajo un esquema de aportaciones obrero-patronales, en tanto, el número de afiliados al Seguro Popular indica las personas que no cuentan con un trabajo bajo un régimen asalariado. Es de destacar que de la población total, 6,232 habitantes no se encuentran registrados como derechohabientes a algún servicio de salud pública.

Cuadro 4.30. Población usuaria de los servicios médicos de las instituciones públicas del sector salud por régimen e institución, en la localidad de referencia del SA.

Localidad	Población derechohabiente					Población total en la localidad
	IMSS	ISSSTE	Seguro popular	Otros	Población NO derechohabiente	
Municipio de Cananea						
Heroica Ciudad de Cananea	9,624	1,850	7,434	6,420	6,232	31,560

Fuente: INEGI. Datos por Localidad (Integración Territorial), Censo de Población y Vivienda 2010

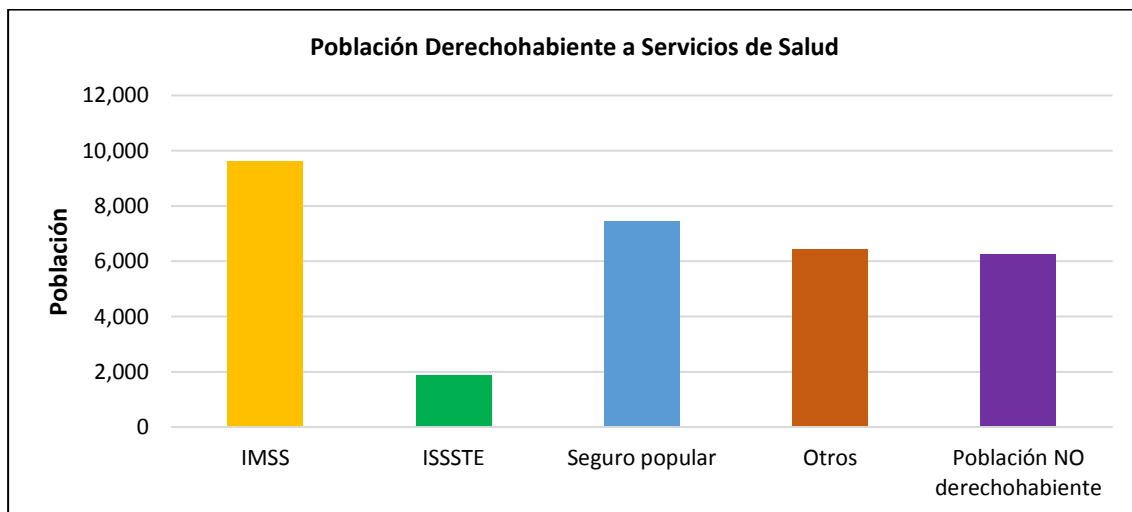


Figura 4.43. Proporción de la población derechohabiente por Institución Pública de Salud, en la localidad de referencia del SA.

IV.5.1.4. Servicios de Educación

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, el grado promedio de escolaridad para la Heroica Ciudad de Cananea es de 9.78 años de estudio, lo que representa un nivel escolar regular. De esta manera, de cada 100 habitantes mayores de 15 años, 2 no saben leer y ni escribir, mientras que 2 de cada 100 personas mayores de 6 años no asisten a la escuela. En el **Cuadro 4.31** se presenta el grado promedio de escolaridad para la localidad de referencia del SA.

Cuadro 4.31. Grado promedio de escolaridad en la localidad Heroica Ciudad de Cananea.

Localidad	Grado promedio de escolaridad
Heroica Ciudad de Cananea	9.78

Fuente: INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2010.

IV.5.2. Factores socioculturales

Según el Censo de Población y Vivienda 2010 realizado por INEGI, la Heroica Ciudad de Cananea cuenta con una población de 27,155 habitantes de religión católica, 3,182 de religiones protestantes, evangélicas y bíblicas, y 866 habitantes no cuentan con alguna religión.

Entre las fiestas populares de la localidad de referencia se encuentran la Feria del Cobre, llevada a cabo del 1° al 15° de junio. Se le llama así por que entre las artesanías que se realizan dentro del municipio se encuentra la elaboración de diversos objetos de cobre: ceniceros, pisapapeles, escudos, etc. Los alimentos típicos son la machaca, el menudo, caldo de queso y el cocido; así como el dulce de membrillo y el cubierto de calabaza. La bebida de tradición es el Bacanora.

IV.6. Diagnóstico ambiental

Con base en todo lo antes expuesto en este capítulo, se analizan enseguida los principales componentes físicos, bióticos y socioeconómicos del sitio del Proyecto y SA, haciendo énfasis en el grado de conservación mediante un análisis de valoración de los

diferentes componentes y sus capacidades de asimilar probables impactos ambientales (homeostasis y resiliencia). En general, se puede mencionar que existen diversos agentes de presión sobre el SA, tales como la presencia de actividad humana, que lleva consigo acciones como el establecimiento de infraestructura, apertura y ampliación de caminos, entre otros.

IV.6.1. Integración e interpretación del inventario ambiental

Para describir ampliamente el diagnóstico ambiental, es necesario realizar una breve descripción de aquellos componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos que se presentan en el SA y el sitio del Proyecto.

IV.6.2. Descripción del Sistema Ambiental.

Los factores meteorológicos tienen un papel fundamental para una región en particular. En el SA, se determinó solo un tipo de clima BS₁kw(x'), que es clasificado como semiárido templado, con una temperatura media anual entre 12°C y 18°C. El promedio de la precipitación es entre 510 y 604 mm y los meses con mayor precipitación son julio y agosto. En zonas donde la cobertura vegetal es dominada por bosques, el clima se caracteriza como templado con mayor precipitación, mientras en los sitios de pastizal domina el clima árido. Los vientos dominantes presentan direcciones preferenciales de Suroeste-Sureste (hacia el Norte) en la mayoría del año. Solamente en los meses de julio y agosto, la dirección dominante del viento es Norte (hacia el Sur).

En cuanto al relieve y la geomorfología, el SA y el sitio del Proyecto, se encuentran ubicados dentro de la Subprovincia "Sierras y Valles del Norte", siendo ésta parte de la Provincia "Sierra Madre Occidental", respectivamente. Esta Subprovincia está caracterizada por sierras separadas por amplios valles paralelos con orientación Norte-Sur. Las características morfológicas de la zona periférica al poblado de Cananea, se describen como un amplio y extenso valle con orientación Norte-Noreste hacia Sur-Suroeste, este valle tiene aproximadamente 45 km de largo y 34.4 km de ancho en la parte más amplia. Circundando al valle del Río San Pedro, se encuentran varias sierras con una dirección Norte-Sur y en algunos casos con dirección Noroeste-Sureste. En el SA se encuentra una unidad geomorfológica denominada Sierra Alta, caracterizada por un conjunto de sierras con elevaciones de 1500 a

2500 m s.n.m.. El sitio del Proyecto presenta características topográficas que equivalen a un terreno de planicie y lomeríos con pendientes de 15% a 20%.

Las unidades geológicas de edad Cenozoica están representadas por rocas ígneas intrusivas que se encuentran principalmente hacia la porción Oeste y en la porción central del SA. El SA presenta escasas probabilidades de riesgo por sismo, ya que se ubica dentro de la zona asísmica, donde el riesgo de daños es de nulo a escaso. De igual manera, el sitio no tiende a inundarse debido a la baja pluviosidad de la zona. Al Este del SA existe una parte del terreno que todavía no está afectada por las actividades mineras. En este sitio se encuentra el suelo Phaeozems.

El SA se ubica en el límite de la cuenca hidrológica Bacanora-Mejorada (RH07A) con la cuenca hidrológica R. Sonora (RH09D) la cual es la segunda más grande dentro de la RH 9. El SA se encuentra en la parte alta de la subcuenca hidrológica Río Sonora-Arispe (Rh09Dc) donde a lo largo de la subcuenca se distingue el Río Sonora, que es el principal arroyo de la subcuenca. Esta subcuenca cuenta con un área de captación de aproximadamente 2296.52 km²; donde nacen en las cercanías de Cananea los tributarios arroyos La Matanza, La Mexicana, Los Corrales y La Bombita. Estos arroyos vierten sus caudales hacia el Sur-Sureste donde la presa de jales intercepta sus caudales. Aguas abajo de la presa de jales, siguen su curso hasta unirse con otros afluentes de la subcuenca para formar el Río Sonora el cual pasa por la población de Bacoachi y cerca del poblado de Arizpe se une con el arroyo Bacanuchi. Estos afluentes presentan características torrenciales debido a las pendientes en la topografía en que se encuentran. El SP se encuentra en las partes altas de la subcuenca Río Sonora-Arispe donde se inician los escurrimientos que forman más adelante el arroyo La Matanza.

No existen cuerpos continentales en el SA. Los cuerpos de agua identificados como repesos, fueron construidos como parte del complejo minero metalúrgico. Están asociados al proceso de lixiviación en terreros, alimentando de solución rica (con valores de cobre) a las plantas ESDE I y ESDE II. Además, se distingue al depósito de jales, en donde se manejan y recirculan importantes volúmenes de agua del proceso de la Concentradora de Cobre I.

El SA está cubierto por un 47.61% sin vegetación aparente donde incluye áreas impactadas y repesos, zona urbana (47.81%), y un menor porcentaje de vegetación

secundaria arbustiva de bosque de encino (4.04 %) y de pastizal natural (0.54). De las áreas sin vegetación aparente, la mayoría es ocupada por actividad minera, a pesar de esto, existen pequeños manchones de vegetación, la mayoría árboles del género *Quercus* y *Propopis* y algunas herbáceas. Se registraron 20 especies, pertenecientes a 9 familias botánicas. Las familias que destacaron fueron: Poaceae y Fagaceae. En el sitio del Proyecto, no se encontraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para el municipio de Cananea, se cuenta con inventarios faunísticos derivados de trabajo de campo cercanos al sitio del Proyecto y áreas aledañas. De acuerdo a la literatura disponible, a nivel Sistema Ambiental se tiene un registro bibliográfico de 47 familias, distribuidas en 83 géneros y 98 especies, las cuales se distribuyen en 5 especies de anfibios, 19 de reptiles, 56 de aves y 18 de mamíferos. Para el sitio del Proyecto, la creciente expansión que experimenta el complejo minero por ampliación de obras y habilitación de áreas para infraestructura, ha traído como consecuencia el desplazamiento casi total de especies de fauna debido a la ejecución permanente de operaciones. Por ello, de manera particular en el sitio del Proyecto, no se obtuvo registro de ejemplares de fauna silvestre. No obstante, la vegetación presente en algunas áreas adyacentes al mismo permite el avistamiento ocasional de aves y mamíferos. En las aves, se observó que algunas especies se han adaptado a condiciones de disturbio, como el chorlo tildío (*Charadrius vociferus*), algunas rapaces como el aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), cuervo común (*Corvus corax*) y de zopilote aura (*Cathartes aura*). A nivel SA, se tiene registro de: *Geococcyx californianus*, *Callipepla squamata*, *Bubo virginianus*, *Falco sparverius*, *Circus cyaneus* y algunas con estatus de Protección especial (Pr) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 como *Parabuteo unicinctus*, *Accipiter cooperi*.

El sitio del Proyecto se encuentra muy cerca de la mancha urbana y por esto, fue posible detectar la presencia de especies domésticas como perros ferales (*Canis familiaris*), mismas que ocurren dentro de las instalaciones de la mina. Con base en los registros bibliográficos, se incluyen especies como el tlacuache (*Didelphis virginiana*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), zorrillo narigón (*Conepatus leuconotus*), mapache (*Procyon lotor*), y mamíferos de talla grande como coyotes (*Canis latrans*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). A pesar de que el sitio cuenta con algunas obras de infraestructura

vieja que pudieran servir como refugio temporal de mamíferos voladores y pequeños roedores, no se detectaron indicios de actividad, pero la literatura disponible menciona la distribución potencial de algunos murciélagos del género *Myotis* sp. y *Tadarida brasiliensis*, así como de roedores del género *Peromyscus* sp. y *Neotoma* sp., todas estas no incluidas en alguna categoría de protección.

La cuenca visual del Proyecto es abierta y limitada. Abierta de lado Norte donde se localiza el área de ampliación del Tajo, terreros, tepetateras, repesos y la ciudad de Cananea que se extiende hacia el Este, mientras que hacia el Sur y Oeste se observa la Subcuenca R. Sonora-Arispe, así como áreas operativas de la mina (Concentradora I de Cobre). La cuenca visual muestra un mosaico muy impactado por la infraestructura minera. El fondo escénico al Norte y Oeste de la cuenca visual, muestra la Sierra La Mariquita. El paisaje circundante al Oeste de la cuenca visual, especialmente las montañas, aumentan la calidad de la cuenca visual, y tiene importancia visual, sin embargo este paisaje no es único, en la escala regional del sitio del Proyecto existen paisajes parecidos. Analizando todos estos factores y componentes, el paisaje del sitio donde se construirá el Proyecto tiene una Calidad Paisajística media-baja y una fragilidad baja.

Demográficamente, el sitio del Proyecto se encuentra dentro del municipio de Cananea, ubicado al Norte del estado de Sonora, el municipio cuenta con una población total de 32,936 habitantes registrados en el año 2010, de los cuales 16,1415 son hombres y 16,521 son mujeres. El municipio de Cananea presenta un índice de marginación de -1.8847, catalogándose como muy bajo. La población ocupada representa el 90.3%, mientras que 9.7% corresponde a la población desocupada, esto en relación a la población total dentro del municipio. La población ocupada se enfoca en un 2.42% al sector primario (actividades primarias), el 44.02% al sector secundario (industria), el 51.45% al sector terciario (servicios) y el 6.95% a ninguna actividad específica.

En el **Cuadro 4.32** se muestran los diferentes componentes del SA por separado y se describen sus características más destacadas.

Cuadro 4.32. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental (SA), descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
Clima	El clima está determinado por varios factores, entre los que se encuentran la altitud sobre el nivel del mar, la latitud geográfica, las diversas condiciones atmosféricas y la distribución existente de tierra y agua. Los elementos del clima (precipitación, evaporación, temperatura, viento) tienen una gran influencia a los componentes del SA, como se presentan en el tipo de vegetación, en el desarrollo y humedad de suelo o en la manera de escurrimiento provocando una erosión (eólica o hídrica) más o menos significativa. Diferentes servicios ambientales pueden variar en función de los factores que determinan el clima. La regulación del clima de los ecosistemas corresponde a un servicio ambiental muy importante, ya que la mayor parte de los componentes de cualquier ecosistema son sensibles a las condiciones climáticas. Un cambio en la cobertura vegetal puede provocar alteraciones en el microclima; una remoción de la cobertura vegetal provoca cambios de los patrones energéticos (el flujo latente y sensible) y el albedo (Chapin <i>et al.</i> , 2002). Estos cambios se pueden mostrar por un aumento de temperatura y reducción de precipitación.	El cambio de uso de suelo (CUS) que se ha dado en el SA, debido a las actividades humanas, entre ellas los asentamientos humanos y las actividades mineras, pueden haber provocado cambios en el microclima, debido a una alteración de flujos de masa y energía. Podría presentarse también un aumento de temperatura y reducción de la precipitación a escala local, debido a la disminución en la transpiración y al aumento drenaje por no retenerse al disminuir la cubierta vegetal. Sin embargo, el desarrollo del Proyecto será en una superficie con un impacto previo por la actividad minera histórica, por lo que no provocará cambios en el micro y mesoclima del SA.
Relieve y geomorfología	Las unidades geológicas y el desarrollo tectónico del sitio determinan la imagen paisajística con las diferentes topoformas geomorfológicas y el relieve las cuales en combinación con los elementos climatológicos influyen en el nivel de erosión hídrica y eólica. En caso de precipitaciones máximas se pueden generar aumentos en la escorrentía de forma turbulenta y según el material geológico el volumen arrastrado. Para mitigar el efecto de erosión hídrica, la vegetación juega un rol importante. En zonas donde la densidad vegetal es mayor, la erosión del suelo por el agua es menor.	Dentro del SA se observa una amplia actividad minera y debido a esta actividad, existen áreas donde la vegetación es nula, por lo que la tasa de erosión hídrica y eólica se ha incrementado. Adicionalmente, las actividades antrópicas tanto en el complejo minero como en la cabecera municipal de Cananea, han provocado una fuerte modificación en el relieve y geomorfología, con tendencia a la nivelación del terreno.
Suelo	Las propiedades del suelo tienen una gran influencia en diferentes controles de procesos ecológicos. Este recurso juega un rol muy importante en los ciclos de carbono, nitrógeno y agua; y es importante para el crecimiento de vegetación. (Chapin <i>et al.</i> , 2002).	La principal afectación es provocada por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) por las actividades mineras y disminución de la cobertura forestal. Dentro del SA y sitio del Proyecto, es nula la presencia de factores bióticos como son vegetación y fauna, además de no

Cuadro 4.32. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental (SA), descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
	Las acciones humanas influyen directamente en este recurso, pues el uso agropecuario, uso de fertilizantes, la irrigación y el cambio de uso de suelo, pueden provocar cambios en sus propiedades. Los procesos de erosión eólica (temporada de sequía) e hídrica (temporada de lluvias torrenciales), clima, topografía, vegetación y características particulares del tipo y uso del suelo, determinan su vulnerabilidad.	presentar escorrentías naturales y una afectación visible al suelo, como consecuencia de los procesos ejecutados desde hace algunas décadas. Estos impactos pueden considerarse como residuales, principalmente al suelo en sus características físicas y químicas. El desarrollo del Proyecto será en una superficie reducida respecto a la superficie del SA (1.48 %), por lo que no provocara afectaciones importantes en el suelo del SA, ya que, como se mencionó anteriormente, se desarrollara en un área donde años atrás fue un sitio utilizado para la construcción y operación minero metalúrgica del complejo, misma que dejó de operar hace 40 años aproximadamente por lo que el uso de suelo es considerado como industrial.
Hidrología superficial	Las condiciones climatológicas y geológicas del sitio determinan los patrones de drenaje y los caudales de los escurrimientos. Cualquier modificación en las características geomorfológicas y del relieve que sea de forma natural o por acciones humanas influye en los patrones y caudales. Disturbios ocasionados por la actividad humana afectan la cantidad y/o calidad del escurrimiento, tales como procesos como el cambio de uso de suelo (infiltración y escurrimientos), construcción de viviendas (abastecimiento y aguas residuales), nivelación de terrenos y pavimentación (escurrimientos), entre otros.	En el sitio del Proyecto no existen arroyos. Todos los escurrimientos se confluyen al Este del SA donde se conforman el arroyo La Matanza el cual descarga su caudal en la presa de Jales. Evidencia de eventos fuertes o torrenciales se muestran cerca del sitio del Proyecto, con cárcavas en el suelo o laderas. Los Jales descargan al Sureste del sitio del Proyecto. El diseño y construcción de las obras de drenaje adecuadas mitigarán este efecto.
Hidrología subterránea	Los acuíferos constituyen una fuente de agua muy importante para concentraciones humanas e industriales, especialmente en zonas áridas y semiáridas; asimismo, el agua constituye un soporte a los ecosistemas naturales. A medida que una población o la industria crece y el uso de suelo se hace más extenso, se incrementa la demanda de fuentes alternas de agua. Por esta razón es importante un manejo sustentable, y se tiene que mantener la recarga de acuíferos, así como la buena calidad del agua y evitar que se contamine. Las principales fuentes de contaminación son las aguas	El aprovechamiento del agua subterránea en la región se ha incrementado, pasando de 5 Mm³ en 1944 a 32.6 Mm³ en la actualidad, siendo la actividad minera la principal usuaria del recurso hidráulico subterráneo. Sin embargo, parte del Proyecto, no implicará el consumo de agua de pozos, dado que se utilizará agua de proceso que reutiliza la empresa en circuitos cerrados.

Cuadro 4.32. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental (SA), descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
	residuales municipales, aguas residuales industriales y la agricultura (uso de fertilizantes y pesticidas).	
Vegetación y uso de suelo	El tipo de vegetación es uno de los componentes más importante de un ecosistema. Varios procesos ecológicos y biológicos dependen de este recurso, presentando un papel importante en la regulación de clima, retención de suelo y regulación de ciclos de agua, nitrógeno, carbono, entre otros (Chapin <i>et al.</i>, 2002). Por otro lado, la vegetación es usada como materia prima para la generación de energía, material para la construcción, alimento y forraje para animales domésticos. Finalmente, este recurso es un elemento clave en el contexto de los bienes y servicios ambientales que puede ofrecer un ecosistema.	La cobertura vegetal en gran parte del SA ha sido transformada en ciertas áreas debido al sobre aprovechamiento y/o eliminación parcial o total para actividades mineras. El uso inadecuado de este recurso ha provocado varios problemas ambientales e influye de manera importante en la calidad del SA, que se muestra con suelos degradados, pérdida de biodiversidad, ausencia de especies nativas y presencia de especies invasoras arbustivas. El sitio del Proyecto presenta una baja naturalidad por suelos desnudos y una vegetación dañada, así como alteraciones en la topografía y movimientos de suelo por la construcción de las áreas operativas y de servicios. Sin embargo, en algunas áreas es visible la presencia de especies arbustivas y arbóreas (<i>Prosopis velutina</i> (mezquite), <i>Quercus oblongifolia</i> (bellota de cochi) y <i>Baccharis linearis</i> (romerillo)) en estado de deterioro, ninguno de ellos listado en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dentro del SA existe una amplia dinámica antrópica, por lo que la superficie es mayormente ocupada por obras y actividades propias de la industria minera, sin embargo, en algunas superficies al Norte y Sureste del SP se observan algunos manchones de vegetación que corresponden a secundaria arbustiva de Bosque de Encino. El desarrollo del Proyecto, no afectara este factor, no obstante la Promovente durante la etapa de abandono del sitio realizara como medida de compensación la restauración y revegetación del SP con especies de la región, esto con la finalidad de reestablecer algunos de los servicios ambientales del ecosistema, así como aumentar la calidad paisajística de la región.

Cuadro 4.32. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental (SA), descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
Fauna	La presencia de fauna silvestre depende mucho de la cobertura vegetal, tipo de uso de suelo y calidad de su hábitat natural. Características como presencia, composición, diversidad y abundancia, son indicadores de la calidad de un ecosistema. Los disturbios humanos (cacería, fragmentación del paisaje, destrucción del hábitat natural y competencia con animales domésticos) afectan directamente e indirectamente la presencia de la fauna silvestre.	La creciente expansión que experimenta el complejo minero por ampliación de obras y habilitación de áreas para infraestructura, ha traído como consecuencia el desplazamiento casi total de especies debido a la ejecución permanente de operaciones. Por ello, de manera particular en el sitio del Proyecto no se obtuvo registro de ejemplares de fauna silvestre. No obstante, la vegetación presente en algunas áreas adyacentes al mismo permite el avistamiento ocasional de ejemplares, particularmente de aves y mamíferos. Por ello, para este factor ambiental NO se detectaron impactos que sean producto de la construcción y operación del Proyecto.
Paisaje	El paisaje se puede identificar como el conjunto del medio, contemplando éste como un indicador y síntesis de las interrelaciones entre los elementos inertes (rocas, agua, aire) y vivos (flora, fauna y humano). Existen diferentes tipos de contaminantes paisajísticos: los físicos y biológicos, es decir, todas aquellas acciones que indirectamente interfieren desfavorablemente con el sentido de la vista del ser humano, afectando principalmente la visibilidad o calidad paisajística (Conesa, 2010). Por otro lado, existen disturbios directos en forma de modificación del paisaje, que afectan la naturalidad o singularidad, como es el cambio de uso de suelo, cambios topográficos, modificación del recurso agua, introducción de nuevas estructuras, obras de ingeniería, ruidos continuos, materiales y colores inadecuados, entre otros (Conesa, 2010).	El SP es dominado por la actividad antrópica, específicamente por las actividades minero-metalúrgicas y el desarrollo de las actividades urbanas aledañas al mismo, ya que la ciudad de Cananea es ubicada al Este del SA, además esta superficie carece de cobertura vegetal y de la existencia de cuerpos superficiales de agua, por lo que la fragilidad visual en esta área es determinada como Baja dados sus elementos externos (antrópicos) con poca capacidad de absorción visual y escasa variabilidad cromática. En lo que respecta a la calidad paisajística esta puede determinarse de media-baja, ya que la cuenca visual en el SA es delimitada por las obras circundantes, principalmente hacia el Oeste y Norte por la actividad del Tajo y hacia el sur por la operación de la Concentradora I y su presa de jales, mientras que hacia el Este la cuenca visual es abierta, destacando la ciudad de Cananea; así mismo, los elementos naturales (vegetación secundaria y sierras) solo sobresalen a larga distancia, principalmente al Norte con la Sierra La Mariquita y al Oeste con la Sierra la Elenita. Con la construcción y operación del Proyecto puede verse modificadas algunas características del paisaje, por la entrada de agentes externos como serán las

Cuadro 4.32. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental (SA), descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
		nuevas instalaciones que pueden deteriorar la calidad paisajística y disminuir la fragilidad visual dentro del SA. Sin embargo el impacto hacia este factor ambiental es considerado como residual y acumulativo.
Componente social y economía	En el componente socioeconómico podemos encontrar cuatro grupos de factores fundamentales: sociodemográficos, socioculturales, socioeconómicos y servicios de salud (Alfonso y Calderín, 2002). Estos factores interactúan constantemente y algunas de sus repercusiones se ven reflejadas en la satisfacción de las necesidades básicas, la alimentación, uso del suelo, salud, vivienda, trabajo, educación, cultura infraestructura, entre otros. Alteraciones de este componente están vinculadas con los medios bióticos y abióticos; comportándose al mismo tiempo como sistema receptor. Los habitantes de la región que recibirán los beneficios económicos del Proyecto, pueden sufrir asimismo, las consecuencias de la migración de la población de otras partes de la República, lo que sobrecarga la infraestructura regional, pudiendo crear contaminación y otros problemas.	La población económicamente activa ocupada en la Heroica Ciudad de Cananea, la mayor parte se enfoca en el sector primario como la minería. Los habitantes que reciben los beneficios económicos de esta actividad presentan una mejor calidad de vida. Sin embargo, con el actual desarrollo de la actividad minera por la empresa Promovente, se han detonado la generación de empleos y el fortalecimiento de infraestructuras sociales, como centros de salud, deportivo, comercial, recreativo y educativo.

