I. Nombre del área que clasifica.

Oficina de Representación de SEMARNAT en el Estado de Sonora.
Unidad de Gestión Ambiental – Impacto Ambiental

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

Recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modaliad particular Modalidad A, no inculye actividad altamente riesgosa. (SEMARNAT-04-002-A)

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

La información correspondiente al nombre, 1. Clave de elector de la credencial para votar; 2. Nombre; 3. Domicilio; 4. Código Bidimensional; 5. Fotografía de la persona; 6. OCR de la Credencial de Elector; 7. Código Postal; 1. Teléfono y/o correo electrónico de teceros; 2. Firma de terceros y 3. Firma de recibido; Consta de 16 versiones públicas, cantidad reportada por el periodo del segundo trimestre del 1 de abril al 30 de junio de 2022.

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

La información señalada se clasifica como confidencial con fundamento en los artículos 116 primer párrafo de la LGTAIP; 69 Fracción VII y 113 fracción I de la LFTAIP. Por las razones o circunstancias al tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. Firma del titular.

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES DELEGACIÓN EN EL ESTADO DE SONORA

C. DR. JUAN MANUEL VARGAS LÓPEZ

Con fundamento en lo dispuesto por los artículos 6 fraccion XVI, 32, 33. 34, 35 Y 81 del Reglamento Interior de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia por ausencia definitiva del Titular de la Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Sonora, previa designación, firma el C. Dr. Juan Manuel Vargas López Subdelegado de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales.

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

ACTA_21_2024_SIPOT_ART69_SE. Resolución 05 de septiembre del 2024
Disponible para su consulta en:
http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2024/SIPOT/ACTA_21_2024_SIPOT_ART69_SE

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
del proyecto denominado:

“Edificio Para Cuatro Quebradoras”

en el municipio de Cananea, estado de Sonora

NOVA CONSULTORES AMBIENTALES

CAPÍTULOS

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

CAPÍTULO II
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

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

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

CAPÍTULO V
IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CAPÍTULO VI
MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CAPÍTULO VII
PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTENATIVAS

CAPÍTULO VIII
IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

CAPÍTULO I

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

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR DEL PROYECTO DENOMINADO:
"EDIFICIO PARA CUATRO QUEBRADORAS", EN EL MUNICIPIO DE CANANEA, ESTADO DE SONORA

CONTENIDO

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. I.2

I.1 Proyecto. 2

I.1.1 Nombre del proyecto. I.2

I.1.2 Estudio de riesgo y su modalidad. I.2

I.1.3 Ubicación del proyecto. I.2

I.1.4 Presentación de la documentación legal. I.5

I.2 Promovente. I.6

I.2.1 Nombre o razón social I.6

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente I.6

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal I.6

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones ...I.6

1.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental. I.6

I.3.1 Nombre o Razón Social. I.6

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP. I.7

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio. I.7

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio. I.7

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I. 1. Localización del proyecto en el interior de las instalaciones de Buenavista del Cobre, S. A. de C. V. I.3

Figura I. 2. Predio del proyecto. I.4

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. 1. Programa de ejecución del proyecto. I.5

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 se denomina**: Edificio Para Cuatro Quebradoras.**

I.1.2 Estudio de riesgo y su modalidad.

El proyecto Edificio Para Cuatro Quebradoras no es actividad altamente riesgosa.

I.1.3 Ubicación del proyecto.

El Edificio Para Cuatro Quebradoras (EP4Q) se localizará en el predio ocupado por las instalaciones minerometalúrgicas de Buenavista del Cobre, S. A. de C. V., en Cananea, Son., fuera de la zona de proyección de minado, se ubicará al suroeste de Planta ESDE II y al noreste del almacén de gruesos (stock pile) de Concentradora II, en las coordenadas UTM N=3,424,071.755 y E= 565,962.067. El edificio de Cuatro quebradoras primarias, tres serán nuevas y una existente ubicada actualmente en Quebalix III, cada una contara con todos los equipos periféricos necesarios para su operación y mantenimiento.

El Acarreo del material triturado del Edificio Para Cuatro Quebradoras (EP4Q) hasta el almacén de gruesos de la Concentradora II con coordenadas UTM N= 3,422,267.215 y E= 565,771.358, será mediante bandas transportadoras con una capacidad de 140,000 TMPD debiendo quedar fuera del área del Tajo proyectado. Las bandas transportadoras serán elevadas y overland de acuerdo al proyecto y geografía del terreno, librando los pasos de vialidades e instalaciones existentes.

El Acarreo del material triturado del Edificio Para Cuatro Quebradoras (EP4Q) hasta el almacén de gruesos de la Concentradora I con coordenadas UTM N= 3,426,205.420 y E= 565,086.642, será mediante bandas transportadoras con una capacidad de 100,000 TMPD, debiendo quedar fuera del área del Tajo proyectado. Las bandas transportadoras serán elevadas y overland de acuerdo al proyecto y geografía del terreno, librando los pasos de vialidades e instalaciones existentes.

La Figura I. 1 ilustra la localización del proyecto y de las instalaciones mencionadas; la Figura I. 2 muestra el predio del proyecto. El Anexo 1, contiene los planos correspondientes a estas dos figuras. En el Anexo 3, se presentan las coordenadas UTM del área del proyecto.

La vida útil del proyecto se ha estimado en 30 años, en los cuatro primeros años se realizarán las obras y actividades de las etapas de preparación del sitio y construcción, y del año 5 al 30 las instalaciones operarán. Según se observa en el Cuadro I.1, Programa de ejecución del proyecto, la duración de las diferentes etapas que lo integran es:

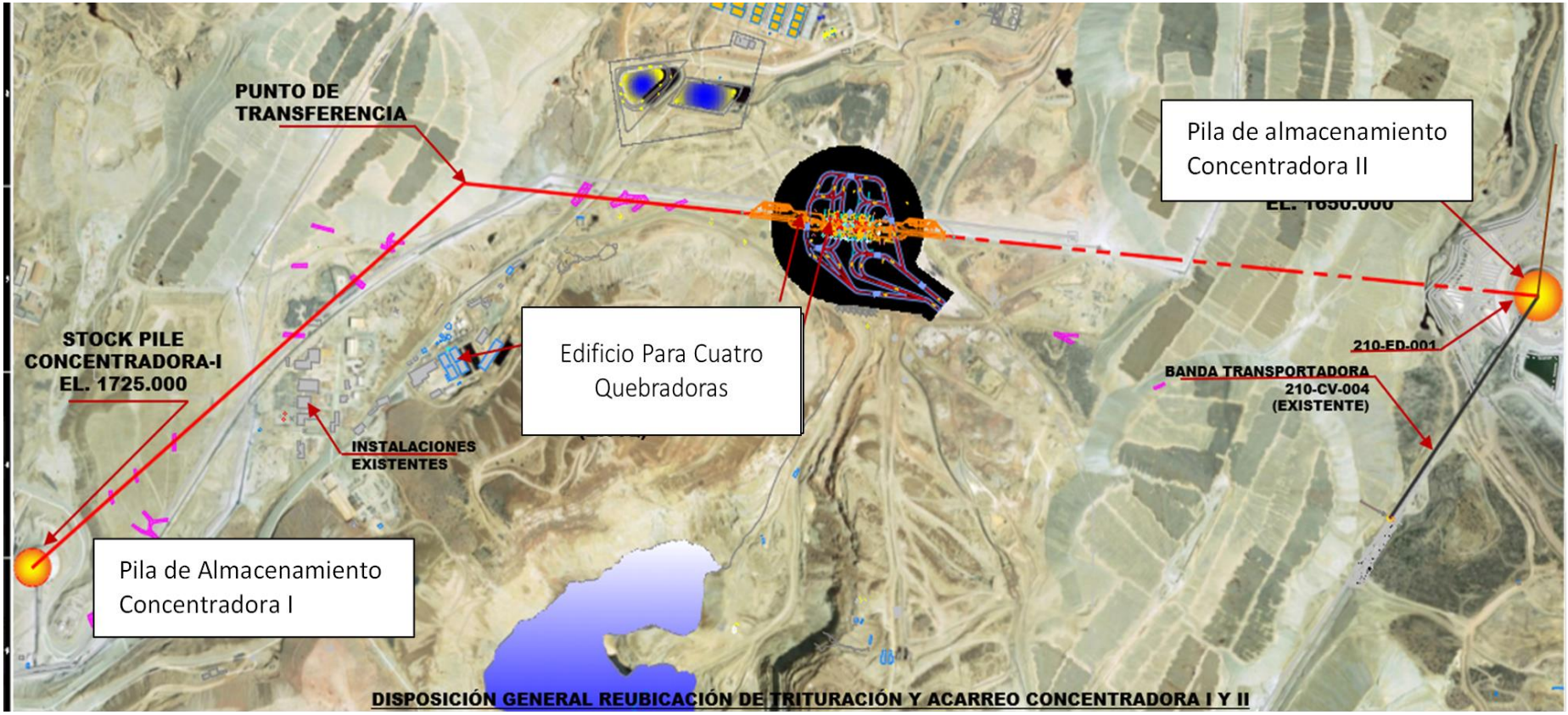


Figura I. 1. Localización del proyecto en el interior de las instalaciones de Buenavista del Cobre, S. A. de C. V.

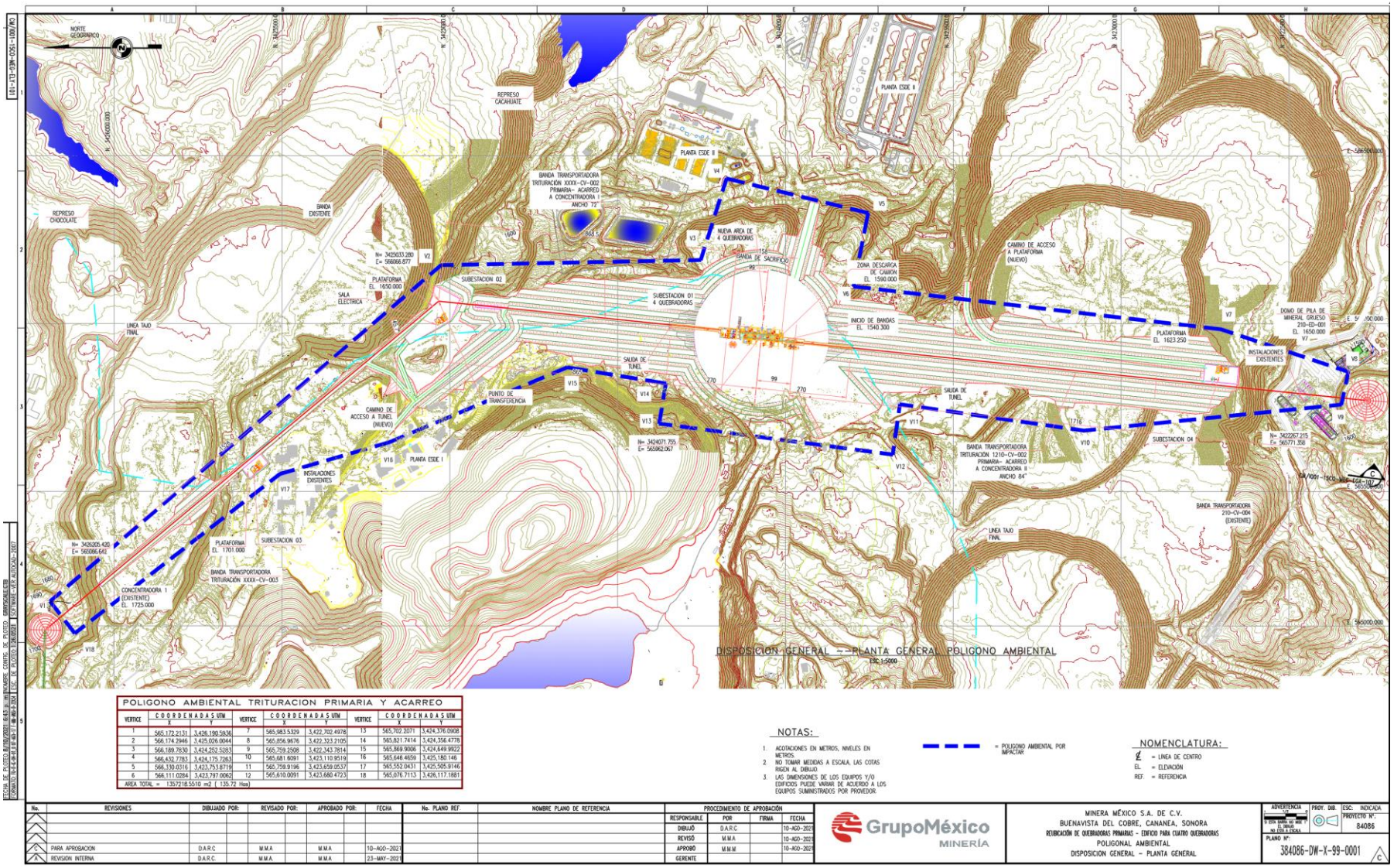


Figura I. 2. Predio del proyecto.

a) La selección del sitio está condicionada por la localización de las instalaciones en operación denominadas Concentradora I y Concentradora II, a las cuales el Edificio Para Cuatro Quebradoras brindará servicio.
b) Preparación del terreno: 1.5 años
c) Construcción: inicia con excavaciones y cimentaciones, inicia al año y concluye en el año 4. Tiempo efectivo 4 años, aunque el primer semestre se superpone con el último de preparación del sitio. Es decir, en este semestre se trabajará en paralelo en la preparación de sitio y en la construcción.
d) Instalación de equipos en edificios: tomará año y medio, y como en el caso anterior los dos últimos semestres de la construcción se empalmarán con los dos primeros de las instalaciones, lo cual también implica trabajo en paralelo en estas dos etapas.
e) Puesta en servicio y operación: inicia en el año 5 y concluirá en el año 30.
f) Obras de cierre y abandono. A partir del año 31.

Tabla I. 1. Programa de ejecución del proyecto.

EDIFICIO PARA CUATRO QUEBRADORAS Y BANDS TRANSPORTADORAS - BUENAVISTA DEL COBRE																
Programacion de ejecucion de proyecto		AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5		AÑO 6 a 30		AÑO 30 --	
No.	ACTIVIDAD	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12		
1	Preparacion del terreno														
2	Excavación para edificio														
3	Excavación para Bandas Transportadoras de CONCENTRADORA I														
4	Excavación para Bandas Transportadoras de CONCENTRADORA II														
5	Construccion Edificio Nuevo de 4 Quebradoras														
6	Construccion e instalación de bandas transportadoras CI														
7	Construccion e instalación de bandas transportadoras CII														
8	Instalación de Equipos en Edificios.														
9	Puesta en servicioy operación NE4Q -Concentradora I														
10	Puesta en servicio y operaciónNE4Q -Concentradora II														
11	Obras de cierre y abandono														

I.1.4 Presentación de la documentación legal.

El predio del proyecto forma parte de la propiedad de Buenavista del Cobre, S. A. de C. V. Originalmente se constituyó Mexicana de Cananea, S. A. de C. V., según la escritura pública número 156,226, del volumen 976 de fecha 21 de junio de 1990, tirada ante la fe del Notario Público número 89 del entonces Distrito Federal, Lic. Gerardo Correa Etchegaray. Posteriormente, mediante la escritura pública número 147,124, del libro 3,586, de fecha 03 de noviembre de 2010, tirada ante la fe del Notario Público número 151 del entonces Distrito Federal, Lic. Cecilio González Márquez, la denominación de la sociedad se modificó para quedar como Buenavista del Cobre, S. A. de C. V.

La propiedad del predio se acredita con las escritura 109,566, del libro 2,538 del 21 de julio del 2005 tirada ante la fe del Lic. Carlos Flavio Orozco Pérez, titular de la Notaría Pública número 37 del entonces Distrito Federal, actuando como suplente y en el protocolo del Lic. Cecilio González Márquez titular de la Notaría Pública número 151 del entonces Distrito Federal; y con la escritura 9,902, del volumen 118, del 06 de

septiembre de 1990, tirada ante la fe del Notario Público número 60 en Cananea, Sonora, Licenciado Homero C. González Ríos. Ambas escrituras se encuentran incorporadas en copia simple el Anexo 2.

I.2 Promovente.

I.2.1 Nombre o razón social

Buenavista del Cobre, S. A. de C. V., sociedad mercantil legalmente constituida según consta en la escritura pública número 147,124, del libro 3,586, de fecha 03 de noviembre de 2010, tirada ante la fe del Notario Público número 151 del entonces Distrito Federal, Lic. Cecilio González Márquez Copia de esta escritura se incluye en el Anexo 2.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

El Registro Federal de Contribuyentes (RFC) de la Promovente es MCA900621K92. El Anexo 2 contiene una copia de la cédula correspondiente.

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

lng. Mario Rojas Nuñez, apoderado de Buenavista del Cobre, S. A. de C. V., personalidad que se acredita mediante Escritura Pública No. 143,718, Libro No. 3,499, tirada el 04 de marzo de 2010 ante la fe del Notario Público número 151 del entonces Distrito Federal, Licenciado Cecilio González Márquez, donde Mexicana de Cananea, S.A. de C.V., a través de una Acta de Sesión del Consejo de Administración celebrada el día 04 de marzo de 2010, en la cual se dio Otorgamiento de poderes para representar a la empresa en la celebración de diversos actos al Señor Mario Rojas Núñez, para fungir como representante legal de la empresa; misma acta quedó inscrita en el Registro Público de Comercio en México, D.F. el día 28 de mayo de 2010, con Folio Mercantil No. 133278. Una copia simple de esta escritura se encuentra incorporada en el Anexo 2.

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

Avenida Juárez No. 4, Colonia Centro, Municipio de Cananea, Sonora, C.P. 84620. Se proporcionan las direcciones de correo electrónico mario.rojas@mm.gmexico.com.com; juan.villalobos@mm.gmexico.com; ana.sors@mm.gmexico.com; para efectos de comunicación.

1.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.

I.3.1 Nombre o Razón Social.

La presente manifestación de impacto ambiental ha sido elaborada por: NOVA Consultores Ambientales, S. A. de C. V.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP.

NOVA Consultores Ambientales, S. A. de C. V., se encuentra inscrita en el registro federal de contribuyentes con el número NCA9211246R0.

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio.

El responsable técnico de la manifestación de impacto ambiental es el Fís. Francisco Novelo Burbante, cuyo número de inscripción en el registro federal de causantes es [redacted], y cédula profesional número [redacted]

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

José María Olloqui # 107 int. 602
Col. Del Valle Sur.
Alc. Benito Juárez.
03100, Ciudad de México.
☎ (55) 55 95 36 41.
www.novaconsultores.com.mx
E-mail: novaconsultores@prodigy.net.mx

CAPÍTULO II
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR DEL PROYECTO DENOMINADO:
"EDIFICIO PARA CUATRO QUEBRADORAS", EN EL MUNICIPIO DE CANANEA, ESTADO DE SONORA

CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. II.3
II.1 Información general del proyecto. II3
II.1.1 Naturaleza del proyecto. II3
II.1.2 Selección del sitio. II8
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización. II.9
II.1.4 Inversión requerida. II.11
II.1.5 Dimensiones del proyecto. II.11
II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias. II.14
II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos. II.14
II.2 Características particulares del proyecto. II.14
II.2.1 Descripción de la obra o actividad y sus características. II.14
II.2.2 Programa general de trabajo. II.18
II.2.3 Preparación del sitio. II.19
II.2.4 Descripción de las obras y actividades provisionales del proyecto. II.19
II.2.5 Etapa de construcción. II.20
II.2.6 Etapa de operación y mantenimiento. II.21
II.2.7 II.2.7 Otros insumos II.22
II.2.8 Descripción de las obras asociadas al proyecto. II.22
II.2.9 Etapa de abandono del sitio II.22
II.2.10 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera……. II.23
II.2.11 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos II.25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. 1. Superficies de instalaciones en el proyecto EP4Q. II.5
Tabla II. 2. Cuadro de construcción en coordenadas UTM datum WG84 del polígono del predio destinado al proyecto EP4Q. II.9
Tabla II. 3. Distancias del predio del proyecto EP4Q a Cananea. II.9
Tabla II. 4. Descripción de etapas del proceso. Equipos, capacidades y otros datos. II.16
Tabla II. 5. Programa general de trabajo. II.18
Tabla II. 6. Dimensiones de otras obras definitivas y provisionales. II.20
Tabla II. 7. Composición típica de aguas residuales domésticas sin tratar. II.24
Tabla II. 8. Estimación de emisiones fugitivas de partículas totales y PM10. ..... II.24
Tabla II. 9. Estimación de emisiones fugitivas de partículas totales y PM10 por descarga de mineral de camiones a las trituradoras. II.25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II. 1. Diagrama de bloque del proyecto EP4Q. Con línea roja se representan los bloques de los componentes del proyecto. II.3
Figura II. 2. Arreglo general del proyecto Edificio Para Cuatro Quebradoras II.7
Figura II. 3. En rojo poligonal del predio del proyecto EP4Q, la marca de posición indica el sitio del nuevo edificio, desde ahí partirán las bandas hacia los domos de las Concentradoras I y II. La línea blanca delimita dos de los terrenos propiedad de Buenavista del Cobre donde se localizará el predio destinado al proyecto EP4Q II.10
Figura II. 4. Vegetación en el sitio del proyecto y en el sistema ambiental según INEGI (cartas de usos del suelo y vegetación H1202 y H1205) II.12
Figura II. 5. Panorama general del sitio donde se pretende ejecutar el proyecto. II.13
Figura II. 6. Áreas impactadas con vegetación. II.13
Figura II. 7. Diagrama de bloques para el proceso que se realizará en el proyecto EP4Q. II.15

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1 Información general del proyecto.

II.1.1 Naturaleza del proyecto.

El proyecto **Edificio Para Cuatro Quebradoras** es de naturaleza industrial, su construcción conlleva obras de ingeniería civil, mecánica y eléctrica, actualmente la ingeniería se encuentra en proceso de ejecución y la formación de los equipos y los edificios son preliminares.

El **Edificio Para Cuatro Quebradoras** (EP4Q) se localizará en el predio ocupado por las instalaciones minerometalúrgicas de Buenavista del Cobre, S. A. de C. V., en Cananea, Sonora, fuera de la zona de proyección de minado, al suroeste de Planta ESDE II y al noreste del almacén de gruesos (stock pile) de Concentradora II, en las coordenadas UTM N=3,424,071.755 y E= 565,962.067. El edificio de Cuatro quebradoras primarias, tres serán nuevas y una existente ubicada actualmente en Quebalix III, cada una contará con todos los equipos periféricos necesarios para su operación y mantenimiento.

El acarreo del material triturado del **Edificio Para Cuatro Quebradoras** hasta el almacén de gruesos de la Concentradora II con coordenadas UTM N= 3,422,267.215 y E= 565,771.358, será mediante bandas transportadoras con una capacidad de 140,000 Tm/día y quedarán fuera del área del Tajo proyectado. Las bandas transportadoras serán elevadas y overland de acuerdo al proyecto y geografía del terreno, librando los pasos de vialidades e instalaciones existentes.

El acarreo del material triturado del Edificio Para Cuatro Quebradoras (EP4Q) hasta el almacén de gruesos de la Concentradora I con coordenadas UTM N= 3,426,205.420 y E= 565,086.642, será mediante bandas transportadoras con una capacidad de 100,000 Tm/día, y quedará fuera del área del Tajo proyectado. Las bandas transportadoras serán elevadas y overland de acuerdo al proyecto y geografía del terreno, librando los pasos de vialidades e instalaciones existentes.

La ilustración II.1, ilustra el diagrama de bloques del proyecto.

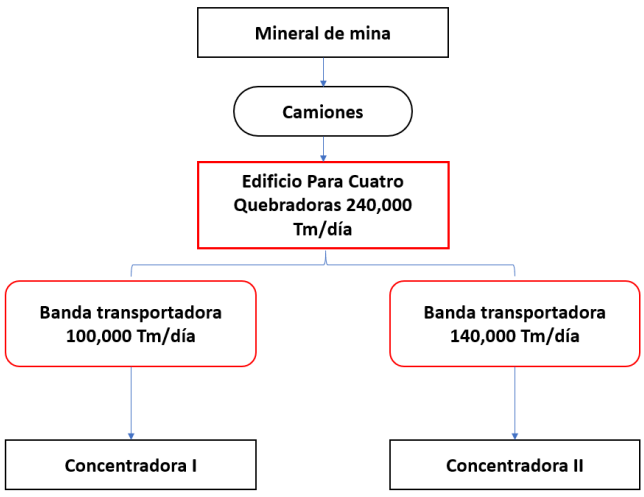


Figura II. 1. Diagrama de bloque del proyecto EP4Q. Con línea roja se representan los bloques de los componentes del proyecto.

El mineral obtenido en la mina será cargado y transportado por camiones mineros cuya capacidad promedio es de 400 Tm (camiones con capacidad de 270 Tm y 330 Tm), es decir operando a la máxima capacidad de las cuatro quebradoras en el nuevo edificio, se requerirán en promedio 600 viajes aproximadamente al día.

Los camiones descargaran el mineral de mina en la parte superior del nuevo edificio en tolvas de alimentación cada una con dos bahías, sobre parrillas fijas de acero dentro de la tolva que permitirá el paso del material menor a 200 milímetros directamente a la tolva de compensación sin pasar por la quebradora, el material sobredimensionado pasara a la quebradora para ser triturado mientras el material mayor a 1500 mm será fragmentado por un martillo hidráulico colocado a un costado de la tolva de alimentación, para dar el tamaño necesario e ingresar a la quebradora para ser triturado la quebradora giratoria modelo 60 X 89 (propuesta) con una capacidad mínima de 3889 tmph con una transmisión con motor eléctrico, con un modo de fragmentación por compresión por efecto de un movimiento excéntrico de su eje contra una pared fija el material a la salida de esta será de P80 de 8” aproximadamente este será descargado a la tolva de compensación siendo reclamado por un alimentador de placas de velocidad variable con un ancho aproximado de 96”. El alimentador de placas depositara el material sobre un alimentador de banda reversible este descargara el material en la banda de sacrificio que alimentara la Concentradora I o la banda de sacrificio que alimentara a la Concentradora II. En las bandas de sacrificio se instalará un pesometro, un detector de metales y un electroimán para retirar restos metálicos. El material triturado será transportado mediante bandas transportadoras hacia Concentradora I con una longitud de 2396 m y a Concentradora II con una longitud de 1716 m.

Se instalará en la parte superior dos grúas puente para el mantenimiento de las cuatro quebradoras. Cada quebradora contara con los equipos auxiliares e instalaciones periféricas como: unidades hidráulicas, polipastos, colectores de polvo. Contará con una subestación y un cuarto eléctrico, tanques de almacenamiento de servicio, tanques de lubricación para las cuatro quebradoras y por cada dos quebradoras se tendrá un cuarto de control, un cuarto de compresores.

El control del polvo de cada una de las Tolvas de alimentación se hará por medio de aspersión mediante equipo supresor de polvo (agua) con manifold y toberas.

El control del polvo en las zonas de descarga se manejará mediante varios colectores de polvo tipo mangas o similar, que colectará material fino para ser llevado mediante un alimentador de tornillo a la banda de sacrificio, adicionalmente se colocarán colectores de polvo compactos en los puntos de transferencia de las bandas. Por su parte las bandas estarán equipadas con coberturas a lo largo de toda su trayectoria para minimizar la generación de emisiones de partículas por acción eólica sobre el mineral transportado.

El área de trituración primaria contará con instalaciones periféricas como son subestaciones y cuartos eléctricos, cuarto de compresores, áreas de colectores y, área de tanques de lubricación. Las superficies de estas áreas se encuentran en la Tabla II.1.

Tabla II. 1. Superficies de instalaciones en el proyecto EP4Q.

Área o edificio	Superficie ocupada o de desplante (m²)	Superficie de construcción (m²)
Edificio EP4Q	2646	10584
Cuarto eléctrico 01	457.05	457.05
Cuarto eléctrico 02	117.8	117.8
Cuarto eléctrico 03	117.8	117.8
Cuarto eléctrico 04	117.8	117.8
Subestación 01	706.92	706.92
Subestación 02	478.82	478.82
Subestación 03	478.82	478.82
Subestación 04	478.82	478.82
Cuarto de compresores	40.32	40.32
Área de colectores 1	53.25	53.25
Área de colectores 2	53.25	53.25
Área de tanques de lubricación	46.2	46.2
Área de tanques de servicio y contra incendio	350	350
Banda transportadora XXXX-CV-002 a CI	2555	2555
Banda transportadora XXXX-CV-003 A CI	4354	4354
Banda transportadora 1210-CV-002	4790	4790
Totales:	**17,841.85**	**25,779.85**

De la tabla anterior se desprende que la superficie de desplante es 17,841.85 m² y la superficie de construcción es 25,779.85 m², que resulta 44.49 % mayor que la superficie de desplante, es decir la superficie de contacto con el suelo es menor en poco más de dos quintas partes que la superficie de construcción. El plano de arreglo general se presenta en la Figura II.2 en la página siguiente y se incluye en Anexo 1.

El suministro de agua será proporcionado el tanque elevado de agua cruda existente en las instalaciones de Buenavista del Cobre, S.A de C.V., proveniente de pozos en el área de “Los Patos”, desde donde será conducida hasta el EP4Q mediante una tubería de polietileno de alta densidad de 6” de diámetro que irá enterrada. Las aguas residuales sanitarias que se originen en el EP4Q se verterán a una fosa séptica. Los residuos sólidos de tipo urbano (no peligrosos), se separan y se depositaran en un relleno sanitario de la empresa bajo un tipo de sitio de disposición controlado, que se encuentra autorizado. Los residuos peligrosos se manejarán conforme al Plan de Manejo de Residuos Peligrosos de Buenavista del Cobre, S. A. de C. V., que se encuentra inscrito en la SEMARNAT.

El EP4Q se localizará en un terreno que se encuentra en el interior del predio de Buenavista del Cobre, S. A. de C. V., carente de vegetación y con disponibilidad de servicios, que serán abastecidos o proporcionados mediante líneas y tomas desde otras instalaciones de la misma empresa, 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 aspectos (Figura II.3).

En síntesis, se trata de un proyecto para ampliar la capacidad de trituración de mineral y satisfacer la demanda de este en las Concentradoras I y II, que se ubicará dentro del predio ocupado por las instalaciones de Buenavista del Cobre, S. A. de C. V.

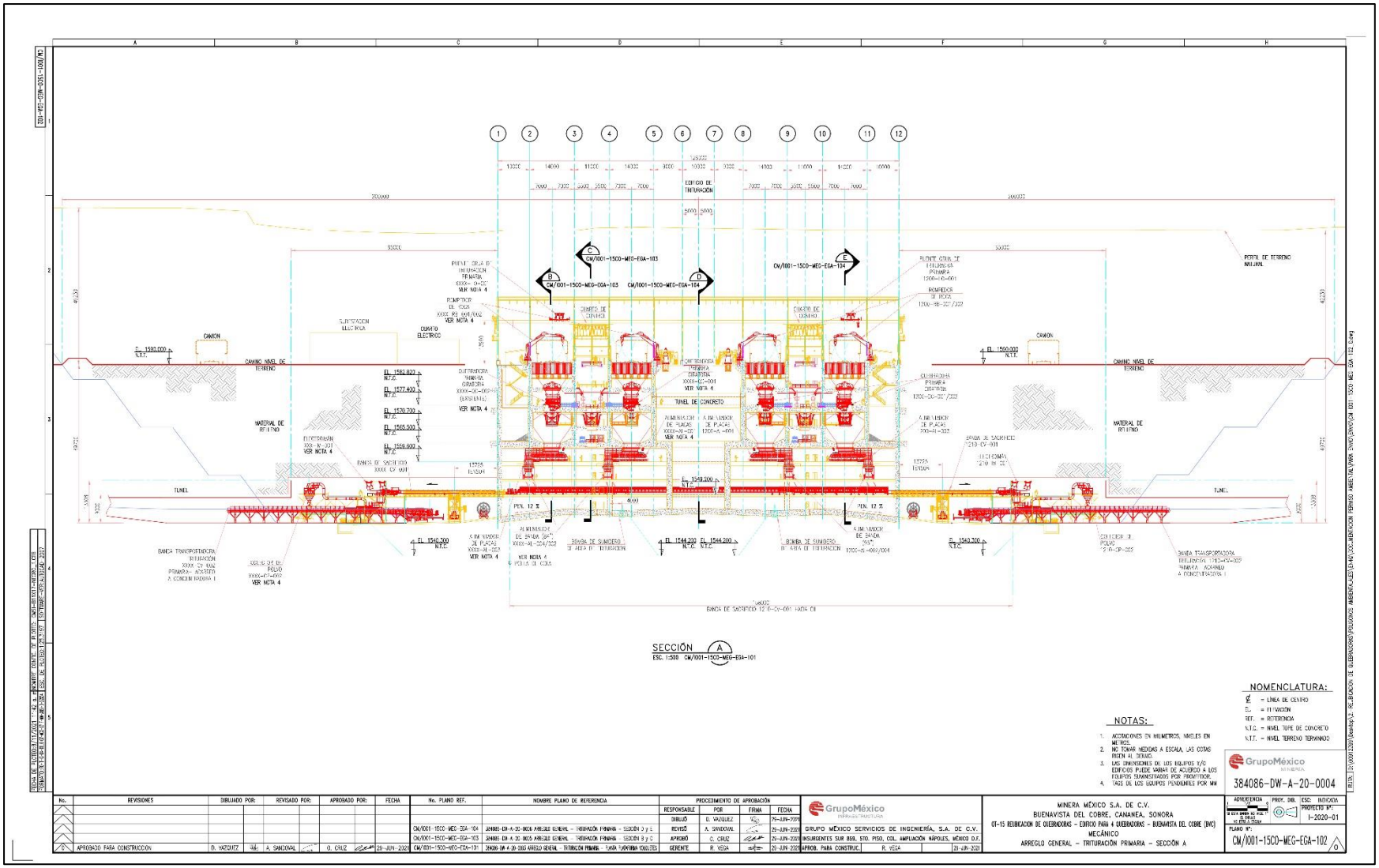


Figura II. 2. Arreglo general del proyecto Edificio Para Cuatro Quebradoras

II.1.2 Selección del sitio.

Aunque la selección del sitio se encuentra fuertemente condicionada por la ubicación de las Concentradoras I y II a las cuales el proyecto **Edificio Para Cuatro Quebradoras**, desde el punto de vista técnico en la selección del sitio se tomaron en consideración:

a. Que las obras del proyecto EP4Q se encuentra vinculadas con las características técnicas del proyecto es decir, tienen primordial influencia los distanciamientos al tajo y a las Concentradoras I y II, ya que la distancia al tajo implica maximizar la relación recorrido/material transportado de modo tal que se logre transportar la máxima cantidad de material (capacidad de trituración en el EP4Q) con la mínima distancia recorrida por los camiones; en cuanto a los distanciamientos con las Concentradoras 1 y 2, la distancia en línea recta entre los almacenes de gruesos de cada una de las Concentradoras es aproximadamente 4,000.0 m. La banda entre el EP4Q y la Concentradora II será un tramo en línea recta de 1,716 m, mientras que la banda a la Concentradora II, estará conformada por dos tramos rectilíneos, por cuestiones topográficas, de 868 m y 1,528 m, es decir 2,396.5 m de modo que las bandas tienen una longitud total de 4,112 m, que resulta ligeramente superior a la distancia en línea recta entre los dos almacenes de gruesos de las concentradoras de 4,000.0 m. Esto refleja una cuidadosa planificación para minimizar la longitud de las bandas.

b. Se tiene disponibilidad de caminos, electricidad y agua para la construcción y operación del proyecto.

Desde el punto de vista ambiental la selección del sitio se fundamentó en los aspectos siguientes:

c. Por tratarse de un predio minero industrial alterado respecto de su condición original, carece de vegetación arbórea y es prácticamente nula la presencia de vegetación herbácea y arbustiva, con lo que se evita el cambio de uso de terreno forestal, y se previene la afectación de hábitats.

d. No existen en el sitio cuerpos de agua, ni hay presencia de recursos naturales protegidos.

e. La localización del proyecto dentro del predio minero industrial de Buenavista del Cobre, S. A. de C. V., con lo que se evita el cambio de uso de suelo en materia de desarrollo urbano.

En materia socioeconómica las previsiones para la selección del sitio fueron:

f. Disponibilidad de personal en la vecina Cananea para cubrir los 1,200 empleos que se esperan generar a lo largo de la construcción, con lo que se evitan largos desplazamientos y el establecimiento de campamentos. Mientras que, en la etapa de operación, se emplearán 50 personas de manera directa. Cabe resaltar que otro aspecto relacionado con el criterio socioeconómico, es el hecho del fortalecimiento de la infraestructura disponible en el municipio de Cananea para beneficio de la comunidad, dado que Buenavista del Cobre continuamente promueve el incremento y mejora de la infraestructura de bienes y servicios en y para el municipio de Cananea, tal como nuevos centros hospitalarios y de salud, así como nuevos centros escolares, deportivos y recreativos

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

El proyecto se localiza en el municipio de Cananea, Son., al sureste de la Heroica Ciudad de Cananea en el interior del predio propiedad de Buenavista del Cobre, S. A. de C. V., que es ocupado por la mina a cielo abierto y diversas instalaciones minero metalúrgicas. La localización del predio para el proyecto EP4Q se ilustra en la Figura II.1, donde se observa la colindancia de Buenavista del Cobre, S. A. de C. V., con el sureste de la traza urbana de la Heroica Ciudad de Cananea. Las coordenadas del cuadro de construcción del predio del proyecto EP4Q se encuentran en la Tabla II.2.

Tabla II. 2. Cuadro de construcción en coordenadas UTM datum WG84 del polígono del predio destinado al proyecto EP4Q.

Zona 12R					
X (m)	**Y (m)**	**X (m)**	**Y (m)**	**X (m)**	**Y (m)**
565172.2131	3426190.5936	565983.5329	3422702.4978	565702.2071	3424376.0908
566174.2946	3425026.0044	565856.9676	3422323.2105	565821.7414	3424356.4778
566189.7830	3424252.5283	565759.2508	3422343.7814	565869.9006	3424649.9922
566432.7783	3424175.7263	565681.6091	3423110.9519	565646.4659	3425180.1460
566330.0316	3423753.8719	565759.9196	3423659.0537	565552.0431	3425505.9146
566111.0284	3423797.0062	565610.0091	3423680.4723	565076.7113	3426117.1881

En la Tabla II.1 se observa que la superficie de contacto del edificio de las quebradoras será 5,792.85 m² y la superficie de construcción en esta superficie será 13,730.85 m².

La Figura I.2 (Capítulo I) ilustra la topografía del sitio del proyecto y la misma se incluye como plano en el Anexo 1 para mayores detalles. Los vértices del área de afectación se presentan en el Anexo 3.
El plano de conjunto del proyecto donde se detalla la distribución en planta de las diversas instalaciones y áreas del proyecto se presenta en el Anexo 1.
Las vías de circulación para acceder al sitio del proyecto son caminos interiores de terracería en buen estado, estos caminos interiores se pueden apreciar en la Figura II.3.

Las distancias del predio del proyecto EP4Q a puntos de interés se condensan en la Tabla II.3.

Tabla II. 3. Distancias del predio del proyecto EP4Q a Cananea.

Distancia desde	Distancia (m)
El punto más cercano del predio a la traza urbana de cananea	1,040
El centro del edificio para cuatro quebradoras al punto más cercano de la traza urbana Cananea	2,825
El punto de descarga a la concentradora II al punto más cercano de la traza urbana Cananea	4,700

Se observa que las distancias desde diversos puntos del predio del proyecto a Cananea sin de al menos 1,040 m, con lo que se tiene un distanciamiento adecuado.

A partir de la Figura II.3 resulta notorio que el sitio del proyecto se encuentra inmerso en una zona industrial, alterada respecto de su estado original, carente de vegetación, por lo que no constituye un hábitat para la fauna; por el contrario se encuentran instalaciones de extracción y beneficio de minerales, como tajos, terreros donde se ha depositado material estéril (mineral si ley aprovechable), edificios y naves industriales, domos de almacenamiento de mineral, caminos interiores, bandas transportadoras, puntos de transferencia, líneas eléctricas, etc.

Figura II. 3. En rojo poligonal del predio del proyecto EP4Q, la marca de posición indica el sitio del nuevo edificio, desde ahí partirán las bandas hacia los domos de las Concentradoras I y II. La línea blanca delimita dos de los terrenos propiedad de Buenavista del Cobre donde se localizará el predio destinado al proyecto EP4Q

II.1.4 Inversión requerida.

a) Reportar el importe total del capital total requerido (inversión + gasto de operación), para el proyecto.

Para la ejecución del proyecto EP4Q se ha estimado una inversión aproximada de [redacted] la cual considera: materiales de construcción, equipos, preparación del terreno, excavaciones, rellenos, construcción del edificio para cuatro quebradoras, e instalación de los equipos y puesta en marcha.

b) Precisar el período de recuperación del capital, justificándolo con la memoria de cálculo respectiva.

No se estima el periodo de retorno de la inversión, debido a la naturaleza del proyecto y a que el valor de los minerales, en este caso cobre, se encuentra sujeto a precios de mercado (oferta y demanda) lo que impide determinar sin elevada incertidumbre el periodo de retorno de la inversión. Otro factor que aporta incertidumbre es que las instalaciones del proyecto iniciarán actividades hasta el quinto año de haberse iniciado la construcción.

c) Especificar los costos necesarios para aplicar las medidas de prevención, mitigación y adaptación.

La principal medida de prevención es la ubicación del proyecto en una zona industrial. Las medidas de mitigación fundamentalmente consisten en depositar el material de excavación en terreros, lo que previene alterar nuevas áreas y, en el control de emisiones a la atmósfera mediante aspersión y casas de bolsas.

II.1.5 Dimensiones del proyecto.

a) Superficie total del predio (m^2).

La superficie del predio destinado para el proyecto EP4Q es 146.92 ha, de las cuales serán ocupadas por el proyecto 82 ha.

b) Superficie a afectar (m^2) con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto, estableciendo el tipo de comunidad vegetal existente en el predio (selva, manglar, tular, bosque, etc.). Desglosando, para cada caso su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total del proyecto c) Superficie (m^2) para obras permanentes. Indicar su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total.

La superficie de contacto o de desplante del edificio nuevo para cuatro quebradoras es 1.784185 ha, esta será destinada a obras permanentes. La superficie de construcción sobre esta superficie será 2.577985 ha.

De acuerdo con la información generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), mediante las cartas de uso de suelo y vegetación H1202 y H1205 y de acuerdo con información obtenida en las visitas de campo, el sitio en el que se desarrollará el Proyecto se encuentra sin vegetación aparente. (Figura II.3 página anterior y Figuras II.4, II.5 a y b; páginas siguientes).

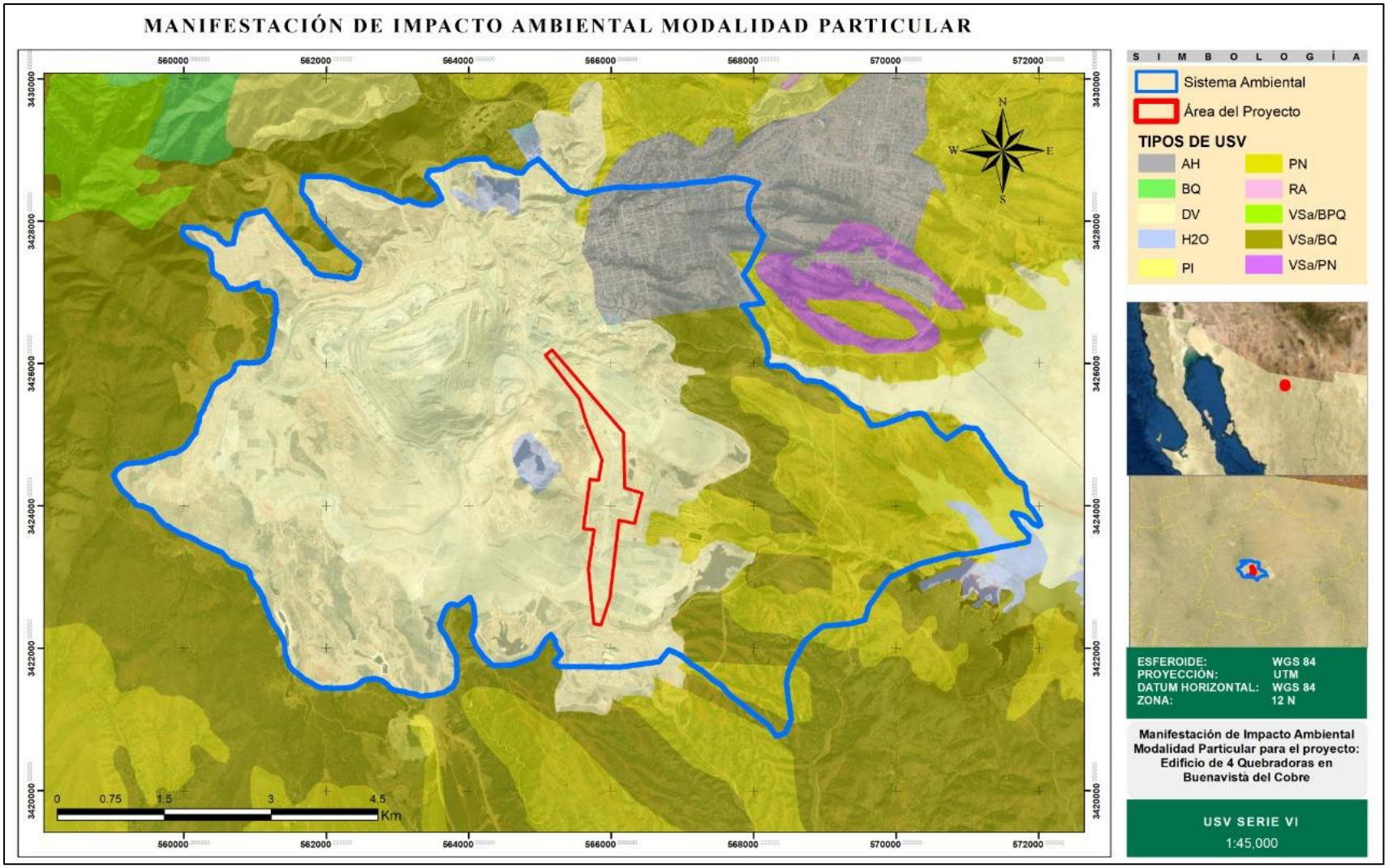


Figura II. 4. Vegetación en el sitio del proyecto y en el sistema ambiental según INEGI (cartas de usos del suelo y vegetación H1202 y H1205)

Figura II. 5. Panorama general del sitio donde se pretende ejecutar el proyecto.

Figura II. 6. Áreas impactadas con vegetación.

II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.

El uso del suelo en el predio del proyecto es industrial (minero). Debido a que el predio del proyecto se encuentra inmerso en los terrenos propiedad de Buenavista del Cobre, S. A. de C. V., sus colindancias tienen el mismo uso de suelo. Aproximadamente a un kilómetro al noroeste del extremo norte del predio del proyecto se localiza el límite de la traza urbana de Cananea, donde el uso de suelo es urbano.

Cabe señalar que el área de influencia (146.922 ha) ya se encuentra afectada y desprovista de vegetación y solo una pequeña porción de 2.022 ha presenta en su mayoría vegetación invasora dispersa, siendo ésta la superficie con vegetación que podría verse afectada. Dichos polígonos afectados con vegetación se encuentran alrededor de las áreas donde se pretende ejecutar el proyecto, pero debido a los impactos que se generan por la actividad minera resultarán afectadas dichas áreas, por lo tanto, se realizó el análisis de los impactos dentro de la superficie de 146.922 ha.

En el sitio del proyecto y en sus colindancias no existen cuerpos de origen natural, más allá se encuentra represos que contienen soluciones de proceso y acumulaciones en oquedades creadas por la explotación minera.

Por prácticamente carecer de vegetación primaria y secundaria, el predio del proyecto EP4Q no es forestal por lo que no hay materia para elaborar y presentar la solicitud de cambio de uso de suelo de terreno forestal.

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

En el predio destinado al proyecto EP4Q existen alguna naves y áreas construidas que cuentan con servicios, no obstante, en predio de la empresa se encuentra equipado con línea eléctricas y de comunicaciones, caminos interiores y líneas de que se obtiene de pozos, también tiene almacén temporal de residuos peligrosos y el plan de manejo, tanto para residuos de manejo especial como para residuos peligrosos y para residuos urbanos. Los servicios necesarios para el proyecto serán llevados a pie de lote, para dotarlos a las instalaciones del proyecto EP4Q. La empresa operará los servicios del proyecto y; en caso de necesitarse, serán contratados los servicios de empresas especializadas en acondicionamiento y mantenimiento de instalaciones.

II.2 Características particulares del proyecto.

II.2.1 Descripción de la obra o actividad y sus características.

a) Tipo de actividad o giro industrial.

El tipo de actividad es trituración rocas con contenido mineral, el giro es procesamiento mecánico de materiales mineralizados. La actividad que será realizada en el EP4Q es procesamiento mecánico de minerales pétreos no ferrosos. Tiene como etapas:

1. Recepción de mineral de cobre de mina mediante camiones que lo transportan desde el tajo donde es extraído.

2. Trituración en primera y segunda etapa para obtener un tamaño de roca adecuado para la etapa de proceso en las Concentradoras I y II.
3. Conducción mediante bandas transportadoras sobre rodillos a la Concentradora I y a la Concentradora II, la primera ubicada al norte del edificio para cuatro quebradoras y la segunda al sur.
4. Descarga del mineral de las bandas transportadoras a los domos de las Concentradoras I y II.

De lo expuesto se desprende que se trata de un proceso enteramente mecánico cuya única función es reducir el tamaño del mineral de mina para alimentarlo a las siguientes etapas del proceso donde será beneficiado y obtenido el cobre. No implica procesos de transformación, ni uso de sustancias químicas o reactivos de procesos.

b) Descripción de la obra o actividad y sus características.

El proyecto ha sido diseñado para un único proceso, la trituración de roca mineralizada. El proceso es físico y las operaciones unitarias que en él se realizan, con el mineral de cobre que es la materia prima, son acarreo, recepción, quebrado y transporte por banda. El diagrama de bloques representado en la Figura II.6 esquematiza el proceso completo.

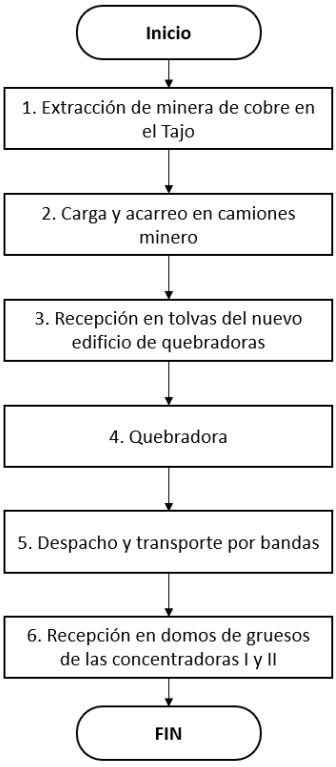


Figura II. 7. Diagrama de bloques para el proceso que se realizará en el proyecto EP4Q.

La descripción de los equipos involucrados en las etapas del proceso y otros datos se proporciona en la Tabla II.4.

Tabla II. 4. Descripción de etapas del proceso. Equipos, capacidades y otros datos.

Etapa	Descripción	Capacidad	Equipos involucrados	Control de emisiones de partículas
1. Extracción de mineral de cobre en el Tajo.	De la cantidad que se extrae del Tajo, se destinarán al proyecto EP4Q 240,000 Tm/día.	240,000 Tm/día.	Perforadoras, cargadores frontales y palas eléctricas no asociados al proyecto EP4Q. son equipos que operan la extracción de mineral de cobre en el Tajo	Control de emisiones de partículas durante la voladura.
2. Carga y acarreo en camiones mineros.	Carga de camiones mineros en tajo mediante palas eléctricas y cargadores frontales.	240,000 Tm/día.	Camiones mineros de capacidad promedio (camiones con capacidades reales de 270 Tm y 330 Tm).	Camiones circulando por caminos regados. 600 viajes por día aproximadamente
3. Recepción en tolvas del nuevo edificio de quebradoras.	El mineral del tajo transportado por los camiones será descargado en las tolvas de alimentación ubicadas en la parte superior del (EP4Q), en dos bahías de alimentación por cada quebradora. Junto a cada tolva se instalará un rompedor de rocas montado en pedestal operado hidráulicamente que se encargará de reducir el exceso de tamaño del material.	240,000 Tm/día.	Tolvas, bahías de alimentación, rompedores de roca.	Durante previo a la y durante la descarga se accionarán los supresores de polvo que rociarán una mezcla de agua y aire mediante manifold con toveras.
4. Quebrado.	Quebrado de roca procedente de mina para reducirla a 8” o menos.	100,000 Tm/día.	Dos quebradoras para abastecer a la Concentradora I.	En la descarga de cada una de las quebradoras primarias se colocará una tolva de compensación para regular la cantidad de material que posteriormente será descargado a un alimentador de placas.
		140,00 Tm/día	Dos quebradoras para abastecer a la Concentradora II.	
5. Despacho y transporte por banda.	Descarga del alimentador de placas de las quebradoras a alimentador reversible que descargará a las bandas que transportarán el mineral quebrado a las Concentradoras I o II.	Banda a Concentradora I: 100,000 Tm/día.	Bandas de sacrificio y bandas transportadoras a las Concentradoras I y II. La longitud de las bandas será: A la Concentradora I: 2,396.50 m, a la Concentradora II: 1716 m	Pesómetro, detector de metales y electroimán. Control de emisiones de partículas mediante colectores de mangas. Los puntos de transferencia de las bandas estarán equipados con colectores de polvos.
		Banda a Concentradora II: 140,00 Tm/día.		
6. Recepción en domos de gruesos de las Concentradoras I y II.	Descarga de las bandas transportadoras en el interior de los domos de gruesos de las Concentradoras I y II. Estas instalaciones no forman parte del proyecto, son de las concentradoras y se encuentran operando.	Mayor a la requerida para recibir el aporte de mineral de las bandas provenientes del EP4Q.	Domos para almacenamiento de materiales.	Los domos son herméticos para evitar emisiones fugitivas por descarga de mineral desde las bandas

La materia prima del proceso de trituración es el mineral de mina (tajo) que será procesado mediante trituración para obtener mineral de cobre triturado a un tamaño de 8" o inferior. En el proceso no se generarán productos intermedios, subproductos, ni residuos, ya que no se trata de un proceso de transformación química. Las partículas retenidas en las zonas de descarga por colectores de polvo tipo mangas (al ingreso de las bandastransportadoras), serán conducidas por alimentador de tornillo a la banda de sacrificio para desde ahí ser conducidos a los almacenes de gruesos de las Concentradoras I y II, ya que los polvos tienen contenidos de cobre que pueden ser recuperados. Es decir, ingresarán a trituración 240,000 Tm/día de mineral en rocas de aproximadamente 1.0 m, que serán quebradas y conducidas a los domos de las concentradoras I y II, 240,000 Tm/día de mineral en rocas de 8" o inferiores. Los domos forman parte de las instalaciones de las Concentradoras I y II y se encuentran en operación. Se trata de un proceso cerrado de cero pérdidas. Adicionalmente se colocarán colectores de polvo compactos en los puntos de transferencia de las bandas.

Todos los equipos son accionados por energía eléctrica, y la operación será ininterrumpida las 18 horas efectivas por día. Los paros de mantenimiento serán programados de modo que no se detengan las cuatro quebradoras y al menos siempre estén operando dos. Los paros para mantenimiento o reparaciones no durarán más de 30 días por año.

Las emisiones que se generarán son partículas y las fuentes serán los puntos de transferencia, es decir las descargas de mineral y los puntos donde haya cambios en la conducción, por ejemplo, en los cambios de bandas o descargas desde tolvas.

Cabe destacar que tres quebradoras y sus equipos periféricos serán nuevas y una se obtendrá de otra unidad de quebrado existente en Buenavista del Cobre, S. A. de C. V.

En el EP4Q las cuatro quebradoras primarias, las tolvas, los alimentadores de placas, las bandas de sacrificio, colectores de polvos y, los tramos iniciales de las bandas transportadoras serán subterráneos. Se encontrarán bajo el nivel de piso terminado y hasta una profundidad aproximada de 40 m. Lo que evitará la emisión de partículas a la atmósfera por las operaciones que en esa área subterránea.

Salvo el tramo de salida de cada banda, las bandas transportadoras serán elevadas y overland de acuerdo al proyecto y geografía del terreno, librando los pasos de vialidades e instalaciones existentes. Los planos de las bandas transportadoras se presentan en el Anexo 1.

Los principales equipos del proyecto propuestos son y serán definidos en la ingeniería de detalle:

- (2) Puente grúa mantenimiento trituración primaria y equipos auxiliares cap.: 110 t/15 t. ±
- (4) Rompedor de rocas 12,000 ft-lb, montado sobre pedestal, 15.3 m alcance horizontal con martillo vertical. ±
- (4) Quebradora primaria giratoria 60x89 con carro excéntrico para mantenimiento.
- (4) Alimentador de placas Longitud :10 m Ancho: 96".
- (4) Alimentador de banda reversible Longitud: 11 m Ancho: 96".
- (2) Banda de sacrificio Longitud: 158 m Ancho: 84".

- Banda transportadora trituración primaria - acarreo a CI Longitud: 869m Ancho: 72".
- Banda transportadora trituración primaria - acarreo a CI Longitud: 1,529m Ancho: 72".
- Banda transportadora trituración primaria - acarreo A CII Longitud: 1,716m Ancho: 84".
- Colector de polvo tipo mangas transferencia 16,500 ACFM estimado.
- Colector de polvo compacto 2,500 ACFM estimado.
- Tanque atmosférico vertical de almacenamiento agua de servicio 220 m^3 Ø =7.5m h= 6.5 m.
- Tanque atmosférico vertical de almacenamiento agua contra incendio 182 m^3 Ø =7.5m h= 5 m.
- Tanque atmosférico vertical de almacenamiento aceite lubricación usado 6m^3 Ø =2.4m h= 2 m.
- Tanque atmosférico vertical de almacenamiento aceite lubricación nuevo 6m^3 Ø =2.4m h= 2 m.

El EP4Q cuenta con un sistema contra incendio equipado con 40 gabinetes contra incendio instalados en los diferentes niveles del edificio. El sistema contra incendios incluye tuberías aérea, oculta y enterrada. El Plano CM/I001-15CO-TUG-ELY-103 incluido en el Anexo 1 presenta el sistema contra incendio.

II.2.2 Programa general de trabajo.

El programa general de trabajo se presenta en el Tabla II.5. Las fechas de inicio y de término no se pueden precisar debido a las diferentes variables que sobre ellas inciden, por ejemplo, la obtención de los permisos para realizar la obra, procesos de licitación para la contratación de empresas constructoras, la adquisición y entrega de los equipos, etc. En la Tabla II.5 se observa:

Tabla II. 5. Programa general de trabajo.

PROGRAMACIÓN DE EJECUCIÓN DE PROYECTO		AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5		AÑO 6 a 30		AÑO 30
NO.	ACTIVIDAD	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	
1	Preparación del terreno													
2	Excavación para edificio													
3	Excavación para bandas transportadoras de concentradora I													
4	Excavación para bandas transportadoras de concentradora II													
5	Construcción edificio nuevo de 4 quebradoras													
6	Construcción e instalación de bandas transportadoras CI													
7	Construcción e instalación de bandas transportadoras CII													
8	Instalación de equipos en edificios.													
9	Puesta en servicio y operación EP4Q -concentradora i													
10	Puesta en servicio y operación EP4Q -concentradora II													
11	Obras de cierre y abandono	100												

a) La preparación del terreno tomará: 1.5 años. Debido a la inexistencia de vegetación en el lugar, el suelo vegetal se encuentra ausente, tampoco hay cuerpos de, de modo tal que las actividades de esta etapa serán algunos cortes y nivelaciones.

b) Construcción: inicia con excavaciones y cimentaciones, inicia al año y concluye en el año 4. Tiempo efectivo 4 años, aunque el primer semestre se superpone con el último de preparación del sitio. Es

decir, en este semestre se trabajará en paralelo en la preparación de sitio y en la construcción. La principal actividad en esta etapa es la excavación que alojará al edificio para cuatro quebradoras, la excavación alcanzará en promedio la profundidad de 50 m bajo el nivel de piso. Además, se excavarán los túneles que desde el nivel de profundidad darán salida a las bandas transportadoras hacia los domos de las Concentradoras 1 y 2.

c) Instalación de equipos en edificios: tomará año y medio, y como en el caso anterior los dos últimos semestres de la construcción se empalmarán con los dos primeros de las instalaciones, lo cual también implica trabajo en paralelo en estas dos etapas. Se instalarán las cuatro quebradoras, las bandas transportadoras, las bandas de sacrificio, cuartos de control, alimentadoras de placas, subestaciones eléctricas, colectores de polvos, compresores, tanques de servicios y contra incendio, tanque de lubricación.
d) Puesta en servicio y operación: inicia en el año 5 y concluirá en el año 30.
e) Obras de cierre y abandono. - A partir del año 31.

II.2.3 Preparación del sitio.

Se realizará el trazo y nivelación, estableciendo referencias definitivas, con tránsito y nivel. Incluye: personal técnico calificado, estacas, mojoneras, localización de ejes, bancos de nivel, materiales de señalamiento, equipo, herramienta y mano de obra en un área aproximada de 82 hectáreas (ha).

El área del proyecto es una superficie impactada carente de vegetación y de suelo con contenido significativo de materia orgánica, por lo que no habrá afectación a estos recursos naturales.

En caso necesario se aplicará riego con agua cruda para mitigar las emisiones de partículas. El agua se obtendrá de una garza para llenado de pipas cercana al sitio de trabajo. Esta garza es propiedad de la empresa y forma parte de sus instalaciones operativas.

II.2.4 Descripción de las obras y actividades provisionales del proyecto.

Las obras provisionales serán las requeridas por la empresa contratista que realizará la construcción, estas obras son oficinas, taller para mantenimientos menores de los equipos, caseta de residuos peligrosos, comedor y sanitarios móviles. Se usarán caminos existentes y nuevos de proyecto sobre áreas impactadas. El suministro de energía eléctrica será proporcionado con una carga de 34,5 kV proveniente de la subestación S.E. Concentradora II, ubicada al este del sitio del proyecto EP4Q. Para abastecimiento de agua y sistema contra incendio se localizarán tomas en la red de la empresa, la conexión será en el punto más cercano al sitio de las obras. También se tendrá un patio de maniobras para equipos pesados.

Durante la construcción se utilizará agua de una garza para llenado de pipas (la más más cercana al sitio) y la energía eléctrica para la construcción será suministrada por el contratista, utilizando generadores eléctricos, hasta que las instalaciones temporales para construcción (acometidas) estén disponibles.

II.2.5 Etapa de construcción.

La etapa de construcción tendrá una duración de cuatro años, iniciará en el segundo año del proyecto y terminará en el quinto año.

La primera actividad constructiva será la excavación para alojar la sección subterránea del edificio para cuatro quebradoras. La excavación para el edificio alcanzará una profundidad de 40 m con respecto del nivel de terreno terminado, las dimensiones de planta (largo por ancho son 24x126 m). En la siguiente tabla se proporciona las dimensiones de otras obras definitivas y provisionales.

Tabla II. 6. Dimensiones de otras obras definitivas y provisionales.

Obras definitivas y provisionales	Dimensiones
Subestación 1	26 x28 cm
Subestación 2	18 x27 m
Subestación 3	18x27 m
Subestación 4	18 x 27 m
Cuarto eléctrico 1	17 x 28 m
Cuarto eléctrico 2	6 x 19 m
Cuarto eléctrico 3	6 x 19 m
Cuarto eléctrico 4	6 x 19 m

El material de excavación será de dos tipos:

a) El área superior de las excavaciones con terreros existentes formados de material lixiviables, con un volumen aproximado de excavación de 20 millones de m^3, este material será depositado en terreros existentes;
b) En el área más profunda se encuentra el terreno natural formado principalmente por roca, con un volumen aproximado de excavación de 11 millones de m^3, este material será depositado en terreros existentes denominados tepetateras y un porcentaje será utilizado para realizar los rellenos que indique el proyecto.

Los materiales requeridos en la construcción de las obras de proyecto son:

- Concreto: Para el edificio de cuatro quebradoras se requiere un volumen aproximado 26,500 m^3 de concreto con una resistencia de f'c = 300 kg/cm², para los soportes de bandas transportadoras requiere un volumen aproximado de 2,250 m^3 de concreto con una resistencia de f'c = 250 kg/cm², y concreto simple con una resistencia de f'c = 150 Kg/cm^2 se requiere un volumen aproximado de 100 m^3.
- Acero de refuerzo: Con fy = 4200 kg/cm², para todas las estructuras y cimentaciones de concreto. Se requieren un volumen aproximado de 8,000 Tm en diferentes diámetros.
- Estructura metálica: El acero estructural necesario para el proyecto será aproximadamente de 2,500 Tm clasificada como pesada, semipesado y ligera.

En el Anexo 1 se incluyen los planos YDRAY-CM-I001-15CO_MEG-EGA-101_0.PDF, YDRAY-CM-I001-15CO_MEG-EGA-102_0.PDF, YDRAY-CM-I001-15CO_MEG-EGA-105_1.PDF, YDRAY-CM-I001-15CO_MEG-

EGA-106_1.PDF, y YDRAY-CM-I001-15CO_MEG-EGA-107_1.PDF; en los cuales se muestran las características y obras del edificio que alojará a las cuatro quebradoras, así como las de las bandas transportadoras desde este edificio hacia los domos de gruesos de las Concentradoras I y II.

II.2.6 Etapa de operación y mantenimiento.

En la etapa de operación las operaciones que se realizarán cotidianamente las 24 horas del día, son las representadas en el diagrama de bloques de la Figura II.7. La descripción de cada operación se encuentra en la Tabla II.4

El proyecto EP4Q ha sido diseñado para recibir 240,000 Tm/día de mineral de cobre procedente del tajo, triturarlo para reducirlo a un tamaño no mayor a 8" y enviarlo por bandas transportadoras a los almacenes de gruesos de las Concentradoras I y II, a la primera se enviarán 100,000 Tm/día y a la segunda 140,000 Tm/día.

El mineral obtenido en la mina será cargado y transportado por camiones mineros cuya capacidad promedio es de 400 Tm (camiones con capacidad de 270 Tm y 330 Tm), de modo que para producir 240,000 Tm/día de mineral triturado serán necesarios 600 viajes al día aproximadamente. Los camiones descargaran el mineral de mina en la parte superior del nuevo edificio en tolvas de alimentación cada una con dos bahías, sobre parrillas fijas de acero dentro de la tolva que permitirá el paso del material menor a 200 milímetros directamente a la tolva de compensación sin pasar por la quebradora, el material sobredimensionado pasara a la quebradora para ser triturado mientras el material mayor a 1500 mm será fragmentado por un martillo hidráulico colocado a un costado de la tolva de alimentación, para dar el tamaño necesario e ingresar a la quebradora para ser triturado la quebradora giratoria modelo 60 X 89 (propuesta) con una capacidad mínima de 3889 tmph con una transmisión con motor eléctrico, con un modo de fragmentación por compresión por efecto de un movimiento excéntrico de su eje contra una pared fija el material a la salida de esta será de P80 de 8" aproximadamente este será descargado a la tolva de compensación siendo reclamado por un alimentador de placas de velocidad variable con un ancho aproximado de 96". El alimentador de placas depositara el material sobre un alimentador de banda reversible este descargara el material en la banda de sacrificio que alimentara la Concentradora I o la banda de sacrificio que alimentara a la Concentradora II. En las bandas de sacrificio se instalará un pesometro, un detector de metales y un electroimán para retirar restos metálicos. El material triturado será transportado mediante bandas transportadoras hacia Concentradora I con una longitud de 2396 m y a Concentradora II con una longitud de 1716 m.

La operación de las quebradoras y de las bandas transportadoras será eléctrica.

El agua se empleará para aspersión al momento de las descargas de los camiones, con el fin de controlar las emisiones de partículas, se usará agua cruda proveniente del tanque de agua de servicios. El consumo esperado es de 10m³/día.

El agua de servicio se almacenará en un tanque atmosférico cilíndrico vertical de 220 m³ de 6.5 m de altura y diámetro 7.5 m. En cuanto al consumo de agua para servicios sanitarios y otros usos se ha considerado una dotación de 0.5 m³/día. En función de este consumo se estima que el 80% será la generación de aguas

residuales de tipo doméstico, que será dispuestas por una empresa especializada. Debido a que el proceso es mecánico no se consume agua y por lo tanto no hay generación de agua residual de proceso

El sistema contra incendio contará con un tanque atmosférico vertical de 182 m³, de altura 7.5 m y diámetro 5.0 m aproximadamente.

Se almacenarán lubricantes y aceites hidráulicos en dos tanques uno de aceite nuevo y otro de aceite usado. El tanque de aceite nuevo será atmosférico, cilíndrico vertical, tendrá 6.0 m³ de capacidad, diámetro 2.4 m y altura 2.0 m, las mismas características y dimensiones tendrá el tanque de aceite usado.

La localización de estos tanques se encuentra en el plano YDRAY-CM-I001-15CO-MEG-EGA-101_0 incluido en el Anexo 1.

En cuanto al mantenimiento los equipos operarán 330 días por año y el tiempo restante se destinará a darles mantenimiento. Se programará por quebradora de forma que cuando se realice el mantenimiento siempre haya tres quebradoras operando.

II.2.7 II.2.7 Otros insumos

II.2.7.1 Sustancias o materiales no peligrosos.

No se tiene considerado el uso de sustancias o materiales distintos a los mencionados en el apartado de antecedente.

II.2.7.2 Sustancias o materiales peligrosos.

El proceso de trituración no requiere el uso de sustancias o materiales peligrosos.

II.2.8 Descripción de las obras asociadas al proyecto.

Como obras asociadas se consideran las requeridas por la empresa contratista que realizará la construcción, estas obras son oficinas, taller para mantenimientos menores de los equipos, caseta de residuos peligrosos, comedor y sanitarios móviles. Se usarán caminos existentes y nuevos de proyecto sobre áreas impactadas. El suministro de energía eléctrica será proporcionado con una carga de 34,5 kV proveniente de la subestación ESDE II, ubicada al este del sitio del proyecto EP4Q. Para abastecimiento de agua y sistema contra incendio se localizarán tomas en la red de la empresa, la conexión será en el punto más cercano al sitio de las obras. También se tendrá un patio de maniobras para equipos pesados.

En la etapa de construcción se utilizará agua de una garza para llenado de pipas (la más más cercana al sitio) y la energía eléctrica para la construcción será suministrada por el contratista, utilizando generadores eléctricos, hasta que las instalaciones temporales para construcción (acometidas) estén disponibles.

II.2.9 Etapa de abandono del sitio

Por ahora, no se tiene contemplado el abandono del proyecto EP4Q. En el caso de que se decidiese abandonar el predio del proyecto, con toda oportunidad se elaborará y formulara el programa de cierre que corresponda y será presentado a las autoridades competentes para que determinen lo conducente.

El plan de cierre que en su oportunidad se presente, entre otros temas, incluirá:

- Verificación y actualización de cumplimento respecto de las diversas regulaciones ambientales con las que se cuente previo al cierre.
- Procedimiento para el paro de operaciones.
- Programa calendarizado de cese de actividades y cierre.
- Inventario y cuantificación de edificaciones, equipos, instrumentación, y otras instalaciones.
- Vaciado, purga y drenado de tanques.
- Desenergizado y levantamiento de instalaciones eléctricas.
- Desmantelamiento de equipos.
- Programa para la gestión de residuos durante el cierre y desmantelamiento.
- Demolición de estructuras edificadas, y en su caso levantamiento de pisos y pavimentos.
- Identificación de sitios que pudieran haber sido contaminados con hidrocarburos.
- En su caso, caracterización del sitio y propuesta de remediación conforme a la NOM-138-SEMARNAT/ SSA1-2012. ± Diagnóstico ambiental del sitio.
- En su caso, propuestas de solución o mitigación.
- Programa de seguimiento y vigilancia ambiental, post cierre.
- Determinación de montos de garantías de cumplimiento y contratación de instrumento (seguro, fianza, etc.).

II.2.10 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

Residuos sólidos urbanos.

Durante los cuatro años de la preparación del sitio y la construcción la generación per cápita media en el proyecto se estima del orden de es 0.400 kg/persona/día1. El número promedio de trabajadores diariamente en las obras del proyecto ser 800, por lo tanto, la generación diaria de residuos sólidos urbanos será 0.400 kg/persona/día x 800 personas = 320 kg/día. Esta cantidad se colectará en recipientes etiquetados con los identificadores como basura común. El servicio de recolección interna los retirará y los conducirá al relleno sanitario de la misma empresa.

Para la operación se estima la misma generación unitaria y el número de trabajadores será 50, por lo que la generación promedio diaria a lo largo de la operación será 0.400 kg/persona/día x 50 personas = 20 kg/día. Esta cantidad se colectará en recipientes etiquetados con los identificadores como basura común. El servicio de recolección interna los retirará y los conducirá al relleno sanitario de la misma empresa.

Residuos peligrosos.

Se generarán aceites gastados, trapos, estopas, uniformes, guantes, impregnados, mascarillas, algunas refacciones, filtros y otros. Los que resulten serán incorporados al plan de manejo de residuos peligrosos de Buenavista del Cobre, S. A. de C. V., para ser gestionados conforme a este plan.

Aguas residuales

Las aguas residuales que se generarán en promedio durante la etapa de preparación del sitio y construcción serán de 1000 l/día y durante la operación se ha estimado una generación de 500 l/día. Serán colectadas por una empresa especializada que se contratara para llevar a cabo la disposición de estos residuos.

La composición probable de estas aguas se asocia con el rango débil de la Tabla II.7 debido a que se trata de una actividad industrial donde no es elevada la carga de materia orgánica.

Tabla II. 7. Composición típica de aguas residuales domésticas sin tratar.

Contaminante	Unidad	Concentración		
		Débil	Media	Fuerte
Sólidos totales	mg/l	350	720	1,200
Sólidos disueltos totales	mg/l	250	500	850
Sólidos suspendidos totales	mg/l	100	220	350
Sólidos sedimentables	mg/l	5	10	20
DBO5	mg/ l	110	220	400
Carbono orgánico total	mg/l	80	160	290
DQO	mg/l	250	500	1,000
Nitrógeno total	mg/l	20	40	85
Fósforo total	mg/l	4	8	15
Cloruros	mg/l	30	50	100
Sulfato	mg/l	20	30	50
Alcalinidad (CaCO3)	mg/l	50	100	200
Grasas	mg/l	50	100	150
Coliformes	No/100 ml	10^6 -10^7	10^7 -10^8	10^7 -10^9
Compuestos orgánicos volátiles	µg/l	<100	100-400	>400

Emisiones a la atmósfera.

Por el tipo de proceso y las actividades que implica las emisiones a la atmósfera estarán principalmente conformadas por partículas. Se trata de emisiones fugitivas originadas en los movimientos y trituración del mineral, tales como descarga de camiones, trituración, alimentación a bandas, puntos de transferencia, descarga en almacenes de gruesos (domos). Con el fin de estimar estas emisiones se aplican factores de emisión a las operaciones y cantidades reportadas en la Tabla II.4, y se consideran las eficiencias genéricas de los sistemas de control. La Tabla II.8 contiene la estimación de emisiones de partículas suspendidas totales (PST) y de partículas PM10.

Tabla II. 8. Estimación de emisiones fugitivas de partículas totales y PM10.

Fuente	Alimentación o transporte (Tm7/día)	Factor de emisiones (Kg/Tm)	Emisión (Kg/día)	Emisión (g/s)	Eficiencia de control (%)	Emisiones controladas
Partículas suspendidas totales						
4 quebradoras	240,000	0.2	48,000	555.55	65	194.44
Punto de transferencia en banda a la Concentradora 1	100,000	0.06	6,000	69.44	80	13.89

Fuente	Alimentación o transporte (Tm7/día)	Factor de emisiones (Kg/Tm)	Emisión (Kg/día)	Emisión (g/s)	Eficiencia de control (%)	Emisiones controladas
Descarga de banda en almacén de gruesos de Concentradora 1	100,00	0.06	6,000	69.44	90	6.94
Descarga de banda en almacén de gruesos de Concentradora 2	140,00	0.06	8,400	97.22	90	9.72
Partículas PM10						
4 quebradoras	240,000	0.02	4,800	55.5	55	25.00
Punto de transferencia en banda a la Concentradora 1	100,000	0.03	3,000	34.7	75	8.68
Descarga de banda en almacén de gruesos de Concentradora	100,00	0.03	3,000	34.72	85	5.21
Descarga de banda en almacén de gruesos de Concentradora 2	140,000	0.03	4,200	48.61	85	7.29

La Tabla II.9 contiene la estimación de emisiones fugitivas de partículas totales y PM10 originadas en la descarga del mineral transportado por camiones mineros a las trituradoras. Se consideran camiones con carga promedio de 305 Tm.

Tabla II. 9. Estimación de emisiones fugitivas de partículas totales y PM10 por descarga de mineral de camiones a las trituradoras.

Descargas diarias de camión a quebradoras (operaciones/día)	787	787
Descargas por hora	33	33
Cantidad descargada por hora (Tm/h)	10,000	10,000
Factor de emisión (kg/t)	0.00432	0.00204
Emisión por hora (kg/h)[4]	43	20

II.2.11 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

En las instalaciones de Buenavista del Cobre, S. A. de C. V., se cuenta con un almacén temporal de residuos peligrosos, donde se almacenan estos residuos hasta el momento en que el recolector autorizado los retira.

La gestión de los residuos se realiza conforme al plan de manejo de residuos peligrosos de la empresa. De manera análoga se gestionan los residuos de manejo especial.

Los residuos de tipo urbano son colectados y trasportados para disposición final en el relleno sanitario con el que cuenta la empresa.

CAPÍTULO III

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

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR DEL PROYECTO DENOMINADO:
"EDIFICIO PARA CUATRO QUEBRADORAS", EN EL MUNICIPIO DE CANANEA, ESTADO DE SONORA

CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO. III.3

III.1 Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación III.3

III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 ..... III.3

III.1.2 Plan Estatal de Desarrollo de Sonora 2021 – 2027 ..... III.4

III.1.3 Plan Municipal de Desarrollo de Cananea 2019 – 2021 ..... III.5

III.1.4 Programa Municipal de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cananea III.6

III.2 Instrumentos de Ordenamiento Ecológico del Territorio III.7

III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio III.7

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Sonora III.13

III.3 Regiones Prioritarias de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). III.13

III.3.1 Regiones Hidrológicas Prioritarias III.13

III.3.2 Regiones Terrestres Prioritarias III.16

III.3.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). III.19

III.3.4 Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad (SPT). III.21

III.4 Áreas Naturales Protegidas. III.23

III.4.1 Áreas Naturales Protegidas Federales (ANP). III.23

III.4.2 Áreas Naturales Protegidas Estatales. III.25

III.5 Tratados y convenios internacionales III.26

III.5.1 Humedales Mexicanos de Importancia Internacional (sitios RAMSAR en México) III.26

III.6 Programas de Recuperación y Restablecimiento de las Zonas de Restauración Ecológica. III.27

III.7 Vinculación con instrumentos jurídicos y normativos del ámbito federal III.27

III.7.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos III.27

III.7.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) III.29

III.7.3 Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental III.31

III.7.4 Ley General de Vida Silvestre (LGVS) III.31

III.8 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y su reglamento. III.32

III.9 NORMAS OFICIALES MEXICANAS III.32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III. 1. Características de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 9 “Sierras y Valles del Norte”, en la cual se encuentra el sitio del Proyecto. III.8
Tabla III. 2. Relación de las estrategias y ordenamiento ecológico con el proyecto NE4Q III.8
Tabla III. 3. Programas de Ordenamiento Ecológico y Territorial, decretados para el estado de Sonora. III.13
Tabla III. 4. Características y aspectos de conservación de la RTP 41. ..... III.18
Tabla III. 5. Vinculación de las Áreas Naturales Protegidas en el estado de Sonora, con las acciones y políticas de la empresa Buenavista del Cobre S.A. de C.V., así como con el Proyecto. III.25
Tabla III. 6. Disposiciones de la LGEEPA y vinculación con el Proyecto. III.30
Tabla III. 7. Disposiciones del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental y la vinculación con el Proyecto. III.31
Tabla III. 8. Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto EP4Q. III.32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1.- UAB del POEGT en la que se encuentra el sitio del proyecto EN4Q. III.11
Figura III.2.- Ubicación de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con relación al sitio del Proyecto. III.14
Figura III.3.- Ubicación de las Región Terrestre Prioritaria Cananea-San Pedro, en relación con el sitio del proyecto. III.17
Figura III.4.- Región terrestre prioritaria 41 Cananea - San Pedro y localización del predio del proyecto EN4Q.... III.20
Figura III.5.- Ubicación de las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA), con relación al sitio del Proyecto. III.22
Figura III.6.- Ubicación del ANP Sierra Los Ajos-Buenos Aires–La Púrica, con relación al sitio del Proyecto. III.24
Figura III.7.- Ubicación del sitio del Proyecto con relación al Sitio RAMSAR 2044, en el estado de Sonora. III.28

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

En este Capítulo se fundamenta la congruencia del proyecto denominado Edificio Para Cuatro Quebradoras, con los mandatos y estrategias de los diferentes instrumentos normativos y de planeación vigentes que aplican al proyecto por su ubicación y las características de su naturaleza.

Para el desarrollo de este Capítulo se consultaron las diversas fuentes de información vigentes en los ámbitos federal, estatal y municipal que tienen incidencia en el área de intervención del Proyecto. El objetivo central del presente análisis es el de conocer y cumplir con los lineamientos que deben ser observados para la ejecución de la construcción y operación del Proyecto.

Por lo antes expuesto, y con el fin de proporcionar a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), los elementos de juicio que motivan y sustentan los mandatos relevantes del proyecto en materia ambiental y que, de esta forma, dicha Autoridad Ambiental esté en posibilidad de aplicar lo dispuesto en el Artículo 35 de la LGEEPA, que señala:

> *ARTÍCULO 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.*

III.1 Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación

III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es un instrumento de planificación estratégica, de alcance nacional, que tiene como finalidad establecer los objetivos nacionales, las estrategias y las prioridades que durante la Administración deberán regir la acción del gobierno, con la visión de hacer de México un país más próspero, justo e incluyente para todas y todos.

El documento está construido con base en tres Ejes generales (Justicia y Estado de Derecho; Bienestar; Desarrollo económico) y tres Ejes transversales (Igualdad de género, no discriminación e inclusión; Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública; Territorio y desarrollo sostenible).

El eje general Bienestar busca garantizar el ejercicio efectivo de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, con énfasis en la reducción de brechas de desigualdad y condiciones de vulnerabilidad y discriminación en poblaciones y territorios; mientras el Eje transversal es relativo al territorio y desarrollo sostenible, que parte de un diagnóstico general donde se reconoce toda acción que se toma las capacidades de las generaciones futuras y que toda política pública actúa en un territorio.

En este diagnóstico del Eje transversal contempla como necesario incorporar consideraciones territoriales cuando se busca garantizar los derechos humanos y sociales en todos los niveles, con especial hincapié en el derecho a la salud, el derecho a la alimentación, el derecho al agua y el derecho a un medio ambiente sano.

Para garantizar el derecho a un medio ambiente sano con enfoque de sostenibilidad de los ecosistemas, la biodiversidad, el patrimonio y los paisajes bioculturales, se definen, entre otras, las siguientes estrategias: a) conservar y proteger los ecosistemas terrestres y acuáticos, así como la biodiversidad para garantizar la provisión y calidad de sus servicios ambientales; b) aprovechar sostenibleme nte los recursos naturales y la biodiversidad con base en una planeación y gestión económica comunitaria con enfoque territorial, de paisajes bioculturales y cuencas; c) restaurar ecosistemas y recuperar especies prioritarias con base en el mejor conocimiento científico y tradicional disponible; d) fortalecer la gobernanza ambiental y territorial mediante la participación, transparencia, inclusión, igualdad, acceso a la justicia en asuntos ambientales y reconociendo el conocimiento y prácticas tradicionales de los pueblos.

Al respecto, el proyecto EP4Q no presenta contraposición con las estrategias del Plan Nacional de Desarrollo ya que el predio destinado para su desarrollo se encuentra dentro de un terreno minero metalúrgico, con instalaciones en operación, sin afectar la biodiversidad ni ecosistemas por lo que no afecta a los servicios ambientales.

III.1.2 Plan Estatal de Desarrollo de Sonora 2021 – 2027

El Plan Estatal de Desarrollo tiene como Misión el lograr un estado de desarrollo integral en todos los sectores, diferenciar al Gobierno de Sonora por sus valores y principios, hacer un gobierno humanista, lograr un gobierno ciudadano, un gobierno de reconciliación, un gobierno que vaya de la mano con la Federación y los Municipios; así como lograr la mayor inversión en infraestructura productiva y hacer historia. Se pretende reconstruir el Estado conjugando la modernidad, la innovación y la eficiencia, elevar los niveles de educación y cultura, brindar a los sonorenses un Estado de Derecho y la oportunidad de mejores niveles de vida y prosperidad.

En este instrumento de planeación se establecieron tres principios básicos: a) No robar, b) No mentir y c) No traicionar al pueblo. El PED de Sonora contempla el potenciar la reactivación económica, así como la igualdad y equidad de género, para abrir oportunidades de negocios y cooperación, como prioridad de las políticas públicas del desarrollo económico. Dentro de los Objetivos Estratégicos del PED, a continuación, se listan los que se consideran de interés y que se vinculan de forma directa con el Proyecto, por su ubicación y las políticas que actualmente emanan del Eje Temático 3 y 4, de las cuales algunas se vinculan de forma directa con la política interna y de producción de la empresa Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., (enseguida referida como Buenavista del Cobre o el Promovente).

- **Eje temático 3:** La igualdad afectiva de los derechos, esto con la finalidad fortalecer la equidad de género ante distintas oportunidades laborales e impulsar el desarrollo económico, de los cuales sus objetivos estratégicos vinculados al proyecto son:
- **3.1 Fomentar la igualdad de género:** para eliminar la discriminación laboral, así mismo se fortalecerá la negociación de contratos colectivos, todo esto con la finalidad de respetar el derecho de los y las trabajadoras.

- **Eje temático 4:** Una coordinación histórica entre desarrollo y seguridad, que ofrezca la tranquilidad y calidad de vida, Impulsar el desarrollo con seguridad del estado sin comprometer las finanzas estatales y desarrollar infraestructura sobre la que se impulse el desarrollo económico inclusivo de mediano y largo plazo.
- **4.1 Reactivación del Crecimiento Económico:** con Finanzas Sanas, e apoyarán los sectores de minería, campo, pesca y turismo como puntos clave para la reactivación económica.
- **4.2 Infraestructura para el Desarrollo Económico:** Inclusivo, contando con infraestructura social, caminos vecinales, espacios deportivos y culturales a las comunidades rurales y de jornaleros migrantes, así como a pavimentar los caminos de terracería.

La vinculación del Proyecto con este Plan está relacionada con su contribución al crecimiento económico de la región, mejorando con ello la calidad de vida de los pobladores de la región. Debido a que el proyecto es infraestructura de reforzamiento a la producción la unidad minera, y con esto la empresa continuará trabajando de forma que contribuya crecientemente a la productividad regional de modo que aporte elementos económicos y sociales para el coadyuvar al cumplimiento de los objetivos de aprovechamiento y conservación del medio ambiente, para el Estado de Sonora.

III.1.3 Plan Municipal de Desarrollo de Cananea 2019 – 2021

El Plan de Desarrollo del Municipio de Cananea 2019 – 2021 (PDM) es el documento base de la administración municipal en el que se concentran las demandas de la ciudadanía, el quehacer gubernamental y la opinión de los habitantes con el fin de consensuar los objetivos, las acciones y los proyectos que conducirán a alcanzar el futuro deseado por la comunidad Cananense.

El PDM se estructuró y elaboró con base en cuatro etapas sustantivas de la planeación estratégica: La primera etapa, relativa al diseño; la segunda, relativa a la elaboración de los programas sustantivos del PMD, que resultan de la definición de los Ejes Estratégicos y de las estrategias correspondientes; la tercera, correspondiente al proceso para su instrumentación; y la cuarta y última, relativa a los elementos necesarios para su evaluación.

El PDM presenta su planeación estratégica con base en una visión de largo plazo, que muestra un Cananea moderno, abierto y competitivo, vinculado eficazmente con el estado y con el país, dotado de infraestructura y servicios públicos suficientes y eficientes, con una economía más sólida y diversificada, que atrae inversiones, crea empleos y ofrece más y mejores oportunidades a su gente mediante una misión. Asimismo, ofrecer con suficiencia y eficiencia los servicios públicos municipales, promover un mayor desarrollo social y económico de la comunidad e impulsar el crecimiento y la diversificación económica para promover un mayor bienestar, la creación de más y mejores empleos y la generación de mayores oportunidades a las generaciones presentes y futuras.

En el PDM bajo las premisas anteriores, la estrategia de acción se estructuró en cinco ejes generales:

- Un gobierno municipal ciudadano y eficaz.
- Un municipio seguro y ordenado.
- Un municipio con desarrollo sostenible y bienestar para todos.

- Un municipio sustentable y competitivo.
- Servicios públicos de calidad para todos

De los cinco ejes rectores del Plan de Desarrollo Municipal, un eje que muestra relación directa con el Proyecto es *Un municipio sustentable y competitivo.* Este eje integra las propuestas de acciones e iniciativas de inversión que permitan renovar la economía del municipio y la imagen urbana de Cananea. Gran parte de las propuestas se encaminan al desarrollo económico de la comunidad trabajando los recursos propios de manera responsable, así mismo hacer el municipio un promotor turístico a través de la diversificación de mercados, productos y destinos, así como del fomento a la competitividad en las actividades productivas locales, con esto promover el crecimiento de la economía municipal, de una manera sólida y sostenida; de la misma manera promover acciones para fomentar el cuidado del medio ambiente y los recursos naturales del municipio.

En materia de desarrollo sustentable, la ejecución de este tipo de estudios ambientales como lo es la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular del Proyecto, refrendan la política de Buenavista del Cobre en dar cumplimiento a los lineamientos emanados de las leyes ambientales, laborales y sus respectivas normas, a partir de las mejores prácticas ambientales.

El Proyecto se alinea con el objetivo y a las estrategias del eje Un municipio sustentable y competitivo del Plan de Desarrollo Municipal de Cananea 2012-2015, al impulsar la sinergia entre Gobierno Municipal y la empresa, para el desarrollo de cadenas productivas; y al diseñar e instrumentar un programa de acciones de desarrollo de la ciudad.

III.1.4 Programa Municipal de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cananea

El Programa Municipal de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cananea (PMDUCPC) publicado en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Sonora con fecha del 18 de abril de 1994, señala las acciones específicas para la conservación, mejoramiento y crecimiento del centro de población y establece la zonificación correspondiente.

El objetivo general del PMDUCPC, es consolidar y ordenar su estructura urbana, además de ampliar y diversificar su base económica y social; así como aportar estrategias, acciones e instrumentos de planeación para la regularización de la tenencia de la tierra y para la solución de las necesidades de Infraestructura y Equipamiento a partir de las condiciones locales, y de la definición de Políticas de Crecimiento, Conservación y Mejoramiento.