IV.6.3. Síntesis del inventario ambiental.

El conjunto de factores bióticos, abióticos y socioeconómicos que se presentan en tiempo y espacio determinados, son factores que nos ayudan a comprender la dinámica ambiental de una zona.

Las presiones a las que se encuentra sometido el medio ambiente son varias, principalmente las relacionadas con las actividades humanas y en particular, con las actividades mineras en el SA en estudio. Se observa que la vegetación natural sufre y sufrirá una degradación y fragmentación del paisaje inducida por el hombre, aunque sólo en el SA, generando un desequilibrio de difícil reversión. Como resultado de estas actividades, se encuentran el impacto del SA por aguas residuales municipales y basura generada por la zona urbana; las actividades mineras, que incluyen instalaciones de producción, depósitos de jales, terreros y tepetateras; así como la construcción de carreteras, caminos y brechas. Estos diferentes tipos de disturbios tienen y han tenido mucha influencia en el funcionamiento del ecosistema; el cual presenta una baja naturalidad, indicando con ello un alto grado de perturbación.

El sitio del Proyecto, anteriormente fue utilizado para la construcción y operación de actividades minero metalúrgicas, mismas que dejaron de operar hace más de 40 años, lo que hace un suelo susceptible de erosión. Además, el SA es también dominado por la actividad minera, por lo que el uso de suelo es considerado como industrial, presentando escasa superficie con cobertura vegetal, la cual cuando existe es del tipo vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino.

La remoción o alteración de la vegetación natural por cambio de uso de suelo está afectando la calidad del hábitat de la fauna silvestre, provocando su desplazamiento hacia lugares que presentan una mayor conservación. En el SA estos sitios se encuentran aledaños principalmente en las cañadas y zonas montañosas que son cubiertas de bosque. Por otro lado, en los sitios donde la vegetación es escasa, se puede observar un incremento de la erosión hídrica y eólica, lo que proporciona una retroalimentación positiva a los procesos de sucesión.

Cabe resaltar, que el sitio donde se pretende realizar el Proyecto no se encuentra dentro de algún Área Natural Protegida federal ni estatal.

Con respecto al paisaje, como ya mencionó anteriormente, dentro del sitio del Proyecto es dominado por actividades minero-metalúrgicas y el desarrollo de las actividades urbanas aledañas al mismo, ya que la ciudad de Cananea es ubicada al Este del Proyecto. Al presentar estos factores, la vegetación ha sido eliminada, no en su totalidad, pero si quedando pequeños manchones de vegetación secundaria de bosque de encino, por lo que la fragilidad visual en esta área es determinada como baja dados sus elementos externos (antrópicos), con poca capacidad de absorción visual y escasa variabilidad cromática. En cuanto a la calidad paisajística, se determinó como media-baja debido a que la cuenca visual en el SA es delimitada por las obras circundantes, hacia el Oeste y Norte están las actividades del Tajo y hacia el Sur por la operación de la Concentradora I, mientras que al Este la cuenca visual se puede determinar como abierta, destacando la ciudad de Cananea; así mismo, los elementos naturales (vegetación secundaria y sierras) solo sobresalen a larga distancia, principalmente al Norte con la Sierra La Mariquita y al Oeste con la Sierra la Elenita.

Es importante mencionar que este Proyecto aportará beneficios económicos significativos a la población del municipio de Cananea, al proporcionar trabajo a sus habitantes y por tanto, mejoras a su calidad de vida.

Manifestación de Impacto Ambiental
modalidad particular
del Proyecto denominado

“Planta Concentradora Buenavista del Zinc”,
a ubicarse en el municipio de Cananea,
estado de Sonora.

CAPÍTULO V
CONSULTA PÚBLICA

Febrero 2018.

CONTENIDO

V.	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS	
AMBIENTALES	5	
V.1.	Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales	6
V.1.1.	Identificación de impactos	7
V.1.1.1.	Lista de verificación	7
V.1.1.2.	Selección de indicadores ambientales de impacto	8
V.1.1.3.	Matriz de cribado de identificación de impactos	10
V.1.2.	Evaluación de impactos	11
V.1.3.	Elección de criterios de valoración de impactos	14
V.1.3.1.	Elaboración de la Matriz de Cribado de Categorías del Índice de Significancia de impactos.	14
V.2.	Descripción de impactos.	22

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 5.1. LISTA DE VERIFICACIÓN DE LAS ETAPAS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO. **8**

CUADRO 5.2. INDICADORES AMBIENTALES PROPENSOS A SER AFECTADOS POR LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO. **9**

CUADRO 5.3. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE LOS POSIBLES IMPACTOS A GENERAR POR ETAPA DEL PROYECTO. **12**

CUADRO 5.4. IMPACTOS IDENTIFICADOS POR FACTOR AMBIENTAL DEL PROYECTO. **14**

CUADRO 5.5. MATRIZ DE CRIBADO DE ÍNDICES DE SIGNIFICANCIA DE IMPACTOS AMBIENTALES A GENERARSE DURANTE EL PROYECTO. **16**

CUADRO 5.6. NÚMERO DE IMPACTOS AMBIENTALES POR CATEGORÍA DEL ÍNDICE DE SIGNIFICANCIA, POR ETAPA DEL PROYECTO. **19**

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 5.1. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS DEL PROYECTO. **7**

FIGURA 5.2. PORCENTAJE DE IMPACTOS ADVERSOS EVALUADOS PARA EL PROYECTO. **18**

FIGURA 5.3. IMPACTOS EVALUADOS POR INDICADOR AMBIENTAL PARA EL PROYECTO. **21**

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 5.1. Metodología de evaluación de impactos.

Anexo 5.2. Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de preparación del sitio, Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de construcción, Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de operación-mantenimiento, y Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de abandono del sitio.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La implementación del proyecto **"Planta Concentradora Buenavista del Zinc"** (enseguida también referido como el Proyecto), a ubicarse en el municipio de Cananea, estado de Sonora, provocará cambios generados por las distintas actividades del mismo en sus distintas etapas. Estos cambios podrían conducir a modificaciones en la calidad del entorno natural, aunque en el estado actual del sitio donde se pretende implementar el Proyecto, que corresponde a áreas con actividades previas del complejo minero metalúrgico de la empresa Promovente, es posible identificar áreas de oportunidad que reducirán incluso impactos actuales y vigentes en las áreas del Proyecto. Es por ello que en este capítulo se identifican, evalúan y describen los impactos ambientales, que se podrían ocasionar en las etapas del mismo: preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y abandono del sitio.

El objetivo principal de la evaluación del impacto ambiental es estimar los efectos negativos sobre el ambiente y que pudieran causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones en las disposiciones aplicables y a su vez proponer, con base a esta estimación, las medidas más adecuadas a implementar para llevar a niveles aceptables los impactos derivados de acciones humanas y proteger la calidad del ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos.

En este contexto, la evaluación permite anticipar los impactos negativos y favorecer los impactos positivos provocados por las acciones humanas, buscando incrementar los beneficios y disminuir las alteraciones humanas no deseadas. Para ello, es necesario asegurar que las variables ambientales de interés se identifiquen desde el inicio y se protejan a través de decisiones pertinentes, haciéndolas compatibles con las políticas y regulaciones ambientales establecidas, con la finalidad de proteger el entorno.

Dentro del proceso de evaluación del impacto ambiental, la etapa del pronóstico y análisis de impactos ambientales, se realiza con el fin de revisar la significancia de los impactos, poniendo especial atención en aquellos que presentan un nivel crítico o irreversible.

Esta etapa permite reconocer los impactos directos, indirectos, acumulativos y los riesgos inducidos sobre los componentes ambientales. Para lo anterior, se utilizan variables ambientales representativas que permitan identificar impactos y sus umbrales de aceptación, así como las medidas de mitigación y seguimiento.

Por lo anterior, la evaluación es necesaria para describir la acción generadora de los impactos, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales, interpretar los resultados y prevenir los efectos adversos sobre el ambiente, haciéndolas compatibles con las políticas y regulaciones ambientales establecidas, con la finalidad de proteger el entorno.

Para el Proyecto, la evaluación de los impactos ambientales se realiza de manera cualitativa y cuantitativa. La información obtenida es empleada para proponer una matriz de interacciones con el propósito de indicar las relaciones causa-efecto, en donde, se identificaron las principales interacciones de las actividades del Proyecto con el entorno ambiental (previamente descrito en el Capítulo IV).

De acuerdo con la información expuesta en el Capítulo II, el Proyecto tiene como objetivo la construcción, instalación, operación y mantenimiento de una nueva planta concentradora de minerales con valores de zinc y cobre, que incluye infraestructura típica de una operación de beneficio de minerales por los procesos de trituración, molienda, y concentración por flotación.

V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La metodología que se utilizó para la identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales asociados al Proyecto (Bojórquez-Tapia, 1998; Canter, 1998), se presenta de manera general en la **Figura 5.1**, mientras que en el **Anexo 5.1** se presenta la metodología empleada a detalle.

Metodología para evaluación de impactos ambientales



1. Identificación de impactos

- i) Lista de verificación
- ii) Selección de indicadores ambientales
- iii) Matriz de cribado (identificación)

2. Evaluación de impactos

- i) Elección de criterios de valoración de impactos
- ii) Elaboración de la memoria de cálculo
- iii) Matriz de cribado

3. Descripción de impactos

- i) Fichas de descripción de impactos

Figura 5.1. Metodología para la identificación, evaluación y descripción de impactos del Proyecto.

V.1.1. Identificación de impactos

Los impactos ambientales que podrían generarse por la implementación del Proyecto, se identificaron mediante un análisis que permite identificar y conocer los impactos de cada una de las actividades sobre los factores ambientales, iniciando con la lista de verificación de las actividades del Proyecto.

V.1.1.1. Lista de verificación

A través de la lista de verificación, se identifican y describen las acciones asociadas con el Proyecto, y cuya ejecución pudiera ser generadora de impactos ambientales. En el **Cuadro 5.1**, se presenta la lista de verificación propuesta para el Proyecto, que incluye las actividades que pudieran provocar algún impacto, agrupadas por etapa del Proyecto.

Cuadro 5.1. Lista de verificación de las etapas y actividades del Proyecto.

Etapas	Actividad
Preparación del sitio	Delimitación de la superficie del Proyecto
	Adecuación de caminos de acceso
	Limpieza del Sitio del Proyecto
	Nivelación y compactación del terreno
Construcción	Instalación de las bandas transportadoras de mineral
	Construcción del área de casa de molinos
	Construcción del área de almacenamiento de mineral
	Construcción de la planta concentradora
	Construcción de la tubería para descarga de colas de flotación
	Construcción de obras asociadas (taller, oficinas, etc.)
	Precomisionamiento y comisionamiento
	Pruebas de arranque y optimización de puesta en marcha
Operación-mantenimiento	Trituración del mineral
	Transporte de mineral triturado
	Almacenamiento del mineral triturado
	Operación de molienda
	Operación de la concentración por flotación
	Operación de filtración y secado de concentrados de Zn
	Operación del transporte y descarga de colas de flotación en espesadores de Concentradora 1
	Mantenimiento general de la planta concentradora
Abandono del sitio	Limpieza y retiro de infraestructura
	Restauración del sitio

V.1.1.2. Selección de indicadores ambientales de impacto

Los factores ambientales son todos los elementos del ambiente susceptibles de recibir impactos, considerando la complejidad del ambiente y su carácter de sistema. Fueron seleccionados los considerados como relevantes, medibles y que ofrecen información del

estado y funcionamiento del ambiente. En el caso de los indicadores de impacto¹, permiten evaluar de manera puntual la dimensión de las alteraciones por el establecimiento de un Proyecto y/o desarrollo de una actividad, así como su integración al ambiente, de tal forma que el impacto de un Proyecto se concreta en un valor que dimensiona la desviación de éste. Para ser de utilidad, los indicadores también cumplen con criterios (representatividad, relevancia, excluyentes y de fácil identificación) que proporcionan información para establecer un comparativo del antes y del después de la ejecución del Proyecto, pudiendo dimensionar los impactos producidos.

Los indicadores ambientales de impacto están relacionados con componentes y factores ambientales susceptibles de ser afectados por el Proyecto. En el **Cuadro 5.2** se presentan los factores e indicadores ambientales que pudieran recibir algún impacto ambiental por el desarrollo del Proyecto.

Cuadro 5.2. Indicadores ambientales propensos a ser afectados por la implementación del Proyecto.

Componente ambiental	Factor ambiental	Indicador ambiental
Abiótico	Atmosfera	Disminución de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera (CO ₂ , NO _x , SO _x , aerosoles, etc.)
		Disminución de la calidad del aire por generación y dispersión de polvos y partículas suspendidas
		Generación de ruido
	Suelo	Erosión (eólica e hídrica)
		Modificación de las características físicas y químicas (permeabilidad, granulometría y/o tipo de suelo) (pH, nutrientes, micro flora)
		Susceptibilidad a la contaminación de suelo
	Agua	Modificación a los patrones de escurrimiento (recarga subterránea)
		Consumo de recurso agua
		Susceptibilidad a la contaminación a cuerpos superficiales
Perceptual	Paisaje	Calidad paisajística
		Fragilidad visual
		Visibilidad
Socioeconómico	Económico	Incremento en la infraestructura y servicios locales
	Social	Mejora en la calidad de vida
		Generación de empleo

¹La definición de **indicador de impacto** es: "un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio" (Gómez Orea, 1999).

V.1.1.3. Matriz de cribado de identificación de impactos

Una vez realizada la lista de verificación² de actividades derivadas del Proyecto, así como la identificación de los componentes, factores e indicadores ambientales susceptibles de afectación, se procedió a identificar de manera preliminar los impactos mediante la construcción de una matriz de Leopold (**Cuadro 5.3**). La matriz de identificación³ presenta columnas que muestran las actividades del Proyecto por etapas y filas con los componentes, factores e indicadores ambientales. Esta matriz sirve para identificar los impactos y su origen, sin proporcionar un valor, permitiendo estimar la importancia y magnitud de los impactos, por lo que cuando se espera que una acción provoque un cambio en un factor ambiental, se registra en la intersección correspondiente para el Proyecto, y se señalan resaltados en color rojo y -1, las interacciones potenciales de provocar impactos negativos y en color verde y +1, las interacciones potenciales de provocar impactos benéficos. En el caso de aquellas casillas que no presentan interacción, se debe entender que esa estructura o actividad no generó algún impacto en el indicador ambiental respectivo.

Cabe mencionar que la elaboración de la matriz considera la aplicación de algunas de las medidas de mitigación propuestas y que serán descritas en el Capítulo VI. Es por ello que se presentan impactos positivos o benéficos en su evaluación, ya que estas actividades también son generadoras de acciones sobre el ambiente. Así como también considerando aquellos impactos que se verán compensados por las actividades que se ejecutarán una vez la vida útil del Proyecto haya llegado a su fin.

Como puede observarse en el **Cuadro 5.3**, se identificaron un total de 160 impactos ambientales, de los cuales 96 son adversos y 64 son benéficos. En el mismo cuadro, se observa que del total de impactos identificados como adversos (96), 52 de ellos se presentaron en la etapa de construcción, 22 en operación-mantenimiento, 20 en etapa de preparación del sitio, y tan sólo 2 en la etapa de abandono del sitio. Del total de impactos identificados como

² La **lista de verificación o de chequeo**, es un listado de cada una de las actividades contempladas en el Proyecto, así como de los indicadores ambientales identificados, de acuerdo al posible impacto y posible efecto identificado, además de su valoración por la implementación del Proyecto. Dicha lista puede variar de acuerdo al tipo de Proyecto.

³ La **matriz de identificación** muestra la identificación de impactos mediante la interacción, la cual enfatiza los rasgos característicos. Esta metodología establece la relación causa y efecto, de acuerdo con las características particulares del Proyecto.

benéficos (64), 21 se presentaron en la etapa de abandono del sitio, 17 en la etapa de preparación del sitio, 14 en la etapa de operación-mantenimiento y 12 para las etapas de construcción.

En el **Cuadro 5.4**, se presentan los impactos ambientales identificados por factor ambiental. Considerando en dicho cuadro los impactos adversos, se puede observar que el factor ambiental **atmósfera**, presenta el mayor número (33), seguido agua (22), paisaje (21) y suelo (20).

Los impactos benéficos se ven reflejados sobre el factor social (18), seguidos el económico (11), paisaje (14), suelo (11), agua (8) y atmósfera, con sólo dos impactos benéficos.

V.1.2. Evaluación de impactos

Con la aplicación de la metodología para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que ocasionará el desarrollo del Proyecto, se garantiza en gran medida estimar la dimensión real de los impactos provocados por la ejecución del Proyecto, determinando las afectaciones y modificaciones que presentarán sobre los componentes, factores e indicadores ambientales. Se consideran criterios como la magnitud, extensión y la duración del impacto, aunado a este análisis, se incluyen criterios complementarios como la sinergia, acumulación y controversia, que en conjunto permiten obtener la información necesaria para tener una aproximación real del impacto ocasionado, además de reducir la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales, directos, indirectos, acumulativos, sinérgicos y residuales producidos por el Proyecto. Por estas razones, la metodología seleccionada para la identificación y evaluación de impactos queda plenamente justificada.

Cuadro 5.3. Matriz de identificación de los posibles impactos a generar por etapa del Proyecto.

Actividades: 1. Delimitación de la superficie del Proyecto., 2. Adecuación de caminos de acceso., 3. Limpieza del Sitio del Proyecto., 4. Nivelación y compactación del terreno., 5. Instalación de las bandas transportadoras de mineral., 6. Construcción del área de casa de molinos., 7. Construcción del área de almacenamiento de mineral., 8. Construcción de la planta concentradora., 9. Construcción de la tubería para descarga de colas de flotación., 10. Construcción de obras asociadas (taller, oficinas, etc.), 11. Pruebas de arranque., 12. Trituración y transporte de mineral triturado., 13. Almacenamiento del mineral triturado., 14. Operación de molienda (primaria y secundaria), 15. Operación del área de flotación primaria (cobre y zinc), 16. Espesamiento y filtrado de concentrados de Zn., 17. Operación del transporte y descarga de colas de flotación en espesadores de Concentradora 1., 18. Mantenimiento general de la planta concentradora., 19. Limpieza y retiro de infraestructura., 20. Restauración del sitio.

Componente ambiental	Factor ambiental	Indicador ambiental	Preparación del sitio				Construcción						Operación-mantenimiento								Abandono del sitio	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Abiótico	Atmósfera	Disminución de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera (CO ₂ , NO _x , SO _x , aerosoles, etc.)		(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)					(-1)		(-1)		(-1)	(+1)	
		Disminución de la calidad del aire por generación y dispersión de polvos y partículas suspendidas		(-1)	(-1)	(-1)		(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)		(-1)		(-1)					(-1)	(+1)
		Generación de ruido		(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)		(-1)		(-1)						
	Suelo	Erosión (eólica e hídrica)	(+1)			(-1)															(+1)	(+1)
		Modificación de las características físicas y químicas (permeabilidad, granulometría y/o tipo de suelo) (pH, nutrientes, micro flora)	(+1)		(+1)	(-1)		(-1)	(-1)	(-1)		(-1)									(+1)	(+1)
		Susceptibilidad a la contaminación de suelo	(+1)	(-1)	(+1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)		(-1)		(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(+1)	(+1)
	Agua	Modificación a los patrones de escurrimiento (recarga subterránea)	(+1)	(-1)	(+1)	(-1)		(-1)	(-1)	(-1)		(-1)									(+1)	(+1)
		Consumo de recurso agua														(-1)	(-1)					
		Susceptibilidad a la contaminación a cuerpos superficiales	(+1)	(-1)	(+1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)		(-1)		(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(+1)	(+1)
Paisaje		Calidad paisajística	(+1)		(+1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)		(-1)		(-1)				(-1)	(+1)	(+1)	

Cuadro 5.3. Matriz de identificación de los posibles impactos a generar por etapa del Proyecto.

Actividades: 1. Delimitación de la superficie del Proyecto., 2. Adecuación de caminos de acceso., 3. Limpieza del Sitio del Proyecto., 4. Nivelación y compactación del terreno., 5. Instalación de las bandas transportadoras de mineral., 6. Construcción del área de casa de molinos., 7. Construcción del área de almacenamiento de mineral., 8. Construcción de la planta concentradora., 9. Construcción de la tubería para descarga de colas de flotación., 10. Construcción de obras asociadas (taller, oficinas, etc.), 11. Pruebas de arranque., 12. Trituración y transporte de mineral triturado., 13. Almacenamiento del mineral triturado., 14. Operación de molienda (primaria y secundaria), 15. Operación del área de flotación primaria (cobre y zinc), 16. Espesamiento y filtrado de concentrados de Zn., 17. Operación del transporte y descarga de colas de flotación en espesadores de Concentradora 1.. 18. Mantenimiento general de la planta concentradora., 19. Limpieza y retiro de infraestructura., 20. Restauración del sitio.

Componente ambiental	Factor ambiental	Indicador ambiental	Preparación del sitio				Construcción						Operación-mantenimiento								Abandono del sitio	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		Fragilidad visual	(+1)	(-1)	(+1)		(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)								(+1)	(+1)	(+1)
		Visibilidad	(+1)	(-1)	(+1)			(-1)	(-1)	(-1)		(-1)									(+1)	(+1)
Socio económico	Económico	Incremento en la infraestructura y servicios locales					(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)				(+1)	(+1)	(+1)		(+1)	(+1)	
	Social	Mejora en la calidad de vida														(+1)	(+1)	(+1)				(+1)
		Generación de empleo			(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)			(+1)	(+1)	(+1)	(+1)		(+1)	(+1)	
Impactos adversos totales por etapa			20				52						22								2	
Impactos benéficos totales por etapa			17				12						14								21	
N° total de Impactos Ambientales detectados			160																			
Impactos adversos totales			96																			
Impactos benéficos totales			64																			

Cuadro 5.4. Impactos identificados por factor ambiental del Proyecto.

Factor ambiental	Número de impactos adversos	Número de impactos benéficos	TOTAL
Atmósfera	33	2	35
Suelo	20	11	31
Agua	22	8	30
Paisaje	21	14	35
Económico	0	11	11
Social	0	18	18
Totales	96	64	160

V.1.3. Elección de criterios de valoración de impactos

Para la elección de los criterios de valorización de impactos, se utilizaron tres criterios Básicos y cuatro Complementarios. La clasificación y definición de los criterios Básicos, y Complementarios, así como la escala utilizada para su clasificación se presentan en el **Anexo 5.1**. Se evaluó el alcance, la incidencia y significancia (en términos de la destacabilidad que tiene el impacto en el contexto general de los impactos en este Proyecto) de cada uno de los impactos identificados y establecidos en la Matriz anteriormente presentada, para asegurar la sustentabilidad del Proyecto. Ambos criterios (Básicos y Complementarios) fueron evaluados bajo una escala ordinal correspondiente a expresiones relacionadas con el efecto que tiene una actividad sobre los indicadores ambientales seleccionados para cada uno de los componentes del medio. Los valores asignados a cada uno de los atributos mencionados se obtienen con base en la escala que rige a los criterios.