Al respecto, el Proyecto EP4Q es congruente con el PMDUCPC, al definirse como detonador dentro de las políticas de crecimiento, conservación y mejoramiento del uso del suelo, ubicando el sitio del Proyecto en una zona regulada por el programa de desarrollo urbano, la cual, establece el uso de suelo como parte del plan estratégico de crecimiento para las actividades de la unidad minera de Cananea, definida por el PMDUCPC (1994). Por lo que, existe congruencia y consistencia del proyecto en cuestión con lo dispuesto por la legislación estatal y municipal en lo que al desarrollo de la actividad minera se refiere y en cuanto al uso de suelo establecido.

III.2 Instrumentos de Ordenamiento Ecológico del Territorio

III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

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 aplica 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 estos.

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.

El sitio del proyecto EP4Q se ubica en la Región Ecológica 12.30, particularmente en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 9, denominada "Sierras y Valles del Norte", cuyas características se describen en la Tabla III.1.

Tabla III. 1. Características de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 9 "Sierras y Valles del Norte", en la cual se encuentra el sitio del Proyecto.

Clave Región Ecológica:	12.30
Rectores del Desarrollo:	Minería - Preservación de Flora y Fauna
Coadyuvantes del Desarrollo:	Forestal
Asociados del Desarrollo:	Ganadería
Otros Sectores de Interés:	Industria – Pueblos Indígenas
Política Ambiental:	Aprovechamiento sustentable y protección
Nivel de Atención Prioritaria:	Baja
Estrategias:	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 28, 29, 31, 33, 37, 42, 43, 44

La UAB 9, tiene una superficie territorial de 42,685.87 km^2; se localiza al Noreste de Sonora y Noroeste de Chihuahua. El estado del medio ambiente sano al 2008 se clasificó como medianamente estable, de acuerdo con la ficha técnica de la UAB 9 incluida en el POEGT (2012) que lo describe de la siguiente manera: conflicto sectorial bajo, muy baja superficie de ANP's, baja degradación de los suelos, baja degradación de la vegetación, media degradación por desertificación, la modificación antropogénica es muy baja, longitud de Carreteras (km): media, porcentaje de zonas urbanas: muy baja, porcentaje de cuerpos de agua: muy baja, densidad de población (hab/km^2): muy baja, el uso de suelo es de pastizal natural y no presenta cobertura, con disponibilidad de agua subterránea, alto porcentaje de zona funcional, 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 y una alta importancia de la actividad ganadera.

En cuanto a las estrategias la Tabla III.2 muestra la relación que el proyecto guarda con ellas.

Tabla III. 2. Relación de las estrategias y ordenamiento ecológico con el proyecto EP4Q

Estrategia	Vinculación con el proyecto EP4Q
1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad	El predio del proyecto se localiza en una zona minera que se encuentra alterada por esa actividad que se ha practicado por décadas en el sitio. En el predio y en su entorno inmediato no hay presencia de ecosistemas conservados o en buen estado, la biodiversidad es muy pobre ya que el hábitat que la sustentaría es sumamente limitado en recursos.
2. Recuperación de especies en riesgo.	No hay presencia de especies en riesgo en el predio del proyecto ni en su entorno inmediato.
3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Esta estrategia no aplica por los argumentos proporcionados para las estrategias 1 y 2.
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales	Esta estrategia no aplica por los argumentos proporcionados para las estrategias 1 y 2.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	El suelo en el predio del proyecto y en su entorno inmediato no se practican actividades agrícolas ni pecuarias.
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas	Esta estrategia no tiene relación con el proyecto en ciernes.
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	Esta estrategia no tiene relación con el proyecto en ciernes, ya que no existen recursos forestales en el predio del proyecto ni en su entorno inmediato.

Estrategia	Vinculación con el proyecto EP4Q
8. Valoración de los servicios ambientales.	Esta estrategia no tiene relación con el proyecto en ciernes, ya que en el predio del proyecto ni en su entorno inmediato no existen ecosistemas que proporcionen este tipo de servicios recursos forestales. El único servicio ambiental al que se recurrirá es el de soporte para alojar el proyecto en el predio.
9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	El proyecto no afecta cuencas ni acuíferos.
10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	Esta estrategia corresponde aplicar a la autoridad competente en sus esquemas de planeación, normativos, y de programación. No aplica a particulares.
11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA	Esta estrategia corresponde aplicarla a la autoridad competente. No aplica a particulares.
12. Protección de los ecosistemas.	El predio del proyecto se localiza en una zona minera que se encuentra alterada por esa actividad que se ha practicado por décadas en el sitio. En el predio y en su entorno inmediato no hay presencia de ecosistemas conservados o en buen estado, la biodiversidad es muy pobre ya que el hábitat que la sustentaría es sumamente limitado en recursos.
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	No se aplica al proyecto ya que no es agropecuario.
14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas	No se aplica al proyecto ya que no es de aprovechamiento forestal ni agrícola.
15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	En el desarrollo de la actividad minera en Buenavista del Cobre se ha recurrido a los productos del Servicio Geológico Mexicano con el fin de contar con elementos de planificación minera que se apoyen en el aprovechamiento sustentable de recursos no renovables, en este caso mineral de cobre.
15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	Esta estrategia corresponde aplicar a la autoridad competente en sus esquemas de planeación, normativos, y de programación. No aplica a particulares.
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.	Esta estrategia corresponde aplicar a la autoridad competente en sus esquemas de planeación, normativos, y de programación. No aplica a particulares. Además, no se relaciona con la actividad minera.
17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	Esta estrategia corresponde aplicar a la autoridad competente en sus esquemas de planeación, normativos, y de programación. No aplica a particulares. Además, no se relaciona con la actividad minera.
28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	El proyecto EP4Q no plantea uso de agua para fines industriales, para las aguas residuales se contará con letrinas y fosas; a las cuales se les estará dando servicio con una empresa especializada.
29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	Esta estrategia corresponde aplicar a la autoridad competente en sus esquemas de planeación, normativos, y de programación. No aplica a particulares.
31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	Esta estrategia corresponde aplicar a la autoridad competente en sus esquemas de planeación, normativos, y de programación. No aplica a particulares.

Estrategia	Vinculación con el proyecto EP4Q
33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	Esta estrategia corresponde aplicar a la autoridad competente en sus esquemas de planeación, normativos, y de programación. No aplica a particulares.
34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	Esta estrategia corresponde aplicar a la autoridad competente en sus esquemas de planeación, normativos, y de programación. No aplica a particulares.
37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Esta estrategia corresponde aplicar a la autoridad competente en sus esquemas de planeación, normativos, y de programación. No aplica a particulares.
42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Esta estrategia corresponde aplicar a la autoridad competente en sus esquemas de planeación, normativos, y de programación. No aplica a particulares.
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	Esta estrategia corresponde aplicar a la autoridad competente en sus esquemas de planeación, normativos, y de programación. No aplica a particulares.
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.	Esta estrategia corresponde aplicar a la autoridad competente en sus esquemas de planeación, normativos, y de programación. No aplica a particulares.

Por lo expuesto se concluye que las obras y actividades del Proyecto, se ajustan a los lineamientos, políticas y estrategias consideradas en el POEGT, particularmente a lo que se refiere a la minería. La Figura III.1 indica la ubicación del Proyecto con respecto a la región ecológica y a la Unidad Ambiental Biofísica.

El POEGT (2012) identifica por la lengua que se habla la presencia de población indígena Mayo-Yaqui, cuya distribución puede apreciarse en la En la Figura III.2, donde se observa claramente que las obras y actividades del proyecto no tendrán incidencia en la zona donde se hablan las lenguas indígenas (Pápago principalmente).

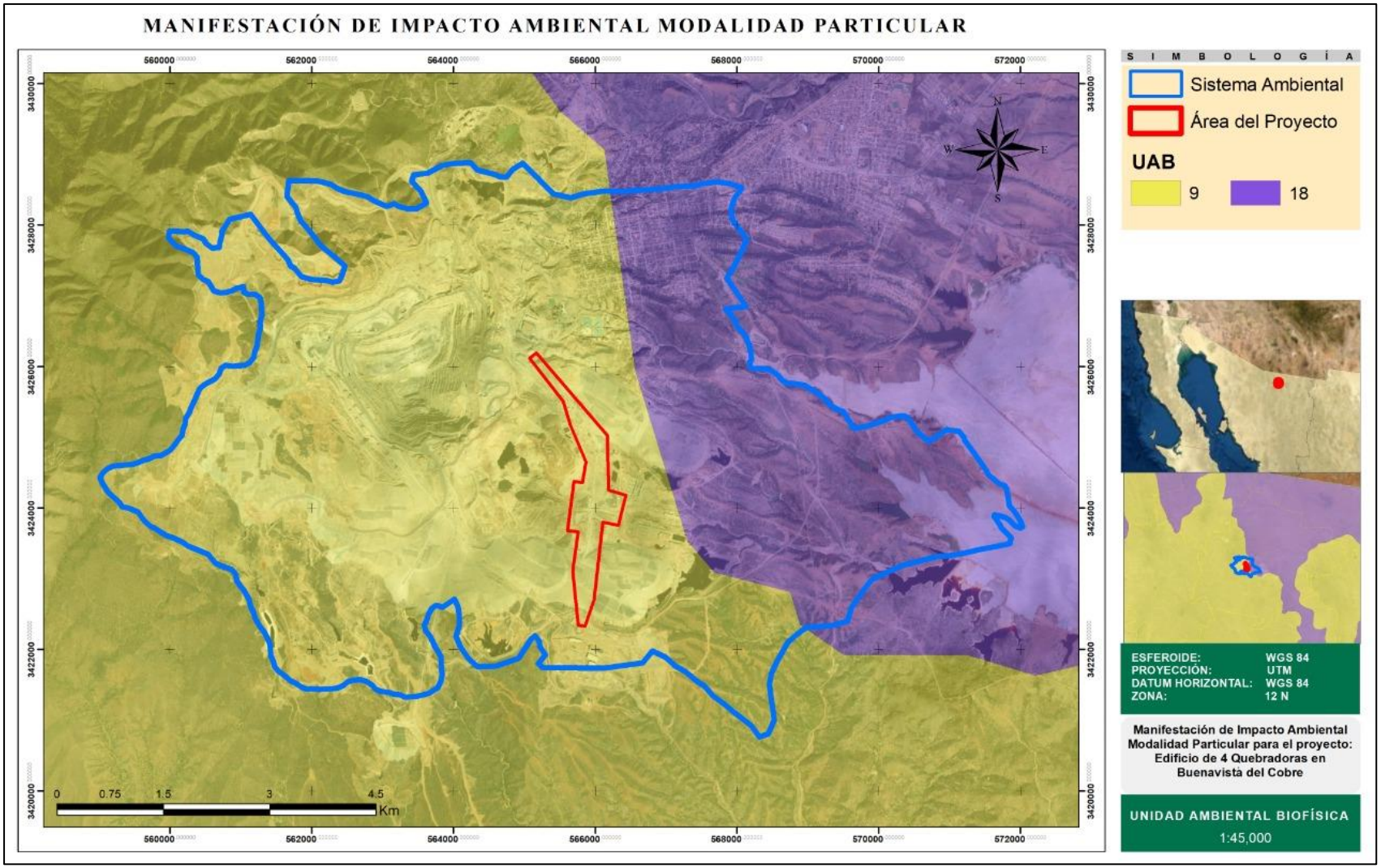


Figura III.1.- UAB del POEGT en la que se encuentra el sitio del proyecto EP4Q.

Figura III.2.- Presencia de zonas donde se hablan lenguas indígenas y presentan población Mayo-Yaqui.

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Sonora

Cabe mencionar, que a la fecha de elaboración de la presente MIA-P, el estado de Sonora cuenta con tres Programas de Ordenamiento Ecológico y Territorial (en las modalidades Regional, Local y Marino): De manera particular, el sitio del Proyecto no está comprendido dentro de los límites de los Programas listados como se muestra en la Tabla III.3, por lo que, el uso de suelo desde el punto de vista del ordenamiento ecológico en la región de estudio, queda regulado por la UAB 9 del POEGT (2012), anteriormente analizado.

Tabla III. 3. Programas de Ordenamiento Ecológico y Territorial, decretados para el estado de Sonora.

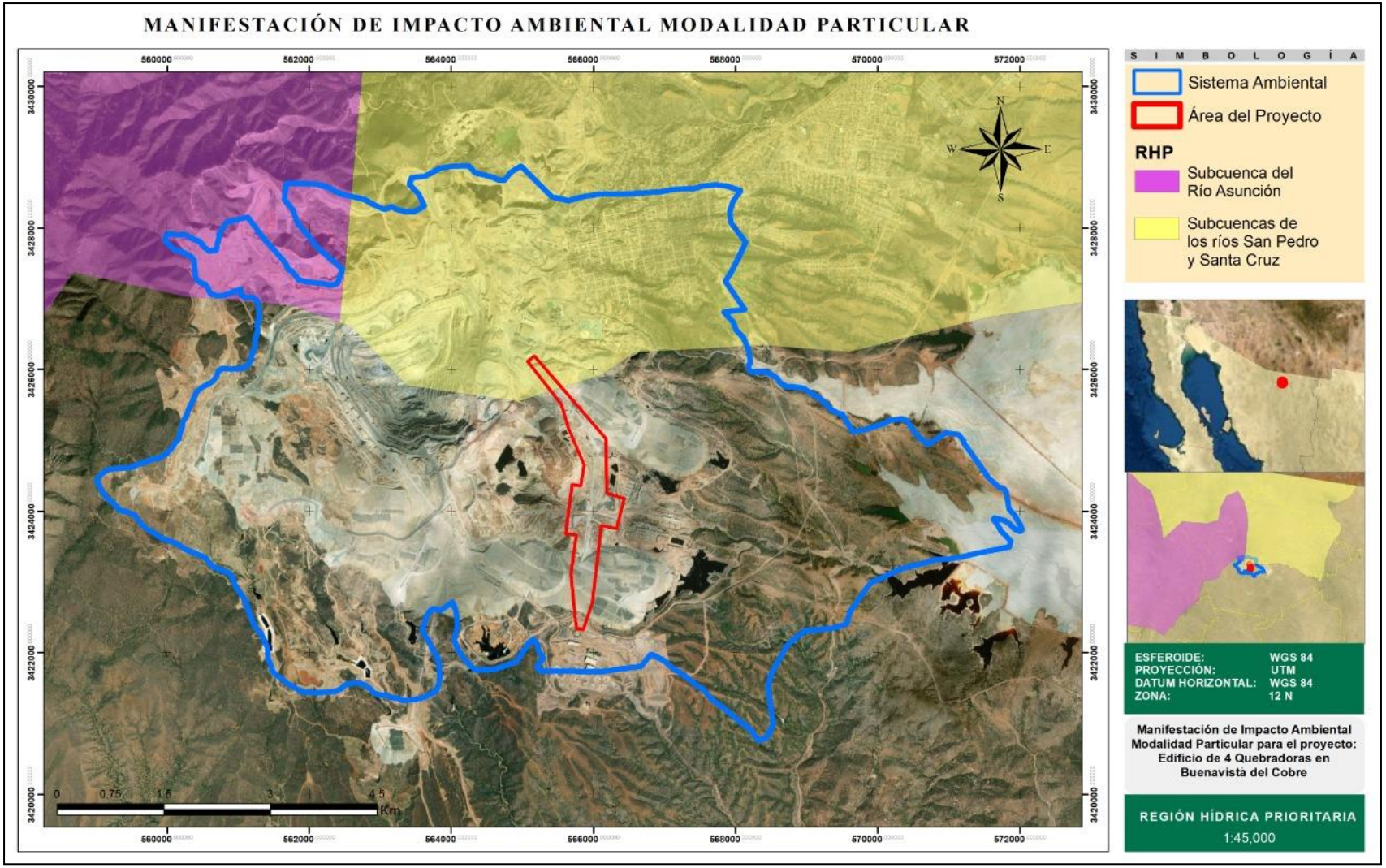
Ordenamiento Ecológico	Fecha del decreto	Documento
Programa de Ordenamiento Ecológico Marino de Golfo de California	D.O.F.29/Nov/2006(Decreto) D.O.F.15/Dic/2006(Acuerdo)	Decreto por el que se aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California
Costa de Sonora	P.O. 20/Ago/2009	Decreto del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora
Municipio de Rosario	P.O. 30/Jul/2007	Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de Rosario

III.3 Regiones Prioritarias de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (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. Con esta finalidad esas regiones prioritarias se categorizan en: a) Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP); b) Regiones Terrestres Prioritarias (RTP); c) Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS); y Sitios Prioritarios Terrestres (STP). Con respecto de este tipo de regiones se analiza en los siguientes párrafos la ubicación del sitio del proyecto.

III.3.1 Regiones Hidrológicas Prioritarias

La sección norte del predio del proyecto, donde irá parte del trazo de la banda Transportadora al almacén de gruesos de la Concentradora II, se encuentra en el extremo sur de la RHP 13 denominada “Subcuencas del Río San Pedro y Río Santa Cruz”. Al noroeste del sitio del proyecto, también se identificó la RHP 12 denominada “Subcuenca del Río Asunción”; sin embargo, el polígono del Proyecto no tiene influencia en esta última RHP, como se muestra en la Figura III.3.



FiguraIII.3.- Ubicación de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con relación al sitio del Proyecto.

Por lo anterior, la RHP en la que tiene incidencia el predio del proyecto, es la RHP 13 la cual se ubica al Norte en el estado de Sonora, y tiene una extensión de 2,810.66 km^2. Abarca los poblados de Cananea, Nogales, y Agua Prieta. La actividad económica principal es la minería, silvicultura, agricultura y ganadería. Se identifica por presentar clima semiseco templado y seco semicálido con lluvias en verano y escasas en invierno; temperatura media anual de 14-18 °C, una precipitación total anual entre 400 y 600 mm. La RHP, "Subcuencas del Río San Pedro y Río Santa Cruz" presenta algunas problemáticas ambientales como la modificación del entorno por la infraestructura minera y el sobrepastoreo en los pastizales; asimismo, el uso de recursos, como pastizales para el ganado, también se presentan problemas de contaminación por los desechos mineros en Cananea y contaminación de los arroyos por agua negras. Además, los recursos hídricos lénticos presentes son los embalses y los recursos hídricos lóticos son los ríos San Pedro y Santa Cruz, ríos temporales y arroyos. Se caracteriza, en el sentido geológico/edafológico, al estar rodeada por las montañas de Arizona y Sierra Madre Occidental (sierras El Pinito, Azul, La Madera, El Manzanal, Los Ajos). Suelos de tipo Regosol, Litosol, Feozem y Cambisol. Se muestra vegetación de: pastizal, bosque de encino y bosque de pino-encino, de la misma manera hay presencia del águila real *Aquila chrysaetos*, *Pachyramphus aglaiae*, *Strix occidentalis*; del lince *Lynx rufus*, del *puma concolor* y del oso negro *Ursus americanus*. Endemismo de reptiles *Crotalus willardi* y *Lampropeltis pyromelana*. Las especies amenazadas de peces son: *Agosia chrysogaster*, *Catostomus clarki*, *C. insignis*, *Cyprinodon macularis*, *Gila intermedia*, *Tiaroga cobitis*; de anfibios: *Bufo retiformis*, *Rana chiricahuensis*, *R. forreri*, *R. maculata* y *R. toromorde*, estas últimas indicadoras de integridad, y de aves: *Ara militaris*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*, *Strix occidentalis*. Como fuente económica de relevancia para la población están los recursos mineros (cobre), agricultura (algodón), silvicultura y ganadería.

Ahora bien, para hacer frente a la problemática mencionada, la RHP 13 tiene como política ambiental la conservación, por lo que preocupan los residuos mineros que alteran los sistemas asociados; se necesitan planes de manejo para la industria minera, además que faltan conocimientos limnológicos de la región.

A efecto de coadyuvar con la política ambiental de la RHP 13, el proyecto EP4Q no generará residuos mineros y para las aguas residuales de origen doméstico se contarán con letrinas y fosas; a las cuales se les estará dando servicio con una empresa especializadas, por lo que el proyecto no contribuirá a incrementar la problemática de los residuos mineros ni a la de contaminación del agua en las subcuencas, además la construcción elevada de la banda transportadora al almacén de gruesos de la Concentradora I evitará que la banda interfiera con escurrimientos superficiales. En cuanto a otros posibles impactos ambientales, la presente manifestación de impacto ambiental propone las medidas de mitigación que se consideran más apropiadas. Otro factor de relevancia es la muy reducida proporción del predio del proyecto respecto de la superficie de la RHP 13, que es 0.052%, y por supuesto es aún menor el tramo de banda que se queda en el interior de la RHP 13.

III.3.2 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). La RTP en la que se localiza el predio del proyecto EP4Q, así como el Sistema Ambiental (SA) es la RTP 41 denominada “Cananea-San Pedro”. La Figura II.4 ilustra esta localización.

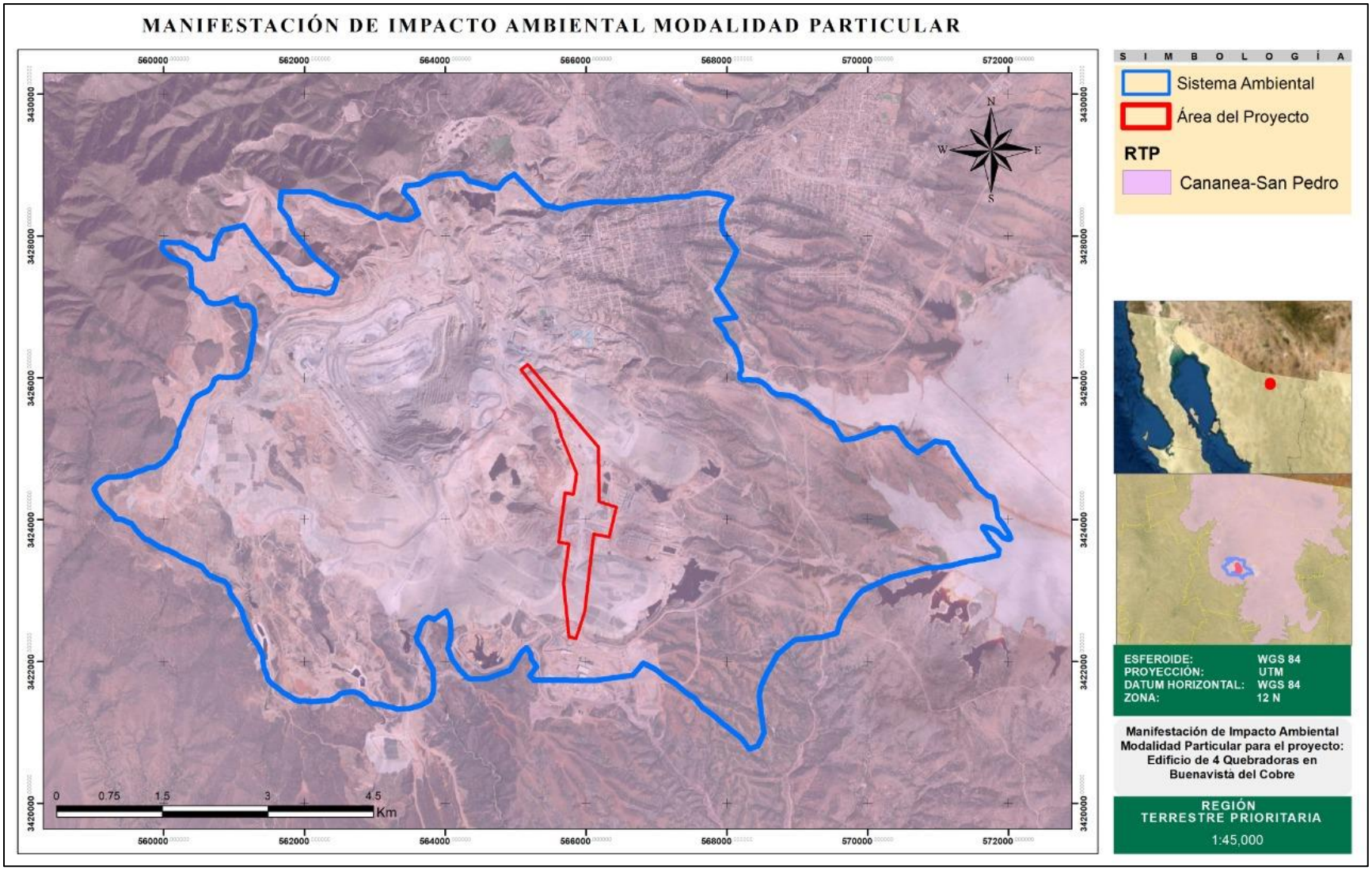


Figura III.4.- Ubicación de las Región Terrestre Prioritaria Cananea-San Pedro, en relación con el sitio del proyecto.

La Tabla III.4 presenta las características de RTP 41 Cananea-San Pedro, así como los aspectos de protección, conservación considerados en su establecimiento.

Tabla III. 4. Características y aspectos de conservación de la RTP 41.

DENOMINACIÓN		RTP – 41 CANANEA-SAN PEDRO		
Superficie		3,325 km^2		
Porcentaje del SA incluyente como RTP		1.82%		
Características generales		Esta región se definió como prioritaria en función de los pastizales, que presentan una mezcla de elementos tanto de los desiertos chihuahuense y sonorense 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 presentan bosque de encino, mientras que, en el resto de la RTP, se tiene predominio de pastizal natural. En la sierra La Mariquita se presenta una concentración de catarinas como fenómeno estacional. Al sureste, el límite de la región corresponde al de la RTP Sierra Los Ajos, Buenos Aires y La Púrica.		
Aspectos climáticos	BS1k(x')	Semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18° C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18° C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C; lluvias de verano mayores al 18% anual. Un 72% del área.		
	BSok(x')	Árido, templado, temperatura entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18° C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C; lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual. Corresponde al 28% del área.		
Aspectos fisiográficos	Geoformas:	Lomeríos, sierra, valle, llanura.		
	Rge- Regosol eútrico	(Clasificación FAO-Unesco, 1989) 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. Representa la totalidad de la superficie.		
Aspectos bióticos	Diversidad eco-sistémica	Valor para conservación: 2(medio) en su mayoría presenta pastizal natural.		
		Pastizal natural	Comunidad de gramíneas que se establece naturalmente por efectos del clima, tipo de suelo y biota en general.	70%
		Bosque de encino	Bosques en donde predomina el encino. Suelen estar en climas templados y en altitudes mayores a los 800 m.	26%
		Otros		4%
	Integridad ecológica funcional	Valor para la conservación: 4 (alto)permite la existencia de especies bajo algún régimen de protección		
	Función como corredor biológico	Valor para la conservación: 3 (alto) principalmente entre los desiertos chihuahuenses y sonorenses y las zonas montañosas de Arizona y la Sierra Madre Occidental.		
	Fenómenos naturales extraordinarios	Valor para la conservación: 2 (importante), en septiembre ocurren fenómenos congregativos de "mariquitas o catarinas".		
	Presencia de endemismos	Valor para la conservación: 1 (bajo), su fauna y flora son confluencia de varias regiones y provincias bióticas, pero aun así es baja.		
	Riqueza específica	Valor para la conservación: 1 (bajo), existen más o menos 150 especies de plantas vasculares, 80 de aves, 24 de reptiles, 2 de anfibios y 120 de mariposas diurnas.		
	Función como centro de origen y diversificación natural	Valor para la conservación: 1 (poco importante), la importancia de la región radica en otros aspectos, como la vegetación y la presencia de especies bajo algún régimen de protección.		

DENOMINACIÓN		RTP – 41 CANANEA-SAN PEDRO
Aspectos antropogénicos	Problemática ambiental	Sobrepastoreo en los pastizales, contaminación de los arroyos por aguas negras y desechos de las minas de Cananea.
	Función como centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles	Valor para la conservación: 1 (poco importante), es poco importante para todas las especies.
	Pérdida de superficie original	Valor para la conservación: 1 (bajo), en general, los impactos que alteran a los ecosistemas como los ocasionados por la minería, son puntuales; la degradación cualitativa por la ganadería es difícil de apreciar.
	Nivel de fragmentación de la región	Valor para la conservación: 3 (alto), para mamíferos de pastizal las cercas de siete hilos son un obstáculo importante.
	Cambios en la densidad poblacional	Valor para la conservación: 0 (negativos), expulsión por cambios de administración en la minera de cananea.
	Presión sobre especies clave	Valor para la conservación: 1 (bajo), principalmente para el puma y el lince.
	Concentración de especies en riesgo	Valor para la conservación: 3 (alto), para Oso negro, puma, lince, águila real, guajolote y la serpiente del género *Lampropeltis sp*.
	Prácticas de manejo inadecuado	Valor para la conservación: 3 (alto), sobre pastoreo en el pastizal natural.
Conservación	Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado	Valor para la conservación: 2 (medio), en general los habitantes son poco agresivos con el ambiente.
	Importancia de los servicios ambientales	Valor para la conservación: 3 (alto), fuente y protección de acuíferos para los ríos Sonora, San Pedro y magdalena.
	Presencia de grupos organizados	Valor para la conservación: 0 (no se conoce), información no disponible.
	Políticas de conservación	IMADES ha propuesto un ANP en la Sierra Mariquita. Buenavista del Cobre, propone un fondo para actividades de conservación como medida compensatoria de impacto ambiental.
	Conocimiento	Se considera regular, ya que existen inventarios florísticos, de mamíferos, aves, reptiles, anfibios y mariposas (en preparación).

El proyecto EP4Q no afectará pastizales, ni bosques de encino, tampoco especies protegidas. Por su localización en una zona minera no interferirá con la integridad ecológica funcional ni con la función de corredor biológico de la RTP 41 Cananea – San Pedro. Respecto de los recursos naturales y los servicios ambientales de la RTP 41, el proyecto no presenta interferencias, las zonas de conservación propuestas se encuentran alejadas del predio del proyecto. Por lo tanto, el proyecto no representa afectaciones para la RTP 41.

III.3.3 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 17 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 Islas Sierra Madre Occidental”. El AICA No. 126 queda completamente comprendida en el estado de Sonora y tiene una superficie de 2’289,950.48 ha.

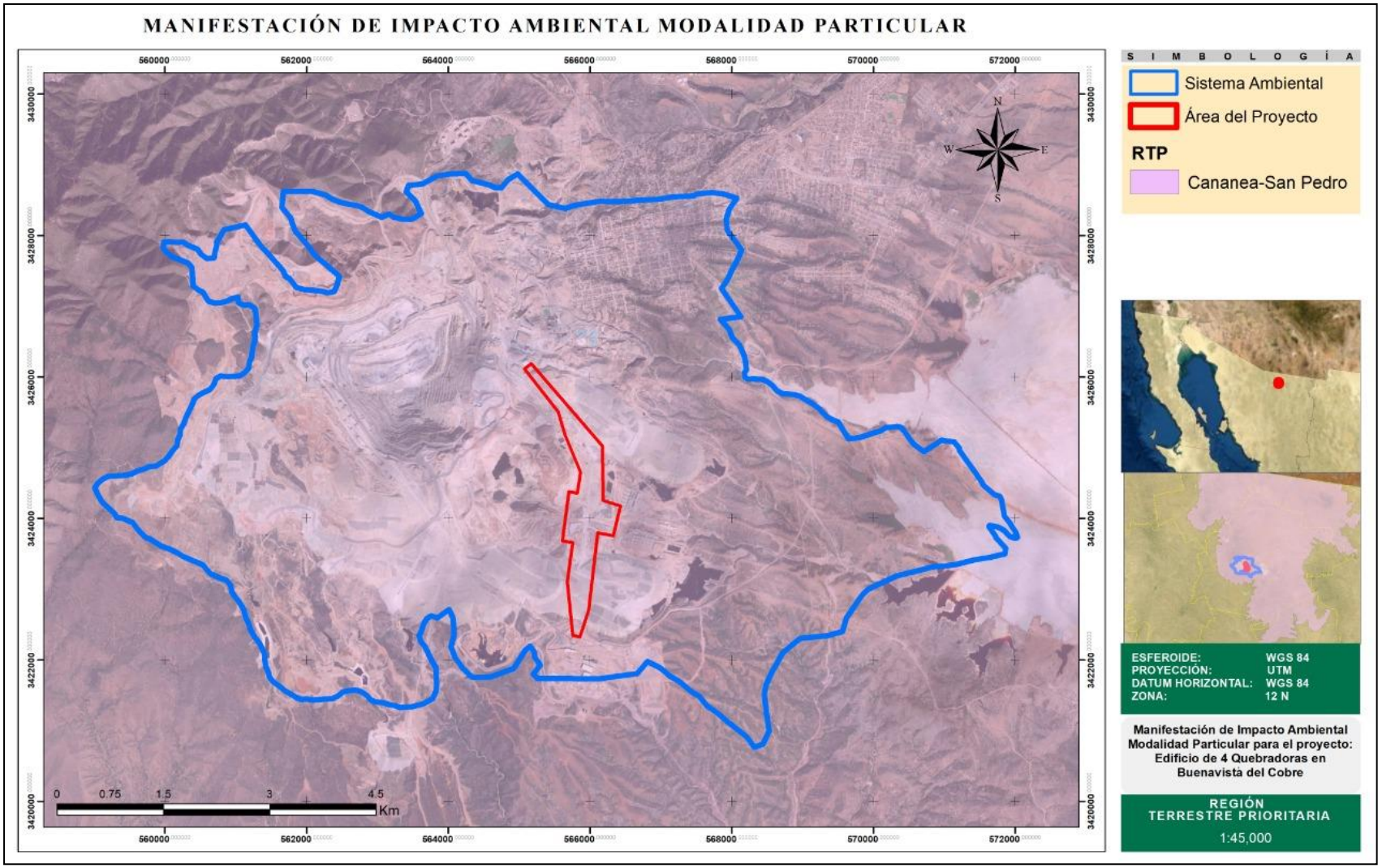


Figura III.5.- Región terrestre prioritaria 41 Cananea - San Pedro y localización del predio del proyecto EP4Q.

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 AICA's 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 sierras en Arizona.

Las especies de aves encontradas mediante el muestreo directo e indirecto en el sitio del proyecto EP4Q y su área de influencia se registraron con una abundancia de categoría rara. No se encontraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y, además, no se detectó la presencia de nidos activos, por lo que se considera que la realización del proyecto tendrá una baja afectación en la fauna silvestre de este tipo.

Cabe mencionar que el Proyecto contempla una serie de acciones para ahuyentar aves y rescatar toda la fauna que pudiera encontrarse en el sitio del proyecto, con el objetivo de promover su protección y conservación. El AICA No. 126, tiene una superficie mucho mayor que la del municipio de Cananea; la región es muy amplia y el proyecto de interés se ubica en las cercanías del complejo minero, muy cercano a la mancha urbana de la ciudad de Cananea como se muestra en la Figura III.6. En esta zona el tráfico vehicular es importante y la presencia humana se manifiesta las 24 horas del día, factores que han contribuido a la baja presencia de todo grupo faunístico, debido, entre otras causas, al desplazamiento natural por la generación de los ruidos en las diferentes actividades antropogénicas adyacentes al sitio.

III.3.4 Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad (SPT).

La planificación de la conservación de la biodiversidad terrestre es fundamental en nuestro país; ya que esta biodiversidad se encuentra amenazada por las altas tasas de deforestación y degradación ambiental. Aunado a esto, el tráfico ilegal de especies, la contaminación y el establecimiento de especies exóticas invasoras incrementan el riesgo de extinción de un gran número de especies. Lo anterior es indicativo de que el país enfrenta grandes retos de conservación, por lo que es necesaria una planeación a múltiples escalas para representar todos los elementos de la biodiversidad.

Con fecha 28 de febrero de 2008, se publicó una cartografía que identifica los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre (CONABIO, CONANP, TNC y PRONATURA, 2007). Los sitios prioritarios son hexágonos de superficie terrestre que permiten cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados en la menor área posible. El trabajo desarrollado evaluó el nivel de protección y datos de especies, comunidades y principales factores que las amenazan. Pudiendo identificarse sitios de extrema, alta y media prioridad. El mapa elaborado presenta 97 sitios prioritarios e integra los sectores geográficos estratégicos de vida silvestre, recursos marinos y forestales, así como las áreas susceptibles de impacto ambiental y la zona federal marítimo terrestre (ZOFEMAT), mediante la aplicación de un modelo de conjunción de planos, que cubren una superficie de 364,345 kilómetros, y que incluyen a 735 municipios en 31 entidades federativas (con excepción de Aguascalientes).

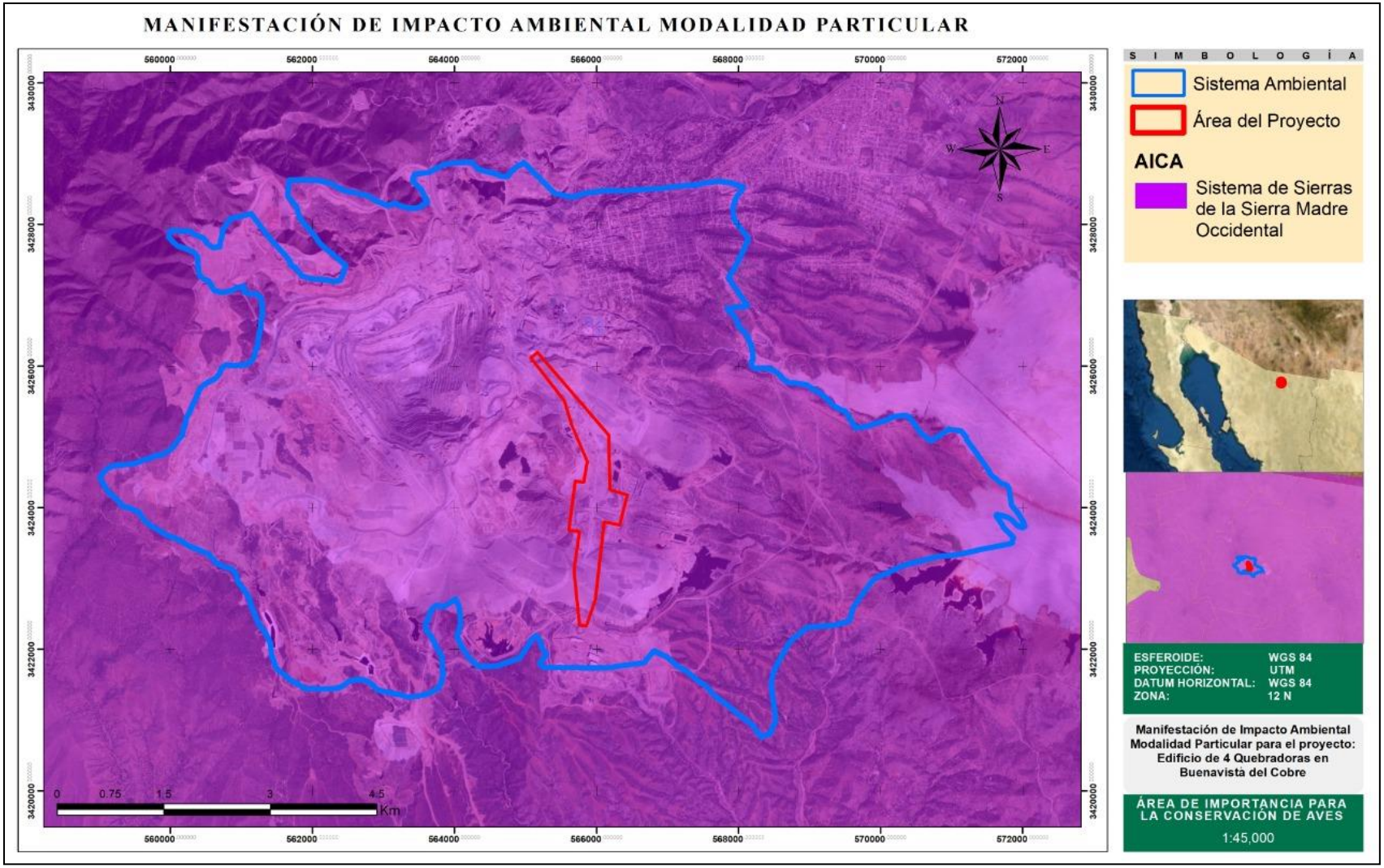


Figura III.6.- Ubicación de las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA), con relación al sitio del Proyecto.

El objetivo de este trabajo consiste en orientar estrategias para la conservación, como mantener los hábitats conservados; restaurar los que requieren acciones más urgentes y albergan elementos únicos de la diversidad biológica; fortalecer las áreas protegidas; ampliar el abanico de instrumentos que contribuyen a la conservación; promover y apoyar a quienes han innovado en el manejo sostenible de los recursos.

Cabe resaltar que el sitio del proyecto EP4Q, no se ubica dentro de un SPT, sin embargo, se localiza al Suroeste a la ecorregión terrestre “Elevaciones Semiáridas Meridionales” (CONABIO, 2007); aunque el sitio del proyecto no se encuentra cercana ella, de modo que no se anticipa interferencia con esta ecorregión. No obstante, durante la realización las obras y actividades de construcción del proyecto se aplicarán las medidas de prevención y mitigación necesarias para evitar impactos significativos sobre la biodiversidad.

III.4 Áreas Naturales Protegidas.

En Sonora se promueve la preservación de sus recursos naturales, por lo que el Gobierno del Estado de Sonora ha identificado y establecido zonas protegidas y de conservación, por su flora y fauna, y por su entorno natural, basado en la importancia que reviste el conservar los recursos naturales, en beneficio de las generaciones futuras, con 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 los recursos naturales, permitirá establecer nuevas y mejores estrategias para el aprovechamiento ordenado de los recursos.

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), las Áreas Naturales Protegidas se clasifican en: a) Reservas de la Biosfera; b) Parques Nacionales; c) Monumentos Naturales; d) Áreas de Protección de Recursos Naturales; e) Áreas de Protección de Flora y Fauna; f) Santuarios; g) Parques y Reservas Estatales; h) Zonas de conservación ecológica municipales; y i) Áreas destinadas voluntariamente a la conservación (LGEEPA, 2015). Las ANP competencia de la Federación se encuentran las señaladas en los incisos a) al d) e i).

III.4.1 Áreas Naturales Protegidas Federales (ANP).

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 EP4Q se localiza al este, a más de 20 km de distancia aproximadamente, y es la Sierra Los Ajos-Buenos Aires–La Púrica, que cuenta con la categoría de Protección de los Recursos Naturales decretada el 30 de junio de 1936, que se ubica en las coordenadas geográficas UTM WGS84, Zona 12, 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 Caza y Pesca para los fines de la conservación y ordenada explotación de los elementos forestales y de fauna silvestre. La Figura III.7 ilustra la localización de esta ANP, donde se aprecia la distancia existente con respecto del sitio del proyecto. No existe en la zona ANP más cercana al predio del proyecto.

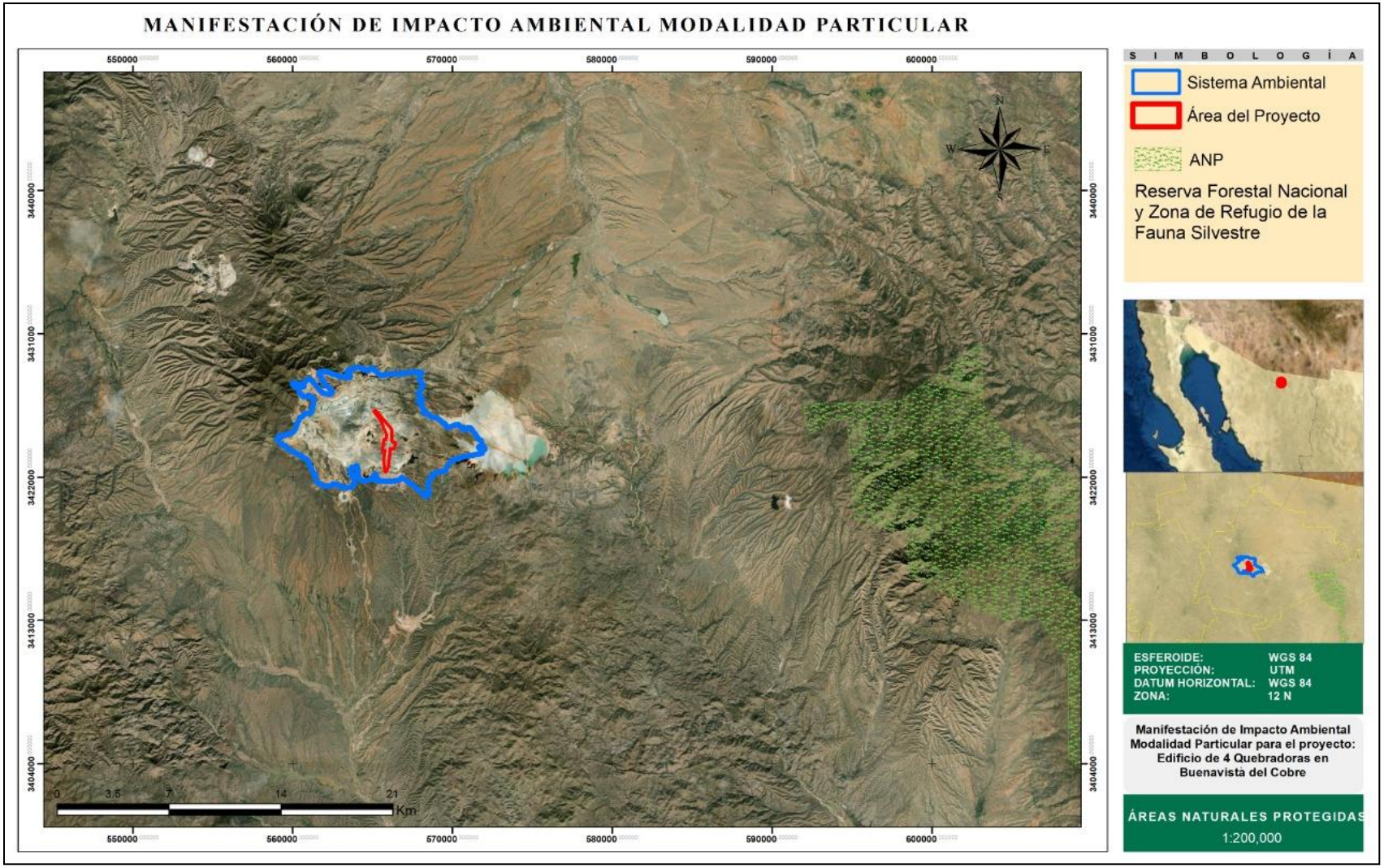


Figura III.7.- Ubicación del ANP Sierra Los Ajos-Buenos Aires–La Púrica, con relación al sitio del Proyecto.