V.1.3.1. Elaboración de la Matriz de Cribado de Categorías del Índice de Significancia de impactos.

Se elaboró obteniendo los índices de los criterios *Básicos* y *Complementarios* mediante la metodología propuesta por Bojórquez-Tapia *et al.* (1998) de los impactos identificados para facilitar y sistematizar la identificación de los mismos. La evaluación de las interacciones se ha realizado tomando en consideración los indicadores ambientales en los cuales incide el Proyecto. Por otra parte, es importante señalar que el impacto ambiental está determinado por

la modificación del ambiente ocasionado por la acción del hombre. Los impactos ambientales fueron analizados desde dos puntos clave, que son:

- La capacidad de recuperación del medio (resiliencia), entendida como la dificultad o la imposibilidad para retornar a las condiciones previas a la acción que lo modificó; por medio de mecanismos naturales de autorecuperación, o bien con la ayuda del hombre.
- La necesidad de aplicar medidas para atenuar dicho impacto; en este sentido es necesario recordar que la medida aplicada sea directamente proporcional a la gravedad del impacto y que dicha gravedad esté referida por el número de grupos sociales o individuos que se afectará, así como por su extensión.

Los resultados de los índices, por indicador ambiental afectado, son identificados en la Matriz de cribado utilizada para determinar la dimensión de los impactos identificados como adversos (96), y es mostrada a manera de resumen en el **Cuadro 5.5**, mientras en el **Anexo 5.2** se muestra el resultado de la evaluación por etapa (Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de preparación del sitio, Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de construcción, Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de operación-mantenimiento, y Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de abandono del sitio).

La posición de las columnas es ocupada por los criterios (básicos y complementarios) considerados para su evaluación (metodología propuesta por Bojórquez- Tapia (1989 y 1998) y las filas por los factores e indicadores ambientales y las actividades generadoras del impacto. Las relaciones se señalan con casillas resaltadas en color y abreviatura del tipo de impacto.

Además, en dicha matriz se muestran los valores del Índice Complementario (SAC_{ij}), cuyo valor se obtuvo de la evaluación de: S_{ij}= Efectos Sinérgicos; A_{ij}= Efectos Acumulativos; C_{ij}= Controversia; el MED_{ij} = Índice del Criterio Básico y el SAC_{ij}= Índice del Criterio Complementario; así como la significancia de cada uno de los impactos detectados por factor ambiental, donde: I_{ij}= Importancia o Significancia parcial del Impacto; G_{ij}= Significancia Final del Impacto; y T_{ij}= Medida de Mitigación.

Cuadro 5.5. Matriz de cribado de índices de significancia de impactos ambientales a generarse durante el Proyecto.

Actividades: 1. Delimitación de la superficie del Proyecto., 2. Adecuación de caminos de acceso., 3. Limpieza del Sitio del Proyecto., 4. Nivelación y compactación del terreno., 5. Instalación de las bandas transportadoras de mineral., 6. Construcción del área de casa de molinos., 7. Construcción del área de almacenamiento de mineral., 8. Construcción de la planta concentradora., 9. Construcción de la tubería para descarga de colas de flotación., 10. Construcción de obras asociadas (taller, oficinas, etc.), 11. Pruebas de arranque., 12. Trituración y transporte de mineral triturado., 13. Almacenamiento del mineral triturado., 14. Operación de molienda (primaria y secundaria), 15. Operación del área de flotación primaria (cobre y zinc), 16. Espesamiento y filtrado de concentrados de Zn., 17. Operación del transporte y descarga de colas de flotación en espesadores de Concentradora 1., 18. Mantenimiento general de la planta concentradora., 19. Limpieza y retiro de infraestructura., 20. Restauración del sitio.

Componente ambiental	Factor ambiental	Indicador ambiental	Preparación del sitio				Construcción						Operación-mantenimiento						Abandono del sitio		Total					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Bj	Md	A	MA
Abiótico	Atmosfera	Disminución de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera (CO ₂ , NOx, SO _x , aerosoles, etc.)		Md	A	A	Bj	Md	Md	Md		Md					Md		Md		Md		1	8	2	0
		Disminución de la calidad del aire por generación y dispersión de polvos y partículas suspendidas		Md	Md	Md		Md	Md	Md	Md	Md		Md		Md					Md		0	9	0	0
		Generación de ruido		Md	A	A	Bj	Md	Md	Md	Md	Md		Bj		Bj							3	6	2	0
	Suelo	Erosión (eólica e hídrica)				A																0	0	1	0	
		Modificación de las características físicas y químicas (permeabilidad, granulometría y/o tipo de suelo) (pH, nutrientes, micro flora)				A		A	A	A		A										0	0	5	0	
		Susceptibilidad a la contaminación de suelo		Md		A	Md	A	A	A	A	A	Bj		Bj		Md	Md	Md	Bj	Md		3	6	6	0
	Agua	Modificación a los patrones de escurrimiento (recarga subterránea)		Md		Md		Md	Md	Md		Md										0	6	0	0	
		Consumo de recurso agua														Md	Md					0	2	0	0	
		Susceptibilidad a la contaminación a cuerpos superficiales		Md		A	Md	A	A	A	A	A	Bj		Bj		Md	Md	Md	Bj	Md		3	6	6	0

Cuadro 5.5. Matriz de cribado de índices de significancia de impactos ambientales a generarse durante el Proyecto.

Actividades: 1. Delimitación de la superficie del Proyecto., 2. Adecuación de caminos de acceso., 3. Limpieza del Sitio del Proyecto., 4. Nivelación y compactación del terreno., 5. Instalación de las bandas transportadoras de mineral., 6. Construcción del área de casa de molinos., 7. Construcción del área de almacenamiento de mineral., 8. Construcción de la planta concentradora., 9. Construcción de la tubería para descarga de colas de flotación., 10. Construcción de obras asociadas (taller, oficinas, etc.), 11. Pruebas de arranque., 12. Trituración y transporte de mineral triturado., 13. Almacenamiento del mineral triturado., 14. Operación de molienda (primaria y secundaria), 15. Operación del área de flotación primaria (cobre y zinc), 16. Espesamiento y filtrado de concentrados de Zn., 17. Operación del transporte y descarga de colas de flotación en espesadores de Concentradora 1., 18. Mantenimiento general de la planta concentradora., 19. Limpieza y retiro de infraestructura., 20. Restauración del sitio.

Componente ambiental	Factor ambiental	Indicador ambiental	Preparación del sitio				Construcción						Operación-mantenimiento								Abandono del sitio		Total			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Bj	Md	A	MA
Paisaje		Calidad paisajística				Md	Md	Md	Md	Md	Md	Md		Md		Md							0	8	0	0
		Fragilidad visual		Md			Md	Md	Md	Md	Md	Md											0	8	0	0
		Visibilidad		Md				Bj	Bj	Bj		Bj											4	1	0	0
Socio-económico	Económico	Incremento en la infraestructura y servicios locales																				0	0	0	0	
	Social	Mejora en la calidad de vida																				0	0	0	0	
		Generación de empleo																				0	0	0	0	

Los resultados obtenidos en la evaluación, arrojaron que del total de impactos adversos evaluados para todas las etapas (96), se obtuvo un 63% de impactos ambientales en la categoría de Significancia Moderada (Md), seguida la categoría de significancia Alta (A) con un 23%, mientras que la categoría de Significancia Baja (Bj) obtuvo un 15% de los impactos negativos identificados. Cabe señalar que no se obtuvieron impactos con categoría de significancia Muy Alta (Figura 5.2).

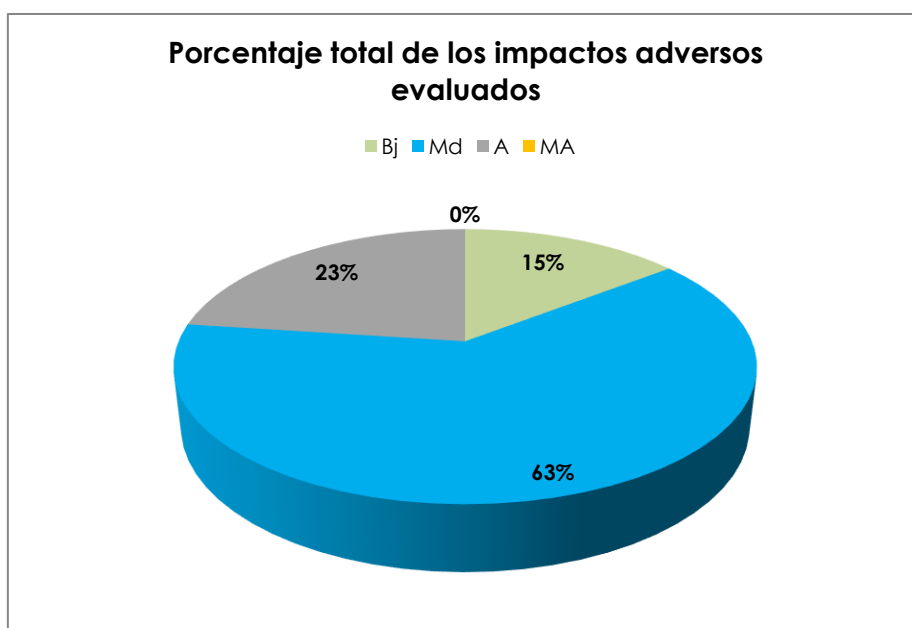


Figura 5.2. Porcentaje de impactos adversos evaluados para el Proyecto.

En el **Cuadro 5.6**, son presentados los 96 impactos adversos identificados para el Proyecto y la categoría de Significancia por etapa. La etapa de construcción es la que presenta un mayor número de impactos adversos (52), los cuales son clasificados como de significancia Moderada (32), Alta (14) y Baja (6); la etapa de operación-mantenimiento presenta 22 impactos adversos clasificados de significancia Moderada (14) y Baja (8); la etapa de preparación del sitio presenta 20 impactos adversos, mismos que son considerados en las categorías de significancia Moderada (12) y significancia Alta (8). Por último, la etapa de abandono del sitio solo presenta 2 impactos adversos, los cuales son considerados de significancia Moderada.

Cuadro 5.6. Número de impactos ambientales por categoría del índice de Significancia, por etapa del Proyecto.

Categoría	Totales por etapa				
	Preparación del sitio	Construcción	Operación-mantenimiento	Abandono del sitio	Total por categoría
Baja	0	6	8	0	14
Moderada	12	32	14	2	60
Alta	8	14	0	0	22
Muy Alta	0	0	0	0	0
Total	20	52	22	2	96

Los resultados expuestos son congruentes y en relación a las actividades, vida útil (20 años) y las condiciones actuales del sitio en las que se llevarán a cabo las etapas del Proyecto, donde los impactos se ven mayormente reflejados sobre factores abióticos, esto es dado que actualmente el sitio del Proyecto no presenta vegetación forestal aparente y es ocupado por infraestructura antigua de actividades minero metalúrgicas históricas y que han quedado en el sitio; por esta razón los factores bióticos como son vegetación y fauna no son evaluados, puesto que estos fueron removidos durante la instalación de dichas obras, además se pudo observar que no están presentes en el sitio del Proyecto.

Con relación a lo anterior, en la **Figura 5.3** se presentan los 96 impactos adversos identificados para el Proyecto por Categoría de Significancia y por **indicador ambiental**, donde, el factor ambiental con mayor número de impactos es atmósfera, mostrándose en indicadores ambientales como la disminución de la calidad del aire por emisiones (CO₂, NO_x, SO_x, aerosoles, etc.), generación y dispersión de polvos, así como de partículas suspendidas, los cuales destacan por el número de impactos presentados (8 y 11) respectivamente, y están clasificados como de significancia Moderada.

Estos indicadores ambientales se presentarán en todas las etapas del Proyecto por el tránsito de vehículos, maquinaria y equipos de combustión, por la generación de polvos y partículas durante el proceso de trituración del mineral, así como la remoción de suelo y actividades de preparación del sitio y constructivas del Proyecto.

Otros factores ambientales que resultaran frágiles al impacto es el agua y suelo, en el cual el impacto es proyectado sobre indicadores como la susceptibilidad a la contaminación a cuerpos superficiales y la susceptibilidad a la contaminación de suelo, ambos con 6 impactos respectivamente, clasificados como de significancia Alta y a presentarse en todas las etapas del Proyecto, dada la entrada de agentes externos como equipos, personal, así como la ejecución del proceso que involucra el manejo de diferentes sustancias con características que pudieran causar desequilibrio en algunos de los factores ambientales; dentro de esta significancia otro indicador ambiental será la modificación de las características físicas y químicas con 5 impactos adversos (permeabilidad, granulometría y/o tipo de suelo) (pH, nutrientes, micro flora), esto es dado la manipulación que tendrá la superficie del proyecto a consecuencia también de la entrada de agentes externos, la ejecución de las actividades y la colocación de infraestructura.

Por último, otros indicadores ambientales como son visibilidad (paisaje) y generación de ruido (atmosfera) se presentan con 4 y 3 impactos respectivamente, mismos que se consideran dentro de la significancia Baja.

De los 96 impactos adversos evaluados e identificados para todas las etapas del Proyecto, el 63% es de Significancia Moderada, 23% de significancia Alta y 15% es de Significancia Baja, sin la presencia de impactos con categoría Muy Alta, presentándose la mayoría de estos en la etapa de construcción, seguidas las etapas de preparación del sitio y operación-mantenimiento y por último la etapa de abandono del sitio, en las cuales los factores ambientales con mayor número de impactos identificados como adversos, son atmósfera (33), agua (22), paisaje (21) y suelo (20).

Sin embargo, su categoría se clasifica de Moderada a Alta, donde la repercusión del impacto ambiental está dado por la diferentes actividades a ejecutar durante el desarrollo del Proyecto, el tiempo de ejecución de las mismas y el estado actual del sitio del Proyecto, lo que hace que determinados impactos influyan con sinergia y acumulación por las otras actividades (antrópicas), dado que el sitio del Proyecto se encuentra cercano a otras áreas operativas de las instalaciones del complejo de la empresa Promovente.

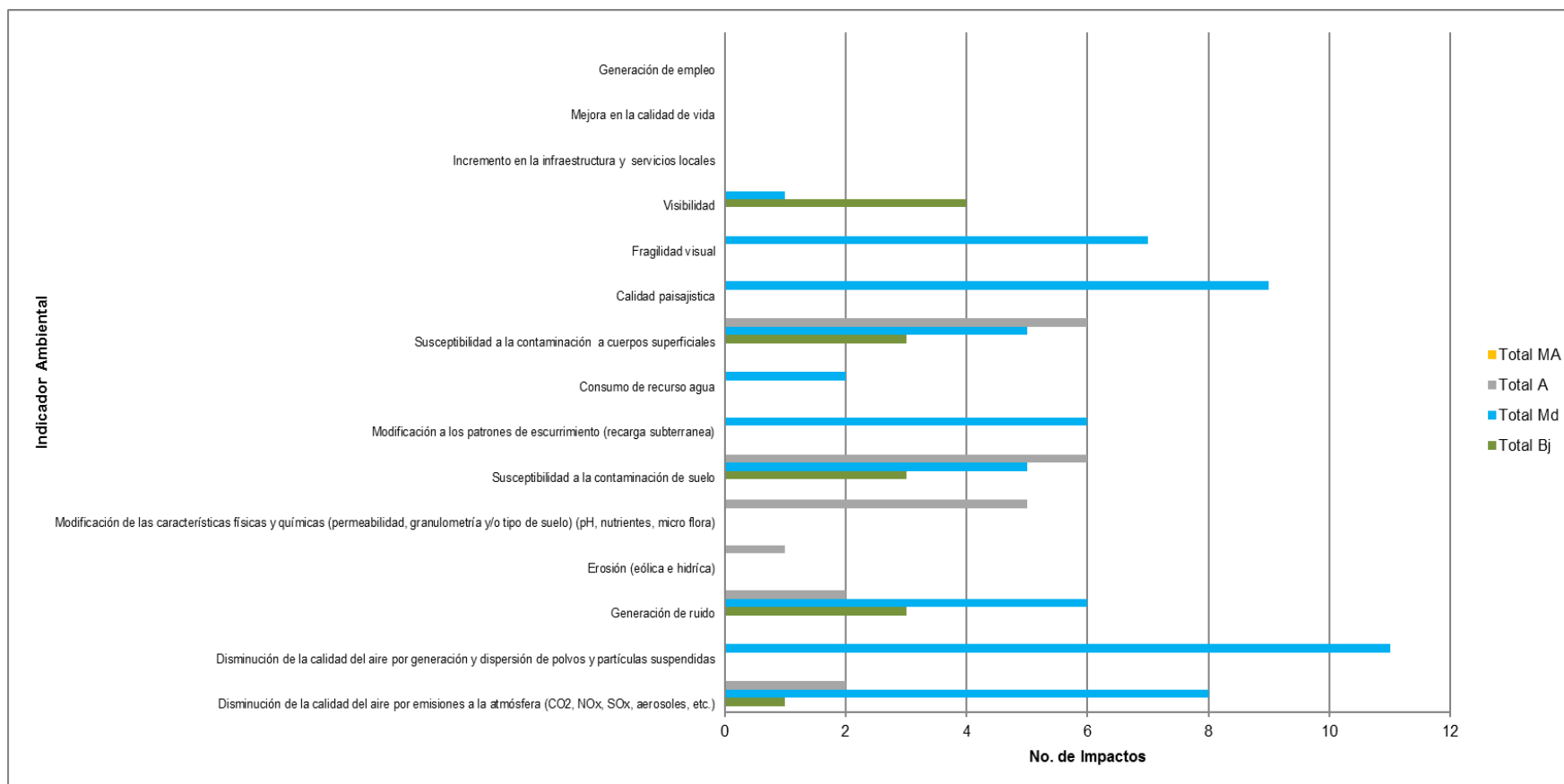


Figura 5.3. Impactos evaluados por indicador ambiental para el Proyecto.

En cuanto a los impactos benéficos del Proyecto, se ven reflejados sobre el factor social (18) y económico (11), principalmente en las etapas de abandono y preparación del sitio. Otros impactos benéficos se podrán ver sobre factores como paisaje, suelo y agua para durante todas las etapas del Proyecto. Algunas de las actividades benéficas a ejecutar son la recuperación y restitución del ecosistema al término de la vida útil del Proyecto, donde, la aplicación de medidas de mitigación tiene como objetivo aminorar las afectaciones producidas durante las etapas anteriores.

Es importante mencionar, que los impactos se presentan sólo en factores abióticos, como son atmósfera, suelo y agua, y no sobre factores bióticos; esto derivado de que actualmente el sitio del Proyecto no presenta cobertura vegetal sobre su superficie dado que se encuentra ocupado por antigua infraestructura de actividades minero-metalúrgicas históricas, aunado a la amplia actividad minera que se realiza en el complejo minero metalúrgico donde se ubica el sitio del Proyecto.

De acuerdo a la evaluación de impactos identificados por el desarrollo del Proyecto, cabe destacar que todos los impactos son mitigables con la aplicación inmediata de las medidas establecidas en el Capítulo VI del presente estudio. Asimismo, algunos de ellos podrán ser compensados y prevenidos durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y abandono del sitio.

V.2. Descripción de impactos.

En este apartado se presenta una breve descripción de cada impacto ambiental identificado por la ejecución del Proyecto. La información se organizó en fichas de manera puntual para los factores ambientales. La descripción en las fichas se realiza considerando, la lectura de las Matrices de Índices de significancia por: [i] factor ambiental; [ii] indicador ambiental, [iii] etapa en la que se identifica y [v] breve descripción. Las fichas se realizan a través de un análisis sistémico que parte de lo siguiente:

- Caracterización y diagnóstico ambiental del Sitio del Proyecto (SP) y en su caso del Sistema Ambiental (SA);

- Análisis detallado de las actividades del Proyecto identificadas como fuente de perturbación en el medio ambiente;
- Ejercicio de interacción entre componentes ambientales, las obras y actividades del Proyecto generadoras de impacto;
- Identificación y evaluación de los impactos ambientales ocasionados.

Factor ambiental	ATMÓSFERA			
Indicador ambiental	Descripción del Impacto Generado	Etapas en las que se presenta el impacto	CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA	ATRIBUTO DEL IMPACTO
Disminución de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera (CO ₂ , NO _x , SO _x , etc.)	Afectación a la calidad del aire por el proceso de combustión de vehículos automotores y maquinaria utilizados durante: apertura y tránsito en caminos de acceso, limpieza del sitio (retiro de infraestructura histórica), nivelación y compactación del terreno, construcción de las diferentes edificaciones del Proyecto Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera son la causa principal del efecto de calentamiento global, alterando la calidad del aire.	Preparación del sitio	Alta y Moderada	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> moderada a mínima; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> de poca a media; <i>Mitigable:</i> corto y mediano plazo.
		Construcción	Moderada y Baja	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> moderada a mínima; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> de poca a media; <i>Mitigable:</i> corto y mediano plazo.
		Operación-mantenimiento	Moderada	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> moderada a mínima; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> larga; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> de poca a media; <i>Mitigable:</i> corto y mediano plazo.
		Abandono del sitio	Moderada	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> moderada a mínima; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> de poca a media; <i>Mitigable:</i> corto y mediano plazo.
Disminución de la calidad del aire por generación y dispersión de polvos y	Dada la ejecución de actividades como la apertura de caminos de acceso, limpieza del sitio (retiro de infraestructura histórica), así como la nivelación y compactación del terreno, la calidad del aire puede verse afectada por el movimiento de suelos y la manipulación de distintos materiales, además del paso frecuente de	Preparación del sitio	Moderada	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> moderada a mínima; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> de poca a media; <i>Mitigable:</i> corto plazo.

Factor ambiental	ATMÓSFERA			
Indicador ambiental	Descripción del Impacto Generado	Etapas en las que se presenta el impacto	CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA	ATRIBUTO DEL IMPACTO
partículas suspendidas	maquinaria y equipos, que al no contar con las medidas necesarias puede formar nubes de polvos y partículas, causando alteraciones no solo ambientales sino también repercusiones de salud al personal participante durante la ejecución de las actividades. Dentro de las actividades de operación se encuentra la trituración y molienda del mineral, en las cuales la formación de polvos y partículas finas puede alterar la calidad del aire, en caso de no considerar las medidas de prevención y mitigación para la recuperación de dichos polvos.	Construcción	Moderada	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> moderada; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> media; <i>Mitigable:</i> corto plazo.
		Operación-mantenimiento	Moderada	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> moderada; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> media; <i>Mitigable:</i> corto plazo.
		Abandono del sitio	Moderada	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> mínima; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> poca; <i>Mitigable:</i> corto plazo.
Nivel de ruido	La contaminación sonora puede ser causada por el incremento de ruido producido por el uso y circulación de maquinaria, equipo y vehículos que se encuentren realizando las actividades (uso de equipos, paso de vehículos, entrada de personal, etc.) durante todas las etapas del Proyecto, sin embargo, este puede acumularse al ya existente en el sitio y sus inmediaciones por las diferentes actividades que se llevan a cabo dentro del complejo metalúrgico. Un incremento en la generación de ruido puede causar perturbación en el ambiente, así como efectos en la salud de los empleados	Preparación del sitio	Moderada y Alta	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> mínima a moderada; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> poca a media; <i>Mitigable:</i> corto y medio plazo.
		Construcción	Moderada y Baja	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> mínima a moderada; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> nula <i>Acumulación:</i> poca; <i>Mitigable:</i> corto y medio plazo.