III.4.2 Áreas Naturales Protegidas Estatales.

A nivel estatal se encuentra oficialmente decretadas 3 zonas protegidas: Arivechi-Cerro Las Conchas; Sistemas de Presas Abelardo L. Rodríguez-El Molinito; y Estero El Soldado. Los beneficios buscados al declararlas Áreas Naturales Protegidas de interés local, 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 con lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Sonora.

Además se encuentran propuestas para protección de las autoridades estatales 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, S. A. de C. V., y del proyecto EP4Q.

El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) no incluye ningún área protegida dentro o en las cercanías del Proyecto. El Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Sonora (SANPES) tampoco tiene áreas protegidas en el sitio del Proyecto, y aun sin aviso de decreto, solo se constató como propuesta y como la más cercana aproximadamente a unos 5 km hacia el NE del sitio del Proyecto bajo el contexto: “Área de protección de flora y fauna silvestres y acuáticas Sierras La Mariquita - La Elenita - Río San Pedro”, la cual se ubica en los municipios de Cananea, Naco y Santa Cruz (“Propuesta” a DECRETO, 11 de septiembre de 1987, superficie aproximada de 33,236 ha). Pertenece a la cuenca del Río San Pedro y está separada de la cuenca del Río Santa Cruz por la Sierra El Chivato (Peña, 2008).

Por lo anterior, se considera que el proyecto no inducirá impactos ambientales en ninguna ANP.

En la Tabla III.5 se presenta la vinculación del Proyecto con las políticas de Buenavista del Cobre, S. A. de C. V., orientadas a proteger los predios colindantes y realizar acciones tendientes al aprovechamiento de los recursos minerales, sin poner en riesgo la flora y fauna, ni afectar las ANP de la región y del estado de Sonora.

Tabla III. 5. Vinculación de las Áreas Naturales Protegidas en el estado de Sonora, con las acciones y políticas de la empresa Buenavista del Cobre S.A. de C.V., así como con el Proyecto.

VINCULACIÓN CON BUENAVISTA DEL COBRE, S.A. DE C.V.	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
La política de la empresa Buenavista del Cobre, es y ha sido el cumplir con las disposiciones federales en materia de conservación de los recursos naturales, de donde, actualmente el Proyecto de interés, no se encuentra alterando ningún Área Natural Protegida. La construcción y operación del Proyecto, no tendrá ninguna afectación sobre las Áreas Naturales Protegidas del Estado ni del municipio de Cananea. La política de la empresa es el cumplir con las disposiciones en materia ambiental y respetar las zonas que las autoridades en los tres niveles de gobierno tengan a bien decretar como Áreas Naturales Protegidas y/o Parques estatales y municipales.	El Proyecto EP4Q desde su diseño se conceptualizó como una obra dentro de un uso de suelo industrial vigente y que no afectará a las Áreas Naturales Protegidas del Estado. La vinculación del Proyecto con la protección de las ANP y la flora y fauna silvestres, se evidencian desde la selección del sitio del Proyecto y la política de la empresa Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., de cumplir con los lineamientos de los gobiernos federal y estatal para evitar el deterioro o posible afectación de las ANP circundantes del Estado y en especial del ANP decretada Sierra de Ajos-Buenos Aires-la Púrica, así como la propuesta de las Sierras Mariquita y Helenita.

III.5 Tratados y convenios internacionales

III.5.1 Humedales Mexicanos de Importancia Internacional (sitios RAMSAR en México)

Se ha establecido la necesidad de conservar los humedales y mantener las funciones y servicios ecológicos que proporcionan. Por ello, varios países han implementado planes de manejo y leyes para protegerlos, congregándose alrededor de un tratado internacional que promueve la conservación y uso racional de los humedales, conocido como Convención sobre los Humedales de Ramsar o Convención Ramsar (Berlanga Robles, Ruiz Luna, & de la Lanza Espino, 2008), siendo este un tratado intergubernamental aprobado el 2 de febrero de 1971 en la localidad iraní de Ramsar, situada a orillas del Mar Caspio. Así, aun cuando hoy el nombre que suele emplearse para designar la Convención es "Convención sobre los Humedales", ha pasado a conocerse como "la Convención de Ramsar" (Manual de la Convención de Ramsar, 6° Edición, 2013).

México se adhirió a esta Convención en 1986, asumiendo los compromisos y lineamientos de la Convención Ramsar, bajo la política ambiental de que los humedales representan ecosistemas estratégicos y de gran importancia para la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas, ya que constituyen un recurso de gran valor económico, cultural, científico y recreativo, cuya perdida sería irreparable, por lo que, es necesario llevar a cabo acciones que aseguren el mantenimiento de sus características ecológicas, con la interacción de políticas nacionales previsoras de una acción internacional coordinada. A partir del 2003, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), es la entidad administrativa del Gobierno Federal encargada de atender aquellos humedales reconocidos de importancia internacional por la Convención Ramsar (Reglamento Interior de la SEMARNAT, Artículo 70., Fracción XVI). Hasta noviembre de 2012 la CONANP atiende 138 sitios Ramsar en México.

A nivel nacional, con el marco de la Ley de Aguas Nacionales Artículo 86 Bis 1 fracciones I, II, III y IV y V 1992, reformada en el DOF 29-04-2004, a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) le compete llevar y mantener el Inventario Nacional de Humedales (INH), así como delimitarlos, clasificarlos, proponer las normas para su protección, restauración y aprovechamiento, promover y, en su caso, realizar las acciones y medidas necesarias para rehabilitar o restaurar los humedales, así como para fijar un entorno natural o perímetro de protección de la zona húmeda, a efecto de preservar sus condiciones hidrológicas y el ecosistema.

En este contexto dentro del INH, con base en el artículo 3, Fracción XXX de la Ley de Aguas Nacional (LAN) definen a los Humedales como: "Las zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénagas y marismas, cuyos límites constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas en donde el suelo es predominante hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentes húmedos por la descarga natural de acuíferos (Ley de Aguas Nacionales, 2008). El INH clasifica a los Humedales en: a) Creados o artificiales, b) Estuario, c) Fluvial, d) Lacustre y e) Palustre. A pesar de la importancia que representan estos ecosistemas, México no cuenta con una legislación específica para los humedales, sin embargo, existen numerosas leyes reglamentos y normas que tienen en alguna medida, incidencia en la protección, conservación y uso sustentable de los humedales en México.

Por lo que refiere al sitio del proyecto EP4Q se localiza en el Sitio Ramsar “Ecosistema Ajos-Bavispe” zona de influencia de la Cuenca Río San Pedro, como se muestra en la Figura III.8, designado y registrado en la lista como Humedal de Importancia Internacional, con el número 2044, con fecha del 02 de febrero de 2010. Este sitio RAMSAR tiene una superficie de 182,623nha. En consideración con la ficha informativa de los Humedales de RAMSAR (FIR), se califica a este sitio como un área ribereña (al Río San Pedro) y una serie de Ciénegas adyacentes al área ribereña. Por lo que, los factores adversos, señalados en la FIR, como la práctica de la ganadería de tipo extensiva, el desarrollo urbano de la Ciudad de Cananea y la explotación minera, son elementos en amenaza a la biodiversidad del sitio; sin embargo, por lo que compete al proyecto, se tendrá como fundamento, las políticas nacionales de humedales, así como la legislación y normativa que le apliquen en materia de conservación, protección y restauración de humedales en México.

III.6 Programas de Recuperación y Restablecimiento de las Zonas de Restauración Ecológica.

No existen programas declarados y/o decretados de esta naturaleza, aplicables a la zona del proyecto EP4Q. Lo anterior con base en la Zonificación Forestal, uno de los siete instrumentos técnicos que la política nacional forestal establece y la cual propone una planeación que busque mejorar la calidad de vida de la población rural y el uso sustentable de los recursos forestales (Sistema Nacional de Información Forestal. http://www.conafor.gob.mx; consultado el día 18 de enero de 2022).

III.7 Vinculación con instrumentos jurídicos y normativos del ámbito federal

III.7.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 5 de febrero de 1917 y actualizada con las últimas reformas el 28 de mayo de 2021. La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es la norma fundamental del País; en ella se establecen las garantías, los derechos y obligaciones esenciales de los ciudadanos y los gobernantes, y constituye la norma jurídica suprema que tiene trascendencia en todo el ordenamiento jurídico mexicano. Por ello, la operación y desarrollo del Proyecto que se somete a evaluación de impacto ambiental cumple cabalmente con las cuatro disposiciones constitucionales que inciden directamente en su ejecución.

Debido a que el Proyecto consiste en infraestructura de apoyo para un desarrollo minero metalúrgico en operación, el cual comprende obras y actividades para la ampliación y el desarrollo de Buenavista del Cobre en el Municipio de Cananea, Sonora, esta actividad se encuentra legalmente sustentada y contempla la implementación de medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración ambientales que garantizarán su sustentabilidad ambiental. De igual manera, el proyecto EP4Q generará empleos y contribuirá con el desarrollo económico local y del país. De esta manera, se cumple con lo establecido en el Artículo 4:

> *Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.*

Por tratarse de un proyecto de inversión privada queda sujeto a lo dispuesto en el Artículo 25:

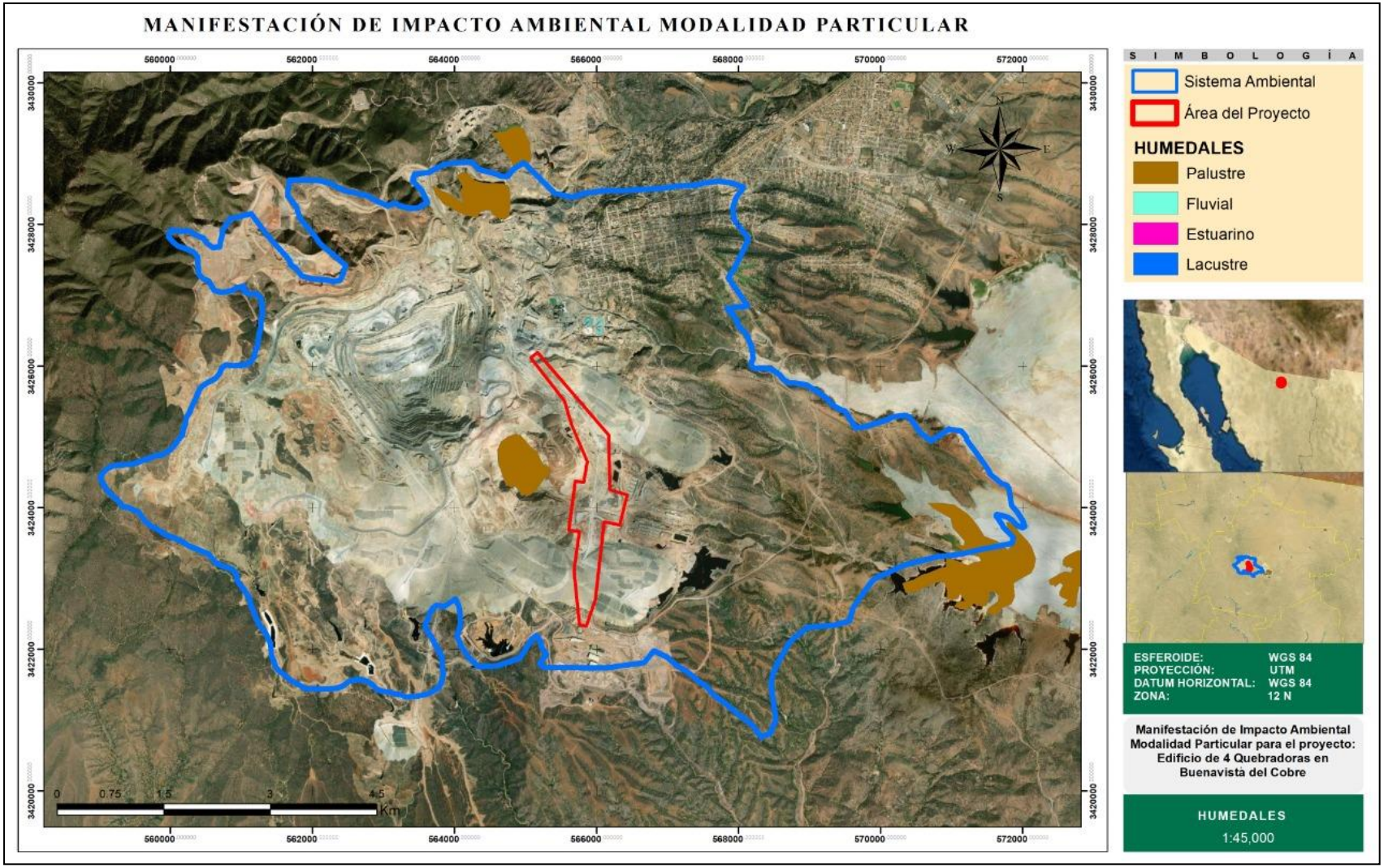


Figura III.8.- Ubicación del sitio del Proyecto con relación al Sitio RAMSAR 2044, en el estado de Sonora.

Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege. […]

Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

El predio donde se pretenden llevar a cabo el desarrollo del proyecto es de propiedad privada, fue adquirido de conformidad con las leyes aplicables; y dado que el proyecto se encuentra ligado a la explotación minera, se sujeta a las modalidades y regulaciones aplicables al uso y aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, según lo señalado en el Artículo 27:

…

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, salvo en radiodifusión y telecomunicaciones, que serán otorgadas por el Instituto Federal de Telecomunicaciones. Las normas legales relativas a obras o trabajos de explotación de los minerales y substancias 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 de minerales radiactivos no se otorgarán concesiones. Corresponde exclusivamente a la Nación la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica; en estas actividades no se otorgarán concesiones, sin perjuicio de que el Estado pueda celebrar contratos con particulares en los términos que establezcan las leyes, mismas que determinarán la forma en que los particulares podrán participar en las demás actividades de la industria eléctrica.

III.7.2 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 cuya más reciente reforma data del 21 de octubre de 2021, la LGEEPA es un ordenamiento de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que refieren la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las cuales la nación ejerce su soberanía. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable. Al respecto, es de señalarse que esta Ley establece condiciones y requisitos que deberán

cumplir el proyecto EP4Q. En la Tabla III.6 se presentan los Artículos relacionados con las actividades y su cumplimiento.

Tabla III. 6. Disposiciones de la LGEEPA y vinculación con el Proyecto.

DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: III. Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear; VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;	Por la naturaleza del Proyecto y el desarrollo de las actividades y obras referidas a las Fracciones III y VII; se requiere previamente a su realización, de una autorización en materia de impacto ambiental, la cual se solicita mediante una manifestación de impacto ambiental, como se explica a continuación: a) En referencia a la Fracción I, el Proyecto contempla la instalación de Edificio Para Cuatro Quebradoras (EP4Q), dos equipos abastecerán aproximadamente 100,000 TMPD a concentradora I y dos equipos para abastecer aproximadamente de 140,000 TMPD a concentradora II, así como proyectos asociados b) En relación con la Fracción VII, se identificó que la mayoría de la superficie requerida para el Proyecto (146.922 ha) presenta cobertura sin vegetación aparente, y carece de vegetación forestal, por lo que no será necesario obtener la autorización para el cambio de uso del suelo de terrenos forestales.
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.	Mediante la presente manifestación de impacto ambiental se dará cumplimiento a este Artículo.
Art. 37 TER. Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalarán su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación.	El Proyecto dará cumplimiento a la normatividad aplicable (más adelante se describen a detalle las que normas oficiales mexicanas que le aplican).
ARTÍCULO 113.- No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.	Las emisiones de partículas que genere el proyecto serán controladas mediante aspersión de aguas y casas de bolsas.
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.	El proyecto EP4Q manejará los residuos que genere de acuerdo con el programa de manejo de residuos peligrosos y de manejo especial de Buenavista del Cobre, S. A. de C. V.
Art. 150 Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría.	el manejo de los residuos peligrosos y no peligrosos (de manejo especial) se realizará de acuerdo con el programa de manejo de residuos peligrosos y de manejo especial de Buenavista del Cobre, S. A. de C. V.

III.7.3 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 reformado el 31 de octubre de 2014. Este Reglamento tiene por objeto reglamentar la LGEEPA, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel Federal. En la Tabla III.7, se muestra la vinculación del proyecto con el Reglamento.

Tabla III. 7. Disposiciones del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental y la vinculación con el Proyecto.

DISPOSICIÓN	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;	En los términos de este artículo, el proyecto EP4Q se considera infraestructura de apoyo a las actividades minero metalúrgicas que lleva a cabo Buenavista del Cobre, S. A. de C. V. Por lo tanto, se ha elaborado la presente manifestación de impacto ambiental para solicitar la autorización en la materia.
Art. 11. Sobre la modalidad de la Manifestación de Impacto Ambiental.	Se presenta la Manifestación de Ambiental en la Modalidad Particular (MIA-P), por no corresponder a ninguno de los tipos establecidos en el artículo 11 para la modalidad regional.

III.7.4 Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

Publicada en el DOF el 3 de julio de 2000 y reformada el 26 de enero de 2015. Su objetivo es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Esta Ley, establece los requisitos para el aprovechamiento sustentable de las especies de flora y fauna silvestres, en especial de aquellas clasificadas en riesgo y/o en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, por la legislación federal. También dispone que la conservación de dichas especies, se hará mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad.

El proyecto EP4Q no afectará especies de vida silvestre, tampoco especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, contempla medidas de mitigación relacionadas con los impactos que pudieran ocasionarse al suelo, ya que predio del proyecto se encuentra desprovisto de vegetación y solo una pequeña porción presenta en su mayoría vegetación invasora dispersa.

De darse el caso, se realizarán actividades para ahuyentar, rescatar y reubicar a las especies faunísticas que llegasen a encontrarse durante la ejecución de las diferentes actividades del proyecto; para el caso específico de la reubicación de especies de fauna rescatadas, se dará cumplimiento al Artículo 31 de esta Ley, bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características. Asimismo, se emplearán criterios internacionales de selección de sitios, con la finalidad que estos sitios cuenten con las condiciones similares a los sitios de extracción, favoreciendo con

ello la sobrevivencia de las especies (ver Capítulo IV). Para las actividades de traslado de las especies, se contará con la autorización correspondiente con base a lo establecido en el Artículo 52 de la misma Ley.

III.8 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y su reglamento.

Publicada en el DOF el 08 de octubre de 2003 y última reforma publicada en el DOF el 5 de diciembre de 2014. La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano 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. Su reglamento fue publicado el 03 de junio de 2004 y su reforma más reciente data del 31 de octubre de 2014.

Es la máxima ley en el territorio de México en materia de gestión de residuos, ya que abarca la gestión tanto de residuos no peligrosos como la gestión de los residuos peligrosos, además se considera una tercera clasificación de residuos denominados residuos de manejo especial. Esta ley está basada en el Artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y protección al ambiente.

Para cumplir las disposiciones de esta Ley y las de su reglamento, los residuos peligrosos generados por el proyecto 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 del predio de Buenavista del Cobre, S. A. de C. V., y de conformidad con el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos de la empresa. De manera similar se procederá con los residuos de manejo especial, que serán gestionados de conformidad con el plan de manejo de residuos de manejo especial de la empresa. En cuanto a los residuos urbanos, serán colectados y dispuestos en el sitio autorizado por el municipio.

III.9 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Las siguientes normas son de observancia obligatoria y se deberán de considerar como medidas precautorias para minimizar los posibles impactos al medio ambiente y sus recursos.

Dadas las características del proyecto EP4Q le resultan aplicables las normas oficiales mexicanas que se refieren en la Tabla III.8.

Tabla III. 8. Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto EP4Q.

Norma oficial mexicana	Vinculación	Aplicación / cumplimiento
NOM-041-SEMARNAT-2015. Límites Máximos Permisibles para la emisión de contaminantes en vehículos que usan Gasolina como combustible.	Aplica a los vehículos de gasolina que se emplearán en la obra.	Se realizará mantenimiento preventivo a maquinaria y equipos, con el objeto de éstos se encuentren operando satisfactoriamente, reduciendo la emisión de gases contaminantes de los motores de combustión interna, así mismo, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se circulará a baja velocidad.
NOM-045-SEMARNAT-2017. Vehículos en circulación que usan Diesel como combustible. Límites máximos de opacidad.	No se vincula con el proyecto, ya que la maquinaria de construcción se encuentra	No aplica.

Norma oficial mexicana	Vinculación	Aplicación / cumplimiento
	exenta del cumplimiento de esta norma.	
NOM-080-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de Emisión de Ruido Proveniente del Escape de los Vehículos Automotores, Motocicletas y Triciclos Motorizados en Circulación y su Método de Medición	Se vincula con automotores que no sean considerados maquinaria de construcción	Los vehículos ligeros como automóviles y camionetas que se lleguen a utilizar en la obra de descarga cumplirán con esta norma, ya que tienen instalados silenciadores en sus escapes.
NOM-081-SEMARNAT-1994 y su modificación, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Las instalaciones del proyecto EP4Q se encuentran vinculadas por considerarse una fuente fija de emisión de ruido de acuerdo con la definición de fuente fija proporcionada por esta norma oficial mexicana.	Se realizan mediciones de ruido en las colindancias del predio. Se realizó un estudio en 2017 donde se determinó que el nivel permitido no es excedido.
NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Vinculada directamente a la generación de residuos peligrosos que se generen en el proyecto EP4Q	Los residuos peligrosos serán n manejados al amparo del plan de manejo de residuos peligrosos de Buenavista del Cobre, S. A. de C. V.
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	Existirá vinculación en caso de derrame de hidrocarburos.	Cuando sea el caso, se realizará la caracterización a partir de la cual se determinará el volumen de suelo afectado y se propondrá el plan de remediación que resulte aplicable.
NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	Se aplicó durante el reconocimiento de campo, para la elaboración de la presente manifestación de impacto ambiental, determinando que en la zona del proyecto no se encontraron especies bajo estatus de protección	

CAPÍTULO IV

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

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR DEL PROYECTO DENOMINADO: "EDIFICIO PARA CUATRO QUEBRADORAS", EN EL MUNICIPIO DE CANANEA, ESTADO DE SONORA

CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....IV.4

IV.1 Inventario ambiental.....IV.4

IV.1.1 Delimitación del área de estudio: Sistema Ambiental.....IV.4

IV.2 Caracterización y análisis de los aspectos abióticos.....IV.7

IV.2.1 Clima.....IV.7

IV.2.2 Geología y geomorfología.....IV.13

IV.2.3 Tipos de suelo.....IV.24

IV.2.4 Hidrología superficial.....IV.27

IV.2.5 Geohidrología e Hidrología subterránea.....IV.31

IV.3 Caracterización de los aspectos bióticos.....IV.36

IV.3.1 Perfil de vegetación.....IV.36

IV.3.2 Fauna.....IV.47

IV.4 Paisaje.....IV.57

IV.4.1 Análisis de visibilidad.....IV.57

IV.4.2 Cuenca visual.....IV.57

IV.4.3 Unidades y elementos del paisaje.....IV.58

IV.4.4 Calidad paisajística.....IV.58

IV.4.5 Fragilidad visual del paisaje.....IV.62

IV.5 Medio socioeconómico.....IV.64

IV.5.1 Demografía.....IV.64

IV.5.2 Economía y empleo.....IV.65

IV.5.3 Marginación.....IV.66

IV.5.4 Servicios de Salud.....IV.66

IV.5.5 Servicios de Educación.....IV.67

IV.5.6 Factores socioculturales.....IV.68

IV.6 Diagnóstico ambiental.....IV.68

IV.6.1 Integración e interpretación del inventario ambiental.....IV.68

IV.6.2 Descripción del Sistema Ambiental.....IV.68

IV.6.3 Síntesis del inventario ambiental.....IV.70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV. 1. Estaciones meteorológicas cercanas al Área del proyecto. IV.7
Tabla IV. 2. Temperatura promedio mensual (°C) y anual de las tres estaciones meteorológicas. IV.9
Tabla IV. 3. Precipitación promedio mensual y anual de las tres estaciones meteorológicas. IV.9
Tabla IV. 4. Promedio mensual de días con lluvia, niebla, granizo y tormentas que se registraron en las tres estaciones meteorológicas (CONAGUA, 2010). IV.13
Tabla IV. 5. Sistema de Topoformas presentes en el Sistema Ambiental. IV.15
Tabla IV. 6. Clasificación de los tipos de rocas registradas dentro del Sistema Ambiental. IV.19
Tabla IV. 7. Clasificación de los tipos de suelo presentes en el Sistema Ambiental. IV.24
Tabla IV. 8. Escurrimiento medio anual por tipo de vegetación en el Sistema Ambiental. IV.31
Tabla IV. 9. Descripción de los acuíferos presentes en el Sistema Ambiental. IV.32
Tabla IV. 10. Usos de suelo y vegetación presentes en el Sistema Ambiental. IV.36
Tabla IV. 11. Listado de las especies de flora encontradas en el Sistema Ambiental. IV.38
Tabla IV. 12. Listado de las especies de flora encontradas en el Área del proyecto agrupadas por estrato. IV.38
Tabla IV. 13. Número de especies de flora encontradas en los diferentes estratos en el sitio del proyecto. IV.39
Tabla IV. 14. Índices de Importancia Ecológicos para las especies registradas en el estrato arbóreo. IV.39
Tabla IV. 15. Índices de diversidad en el estrato arbóreo. IV.40
Tabla IV. 16. Índices de importancia ecológica para las especies registradas en el estrato arbustivo. IV.42
Tabla IV. 17. Índices de diversidad en el estrato arbustivo. IV.42
Tabla IV. 18. Índices de Importancia Ecológica para las especies registradas en el estrato herbáceo. IV.44
Tabla IV. 19. Índices de diversidad en el estrato herbáceo. IV.44
Tabla IV. 20. Listado de especies potenciales en el área del proyecto. IV.53
Tabla IV. 21. Especies registradas para el sitio del proyecto que se encuentran en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010. ..... IV.55
Tabla IV. 22. Matriz utilizada en campo para evaluar la Calidad Visual del Paisaje. IV.59
Tabla IV. 23. Escala para determinar la Calidad Visual del Paisaje. IV.61
Tabla IV. 24. Criterios según el modelo de Rojas y Kong (1998, en SENATUR, 2006), para valorar la fragilidad paisajística, marcando el criterio más adecuado para el área del sitio del proyecto. IV.62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV. 1. Metodología de delimitación del Sistema Ambiental. IV.5
Figura IV. 2. Delimitación del Sistema Ambiental. IV.6
Figura IV. 3. Unidades climáticas en el Sistema Ambiental....IV.8
Figura IV. 4. Gráfica de comportamiento de la temperatura de las estaciones meteorológicas. IV.9
Figura IV. 5. Gráfica de comportamiento de la precipitación de las estaciones meteorológicas. IV.10
Figura IV. 6. Velocidad promedio del viento en el municipio de Cananea (WeatherSpark.com, 2022). IV.11
Figura IV. 7. Dirección del viento en el municipio de Cananea (WeatherSpark.com, 2022). IV.11
Figura IV. 8. Gráfica de porcentaje de emisiones por contaminantes en la calidad del aire, presentes en el municipio de Cananea (Inventario de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera para el Estado de Sonora, 2017). IV.12
Figura IV. 9. Promedios mensuales de los fenómenos meteorológicos de las estaciones....IV.13
Figura IV. 10. Ejemplo de un valle intermontano aluvial....IV.15
Figura IV. 11. Provincias Fisiográficas presentes en el Sistema Ambiental IV.16
Figura IV. 12. Subprovincias Fisiográficas presentes en el Sistema Ambiental IV.17
Figura IV. 13. Sistema de Topoformas presentes en el Sistema Ambiental IV.18
Figura IV.14. Tipos de rocas presentes en el Sistema Ambiental....IV.23
Figura IV. 15. Tipo de suelos presentes en el Sistema Ambiental....IV.26
Figura IV. 16. Regiones Hidrológicas presentes en el Sistema Ambiental....IV.28
Figura IV. 17. Cuencas hidrológicas presentes en el Sistema Ambiental IV.29
Figura IV. 18. Subcuencas hidrológicas presentes en el Sistema Ambiental....IV.30
Figura IV. 19. Sistema de Acuíferos presentes en el Sistema Ambiental IV.33
Figura IV. 20. Uso de Suelo y Vegetación presentes en el Sistema Ambiental (las claves se pueden consultar en la Tabla IV.10). IV.37
Figura IV. 21. Histograma de frecuencias de las especies muestreadas en el estrato arbóreo del área a impactar, en los ocho sitios de muestreo. IV.41
Figura IV. 22. Histograma de frecuencias de las especies muestreadas en el estrato arbóreo del SA, en los ocho sitios muestreados. IV.41
Figura IV. 23. Histograma de frecuencias de las especies muestreadas en el estrato arbustivo del Área a impactar. IV.43
Figura IV. 24. Histograma de frecuencias de las especies muestreadas en el estrato arbustivo del SA. IV.43
Figura IV. 25. Histograma de frecuencias de las especies muestreadas en el estrato herbáceo del Área a impactar. IV.45
Figura IV. 26. Histograma de frecuencias de las especies muestreadas en el estrato herbáceo del SA. IV.45
Figura IV. 27. Registros faunísticos de acuerdo a la bibliografía consultada para el Sistema Ambiental. IV.50
Figura IV. 28. Porcentaje de fauna potencial por grupos zoológicos para el sitio del proyecto y el SA. IV.51
Figura IV. 29. Valores obtenidos en el diagnóstico de la Calidad Visual del Paisaje. IV.61
Figura IV. 30. Pirámide poblacional del municipio de Cananea (Censo de Población y Vivienda, 2020). IV.65
Figura IV. 31. Principales lenguas indígenas habladas por la población de 3 años y más en el municipio de Cananea (Censo de Población y Vivienda, 2020). IV.65
Figura IV. 32. Porcentaje de ocupación por Sector Económico en el municipio de Cananea (Censo de Población y Vivienda, 2010). IV.66
Figura IV. 33. Distribución poblacional afiliada a Servicios de Salud por sexo en el municipio de Cananea (Censo de Población y Vivienda, 2020). IV.67
Figura IV. 34. Nivel de escolaridad de la población de 15 años y más en el municipio de Cananea (Censo de Población y Vivienda, 2020). IV.67
Figura IV. 35. Distribución poblacional analfabeta por sexo en el municipio de Cananea (Censo de Población y Vivienda, 2020). IV.68

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

IV.1 Inventario ambiental.

IV.1.1 Delimitación del área de estudio: Sistema Ambiental.

El Sistema Ambiental puede definirse como el espacio geográfico descrito y delimitado como una unidad funcional cuyos elementos y procesos bióticos, abióticos y socioeconómicos, dada su continuidad interactúan para mantener un equilibrio que permita su desarrollo sostenible, cuya delimitación puede derivar de la uniformidad y continuidad de sus ecosistemas. De acuerdo con Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector INDUSTRIAL Modalidad: particular, sugiere que para la delimitación del SA se deberán seguir los siguientes criterios:

Se utilizará la regionalización establecida por las unidades de gestión ambiental del ordenamiento ecológico (cuando exista para el sitio y esté decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación o en el boletín o periódico oficial de la entidad federativa correspondiente), la zona de estudio se delimitará con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción, por lo que podrá abarcar más de una unidad de gestión ambiental de acuerdo con las características del proyecto, las cuales serán consideradas en el análisis. Cuando no exista un ordenamiento ecológico decretado en el sitio, se aplicarán por lo menos los siguientes criterios, justificando las razones de su elección, para delimitar el área de estudio:

a) Dimensiones del proyecto (distribución de obras y actividades, sean principales, asociadas o provisionales, sitios para la disposición de desechos);
b) Factores sociales (poblados cercanos);
c) Rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, meteorológicos, tipos de vegetación, entre otros;
d) Tipo, características, distribución, uniformidad y continuidad de las unidades ambientales (ecosistemas); y
e) Usos de suelo permitidos por el Plan de Desarrollo Urbano o Plan Parcial de Desarrollo Urbano aplicable para la zona (si existieran).

La Unidad de Análisis del presente estudio se determinó a partir de los elementos siguientes:

- Uso de Suelo y Vegetación, serie VI;
- Edafología; y
- Geología.

Para la delimitación del sistema ambiental, se consideró como primer elemento el uso de suelo que presenta el entorno del proyecto, así como la vegetación que existe dentro de la zona que será afectada. Como segundo término se determinó por el tipo de suelo, ya que este será uno de los componentes más afectados, y para finalizar como tercer término se tomó en cuenta la geología del área, la cual, dada la naturaleza del proyecto y las obras que implica se verá afectada. Teniendo en cuenta los criterios, se estableció el Sistema Ambiental (SA) con una superficie total de 6,047.328 ha, como se muestra en las Figuras IV.1 y IV.2.

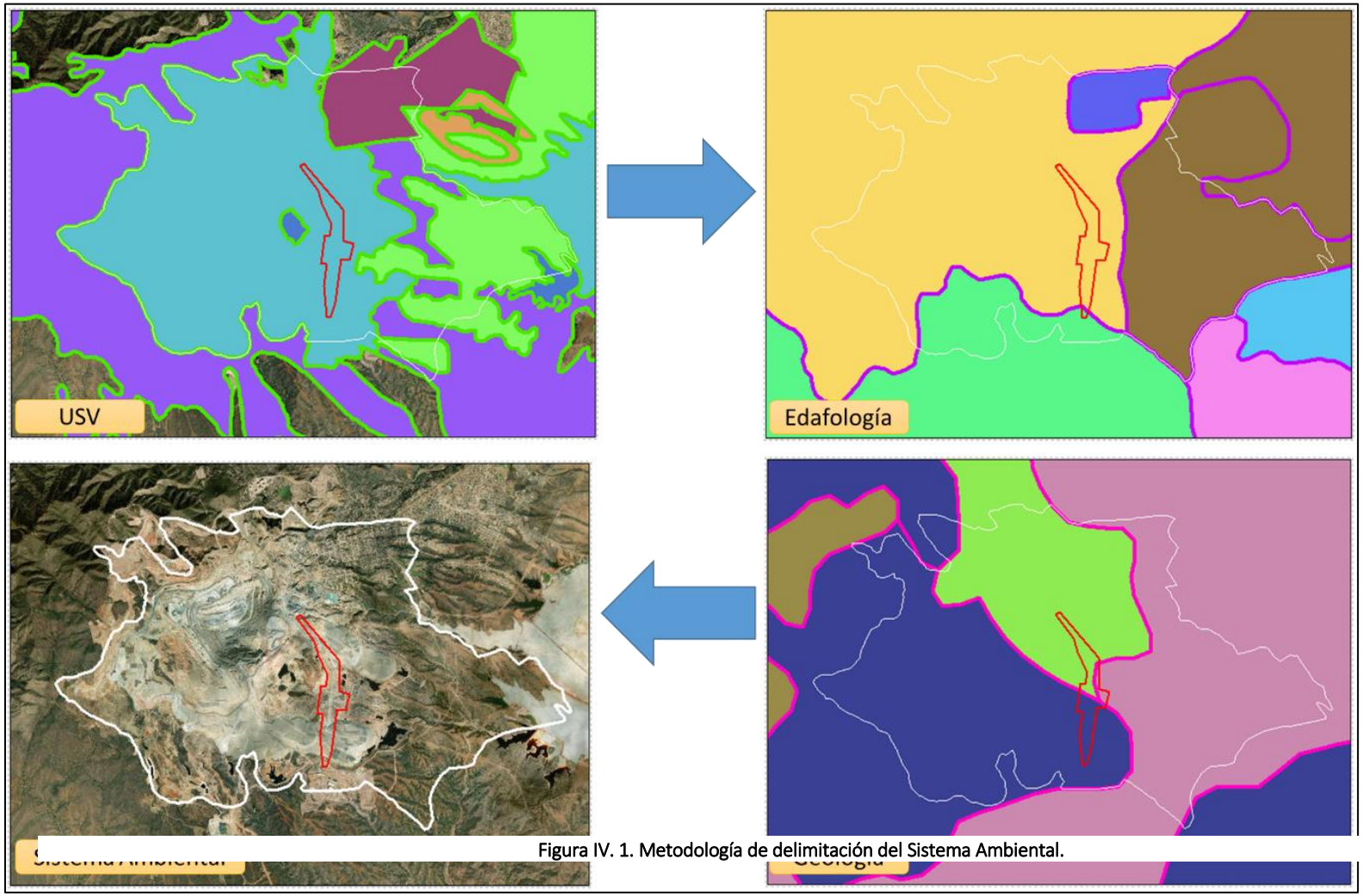


Figura IV. 1. Metodología de delimitación del Sistema Ambiental.

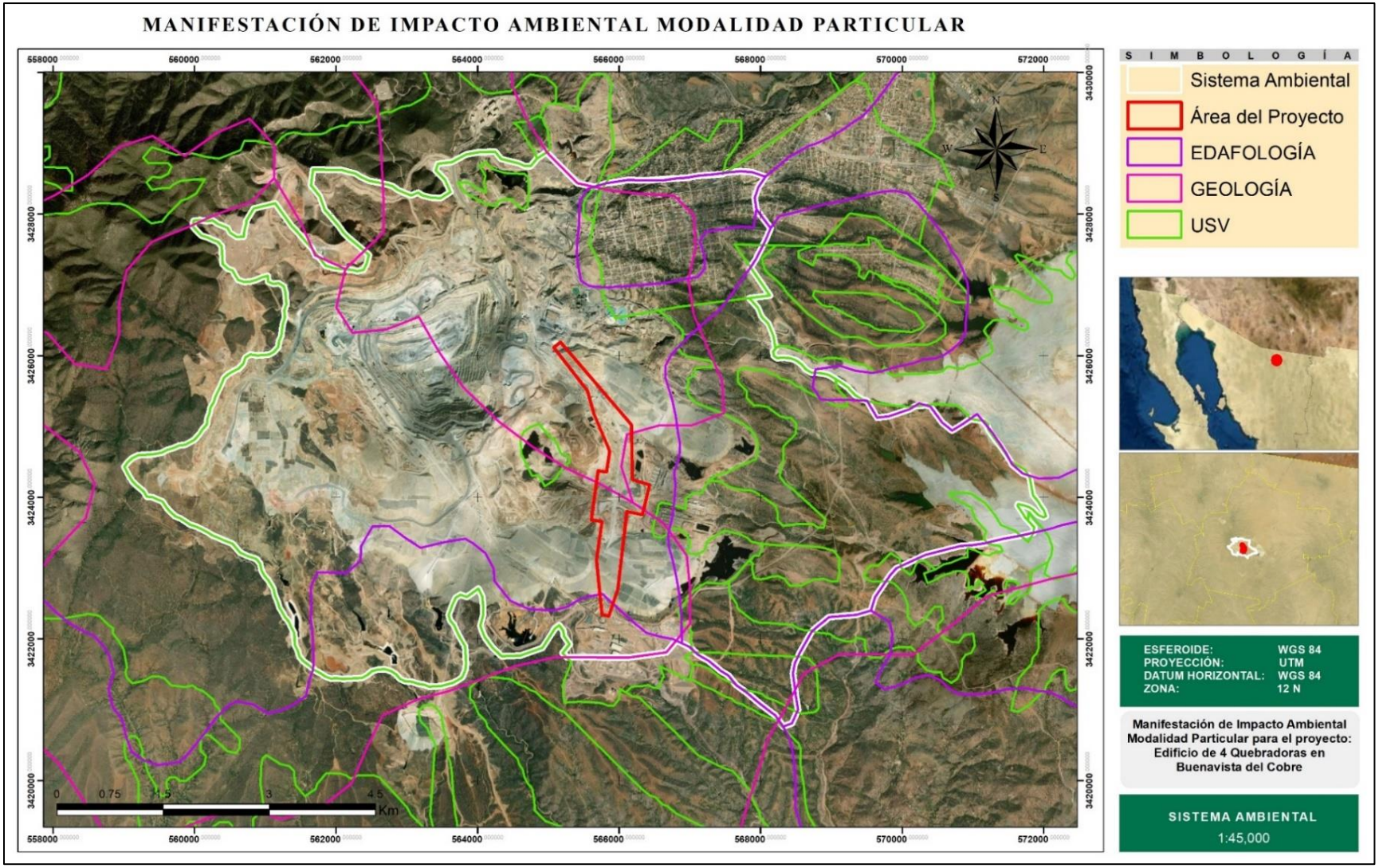


Figura IV. 2. Delimitación del Sistema Ambiental.

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS ABIÓTICOS.

IV.2.1 Clima.

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, adaptada por E. García para las condiciones de la República Mexicana, dentro del Sistema Ambiental se presenta el tipo de clima Semiárido, templado, con clave BS1k(x'), con una temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C, temperatura del mes más frio entre -3 °C y 18 °C, y temperatura del mes más caliente menor de 22 °C. La Figura IV.3 de la página siguiente ilustra las unidades climáticas en el SA.

Para las condiciones meteorológicas del SA, se consideró la información generada por tres estaciones climatológicas que se encuentran cercanas a ella, dichas estaciones son: *NOGALES (DGE), BACOACHI y EL FRESNAL (IMURIS).* La información recopilada corresponde a un periodo de 59 años (1951-2010).

Tabla IV. 1. Estaciones meteorológicas cercanas al Área del proyecto.

ESTACIÓN	NO.	COORDENADAS UTM		ALTURA (msnm)
		X	Y	
NOGALES (DGE)	26062	362646.17	2651197.16	341
BACOACHI	26145	403198.08	2670974.87	880
EL FRESNAL (IMURIS)	26262	373101.26	2682474.07	1272

Con el registro de información de las tres estaciones se estimó el valor promedio de las variables climatológicas de temperatura y precipitación.

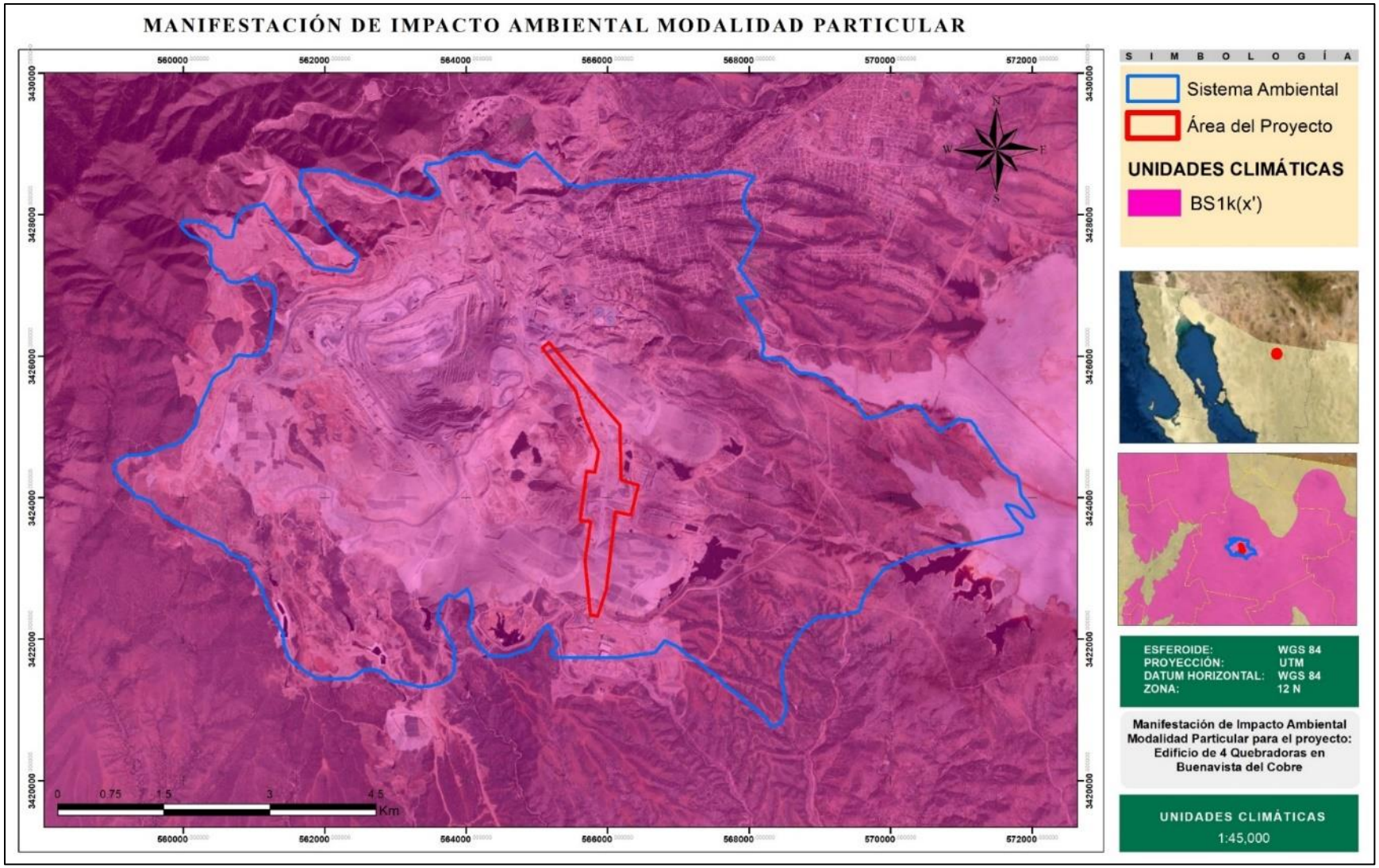


Figura IV. 3. Unidades climáticas en el Sistema Ambiental

IV.2.1.1 Temperatura

La temperatura media anual para cada estación meteorológica se encuentra en un intervalo de 9.6 °C a 28 °C, mientras que el promedio anual de las estaciones analizadas es de 18.2 °C (Tabla IV.2).

Tabla IV. 2. Temperatura promedio mensual (°C) y anual de las tres estaciones meteorológicas.