Factor ambiental	ATMÓSFERA			
Indicador ambiental	Descripción del Impacto Generado	Etapas en las que se presenta el impacto	CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA	ATRIBUTO DEL IMPACTO
		Operación-mantenimiento	Baja	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> mínima; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> larga; <i>Sinergia:</i> nula <i>Acumulación:</i> nula; <i>Mitigable:</i> corto y medio plazo

Factor ambiental	SUELO			
Indicador ambiental	Descripción del Impacto Generado	Etapas en las que se presenta el impacto	CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA	ATRIBUTO DEL IMPACTO
Erosión (eólica e hídrica)	Con la ejecución de las actividades de nivelación y compactación en el sitio del Proyecto, pueden dejar suelos desnudos por tiempos prolongados, propiciando de esta manera la erosión eólica y/o hídrica, afectando características edáficas, tales como textura, reducción en la capacidad de infiltración, porosidad, nutrientes, etc. Es importante mencionar el efecto acumulativo que puede presentarse en la superficie del Proyecto, ya que actualmente es ocupado por actividades minero-metalúrgicas, además de que existen áreas desprovistas de vegetación, por lo que incrementan las áreas abiertas y por ende acelera el efecto erosivo de la superficie. Al no considerarse las medidas para prevenir o mitigar este efecto, puede traer afectaciones a la estructura del suelo e inhabilitarlo para usos futuros, incluyendo la degradación de los servicios ambientales que de este provee.	Preparación del sitio	Alta	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> moderada; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> poca; <i>Mitigable:</i> largo plazo
Modificación de las características físicas y químicas (permeabilidad, granulometría y/o tipo de suelo) (pH, nutrientes, micro flora)	Las actividades de preparación del sitio y construcción que más influyen en la afectación de este factor ambiental, tienen que ver con la excavación y nivelación del terreno, cortes, cimentaciones, obras de drenaje, etc., mismas que involucran modificaciones y cambios en la estructura del suelo y modificación al relieve (topografía), con lo que puede perderse estabilidad del suelo y modificación de sus propiedades, principalmente texturales y estructurales.	Preparación del sitio	Alta	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> moderada; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> poca; <i>Mitigable:</i> largo plazo
		Construcción	Alta	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> moderada; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> poca; <i>Mitigable:</i> largo plazo
	Dada la ocupación actual que presenta el sitio del Proyecto, sobre todo de infraestructura y edificaciones	Preparación del sitio	Moderada y Alta	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> mínima a moderada; <i>Extensión:</i> puntual;

Factor ambiental	SUELO			
Indicador ambiental	Descripción del Impacto Generado	Etapas en las que se presenta el impacto	CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA	ATRIBUTO DEL IMPACTO
Susceptibilidad de contaminación	históricas obsoletas, puede darse un efecto acumulativo por la generación de desperdicios (escombros), y en su caso de materiales que podrían causar desequilibrio ecológico, sobre todo en el factor suelo, alterando sus propiedades físicas y químicas, modificando los servicios ambientales que éste aporta al ecosistema. Además, este efecto acumulativo puede incrementarse aún más por la actividad minera realizada en las inmediaciones del sitio del proyecto.			<i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> moderada <i>Acumulación:</i> poca a media; <i>Mitigable:</i> corto y medio plazo
	Como parte del desarrollo del Proyecto (en todas sus etapas) se utilizarán materiales y sustancias que pueden provocar afectaciones al suelo tal es el caso de derrames accidentales dentro de las instalaciones, malas prácticas en la manipulación de sustancias y equipos, falta de mantenimiento de los equipos, así como un mal manejo de los residuos generados por los mismos.	Construcción	Alta y Moderada	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> moderada; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> media; <i>Mitigable:</i> corto y medio plazo
	Las afectaciones al suelo durante la operación del proyecto pueden alterar las propiedades físicas y químicas limitándolo en su uso y perdiendo una o varias de sus funciones dentro del ecosistema, también afecta a otros factores ambientales, por ejemplo, trae como consecuencia riesgos a la salud humana, disminución de la variedad de especies y deterioro en la calidad paisajística del entorno natural. Además, un manejo inadecuado (desde la generación hasta la disposición) de los diferentes tipos de residuos generados por las diferentes actividades del Proyecto, como son los peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos contribuyen al deterioro de otros factores ambientales (agua, flora, fauna, atmosfera y paisaje).	Operación-mantenimiento	Moderada y Baja	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> mínima; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> larga; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> poca; <i>Mitigable:</i> corto y medio plazo

Factor ambiental	AGUA			
Indicador ambiental	Descripción del Impacto Generado	Etapas en las que se presenta el impacto	CATEGORÍA (S) DEL IMPACTO	ATRIBUTO DEL IMPACTO
Modificación a los patrones de escurrimiento (recarga subterránea)	Durante la preparación del terreno, la captación y escurrimiento del agua de lluvia puede cambiar moderadamente debido a que el terreno será ocupado por maquinaria, equipos, materiales, etc., así como por la apertura de caminos de acceso. Esta afectación puede darse hacia los afluentes intermitentes localizados a inmediaciones del sitio del Proyecto, reflejando esta afectación en indicadores como la infiltración y el coeficiente de escurrimiento. Por otra parte, el desvío de los patrones de escurrimiento puede darse también por el arrastre de materiales durante las actividades de construcción, mismo que pueden causar obstrucción de escurrimientos naturales.	Preparación del sitio	Moderada	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> mínima; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> poca; <i>Mitigable:</i> medio plazo
		Construcción	Moderada	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> mínima; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> poca; <i>Mitigable:</i> medio plazo
Consumo de agua	El consumo de agua durante la etapa de operación del Proyecto (utilizada en el proceso de flotación) involucra un volumen considerable, que de no contar con las medidas de prevención y mitigación necesarias (reuso del agua del proceso), pueden contribuir a una disminución en la disponibilidad de dicho recurso, además un uso inadecuado del mismo puede alterar la calidad del agua.	Operación-mantenimiento	Moderada	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> mínima; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> larga; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> poca; <i>Mitigable:</i> medio y largo plazo
Susceptibilidad a la contaminación de cuerpos superficiales	Los derrames de sustancias y materiales considerados peligrosos, así como un manejo inadecuado de residuos hacia cárcamos, canaletas, y/o sistemas de drenaje, y en ocasiones dependiendo de la contingencia pueden causar	Preparación del sitio	Alta y Moderada	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> mínima a moderada; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> moderada <i>Acumulación:</i> media; <i>Mitigable:</i> medio plazo

Factor ambiental	AGUA			
Indicador ambiental	Descripción del Impacto Generado	Etapas en las que se presenta el impacto	CATEGORÍA (S) DEL IMPACTO	ATRIBUTO DEL IMPACTO
	afectaciones indirectas a cuerpos superficiales inmediatos al sitio del Proyecto. Durante cada una de estas actividades serán generados residuos (peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos), que al no ser manejados adecuadamente puede darse un arrastre y obstruir escorrentías naturales inmediatas al sitio del Proyecto que puedan causar deterioro y/o contaminación.	Construcción	Alta y Moderada	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> mínima a moderada; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> media; <i>Mitigable:</i> medio plazo
		Operación-mantenimiento	Moderada y Baja	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> mínima; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> larga; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> poca; <i>Mitigable:</i> medio plazo
		Abandono del sitio	Moderada	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> mínima; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> poca; <i>Mitigable:</i> medio plazo

Factor ambiental	PAISAJE			
Indicador ambiental	Descripción del Impacto Generado	Etapas en las que se presenta el impacto	CATEGORÍA (S) DEL IMPACTO	ATRIBUTO DEL IMPACTO
Calidad paisajística	Actualmente, el área del Proyecto es dominado por la actividad antropogénica, por lo que el ecosistema es susceptible a deterioro sobresaliendo más elementos urbanos- industriales y disminuyendo la presencia de elementos naturales que determinan una calidad paisajística media-baja. Lo anterior al existir una cuenca visual abierta, poca variabilidad cromática en el entorno, así como una baja capacidad de absorción visual (fragilidad) dada la ocupación actual del sitio del Proyecto, por infraestructura antigua; de esta forma, la armonía entre elementos antrópicos y naturales disminuyen la capacidad de resiliencia hacia el cambio climático. Los impactos sobre este factor pueden ser catalogados como acumulativos y sinérgicos, esto es dada la dominancia de origen antrópico, aunado al desarrollo del Proyecto que implica la entrada de agentes externos y la instalación de equipos y edificaciones en el área, por lo que al no considerar medidas preventivas y de mitigación durante el desarrollo del mismo, la calidad paisajística puede disminuir.	Preparación del sitio	Moderada	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> moderada; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> poca; <i>Mitigable:</i> largo plazo
		Construcción	Moderada	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> moderada; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> poca; <i>Mitigable:</i> largo plazo
		Operación-mantenimiento	Moderada	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> moderada; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> larga; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> nula; <i>Mitigable:</i> largo plazo
Fragilidad visual	La entrada de equipos, maquinaria, personal, así como el retiro, montaje y construcción de edificaciones a consecuencia del desarrollo del Proyecto, producen una alteración de formas, mismas que contrastan con los pocos elementos naturales presentes en el lugar, por lo que los elementos característicos del ecosistema (elevaciones como sierras, vegetación, suelo, etc.) pierden capacidad de absorción.	Preparación del sitio	Moderada	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> moderada; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> poca; <i>Mitigable:</i> medio plazo
		Construcción	Moderada	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> moderada; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> poca; <i>Mitigable:</i> medio plazo

Factor ambiental	PAISAJE			
Indicador ambiental	Descripción del Impacto Generado	Etapas en las que se presenta el impacto	CATEGORÍA (S) DEL IMPACTO	ATRIBUTO DEL IMPACTO
Visibilidad	Por la introducción de agentes externos como la maquinaria y equipo de construcción, el cambio en el relieve por la adecuación de los caminos y obras que no forman parte del paisaje, provocarán un cambio definitivo alterando diferentes cuencas visuales, que en algunos quedan como espacios abiertos y otras como barreras visuales.	Preparación del sitio	Moderada	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> mínima; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> poca; <i>Mitigable:</i> medio plazo
		Construcción	Baja	<i>Impacto adverso</i> <i>Magnitud:</i> moderada; <i>Extensión:</i> puntual; <i>Duración:</i> media; <i>Sinergia:</i> ligera <i>Acumulación:</i> poca <i>Mitigable:</i> medio plazo

Manifestación de Impacto Ambiental
modalidad particular
del Proyecto denominado

“Planta Concentradora Buenavista del Zinc”,
a ubicarse en el municipio de Cananea,
estado de Sonora.

CAPÍTULO VI
CONSULTA PÚBLICA

Febrero 2018.

CONTENIDO

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	4
VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.....	4
VI.2. IMPACTOS RESIDUALES	18
VI.3. IMPACTOS ACUMULATIVOS	21

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 6.1. MEDIDAS DE MITIGACIÓN GENERALES PROPUESTAS PARA EL PROYECTO, POR IMPACTO NEGATIVO SIGNIFICATIVO GENERADO, TIPO DE MEDIDA, ETAPA POR APLICAR, OBJETIVO, INDICADOR Y EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO.	6
CUADRO 6.2. IMPACTOS RESIDUALES DEL PROYECTO Y SUS POSIBLES MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN A EJECUTAR DURANTE LA ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO.	20
CUADRO 6.3. IMPACTOS ACUMULATIVOS DETECTADOS PARA EL PROYECTO Y LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN APLICABLES.	22

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 6.1. TIPOS DE MEDIDAS A APLICAR PARA ATENUAR LOS EFECTOS DE LOS IMPACTOS GENERADOS POR EL PROYECTO.....	4
FIGURA 6.2. SITIO DEL PROYECTO OCUPADO POR ANTIGUAS INSTALACIONES DE FUNDICIÓN HACIA EL NORTE DEL SITIO DEL PROYECTO.	19
FIGURA 6.3. VISTA A LA QUEBRADORA AL OESTE DEL SITIO DEL PROYECTO, OBSERVÁNDOSE UNA CUENCA VISUAL DELIMITADA Y UNA CALIDAD PAISAJÍSTICA BAJA CON NULOS ELEMENTOS DE ORIGEN NATURAL.....	19
FIGURA 6.4. LA CIUDAD DE CANANEA UBICADA AL ESTE DEL SITIO DEL PROYECTO, EN ESTA ÁREA LA CUENCA VISUAL ES ABIERTA, RESALTANDO ELEMENTOS URBANOS CON POCO CONTRASTE CROMÁTICO.....	20

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

En este capítulo se describen las medidas preventivas y de mitigación, que se relacionan directamente con los impactos ambientales identificados y evaluados en el Capítulo V del presente documento, y que tienen que ver con las etapas a ejecutar por el Proyecto: preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y abandono del sitio. Al desarrollo del Proyecto “**Planta Concentradora Buenavista de Zinc**” (enseguida referido como el Proyecto), se asocian una serie de impactos adversos sobre el ambiente, provocados por las actividades propias, los cuales fueron identificados y evaluados en el Capítulo V. De acuerdo con lo anterior y con base en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), a continuación se definen los tipos de medidas a aplicar para atenuar los efectos de los impactos generados por el desarrollo del Proyecto. Es importante señalar que las medidas propuestas, se presentan de acuerdo a su importancia (**Figura 6.1**):



Figura 6.1. Tipos de medidas a aplicar para atenuar los efectos de los impactos generados por el Proyecto.

Una vez identificados los impactos ambientales que puede provocar el Proyecto, se proponen las medidas necesarias para que sean aplicables en cada etapa. Es importante mencionar, que todo proyecto provoca impactos en mayor o menor grado, por lo que el propósito del presente apartado es de identificar y señalar las medidas necesarias para corregir, mitigar, controlar y compensar los impactos que serían generados por el Proyecto.

Para llevar a cabo la identificación objetiva y viable de las medidas que se ejecutarán durante el Proyecto, se toma primero en cuenta a las actividades por desarrollar en el Proyecto. En el **Cuadro 6.1**, se presenta el listado de las medidas preventivas y de mitigación que se proponen para el Proyecto con base a los impactos ambientales identificados que serían producidos por las actividades del Proyecto. En este Cuadro, se indica el impacto que se pretenden mitigar, la etapa a ejecutar, el tipo de medida, objetivo de la aplicación de la medida, su indicador y evidencia de cumplimiento de la aplicación.

Cabe mencionar que en el caso del indicador de cumplimiento cuando se señala una periodicidad de entrega, ésta es para requerimientos de cumplimiento y será evidencia que se integrará como parte de los informes anuales o semestrales que señale la autoridad y deberán ser entregados como parte del cumplimiento de los resolutivos de Autorización.

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

SP= sitio del Proyecto

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapas en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
Atmósfera	Emisiones a la atmósfera (CO ₂ , NO _x , SO _x) Disminución de la calidad del aire	MP y MM: i) Los vehículos, maquinaria y equipos utilizados para el desarrollo del Proyecto deberán contar con un Programa de Mantenimiento Preventivo que incluirá verificación, cambio de aceite y neumáticos, actividades que serán realizadas fuera de las áreas de operación y/o en su caso en áreas acondicionadas para su desempeño.	Preparación del sitio Construcción Operación-mantenimiento Abandono de sitio	Reducir las emisiones de gases de combustión por el uso de Equipo, Maquinaria y Vehículos, así como no sobrepasar los límites establecidos en las normas. Evitar que la calidad del aire dentro del SP y sus inmediaciones sufra deterioro.	PMP=100% ; donde PMP se refiere a la ejecución del programa de mantenimiento preventivo programado.	Documentación de la ejecución del programa de mantenimiento preventivo de todos los equipos y vehículos empleados en el proyecto (bitácoras, registros y fotografías).
Atmósfera	Emisiones a la atmósfera (CO ₂ , NO _x , SO _x) Disminución de la calidad del aire	MP y MM: i) Realizar monitoreo de acuerdo a los lineamientos de la NOM-085-SEMARNAT-2015. ii) Monitoreo conforme a los criterios de la NOM-010-STPS-1999 para establecer medidas de prevención y daños a la salud de los trabajadores expuestos a las sustancias químicas contaminantes del medio ambiente laboral; iii) Colocación de ventiladores en áreas de trabajo, con la finalidad de	Preparación de Sitio Construcción Operación Post Operativa	Realizar el total de monitoreos necesarios para dar cumplimiento con las Normas Oficiales Mexicanas, en materia de atmósfera, considerando el cumplimiento con la periodicidad y los métodos establecidos para la toma de muestras, trabajos en laboratorio y registro de información. Evaluar la eficiencia de los sistemas de control de emisiones que el complejo implementa	$\frac{(m^2R)(fR)}{(m^2P)(fP)} = 1$; donde m²R se refiere a los metros cuadrados reales de riego; fR se refiere a la frecuencia real; m²P se refiere a los metros cuadrados programados para riego; fP se refiere a la frecuencia real de riego. Cuando el indicador sea menor o mayor a 1 se deberá justificar la causa. $\frac{RA}{LMP} \leq 1$; Dónde RA se refiere a los Resultados de los parámetros monitoreados de manera anual y LMP se refiere a los Límites Máximos Permisibles	Memoria fotográfica de riego de caminos. Planos en los que se señalan los caminos regados. Bitácora de registro de los monitoreos de partículas menores a 10 micras (PM10), 2.5 micras (PM2.5) y partículas suspendidas totales (PST). Evidencia documental y fotográfica de los monitoreos de partículas menores a 10 micras (PM10), 2.5 micras (PM2.5) y partículas suspendidas totales (PST).

		evitar la acumulación de gases dentro de áreas del proceso; iv) Brindar capacitación y equipo de protección personal a cada uno de los empleados. v) Realizar y ejecutar un programa de trabajo para el monitoreo de emisiones a la atmósfera en el complejo minero metalúrgico de Buenavista del cobre, S.A. de C.V		para que sirva como la base de la toma de decisiones operativas que se traduzcan en la prevención y control de las emisiones dentro de sus procesos operativos y áreas de servicio y como consecuencia resulte en un cumplimiento normativo.	Norma NOM-085-SEMARNAT-2011. • $\frac{R_A}{LMP} \leq 1$; Donde R_A se refiere a los resultados de los parámetros monitoreados de manera anual y LMP se refiere a los límites Máximos Permisibles Norma NOM-043-SEMARNAT-1993. • $\frac{R_A}{LMP} \leq 1$; Donde R_A se refiere a los resultados de los parámetros monitoreados de manera anual y LMP se refiere a los límites Máximos Permisibles Norma NOM-081-SEMARNAT-1994. • $\frac{R_{PST}}{LMP} \leq 1$; Donde R_{PST} se refiere a los resultados del monitoreo de partículas suspendidas totales y LMP se refiere a los límites Máximos Permisibles Norma NOM-025-SSA1-1993. Los siguientes indicadores se utilizan cuando se realizan monitoreos perimetrales, así como para calcular los resultados obtenidos de la red de monitoreo de polvos con la que cuenta la empresa: • $\frac{R_{PM10}}{LMP} \leq 1$; Donde R_{PM10} se refiere a los resultados del monitoreo de partículas menores a 10 micras y LMP se refiere a los límites Máximos Permisibles Norma NOM-025-SSA1-2014. • $\frac{R_{PM2.5}}{LMP} \leq 1$; Donde $R_{PM2.5}$ se refiere a los resultados del monitoreo de partículas menores a 2.5 micras y LMP se refiere a los límites Máximos	Matriz de identificación de no conformidades en recorridos de verificación; formato FMA-BVC-GN-13 Resultados de los estudio perimetral realizados. Bitácora de registro de riego de caminos; formato FMA-BVC-AM-01. Programa de riego de caminos; formato FMA-BVC-AM-02. Inventario de fuentes fijas de emisiones a la atmósfera; formato FMA-BVC-AM-03 Reporte de paro de equipo de control de emisiones; formato FMA-BVC-AM-04 Lista de verificación de sistemas de control de emisiones a la atmósfera (neblinas y gases); formato FMA-BVC-AM-05 Lista de verificación de sistemas de control de emisiones a la atmósfera (partículas); formato FMA-BVC-AM-06.
--	--	---	--	---	---	---

					Permisibles Norma NOM-025-SSA1-2014. • $\frac{R_{As}}{LMP} \leq 1$; Donde R_{As} se refiere a los resultados de la determinación de Arsénico en los filtros muestra usados para el monitoreo de calidad del aire y LMP se refiere a los límites Máximos Permisibles; estos basados en Normas internacionales principalmente en Calidad del Aire Ambiente de Ontario, Canadá (2012). • $\frac{R_{Cd}}{LMP} \leq 1$; Donde R_{Cd} se refiere a los resultados de la determinación de Cadmio en los filtros muestra usados para el monitoreo de calidad del aire y LMP se refiere a los límites Máximos Permisibles; estos basados en Normas internacionales principalmente en Calidad del Aire Ambiente de Ontario, Canadá (2012). • $\frac{R_{Cr}}{LMP_{24hr}} \leq 1$; Donde R_{Cr} se refiere a los resultados de la determinación de Cromo en los filtros muestra usados para el monitoreo de calidad del aire y LMP se refiere a los límites Máximos Permisibles en 24 hr; estos basados en Normas internacionales principalmente en Calidad del Aire Ambiente de Ontario, Canadá (2012). • $\frac{R_{Cu}}{LMP_{24hr}} \leq 1$; Donde R_{Cu} se refiere a los resultados de la determinación de Cobre en los filtros muestra usados para el monitoreo de calidad del aire y	
--	--	--	--	--	---	--

					LMP se refiere a los límites Máximos Permisibles en 24 hr; estos basados en Normas internacionales principalmente en Calidad del Aire Ambiente de Ontario, Canadá (2012). • $\frac{R_{Fe}}{LMP} \leq 1$; Donde R_{Fe} se refiere a los resultados de la determinación de Fierro en los filtros muestra usados para el monitoreo de calidad del aire y LMP se refiere a los límites Máximos Permisibles; estos basados en Normas internacionales principalmente en Calidad del Aire Ambiente de Ontario, Canadá (2012). • $\frac{R_{Mn}}{LMP_{24hr}} \leq 1$; Donde R_{Mn} se refiere a los resultados de la determinación de Manganeso en los filtros muestra usados para el monitoreo de calidad del aire y LMP se refiere a los límites Máximos Permisibles en 24 hr; estos basados en Normas internacionales principalmente en Calidad del Aire Ambiente de Ontario, Canadá (2012). • $\frac{R_{Mo}}{LMP} \leq 1$; Donde R_{Mo} se refiere a los resultados de la determinación de Molibdeno en los filtros muestra usados para el monitoreo de calidad del aire y LMP se refiere a los límites Máximos Permisibles; estos basados en Normas internacionales principalmente en Calidad del Aire Ambiente de Ontario, Canadá (2012).	
--	--	--	--	--	---	--

					• $\frac{R_{pb}}{LMP_{Trimestral}} \leq 1$; Donde R_{Mo} se refiere a los resultados de la determinación de Molibdeno en los filtros muestra usados para el monitoreo de calidad del aire y LMP se refiere a los límites Máximos Permisibles trimestral; estos basados en Normas internacionales principalmente en Calidad del Aire Ambiente de Ontario, Canadá (2012). • $\frac{R_{Si}}{LMP} \leq 1$; Donde R_{Si} se refiere a los resultados de la determinación de Sílice en los filtros muestra usados para el monitoreo de calidad del aire y LMP se refiere a los límites Máximos Permisibles; estos basados en Normas internacionales principalmente en Calidad del Aire Ambiente de Ontario, Canadá (2012). • $\frac{R_{Zn}}{LMP_{24hr}} \leq 1$; Donde R_{Zn} se refiere a los resultados de la determinación de Manganeseo en los filtros muestra usados para el monitoreo de calidad del aire y LMP se refiere a los límites Máximos Permisibles en 24 hr; estos basados en Normas internacionales principalmente en Calidad del Aire Ambiente de Ontario, Canadá (2012). • $E_R \geq 80\%$; Dónde E_R se refiere a la eficiencia real del sistema de control de emisiones, para lo cual los sistemas de control deben de tener un 80% de eficiencia como mínimo.	
--	--	--	--	--	---	--

Atmósfera	Polvos y partículas suspendidas Disminución de la calidad del aire	MM: i) Las instalaciones presentaran un sistema colector de polvos, principalmente en el área de trituración. ii) Realizar monitoreo de acuerdo a los lineamientos de la NOM-025-SSA1-2014. MP: ii) Se deberá proporcionar Equipo de Protección Personal (EPP) de acuerdo a los lineamientos de la NOM-017-STPS-2001.	Operación-mantenimiento	Las medidas tienen como objetivo reducir la cantidad de polvos y partículas generadas y emitidos a la atmosfera durante el proceso de trituración; además, el uso de equipo de protección personal tendrá como finalidad evitar afectaciones de salud a los operarios por la aspiración de polvos.	RMSLMP ; donde RM es el resultado del monitoreo de polvos y partículas suspendidas, mientras que LMP se refiere al límite máximo permisible emitido por la normatividad aplicable.	Informes de mantenimiento al sistema recolector de polvos y evidencia fotográfica del mismo. Evidencia fotográfica del uso del EPP durante la operación.
Atmósfera	Generación de Ruido	MP y MM: i) Evitar la emisión de ruido en horario nocturno en cumplimiento de la norma NOM-080-SEMARNAT-1994. ii) Establecer jornadas de trabajo en horario diurno y nocturno conforme a la NOM-081-SEMARNAT-1994. iii) Será proporcionado a los operarios de la maquinaria y/o vehículos tapones auditivos para evitar daños a la salud.	Preparación del sitio Construcción Operación-mantenimiento Abandono de sitio	Mantener los niveles de ruido por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994. Evitar daños a la salud en los operarios por la exposición al ruido producido por la maquinaria y vehículos.	MR≤68DB de 6:00 a 22:00 horas MR≤66DB de 22:00 a 6:00 horas, donde MR se refiere a la Medición realizada.	Reglamento interno con horarios de trabajo establecidos. Registro de sanciones por incumplimiento al uso del equipo de protección auditiva.
Atmósfera	Generación de Ruido	MP y MM: i) Respetar los límites de velocidad establecidos para la circulación de los vehículos en caminos circundantes a la Planta Concentradora.	Operación-mantenimiento	Evitar molestias entre la población cercana por el incremento de ruido por el tránsito de vehículos.	CRI=100% ; donde CRI es el cumplimiento al reglamento interno de trabajo.	Documentación del cumplimiento al reglamento interno de trabajo (bitácoras de entrada y salida de vehículos, capacitación a colaboradores, colocación de señalética). Reglamento interno de trabajo.