ESTACIÓN	MES												ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
NOGALES (DGE)	9.7	10.2	12.7	16.2	20.6	25.3	26.4	25.1	23.2	18.8	13.4	9.6	17.6
BACOACHI	10.3	10.9	13.2	16.0	20.1	24.4	26.2	25.6	23.4	19.1	13.4	9.9	17.7
EL FRESNAL (IMURIS)	11.2	12.5	14.9	17.8	22.0	27.0	28.0	27.2	25.5	20.3	14.6	11.3	19.4
PROMEDIO	**10.4**	**11.2**	**13.6**	**16.7**	**20.9**	**25.6**	**26.9**	**26.0**	**24.0**	**19.4**	**13.8**	**10.3**	**18.2**

Con base en la información presentada en la tabla anterior, representada en la Figura IV.4, se puede apreciar que las temperaturas más bajas se presentan en los meses invernales (diciembre, enero y febrero), mientras que los meses más calurosos corresponden a junio, julio y agosto.

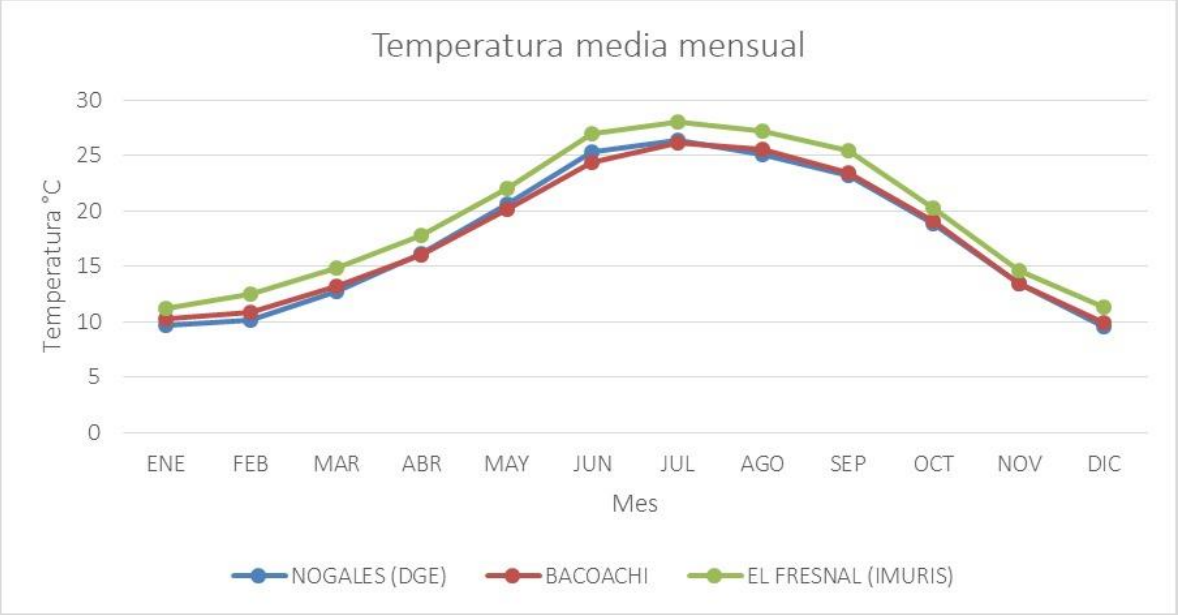


Figura IV. 4. Gráfica de comportamiento de la temperatura de las estaciones meteorológicas.

IV.2.1.2 Precipitación y evaporación promedio mensual.

La precipitación promedio anual de las tres estaciones analizadas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) es de 484.5 mm/m^2. De manera general el régimen de lluvias es en verano, principalmente en los meses de julio y agosto, mientras que los meses de sequía corresponden principalmente a los meses de marzo, abril y mayo (Tabla IV.3).

Tabla IV. 3. Precipitación promedio mensual y anual de las tres estaciones meteorológicas.

ESTACIÓN	MES												ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
NOGALES (DGE)	22.7	27.9	18.2	8.1	4.9	9.4	119.1	119.0	53.6	35.3	21.5	28.8	468.5
BACOACHI	32.0	27.0	15.8	8.4	2.4	10.7	150.1	107.9	53.0	38.1	26.2	38.8	510.4
EL FRESNAL (IMURIS)	36.4	35.3	26.3	9.9	5.3	11.4	107.9	92.7	53.9	24.5	24.7	46.3	474.6
PROMEDIO	**30.4**	**30.1**	**20.1**	**8.8**	**4.2**	**10.5**	**125.7**	**106.5**	**53.5**	**32.6**	**24.1**	**38.0**	**484.5**

El régimen pluvial promedio de las tres estaciones analizadas se da en los meses de julio y agosto, que representan casi el 50 % de la precipitación total anual, según se aprecia en la Figura IV.5.

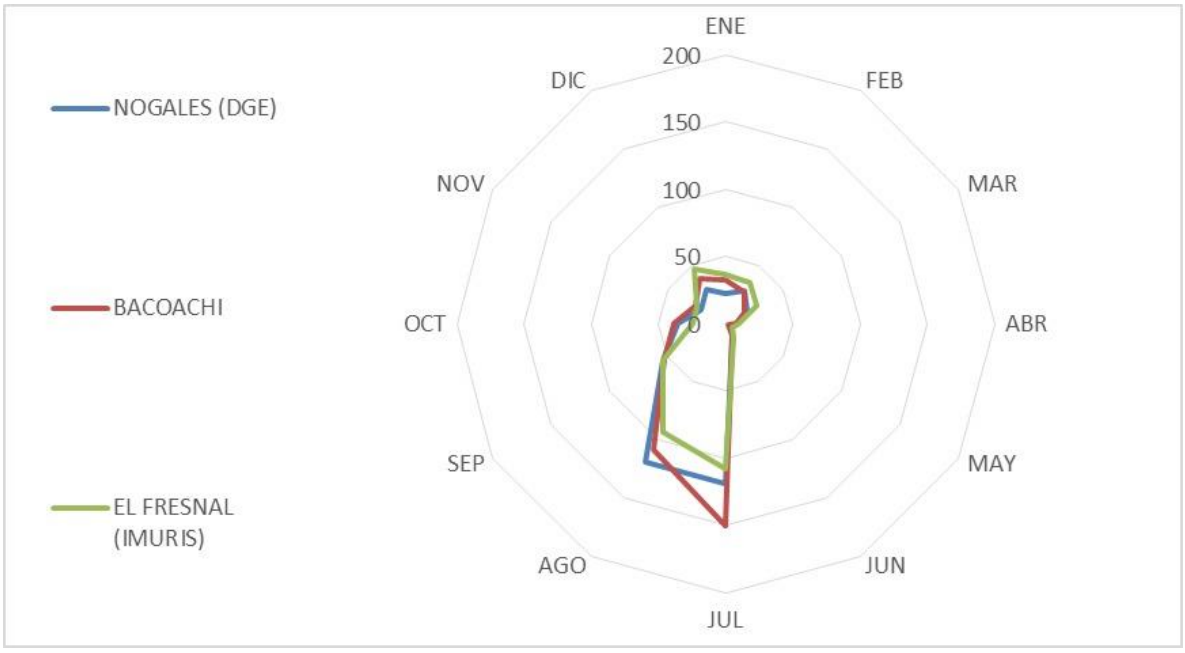


Figura IV. 5. Gráfica de comportamiento de la precipitación de las estaciones meteorológicas.

IV.2.1.3 Vientos dominantes.

Los datos de vientos dominantes fueron tomados de la página WeatherSpark para el municipio de Cananea, con datos del 2014-2021.

La velocidad promedio del viento por hora en el municipio de Cananea tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año. Como puede observarse en la Figura IV.6 (página siguiente), el periodo más ventoso del año dura 8.5 meses, iniciando del 13 de octubre al 28 de junio, con velocidades promedio del viento de más de 12.1 km/h, siendo abril el mes más ventoso, con vientos que alcanzan una velocidad promedio de 15.4 km/h. Mientras que el periodo más calmado del año dura los 3.5 meses restantes, del 28 de junio al 13 de octubre, donde agosto es el mes con menor intensidad del viento con una velocidad promedio de 9.0 km/h.

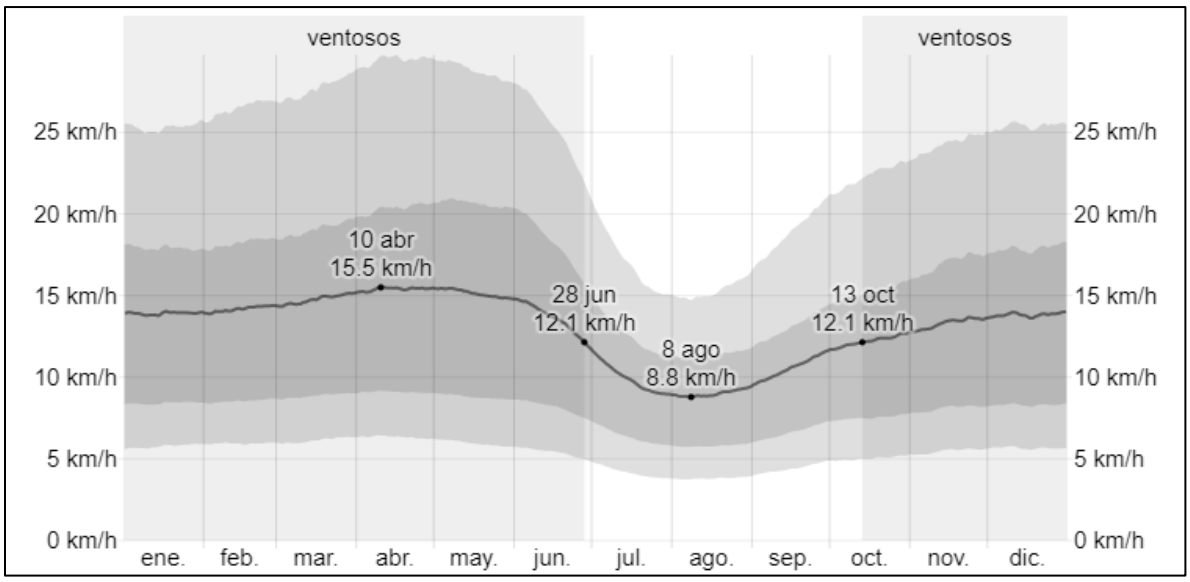


Figura IV. 6. Velocidad promedio del viento en el municipio de Cananea (WeatherSpark.com, 2022).

El viento con mayor frecuencia incide del Oeste durante aproximadamente 6.5 meses, iniciando el 7 de febrero y concluyendo el 22 de agosto, siendo junio el mes que presenta el porcentaje máximo (50%). En el resto del año, el viento proviene del Este, del 22 de agosto al 7 de febrero. Es enero el mes donde se presenta el porcentaje máximo (41%) (Figura IV.7).

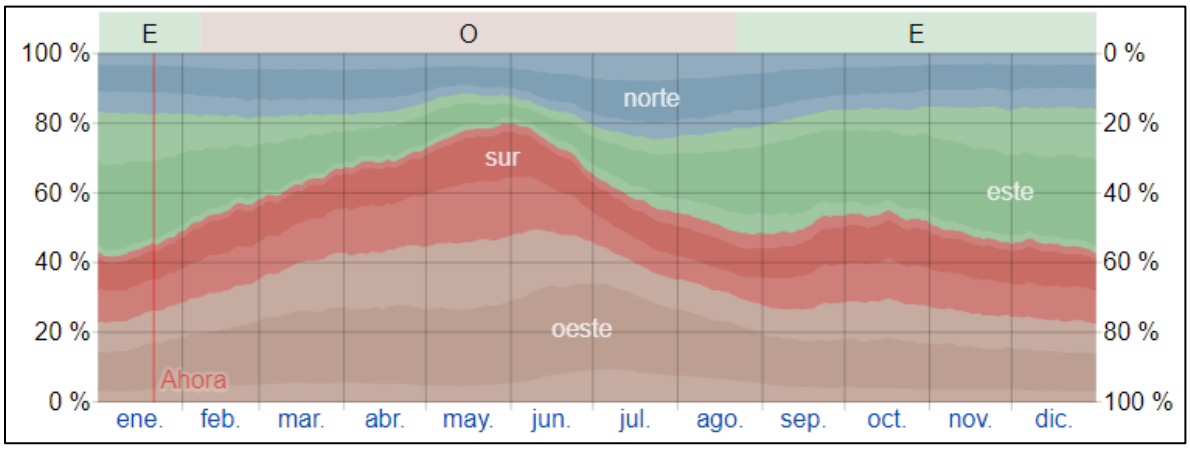


Figura IV. 7. Dirección del viento en el municipio de Cananea (WeatherSpark.com, 2022).

IV.2.1.4 Calidad del aire y ruido.

En 1993, en el marco del Programa Ambiental de México (PAM), se otorgó al municipio de Cananea un muestreador de alto volumen para PM_{10}, que ha operado irregularmente desde sus inicios, ya sea por la carencia de presupuesto para operarlos y/o por cambios de administración. También existe una red automática de monitoreo operada por la Buenavista del Cobre, S. A. de C. V., la red consta de cinco estaciones equipadas para medir SO_2 y meteorología, y reporta los resultados a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

La Figura IV.8 muestra el porcentaje de emisiones por contaminante en el municipio de Cananea, dividida a su vez por categoría, donde se observa que los incendios forestales son principales factores causantes de la contaminación por partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros, así como monóxido de carbono.

Cabe mencionar que, en 9 municipios de Sonora, incluyendo a Cananea, se genera el 63% de las emisiones de PM_{10}, del total estatal, proveniente principalmente de los caminos pavimentados y no pavimentados, incendios forestales y labranza agrícola.

Con respecto a las emisiones de $PM_{2.5}$, son 9 municipios, incluyendo a Cananea, que generan el 60% de las emisiones del total estatal, provenientes de los caminos pavimentados y no pavimentados, labranza agrícola, incendios forestales, combustión doméstica, entre otras.

Y para las emisiones de monóxido de carbono, son 8 municipios que generan el 72% del total estatal, proveniente principalmente, de los vehículos automotores, incendios forestales y quemas agrícolas.

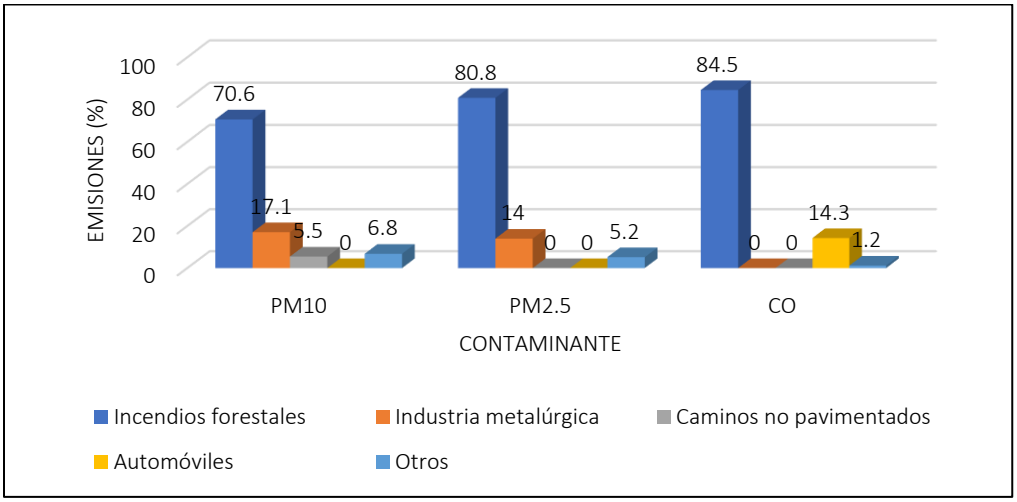


Figura IV. 8. Gráfica de porcentaje de emisiones por contaminantes en la calidad del aire, presentes en el municipio de Cananea (Inventario de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera para el Estado de Sonora, 2017).

Martínez (2019) también analizó las concentraciones de PM_{10}, Cu, Fe, Mn y Pb en el aire para la región de Cananea. Respecto de las PM_{10}, las concentraciones se encontraron dentro de los límites normados en México en el 77% de los días muestreados, pero el promedio anual sobrepasó lo establecido en la NOM-025-SSA1-1993. Los valores de Cu y Mn fueron menores a los límites internaciones de referencia y los de Pb fueron inferiores al límite de detección. Sin embargo, las concentraciones de Fe excedieron los valores de referencia en dos ocasiones.

Por su parte, Quintana (2019) evaluó la calidad del aire respecto al material particulado ($PM_{2.5}$), Pb, Cd, Cu, As y Si para el periodo anual de 2018. Los resultados obtenidos para $PM_{2.5}$ no rebasaron el máximo permisible y promedio anual establecidos por la NOM-025-SSA1-1993. Además, se identificó que las concentraciones de Cu, Pb, As y Si se encontraron muy por debajo de los límites de comparación. En conclusión, se encontró que para el año 2018, la ciudad de Cananea presentó concentraciones por debajo de los estándares nacionales y los de referencia internacional, por lo que la calidad del aire fue buena.

IV.2.1.5 Fenómenos climatológicos.

De acuerdo con los datos generados por las tres estaciones meteorológicas más cercanas al área de estudio, en el Sistema Ambiental se presentan fenómenos meteorológicos como la lluvia, niebla, granizo y tormentas eléctricas. Como se observa en la Tabla IV.4, el promedio anual de días con lluvia para esta región es de 47.4; con respecto a los otros fenómenos meteorológicos, su presencia en la región es la más elevada.

Tabla IV. 4. Promedio mensual de días con lluvia, niebla, granizo y tormentas que se registraron en las tres estaciones meteorológicas (CONAGUA, 2010).

ESTACIÓN	EVENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
NOGALES (DGE)	Lluvia	3.40	3.60	2.50	1.60	1.10	1.40	10.60	9.90	5.20	2.50	2.40	3.90	48.10
	Niebla	0.10	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.50	1.30
	Granizo	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
	Tormenta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	1.30	0.50	0.10	0.00	0.20	3.00
BACOACHI	Lluvia	3.40	3.00	2.10	1.00	0.60	2.30	12.60	10.80	4.90	3.00	2.00	3.70	49.40
	Niebla	0.20	0.10	0.10	1.00	0.20	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	0.10	1.90
	Granizo	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
	Tormenta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.30	0.20	0.40	0.10	0.00	2.30
EL FRESNAL (IMURIS)	Lluvia	4.20	3.50	2.90	1.10	0.90	1.40	9.20	9.10	4.60	2.20	1.90	3.70	44.70
	Niebla	0.40	1.00	1.10	1.10	0.50	0.10	0.30	0.90	0.90	0.70	0.40	0.40	7.80
	Granizo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Tormenta	0.10	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.80	0.60	0.30	0.00	0.20	0.40	2.80
PROMEDIO	**Lluvia**	**3.67**	**3.37**	**2.50**	**1.23**	**0.87**	**1.70**	**10.80**	**9.93**	**4.90**	**2.57**	**2.10**	**3.77**	**47.40**
	Niebla	**0.23**	**0.47**	**0.40**	**0.70**	**0.23**	**0.03**	**0.10**	**0.33**	**0.30**	**0.30**	**0.23**	**0.33**	**3.67**
	Granizo	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.07**	**0.00**	**0.00**	**0.03**	**0.07**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.17**
	Tormenta	**0.03**	**0.00**	**0.07**	**0.00**	**0.00**	**0.07**	**0.67**	**1.07**	**0.33**	**0.17**	**0.10**	**0.20**	**2.70**

En la Figura IV.9 (página siguiente), se observa que el fenómeno climatológico más representativo es el de la lluvia, siendo el mes julio el mes con mayor número de días con lluvia, mientras que los demás fenómenos, la frecuencia mensual varía entre 0 y 1.07 días. El fenómeno de niebla es más frecuente en el mes de abril con valor de 0.7 días; en el caso del granizo su máxima frecuencia se presenta en los meses de marzo y agosto. Este fenómeno es el menos frecuente en la región; y la presencia de tormentas eléctricas alcanza su máxima frecuencia en el mes de agosto.

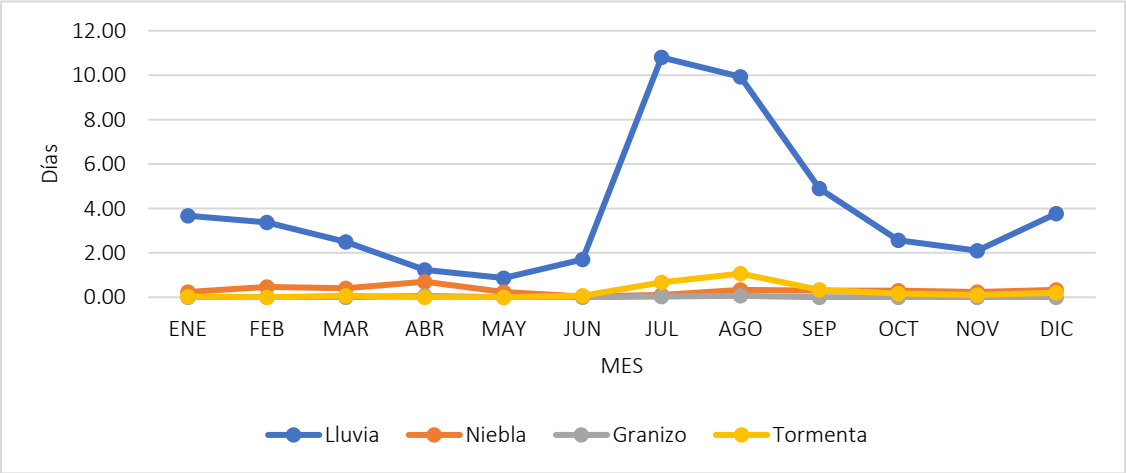


Figura IV. 9. Promedios mensuales de los fenómenos meteorológicos de las estaciones

IV.2.2 Geología y geomorfología.

IV.2.2.1 Geología regional.

Al norte de Sonora, afloran rocas con edades que varían del Precámbrico al Cuaternario y corresponden a la Provincia Geológica Sonorense de edad Precámbrico, siendo un complejo compuesto; en este lugar existen dos precámbricos separados por una mega falla denominada Mojave-Sonora cuya traza llega hasta Monterrey.

En esta localidad el terreno tectonoestratigráfico presente es el terreno Chihuahua, caracterizado por el basamento cratónico de Norteamérica, éste se observa de manera esporádica en varias localidades del noreste de Sonora. Este basamento Precámbrico se encuentra cubierto por un espesor aproximado de 3,000 m de Paleozoico formado por arenisca, esquisto y limonita, con fauna y litología muy similar a la conocida en la secuencia de Arizona y Nuevo México, en el suroeste de los Estados Unidos. En el borde sureste del terreno, las secuencias detritales del Paleozoico superior, parecen reflejar la proximidad al extremo suroeste del cinturón Apalachiano-Ouachita.

El límite suroeste del terreno es una profunda falla, a lo largo de la zona frontal de la acresión de la orogenia Ouachita-Marathón del Paleozoico tardío. El límite suroeste es una importante discontinuidad tectónica que separa diferentes cinturones de edad Paleozoico e inicio del Mesozoico temprano. La discontinuidad ha sido denominada Megacizalla Mojave-Sonora. El terreno se encuentra cubierto por rocas del Jurásico tardío y del Mesozoico temprano.

En la región, el basamento corresponde al cratón de Norteamérica, representado por Precámbrico-Proterozoico medio. Este complejo ígneo-metamórfico subyace en discordancia a rocas sedimentarias del Paleozoico-Devónico. A su vez, subyacen en discordancia a un conjunto de rocas volcánicas y volcanoclásticas del Mesozoico (Wodzicki, 1995), siendo afectada toda la sección por múltiples intrusiones mesozoicas (batolito de Sonora) y emplazamientos ligeramente más tardíos (intrusivos porfídicos) (Pérez-Segura, 1985).

En el Cretácico inferior se forma El Alto de Cananea, que controla la evolución estructural de la región hasta el Terciario; constituido por basamento Precámbrico con una cubierta volcánica de arco Jurásico, limitado al noreste por la falla Sawmill Canyon y al suroeste por la falla San Antonio. Contemporáneamente a la granodiorita Cuitaca, se emplazaron diques basálticos, interpretados por Valentine (1936) como una etapa tardía de intrusión en el Cretácico superior-Terciario inferior, previo al emplazamiento de los cuerpos intrusivos o cúpulas subvolcánicas porfiríticas a las que está asociada la mineralización de cobre en la región. Durante el Terciario superior inicia un régimen tectónico distensivo, depositándose los sedimentos detríticos continentales, acompañados por derrames volcánicos de composición andesita-basalto; así como depósitos no consolidados más jóvenes.

IV.2.2.2 Geomorfología y Fisiografía.

Dentro del Sistema Ambiental atraviesan dos provincias fisiográficas, las cuales son la Sierra Madre Occidental y la Sierra y Llanuras del Norte, con 6,008.747 ha y 38.581 ha respectivamente. Así mismo, el SA se encuentra dentro de las subprovincias Llanuras y Médanos del Norte y Sierras y Valles del Norte, en las mismas superficies que las provincias fisiográficas.

La subprovincia Llanuras y Médanos del Norte abarca el estado de Chihuahua en los municipios Ahumada, Ascensión, Buenaventura, Casas Grandes, Chihuahua, Coyame del Sotol, Galeana, Guadalupe, Ignacio Zaragoza, Janos, Juárez, Nuevo Casas Grandes, y en el Estado de Sonora los municipios Imuris, Agua Prieta, Bavispe, Cananea, Fronteras, Fronteras, Naco, Nacozari de García, Nogales y Santa Cruz.

La provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental es el sistema montañoso más grande del territorio nacional, abarcando todo el Oeste mexicano y el extremo Suroccidental de los Estados Unidos, siendo una continuación de las Montañas Rocallosas en Canadá y los Estados Unidos.

Limita al Norte con Estados Unidos y la provincia Sierras y Llanuras del Norte; al Este, tiene límites con las provincias Sierras y Llanuras del Norte y Mesa del Centro; por el Sur, limita con el Eje Neovolcánico; y la porción Oeste, limita con las provincias Llanura Sonorense y Llanura Costera del Pacífico.

La Sierra Madre Occidental se extiende en dirección Noroeste a Suroeste casi en forma paralela a las costas del Océano Pacífico y Mar de Cortés, recorriendo en sus 1,400 km de longitud los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Nayarit y Jalisco. Inicia en el límite internacional con el estado de Arizona, EUA., y termina aproximadamente en el río Santiago, a la altura del estado de Nayarit, en donde se conecta con el Eje Neovolcánico.

La provincia fisiográfica Sierras y Llanuras del Norte constituye la parte norte de la Altiplanicie Mexicana. Está limitada por las Sierras Madres Oriental y Occidental. Es una amplia área de llanos llamados bolsones y sierras bajas que se continúa en las grandes planicies norteamericanas. Políticamente estas sierras ocupan parte de los estados de Chihuahua y Coahuila. En esta provincia se localiza una parte de la cuenca del río Conchos, afluente del Bravo, y en su centro, el Bolsón de Mapimí. A 50 km al sur de Ciudad Juárez encontramos uno de los campos de dunas (de arena) más extensos del país, el de Samalayuca. Al sur de esta provincia se extiende la Laguna de Mayráno Bolsón de Coahuila y más al sur se continúa la antigua región lacustre de los bolsones de Viesca, así como una pequeña zona de dunas, la de Bilbao.

En lo que respecta a las topoformas en el Sistema Ambiental del proyecto, se presentan dos sistemas los cuales se describen en la Tabla IV.5.

Tabla IV. 5. Sistema de Topoformas presentes en el Sistema Ambiental.

ID	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
1	Valle	VALLE ALUVIAL INTERMONTANO	38.581	0.638
2	Sierra	SIERRA ALTA	6,008.747	99.362
TOTAL			**6,047.328**	**100.00**

Como se describe en la tabla anterior, dentro del Sistema Ambiental se presenta como sistema de topoforma dominante la Sierra Alta, ya que ocupa casi la totalidad de la superficie del SA.

Dentro del SA se presenta otro sistema de topoforma, el de Los Valles Aluviales Intermontanos, que son descritas como depresiones longitudinales emplazadas entre elevaciones serranas o montañosas. Estos valles pueden derivar de la actividad tectónica (plegamiento, fallamiento), de la acción erosiva (principalmente fluvial), o de la combinación de ambos procesos (Figura IV.10)

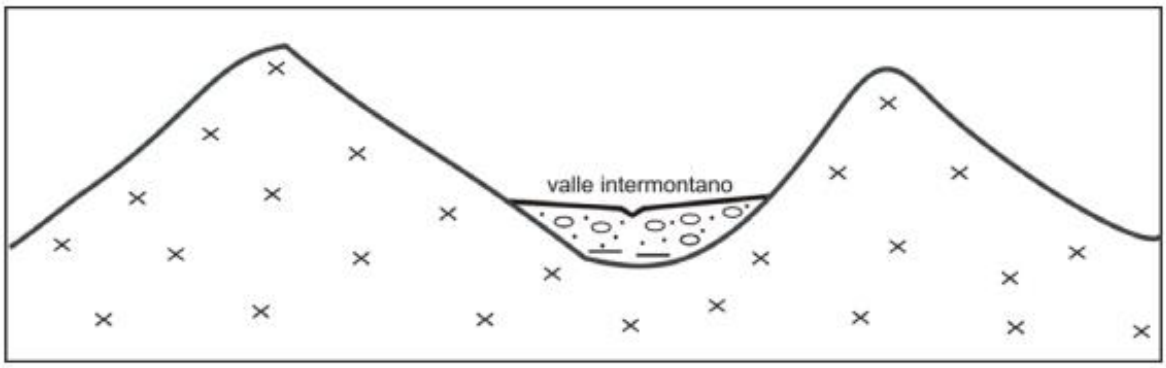


Figura IV. 10. Ejemplo de un valle intermontano aluvial.

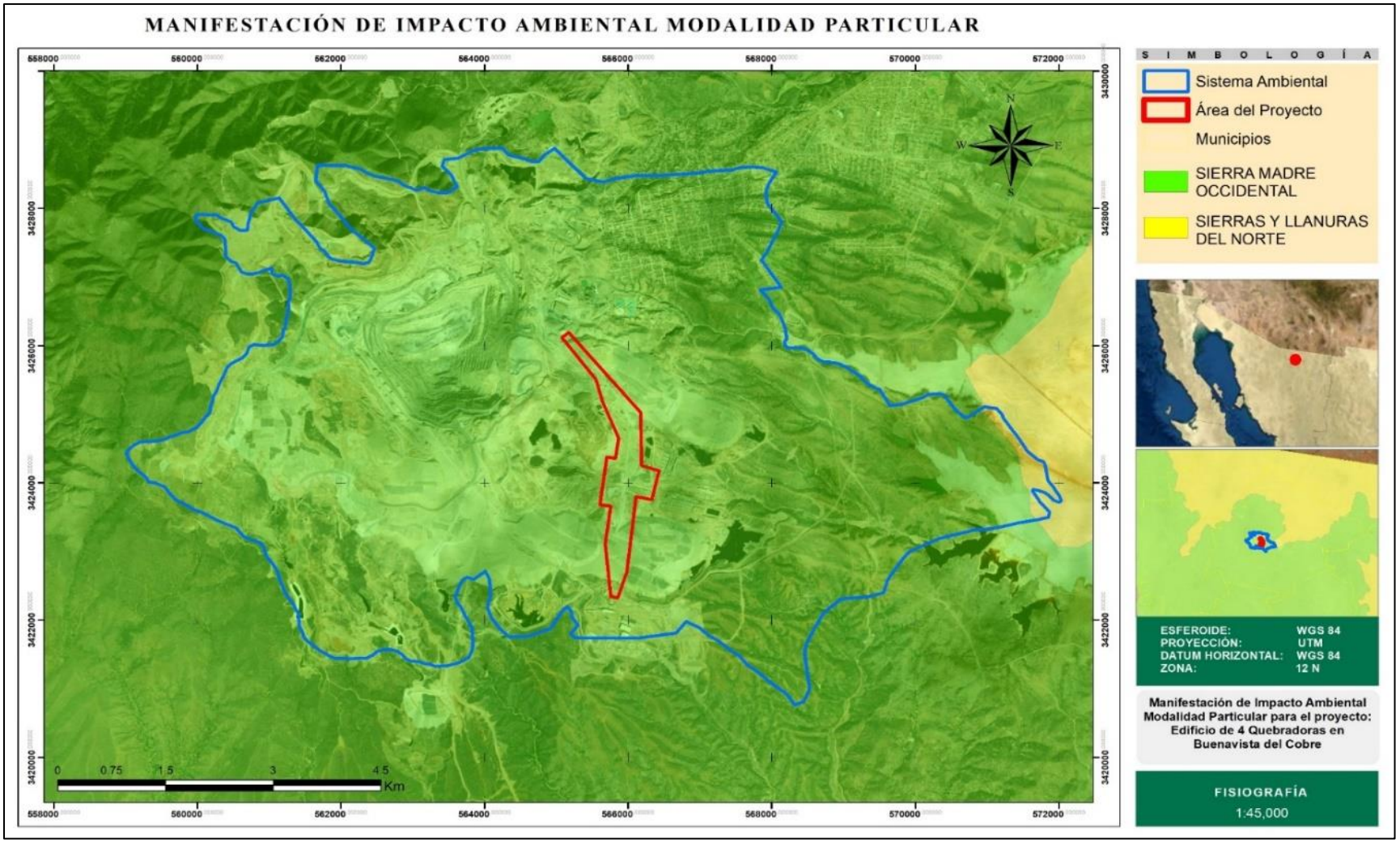


Figura IV. 11. Provincias Fisiográficas presentes en el Sistema Ambiental

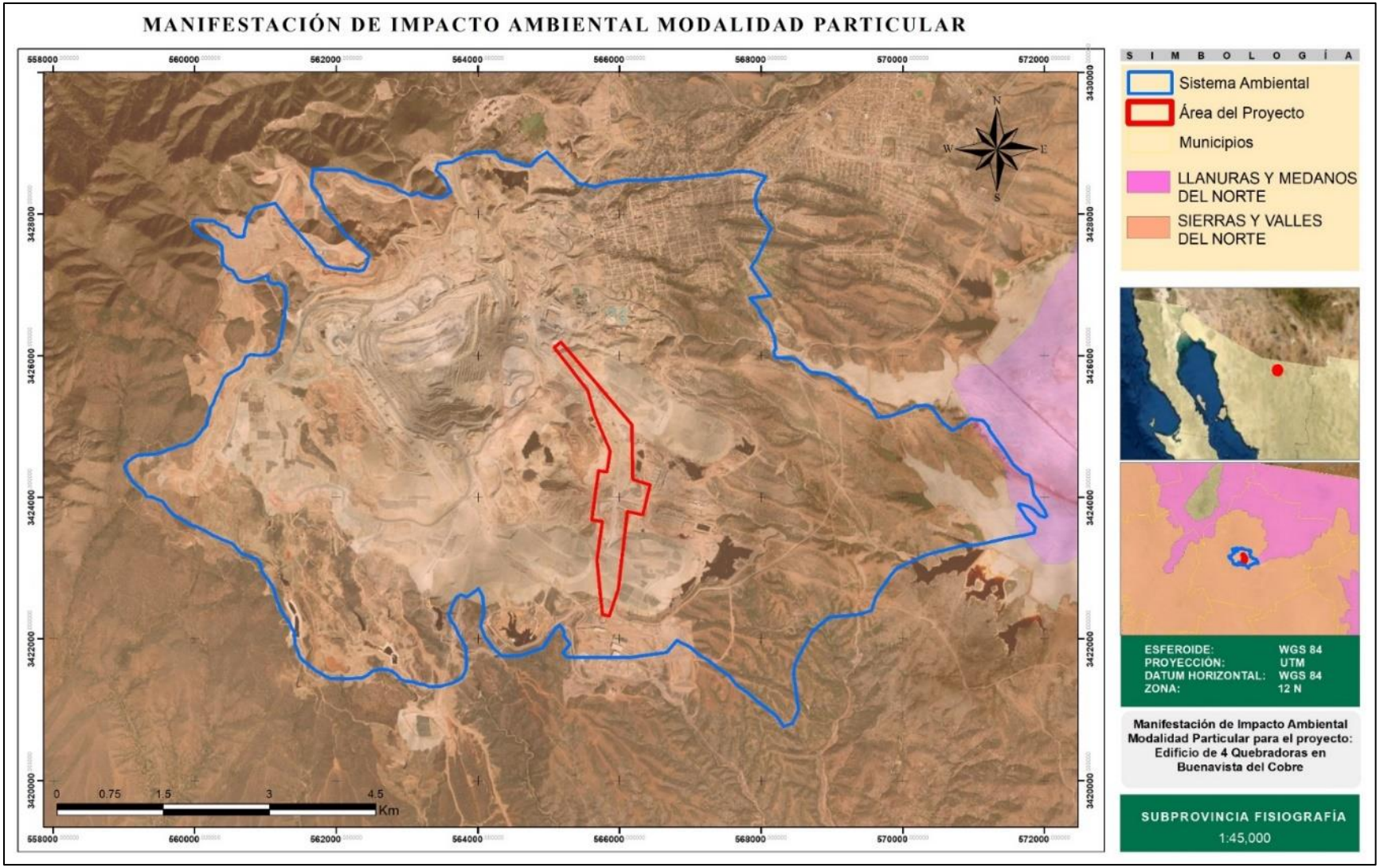


Figura IV. 12. Subprovincias Fisiográficas presentes en el Sistema Ambiental

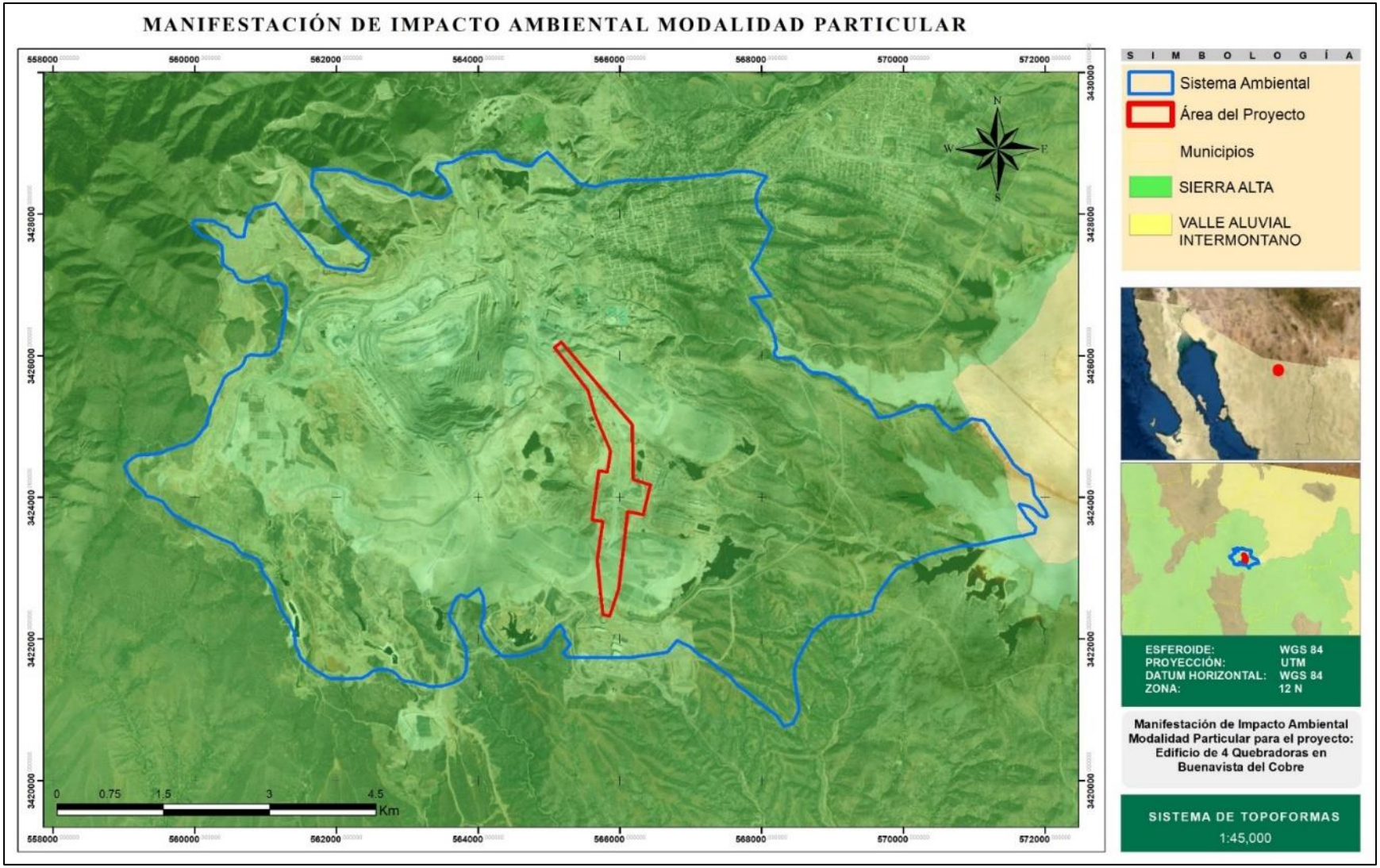


Figura IV. 13. Sistema de Topoformas presentes en el Sistema Ambiental

IV.2.2.3 Estratigrafía.

La estratigrafía es la rama de la Geología que trata del estudio e interpretación, así como de la identificación, descripción y secuencia tanto vertical como horizontal de las rocas estratificadas; también se encarga de la cartografía y correlación de estas unidades de roca, determinando el orden y el momento de los eventos en un tiempo geológico determinado, en la historia de la Tierra.

Los tipos de rocas que se presentan en el Sistema Ambiental se describen y se clasifican de acuerdo con lo indicado en la Tabla IV.6.

Tabla IV. 6. Clasificación de los tipos de rocas registradas dentro del Sistema Ambiental.

ID	CLAVE	CLASE	TIPO	ERA	SISTEMA	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
1	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	1826.692	30.207
2	K(Igea)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva ácida	Mesozoico	Cretácico	77.009	1.273
3	K(vs)	Volcanosedimentaria	Volcanosedimentaria	Mesozoico	Cretácico	1573.308	26.017
4	K(Igia)	Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva ácida	Mesozoico	Cretácico	0.394	0.007
5	Ts(Igea)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva ácida	Cenozoico	Neógeno	2569.926	42.497
TOTAL						**6047.328**	**100.000**

Como se aprecia en la tabla anterior, los tipos de rocas con mayor presencia son las Ígneas extrusivas ácidas, seguidamente del conglomerado (sedimentaria), posteriormente la volcanosedimentaria. Las características de cada tipo son:

- **Ígnea extrusiva ácida**

  Las rocas ígneas extrusivas se forman sobre la superficie. La lava se enfría rápidamente a medida que emerge a la superficie. Las rocas ígneas extrusivas se enfrían mucho más rápido que las rocas intrusivas. El tiempo de enfriamiento rápido no permite que se formen cristales grandes. Así las rocas ígneas extrusivas tienen cristales más pequeños que las rocas ígneas intrusivas. Las rocas ígneas extrusivas también son llamadas rocas volcánicas.

  Algunas rocas ígneas extrusivas se enfrían tan rápido que no se alcanzan a formar cristales. Estas forman un cristal, como la obsidiana. Otras, como la piedra pómez, tienen agujeros donde había burbujas de gas atrapadas en lava. Estos agujeros hacen que la piedra pómez sea tan liviana que flota en el agua. La roca ígnea extrusiva más común es el basalto. Esta roca conforma el suelo oceánico.

- **Conglomerado**

  El conglomerado es un tipo de roca sedimentaria que se compone de fragmentos de rocas grandes, redondeadas contenidas dentro de una matriz de grano más pequeño de los sedimentos. Los fragmentos grandes, conocidos como clastos, pueden venir en una gran variedad de tamaños, pero todos tienen que ser de al menos dos milímetros de diámetro a fin de que la roca pueda ser clasificada como un conglomerado.

  Se ven muy similares en apariencia y estructura a otro tipo de roca sedimentaria conocida como brecha, pero la diferencia clave entre ambas es que los conglomerados contienen fragmentos de rocas redondeadas, mientras que las brechas contienen fragmentos de rocas angulares y puntiagudas.

- **Volcanosedimentaria**

  Las rocas volcanosedimentarias son flujos volcánicos en donde el material es de origen volcánico que a medida que avanza, puede incorporar material sedimentario. Estos flujos se conocen como oleadas piroclásticas, surgen y, cuando decanta el material en suspensión del aire, tobas. No son iguales que las rocas volcánicas, ya que estas son ígneas y de origen lávico.

- **Ígnea intrusiva ácida**

  Las rocas ígneas intrusivas se enfrían bajo tierra. En la profundidad de la corteza, el magma se enfría lentamente. El enfriamiento lento le da la oportunidad de crecer a los cristales. Las rocas intrusivas ígneas tienen cristales relativamente grandes que los hace fáciles de ver. Las rocas ígneas intrusivas también se llaman plutónicas. Una roca plutónica es un cuerpo rocoso que se forma entre la corteza. El granito es la roca ígnea intrusiva más común.

El municipio de Cananea, presenta un contexto geológico complejo con unidades litológicas, que varían en edad desde el Proterozoico medio hasta el Cuaternario, representadas por rocas metamórficas intrusivas, sedimentarias y volcánicas.

Las rocas precámbricas son las unidades más antiguas que afloran dentro de la zona, representadas por rocas metamórficas, e intrusivos de composición granítica; conforman el basamento Proterozoico, con afloramientos escasos y dimensiones reducidas: afloran en la porción oriental de la región.

Valentine (1936), reporta en la zona minera de Cananea rocas carbonatadas, donde encontró fragmentos fósiles del Paleozoico superior. Dentro de la región se reportan extensos afloramientos de roca caliza (Pdp Cz-Ar) en la parte alta de la sierra Los Ajos, en los cerros La Calera y El Apache y algunos en la zona minera de Cananea.