Agua Suelo Paisaje	Susceptibilidad de contaminación a cuerpos superficiales de agua Susceptibilidad de contaminación en suelo Calidad paisajística	MP: i) Prohibir la defecación al aire libre y colocar sanitarios portátiles y la señalización respectiva, en el SP en relación al número de trabajadores. ii) Contratar a una empresa especializada y autorizada para el manejo (acciones periódicas de limpieza y recolección), transporte y disposición final de aguas residuales, y en su caso, de la remediación de los impactos que se generen, por los sanitarios.	Preparación del sitio Construcción Abandono	Evitar la contaminación del suelo y agua, por posibles infiltraciones al subsuelo de aguas residuales. Además, de garantizar condiciones adecuadas de higiene en los frentes de trabajo.	FT/LI/FTL; donde FT se refiere a fuerza de trabajo; LI se refiere a letrinas instaladas en campo; FTL se refiere a la cantidad de sanitarios portátiles letrinas por trabajadores o fuerza de trabajo, dependiendo la naturaleza del proyecto. CSR/CSP=1; donde CSR se refiere a la cantidad de servicios realizados, CSP se refiere a la cantidad de servicios programados de acuerdo a la propia naturaleza del proyecto.	Contrato de sanitarios portátiles y señalizaciones; Bitácora de mantenimiento de sanitarios portátiles; Registro fotográfico
Suelo	Modificación al relieve (topografía) Erosión (eólica e hídrica)	MP y MM: i) Implementar las técnicas apropiadas para asegurar una estabilidad adecuada durante la construcción de las obras, esto incluye respetar pendientes, compactación y nivelación del SP. ii) Reducir a un mínimo los movimientos de tierra y maquinaria dentro del SP.	Preparación del sitio Construcción	La medida tiene como objetivo que el SP, presente una topografía final estructuralmente estable que minimice los riesgos de deslizamiento o colapso de infraestructura; y que facilite el drenaje natural del agua superficial, disminuyendo riesgos de procesos erosivos.	FS ≥1; donde FE es el factor de seguridad. IT= 0, donde IT se refiere a incidentes técnicos presentados a causa de malas prácticas durante trabajos en superficie.	Plano topográfico de obras autorizadas Detalle técnico de las obras a ejecutar dentro del Proyecto.
Suelo	Modificación de las características edáficas (propiedades físicas y químicas) Erosión eólica e hídrica	MP y MM: i) Dado que actualmente el SP es ocupado por infraestructura antigua, deberá ejecutarse el retiro de la misma, así como la limpieza de la superficie a través de medios mecánicos. ii) Las áreas dentro del SP que no tengan afectaciones (estructuras), se deberán	Preparación del sitio Construcción	Evitar afectaciones al suelo por la entrada de agentes químicos que puedan modificar las características físicas y químicas del suelo, por otra parte, con las medidas propuestas se pretende mantener las condiciones de origen que permitan conservar y restablecer el ecosistema	EAQ=0; donde EAQ se refiere a la entrada de agentes químicos para ejecutar la limpieza del SP.	Delimitación del polígono. Plano topográfico de obras autorizadas.

		mantener en las condiciones originales.		característico del área de estudio, además de evitar áreas abiertas que pudieran ser susceptibles a fenómenos de erosión.		
Suelo Paisaje	Modificación de las características edáficas (propiedades físicas y químicas) Erosión eólica e hídrica Calidad paisajística Visibilidad	MM/MC: Realizar y ejecutar programa de trabajo en el que se especifican las acciones a implementar y ejecutar con el fin de reducir la degradación de los suelos.	Preparación de Sitio Contrucción Operación Post Operativa	Establecer como medida de compensación técnicas prácticas que ayuden en su caso a disminuir, detener y/o prevenir la degradación del suelo, disminuir la velocidad de las escorrentías y aumentar la infiltración de agua. Realizar un diagnóstico objetivo y descriptivo de los grados o índices de alteración mediante el Método Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) en las microcuencas de los sitios que resulten seleccionados para la construcción obras de conservación de suelos. Estimar el volumen de captación de azolves para cada obra implementada (m³). Además, se busca restaurar la armonía visual del paisaje, revegetando las superficies de suelo impactadas por el desarrollo del proyecto.	$\frac{CSC}{CSE} = 1$; donde CSC se refiere a la cantidad de suelo captado mediante obras implementadas, CSE se refiere a la cantidad de suelo estimado captar con las obras implementadas.	• Bitácora de campo del seguimiento a los programas de conservación a la biodiversidad. • Informe avalados por el técnico forestal que se asigne al proyecto del seguimiento a los programas propuestos. • Evidencia fotográfica, video gráfica y documental de las actividades correspondientes al seguimiento de dicho programa. • Matriz de identificación de no conformidades en recorridos de verificación; formato FMA-BVC-GN-13. • Lista de verificación de obras de captación de suelo; formato FMA-BVC-RN-02.

Suelo Agua	Susceptibilidad de contaminación en suelo Susceptibilidad de contaminación a cuerpos superficiales de agua	MP y MM: Manejar los materiales peligrosos o residuos peligrosos de acuerdo a la Normas Oficiales Mexicanas aplicables tanto en su almacenamiento, identificación, transporte y manipulación. MC: En caso de derrame o afectación a este factor, se proseguirá a la caracterización y en su caso remediación del sitio acorde a la legislación ambiental vigente (LGEEPA, LGPGIR, y Ley de Responsabilidad Ambiental). En caso de presentarse alguna contingencia durante la operación de cualquiera de las áreas operativas de la planta, se aplicará el Plan de contingencias.	Preparación de Sitio Contrucción Operación Post Operativa	Disminuir la posibilidad de presentar una contingencia ambiental por un mal manejo de materiales peligrosos y residuos peligrosos Las medidas propuestas tienen como objetivo evitar daños al factor suelo, agua y a la salud de los empleados, directa e indirectamente a otros factores ambientales, por fallas en los equipos, infraestructura deficiente y malas prácticas operativas. La implementación del Plan de contingencias tendrá el objetivo de proponer alternativas de solución, con el fin de prevenir o eliminar los riesgos que existen dentro de la Planta. Minimizar el daño producido por la ocurrencia de un determinado evento de riesgo realizando las acciones necesarias y suficientes para impedir su agravamiento; y mitigar el daño ya producido a las personas y bienes de la comunidad, o la Compañía, mediante la pronta respuesta.	CESP = 0; se refiere a la cantidad de eventos en los que se tuvo la fuga o derrame de una sustancia peligrosa o residuo peligroso menor a Un Metro Cubico. CESPM = 0; se refiere a la cantidad de eventos en los que se tuvo la fuga o derrame de una sustancia peligrosa o residuo peligroso mayor a Un Metro Cubico. CSM = 0; Donde CSM se refiere a la cantidad en kg de suelo contaminado por mal manejo Materiales Peligrosos. CAM = 0; Donde CAM se refiere a la cantidad de agua en m³ contaminada por mal manejo de Materiales Peligrosos. CSC = 0; Donde CSC se refiere a cantidad en kg de suelo contaminado por mal manejo de Residuos Peligrosos. CAC = 0; CAC se refiere a cantidad en m³ de agua contaminada por mal manejo de Residuos Peligrosos.	Lista de verificación de transporte de residuos; formato FMA-BVC-RS-03. Inspección a envases vacíos para reusó; formato FMA-BVC-RS-04. Lista de verificación de pisos; formato FMA-BVC-RA-01. Lista de verificación de subestaciones; formato FMA-BVC-RA-02. Lista de verificación de los sistemas de almacenamiento de soluciones de proceso; formato FMA-BVC-RA-03. Lista de verificación de polvorines; formato FMA-BVC-RA-04. Lista de verificación de estaciones de combustible; formato FMA-BVC-RA-05. Lista de verificación de transporte de materiales peligrosos; formato FMA-BVC-RA-06. Inspección de canaletas y registros de conducción de materiales peligrosos; formato FMA-BVC-RA-07. Inventario de materiales peligrosos; formato FO-OM-GSE-005-002. Inspección de áreas de almacenamiento de materiales peligrosos; formato FO-OM-GSE-005-003. Inspección de tanques de almacenamiento de materiales peligrosos y diques; formato FO-OM-GSE-005-004.
-----------------------	--	--	---	--	---	---

						Inspección de áreas de descarga de materiales peligrosos; formato FO-OM-GSE-005-005. Evidencia documental y fotográfica de señalética instalada. Matriz de identificación de no conformidades en recorridos de verificación; formato FMA-BVC-GN-13. Formato de aviso de derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de materiales peligrosos o residuos peligrosos; formato PROFEPA-03-017-A. Formato de aviso de derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de materiales peligrosos o residuos peligrosos; formato PROFEPA-03-017-B.
Agua	Consumo de recurso	MP y MM: i) Obtención de permisos para concesión de pozos para la extracción del recurso; ii) Uso eficiente del recurso a través de campañas de cuidado, dentro de las instalaciones; iii) Reúso y recirculación del agua durante el proceso. iv) Implementar un programa de mantenimiento a la infraestructura de distribución y manejo de agua (fresca o de proceso).	Operación-mantenimiento	Optimizar el uso de agua durante el proceso operativo con la finalidad de tener un menor consumo del recurso; además se pretende concientizar al personal con el uso racional y cuidado del agua. Eficientizar el uso del agua.	HG=0; donde HG se refiere a hallazgos detectados durante las verificaciones ambientales, donde se involucre pérdida de agua, sin considerar el factor de evaporación evapotranspiración. (AR)/CT≥PAR; donde AR se refiere a la cantidad de agua recuperada usada en el proyecto o proceso; CT consumo total de agua en el proyecto o proceso; PAR se refiere al porcentaje estimado de agua que se puede valorizar, de acuerdo a la naturaleza del proyecto.	Concesión para la extracción de agua. Registro del consumo de agua. Balance de agua. Documentación del proceso de recirculación del agua durante el proceso, tales como bitácoras y evidencia fotográfica. Evidencia fotográfica de las pláticas informativas y/o señalética para la concientización del uso racional del agua. Registro de la implementación del programa de mantenimiento preventivo a la red de distribución y manejo de agua fresca y de agua recuperada.

						Memoria fotográfica de las instalaciones que evidencien la recuperación y valorización del agua.
Agua	Modificación a los patrones de escurrimiento (recarga subterránea) Desvío de patrones de drenaje	MP y MM: i) Se construirán obras civiles (alcantarillas y canales) para la captación, desvío y reincorporación de los escurrimientos a cauces naturales, con capacidad suficiente a la del escurrimiento al que le dan paso. iii) Se realizará el mantenimiento preventivo y correctivo a las obras de drenaje instaladas, con la finalidad de evitar deterioro y azolve en los mismos.	Preparación del sitio Construcción Operación-mantenimiento	Evitar la afectación y obstrucción de las corrientes superficiales aledañas al SP, permitiendo de esta manera no disminuir la cantidad de agua superficial que se integra al medio en los escurrimientos naturales (incluidos los intermitentes). Aumentar la infiltración de agua pluvial al subsuelo.	OCD/ENA= 1; donde OCD se refiere al número de obras de conducción o desvío, ENA se refiere al número de escorrentías naturales afectadas.	Planos topográficos y constructivos de obras por escorrentía. Evidencia fotográfica de la construcción de las obras para captación o desvío. Bitácora de mantenimiento a las obras de drenaje y evidencia fotográfica de la ejecución de las actividades.
Paisaje	Degradación de las especies y alteración de las cadenas y redes tróficas Calidad paisajística, fragilidad visual y visibilidad	MC: i) Implementar un Programa de Abandono que incluya actividades de restauración y revegetación, así como también realizar la limpieza del SP (retiro de todo tipo de residuos generados durante el Proyecto) y descompactación de suelo.	Abandono del sitio	Reincorporar la superficie del proyecto a su entorno, regresando las aportaciones ambientales que el sitio tenía al ecosistema.	ES/EE ≥ 0.90 donde ES se refiere a las especies sembradas y liberadas; EE a las especies existentes en el SA del proyecto de acuerdo al inventario forestal. SL/STI=1; donde SL se refiere a la superficie liberada por concluirse las actividades de restauración; STI se refiere a la superficie total impactada por el proyecto.	Documentación de las actividades de restauración que se apliquen, dichos documentos avalados por el técnico forestal que se asigne al proyecto, donde se incluyen bitácoras de campo, memoria fotográfica, etc. Informe del Programa de Restauración del Sitio.
Todos	Desempeño ambiental incorrecto o deficiente del proyecto si se tiene falta de supervisión del mismo.	MP: i) Contar con la supervisión de personal técnico preparado y capacitado ambientalmente, para que supervise la implementación de todas las medidas propuestas	Todas	Asegurar el cumplimiento y seguimiento de cada una de las medidas propuestas para la ejecución del Proyecto.	SPVMA=100%; donde SPVMA se refiere a seguimiento al programa de vigilancia y monitoreo ambiental.	Evidencia documental y de campo de la supervisión, para lo cual se implementarán formatos de registro que ya el complejo minero tiene tales como: Matriz de entrega y recepción de evidencias de cumplimiento al Programa de

		para el buen desempeño ambiental del proyecto. ii) Implementar un programa de monitoreo y vigilancia ambiental.				Vigilancia y Monitoreo Ambiental. Informe del PVA.
Todos	Afectación de los componentes del ambiente por faltas de comunicación, capacitación y concientización.	MP: i) Implementar un programa de concientización ambiental, el cual involucre la capacitación a los actores involucrados de todos los temas de importancia tales como el conocer los propios procedimientos o estándares ambientales con que ya se cuentan para asegurar el desempeño ambiental, dando a conocer las restricciones y precauciones que se deben de tener a lo largo del proyecto y en sus diferentes etapas.	Todas	Dar a conocer a todos los involucrados en el proyecto por mínima que sea su aportación, cada uno de los lineamientos ambientales que se deben de seguir en todas las etapas del proyecto.	DRVA=0; donde DRVA se refiere a desviaciones, hallazgos o áreas de oportunidad detectadas en los recorridos de verificación ambiental. HCR/HCP≥1; donde HCR se refiere a horas de capacitación registradas; HCR se refiere a horas de capacitación programadas.	Calendarios de la programación de pláticas informativas y cursos. Registro de asistencia del personal a los cursos y pláticas calendarizadas Registro de verificaciones en campo, donde se visualizara la aplicación del programa de concientización ambiental.

VI.2. Impactos residuales

Los impactos residuales se definen como aquellos impactos que persisten en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación incorporadas sistemáticamente en el Proyecto (SEMARNAT 2012). Los que podrían persistir, serían aquellos impactos que carecen de medidas correctivas, los que sólo se mitigan de manera parcial o los que no alcanzan el umbral suficiente para poder aplicar alguna medida de compensación. Los impactos residuales, presentan sus efectos sobre el ambiente, dependiendo de las acciones que le dan origen. Por su parte, Estevan (1999) define a los impactos residuales, como aquellos que, pese a la aplicación de otras alternativas y medidas correctivas, no pueden ser eliminados en su totalidad, debido a limitaciones de tecnología, costos excesivos, o a incompatibilidad con los objetivos del Proyecto. Cabe mencionar que cada impacto residual, presenta efectos sobre los elementos del ambiente, dependiendo en gran medida de las acciones que le dan origen. El proceso de selección de los impactos residuales ha considerado las interacciones adversas que, al aplicar una medida de mitigación, su impacto residual recae en la categoría de significativo o medianamente significativo, descartando aquellas interacciones en las cuales el impacto residual se convierte en irrelevante.

En el caso particular de este Proyecto, aunque existen medidas de mitigación y compensación para cada uno de los factores ambientales y que son expuestas en el presente documento, se identifican impactos residuales para el factor **suelo y paisaje**, esto es debido al uso de suelo (que es de tipo industrial) que presenta el Sitio del Proyecto desde hace décadas, ya que se tiene como antecedente la instalación y operación de una Planta de Fundición (**Figura 6.2**), misma que dejó de operar hace 40 años aproximadamente, además de la amplia actividad minera que es realizada dentro del Sistema Ambiental y del tiempo de vida útil y giro del Proyecto. Por otra parte, el paisaje es objeto de contraste entre los elementos visuales de la actividad minera y los del entorno, donde los elementos antrópicos son dominantes en escala y posición sobre los elementos naturales (**Figuras 6.3 y 6.4**).

Dada la sinergia y la acumulación de la dinámica antrópica de los alrededores y dentro del SP, como son la actividad minera y la cercana presencia de núcleos urbanos, los impactos hacia los factores antes mencionados pueden considerarse como de alta significancia.



Figura 6.2. Sitio del Proyecto ocupado por antiguas instalaciones de fundición hacia el Norte del sitio del Proyecto.



Figura 6.3. Vista a la quebradora al oeste del sitio del Proyecto, observándose una cuenca visual delimitada y una calidad paisajística baja con nulos elementos de origen natural.



Figura 6.4. La ciudad de Cananea ubicada al Este del sitio del Proyecto, en esta área la cuenca visual es abierta, resaltando elementos urbanos con poco contraste cromático.

En el **Cuadro 6.2** son mostrados los impactos residuales para cada uno de los factores ambientales mencionados, de esta manera son propuestas algunas medidas de mitigación y compensación para evitar y/o disminuir el efecto residual; en el caso de los factores antes mencionados si son realizadas las actividades de limpieza, restitución y reforestación del sitio, una vez terminada la vida útil del Proyecto, este puede alcanzar en largo plazo sus características de origen, por lo que la restauración y reforestación de esta área contribuiría a restablecer la vegetación de origen.

Cuadro 6.2. Impactos residuales del Proyecto y sus posibles medidas de mitigación y compensación a ejecutar durante la etapa de abandono del sitio.

Componente ambiental	Indicador ambiental	Efecto Residual	Medida de Compensación	Objetivo
Suelo	Uso de suelo	Alteración de las propiedades físicas y químicas del suelo. Limitación de los servicios ambientales. Erosión eólica e hídrica.	Reforestación de superficies abiertas con vegetación de la región. Ejecución de un Programa de Recuperación y Restauración de Suelo.	La ejecución de las actividades de recuperación de suelo, restauración y reforestación devolverá en lo posible el aspecto original del suelo, sin embargo, deberá pasar un tiempo significativo para poder recobrarlas.

Cuadro 6.2. Impactos residuales del Proyecto y sus posibles medidas de mitigación y compensación a ejecutar durante la etapa de abandono del sitio.

Componente ambiental	Indicador ambiental	Efecto Residual	Medida de Compensación	Objetivo
Paisaje	Calidad paisajística Visibilidad y fragilidad visual	Disminución de la calidad paisajística por la introducción de elementos antropogénico, disminuyendo la cuenca visual y restando elementos naturales (vegetación, suelo, fauna, cuerpos superficiales de agua).	Ejecución en tiempo y forma del Programa de Abandono del sitio que incluirá actividades de revegetación y reforestación con especies nativas; además del retiro de estructuras y limpieza del sitio.	Reducir los efectos sobre la calidad paisajística, visibilidad y fragilidad visual del paisaje dentro del SP, así como recobrar elementos naturales tales como el suelo, vegetación, mejora en la calidad de aire, presencia de fauna, mismos que propiciarán una reintegración del ecosistema y una recuperación de los servicios ambientales.

VI.3. Impactos acumulativos

De acuerdo con SEMARNAT, los impactos acumulativos se definen como aquellos impactos que resultan de la suma de impactos ocurridos en el pasado o que están ocurriendo en el presente, independientes del Proyecto.

Dentro del complejo minero metalúrgico de la empresa Promovente, sitio donde se encuentra ubicado el Proyecto, son ejecutadas actividades antrópicas propias de la actividad minera, además de la cercanía de la cabecera municipal de Cananea, han provocado alteraciones al ecosistema y pueden ser causa de agravamiento del cambio climático a nivel regional, ya que con la generación de emisiones a la atmosfera, residuos, reducción de la cobertura vegetal y la ocupación del suelo, así como la entrada de agentes externos pueden deteriorar el estado actual de cada uno de los factores ambientales (atmosfera, suelo, agua, paisaje) y con ello limitar sus funciones dentro del ecosistema haciéndolo vulnerable a un escenario con capacidad reducida a la resiliencia climática.

Por lo antes expuesto, los impactos acumulativos en donde el Proyecto pudiera tener injerencia son expuestos en el **Cuadro 6.3**, aunque es importante mencionar que el Proyecto considera medidas de prevención para no contribuir a los impactos acumulativos presentes dentro del sitio del Proyecto.

Cuadro 6.3. Impactos acumulativos detectados para el Proyecto y las medidas de mitigación aplicables.

Componente ambiental	Indicador ambiental que incide	Descripción del impacto acumulativo por el desarrollo del Proyecto	Medida de prevención, mitigación y/o compensación
Atmosfera	Emisiones a la atmosfera y deterioro en la calidad del aire	La calidad del aire en SP puede ser considerada como media-baja, ya que la actividad minera y urbana son las más sobresalientes, lo que significa que la emisión de gases de efecto invernadero es frecuente y es a consecuencia de la combustión de vehículos, maquinaria y equipos, fuentes fijas y quema al aire libre. Además de la amplia dinámica metropolitana que presenta el SP dentro y en sus inmediaciones, se suma la escasa cobertura vegetal que existe a los alrededores del mismo, por lo que el efecto invernadero puede ser de mayor intensidad. Durante la operación del Proyecto puede contribuirse al aumento de los gases de efecto invernadero, por lo que la Promovente establecerá las medidas de mitigación necesarias para evitar la emisión y el deterioro en la calidad del aire.	Ejecución del programa de mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y equipos durante todas las etapas del Proyecto. Realizar monitoreo de acuerdo a los lineamientos de la NOM-085-SEMARNAT-2015. Ejecución del estudio de ruido ambiental bajo los criterios de la NOM-081-SEMARNAT-1994. Además de realizar la supervisión ambiental de cada una de las medidas propuestas. Reforestación de superficies abiertas con vegetación de la región.
Suelo	Uso de suelo	El desarrollo y ampliación de las actividades mineras implican la ocupación del suelo, por lo que en este se ve disminuida su productividad, así como la modificación de sus características físicas y químicas. Además de esta ocupación y por ende su uso, se debe considerar el crecimiento de la población y la demanda de servicios, así como otras actividades como la agricultura y ganadería que también aumentan el cambio de uso de suelo. Este impacto es considerable, ya que reduce los servicios ambientales brindados por la vegetación forestal y haciéndolo más susceptible a la contaminación.	Implementar un programa de monitoreo y vigilancia ambiental. Ejecutar un programa de abandono que incluya actividades de restauración y revegetación.
Paisaje	Calidad paisajística	La entrada de elementos antrópicos como son la construcción de edificios, apertura de caminos, presencia de núcleos urbanos y en si la dinámica que se ejecuta en el SP y en sus alrededores desde hace décadas ha propagado la transformación del paisaje natural a un paisaje industrial-urbano, de tal manera que los elementos naturales son poco visibles, lo que se evidencia con la escases de cobertura vegetal y de fauna característica del área, disminución de los escurrimientos superficiales, entre otros. El dominio de los elementos antrópicos propicia que la calidad paisajística vaya en disminución, lo anterior al existir una cuenca visual abierta, poca variabilidad cromática en el entorno, así como una baja capacidad de absorción visual (fragilidad); de esta forma, la armonía entre elementos antrópicos y naturales disminuyen la capacidad de resiliencia hacia el cambio climático.	Implementar un programa de concientización ambiental, el cual involucre la capacitación a los actores involucrados de todos los temas de importancia tales como el conocer los propios procedimientos o estándares ambientales con que ya se cuentan para asegurar el desempeño ambiental, dando a conocer las restricciones y precauciones que se deben de tener a lo largo del proyecto y en sus diferentes etapas. Ejecución en tiempo y forma del Programa de Abandono del sitio que incluirá actividades de revegetación y reforestación con especies nativas; además del retiro de estructuras y limpieza del sitio.

Manifestación de Impacto Ambiental
modalidad particular
del Proyecto denominado

“Planta Concentradora Buenavista del Zinc”,
a ubicarse en el municipio de Cananea,
estado de Sonora.

CAPÍTULO VII
CONSULTA PÚBLICA

Febrero 2018.