La caliza está constituida por calcita micrítica, dolomita con escaso cuarzo y hematita dispersa en la roca, contiene abundantes crinoides y restos de bivalvos, es de color gris claro a ligeramente gris oscuro, presenta estratos medianos a gruesos; cerca de los intrusivos la caliza está marmorizada; además, presenta intercalaciones de cuarcita color gris clara blanca con estratificación gruesa.

A esta roca paleozoica, se le asigna una edad Devónico-Pérmico. Se correlacionan con el Pérmico de la sierra El Tule. Desde el punto de vista minero, son importantes por contener depósitos tipo skarn con mineralización polimetálica.

Las rocas volcánicas riolíticas con intercalaciones de arenisca y dacita (JR-Ar), afloran en la porción noroeste de la región en el tajo Kino de la mina Cananea; se relacionan a la actividad de un arco magmático continental. Consiste hacia la base de flujos de dacita, color gris claro y gris verdoso con textura porfídica; la parte superior consta de riolita de color gris con textura porfídica, abundantes ojos de cuarzo; la arenisca es de color gris claro de grano medio con estratificación delgada. Tiene un espesor estimado de 1,700 m (Valentine, 1936), y una edad de 174 Ma (Stewart *et al,* 1986). Estas rocas se alojan parcialmente en el yacimiento pórfido-cuprífero de Cananea.

Al sur de la sierra El Manzanal, existen afloramientos de arenisca, caliza con limolita, lutita y conglomerado. La arenisca es café con tono ligeramente verdoso de grano fino a medio, tiene vetillas de calcita y pequeñas concreciones de manganeso; la caliza es fosilífera de color gris con concreciones y nódulos de pedernal,

hacia el norte los estratos de caliza tienden a acuñarse; la limolita calcárea tiene color café y verde claro, está intercalada con lutita de color café rojizo, gris y negro. Al norte de Cananea, Araujo y Estavillo (1987), reportan un espesor de 970 m.

Dentro de la industria minera son importantes, por contener depósitos de oro tipo Carlin, como Santa Gertrudis y La Amelia, localizadas al suroeste de Cananea.

Valentine (1936), le asigna el nombre de Formación Mesa, a un conjunto de rocas volcánicas de composición andesítica, constituidas por toba, aglomerado, flujos de andesita y conglomerado. La Formación Mesa, cubre de manera discordante al grupo Bisbee y volcánicas jurásicas, también se encuentra en contacto discordante y tectónico, con sedimentos continentales más jóvenes.

Presenta condiciones muy favorables para el emplazamiento de mineralización de cobre diseminado como en la mina de Cananea y El Alacrán, donde la andesita está mineralizada cerca del contacto con los intrusivos cuarzo-monzoníticos y vetas polimetálicas, como en la zona minera Virgen de Plata.

Abarca la mayor superficie del distrito minero de Cananea. Está constituido por conglomerado polimíctico-Arenisca (Ks Cgp-Ar) con intercalaciones de andesita, observándose estratos gruesos de color café con abundantes clastos de riolita; la arenisca se presenta en estratos medianos de color gris claro, de grano fino a medio, está intercalada con el conglomerado. La toba andesítica-andesita (Ks TA-A), está ampliamente distribuida en la región, con afloramientos extensos en el distrito minero de Cananea, zona El Alacrán, en la sierra El Manzanal y a lo largo de la margen oeste del río Sonora, generalmente propilitizada; presenta estratos medianos y gruesos de color café morado y gris verdoso, respectivamente; la arenisca es de naturaleza volcanoclástica de grano grueso, se presenta en estratos delgados de color café claro ligeramente verdoso, con cristales de plagioclasa, feldespato, biotita y cuarzo; la brecha andesítica es de color gris verdoso con tonos morados, presenta alteración hidrotermal como propilitización, argilitización y oxidación.

La unidad Dacita-Andesita (Ks Da-A), aflora en la porción sur de la región. Consiste de dacita con intercalaciones de andesita, riolita, riodacita y toba riolítica, es de color gris claro a crema, textura afanítica, constituida por albita-oligoclasa, cuarzo, biotita, magnetita y minerales de alteración argilitizada; la andesita es de color café rojiza y morada con textura afanítica. Estas rocas están intrusionadas por diques riolíticos-riodacíticos con orientación este-oeste.

Las rocas volcánicas constituidas por rolita, riodacita y toba riodacítica, afloran en la porción central y centro-norte en los cerros La Gloria, Las Canoas, El Caracol y Santo Domingo, localizados al sur de la presa de Jales de la mina de Cananea; también aflora al sur del cerro El Alacrán.

Tiene importancia minera, ya que en esta unidad se encuentra la mina El Plomo, con mineralización de Ag y Pb, y al norte del Ojo de Agua existe un prospecto de cobre diseminado.

Las rocas intrusivas de granodiorita, diorita y ocasionalmente granito, presentan afloramientos dispersos en Cananea, noreste del cerro La Gloria, sierra Los Ajos, cerro El Alacrán y sureste del cerro Los Novillos. La granodiorita presenta color gris claro-blanquecino a gris verdoso y rosa, textura fanerítica de grano fino a medio constituido de feldespato potásico, albitaoligoclasa, cuarzo y biotita con minerales de alteración como sericita y hematita; la diorita es de color café claro y gris verdoso, constituida por plagioclasa, biotita y piroxeno; comúnmente se encuentra silicificada y cloritizada.

Damon *et al*. (1983), consideran que los pórfidos que rodean a la sierra Madre Occidental son cúpulas que tienen su raíz en el batolito de Sonora y Sinaloa. En la región afloran en las porciones norte, central y suroeste, son una continuación al sureste de los que afloran en los distritos mineros de: María, Mariquita y Milpillas. Consta principalmente de fenocristales de cuarzo y feldespatos alterados.

Este pórfido (cuarzo-monzonita) es el más importante de la región, se considera estrechamente relacionado a la mineralización cuprífera del distrito minero de Cananea, provocando zonas de alteración hidrotermal como: sericitización, silicificación, argilitización y propilitización.

En el extremo sur, existen afloramientos de pórfido riodacítico con variaciones a monzonita, expuesto en el cerro Los Novillos, es de color gris claro a verdoso y rosado, textura porfídica, cloritizado; al oriente del cerro El Caballo existe otro afloramiento de dimensiones reducidas, con características de un pórfido monzonítico de color crema rosado a verdoso, con abundantes fenocristales de feldespato-potásico y plagioclasa, algunos cristales de turmalina negra y cuarzo. Se le asigna una edad probable del Oligoceno.

En la porción sureste de la zona, al noreste del cerro Potrero del Río, está cartografiado un afloramiento de riolita, con intercalaciones de limolita negra y vitrófido, cortado por el río Sonora; presenta textura afanítica a porfídica de color gris claro rosado, con epidota; tentativamente se le asigna una edad del Oligoceno.

Los sedimentos continentales del Plioceno, están distribuidos en la parte oeste y oriente de la región, rellenando las cuencas tectónicas distensivas Bacanuchi y Jenoverachi; constituido por conglomerado poco consolidado con intercalaciones de arenisca. Aflora en ambos lados del arroyo El Alazán, tiene color gris claro a crema, con abundantes clastos angulosos de esquisto, pegmatita, granodiorita y caliza. El contacto con rocas más antiguas y también con las rocas más jóvenes es discordante. Se le asigna una edad del Plioceno y se correlaciona con el conglomerado que aflora en la región minera de Milpillas. Este conglomerado presenta interés económico como banco de materiales de grava y arena.

Los depósitos continentales no consolidados de conglomerado polimíctico-limolita (Qpt Cgp-Lm) y arena-limo (Qpt ar-lm), están constituidos por conglomerado de color rojizo con niveles de limolita, expuestos en la parte norte de la región y sobre la carretera Cananea-Bacuachi. Tiene una edad del Pleistoceno, tiene interés económico como banco de material de agregados pétreos, donde se explota grava y arena.

La distribución de los tipos de roca que se encuentran representados en el SA se ilustra en la Figura IV.14.

IV.2.2.4 Presencia de fallas y fracturas.

La mayor parte de la región está afectada por una tectónica compresiva y distensiva. Dos fallas regionales están presentes en la cercanía, una desde Ignacio Zaragoza pasando por el Oeste de las Sierras Los Ajos y Buenos Aires hasta La Madera; otra de menor longitud se localiza en el Valle de Moctezuma con alineaciones de Noroeste-Sureste (CONAGUA, 2002).

La estructura geológica más notable en la región está asociada con la intrusión batolítica de edad Cretácico que elevó toda la región al poniente de la Sierra Madre Occidental.

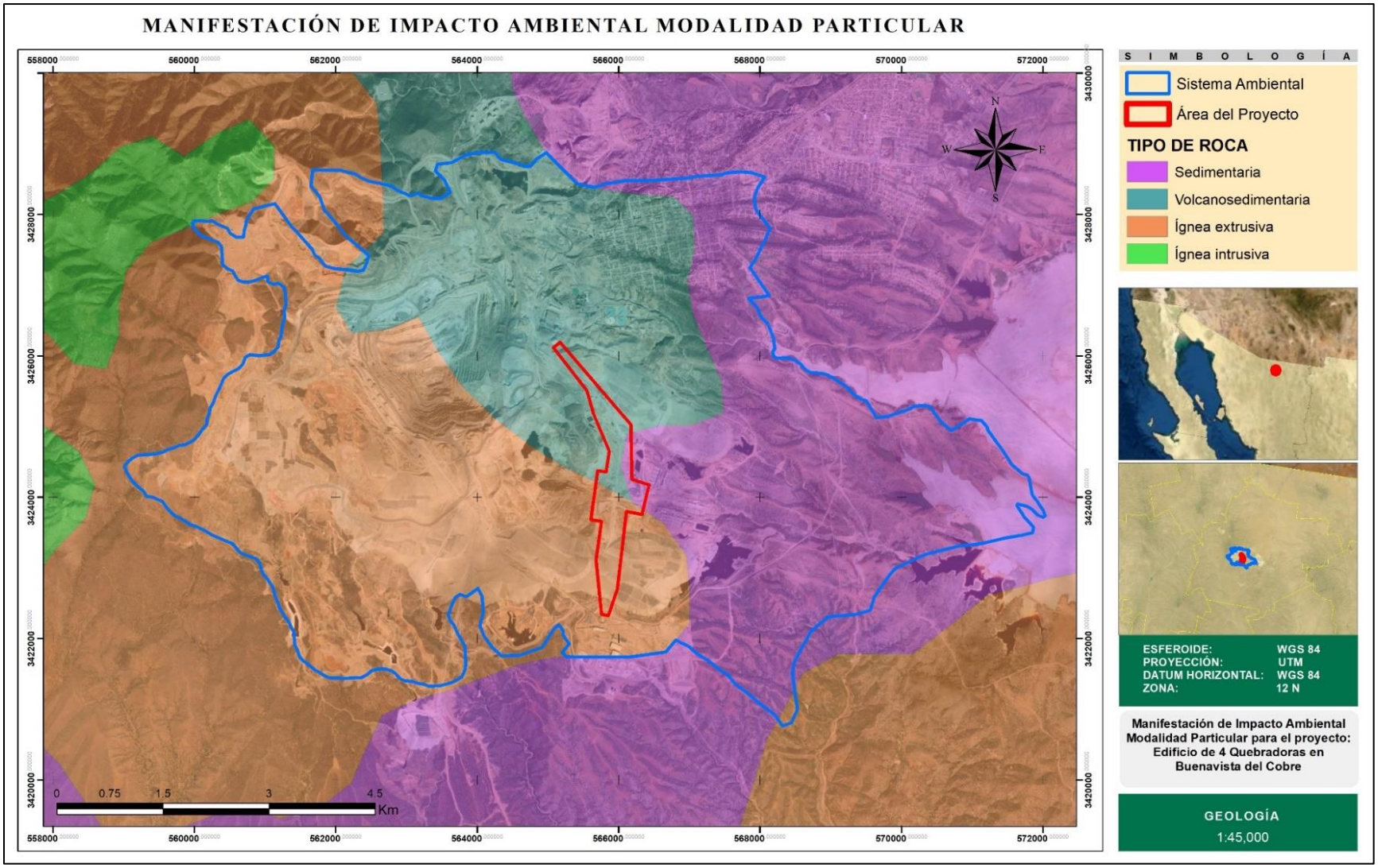


Figura IV.14. Tipos de rocas presentes en el Sistema Ambiental

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, 2002; SGM 1999, 2003). El Valle del Río San Pedro se encuentra afectado por estos eventos, presentando anticlinales y sinclinales en dirección de OesteNoroeste-EsteSureste (CONAGUA, 2002).

La deformación Laramide 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 EsteNoreste-OesteSuroeste que contienen los principales depósitos de pórfidos cupríferos de la Sierra Madre Occidental. Las estructuras más antiguas en el distrito consisten en fallas de poco desplazamiento, orientadas Oeste-Noroeste y Noreste, mismas que localmente proporcionan los diques porfíricos y la mineralización.

IV.2.2.5 Susceptibilidad del sitio del proyecto a sismos, deslizamientos 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.

El SA presenta baja probabilidad de riesgo por sismo, ya que se ubica dentro de la zona de baja sismicidad, donde el riesgo de daños es de nulo a escaso. De igual manera, no existe posibilidad de inundarse debido a la baja pluviosidad de la zona. No obstante, en casos de precipitaciones máximas se pueden generar aumentos de la escorrentía de forma turbulenta y en el volumen arrastrado y con ello la probabilidad del arrastre de sedimentos.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos y la ubicación geográfica de la zona donde se ubica el SA, no se presenta susceptibilidad a fenómenos tales como deslizamientos, derrumbes u otros movimientos de tierra. En el mismo mapa de riesgos se constató la ausencia de algún indicio de actividad volcánica en la región.

IV.2.3 Tipos de suelo.

México es un país con una gran complejidad geológica, en donde existe una gran diversidad de rocas con características y orígenes distintos, lo que dio como resultado diferentes tipos de suelos. De las 28 unidades o categorías de suelo reconocidas por la FAO/UNESCO/ISRIC en 1998, en México se encuentran 25, entre las cuales sobresalen 10 que constituyen el 74% de la superficie del territorio. Cinco de estas variedades cubren casi cuatro quintas partes del territorio nacional: leptosoles, regosoles, calcisoles, feozems y vertisoles (SEDATU, 2014).

Según la base de datos y cartografía de INEGI, dentro del Sistema Ambiental delimitado se encuentran los tipos de suelo que se reportan en la Tabla IV.7.

Tabla IV. 7. Clasificación de los tipos de suelo presentes en el Sistema Ambiental.

ID	CLAVE	DESCRIPCIÓN	TEXTURA	FASE FÍSICA	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
1	Hh	FEOZEM HÁPLICO	MEDIA	GRAVOSA	1648.865	27.266
2	I	LITOSOL	MEDIA	ND	3511.371	58.065
3	Lo	LUVISOL ÓRTICO	MEDIA	PEDREGOSA	573.871	9.490
4	IC	POBLADO	ND	PETROCALCICA	313.222	5.180
TOTAL					**6047.328**	**100.00**

El tipo de suelo con mayor presencia en el SA es el Litosol con una textura media, cubre más del 50% de la superficie total, y con el 27% del SA lo ocupa el tipo de suelo de Feozem háplico. A continuación, se describen cada uno de los diferentes tipos de suelo.

- **LITOSOL**

  Los litosoles o leptosoles (del griego *leptos*, 'delgado') son un suelo con espesor menor a 10 cm y volumen total de menos del 20 % de tierra fina sobre afloramientos rocosos. Son los suelos más abundantes en todo el planeta y aparecen en todas las zonas climáticas, sobre todo en altitudes medias y altas, y zonas fuertemente erosionadas. No suelen ser muy aptos para la agricultura, pero pueden sustentar actividades de pastoreo.

- **FEOZEM HAPLICO**

  Phaeozem o Feozem deriva del griego "*phaios*" que significa oscuro y del ruso "*zemlja*" que significa tierra. Hace alusión al color oscuro del horizonte más superficial debido a su alto contenido en materia orgánica.

  Este tipo de suelos se asocia con regiones de clima suficientemente húmedo para que exista un proceso de "lavado" pero con una estación seca. El clima puede ir de cálido a frío y van de la zona templada a las tierras altas tropicales. El perfil típico es del tipo AhBC donde el horizonte B puede ser de tipo Cámbico o Árgico.

  Los Phaeozems vírgenes soportan una vegetación de matorral o bosque, aunque son muy pocos. Son suelos fértiles y son capaces de soportar una gran variedad de cultivos, tanto de secano como de regadío, así como pastizales. Sus principales limitaciones son las inundaciones y la erosión. Un Phaeozem háplico se caracteriza por no presentar ningún horizonte diagnostico que sea determinante.

- **LUVISOL ÓRTICO**

  El término Luvisol deriva del vocablo latino "*luere*" que significa lavar, haciendo alusión al lavado de arcilla de los horizontes superiores para acumularse en una zona más profunda. Se desarrollan principalmente sobre una gran variedad de materiales no consolidados como depósitos glaciares, eólicos, aluviales y coluviales. Predominan en zonas llanas o con suaves pendientes de climas templados fríos o cálidos, pero con una estación seca y otra húmeda, como el clima mediterráneo.

  Los luvisoles órticos se distinguen por su composición, textura y naturaleza de la roca madre asentándose sobre materiales sueltos derivados de pizarras y cuarzo dioritas en relieves ondulados bajo un pedoclima térmico o xérico.

En la Figura IV.15 se visualiza la distribución de los diferentes tipos de suelo presentes en el sistema ambiental y el área del proyecto, donde es predominante el litosol y una pequeña superficie al sur cubierta por luvisol órtico.

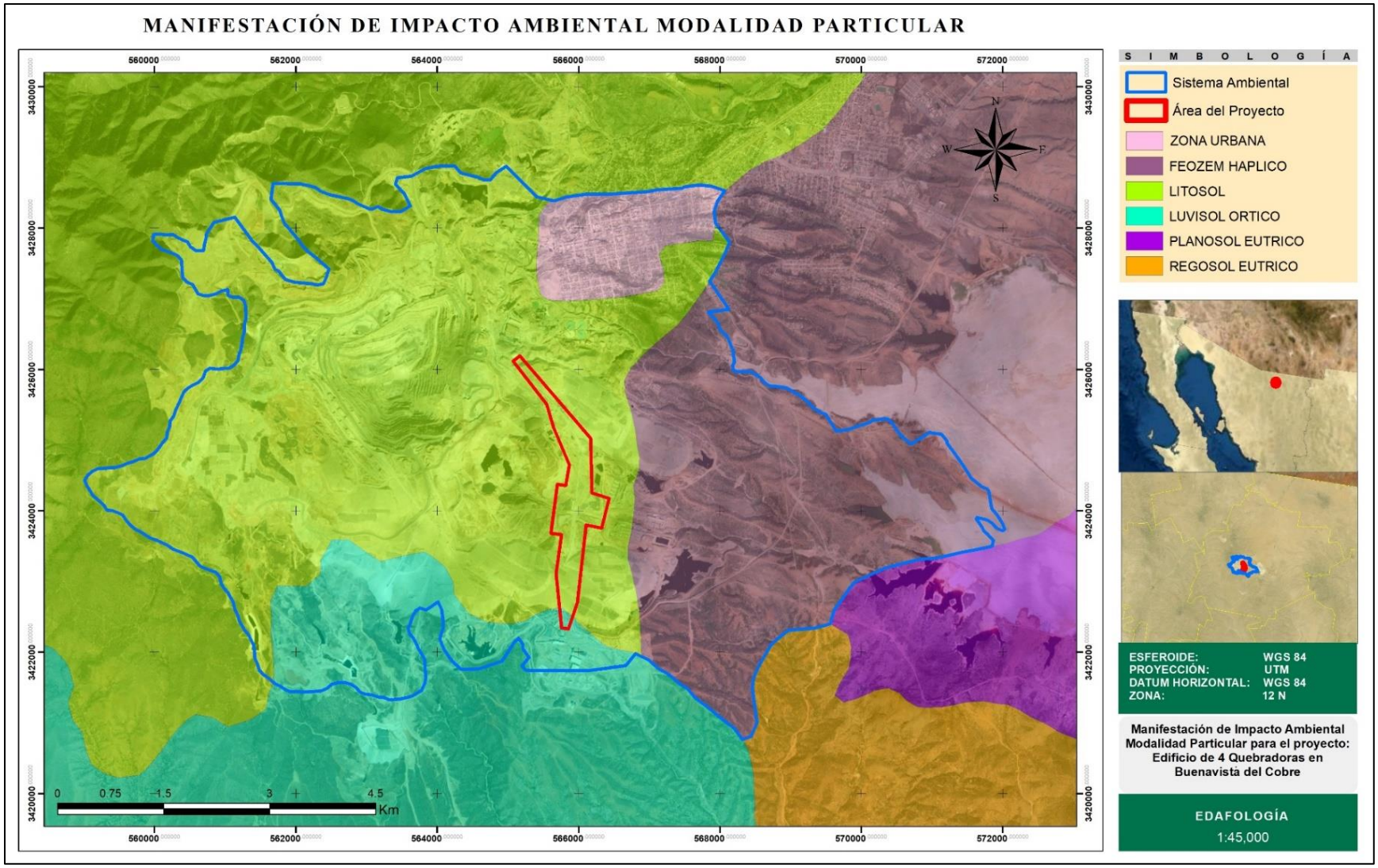


Figura IV. 15. Tipo de suelos presentes en el Sistema Ambiental

IV.2.4 Hidrología superficial.

De acuerdo con la base de datos y cartografía de INEGI, en el SA se encuentran 2 regiones hidrográficas, las cuales pertenecen a la RH 8 Sonora Norte con una superficie de ocupación en el área de estudio de 664.352 ha y la RH 9 Sonora Sur, que representa la mayor parte de la superficie del SA ocupándolo en 5382.976 ha. De igual manera dentro del SA se encuentra presentes las cuencas Rio concepción (RH 8) y la cuenca Sonora sur (RH 9), en las mismas proporciones que las regiones hidrográficas. De igual manera se encuentran las subcuencas Camaguito (222.865 ha), Nogales (1,426.208 ha), y Río Alto Sonora-Río Bacoachi (4,398.254) en donde la subcuenca más presente en el SA con más del 50% de la superficie total es el Río Alto Sonora-Río Bacoachi.

En las siguientes páginas se presentan las Figuras IV.16, IV.17 y IV.18 con las distribuciones las regiones hidrográficas, así como las cuencas y subcuencas presentes en el Sistema Ambiental y en el área del proyecto.

IV.2.4.1 Embalses y cuerpos de agua cercanos (lagos, presas, etc.).

No existen cuerpos continentales en el SA, ni en el sitio del proyecto. Los cuerpos de agua identificados como represos se han construido para el proceso minero, asociados a la lixiviación en terreros (de mineral ROM y mineral triturado), así como la presa de jales, en donde se manejan y recirculan importantes volúmenes de agua de los procesos metalúrgicos.

IV.2.4.2 Calidad del agua.

El total de las aguas residuales generadas en la cabecera y el municipio de Cananea se concentran más del 70 % en la actual presa de jales, que se ubica en la Cuenca del 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, Buenavista del Cobre, realiza cada dos años un muestreo para definir la calidad del agua en las partes bajas de la Cuenca del Río Sonora, con el objeto de presentárselos 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. La toma de muestras y su análisis han sido realizados por el Laboratorio Analítica del Noroeste, el cual cuenta con registro de laboratorio certificado ante la Entidad Mexicana Acreditación (EMA). Los parámetros que se han determinado son: pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, magnesio (Mg), cobre (Cu), níquel (Ni), arsénico (As), plomo (Pb), zinc (Zn), alcalinidad total expresada como ($CaCO_3$ eq.), acidez expresada como ($CaCO_3$ eq.), sulfatos (SO_4) y coliformes fecales.

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 de minería del cobre, es la posible disolución de arsénico (As), asociado de manera natural a la mineralización de sulfuros metálicos. La concentración de As disuelto no alcanza el límite 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 y de otros químicos.

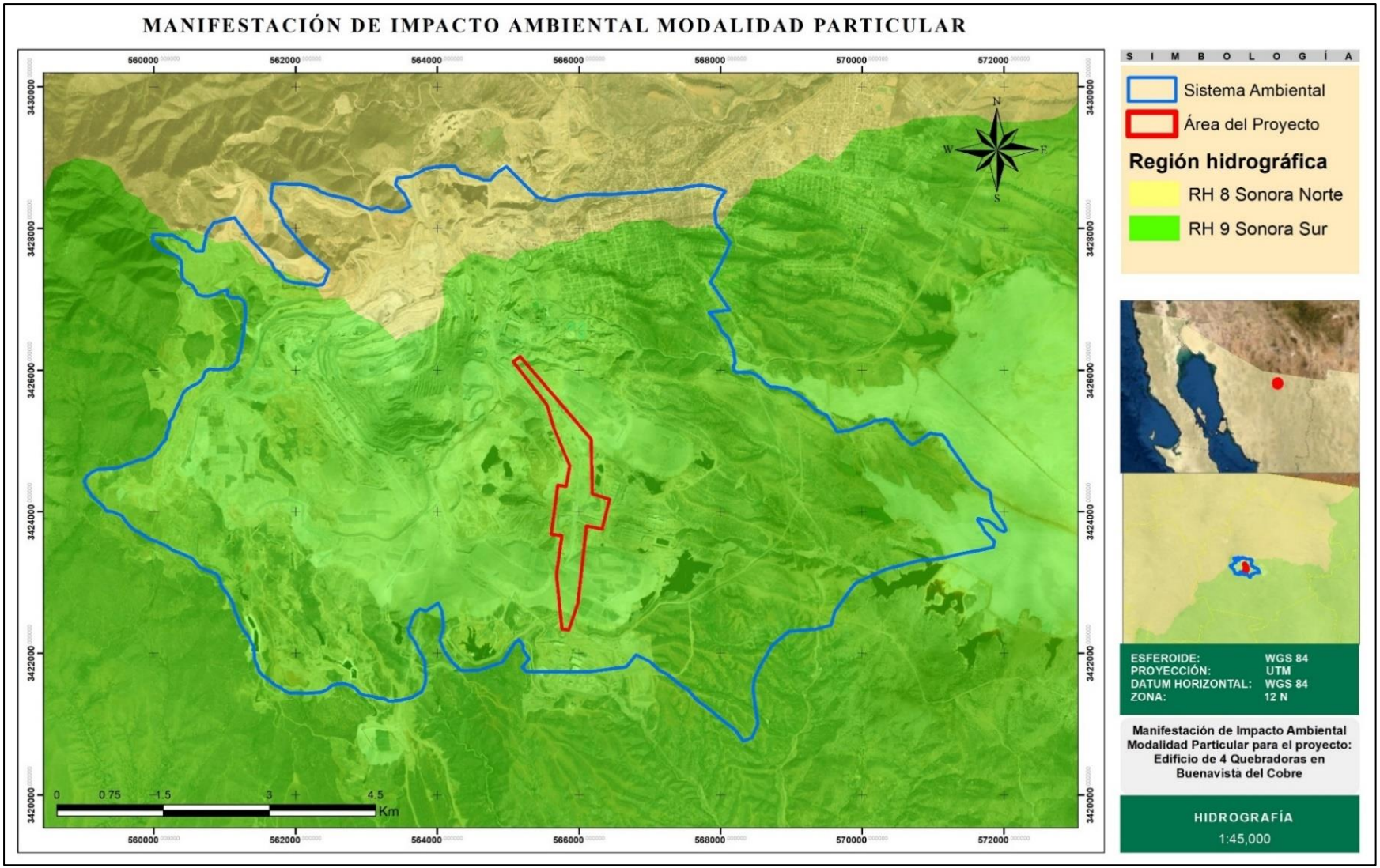


Figura IV. 16. Regiones Hidrológicas presentes en el Sistema Ambiental

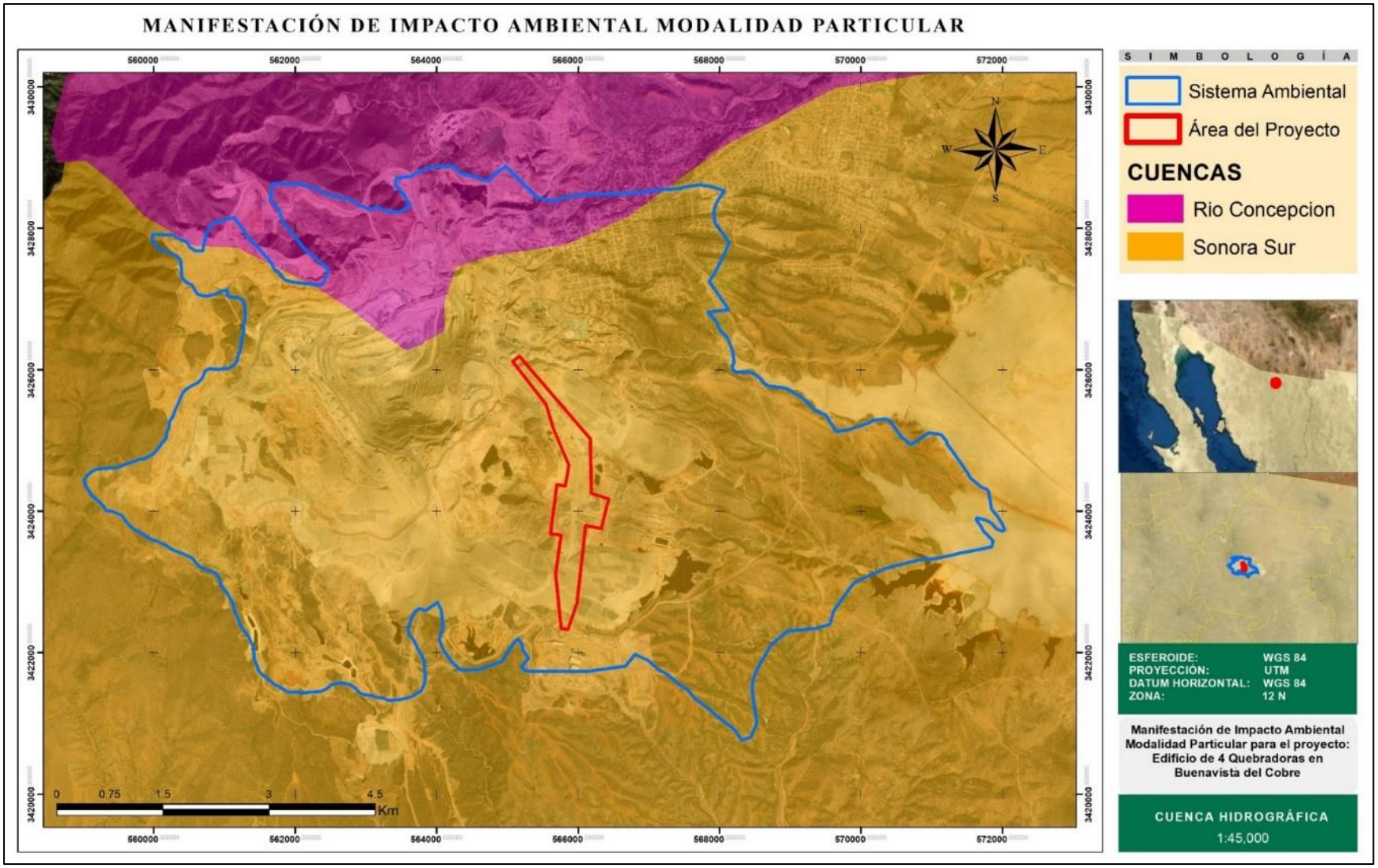


Figura IV. 17. Cuencas hidrológicas presentes en el Sistema Ambiental

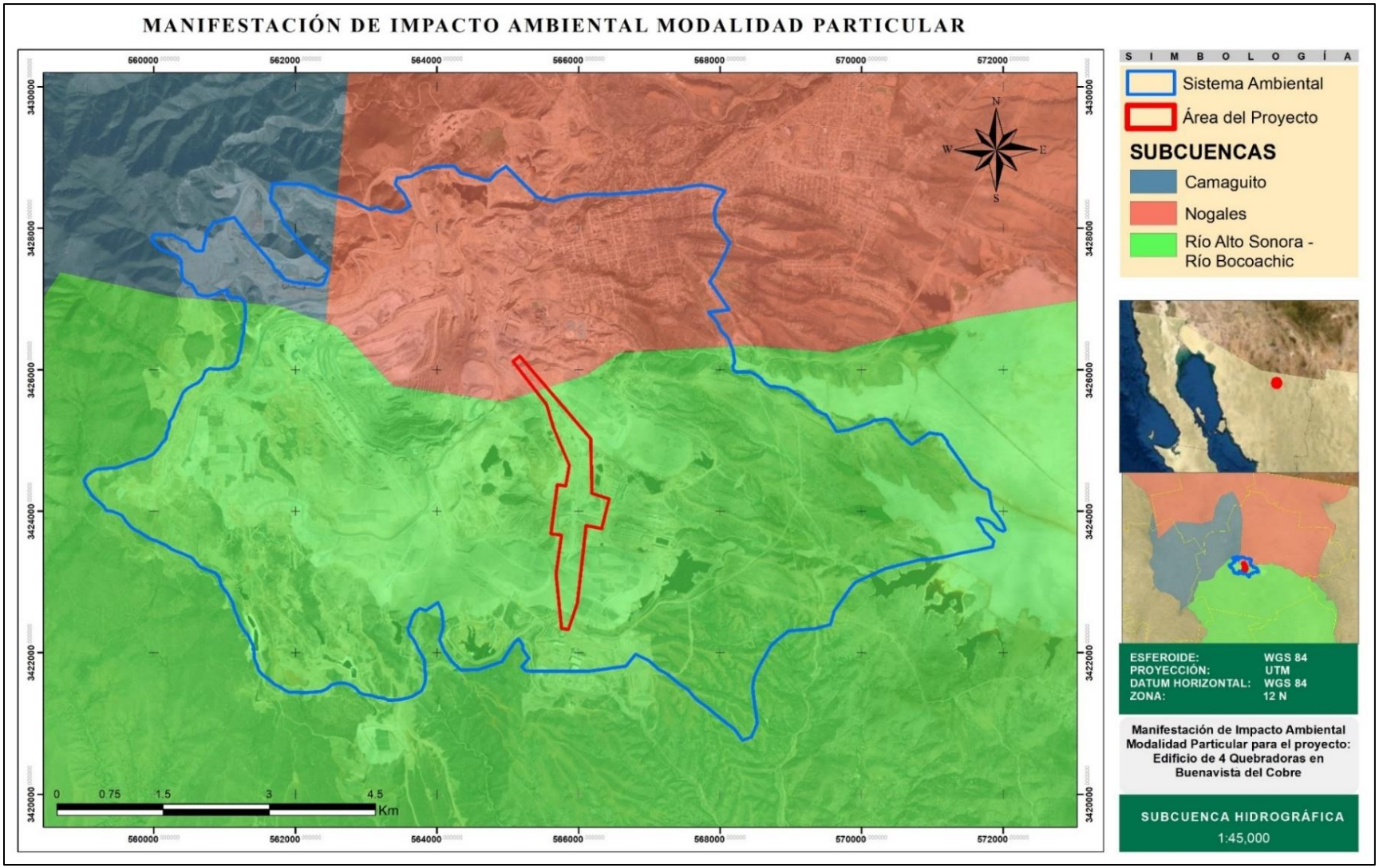


Figura IV. 18. Subcuencas hidrológicas presentes en el Sistema Ambiental.

Los coliformes son bacterias que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y de los alimentos. 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 al NMP/100 ml de 1600 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 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. Estas aguas se reúsan en los diferentes procesos de la empresa minera, recibiendo un tratamiento primario (cloro), y posteriormente se canalizan de nuevo hacia proceso.

IV.2.4.3 Condiciones hidrológicas superficiales en el sitio del proyecto.

Para la determinación del volumen anual de escurrimiento en el sitio del proyecto se calculó para el Sistema Ambiental, con una superficie total de 6,047.328 ha, la precipitación media anual es de 484.5 mm, con una precipitación del mes más lluvioso de 125.7 mm, datos registrados en un período de 59 años (1951-2010), en las estaciones meteorológicas de Nogales (DGE), Bacoachi y El Fresnal (IMURIS). El coeficiente de escurrimiento se calculó para cada tipo de vegetación a partir de la precipitación del mes más lluvioso y el gasto medio escurrido. Considerando los datos anteriores, se concluye que en el área del Sistema Ambiental se tiene un escurrimiento medio anual de 17,425,291.05 m^3 anuales. Los resultados se presentan en la Tabla IV.8.

Tabla IV. 8. Escurrimiento medio anual por tipo de vegetación en el Sistema Ambiental.

NO.	TIPO DE VEGETACIÓN	ÁREA (ha)	ÁREA (m^2)	pp MEDIA ANUAL (m)	COEFICIENTE "C"	ESCURRIMIENTO (m^3/año)
1	SIN VEGETACIÓN APARENTE	4093.68	40,936,810.0	0.4845	0.69	13,703,739.35
2	AGUA	90.96	909,620.0	0.4845	-	-
3	PASTIZAL NATURAL	965.44	9,654,350.0	0.4845	0.39	1,814,977.74
4	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	484.03	4,840,260.0	0.4845	0.26	602,434.93
5	URBANO CONSTRUIDO	413.22	4,132,240.0	0.4845	0.65	1,304,139.02
TOTAL		**6,047.33**	**60,473,280.0**	--	--	**17,425,291.05**

IV.2.5 Geohidrología e Hidrología subterránea.

IV.2.5.1 Condiciones geohidrológicas subterráneas en el sitio del proyecto.

Dentro de la superficie del SA se encuentran tres diferentes acuíferos, cuyos principales datos se presentan en la Tabla IV.9, donde se aprecia que el acuífero que ocupa más del 60% de la superficie total del SA es el Rio Bacoachi con 3,699.513 ha. La Figura IV.19 contiene la representación de la distribución de los diferentes acuíferos en el Sistema Ambiental, así como en el área del proyecto

Tabla IV. 9. Descripción de los acuíferos presentes en el Sistema Ambiental.

NO.	CLAVE	NOMBRE	DISPONIBILIDAD	DISP hm³	FECHA (DOF)	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
1	2627	Río Bacoachi	Sin disponibilidad	-4.18268	17 de sep de 2020	3699.513	61.176
2	2628	Río Bacanuchi	Sin disponibilidad	-0.0389	17 de sep de 2020	2301.592	38.060
3	2616	Río San Pedro	Sin disponibilidad	-6.9789	17 de sep de 2020	46.223	0.764
TOTAL						**6047.328**	**100.00**

IV.2.5.2 Censo de aprovechamiento de aguas subterráneas.

El aprovechamiento del agua subterránea en las cuencas Norte y Sur de las instalaciones de la empresa Buenavista del Cobre, 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 Mm^3 en 1944 a 32.6 Mm^3, en 2010. Siendo desde entonces la actividad minera la principal usuaria del recurso hidráulico subterráneo en el área (Buenavista del Cobre, 2011).

De acuerdo con el censo realizado en el 2005, en el acuífero Río Bacanuchi, se registró la existencia de un total de 26 aprovechamientos de aguas subterráneas, de los cuales 17 son pozos y los 9 restantes norias. Del total de aprovechamientos, 21 se encuentran activos y los 5 restantes inactivos. El volumen de extracción calculado es de 4.1 hm^3 anuales, de los cuales 2.8 hm^3 (68.3 %) se destina al uso pecuario, 0.7 hm^3 (17.1 %) al uso doméstico; 0.4 hm^3 al uso agrícola (9.7 %) y los 0.2 hm^3 restantes (4.9%) satisfacen las necesidades del sector industrial.

De acuerdo con la información del Registro Público de Derechos del Agua (REPDA, 2010), existen en el acuífero Río Bacoachi un total de 353 aprovechamientos del agua subterránea, de los cuales 135 son pozos y los 218 restantes norias.

En conjunto, el volumen de extracción asciende a 13.9 hm^3 anuales, de los cuales 6.2 hm^3 (44.6%) se destinan al uso agrícola, 7.2 hm^3 más (51.8%) para satisfacer las necesidades del uso doméstico-abrevadero y los 0.5 hm^3 restantes (3.6 %) para dotación de agua potable a las comunidades de la región.

De acuerdo con los resultados reportados en el último censo realizado en el año 2000, existen en el acuífero Río San Pedro un total de 200 obras que aprovechan las aguas subterráneas en el Valle del Río San Pedro, de los cuales el 34% es destinado a uso ganadero, el 27% a uso agrícola, 30% a uso industrial, 6% a uso doméstico-abrevadero, 1% a uso recreativo y 2% destinado a otros usos. En volumen de extracción conjunto estimado asciende a los 22.3 hm^3 anuales, de los cuales 5.1 hm^3 (22.9%) se destinan a las actividades agrícolas, 5.3 (23.8%) al abastecimiento público-urbano, 10.5 más (47.0%) para el sector industrial y los 1.4 hm^3 restantes (6.3%) para satisfacer las necesidades del uso doméstico-abrevadero.

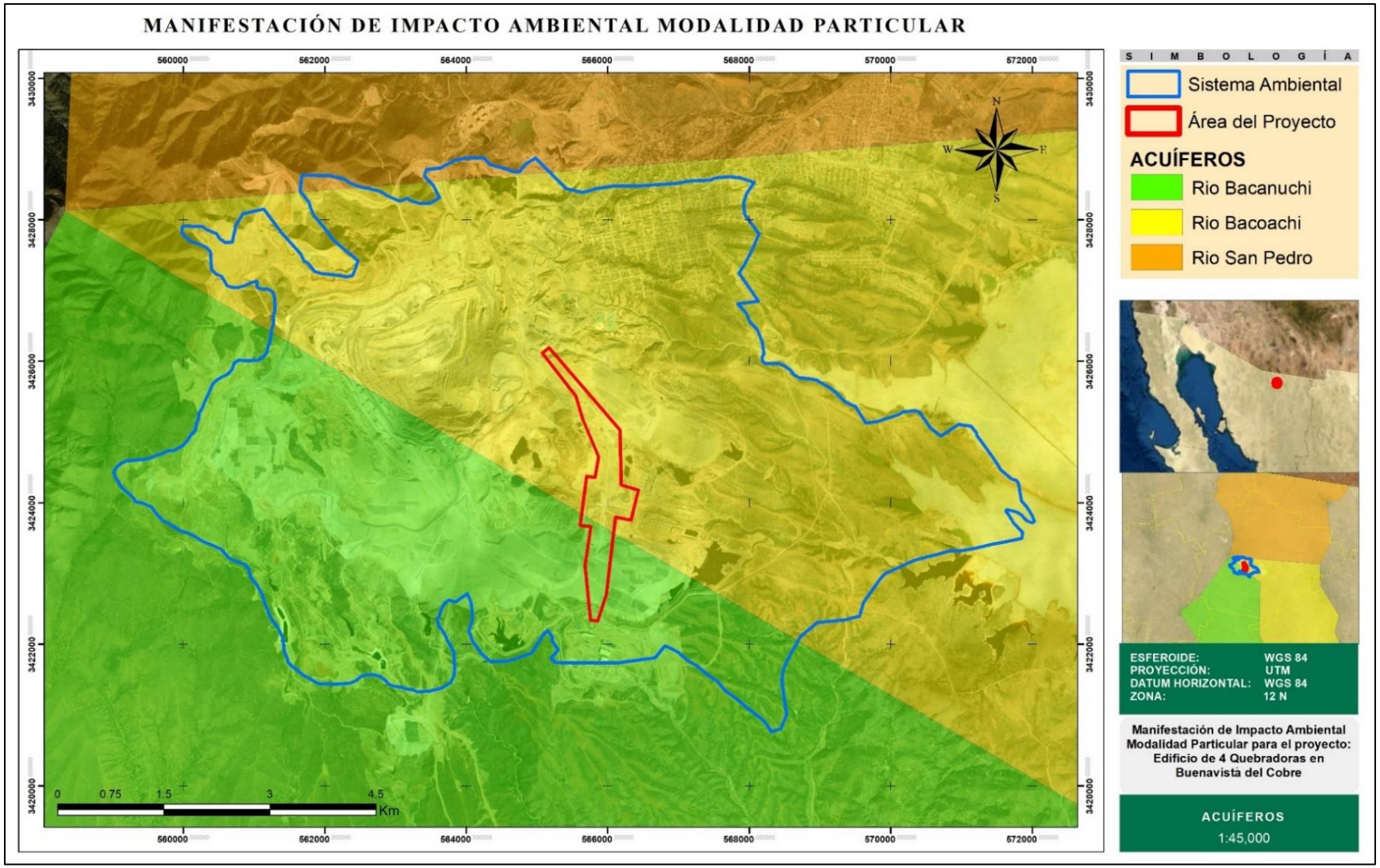


Figura IV. 19. Sistema de Acuíferos presentes en el Sistema Ambiental

IV.2.5.3 Análisis de calidad de agua.

Como parte del estudio realizado en el 2005 en el acuífero Río Bacanuchi, se tomaron muestras de agua en 10 aprovechamientos y una en la descarga del Arroyo Milpillas, para su análisis fisicoquímico correspondiente. Las determinaciones incluyeron iones mayoritarios, temperatura, conductividad eléctrica, pH, Nitratos, dureza total y sólidos totales disueltos.

Tomando en cuenta los resultados de los análisis fisicoquímicos, los valores de Sólidos Totales Disueltos (STD) varían de 678 a 1,299 mg/l como máximo. En cuanto a la conductividad eléctrica, el agua se clasifica de manera general como dulce, de acuerdo al criterio establecido por la American Potability and Health Asociation (APHA, 1995) ya que sus valores varían de 370 a 1640 µS/cm.

En general, el rango de pH se mantiene ligeramente por encima de la neutralidad, la mayoría de las muestras analizadas corresponden con valores de pH en el rango de 7 a 8.3, lo que indica que en general para toda el área de estudio el agua es ligeramente alcalina, es decir, la presencia de carbonatos en la zona de estudio muestra un claro predominio sobre el contenido de sulfatos en el agua.

De acuerdo con la clasificación de Piper, la familia de agua predominante es la bicarbonatada sódica, que representa agua de reciente infiltración que ha circulado a través de rocas volcánicas principalmente.