CONTENIDO**VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 4**

VII.1. PRONÓSTICO DEL ESCENARIO	4
VII.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA PROYECCIÓN PARA MINIMIZAR LOS IMPACTOS EN TODOS LOS FACTORES AMBIENTALES.....	5
VII.2.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA PROYECCIÓN DEL FACTOR AMBIENTAL: ATMÓSFERA	5
VII.2.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA PROYECCIÓN DEL FACTOR AMBIENTAL: SUELO.....	6
VII.2.3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA PROYECCIÓN DEL FACTOR AMBIENTAL: AGUA	8
VII.2.4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA PROYECCIÓN DEL FACTOR AMBIENTAL: VEGETACIÓN	9
VII.2.5. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA PROYECCIÓN DEL FACTOR AMBIENTAL: FAUNA.....	10
VII.2.6. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA PROYECCIÓN DEL FACTOR AMBIENTAL: PAISAJE	10
VII.3. ESCENARIOS DE EMISIONES Y CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SITIO DEL PROYECTO.....	15
VII.3.1. DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS Y EROSIÓN.....	20
VII.4. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL EN EL SITIO DEL PROYECTO.....	24
VII.5. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	27
VII.5.1. OBJETIVO GENERAL	28
VII.5.2. ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....	29
VII.5.3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, RESTAURACIÓN Y COMPENSACIÓN COMPROMETIDAS EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.	30
VII.5.4. EVIDENCIAS DE EJECUCIÓN, EVALUACIÓN Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.	30
VII.6. CONCLUSIÓN.....	32

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 7.1. ANÁLISIS DE PRONÓSTICOS AMBIENTALES QUE SE TENDRÍAN PARA PROYECTO, CONSIDERANDO AL SITIO SI NO SE REALIZA EL PROYECTO, CON EL PROYECTO SIN APLICARLE MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CON LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.	12
CUADRO 7.2. ESCENARIOS DE EMISIONES GEI PARA EL SITIO DEL PROYECTO.	16
CUADRO 7.3. FACTORES AMBIENTALES ACORDE A LAS CARACTERÍSTICAS DEL SITIO DEL PROYECTO PARA DETERMINAR LA CALIDAD AMBIENTAL.	24

ANEXOS INCLUIDOS EN CAPÍTULO VII

Anexo 7.1. Estudio Hidrológico del sitio del Proyecto.

Anexo 7.2. Estudio hidrológico del sitio del Proyecto y propuestas de manejo y control de escurrimientos.

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 7.1. ESCENARIOS DE GEI RESPECTO A LAS VARIACIONES EN PARÁMETROS CLIMATOLÓGICOS DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL.....	18
FIGURA 7.2. ESCENARIOS DE GEI RESPECTO A LAS VARIACIONES EN PARÁMETROS CLIMATOLÓGICOS DE TEMPERATURA.....	19
FIGURA 7.3. EVIDENCIA DE EROSIÓN HÍDRICA (FORMACIÓN DE CÁRCAVAS) AL SUR DEL SITIO DEL PROYECTO, DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL.....	22
FIGURA 7.4. OCUPACIÓN Y EROSIÓN ANTRÓPICA DENTRO DEL SITIO DEL PROYECTO.	22
FIGURA 7.5. EROSIÓN Y DEGRADACIÓN DEL SUELO EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EL SISTEMA AMBIENTAL.....	23
FIGURA 7.6. ACTIVIDAD MINERA DENTRO DEL SITIO DEL PROYECTO (IMAGEN IZQUIERDA) Y ACTIVIDAD ANTRÓPICA A INMEDIACIONES DEL MISMO (IMAGEN DERECHA) AL ESTE Y SUR DEL SISTEMA AMBIENTAL, CONTRIBUYENTES AL DETERIORO EN LA CALIDAD DEL AIRE POR LA GENERACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI).	25
FIGURA 7.7. EROSIÓN EN SUELO (HÍDRICA Y ANTRÓPICA) DENTRO DEL SITIO DEL PROYECTO.	26
FIGURA 7.8. CONCENTRADORA I UBICADA AL SUR DEL SISTEMA AMBIENTAL (IMAGEN IZQUIERDA) Y ACTIVIDAD EN TAJO REALIZADA HACIA EL OESTE Y NORTE DEL SISTEMA AMBIENTAL (IMAGEN DERECHA), ACTIVIDADES QUE INFLUYEN EN LA VULNERABILIDAD DE LAS ESPECIES BIÓTICAS A PERTURBACIONES DE ORIGEN ANTRÓPICO.....	26

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

VII.1. Pronóstico del escenario

En este capítulo se presenta el análisis del escenario ambiental resultante al evaluar el proyecto **"Planta Concentradora Buenavista del Zinc"** (enseguida referido como el Proyecto), con pretendida ubicación en las instalaciones de la empresa promotora Buenavista del Cobre, S.A. de C.V. (enseguida referida como Promotora), en el municipio de Cananea, estado de Sonora; con la proyección de la acción de las medidas correctivas o de mitigación por ejecutar, las cuales fueron descritas en el Capítulo VI, a partir de los impactos ambientales relevantes identificados y descritos previamente en el Capítulo V de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular (MIA-P).

Se toma como base el escenario ambiental obtenido en los apartados anteriores (escenario actual, Capítulo IV) para construir el escenario final, considerando para ello la dinámica de las actividades y elementos del Proyecto, en función de la intensidad y permanencia de impactos ambientales residuales, de los mecanismos de autorregulación y estabilización de los ecosistemas que pudieran contrarrestarlos.

El pronóstico detallado para el escenario proyectado, describe las características por factor ambiental (atmósfera, suelo, agua, y paisaje) y por los indicadores ambientales afectados debido a la naturaleza del Proyecto, con base a lo descrito en los Capítulos II, IV, V y VI de este documento.

A continuación, se describirá la proyección de cada escenario, con la finalidad de lograr una perspectiva de la situación, con relación a los aspectos ambientales. La ejecución del Proyecto no implica un número importante de impactos significativos, del 100% de los impactos identificados como adversos, el 63% de ellos tendrán una significancia Moderada, mientras que el 23% se clasifica como de significancia Alta y el 15% de significancia Baja, sin identificarse impactos de significancia Muy Alta.

Aplicando las correspondientes medidas de mitigación, descritas en el capítulo VI del presente estudio, los impactos negativos deben verse disminuidos, atenuados o eliminados de manera directa, aunque la mayoría con un carácter temporal sobre los factores abióticos (atmósfera, suelo, agua y paisaje), dependiente de la eficiencia y permanencia de las medidas.

VII.2. Descripción y análisis de la proyección para minimizar los impactos en todos los factores ambientales

Para minimizar los impactos ambientales generados por incumplimiento de la normatividad ambiental aplicable al Proyecto, así como incumplimiento de las medidas de mitigación, términos y condicionantes establecidos en el Resolutivo emitido como resultado de la evaluación del presente estudio para las etapas del Proyecto, se implementará un **Programa de Vigilancia Ambiental**, el cual involucra la capacitación de los actores involucrados sobre todos los temas de importancia, tales como el conocer los propios procedimientos o estándares ambientales con que ya se cuentan para asegurar el desempeño ambiental, dando a conocer las restricciones y precauciones que se deben de tener a lo largo del proyecto y en sus diferentes etapas, establecidas por el Promoviente así como leyes, normas y reglamentos aplicables; además de las medidas específicas propuestas en este documento y las que resulten de la evaluación y dictamen por parte de la autoridad.

VII.2.1. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Atmósfera

Actualmente la calidad del aire dentro del sitio del Proyecto se ve afectada por la actividad minera circundante, en particular por la operación del tajo (mina) y de las quebradoras primarias, la circulación en caminos de terracería, la operación de los terreros de lixiviación, la disposición de residuos mineros en tepetateras, etc., a los cuales se asocia la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), generados por el uso de vehículos, maquinaria y equipos de combustión, así como la generación de polvos y partículas, y el incremento en los niveles de ruido propiciados por la operación de la maquinaria y equipos, incluidos los de la planta concentradora. Con la preparación del sitio y la construcción del Proyecto puede verse disminuida la calidad de aire, incluido el incremento de GEI, lo cual puede acelerar los efectos del Cambio Climático, aunque a una escala limitada y local. Lo anterior puede ser

impulsado por el efecto acumulativo y sinérgico que presentan algunos de los indicadores (emisiones a la atmosfera, polvos y partículas suspendidas y generación de ruido), además de la amplia dinámica antrópica que presenta el sistema ambiental, por lo que el planteamiento y ejecución de las medidas de prevención y mitigación será primordial para darle viabilidad ambiental al Proyecto.

El Promovente ejecutara las medidas de mitigación considerando la normatividad ambiental vigente en la materia, realizando el mantenimiento preventivo y correctivo a cada uno de los equipos y maquinaria a utilizar para la ejecución del Proyecto, así como el riego de las áreas de trabajo y aledaños, establecimiento de horarios diurnos de trabajo para evitar molestia en el incremento del ruido, y realizar monitoreo de ruido ambiental y de partículas suspendidas, todas estas acciones estarán encaminadas a evitar emisiones por arriba de los límites permisibles, evitar la generación de polvos y de disminuir el nivel de ruido; también, es importante mencionar que el Promovente llevara a cabo los trabajos bajo estándares de calidad y acorde con las características del sitio.

VII.2.2. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Suelo

Dentro del Sistema Ambiental y el sitio del Proyecto, el suelo se ha sometido a diferentes cambios físicos y químicos, incluyendo la geoforma y topografía del mismo, además de ser un suelo propenso a la erosión (eólica e hídrica), lo anterior dada su ocupación y uso de suelo por actividades minero-metalúrgicas. Es importante mencionar, que actualmente el sitio del Proyecto no presenta cobertura vegetal, además de mostrar rezagos de infraestructura y clara evidencia de los procesos metalúrgicos en material granular y roca, ya que hace décadas este sitio fue utilizado para la construcción y operación de operaciones mineras y metalúrgicas históricas, lo que hizo del suelo un medio susceptible a la contaminación por metales y a la pérdida de sus propiedades fisicoquímicas, texturales y estructurales. De acuerdo con la definición de la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo, estos suelos pueden ser clasificados como de tipo Regosoles Antrópicos, ya que son suelos que se presentan sobre materiales no consolidados y alterados principalmente por actividades humanas.

Por otra parte, el sistema ambiental es también dominado por la actividad minera, por lo que el uso de suelo es considerado como industrial, presentando escasa superficie con cobertura vegetal, la cual puede clasificarse como vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino.

Expuesto lo anterior, con la operación y construcción del Proyecto puede darse un efecto sinérgico y acumulativo a las modificaciones que presente el suelo en condiciones actuales (en magnitud y extensión), esto será debido a la entrada de maquinaria, uso de equipos, actividades como excavación, nivelación y compactación, así como el montaje de nueva infraestructura, además el suelo será susceptible de contaminación, causando deterioro en el mismo, esto a consecuencia de las actividades antes mencionadas por posibles derrames de hidrocarburos y disposición inadecuada de residuos (peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos) dentro del sitio del Proyecto y posiblemente en el sistema ambiental.

En este contexto, la Promovente contempla como medida compensatoria la limpieza del sitio y el retiro de instalaciones históricas en el sitio del Proyecto, como parte de la preparación del sitio, así como actividades de restauración y revegetación del sitio de Proyecto una vez terminada la vida útil del mismo, aunque en función del Programa de Cierre de todo el complejo minero metalúrgico. De esta manera, no sólo se busca la compensación de la superficie, sino el restablecimiento del ecosistema y los servicios ambientales, además de considerar medidas preventivas y de mitigación como son la delimitación adecuada del sitio del Proyecto y la construcción de infraestructura con estándares de calidad.

Por otra parte, la operación del Proyecto involucra manejo de sustancias que pueden desencadenar susceptibilidad de contaminación en el suelo, por lo que se aplican medidas preventivas, como el programa de mantenimiento preventivo de equipos, señalización conforme a normatividad (NOM-018-STPS-2015) para el almacenamiento y manipulación de los materiales peligrosos, capacitación del personal para la correcta y oportuna manipulación de los equipos, así como la implementación del Plan de Contingencia en caso de derrames y/o emergencias durante la operación del Proyecto.

Para evitar la afectación al suelo por la generación de residuos, se implementa el Plan de Manejo de Integral de Residuos que incluye el manejo, almacenamiento, transporte y

disposición de los tres tipos de residuos generados: (i) Residuos Peligrosos, (ii) Residuos de Manejo Especial y (iii) Residuos de Sólidos Urbanos.

VII.2.3. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Agua

El sistema ambiental se ubica en el límite de la cuenca hidrológica Bacanoa-Mejorada (RH07) con la cuenca hidrológica R. Sonora (RH09D). La parte noroccidental del sistema ambiental pertenece a la Subcuenca hidrológica Nogales (RH07Ac); con una superficie de aproximadamente 2,800 km² se comprende los municipios de Cananea, Naco y Santa Cruz. La mayor parte del sistema ambiental y el sitio del Proyecto, pertenecen a la cuenca hidrológica Río Sonora, la cual es la segunda más grande dentro de la RH 9, con una superficie que abarca 14.78% de la RH 9.

El drenaje en la cuenca Río Sonora es de tipo dendrítico, que se observa plenamente en el sistema ambiental (ver Capítulo IV). En los meses de julio a septiembre se presentan los máximos caudales en el Río Sonora, mientras que el período de estiaje se presenta en los meses de abril a junio.

En el sitio del Proyecto, no existen arroyos o cauces naturales. Todos los escurrimientos se confluyen en el Este del sistema ambiental, donde se conforma el arroyo La Matanza, el cual descarga su caudal en la presa de jales al Este del sistema ambiental. Evidencia de eventos fuertes o torrenciales se muestran cerca del sitio del Proyecto, con cárcavas en el suelo o laderas.

El manejo de las aguas pluviales en el sitio del Proyecto, se considera desafiante por la existencia de infraestructura, ya sea abandonada o en uso y los patrones de drenaje presentes con su camino para drenar a la pileta norte. Se requerirá desviar los patrones existentes de drenaje antes de que comience la construcción principal para evitar cualquier problema potencial de inundación durante la construcción (ver **Anexos 7.1 y 7.2**). El diseño propuesto para el sitio del Proyecto, consistirá en re-direccionar el flujo de cada cuenca fuera del área del proyecto, a través de alcantarillas y canales. Es de suma importancia que todo el manejo de las aguas pluviales se lleve a cabo de forma efectiva y benéfica para que no interfiera con la operación de la planta concentradora. Las mejoras de drenaje propuestas con

canales y alcantarillas recomendados serán para eventos de lluvia torrencial con período de retorno de 100 años (ver **Anexos 7.1 y 7.2**).

Por otra parte, una de las medidas de mitigación a implementar por el Proyecto durante su operación consiste en el ahorro y cuidado del agua, a través de la recirculación y reuso del agua utilizada en el proceso, así como a través de la ejecución del Plan de Manejo de Residuos (peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos) con el que se busca evitar afectaciones a cuerpos de agua cercanos al sitio del Proyecto.

Es importante mencionar que, si no se aplican estas medidas de prevención y mitigación, los impactos expuestos pueden ser considerados acumulativos, sinérgicos y residuales.

VII.2.4. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Vegetación

Como se ha mencionado en el apartado correspondiente al factor suelo, el sitio del Proyecto no presenta cobertura vegetal, ya que actualmente el uso de suelo es de tipo industrial, específicamente ocupado por el complejo minero-metalúrgica (Capítulos II y IV). En algunas áreas es visible la presencia de especies arbustivas y arbóreas (*Prosopis velutina* (mezquite), *Quercus oblongifolia* (bellota de cochi) y *Baccharis linearis* (romerillo)) en estado de deterioro, ninguno de ellos listado en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dentro del sistema ambiental, existe una amplia dinámica antrópica, por lo que la superficie es mayormente ocupada por obras y actividades propias de la industria minera, sin embargo, en algunas superficies al Norte y Sureste del sitio del Proyecto se observan algunos remanentes de vegetación que corresponden a secundaria arbustiva de bosque de encino.

Dadas las condiciones actuales del sitio del Proyecto, no fue realizada la evaluación de impactos para este factor. Sin embargo, la Promovente durante la etapa de abandono del sitio realizará como medida de compensación la restauración y revegetación del sitio del Proyecto con especies de la región, esto con la finalidad de reestablecer algunos de los servicios ambientales del ecosistema, así como aumentar la calidad paisajística de la región.

VII.2.5. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Fauna

De acuerdo a las condiciones actuales del sitio del Proyecto y la fragmentación existente en el sistema ambiental, producto de las actividades humanas y de la industria minero-metalúrgicas, que ha desencadenado una serie de modificaciones en los procesos ecológicos y por consecuencia ha impactado en los factores ambientales, se ha observado que dentro del sitio del Proyecto no existen avistamientos, presencia, ni sitios de anidación de especies de fauna silvestre. Por ello, para este factor ambiental no se detectaron impactos que sean producto de la construcción y operación del Proyecto.

VII.2.6. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Paisaje

El paisaje dentro del sistema ambiental es considerado con una calidad paisajística de media-baja, mientras que la fragilidad visual puede ser considerada como baja, esto es dado el excesivo contraste entre los elementos visuales de la actividad minera y los elementos del entorno natural, destacando más los de origen antrópico.

El sitio del Proyecto es dominado por la actividad antrópica, específicamente por las actividades minero-metalúrgicas y el desarrollo de las actividades urbanas aledañas al mismo, ya que la ciudad de Cananea es ubicada a menos de 1 km al Este del sitio del Proyecto. Además, esta superficie carece de cobertura vegetal y de la existencia de cuerpos superficiales de agua, por lo que la fragilidad visual en esta área es determinada como Baja dados sus elementos externos (antrópicos) con poca capacidad de absorción visual y escasa variabilidad cromática. En lo que respecta a la calidad paisajística, esta puede determinarse de media-baja, ya que la cuenca visual en el sitio del Proyecto, es delimitada por las obras circundantes, principalmente hacia el Oeste y Norte por la actividad del Tajo y hacia el Sur por la operación de la Concentradora I, mientras que hacia el Este la cuenca visual es abierta, destacando la ciudad de Cananea; así mismo, los elementos naturales (vegetación secundaria y sierras) solo sobresalen a larga distancia, principalmente al Norte con la Sierra La Mariquita y al Oeste con la Sierra la Elenita.

El factor paisaje en el sitio del Proyecto y el Sistema Ambiental, es considerado industrial-urbano, donde los elementos de las actividades minero-metalúrgicas se convierten en factores dominantes en relación a los naturales, en términos de escala y de posición.

Con la construcción y operación del Proyecto pueden verse modificadas algunas características del paisaje, ya que la entrada de agentes externos (equipos, maquinaria, personal), la remoción de suelo y la generación de residuos, pueden deteriorar la calidad paisajística y disminuir la capacidad de absorción visual (fragilidad visual) dentro del sitio del Proyecto y el Sistema Ambiental. Sin embargo, el impacto hacia este factor ambiental es considerado como residual y acumulativo, no por la falta de medidas de prevención, mitigación o compensación, sino por el tipo de actividades y el tiempo de vida útil del proyecto, además de la amplia actividad minera circundante y presente en el sitio del Proyecto y el Sistema Ambiental, por lo que la Promovente ejecutará una vez terminada la vida útil del Proyecto la restauración y limpieza del sitio del Proyecto, durante la etapa de abandono del sitio, con lo que se busca restablecer las condiciones naturales del ecosistema y la recuperación de los servicios ambientales que este ofrece.

En el **Cuadro 7.1** se presenta un análisis comparativo de los pronósticos ambientales, considerando la proyección de cada escenario: [i] sin proyecto; [ii] con proyecto, sin aplicar medidas de prevención, mitigación ni compensación; y [iii] con proyecto, aplicando medidas de prevención, mitigación y compensación.

Cuadro 7.1. Análisis de Pronósticos Ambientales que se tendrían para Proyecto, considerando al sitio si no se realiza el Proyecto, con el Proyecto sin aplicarle medidas de mitigación y con la aplicación de las medidas de mitigación.

Factor Ambiental	Pronósticos Ambientales		
	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con proyecto, con medidas de mitigación
Atmósfera	La contaminación atmosférica y calidad del aire depende en mayor parte de las actividades antrópicas las cuales son intensificadas o disminuidas por el desarrollo económico regional, crecimiento de la población y de las condiciones climáticas. La calidad del aire en el sitio del Proyecto y dentro del Sistema Ambiental, puede ser considerada como aceptable, sin embargo, es de relevancia considerar la actividad antrópica como son las actividades minero-metalúrgicas que son realizadas dentro y en las inmediaciones del sitio del Proyecto. Estas actividades son causantes de las emisiones de gases de efecto invernadero, incremento en los niveles de ruido, así como en la generación de partículas (polvos), que alteran la calidad del aire y el resto de los factores ambientales.	Sin las medidas de prevención y mitigación propuestas puede afectarse de manera severa la calidad del aire, no solo del sitio del Proyecto, sino también dentro del sistema Ambiental, contribuyendo al efecto invernadero y un deterioro del ecosistema. Por otra parte, la actividad minero-metalúrgica y la cercanía de la zona urbana, así como caminos y carreteras, puede surgir un efecto acumulativo y sinérgico con la ejecución de las actividades de operación del Proyecto, deteriorando la calidad del aire y por consecuencia daños a la salud. El escenario sin la ejecución de medidas de mitigación acelera los efectos del calentamiento global.	Las medidas de mitigación propuestas prevendrán y mitigaran los efectos causados por la emisión de gases (CO₂, N_x, SO_x, etc.) durante la operación del Proyecto, así como el uso de las maquinarias y equipos dentro del sitio del Proyecto, por lo que el programa de mantenimiento preventivo a maquinaria y equipos y la aplicación de la normatividad en materia de emisiones, son solo algunas de las medidas ejecutadas para contrarrestar los efectos adversos. Para el caso de la generación de polvos (partículas suspendidas) durante las etapas de preparación del sitio y de construcción, será controlada a través del control de polvos en los frentes de trabajo y caminos de acceso, mientras que en la etapa operativa se implementaran sistemas recolectores de polvo, principalmente en el área de trituración; por otra parte, los monitoreos propuestos para el ruido ambiental y de partículas suspendidas con base en la normatividad vigente, permitirán mantener los niveles permisibles, de tal manera que no se provoquen alteraciones a la calidad del aire. Además, a largo plazo con las actividades de limpieza y restauración del sitio del Proyecto, se pretenden devolver características importantes para el restablecimiento general del ecosistema y una mejora en la calidad del aire.
Suelo	Los suelos se han sometido a diferentes cambios físicos y químicos, incluyendo la geoforma y topografía del mismo, además de ser un suelo propenso a la erosión (eólica e hídrica), lo anterior dada su ocupación y uso de suelo por actividades minero-metalúrgicas. Es importante mencionar, que actualmente el sitio del Proyecto no presenta cobertura vegetal, además	El suelo al tener un uso y ocupación por la actividad minero-metalúrgica es susceptible a la contaminación y por consecuencia a la alteración de sus propiedades físicas y químicas, no solo por las actividades realizadas en el sitio del Proyecto, sino también por las realizadas en áreas aledañas al mismo.	En el estado actual del sitio del Proyecto, es necesario realizar actividades de limpieza y retiro de infraestructura, actividades que se ejecutaran antes de la construcción y operación del Proyecto, esto con la finalidad de evitar efectos acumulativos y residuales a largo plazo. Como medida preventiva y de mitigación es implementado en tiempo y forma el Plan de Manejo de

Cuadro 7.1. Análisis de Pronósticos Ambientales que se tendrían para Proyecto, considerando al sitio si no se realiza el Proyecto, con el Proyecto sin aplicarle medidas de mitigación y con la aplicación de las medidas de mitigación.