Tomando en cuenta los resultados de los análisis fisicoquímicos de las 8 muestras de agua en el acuífero Río Bacoachi, se puede observar que los valores de Sólidos Totales Disueltos (STD) varían de 470 a 700 mg/l. En cuanto a la conductividad eléctrica, el agua es dulce, de acuerdo al criterio establecido por la American Potability and Health Asociation (APHA, 1995), ya que sus valores varían de 404 a 1040 µS/cm.

Con respecto a la temperatura del agua muestreada, se registraron valores de 21.5 a 36.2 °C, los más altos posiblemente están asociados a fuentes termales.

Todos los valores de pH en el área del acuífero se encuentran entre los Límites Máximos Permisible, de 6.5 – 8.5, que marca la Norma Oficial Mexicana para el agua destinada al consumo humana, ya que se registran valores de 6.8 a 7.7, que representa agua ligeramente alcalina en la que existe predominio en el contenido de carbonatos, con respecto a los sulfatos. De acuerdo con la clasificación de Piper, la familia de agua predominante es la bicarbonatada sódica, que representa agua de reciente infiltración que ha circulado a través de rocas volcánicas principalmente.

De acuerdo con los resultados de los análisis de las muestras de agua tomadas en el año 2000 en el acuífero Río San Pedro, es posible observar que en general en la mayor parte del valle predominan concentraciones de Sólidos Totales Disueltos (STD) menores de 500 mg/l; las menores concentraciones de este rango se presentan en la porción centro sur del acuífero, incrementándose ligeramente hacia el norte, hasta llegar a la línea fronteriza.

De esta manera, se puede identificar que las zonas de recarga corresponden a las partes altas que bordean el valle mientras que la zona de descarga corresponde a la zona ribereña del río San Pedro y la porción

centro norte de la cuenca. La excepción a este esquema de flujo lo constituye un pozo situado al oriente del área que registra un valor de 600 mg/l de STD, así como la zona del Barrilito que con una concentración de 1100 mg/l que puede tener su origen en focos puntuales de contaminación. La zona de Ojo de Agua, con valores de 590 mg/l de STD, parece constituir un sistema hidráulico subterráneo diferente al del valle del río San Pedro.

IV.2.5.4 Disponibilidad de agua subterránea.

Las condiciones de los tres acuíferos presentan una negativa en la disponibilidad de agua, lo cual se detalla en los siguientes párrafos.

- **Río Bacoachi**

El acuífero Río Bacoachi, definido con la clave 2627 del Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se ubica en la porción norte del estado de Sonora, entre en las coordenadas 30° 18’ y 31° 01’ de latitud norte, y 109° 45’ y 110° 21’ de longitud oeste, cubriendo una superficie de 2324 km².

Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 28,282,680 m^3 anuales, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del 20 de febrero del 2020.

De acuerdo con la CONAGUA el acuífero indica que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; por el contrario, el déficit es de 4, 182, 680 m^3 anuales que se están extrayendo a costa del almacenamiento no renovable del acuífero.

- **Río Bacanuchi**

El acuífero Río Bacanuchi, definido con la clave 2628 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la porción norte del Estado de Sonora, entre las coordenadas geográficas 30° 18’ y 30° 59’ de latitud norte, y 110° 05’ y 110° 34’ de longitud oeste, cubriendo una superficie de 1,776 km².

Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 12,938,900 m^3 anuales, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del 20 de febrero del 2020.

De acuerdo con la CONAGUA el acuífero indica que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; por el contrario, el déficit es de 38,900 m^3 anuales que se están extrayendo a costa del almacenamiento no renovable del acuífero.

- **Río San Pedro**

El acuífero Río San Pedro, definido con la clave 2616 del Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se ubica en el extremo norte del estado de Sonora, limitando al norte con la línea que define la frontera con los EUA, al oeste con los acuíferos Río Santa Cruz y Cuitaca, al este con el acuífero Río Agua Prieta y al sur con el acuífero Río Bacoachi.

Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 30,978,900 m^3 anuales, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del 20 de febrero del 2020.

De acuerdo con la CONAGUA el acuífero indica que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; por el contrario, el déficit es de 6,978,900 m^3 anuales que se están extrayendo a costa del almacenamiento no renovable del acuífero.

IV.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS ASPECTOS BIÓTICOS.

Rzedowski (1978) define la vegetación como el "conjunto de plantas que habitan en una región, analizado desde el punto de vista de las comunidades bióticas que la forman". 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 topografía y la misma influencia que el ser humano ha tenido sobre el medio. 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.

Según la base de datos del INEGI, en el Uso de Suelo y Vegetación serie VI, en el SA se pueden encontrar cinco categorías, como se muestra en la Tabla IV.10.

Tabla IV. 10. Usos de suelo y vegetación presentes en el Sistema Ambiental.

NO.	CLAVE	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
1	DV	SIN VEGETACIÓN APARENTE	4093.681	67.694
2	H2O	AGUA	90.962	1.504
3	PN	PASTIZAL NATURAL	965.435	15.965
4	VSa/BQ	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	484.026	8.004
5	AH	URBANO CONSTRUIDO	413.224	6.833
TOTAL			**6,047.328**	**100.000**

En la Figura III20 (página siguiente) se puede observar la distribución de los usos de suelo y tipo de vegetación que se presenta en el área del proyecto y en el SA.

IV.3.1 Perfil de vegetación.

Las condiciones climáticas y morfológicas del estado, así como la ubicación geográfica, propician la existencia de una amplia diversidad de comunidades vegetales, consecuencia de la multiplicidad de hábitats, por lo que es posible encontrar desde la vegetación de zonas áridas hasta aquellas que es característica de los bosques de zonas templadas. La descripción de estas comunidades vegetales se hará de acuerdo a su predominancia en cada una de las provincias fisiográficas de la entidad.

Como consecuencia del diferencial de alturas existente en esta parte de la entidad, se tiene la presencia de agrupaciones vegetales como el pastizal natural, en las zonas bajas, caracterizado por la predominancia de especies graminoides, mientras en las regiones elevadas y frías se distribuyen ampliamente los bosques de pino, encino y táscate. También se encuentran pequeñas áreas de pastizal inducido, mismo que surge espontáneamente al ser eliminada la vegetación natural.

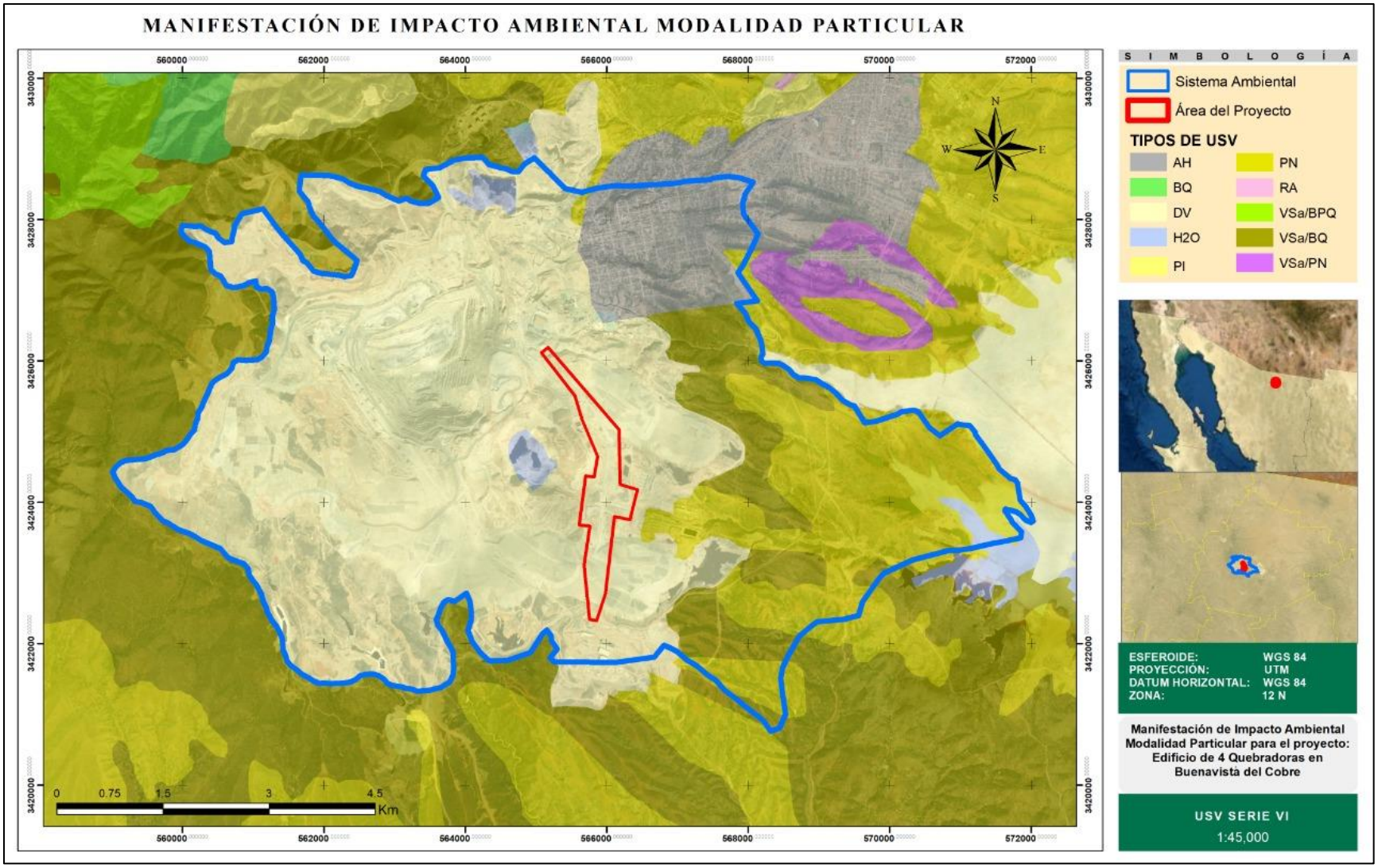


Figura IV. 20. Uso de Suelo y Vegetación presentes en el Sistema Ambiental (las claves se pueden consultar en la Tabla IV.10).

IV.3.1.1 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, de acuerdo con la carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI, se encuentra dentro de la superficie sin vegetación aparente, sin embargo, de acuerdo a la visita de campo, se observó que existen pequeñas áreas con vegetación de especies invasoras y una pequeña porción de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino.

Cabe señalar que el área a impactar (146.922 ha) ya se encuentra afectada por la misma actividad minera y la pequeña porción con cobertura vegetal existente (**2.022 ha**) corresponde en su mayoría de especies invasoras y comunes de áreas perturbadas.

La bibliografía (Shreve y Wiggins, 1964; Rzedowski, 1978; Henrickson y Johnston, 1997; Lomolino *et al.*, 2005) menciona, que, para el Sistema Ambiental (SA), se pueden encontrar un total de 64 especies botánicas de las cuales pertenecen a 22 Familias; de las cuales se encontraron en total 11 especies, pertenecientes a seis familias botánicas dentro del área del proyecto y 14 especies pertenecientes a siete familias para el SA, en la cual destacó la familia de las Fabaceae, por la cantidad de individuos presentes.

En la Tabla IV.11 se presenta el listado de especies encontradas en el SA y en la Tabla IV.12 se presenta el listado de vegetación en el sitio del proyecto.

Tabla IV. 11. Listado de las especies de flora encontradas en el Sistema Ambiental.

NO.	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
1	Asparagales	Asparagaceae	*Agave sp.*	Agave
2	Asparagales	Asparagaceae	*Dasylirion wheeleri*	Serrucho
3	Asterales	Asteraceae	*Baccharis sarothroides*	Romerillo
4	Asterales	Asteraceae	*Xanthium strumarium*	Caudillo
5	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia phaecantha*	Nopal
6	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia spinosior*	Síbiri
7	Pinales	Cupressaceae	*Juniperus deppeana*	Sabino
8	Ericales	Ericaceae	*Arctostaphylos pungens*	Manzanita
9	Fabales	Fabaceae	*Acacia constricta*	Chaparro prieto
10	Fabales	Fabaceae	*Mimosa dysocarpa*	Mezquitillo
11	Fabales	Fabaceae	*Prosopis velutina*	Mezquite
12	Fagales	Fagaceae	*Quercus emoryi*	Encino Prieto
13	Poales	Poaceae	*Bouteloua curtipendula*	Banderilla
14	Poales	Poaceae	*Digitaria californica*	Zacate Punta Blanca

Tabla IV. 12. Listado de las especies de flora encontradas en el Área del proyecto agrupadas por estrato.

NO.	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTRATO
1	Asterales	Asteraceae	*Baccharis sarothroides*	Romerillo	Arbustiva
2	Asterales	Asteraceae	*Xanthium strumarium*	Caudillo	Arbustiva
3	Ericales	Ericaceae	*Arctostaphylos pungens*	Manzanita	Arbustiva
4	Fabales	Fabaceae	*Acacia constricta*	Chaparro prieto	Arbustiva

NO.	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTRATO
5	Fabales	Fabaceae	*Mimosa dysocarpa*	Mezquitillo	Arbustiva
6	Fabales	Fabaceae	*Prosopis velutina*	Mezquite	Arbustiva
7	Fagales	Fagaceae	*Quercus emoryi*	Encino Prieto	Árboreo
8	Malvales	Malvaceae	*Sphaeralcea coulteri*	Malva	Herbácea
9	Poales	Poaceae	*Bouteloua curtipendula*	Banderilla	Herbácea
10	Poales	Poaceae	*Digitaria californica*	Zacate Punta Blanca	Herbácea
11	Solanales	Solanaceae	*Nicotiana glauca*	Palo loco	Arbustiva

IV.3.1.2 Formas vitales.

La flora de México presenta una gran diversidad de tipos morfológicos de plantas, conocidos como formas biológicas o formas vitales. Estos estratos (árboles, arbustos, trepadoras, etc.), pueden ser un indicador del acoplamiento de la planta al medio en que viven (Rzedowski, 1978). La bibliografía indica que se pueden encontrar en el sitio dos formas de vida para el sito (herbáceas y arbustivas), pero en el lugar del proyecto se observaron y dividieron en tres formas vitales, siendo las arbustivas la de mayor riqueza con siete especies del total encontrado, seguido de las herbáceas con tres especies y finalizando con las arbóreas con una sola especie; quedando sin representación las especies trepadoras y epifitas. La Tabla IV.13 presenta los porcentajes de las tres formas vitales representadas en el predio del proyecto.

Tabla IV. 13. Número de especies de flora encontradas en los diferentes estratos en el sitio del proyecto.

ESTRATOS	NÚMERO DE ESPECIE	PORCENTAJE
Arbórea	1	9.1 %
Arbustiva	7	63.6 %
Herbácea	3	27.3 %

IV.3.1.3 Características estructurales.

En la Tabla IV.14 se presentan los resultados del cálculo del Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE) por estratos, cabe mencionar que se optó por expresar el IVIE en una escala del 0 al 100% para una mejor interpretación de los valores obtenidos, además en los Anexos 4 y 5 del presente estudio se presentan las memorias de cálculo de IVIE para las dos unidades de análisis (Sistema Ambiental y Área del proyecto).

Tabla IV. 14. Índices de Importancia Ecológicos para las especies registradas en el estrato arbóreo.

No	NOMBRE CIENTÍFICO	Individuos	Densidad absoluta (Ind/ha)	Densidad relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia Ecológico	IVIE %
1	*Nicotiana glauca*	1	5.00	3.85	0.13	20.00	0.06	3.42	27.27	9.09
2	*Prosopis velutina*	2	10.00	7.69	0.13	20.00	0.10	6.16	33.85	11.28
3	*Quercus emoryi*	23	115.00	88.46	0.38	60.00	1.50	90.42	238.89	79.63
TOTAL		**26.00**	**130.00**	**100.00**	**0.63**	**100.00**	**1.65**	**100.00**	**300.00**	**100.00**

De acuerdo con los datos obtenidos que se presentan en la tabla anterior, se observa que la especie mayor representada en este estrato es *Quercus emoryi* la cual presentó un IVIE de 79.63%, definiendo en gran proporción la estructura de la vegetación del área de estudio.

Cabe señalar que dentro del área a impactar se encontraron especies presentes en el estrato arbóreo como en el arbustivo, esto de acuerdo a su Diámetro Normal.

De acuerdo con FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018), "Manual para trazar la Unidad de Muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas" se consideró como parte del estrato arbóreo a todos los individuos que presentaron un diámetro normal superior a 7.5 centímetros y los individuos identificados con un diámetro normal inferior a 7.5 cm de diámetro se agruparon dentro del estrato arbustivo. Adicionalmente, se consideró la clasificación propuesta por Arozena (2010) “Estructura de la vegetación”. In Metodología y práctica de la Biogeografía (Meaza G, dir.), que clasifica a los arbustos como aquellas plantas con tallo leñoso con alturas menores a 3 m, mientras que las plantas mayores a esta altura son consideradas como árboles.

Por ello, es posible encontrar individuos de la misma especie en el estrato arbóreo y en el estrato arbustivo, pues esta clasificación es independiente de la especie. Así mismo, de acuerdo con la literatura las especies como *Quercus emoryi* y *Nicotiana glauca* pueden presentarse en forma de vida de árbol o arbusto.

De igual manera, se presenta un histograma de frecuencias de alturas de los árboles muestreados por estrato en el Sistema Ambiental y el Área a impactar, con el objetivo de conocer la distribución vertical de las especies.

Estrato arbóreo

Para este estrato, se tomaron datos en 8 sitios de muestreo en la que se registraron 26 individuos de tres especies diferentes, de las cuales ninguna se encuentra en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (Tabla IV.15) que se obtuvo es de 0.43 representando una diversidad baja, debido a que se cuenta con una riqueza específica de 3 individuos, presentando una diversidad máxima de 1.10. En cuanto a la equidad de Pielou, se obtuvo un valor de equidad bajo de 0.39, lo que indica la ausencia de uniformidad.

Tabla IV. 15. Índices de diversidad en el estrato arbóreo.

Riqueza específica (S)	3.00
Índice de Shannon-Wiener (H)	0.43
Diversidad máxima (H máx.)	1.10
Equidad de Pielou (J)	0.39
Diferencia entre diversidad	0.67

Con respecto a la distribución vertical de las especies las Figura IV.21 y IV.22 (página siguiente) presentan gráficamente la distribución de las alturas alcanzadas por las distintas especies en el estrato arbóreo, para el área a impactar y para el SA, en los ocho sitios muestreados.

Como se puede observar en la Figura IV.21, la especie con mayor abundancia de este estrato y en esta área, es *Quercus emoryi*, siendo esta también, la especie que presenta mayor número de frecuencias y alturas más altas en el estrato, que van desde las más bajas hasta las más altas que alcanzan hasta 7 metros. Mientras que, las dos especies restantes, presentan una frecuencia muy baja en alturas, debido a que se tuvo un registro bajo de individuos por especie.

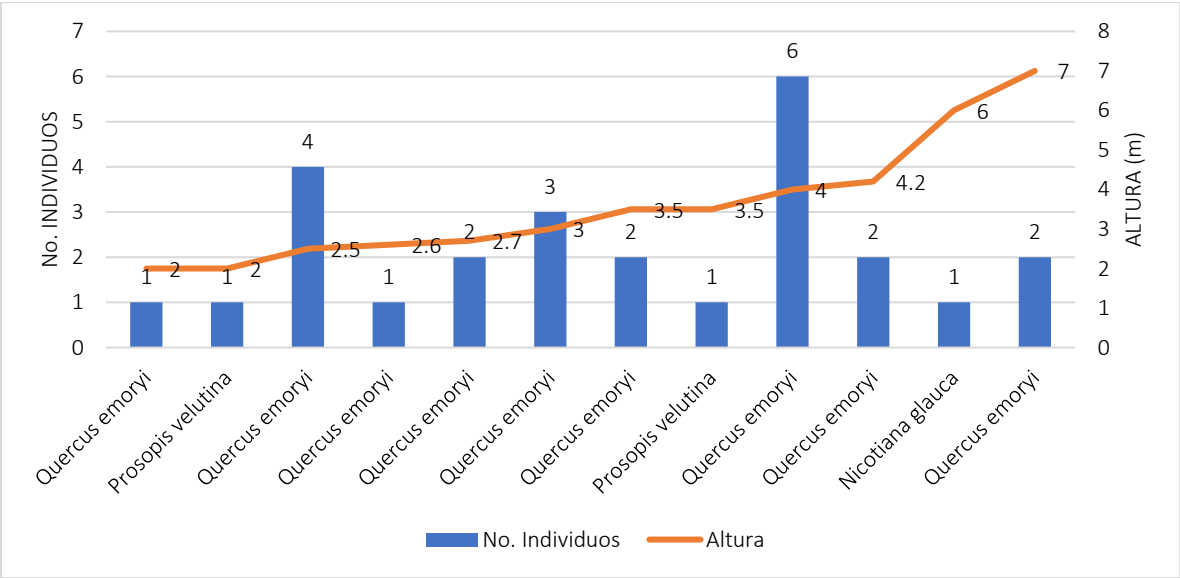


Figura IV. 21. Histograma de frecuencias de las especies muestreadas en el estrato arbóreo del área a impactar, en los ocho sitios de muestreo.

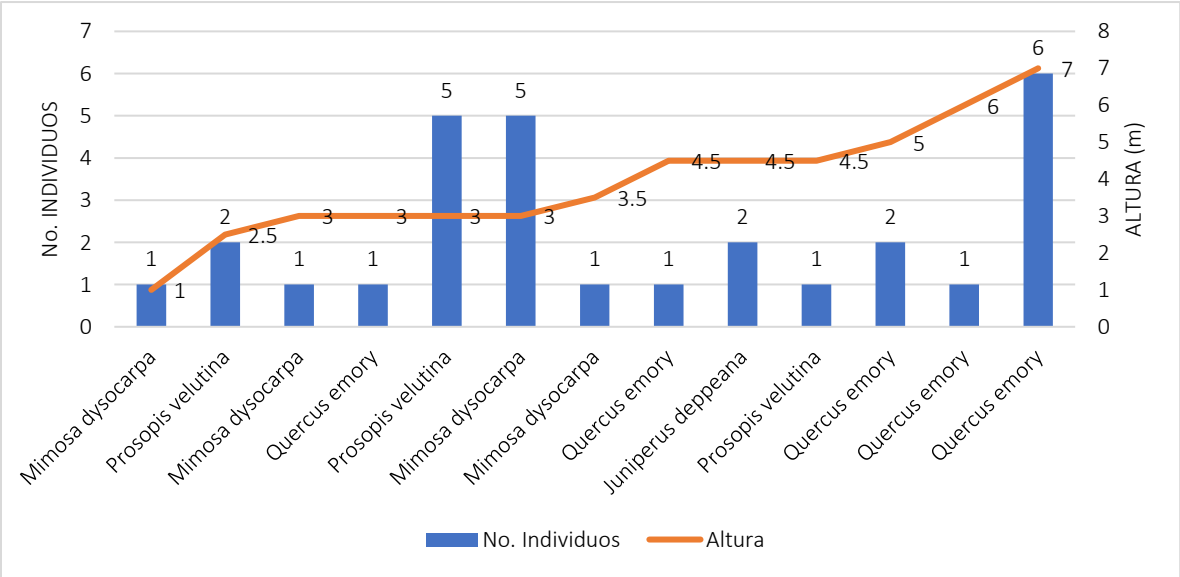


Figura IV. 22. Histograma de frecuencias de las especies muestreadas en el estrato arbóreo del SA, en los ocho sitios muestreados.

En comparación con la riqueza de especies del área a impactar y el tipo de estrato, el Sistema Ambiental presenta una mayor diversidad, siendo *Quercus amoryi*, también la especie que presenta mayor número de frecuencias y alturas máximas, así como número de individuos por altura; seguido de *Mimosa dysocarpa* y *Prosopis velutina*, con cuatro y tres frecuencias en alturas, respectivamente, aunque con alturas bajas y medias con respecto al estrato en general, presentando, de igual manera altos números de individuos por altura, sin embargo, por debajo de *Quercus emoryi*.

Estrato arbustivo

Para este estrato, se obtuvieron datos en 8 sitios de muestreo donde se registraron 125 individuos distribuidos en 6 especies diferentes, el IVIE correspondiente se presenta en la Tabla IV.16.

Tabla IV. 16. Índices de importancia ecológica para las especies registradas en el estrato arbustivo.

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	Individuos	Densidad absoluta (Ind/ha)	Densidad relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia	IVIE %
1	*Acacia constricta*	4	254.71	3.20	0.13	9.09	509.42	3.77	16.06	5.35
2	*Arctostaphylos pungens*	1	63.68	0.80	0.13	9.09	98.70	0.73	10.62	3.54
3	*Baccharis sarothroides*	33	2101.38	26.40	0.38	27.27	3438.61	25.44	79.11	26.37
4	*Mimosa dysocarpa*	1	63.68	0.80	0.13	9.09	38.21	0.28	10.17	3.39
5	*Nicotiana glauca*	44	2801.83	35.20	0.38	27.27	6447.40	47.69	110.16	36.72
6	*Quercus emoryi*	42	2674.48	33.60	0.25	18.18	2986.50	22.09	73.87	24.62
TOTAL		**125.00**	**7959.76**	**100.00**	**1.38**	**100.00**	**13518.85**	**100.00**	**300.00**	**100.00**

De acuerdo con los datos obtenidos que se presentan en la tabla anterior, se observa que la especie mayormente representada en este estrato es *Nicotiana glauca* la cual presentó un IVIE de 36.72%, seguida de *Baccharis sarothroides* (26.37%), y *Quercus emoryi* (24.62%), siendo las más dominantes en frecuencia, cobertura y densidad, con lo que definen en gran proporción la estructura de la vegetación del área de estudio.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener que se obtuvo es de 1.27 valor que representa una diversidad baja, debido a que se cuenta con una riqueza específica de 6 individuos, con una diversidad máxima de 1.79. En cuanto a la equidad de Pielou, se obtuvo un valor de equidad medio de 0.71, lo que indica que todas las especies son igualmente abundantes (Tabla IV.17).

Tabla IV. 17. Índices de diversidad en el estrato arbustivo.

Riqueza específica (S)	6.00
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.27
Diversidad máxima (H máx.)	1.79
Equidad de Pielou (J)	0.71
Diferencia diversidad	0.52

Con respecto a la distribución vertical de las especies las Figura IV.23 y IV.24 (página siguiente) presentan gráficamente la distribución de las alturas alcanzadas por las distintas especies en el estrato arbustivo, para el área a impactar y para el SA, en los ocho sitios muestreados.

Como puede observarse, la riqueza de especies es superior con respecto al estrato arbóreo en la misma área. En el estrato arbustivo las frecuencias en alturas están distribuida más equitativamente, las especies con mayor frecuencia son *Nicotiana glauca* y *Baccharis sarothroides*, ambas con tres frecuencias en alturas, siendo la primera de estas con la altura más elevada del estrato, sin embargo también presenta las alturas más bajas y con un mayor número de individuos en estas frecuencias, ambas especies presentan alturas bajas y medias en promedio; seguidos de *Quercus emoryi* con dos frecuencias, siendo una de estas frecuencias el que cuenta con el mayor número de individuos de todo el estrato.

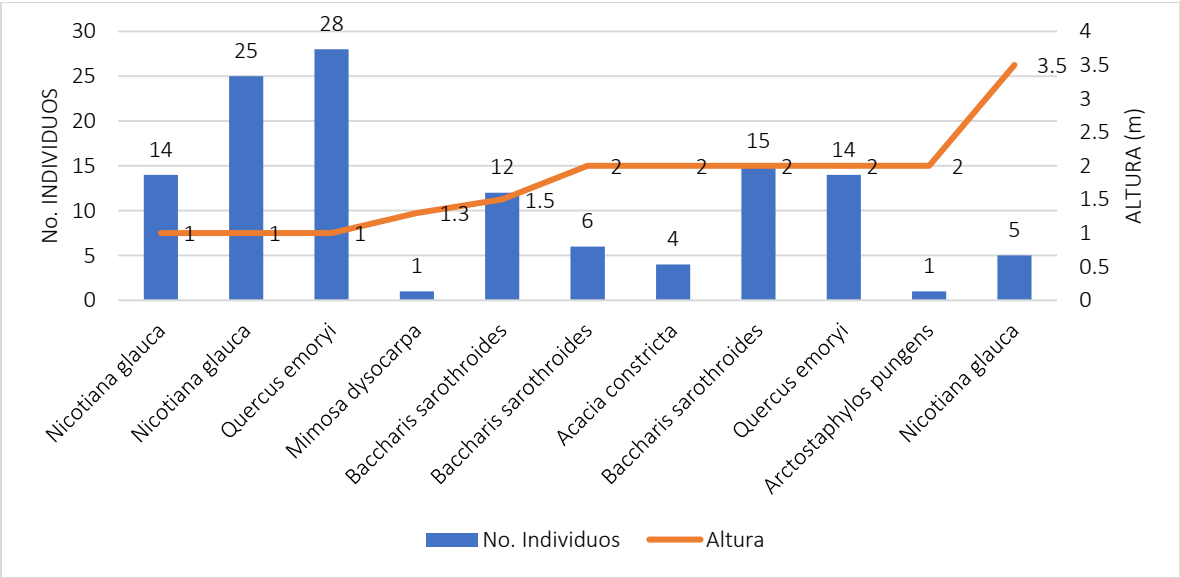


Figura IV. 23. Histograma de frecuencias de las especies muestreadas en el estrato arbustivo del Área a impactar.

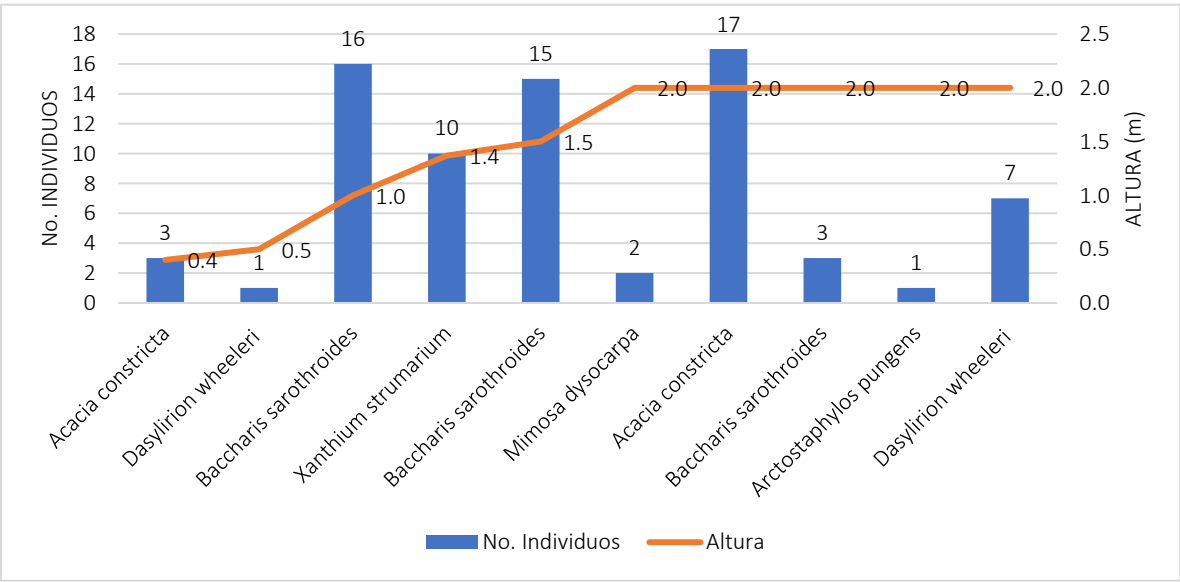


Figura IV. 24. Histograma de frecuencias de las especies muestreadas en el estrato arbustivo del SA.

Como se ilustra en la gráfica anterior, la mayoría de las especies presentan una altura igual a 2 metros, a excepción de *Xanthium strumarium*, la cual presenta solo una frecuencia de altura, sin embargo, es una de las frecuencias con mayor número de individuos; la especie con mayor número de frecuencias en altura es *Baccharis sarothroides*, que presenta de igual manera en dos de sus frecuencias un elevado número de individuos; seguido de *Dasylirion wheeleri* y *Acacia constricta*, ambas con dos frecuencias, esta última presenta la frecuencia con el mayor número de individuos de todo el estrato.

Estrato herbáceo

Para este estrato, se obtuvieron datos en 8 sitios de muestreo donde se registraron 82 individuos distribuidos en 4 especies, el IVIE correspondiente se presenta en la Tabla IV.18.

Tabla IV. 18. Índices de Importancia Ecológica para las especies registradas en el estrato herbáceo.

NO.	NOMBRE CIENTÍFICO	Individuos	Densidad absoluta (Ind/ha)	Densidad relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia	IVIE %
1	*Bouteloua curtipendula*	15	18750.00	18.29	0.13	16.67	9375.00	18.29	53.25	17.8
2	*Digitaria californica*	35	43750.00	42.68	0.38	50.00	21875.00	42.68	135.37	45.12
3	*Sphaeralcea coulteri*	15	18750.00	18.29	0.13	16.67	9375.00	18.29	53.25	17.8
4	*Xanthium strumarium*	17	21250.00	20.73	0.13	16.67	10625.00	20.73	58.13	19.4
TOTAL		**82.00**	**102500.00**	**100.00**	**0.75**	**100.00**	**51250.00**	**100.00**	**300.00**	**100.00**

De acuerdo con los datos obtenidos que se presentan en la tabla anterior, se observa que la especie mejor representada en este estrato es *Digitaria californica*, la cual presentó un IVIE de 45.12%.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener que se obtuvo es de 1.31 valor que se asocia con una diversidad baja, debido a que se cuenta con una riqueza específica de 4 individuos, con una diversidad máxima de 1.39. En cuanto a la equidad de Pielou, se obtuvo un valor de equidad alto de 0.95, lo que indica que todas las especies son igualmente abundantes.

Tabla IV. 19. Índices de diversidad en el estrato herbáceo.

Riqueza específica (S)	4.00
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.31
Diversidad máxima (H máx.)	1.39
Equidad de Pielou (J)	0.95
Diferencia diversidad	0.08

Con respecto a la distribución vertical de las especies las Figura IV.25 y IV.26 (página siguiente) presentan gráficamente la distribución de las alturas alcanzadas por las distintas especies en el estrato herbáceo, para el área a impactar y para el SA, en los ocho sitios muestreados.

Como puede observarse en la Figura IV.25 el rango de altura de las especies muestreadas en este estrato va de 0.3 a 0.5 metros, las especies con mayor número de frecuencias son *Digitaria californica y Xanthium strumarium*, esta última presentando en sus dos frecuencias de altura, el mayor número de individuos de todo el estrato, con respecto a las dos especies restantes ambas presentan el mínimo de número de frecuencias, e igual número de individuos en esta.

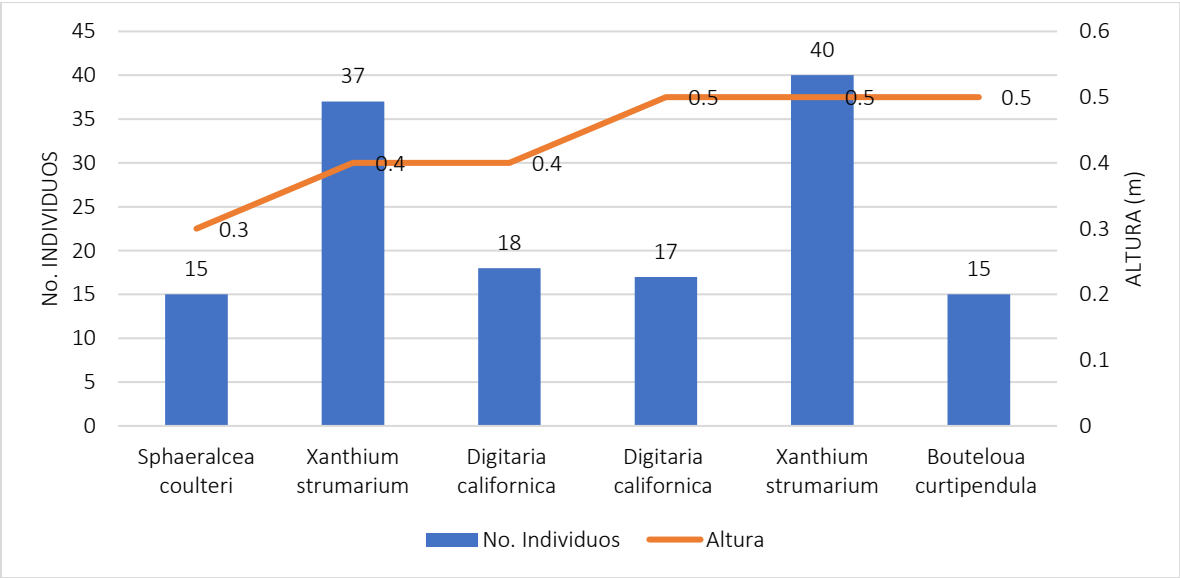


Figura IV. 25. Histograma de frecuencias de las especies muestreadas en el estrato herbáceo del Área a impactar.

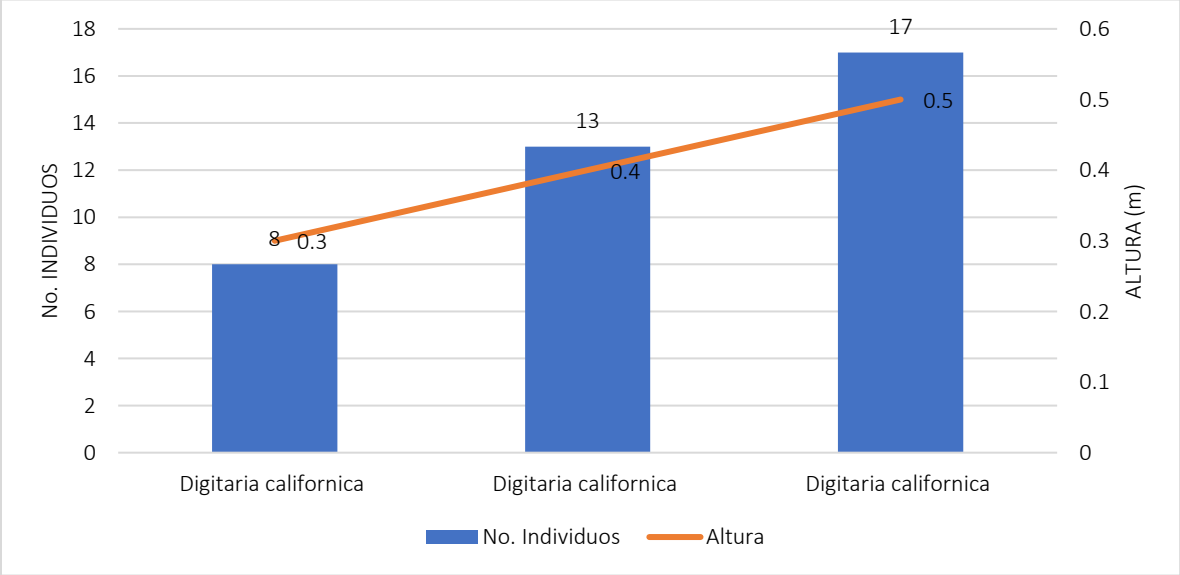


Figura IV. 26. Histograma de frecuencias de las especies muestreadas en el estrato herbáceo del SA.

Como se puede observar, con respecto al área a impactar el SA tiene menor diversidad en alturas por especie, el rango de alturas de este estrato varía de 0.3 a 0.5 metros; presentando una sola especie con tres diferentes alturas (*Digitaria californica*); el mayor número de individuos se presenta en la frecuencia de altura más alta.

IV.3.1.4 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 sitio

del proyecto no se encontraron individuos de las especies de flora silvestre listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.3.1.5 Especies de interés biológico.

Las especies de interés biológico que se identificaron para el sitio del proyecto, se mencionan y describe su interés biológico a continuación:

Sotol o Maguey (*Agave* sp): Su flor puede ser alimento de aves, mamíferos e insectos melíferos, el 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.

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.

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, sombreadores 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 mezquite (*Prosopis velutina*), tiene el valor más alto de importancia en el pastizal, aunque solo representa el 0.7 % de la densidad de las especies.

IV.3.1.6 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 les especies presentes en el área del proyecto.

En la región se consume y hasta se comercializa la bellota del encino bellotero (*Quercus emoryí*), 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 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*), son comunes a nivel regional y 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 perdida de pastos nativos y la consiguiente erosión.

IV.3.1.7. Volúmenes a remover

En el Anexo 8 se presentan los resultados obtenidos durante el levantamiento de información en campo para determinar el volumen de materias primas a remover en el área a impactar. Para ello se contabilizaron y midieron todos los árboles posibles de ser removidos, cabe resaltar que el arbolado se encuentra en zona ya impactada por la misma actividad minera.

IV.3.2 Fauna.

Particularmente, se estima que en el país se encuentra entre un 10 y 12 % de las especies conocidas por la ciencia (Ramamoorthy *et al*., 1998), por lo cual la extraordinaria diversidad faunística se debe principalmente por la complejidad de su accidentada topografía, la variedad de climas y la convergencia de dos regiones biogeográficas perfectamente bien definidas, tales como la neártica y la neotropical (Álvarez y De Lachica, 1991; Flores y Gerez, 1994).

Por lo anterior y de manera particular, es importante mencionar que el SA delimitado y el sitio del proyecto, se localizan 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 tropicales (Toledo, 1988).

IV.3.2.1 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 presentes que caracterizan a cada una.

Las zonas zoogeográfica neártica y neotropical en la que se divide nuestro país se subdividen a su vez en Provincias Bióticas, dentro de las cuales el sitio del proyecto se encuentra en la llamada Altiplano Norte Chihuahuense. Esta provincia se caracteriza por presentar dos porciones: la que corre paralelamente ubicada al Sur de la frontera de los Estados Unidos, que podemos considerar como una estribación, relativamente más húmeda; y la porción Este y Sur, cuya elevación es más baja, con clima de tipo árido,

cuya vegetación es característica de ambientes áridos y la cual a su vez se encuentra colindando con la Provincia Biótica Sierra Madre Occidental hacia el Oeste.

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, e inclusive entremezclada con aquella de carácter transicional y/o compartido (Álvarez y de Lachica, 1991), reduciéndose la presencia de fauna netamente Neotropical. 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 (por ejemplo: Falconidae, Cathartidae, Anatidae, Columbidae, Tyrannidae, entre otras).

IV.3.2.2 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 en él se encuentran aproximadamente el 12 % de las especies de anfibios y reptiles reportados para el país. Por lo tanto, la 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 todo el territorio de este estado.

Para el estado de Sonora se han reportado 858 especies de vertebrados terrestres, de los cuales 35 especies son anfibios, 141 reptiles, 556 aves y 126 mamíferos. Por lo que a continuación se realiza una breve descripción por grupo faunístico reportada para el estado.

Se han efectuado registros de 35 especies de anfibios y 141 de reptiles terrestres y de agua dulce, que se clasifican en 85 géneros y 32 familias, de las cuales existen cinco especies endémicas continentales y ocho insulares. De entre las especies endémicas continentales tenemos las siguientes: *Aspidoscelis opatae, Crotaphytus dickersonae, Phrynosoma ditmarsi, Trachemys yaquia, Xantusia jaycoleri* y *Crocodylus acutus*. Cabe mencionar que *Crocodylus acutus* fue observado por última vez en un estuario cerca de Guaymas en 1973, y se considera extinto a nivel estatal.

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 sonorense), *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 sonorense). El resto están consideradas bajo la categoría de protección especial (Pr) y en peligro de extinción (P).

En cuanto al grupo de las aves, se tiene que el total de registros para el estado de Sonora es de 556 especies, pertenecientes a 20 órdenes y 73 familias. Estas representan un 52% de las 1,070 registradas para México. De las 556 especies registradas para el estado de Sonora, 31 de ellas se encuentran incluidas

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 viginianus 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: *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) y amenazadas (A).

Para el grupo de los mamíferos, se tiene que la riqueza de mastofauna del estado de Sonora incluye a 126 especies de mamíferos terrestres, que representan el 27 % de la mastofauna terrestre de México. En estas se encuentran representadas un 76 % de las familias y el 49 % de los géneros presentes en el país. Del total de especies registradas para este estado, 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: el *Antilocapra americana* (berrendo), *Leopardus pardalis* (ocelote), *L. wiedii* (tigrillo) y *Myotis vivesi* (murciélago pescador); mientras que las especies amenazadas son 11, entre las que tenemos a: *Notosorex 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).

IV.3.2.3 Resultados de los muestreos por grupo taxonómico.

Como consecuencia de la eliminación de la cobertura, el suelo vegetal y la modificación de la fisionomía tal es el caso de la superficie en donde se pretende ejecutar el proyecto, el nivel de afección puede cuantificarse por el grado de abandono de las especies faunísticas de sus lugares de residencia habitual o de reproducción.

De manera específica, referente a los estudios faunísticos realizados para el Sistema Ambiental donde se pretende ubicar el proyecto, no se encontró la presencia de fauna, esto debido a que la zona se encuentra perturbada por actividades antropogénicas y por la minería principalmente.

Así mismo, para el área del proyecto tampoco se obtuvo registro de la presencia de fauna, debido a la poca vegetación presente (1.4 % de la superficie del proyecto) y la degradación actual por las actividades de la mina.

Por lo anterior, los resultados faunísticos calculados en el presente estudio se generaron a partir de la información obtenida de la bibliografía consultada de la fauna de la región.

Derivado de la consulta bibliográfica, se tomaron en cuenta, para el cálculo de los Índices de Importancia Ecológica y los índices de diversidad, a 24 especies distribuidas en 17 familias y 24 géneros, de las cuales se tiene que son: 2 especies de reptiles, 19 de aves y 3 de mamíferos, no se encontraron anfibios, siendo el grupo de las aves el más numeroso, seguido por mamíferos y reptiles. Mientras que, a nivel de SA, se tiene un registro bibliográfico de 65 familias, distribuidas en 155 géneros y 212 especies, las cuales se

distribuyen de la siguiente manera: 14 especies son de anfibios, 49 de reptiles, 130 de aves y 19 de mamíferos (Figura IV.27, página siguiente).