Factor Ambiental	Pronósticos Ambientales		
	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con proyecto, con medidas de mitigación
	de mostrar rezagos de infraestructura y clara evidencia de los procesos metalúrgicos en material granular y roca, ya que hace décadas este sitio fue utilizado por antiguas operaciones mineras y metalúrgicas, lo que hace un suelo susceptible.	Dada la situación, las actividades a desarrollar en el Proyecto pueden causar riesgo de contaminación (derrames) alterando las propiedades y estructura del suelo, por agentes externos como hidrocarburos, sustancias y materiales químicos y/o residuos involucrados con el desarrollo del Proyecto durante la etapa operativa y abandono del mismo. Dada la complejidad del suelo, los impactos hacia este factor pueden ser considerados acumulativos y residuales.	Residuos (que incluye peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos), el cual tiene como objetivo la prevención, manejo, transporte y disposición final de los residuos de acuerdo a sus características para evitar deterioro del suelo y otros factores ambientales; también durante la operación de la Planta es ejecutado el programa de mantenimiento preventivo a equipos y maquinaria para evitar derrames y/o fugas por mal funcionamiento; aunado a lo anterior, el Plan de Contingencia del complejo metalúrgico será utilizado en caso de emergencia para evitar afectaciones a factores ambientales, así como daños a la salud de los empleados. Como medida de compensación, al finalizar la vida útil del Proyecto se propone la restauración y reforestación del sitio con especies nativas del sitio que ayuden a la regeneración de las propiedades del suelo y recuperación de los servicios ambientales.
Agua	La mayor parte del sistema ambiental y el sitio del Proyecto, pertenecen a la cuenca hidrológica Río Sonora la cual es la segunda más grande dentro de la RH 9. En el SP no existen arroyos. Todos los escurrimientos se confluyen al Este del sistema ambiental, donde se conforma el arroyo La Matanza el cual descarga su caudal en la presa de jales al Este del sistema ambiental. Evidencia de eventos fuertes o torrenciales se muestran cerca del sitio del Proyecto, con cárcavas en el suelo o laderas.	Aunque dentro del sitio del Proyecto, no existen arroyos o escorrentías, en caso de no contar con obras de drenaje para conducir los patrones de drenaje principalmente en época de lluvias, pueden ocurrir inundaciones dentro del sitio del Proyecto o en áreas aledañas al mismo. Con la operación del Proyecto, se perciben como indicadores de impacto el consumo de agua y la susceptibilidad de contaminación, lo anterior sería como consecuencia de la explotación del recurso y de las malas prácticas para su consumo y cuidado, además del uso de sustancias, cuyo posible derrame pueden deteriorar este factor. La contaminación a cuerpos superficiales de agua implica complicaciones a otros factores ambientales como son el suelo.	Con la finalidad de evitar afectaciones a este factor, el Proyecto contempla medidas preventivas y de mitigación para los impactos previstos, destacando los programas de concientización para uso y consumo razonable del agua, además de recircular el agua del proceso con el objetivo de ahorrar el consumo del mismo. Además, para evitar inundaciones serán instaladas obras de drenaje que permitan conducir adecuadamente los patrones de escurrimiento en el sitio del Proyecto y áreas aledañas al mismo. Respecto a la susceptibilidad de la contaminación de aguas superficiales, es implementado el Plan de Manejo de Residuos que incluye actividades de prevención, manejo, transporte y disposición final de los residuos en cualquiera de sus categorías (peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos).

Cuadro 7.1. Análisis de Pronósticos Ambientales que se tendrían para Proyecto, considerando al sitio si no se realiza el Proyecto, con el Proyecto sin aplicarle medidas de mitigación y con la aplicación de las medidas de mitigación.

Factor Ambiental	Pronósticos Ambientales		
	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con proyecto, con medidas de mitigación
Paisaje	El paisaje dentro del sistema ambiental, es considerado con una calidad paisajística de media-baja, mientras que la fragilidad visual puede ser considerada como baja, esto es dado el excesivo contraste entre los elementos visuales de la actividad minera y los elementos del entorno natural, destacando más los de origen antrópico. El sitio del Proyecto es dominado por la actividad antrópica, específicamente por las actividades minero-metalúrgicas y el desarrollo de las actividades urbanas aledañas al mismo. Además, esta superficie carece de cobertura vegetal y de la existencia de cuerpos superficiales de agua, por lo que la fragilidad visual en esta área es determinada como Baja dados sus elementos externos (antrópicos) con poca capacidad de absorción visual y escasa variabilidad cromática. En lo que respecta a la calidad paisajística esta puede determinarse de media-baja, ya que la cuenca visual en el sitio del Proyecto es delimitada por las obras circundantes, principalmente hacia el Oeste y Norte por la actividad del Tajo y hacia el Sur por la operación de la Concentradora I, mientras que al Este la cuenca visual es abierta, destacando la ciudad de Cananea; así mismo, los elementos naturales (vegetación secundaria y sierras) solo sobresalen a larga distancia, principalmente al Norte con la Sierra La Mariquita y al Oeste con la Sierra la Elenita.	La modificación al paisaje dentro del sitio del Proyecto y el sistema ambiental será de poca significancia, esto aunado a la infraestructura industrial y urbana dominante en ambas áreas, sin embargo, la falta de medidas de mitigación para este factor puede incrementar la fragilidad visual y disminuir la calidad paisajística. El paisaje del sitio del Proyecto no será modificado durante la operación del Proyecto, sin embargo, durante la etapa de abandono del sitio pueden surgir modificaciones que pueden alterar el paisaje, dado que las actividades durante esta etapa consisten en remoción de estructuras y en su caso de suelo, entrada de agentes externos como equipos, maquinaria y personal, así como la manipulación de materiales, mismos que pueden causar alteraciones en la calidad paisajística, fragilidad visual y estética del lugar. Además, pueden contribuir al deterioro de los factores como son la calidad del aire, la susceptibilidad de contaminación al suelo y cuerpos superficiales, así como la degradación de las especies y la perturbación del hábitat pueden dirigir a fuertes problemas de salud entre la población aledaña.	Todas las actividades se harán cumpliendo con la normatividad aplicable vigente y llevando a cabo las acciones propuestas en el Capítulo VI, así como las que establezca la autoridad en el resolutive resultado de la evaluación del presente documento. Terminada la vida útil del Proyecto se buscará mitigar este impacto al paisaje con las medidas compensatorias establecidas para la restauración y revegetación del sitio del Proyecto, que incluya el uso posterior del sitio, actividades de limpieza, entre otras, cuyo objetivo será que el ecosistema tenga una recuperación gradual que permita el recobro de los servicios ambientales y que los elementos naturales sean protagonistas.

VII.3. Escenarios de emisiones y cambio climático en el Sitio del Proyecto

México tiene características geográficas y sociales que lo colocan como uno de los países más vulnerables a los efectos del cambio climático. Su localización entre dos océanos, su altitud y relieves, lo hacen particularmente expuesto a diferentes fenómenos hidrometeorológicos (PECC 2014). Por esta razón el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) hace mención a los escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero (SRES), contemplando diversas hipótesis relativas al desarrollo socioeconómico del planeta.

Los escenarios de cambio climático son una representación estimable y simplificada del clima futuro, basados en un conjunto de relaciones climatológicas, que se construyen para ser utilizados de forma explícita en la investigación de las consecuencias potenciales del cambio climático antropogénico, y que sirven a menudo de insumo para las simulaciones de los impactos. Estos escenarios no son considerados pronósticos climáticos, ya que cada escenario es una alternativa de cómo se puede comportar el clima futuro¹.

Además, el conocer los escenarios proporciona importantes ideas sobre los vínculos existentes entre la calidad del medio ambiente y el tipo de desarrollo elegido, por otra parte, sirven para evaluar las consecuencias climáticas y medioambientales de las emisiones futuras de gases de efecto invernadero (GEI), estrategias de mitigación, y adaptación de alternativas.

De acuerdo a datos incluidos en el documento “Compromisos de mitigación y adaptación ante el Cambio Climático para el Periodo 2020-2030”, el estado de Sonora, específicamente municipio de Cananea, lugar donde se pretende la construcción y operación del Proyecto, presenta una *vulnerabilidad baja*, la cual suele incrementarse por condiciones sociales desfavorables como la pobreza que sufren varios sectores de la población y por la degradación ambiental que afecta a sus comunidades.

¹ Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático: <http://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/cambio-climatico-en-mexico>.

Para el Estado de Sonora, se conocen tres escenarios de emisiones de GEI: *Cercano* (2015-2016), *Intermedio* (2045-2069) y *Lejano* (2075-2099), los cuales consideran variaciones de parámetros climatológicos como son la precipitación total anual y la temperatura promedio anual; el **Cuadro 7.2** muestra las variaciones de los parámetros mencionados y contemplan diversas hipótesis relativas al desarrollo socioeconómico proyectadas para el área de interés².

Cuadro 7.2. Escenarios de emisiones GEI para el Sitio del Proyecto.

Escenarios de emisiones GEI	Cercano	Intermedio	Lejano
Precipitación total anual	Disminuirá entre 0 y 10%. Esta disminución es dada por las emisiones <i>media-alta</i> , originadas por el rápido crecimiento económico regional con la introducción de tecnologías nuevas y eficientes, existiendo un balance entre el uso de fuentes de energía fósil y no fósil.	Variará entre +5 y -10%. Para este escenario se mantiene la generación de emisiones <i>media-alta</i> y hay un ligero aumento de las emisiones consideradas <i>baja</i> , estas últimas están orientadas hacia la protección ambiental y la igualdad social que se enfoca en niveles locales y regionales a través de soluciones locales para la economía, sociedad y ambiente sustentable.	Disminuirá entre +5 y -15%. Dentro de este escenario existirá un equilibrio en la generación de emisiones <i>media-alta</i> y <i>baja</i> , en respuesta a la tendencia del crecimiento económico se busca la introducción de tecnologías eficientes orientadas a la sustentabilidad, ya que se busca un equilibrio entre lo ambiental, económico y la igualdad social en niveles locales y regionales.
Temperatura media anual	Aumentará entre 1.0 y 2.0 °C. Este aumento es influenciado por emisiones <i>media-alta</i> al igual que la precipitación, están son originadas por el rápido crecimiento económico regional con la introducción de tecnologías nuevas y eficientes, existiendo un balance entre el uso de fuentes de energía fósil y no fósil.	Aumentará entre 1.5 y 3.0 °C. Este aumento es influenciado por las emisiones consideradas <i>media-alta</i> , que como ya ha sido mencionado son originadas por el crecimiento económico con la introducción de tecnologías nuevas y eficientes.	Aumentará entre 3 y 5 °C. Para este periodo, el aumento a la temperatura se mantendrá dadas las emisiones Altas, provocadas por el constante crecimiento de la población y el desarrollo económico de la región, sin embargo el cambio tecnológico será fragmentado y lento en comparación con otros escenarios.

Los diferentes escenarios expuestos están influenciados por las actividades de origen antrópico, por ejemplo, la minería, agricultura, ganadería, crecimiento poblacional, entre otras, que han aumentado los volúmenes y la proporción de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera, lo que se refleja en las variaciones de parámetros climatológicos tales como

²Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático: http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_sonora.html

la precipitación pluvial (**Figura 7.1**) y la temperatura (**Figura 7.2**). Dadas estas variaciones se prevén amenazas en todo el estado (Sonora), donde indicadores como la sequía y olas de frío y calor serán los más susceptibles a presentarse causando afectaciones no solo a factores ambientales, sino también a la población y en su defecto impactos al sector económico. (CENAPRED 2014)

Específicamente, algunos sectores serán mayormente vulnerables a los escenarios de GEI, tales como: *i) agua*, donde la disponibilidad del recurso será baja y el grado de presión es fuerte (78%) por la demanda de procesos productivos, tecnológicos y sociales; *ii) la sequía*, presentándose índices más graves de fuerte a muy severa aumentando en un 30%; *iii) centros urbanos*, exacerbando el efecto del cambio climático por la alta concentración demográfica y la productividad industrial; *iv) agricultura*, la producción intensiva origina una gran demanda entrando en competencia con los centros urbanos demandando un mayor suministro que se incrementara con la disminución de las precipitaciones; *v) vegetación*, existe un descontrol debido a la deforestación y erosión de los suelos, disminuyendo la superficie con vegetación natural y *vi) salud*, donde se tienen altos índices de mortalidad por golpes de calor en la población (como antecedente se tienen registros de mortalidad de 1979-2003 por incrementos en un grado centígrado en la temperatura).

La importancia de identificar los sectores vulnerables de los GEI y las fuentes emisoras, sirven como base para el diseño de políticas y acciones de captura o reducción de emisiones. Por esta razón, el Proyecto incluye medidas de prevención, mitigación y compensación para reducir las emisiones de GEI, así mismo el Proyecto es diseñado y actuara conforme a los lineamientos en materia ambiental planteando enfoques de sustentabilidad (social, económica y ambiental) que permitan prevenir afectaciones a especies y poblaciones, mantener los niveles de presión actual, incrementar resiliencia y resistencia, evitar una degradación del ecosistema y reducir la vulnerabilidad social (pobreza) de las áreas aledañas. De cumplirse con las acciones anteriormente expuestas, pudieran redimirse los servicios ambientales del ecosistema, tales como: secuestro de carbono, provisión y mantenimiento del agua, conservación del hábitat para la permanencia de las especies y la formación y mantenimiento de los suelos, los cuales son indispensables para frenar el cambio climático.

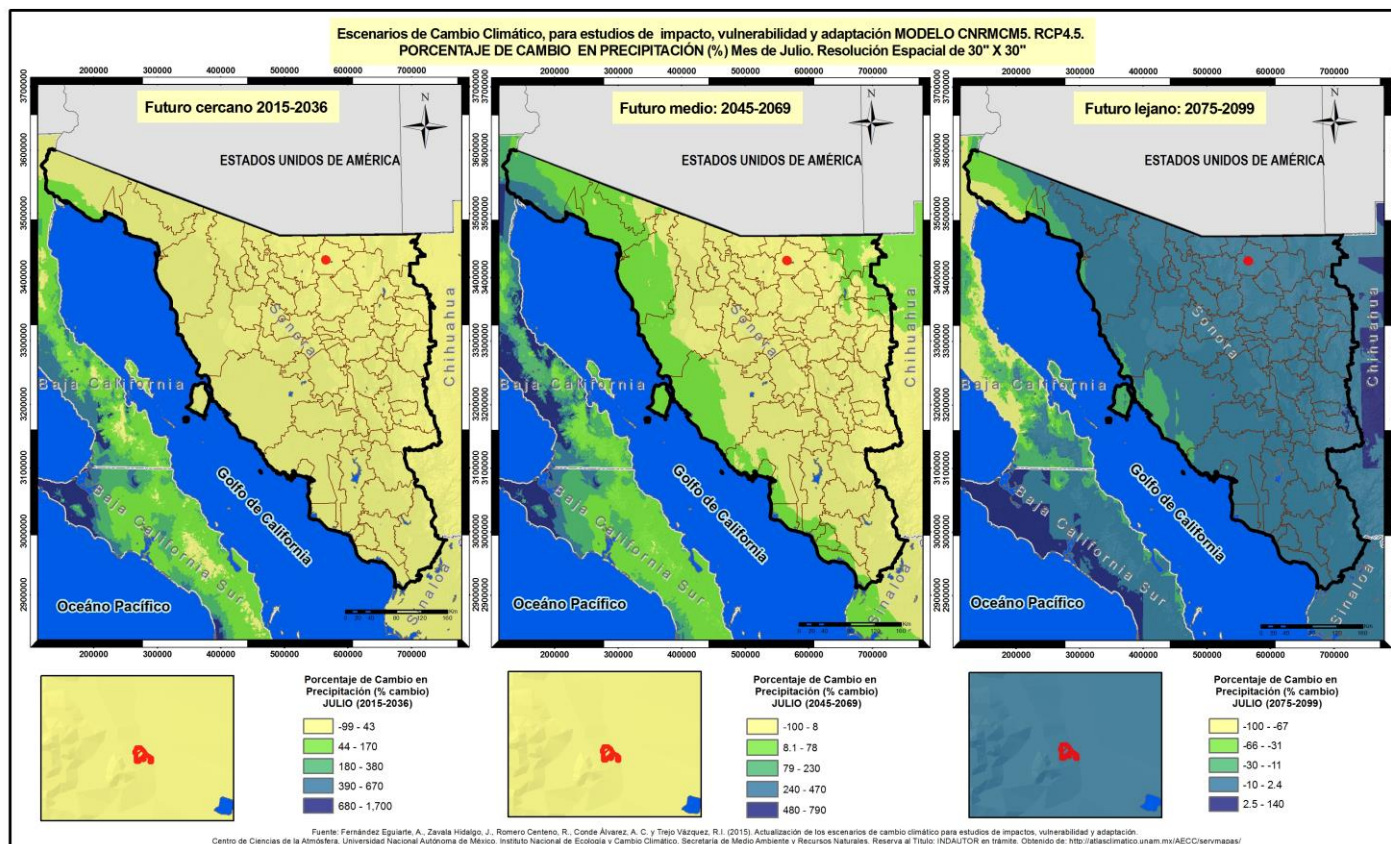


Figura 7.1. Escenarios de GEI respecto a las variaciones en parámetros climatológicos de precipitación pluvial³.

³Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales, Centro de Ciencias de la Atmosfera UNAM: http://www2.inecc.gob.mx/cgacc/escenarios_cu/act_escenarios.html; Año 2016.

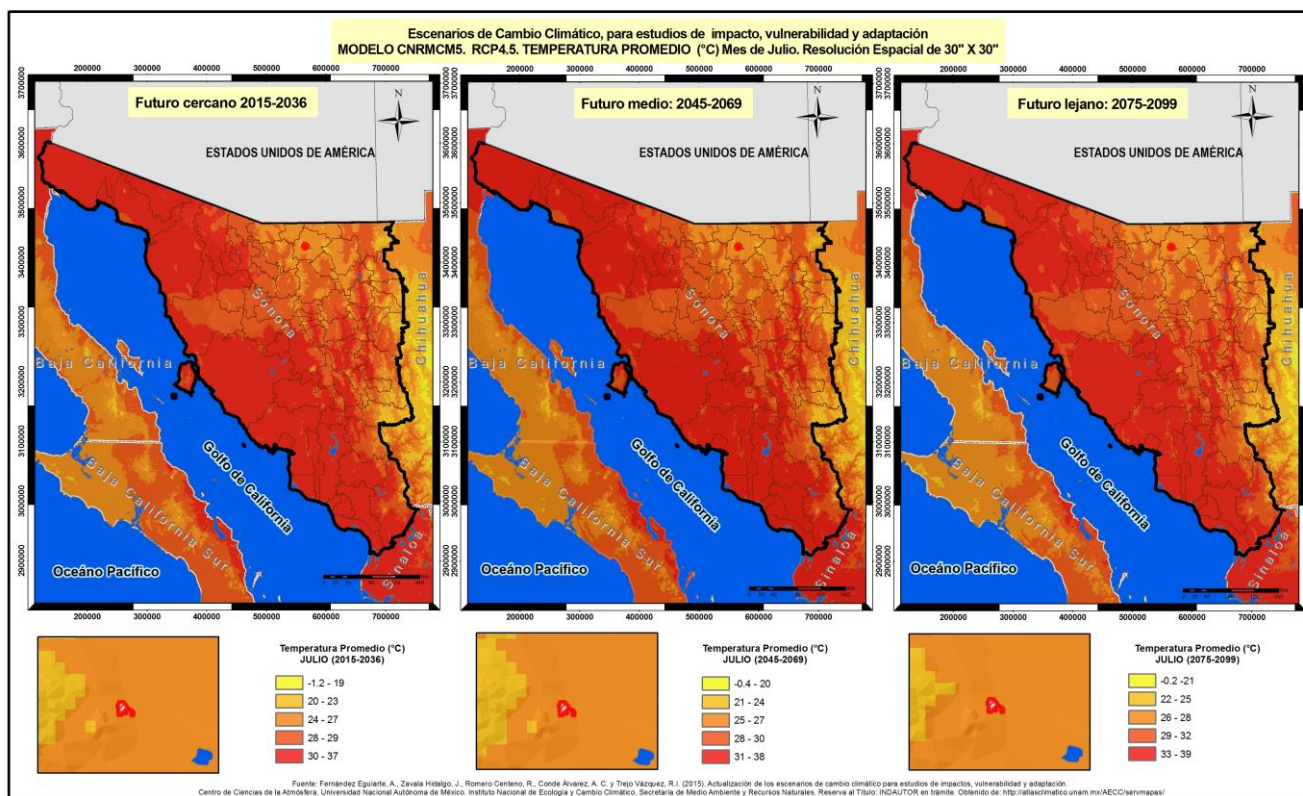


Figura 7.2. Escenarios de GEI respecto a las variaciones en parámetros climatológicos de temperatura⁴.

⁴Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales, Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM: http://www2.inecc.gob.mx/cgacc/escenarios_cu/act_escenarios.html; Año 2016.

VII.3.1. Degradación de los suelos y erosión

Como se ha mencionado, el cambio climático presenta una manifestación directa sobre patrones de precipitación y temperatura, que a su vez afecta a los patrones de erosividad de las regiones agrícolas y forestales, provocando la degradación de los suelos.

El posible aumento de las temperaturas que estamos padeciendo y el cambio climático podrían aumentar las tasas de erosión, al encontrarse con un clima con periodos de sequía más largos que incrementarían la erosión eólica, mientras que las precipitaciones parece ser que no tenderán a disminuir, sino a concentrarse en periodos cada vez más cortos de tiempo, lo que incrementaría la erosión hídrica. Si esta tendencia continúa, la erosión se incrementaría por las lluvias torrenciales sobre suelos sueltos a causa de las sequías, siendo aun más favorecido por el uso de suelo sin vegetación forestal.

Por ello, se considera que la degradación del suelo y los recursos hídricos constituyen factores de mayor presión en materia de seguridad para las poblaciones, presión que puede agravarse por el cambio climático, pues mientras que algunas regiones podrían volverse más húmedas, en otras, el efecto neto de una intensificación del ciclo hidrológico será la pérdida de la humedad del suelo y una mayor erosión. Algunas regiones que ya son propensas a la sequía podrían sufrir periodos secos más largos y más severos⁵.

En México, se estima que en 61.7% de la superficie nacional es afectada por erosión hídrica, eólica y por la degradación química y física del suelo⁶. Por su parte, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) publicó en 2014 los resultados preliminares del mapa de Erosión de Suelos en México, en el que muestra que cerca del 55% del territorio nacional está afectado por erosión hídrica y eólica.

La erosión puede tener varios orígenes y normalmente cuando se encuentra un proceso erosivo es por la combinación de varias causas. Aunque estos procesos pueden ser

⁵ Revista Chapingo Serie Zonas Áridas 2009. Elementos Emergentes Derivados del Cambio Climático en los Estudios de Erosión del Suelo. Autores: Armando López Santos, José Luis González Barrios y Guillermo González Cervantes.

⁶ CONAFOR y Universidad de Chapingo 2013. Línea Base Nacional de Degradación de Tierras.

naturales, casi siempre la actividad antropogénica desencadena la erosión, siendo la industria minera uno de los sectores productivos a los que más se atribuye el incremento de la erosión del suelo. En México, las causas de la degradación de los suelos involucran actividades de diversa índole: 35% de la superficie degradada se asocia a las actividades agrícolas y pecuarias (17.5% cada una de ellas) y 7.4% a la pérdida de la cubierta vegetal. El resto se divide entre urbanización, sobreexplotación de la vegetación y actividades industriales⁷.

La susceptibilidad del suelo ante la degradación está determinada por los factores ambientales (clima, topografía, edafológicos, vegetación, antropológicos). Según el tipo de suelo presente en el área de estudio (tipo Regosol Antrópico), es susceptible a la erosión hídrica y eólica. Dentro del territorio nacional, Sonora (estado donde se ubica el Proyecto) es una de las entidades más severamente afectadas por la desertificación. Lo anterior obedece a las propias características climáticas del estado, que determinan una alta fragilidad de sus suelos, así como su manejo inadecuado por parte del hombre. De los distintos procesos de degradación de suelos en que se manifiesta la desertificación, la erosión es la forma más extendida en el caso de los suelos de Sonora. Se calcula que casi la totalidad de la superficie del estado está afectada por procesos erosivos en diferentes niveles de gravedad, y todo parece indicar que las perspectivas de dicho problema son hacia su agravamiento⁸.

Los tipos de suelos definidos en el sistema ambiental y el sitio del Proyecto, están sujetos a la vulnerabilidad ante la erosión antrópica e hídrica (**Figuras 7.3 y Figura 7.4**). INEGI (2014) determinó la erosión del suelo a nivel nacional y se marcó en el sistema ambiental dos tipos de erosión, principalmente hacia el Este y Sur del sistema ambiental, donde se localiza el sitio del Proyecto, la erosión es considerada como antrópica e hídrica con cárcavas grado leve (**Figura 7.5**). A pesar de ello, el sitio del Proyecto está catalogado como sin erosión, esto es por la ocupación de las actividades mineras y antrópicas dentro del mismo.

De acuerdo a lo anterior, y dadas las características del Proyecto, este ha considerado medidas mitigables y compensables en su etapa de preparación y construcción, las cuales

⁷ SEMARNAT, Medio Ambiente en México 2013-2014:
http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen14/03_suelos/3_2.html

⁸ Degradación de suelos en Sonora: el problema de la erosión en los suelos de uso ganadero. Migdelina López Reyes, 2001.

consistirán en la delimitación adecuada del sitio del Proyecto, además de realizar una previa limpieza y el retiro de infraestructura, con el objetivo de mejorar el desarrollo del suelo, mientras que para la etapa de abandono se tiene prevista la restauración y la reforestación, que no solo busca el restablecimiento de las condiciones del sitio, sino también evitar la degradación y la erosión del suelo en el sitio del Proyecto.



Figura 7.3. Evidencia de erosión hídrica (formación de cárcavas) al Sur del sitio del Proyecto, dentro del sistema ambiental.



Figura 7.4. Ocupación y erosión antrópica dentro del sitio del Proyecto.

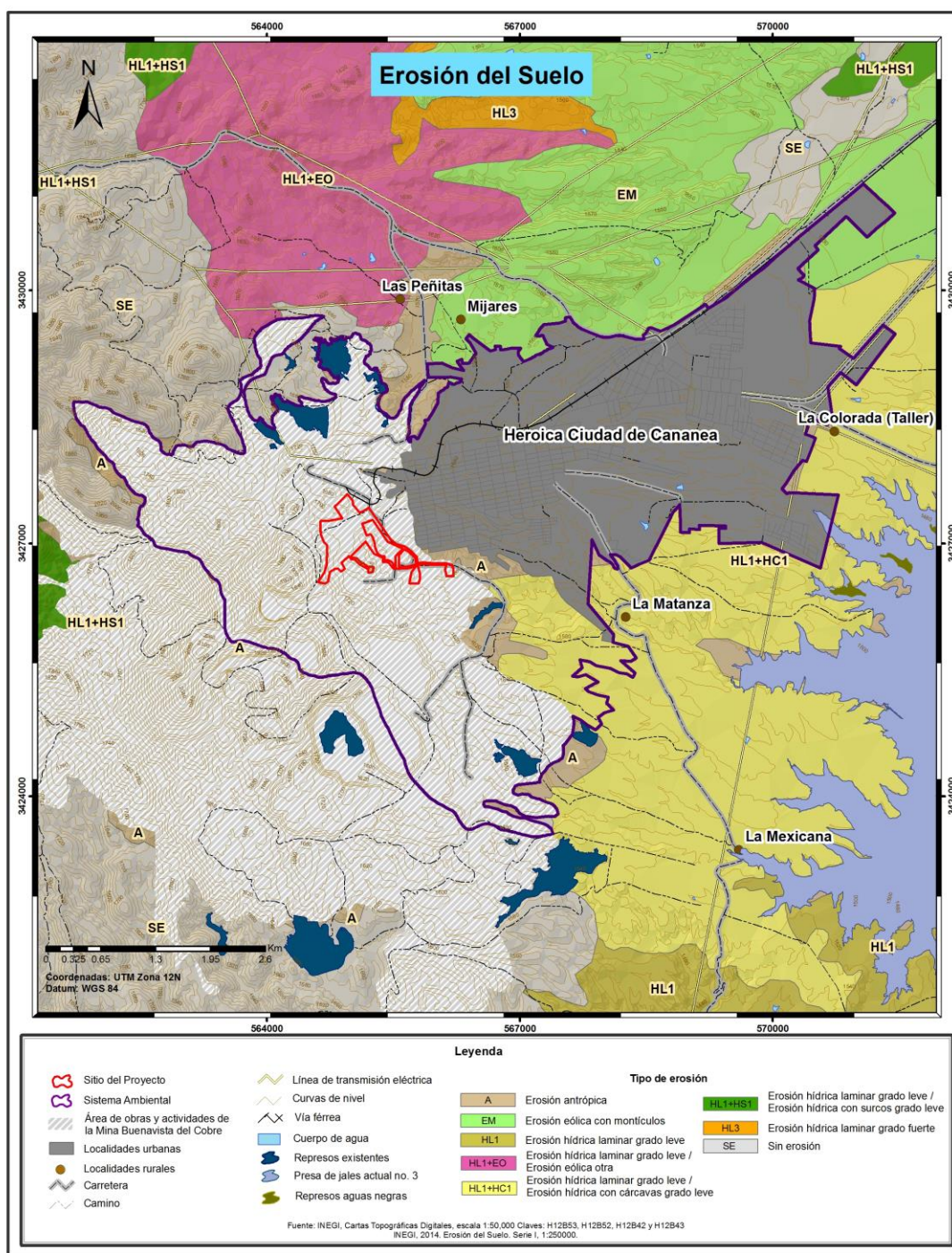


Figura 7.5. Erosión y degradación del suelo en el sitio del Proyecto y el Sistema Ambiental.

VII.4. Evaluación de la Calidad Ambiental en el Sitio del Proyecto

La Calidad Ambiental (CA) es el mérito para ser conservado, o lo que es lo mismo, para no ser destruido, entendiendo como conservación del recurso o factor ambiental, el mantenimiento de su estructura y funcionamiento que garantice su permanencia y/o uso por tiempo indefinido. También la calidad ambiental puede considerarse como un vector que engloba diferentes aspectos, y que informan de aspectos funcionales del territorio, aún sin conocer a profundidad la estructura y funcionamiento del sistema en completo.

Otro concepto referido a la calidad ambiental es el expuesto por Luengo (1998)⁹ que entiende por Calidad Ambiental a las condiciones óptimas que rigen al comportamiento del espacio habitable en términos de confort asociados a lo ecológico, biológico, económico-productivo, sociocultural, tipológico, tecnológico y estético en sus dimensiones espaciales. Así, la Calidad Ambiental es, por extensión, producto de la interacción de estas variables para la conformación de un hábitat saludable, confortable y capaz de satisfacer los requerimientos básicos de sostenibilidad de la vida humana individual y en interacción social dentro del medio urbano.

Para definir la calidad ambiental es necesario establecer factores ambientales, mismos que deberán elegirse con base en las características del sitio del Proyecto (SP) y del Sistema Ambiental (SA). Para este Proyecto en particular, los factores ambientales que influyen para determinar la calidad ambiental son expuestos en el **Cuadro 7.3**.

Cuadro 7.3. Factores ambientales acorde a las características del Sitio del Proyecto para determinar la Calidad Ambiental.

Factor Ambiental
Calidad del aire por presencia de actividad antrópica
Erosión en suelo
Vulnerabilidad (susceptibilidad de las comunidades vegetales a las perturbaciones de origen antrópico)
Representatividad (condiciones originales y primarias)
Calidad visual vulnerable

⁹ Artículo de Investigación: Elaboración y aplicación de un índice de calidad ambiental para la región del noreste argentino, 2010; por Juan Pablo Celemín, Guillermo Ángel Velázquez.

Una vez conocidos los factores, se puede definir a la CA como la sumatoria de los mismos, sin embargo, estos factores no contribuyen en la misma forma ni con el mismo valor a la CA, por ello se debe realizar una ponderación y definir valores para cada uno de los factores que determinan la CA, para finalmente poder obtener cuantitativamente un valor de la CA que exprese el estado de conservación del área en cuestión. La metodología empleada para la calidad ambiental es la técnica de Saaty (1977), la cual consiste en un método de comparación por pares, posee la ventaja agregada de proveer una estructura organizada para las discusiones de grupo, y de ayudar al grupo de la toma de decisiones a perfeccionar las áreas de acuerdo y desacuerdo en la creación de la ponderación de los criterios.

De acuerdo a lo anterior, además de la evidente ocupación dentro del sitio del Proyecto y del sistema ambiental por la actividad minera y antrópica (**Figuras 7.6 a 7.8**), no es viable en este caso realizar el cálculo de la calidad ambiental, ya que el número de factores a considerar es bajo (5) lo que arrojaría un de amplio sesgo en el resultado.



Figura 7.6. Actividad minera dentro del sitio del Proyecto (imagen izquierda) y actividad antrópica a inmediaciones del mismo (imagen derecha) al Este y Sur del sistema ambiental, contribuyentes al deterioro en la calidad del aire por la generación de gases de efecto invernadero (GEI).



Figura 7.7. Erosión en suelo (hídrica y antrópica) dentro del sitio del Proyecto.



Figura 7.8. Concentradora I ubicada al Sur del sistema ambiental (imagen izquierda) y actividad en tajo realizada hacia el Oeste y Norte del sistema ambiental (imagen derecha), actividades que influyen en la vulnerabilidad de las especies bióticas a perturbaciones de origen antrópico.

Con base en las descripciones expuestas, además del criterio de los especialistas durante la visita en campo para el reconocimiento y factores ambientales presentes en el sitio del Proyecto y el sistema ambiental, se determina que la Calidad Ambiental del área de estudio, o en su caso, del sitio del Proyecto, es considerada como **Baja**. Este resultado es congruente con la descripción del Sistema Ambiental, mismo que es expuesto en el Capítulo IV del presente documento, además de los pronósticos ambientales comentados en este

capítulo, donde, resalta que el sistema ambiental, así como el área del sitio del Proyecto presentan una dominancia de la actividad antrópica, donde destaca la actividad minera y la presencia de núcleos urbanos inmediatos al complejo minero metalúrgico, lo que implica la sucesión del estado natural a un área urbana-industrial, impulsada por el crecimiento demográfico de la zona y el desarrollo económico. Dada esta situación, la operación del Proyecto presenta poca influencia sobre el área de estudio, por lo que la Calidad Ambiental puede permanecer estable cumpliendo con las medidas de mitigación adecuadas para cada uno de los factores ambientales.

VII.5. Programa de Vigilancia Ambiental

Como parte del cumplimiento de las medidas establecidas para el Proyecto, se ejecutará un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), donde se aplicarán las especificaciones ambientales generales para el adecuado cumplimiento de las medidas de prevención y de mitigación incluidas en el presente documento, así como de los términos y/o condicionantes que de su evaluación se deriven.

En este documento se detallará el seguimiento de las actuaciones y se describirá el tipo de informes, la frecuencia y período de su entrega. Los informes deberán remitirse a la autoridad facultada para ejercer la inspección y vigilancia según corresponda.

Mediante la vigilancia se asegurará que, en relación con el ambiente, la infraestructura y las actividades se realicen según el diseño y características del proyecto autorizado.

Las medidas de mitigación irán encaminadas a incidir sobre el agente causante, para mejorar su comportamiento ambiental y en la etapa final con la aplicación de las medidas de compensación sobre el medio que la recibe, sobre todo en los impactos residuales.

El PVA, considera los impactos ambientales ocasionados a los diferentes componentes ambientales, conteniendo las obligaciones, en materia de protección y conservación ambiental. Servirá para vigilar el correcto cumplimiento de las medidas de mitigación y/o compensación. El Promovente propone dentro de esta MIA-P, que se ejecutará de acuerdo a

los impactos detectados, e implementando indicadores para medir el éxito y la eficacia de dichas medidas de protección ambiental y en su caso, corregirlas.

El análisis de los resultados del PVA, determinará si el Promovente y en su caso las empresas subcontratistas cumplen adecuadamente con las medidas y acciones para proteger el ambiente y, en caso de no ser así, se establecerán las medidas correctivas necesarias.

VII.5.1. Objetivo general

Evaluar el grado de cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación, y compensación comprometidas en el presente estudio, teniendo como objetivos específicos:

- Comprobar la correcta ejecución de las medidas de mitigación y los Términos y Condicionantes establecidos en la autorización del Proyecto.
- Comprobar la dimensión de ciertos impactos cuya predicción resulta difícil evaluar los impactos y articular nuevas medidas correctivas o de mitigación en el caso de que las ya aplicadas resulten insuficientes.
- Determinar las causas y establecer las medidas de restauración y/o de compensación que correspondan, cuando la eficacia de las medidas de mitigación no sean satisfactorias.
- Identificar alteraciones o desviaciones no previstas en el estudio de impacto ambiental, debiendo en este caso adoptar medidas correctivas.
- Dar seguimiento a los impactos ambientales negativos provocados por el desarrollo del proyecto y poder determinar, de manera inmediata, que los niveles de los mismos no se acerquen a un nivel crítico no deseado.
- Valorar la eficacia de las medidas de mitigación y compensación.
- Proponer, en su caso, ajustes o modificaciones a las mismas para evitar afectaciones ambientales.

Las actividades de vigilancia ambiental, tienen el fin de cumplir con las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en esta MIA-P. Tales medidas establecen la obligación del Promovente de garantizar la realización y cumplimiento de todas y cada una

de las acciones de prevención, mitigación y compensación propuestas, las cuales deberán ser consideradas por la autoridad ambiental como viables de ser instrumentadas y congruentes para la protección y conservación del ambiente.

La evaluación del cumplimiento de cada medida o acción, se hará en función de la fecha de término del cumplimiento de ésta, el porcentaje de avance en el momento de evaluación y la calidad de las medidas adoptadas. El resultado de las evaluaciones realizadas durante la inspección, se notificará a través de un informe que incluirá:

- I. Evidencia de cumplimientos a los términos, condicionantes y medidas de mitigación.
- II. Estimación de los indicadores de éxito.
- III. Evidencia fotográfica.

Estos informes serán elaborados periódicamente para generar los informes semestrales y/o anuales de cumplimiento, dependiendo de lo dictaminado por la autoridad. La supervisión ambiental estará a cargo del personal especializado de la empresa, que será capacitado y designado para verificar el cumplimiento de las especificaciones establecidas y autorizadas para el Proyecto.

VII.5.2. Estrategia de ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental

VII.5.2.1. Áreas sujetas a inspección

La ejecución de las actividades de vigilancia ambiental se realiza en las instalaciones de todo el Proyecto, principalmente en las áreas de construcción, operación, manipulación y almacenaje sustancias y residuos peligrosos.

VII.5.2.2. Rubros de inspección

Los rubros que cubren las diferentes medidas de prevención y mitigación son los relacionados con los elementos del ambiente susceptibles a ser afectados: [1] Atmósfera; [2] Suelo; [3] Agua, y [4] Paisaje.

VII.5.2.3. Días de inspección

La inspección realizada por especialistas se llevará a cabo durante las horas de jornada laboral de la empresa para ejecutar el Proyecto.

VII.5.2.4. Ejecución de la inspección

Durante las inspecciones, el personal especializado recorrerá el área del Proyecto, con la finalidad de verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación. Las evidencias encontradas serán registradas en una lista de verificación. Se tomarán evidencias fotográficas, que conforman el registro fotográfico de los cumplimientos. Al finalizar la inspección se dejan asentados los incumplimientos en una bitácora ambiental. En dicha bitácora se registrarán también las recomendaciones realizadas por los especialistas encargados de la vigilancia para corregir los incumplimientos detectados y con ello se esté en posibilidad de presentar evidencias de cumplimiento en los informes que deban de presentarse a la SEMARNAT. En caso de que, resultado de la inspección, se detecten situaciones críticas de riesgo ambiental, éstas se informan inmediatamente a la empresa, con el fin de que se realicen las acciones inmediatas necesarias para controlar, minimizar o eliminarlas.

VII.5.3. Medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación comprometidas en la Manifestación de Impacto Ambiental.

En el **Cuadro 6.1** del Capítulo VI del presente estudio, se presentan las medidas que deberán de ser ejecutadas y vigiladas en el presente Programa de Vigilancia Ambiental. Además de las medidas impuestas por la Autoridad, una vez obtenido el resolutivo en materia de impacto ambiental.

VII.5.4. Evidencias de ejecución, evaluación y presentación de resultados.

Se elaborarán listas de verificación, las cuales consisten en una matriz en cuyas filas se presentan las medidas de mitigación a cumplir para el Proyecto, divididas por rubro o elemento del ambiente a afectar; mientras que en las columnas se registra el cumplimiento de cada medida, así como observaciones pertinentes al respecto y sus datos de ubicación.

La bitácora ambiental consiste en un cuadro en cuyas columnas se registrará el incumplimiento registrado y las recomendaciones hechas por los especialistas encargados de la vigilancia para subsanarlo. Además, se generará un Anexo fotográfico que evidencia los cumplimientos más relevantes efectuados.

VII.5.4.1. Evaluación y presentación de resultados

Con la finalidad de mostrar la correcta ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental, las actividades y medidas preventivas o de mitigación serán evaluadas con uno o más indicadores de evaluación de cumplimiento, y estos pueden ser de carácter administrativo (presentación de bitácoras, informes, oficios o manifiestos) o ambiental (cumplimiento de una condición o medida), que puede constatare presencialmente. El intervalo de control que se presenta para cada actividad específica, indica el rango o el valor con el que cada actividad se considera como cumplida. Mientras que, la evaluación, indicará si se cumple o no con tal actividad. Dicha evaluación permitirá realizar una descripción y seguimiento de las actividades ambientales en las distintas etapas y actividades del Proyecto, agrupadas por componente e Indicador Ambiental.

VII.5.4.2. Elaboración de informes

La evaluación del cumplimiento de cada medida o acción, se hará en función de la fecha de término del cumplimiento de ésta, el porcentaje de avance en el momento de evaluación y la calidad de las medidas adoptadas. El resultado de las evaluaciones realizadas durante la inspección, así como el resto de los documentos generados durante su vigilancia (listas de verificación, bitácoras semanales y anexo fotográfico), se notificará en el Informe que será presentado a la Autoridad Ambiental, donde se incluirán: [i] el desglose de los resultados de inspección para cada uno de los rubros; [ii] la evidencia de cumplimiento a los términos, condicionantes y medidas de mitigación; [iii] la estimación de los indicadores de éxito; y [iv] la evidencia fotográfica.

VII.6. Conclusión

La evaluación del impacto ambiental ejercido sobre los factores abióticos se ha estimado como Moderado, dado que el 63% de los impactos son de Significancia Moderada, esto se debe a que los tiempos de ejecución de las actividades de construcción, operación-mantenimiento y abandono del Proyecto serán realizadas durante un periodo corto de 20 años, además de incluir actividades que prevengan y amortigüen cualquier impacto negativo.

El sistema ambiental y el sitio del Proyecto, mantienen una dominancia por las actividades mineras y antrópicas, donde destacan más los elementos de origen antrópico como son las instalaciones del complejo minero metalúrgico de la empresa Promovente y del cual el Proyecto formará parte. Dadas las actividades realizadas en el sitio del Proyecto, es importante mencionar que los impactos previstos para el Proyecto resultado de la construcción y operación-mantenimiento del mismo son prevenibles y mitigables, además de considerar cuestiones técnicas bajo estándares de calidad y lineamientos en materia ambiental, lo que lo hace un Proyecto factible a ejecución.

Las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para cada uno de los factores ambientales evaluados en el presente documento para sus etapas de construcción, operación-mantenimiento y abandono del sitio, son acorde a la problemática ambiental y a los escenarios climáticos que plantea el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) sobre la generación e incremento de los gases de efecto invernadero (GEI),; también estas medidas consideran las condiciones actuales que presenta el sitio del Proyecto. Presentada esta situación, el Proyecto involucra procedimientos constructivos y operativos con enfoques en protección, preservación y equilibrio ambiental, igualdad social y crecimiento económico regional. Este enfoque dirigido a la sustentabilidad, mantendrá la integridad de los ecosistemas presentes en las inmediaciones, preservando las condiciones que permitan no deteriorar cuerpos superficiales de agua, y no causar afectaciones al suelo principalmente.

Por lo antes expuesto, el Proyecto "**Planta Concentradora Buenavista del Zinc**", ubicado en las instalaciones de la empresa Promovente en el municipio de Cananea, estado de Sonora, bajo el formato de Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular (MIA-P), permite concluir que la construcción y operación del Proyecto es viable, cumpliendo

con cada uno de los lineamientos en materia ambiental y ejecutando procedimientos con un enfoque preventivo, lo que permitirá mantener los niveles de presión actual, evitando la afectación del medio ambiente, mientras que a plazo futuro podrá restaurarse el ecosistema y con ello el impulso de los servicios ambientales.

Manifestación de Impacto Ambiental
modalidad particular
del Proyecto denominado

“Planta Concentradora Buenavista del Zinc”,
a ubicarse en el municipio de Cananea,
estado de Sonora.

CAPÍTULO VIII
CONSULTA PÚBLICA

Febrero 2018.

CONTENIDO

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES	4
VIII.1. Formatos de presentación	4
VIII.1.1. Fotografías.	4
VIII.1.2. Videos	4
VIII.1.3. Listado faunístico.	4
VIII.1.4. Resultados de análisis y/o trabajos de campo.	5
VIII.1.4.1. Metodología empleada para la caracterización climatológica del área de estudio.	5
VIII.1.4.2. Metodología empleada para la caracterización geológica y edafológica del área de estudio.	5
VIII.1.4.3. Metodología empleada para la caracterización hidrológica del área de estudio.	5
VIII.1.4.4. Metodología empleada para la caracterización de la vegetación del área de estudio.	5
VIII.1.4.5. Metodología para la caracterización del paisaje en el sitio del Proyecto.	5
VIII.1.4.6. Metodología empleada para evaluar los impactos ambientales y la memoria de cálculo.	6

LISTADO DE ANEXOS

ANEXOS INCLUIDOS EN EL CAPÍTULO I

- Anexo 1.1.** Plano de ubicación del Sitio del Proyecto.
- Anexo 1.2.** Copia simple que demuestra la legal posesión del predio donde se ubica el sitio del Proyecto.
- Anexo 1.3.** Acta constitutiva de la empresa Promovente.
- Anexo 1.4.** RFC de la empresa Promovente.
- Anexo 1.5.** Documentación que acredita la personalidad del representante legal.
- Anexo 1.6.** Copia simple de la identificación oficial del representante legal.

ANEXOS INCLUIDOS EN EL CAPÍTULO II

- Anexo 2.1.** Plano de obras y actividades del Proyecto.
- Anexo 2.2.** Análisis por laboratorio acreditado de la prueba de toxicidad de los residuos del beneficio del mineral de zinc conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003.
- Anexo 2.3.** Cuadro de coordenadas métricas (UTM Zona 12N, WGS 84) de los vértices del polígono envolvente del Proyecto.

ANEXOS INCLUIDOS EN EL CAPÍTULO IV

- Anexo 4.1.** Metodología para la elaboración del apartado de Clima.
- Anexo 4.2.** Metodología para la elaboración del apartado de Geología.
- Anexo 4.3.** Metodología para la elaboración del apartado de Hidrología.
- Anexo 4.4.** Metodología para la elaboración del apartado de Vegetación.
- Anexo 4.5.** Listado faunístico de los vertebrados reportados para el SA.
- Anexo 4.6.** Metodología para la elaboración del apartado de Fauna.

Anexo 4.7. Metodología para la elaboración del apartado de Paisaje.

ANEXOS INCLUIDOS EN CAPÍTULO V

Anexo 5.1. Metodología de evaluación de impactos.

Anexo 5.2. Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de preparación del sitio, Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de construcción, Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de operación-mantenimiento, y Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de abandono del sitio.

ANEXOS INCLUIDOS EN CAPÍTULO VII

Anexo 7.1. Estudio Hidrológico del sitio del Proyecto.

Anexo 7.2. Estudio hidrológico del sitio del Proyecto y propuestas de manejo y control de escurrimientos.

OTROS ANEXOS

Anexo 8.1. Cartografía.

Anexo 8.2. Bibliografía.

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

VIII.1. Formatos de presentación

De acuerdo al Artículo número 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, se entregará un ejemplar impreso de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular. Asimismo, se presentará el estudio grabado en memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información complementaria de los cuales uno será utilizado para consulta pública.

Se integró el Resumen Ejecutivo de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, presentándose de manera impresa y grabado en memoria magnética.

La información solicitada está completa y en idioma español para evitar que la autoridad requiera de información adicional y esto ocasione retraso o falta de continuidad en el proceso de evaluación.

VIII.1.1. Fotografías.

Las evidencias fotográficas, se presentan insertadas en cada Capítulo de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular.

VIII.1.2. Videos.

No se incluyen videos.

VIII.1.3. Listado faunístico.

En los **Anexos 4.5**, se presentan los listados faunístico, del presente estudio.

VIII.1.4. Resultados de análisis y/o trabajos de campo.

VIII.1.4.1. Metodología empleada para la caracterización climatológica del área de estudio.

En el **Anexo 4.1**, se presentan la descripción metodológica empleada para la caracterización climatológica en el sitio del Proyecto del presente estudio.

VIII.1.4.2. Metodología empleada para la caracterización geológica y edafológica del área de estudio.

En el **Anexo 4.2**, se presentan la descripción metodológica empleada para la caracterización geológica y edafológica en el sitio del Proyecto del presente estudio.

VIII.1.4.3. Metodología empleada para la caracterización hidrológica del área de estudio.

En el **Anexo 4.3**, se presentan la descripción metodológica empleada para la caracterización hidrológica en el sitio del Proyecto del presente estudio.

VIII.1.4.4. Metodología empleada para la caracterización de la vegetación del área de estudio.

En el **Anexo 4.4**, se presenta la descripción metodológica empleada para la caracterización de la vegetación en el sitio del Proyecto del presente estudio.

VIII.1.4.5. Metodología para la caracterización del paisaje en el sitio del Proyecto.

En el **Anexo 4.6**, se presenta la descripción metodológica empleada para la caracterización del paisaje en el sitio del Proyecto del presente estudio.

VIII.1.4.6. Metodología empleada para evaluar los impactos ambientales y la memoria de cálculo.

En el **Anexo 5.1** y **Anexo 5.2**, se presenta la descripción metodológica empleada para la evaluación de los impactos ambientales y la memoria de cálculo, del presente estudio.