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 el sitio del proyecto. Por lo cual, derivado de la consulta bibliográfica, se tiene el registro de 19 especies de aves, lo cual representa el 79.2 % de las especies totales. En cuanto al número de individuos por grupo taxonómico, representan el 86 % de los 43 individuos registrados para todos los grupos de vertebrados. Las aves con mayor abundancia, con categoría común, corresponden al zacatonero corona rufa (*Aimophila ruficeps*), la chara pecho gris (*Aphelocoma ultramarina*), el gorrión zacatero (*Pooecetes gramineus*) y el sastrecillo (*Psaltriparus minimus*), especies en su mayoría adaptadas a condiciones de disturbio.

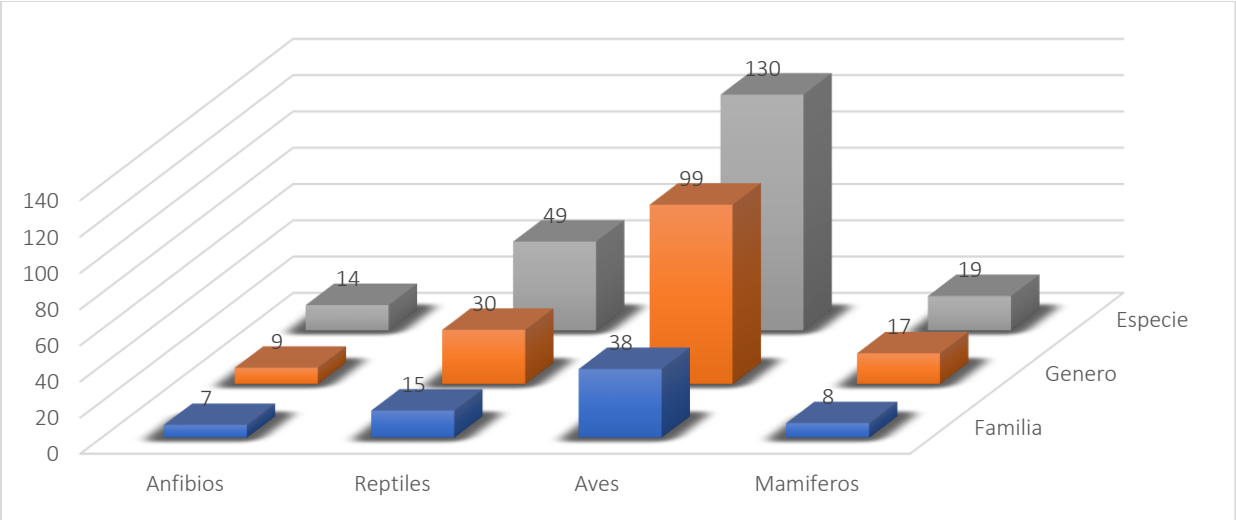


Figura IV. 27. Registros faunísticos de acuerdo a la bibliografía consultada para el Sistema Ambiental.

- **Reptiles.**

El grupo de los reptiles ocupa el tercer lugar de importancia en cuanto al número de especies registradas (24), con 2 especies, lo que representa el 8.3% del total. En lo referente al número de individuos por grupo taxonómico, representan el 4.7 % de los 43 individuos reportados para el proyecto. Las dos especies en la zona son: lagartija arbórea común (*Urosaurus ornatus*) y huico de Sonora (*Aspidoscelis sonorae*) con abundancia rara.

- **Mamíferos.**

Derivado de la revisión bibliográfica, se tomó en cuenta el registro de 3 especies, lo que representa un 12.5 % del total de especies registradas (24). En cuanto al número de individuos por grupo taxonómico, representan el 9.3 % de los 43 individuos registrados para todos los grupos de vertebrados. El mamífero que presentó mayor abundancia en la zona del proyecto es el murciélago (*Myotis* sp). Las otras dos especies registradas el tlacuache (*Didelphis virginiana*) y tejón/coatí (*Nasua narica*) tienen una abundancia rara.

La Figura IV.28 ilustra la distribución porcentual potencial de grupos de fauna para el sitio del proyecto y el SA.

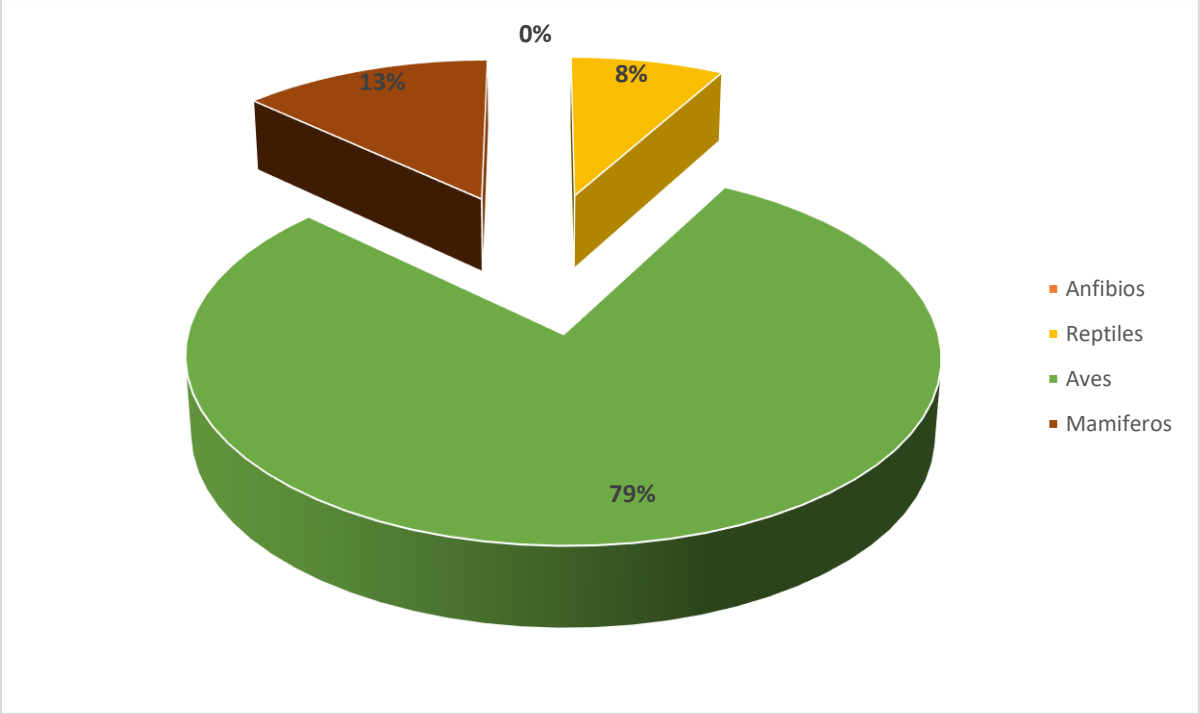


Figura IV. 28. Porcentaje de fauna potencial por grupos zoológicos para el sitio del proyecto y el SA.

IV.3.2.4 Corredores biológicos y rutas de desplazamiento de la fauna silvestre.

Un corredor biológico, corredor ecológico o corredor de conservación, es aquella gran región 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.

Los pasos que se siguieron para determinar las rutas de desplazamiento de fauna dentro 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 SA.

Como dato importante a resaltar, en los recorridos de campo realizados en las áreas en donde se lleva a cabo la actividad minera actual y en las superficies carentes de vegetación, fuera y dentro del sitio del proyecto, se puso en evidencia la ausencia de fauna silvestre, ya que ésta tiene preferencia por los cordones de vegetación, así como de los arroyos y cañadas, que son utilizados como áreas de desplazamiento.

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 principal actividad económica del municipio de Cananea.

La fragmentación que se observa en varios sitios del SA, es originada por la transformación del paisaje producto de las actividades humanas, principalmente por la minería. Las consecuencias del proceso de 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.

Por lo anterior, dentro del SA, existen rutas de desplazamiento de fauna silvestre, las cuales presentan conectividad de fragmentos de vegetación que presentan condiciones óptimas de conservación. Dichas rutas de desplazamiento están conformadas por los cordones de vegetación existentes, así como por los escurrimientos temporales (cañadas). Con base en el reconocimiento de campo de la zona y del registro faunístico de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), se puede afirmar que algunas especies faunísticas tienen preferencia por rutas de desplazamiento que les proporcionan seguridad, ya que reduce la exposición de éstas a los depredadores.

Cabe resaltar que fuera del SA, se identificó uno de los corredores regionales más importantes, ubicado en la parte Noroeste del municipio de Cananea (Sierra Elenita y Sierra Cananea), que comunica con la parte Sur de los Estados Unidos de América, y que permite la comunicación de la fauna silvestre con migraciones estacionales, propiciando el regreso de éstas durante una época del año.

Hay que resaltar también que, dentro del sitio del proyecto, no se detectó la presencia fauna, ni de nidos activos, madrigueras y/o refugios, por lo que se considera que el emplazamiento del proyecto tendrá una baja afectación en la fauna silvestre.

IV.3.2.5 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).

De las especies de vertebrados registradas como potencial, en base a los registros faunísticos de tipo bibliográfico, se reporta al tecolotito colicorto (*Micrathene whitneyi*) como especie endémica. Además, en el SA se ubican según la bibliografía, 9 especies endémicas y catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como: la salamandra (*Ambystoma rosaceum*), la lagartija común (*Uta stansburiana*), la tortuga de río (*Kinosternon sonoriense*), la codorniz (*Colinus virginianus ridwayi*), el perico del noreste (*Aratinga holochlora brewsteri*), la cotorra serrana (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*), el loro de corona lila (*Amazona finschi*), el murciélago pescador (*Myotis vivesi*) y la rata magueyera (*Neotoma varia*), las cuales podrían encontrarse probablemente en el área del proyecto.

IV.3.2.6 Abundancia relativa de cada grupo zoológico.

La estimación de la abundancia relativa de especies es uno de los objetivos del levantamiento faunístico. Particularmente en lo que respecta al grupo de anfibios y reptiles, se empleó el método propuesto por Lazcano-Barrero *et al.,* (1992), esto de acuerdo con el número de individuos registrados en la bibliografía consultada. Para estimar la abundancia de aves, el método utilizado fue el propuesto por González-García (1992), Bibby *et al*. (1992), y Navarro y Benítez (1993). Por último, la abundancia en mamíferos se estimó mediante el número de ejemplares registrados para cada una de las especies.

La abundancia relativa de los tres grupos de vertebrados registrados (reptiles, aves y mamíferos), indica que las especies con abundancia rara son 19 especies (2 reptiles, 15 aves y 2 mamíferos), seguidas por las especies comunes con 4 individuos, por último, se tienen a las especies abundantes con un 1 mamífero. El listado de especies potenciales en el área del proyecto se presenta en la Tabla IV.20. Además, en los Anexos 6 y 7 del presente estudio se presentan las memorias de cálculo de IVIE para las dos unidades de análisis (Sistema Ambiental y Área del proyecto).

Tabla IV. 20. Listado de especies potenciales en el área del proyecto.

NO.	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE REGISTROS	ABUNDANCIA RELATIVA	ESTACIONALIDAD Y/O ESTATUS	RIQUEZA (H)	ABUNDANCIA TOTAL	ÍNDICE DE RIESGO (IR)
HERPETOFAUNA										
1	Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis sonorae*	Huico de Sonora	1	R	Re	0.12	0.023	18.2
2	Squamata	Phrynosomatidae	*Urosaurus ornatus*	Lagartija arbórea común	1	R	Re	0.12	0.023	18.2
ORNITOFAUNA										
3	Falconiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	1	R	Re	0.12	0.023	19
4	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	2	R	Re	0.20	0.046	22.3
5	Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola escamosa	2	R	Re	0.20	0.046	22.3
6	Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos/paisanos	2	R	Re	0.20	0.046	19.9
7	Passeriformes	Picidae	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	1	R	Re	0.12	0.023	22.4
8	Passeriformes	Corvidae	*Aphelocoma ultramarina*	Chara pecho gris	4	C	Re	0.36	0.116	17.35
9	Passeriformes	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche piquicurvo	1	R	Re	0.12	0.023	20.65
10	Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate	1	R	Re	0.12	0.023	19
11	Passeriformes	Emberizidae	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero corona rufa	4	C	Re	0.36	0.116	19
12	Passeriformes	Emberizidae	*Junco hyemalis*	Junco ojioscuro	1	R	Re	0.12	0.023	19
13	Passeriformes	Emberizidae	*Passerculus sanswichensis*	Gorrión sabanero	2	R	Re	0.20	0.046	17.35
14	Passeriformes	Emberizidae	*Pooecetes gramineus*	Gorrión zacatero	4	C	Re	0.26	0.069	20.65
15	Passeriformes	Emberizidae	*Pipilo maculatus*	Rascador moteado	1	R	Re	0.12	0.023	17.35
16	Passeriformes	Hirundinidae	*Riparia riparia*	Golondrina ribereña	2	R	Vv	0.20	0.046	17.35
17	Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo*	Golondrina	1	R	Re	0.12	0.023	19.85

NO.	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE REGISTROS	ABUNDANCIA RELATIVA	ESTACIONALIDAD Y/O ESTATUS	RIQUEZA (H)	ABUNDANCIA TOTAL	ÍNDICE DE RIESGO (IR)
			rustica	tijereta						
18	Passeriformes	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	4	C	Re	0.26	0.069	19.85
19	Passeriformes	Fringillidae	*Carduelis psaltria*	Jilguerillo	1	R	Vv	0.12	0.023	17.35
20	Passeriformes	Fringillidae	*Carpodacus mexicanus*	Pinzón común	2	R	Vv	0.20	0.046	17.35
21	Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión común	1	R	Re	0.12	0.023	17.35
MASTOFAUNA										
22	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	1	R	Re	0.12	0.023	18.2
23	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis* sp	Murciélago	2	A	Vv	0.20	0.046	19.05
24	Carnívora	Procyonidae	*Nasua narica*	Tejón/Coatí	1	R	Re	0.12	0.023	17.35

Abundancia relativa: R = rara; C = común; A = abundante, **Estacionalidad**: Re = Residente; Vv = Visitante de verano

IV.3.2.7 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).

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 buen indicador. 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. puntatus, Sceloporus jarrovi, Pituophis catenifer*), aunque en algunas ocasiones, ciertas especies se ven favorecidas por la fragmentación de la vegetación, especialmente las lagartijas (Ej. *Sceloporus clarkii, Urosaurus ornatus, Aspidoscelis sonorae*).

Respecto al grupo de las aves, se tiene que la mayoría de ellas, su estatus de permanencia es de tipo residente (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.

Cabe mencionar que se realizaron una serie de registros mediante muestreos indirectos, particularmente por medio de entrevistas de los lugareños y para los cuales nos mencionaron la presencia de ciertas especies que durante los recorridos diurnos y nocturnos no se registraron directamente, sin embargo, se corroboró tal información con las publicaciones existentes del lugar.

IV.3.2.8 Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registrados en el sitio del proyecto.

De las 24 especies potenciales que se pueden llegar a encontrar en el área del proyecto y su área de influencia, tres se encuentran en alguna categoría de riesgo de la NOM-059- SEMARNAT-2010.

Tabla IV. 21. Especies registradas para el sitio del proyecto que se encuentran en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

GRUPO FAUNÍSTICO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010
Mastofauna	*Nasua narica*	Tejón/Coatí	A
Ornitofauna	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero corona rufa	E
	Junco hyemalis	Junco ojioscuro	Pr

De acuerdo con la Tabla IV.21, de las tres especies que se encuentran en la NOM-059, dos son aves y un mamífero. Dichos organismos son de rápido desplazamiento y por el ruido ocasionado por la maquinaria no se asegura su presencia en el área del proyecto, no obstante, existe la posibilidad de que, si un ejemplar se encuentra en la zona, la brigada ambiental procederá a suspender los trabajos de maquinaria hasta que el ejemplar se encuentre a salvo fuera del área de trabajo. Las aplicaciones del programa de fauna no se limitarán solamente al rescate de tales especies, todas las especies son potencialmente susceptibles de ser rescatadas, reubicadas y/o ahuyentadas según sea el caso.

IV.3.2.9 Especies incluidas en CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre).

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

IV.3.2.10 Especies indicadoras de calidad del ambiente.

El número de especies de anfibios y reptiles en una comunidad depende de factores tales como la altura, el clima y la ubicación geográfica, entre otros (Heatwole, 1982). La manera como las especies responden frente a los disturbios del hábitat depende de su habilidad de adaptación y características poblacionales (Hunter, 1996). La respuesta de los anfibios y reptiles ante el disturbio provocado por actividades humanas, generado en sus microhábitats, se encuentra poco documentada y aunque se desconocen la mayoría de las relaciones ecológicas entre estos organismos, es importante generar información básica de las comunidades para poder así diseñar estrategias de manejo (Osorno, 1999).

Se sabe que las principales causas de extinción de los 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 especies de anfibios y reptiles 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 (tales como *Anaxyrus cognatus, A. punctatus, Sceloporus jarrovi, Pituophis catenifer, Crotalus tigris*).

El grupo de los reptiles en algunos casos presenta una menor tolerancia a la perturbación, especialmente las culebras y víboras (*Pituophis catenifer, Crotalus tigris*), las cuales se suelen desplazar debido a la perturbación. Para otras especies, las condiciones de perturbación del hábitat por actividades humanas benefician a sus poblaciones, especialmente para las lagartijas de los géneros *Sceloporus* y *Aspidoscelis.*

Las aves, son un grupo que presentan gran adaptación a las condiciones de perturbación, debido a su capacidad de desplazamiento, para lo cual se pueden considerar dos factores adversos que pueden condicionar a las aves propias de áreas conservadas a ser desplazadas. El primero de esos factores es que las especies adaptadas a áreas conservadas pueden ser desplazadas debido a la presencia de especies invasoras translocadas, como, por ejemplo: *Columbina inca, Zenaida asiática, Zenaida macroura, Columbina inca, Quiscalus mexicanus*, *Passer domesticus*, entre otros, pues estas especies pueden desplazar a las especies nativas y a su vez colonizar el área (CONABIO, 2003). El segundo factor que puede desplazar a las aves de áreas conservadas es por causas humanas, ya que en algunos casos estarían más susceptibles a la depredación, tanto de su nidada como de ellas mismos, por ejemplo, aquellas especies que viven en zonas boscosas (Ej. *Buteo jamaicensis, Falco sparverius, Toxostoma curvirostre, Psaltriparus minimus* (Escalante, 1988).

Para el grupo de los mamíferos, la presencia de especies adaptadas a las actividades humanas y a las condiciones de perturbación del lugar es muy alta, ya que por la cercanía de sus hábitats con los centros urbanos hace que se lleve esa interacción por la obtención de alimento de manera fácil (Ej. *Didelphis virginiana, Lynx rufus, Canis latrans, Urocyon cinereoargenteus, Odocoileus virginianus*). Algunas de estas especies son muy difíciles de ser observadas, ya que por lo común huyen del contacto humano, tal es el caso del gato montés (*Lynx rufus*).

IV.3.2.11 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. *Rhiniella marina*). De las especies registradas para el sitio del proyecto, área de influencia y el 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, sanas 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.

IV.4 Paisaje

Un paisaje se define como un área terrestre heterogénea integrada por un conjunto de comunidades que interactúan y se repiten de forma similar (Forman, 1995; Forman y Godron, 1986). El paisaje es resultado de tres mecanismos: procesos geomorfológicos que tienen lugar en períodos de tiempo muy largos, patrones de colonización de los organismos, y perturbaciones locales en las comunidades puntuales (Forman y Godron, 1986).

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).

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 vista 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, debió a la mayor direccionalidad del flujo visual (Gayoso y Acuña, 1999).

La cuenca visual en el terreno en el cual se encuentra el sitio del proyecto, es casi ilimitada, ya que no se encuentran lomeríos o montañas de gran altitud que pudieran obstaculizar la vista del observador. La visión en el sitio del proyecto, es muy amplia en general, debido a que la mayoría de la superficie del

Sistema Ambiental se presenta como un valle, las montañas más cercanas al sitio del proyecto se ubican aproximadamente a 6 km hacia el Oeste y Suroeste.

De acuerdo a la clasificación de INEGI, la vegetación en el sitio del proyecto se clasifica como pastizal natural y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino. La mayoría de las especies arbóreas y arbustivas en el sitio del proyecto, como *Quercus, Nicotiana y Prosopis*, la mayoría no sobrepasa los cuatro metros; por lo tanto, no actúan como una barrera visual.

IV.4.3 Unidades y elementos del paisaje.

El SA y sitio de proyecto muestran un mosaico de diferentes elementos paisajísticos y varía con elementos naturales y artificiales. El área es cruzada por arroyos con dirección Noroeste hacia Sureste. Estos arroyos solo llevan agua en la época de lluvias. Aunque el sitio del proyecto es clasificado como sin vegetación aparente, se presentan pequeños mosaicos de vegetación secundaria arbustiva de elementos de bosque de encino.

El sitio del proyecto se encuentra cerca de la ciudad de Cananea y de esta manera, en la cuenca visual existen casas y viviendas de la zona urbana, brechas, caminos, carreteras y líneas eléctricas. Sin embargo, los elementos más destacados en el paisaje son la infraestructura de la empresa Buenavista del Cobre, que se encuentra en los alrededores de Cananea, el depósito de jales, máquinas en operación, el tajo y terreros de lixiviación.

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 ecología del paisaje enfatiza escalas espaciales amplias y los efectos ecológicos del patrón espacial de las comunidades (Farina, 1998). Específicamente considera a) la estructura de los paisajes: las relaciones espaciales entre los distintos ecosistemas o “elementos” presentes, esto es, la distribución de la energía, materiales y especies con relación a los tamaños, formas, números, tipos y configuraciones de los ecosistemas; b) su función: las interacciones entre los elementos espaciales (flujos de energía, materiales y especies entre las comunidades); y c) su cambio: la alteración en la estructura y función del mosaico ecológico en el tiempo (Farina, 1998).

Es por lo que para poder evaluar la calidad visual del paisaje (CVP), se tienen que considerar distintos factores ambientales y antrópicos que lo componen, los cuales, se mencionan a continuación:

- **Geomorfología (G);**
- **Vegetación (V);**
- **Fauna (F);**
- **Agua (A);**
- **Color (C);**
- **Fondo escénico (E);**

- **Singularidad o rareza (S); y**
- **Actividades humanas (H)**

Para determinar la CVP, se evaluaron los ocho factores ambientales y antrópicos con una escala de cinco puntos que permite conocer de manera independiente el valor que representa para el ponderador cada uno de los elementos considerados que componen el entorno inmediato en toda la extensión del Sistema Ambiental. Para evaluar la calidad paisajística (CVP) actual, se utilizó una matriz con ocho factores representativos del paisaje visual mencionados anteriormente; dichos factores presentan cinco criterios con características distintas de calidad para así disminuir el sesgo de sobre o subvaloración de algún factor. La ponderación de los factores se realiza desde un punto estratégico, tratando de cubrir el mayor alcance visual, naturalmente a consideración del propio ponderador. El observador debe tener un conocimiento general en cada uno de los factores a evaluar con el objetivo de lograr conseguir una calificación apropiada (Tabla IV.22).

Tabla IV. 22. Matriz utilizada en campo para evaluar la Calidad Visual del Paisaje.

FACTORES	CRITERIOS PARA LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE				
	MUY ALTA	**ALTA**	**MEDIA**	**BAJA**	**MUY BAJA**
Geomorfología (G)	Relieve muy montañoso marcado y prominente, con riscos, cañadas, cañones, o bien, relieve de gran variedad superficial o sistema de dunas o presencia de algún rasgo muy singular.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle planos, poco o ningún detalle singular.	Relieve suave, pero sin formar un valle en toda su extensión. Se muestran algunas depresiones o formaciones rocosas esporádicamente.	Relieve muy bajo formando extensas planicies, pero sin depresiones, cañones o cañadas que le agreguen un mayor atractivo visual.
	Valor= 5	**Valor=4**	**Valor=3**	**Valor=2**	**Valor=1**
Vegetación (V)	Gran variedad de ecosistemas con especies altamente llamativas, formas, textura y coloración interesantes. Cubierta vegetal sin alteración antrópica.	Uno o más ecosistemas, pero con especies vegetales interesantes visualmente. La cubierta vegetal se muestra aparentemente inalterada.	Solo un tipo de comunidad vegetal, pero con formaciones y crecimiento de las especies vegetales que resultan interesantes visualmente. La cubierta vegetal se muestra ligeramente alterada.	Presencia de uno o varios tipos de ecosistemas con o sin formaciones interesantes en sus especies vegetales, pero con su cubierta vegetal considerablemente alterado.	Ausencia de vegetación autóctona o una gran parte de la superficie visual se encuentra desprovista de vegetación restándole casi en su totalidad la calidad del paisaje.
	Valor= 5	**Valor=4**	**Valor=3**	**Valor=2**	**Valor=1**
Fauna (F)	Presencia visual o auditiva de fauna de forma permanente en el lugar. Especies altamente llamativas. Alta riqueza de especies.	Mediana presencia de fauna con valor visual y auditivo que aumenta la calidad del paisaje	Baja abundancia (aunque constante) de fauna llamativa visual o auditivamente.	Presencia esporádica de fauna en el lugar. Especies poco vistosas, o baja riqueza de especies.	Ausencia visual o auditiva de fauna de importancia paisajística.
	Valor= 5	**Valor=4**	**Valor=3**	**Valor=2**	**Valor=1**
Agua (A)	Elemento que realza considerablemente la calidad visual del paisaje. Puede presentarse como lagunas, lagos,	Elemento que realza medianamente la calidad visual del paisaje. Los cursos o cuerpos de agua	Corrientes o cuerpos de agua de bajo orden (pequeños) que contrastan ligeramente con el paisaje. El agua	Corrientes y/o cuerpos de agua poco contrastantes. Sus aguas se muestran con elementos contaminantes que	Corrientes o cuerpos de agua ausentes o poco perceptibles. Las aguas se encuentran altamente

FACTORES	CRITERIOS PARA LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE				
	MUY ALTA	**ALTA**	**MEDIA**	**BAJA**	**MUY BAJA**
	ríos, arroyos, cascadas, etc. El agua se muestra limpia y libre de contaminantes de origen antrópico.	no resultan tan espectaculares ni contrastan fuertemente con el resto de los elementos paisajísticos. El agua se muestra limpia y libre de contaminantes de origen antrópico.	se muestra limpia.	deterioran la calidad visual y olfativa del paisaje.	contaminadas restándole significativamente la calidad visual y olfativa al paisaje.
	Valor= 5	**Valor=4**	**Valor=3**	**Valor=2**	**Valor=1**
Color (C)	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve. Este factor se ve altamente dominante en el paisaje.	Combinación interesante de colores que agregan un importante valor a la calidad visual del paisaje, pero no se muestra como factor dominante.	Mediana variedad de colores que contrastan armoniosamente en el paisaje.	Colores medianamente contrastantes, aunque con poca variedad.	Pocos colores presentes y de tonalidades apagadas. Muy bajo contraste entre colores.
	Valor= 5	**Valor=4**	**Valor=3**	**Valor=2**	**Valor=1**
Fondo escénico (E)	El paisaje circundante ejerce una muy alta influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una alta influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una mediana influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una baja influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce muy baja influencia positiva a la calidad visual.
	Valor= 5	**Valor=4**	**Valor=3**	**Valor=2**	**Valor=1**
Singularidad o rareza (S)	Alta singularidad y rareza a nivel regional. Hay una alta armonía y contraste entre los distintos elementos distintivos del paisaje.	Algo común en la región. Los elementos característicos del paisaje se tornan medianamente armoniosos.	Bastante común en la región, aunque a nivel local suele tornarse ligeramente heterogéneo.	Presenta singularidad solamente a nivel de algunos elementos que componen el paisaje inmediato, pero a nivel regional resulta casi como un paisaje homogéneo.	No presenta rareza o singularidad a nivel regional
	Valor= 5	**Valor=4**	**Valor=3**	**Valor=2**	**Valor=1**
Actuaciones humanas (H)	Libre de intervención o modificación humana	La calidad escénica natural se encuentra modificada ligeramente llegando a ser poco perceptible a simple vista	La intervención humana es evidente a simple vista. Los elementos antrópicos resultan medianamente negativos a la calidad visual.	Los elementos antrópicos resultan abundantes restándole fuertemente la calidad al paisaje	La calidad del paisaje se ve completamente dominado por elementos de origen humano que afectan negativamente su valor visual.
	Valor= 5	**Valor=4**	**Valor=3**	**Valor=2**	**Valor=1**

Para disponer la asignación de los valores a cada factor, se desarrolló una escala de cinco puntos (valor) correspondientes a cinco criterios para una mayor precisión al momento de evaluar; ya con los criterios, se elaboró una escala cualitativa y cuantitativa según el rango mínimo (8 puntos) y máximo (40 puntos) de calidad de acuerdo a un paisaje en óptimas condiciones o en completo estado de perturbación, degradación y fragmentación (Tabla IV.23).

Tabla IV. 23. Escala para determinar la Calidad Visual del Paisaje.

CATEGORÍA	PUNTUACIÓN (VALOR)
Muy alta	33.6-40
Alta	27.2-33.5
Media	20.8-27.1
Baja	14.4-20.7
Muy baja	8-14.3

Los sitios de evaluación para establecer la CVP se localizan dentro del área de influencia del proyecto. Estos sitios, quedaron a consideración del observador tomando en cuenta las condiciones actuales de los mismos.

De acuerdo a los resultados de la evaluación del paisaje, se obtuvo una puntuación de 16 (Figura IV.29) lo cual corresponde a un valor de calidad BAJA para los factores ambientales en la zona de estudio.

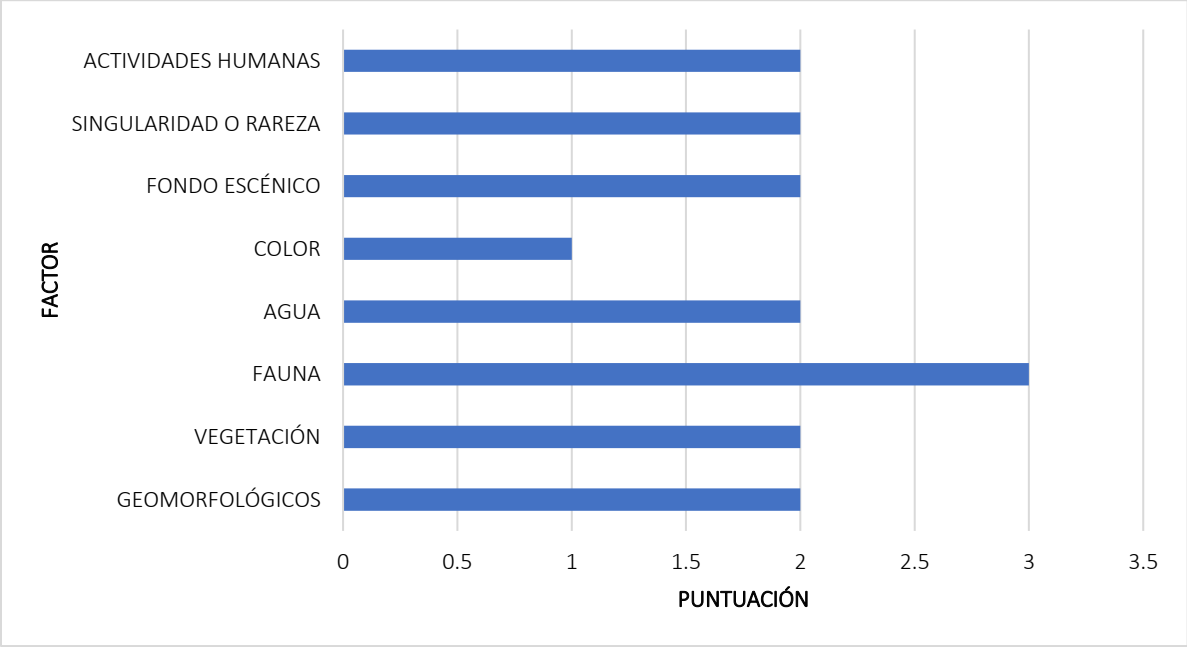


Figura IV. 29. Valores obtenidos en el diagnóstico de la Calidad Visual del Paisaje.

Como puede observarse, la fauna, es el factor que obtuvo mayor puntuación, debido a que en el área, la presencia de fauna observada, aves, principalmente, las cuales tienen mayor abundancia con respecto a mamíferos y reptiles o anfibios, sin embargo su presencia es relativamente baja, además la presencia de animales domésticos como el ganado, perros y gatos, por su cercanía a la ciudad de Cananea, las instalaciones de la empresa y el tránsito de vehículos, reducen la calidad de hábitat natural para muchos animales silvestres, reduciendo así la calidad del paisaje, debido al valor visual y aditivo que éstas ofrecen.

El aspecto geomorfológico del paisaje donde se encuentra el SA es un relieve suave, típico de la región. En los alrededores del sitio del proyecto domina una planicie con lomeríos suaves cubiertos de pequeños mosaicos de pastizal y vegetación secundaria arbustiva.

El sitio del proyecto se clasifica, de acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación de INEGI, como sin vegetación aparente, sin embargo, en campo se observó que existe presencia de vegetación secundaria

arbustiva distribuida en pequeños mosaicos; con respecto a nivel de SA, al Noreste y Este se observan ecosistemas de pastizal y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino en pequeños manchones mezclados. Los fragmentos probablemente resultan de una sobreexplotación de la madera por actividades humanas.

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:

- **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 da lugar a un único valor que mide la fragilidad visual de un punto.**
- **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.**
- **Factores histórico-culturales. Tienden a explicar el carácter y las formas de los paisajes, en función del proceso histórico que los ha producido y son determinantes de la compatibilidad de forma y función de futuras actuación con el medio (SENATUR, 2006).**

En la Tabla IV.24 continuación, se presenta el modelo de Rojas y Kong (1998, en SENATUR, 2006), el cual contempla el análisis y clasificación de los paisajes o porciones de él, en función de una selección de los principales componentes del paisaje, divididos en cuatro factores: a) biofísicos, b) visualización, c) singularidad y d) accesibilidad.

Tabla IV. 24. Criterios según el modelo de Rojas y Kong (1998, en SENATUR, 2006), para valorar la fragilidad paisajística, marcando el criterio más adecuado para el área del sitio del proyecto.

FACTORES	ELEMENTOS DE INFLUENCIA	FRAGILIDAD		
		ALTA	MEDIA	BAJA
Biofísicos	Pendiente	Pendientes mayores a 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 discontinuo. Dominancia de estrato arbustiva o arbórea aislada.	Grandes masas boscosas. 100 % de ocupación del suelo.
	Contraste (Vegetación)	Vegetación monoespecífica, escasez de vegetación, contrastes poco evidentes.	Densidad media de especies, con contrastes evidentes, pero no sobresalientes.	Alto grado en variedad de especies, contrastes fuertes,

FACTORES	ELEMENTOS DE INFLUENCIA	FRAGILIDAD		
		ALTA	MEDIA	BAJA
				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 extensa, 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 distintos.	Paisaje de importancia visual pero habitual, sin presencia de elementos singulares.	Paisajes comunes, sin riqueza visual o muy alterados.
Accesibilidad	Visual	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción.	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles.	Baja accesibilidad visual, vistas repetidas, escasa o breves.

Fragilidad alta: Baja capacidad de absorción visual. **Fragilidad media**: Capacidad de absorción visual moderada. **Fragilidad baja**: Baja capacidad de absorción visual.

La fragilidad del paisaje en donde se encuentra el sitio del proyecto, es media-alta, significando esto una baja capacidad de absorción visual. Debido a los factores biofísicos, el área del sitio del proyecto se encuentra sobre una planicie con lomeríos suaves y bajíos, las pendientes por lo general son menores de 15%. La vegetación en esta zona es dominada por especies herbáceas y arbustos, que no sobrepasan los 4 metros de altura. De esta manera, la vegetación y el relieve no actúan como una barrera visual.

La forma de la cuenca visual en el terreno es alargada y casi ilimitada. La visión es amplia, ya que se encuentra en una gran extensión de una planicie Solo al Oeste y Suroeste existe una serie de montañas con una distancia de 6 km aproximadamente. El paisaje tiene importancia visual pero no es único, en la escala regional del sitio del proyecto existen paisajes parecidos.

Aunque el sitio de proyecto es visible dentro de la cuenca visual debido a algunos factores biofísicos (densidad y altura de vegetación) y visualización (compacidad), el proyecto es una expansión de la zona urbana hacia el Suroeste de la ciudad de Cananea. En los alrededores del sitio del proyecto existe una gran cantidad de elementos producto de la actividad humana, observados desde cualquier punto de visión, como casas, brechas, caminos, carretera, jales, obras mineras y basureros.

En conclusión, analizando los factores y características de la cuenca visual, calidad paisajística y fragilidad, se puede determinar que el proyecto, no afectará de manera negativa significativa el factor paisaje, ya que las condiciones actuales que el sitio presenta ya se encuentran con perturbación humana, tales como la actividad minera, la presencia y desarrollo de la infraestructura local.

IV.5 Medio socioeconómico.

El estado de Sonora se encuentra ubicado en la región Noroeste de la República Mexicana, se sitúa entre los 32°29' y los 26°14' de latitud Norte y entre los 108°26' y los 105°02' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. Limita al Norte con los Estados Unidos de América, al Sur con el Estado de Sinaloa, al Este con Chihuahua y al Oeste con el Golfo de California y el estado de Baja California.

El polígono del sitio del proyecto se ubica políticamente dentro del municipio de Cananea, el cual se encuentra al Norte del estado de Sonora, su cabecera municipal es la población de Cananea y se localiza en el paralelo 30°58' de latitud Norte y a los 110°17' de longitud al Oeste del meridiano de Greenwich; a una altura de 1,654 msnm. Colinda al Norte con los Estado Unidos de Norteamérica y con los municipios siguientes: al Noroeste con Naco, al Sur con Arizpe, al Suroeste con Bacoachi, y al Oeste con Ímuris y Santa Cruz.

IV.5.1 Demografía.

El municipio de Cananea cubre una superficie de 2,312 kilómetros cuadrados, que representa en 2.18% del total estatal. Para el año 2015, el municipio presentó una densidad de población de 15.5 habitantes por kilómetro cuadrado.

En 2020, la población en Cananea fue de 39,451 habitantes (49.7% hombres y 50.3% mujeres). En comparación al 2015, la población de Cananea creció un 9.91%.

En la Figura IV.30 (página siguiente) se observa que los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 5 a 9 años (3,733 habitantes), 10 a 14 años (3,674 habitantes) y 0 a 4 años (3,435 habitantes). Entre ellos concentraron el 27.5% de la población total.

Es importante destacar que en el municipio de Cananea existen 152 habitantes de 3 años y más que hablan alguna lengua indígena, que representan el 0.39% del total municipal. Como se puede observar en la Figura IV.31 (página siguiente), las lenguas indígenas más habladas fueron Tarahumara con 44 habitantes, el Zapoteco y el Yaqui con 42 habitantes cada uno.

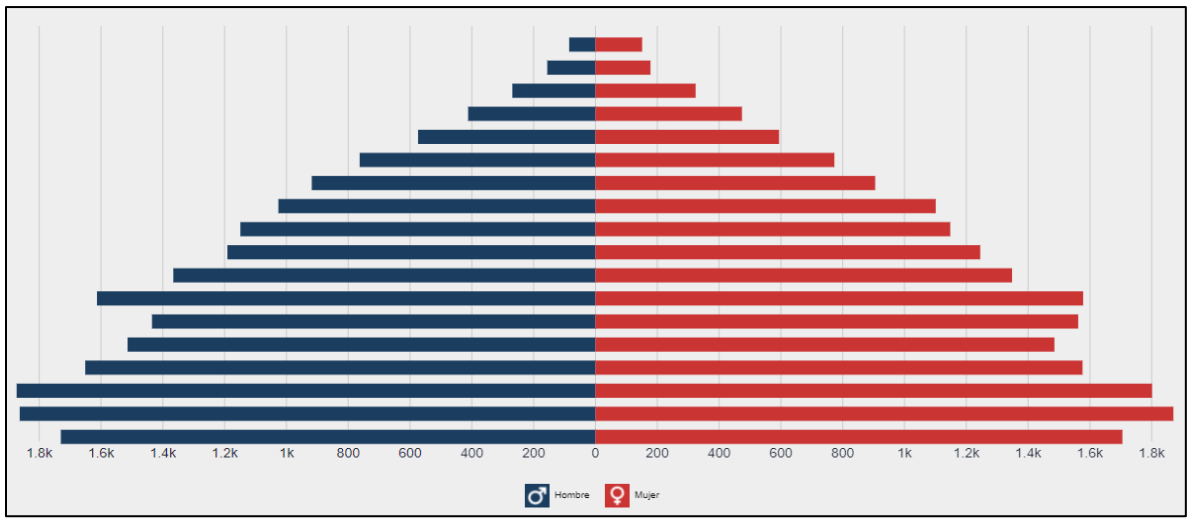


Figura IV. 30. Pirámide poblacional del municipio de Cananea (Censo de Población y Vivienda, 2020).

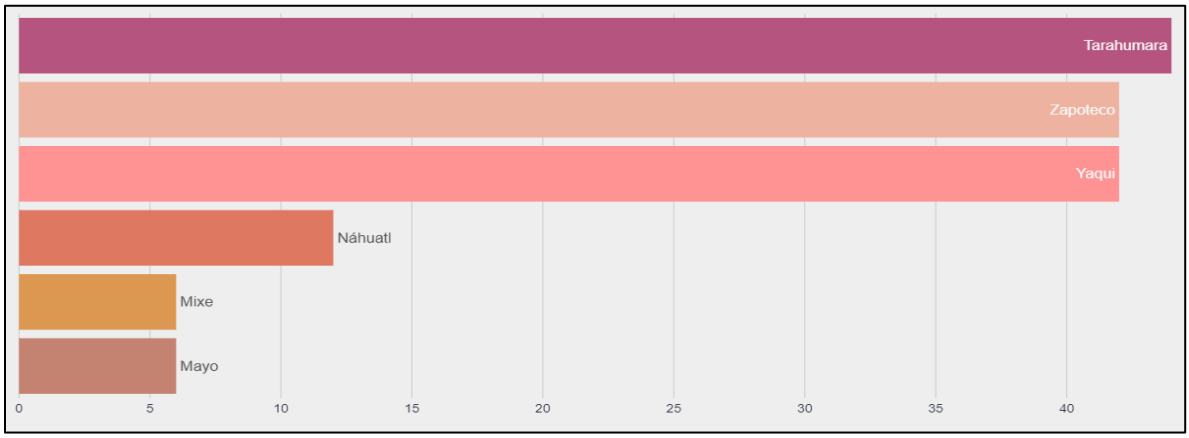


Figura IV. 31. Principales lenguas indígenas habladas por la población de 3 años y más en el municipio de Cananea (Censo de Población y Vivienda, 2020).

IV.5.2 Economía y empleo.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de 2010, en el municipio de Cananea, la población Económicamente Activa asciende a 13,698 habitantes, de estos el 69.5% son hombres y el 30.5% son mujeres, lo que representa el 49.6% de la población total potencialmente en edad de trabajar (12 años y más), es decir que poco menos de la mitad de la población participa activamente en la producción y distribución de bienes y servicios. El porcentaje de ocupación por sector económico se presenta en la Figura IV.32 (Página siguiente).

La principal actividad económica es la industria minera, sin embargo, existen varias actividades de igual relevancia en la región, como lo son la ganadería y la agricultura. En la agricultura los principales cultivos son: maíz, papa, frijol, sorgo, trigo, alfalfa, cebada y manzano. En la ganadería, está enfocada en el ganado bovino, principalmente vacas, vaquillas y toros de las razas charolais, hereford, angus, brangus y criollo corriente.

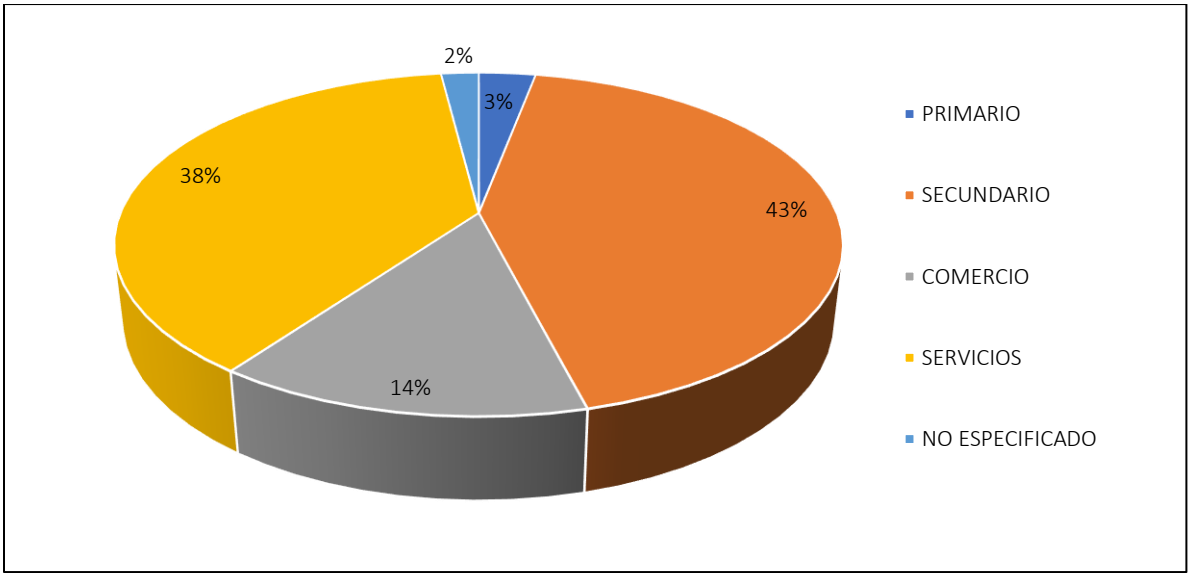


Figura IV. 32. Porcentaje de ocupación por Sector Económico en el municipio de Cananea (Censo de Población y Vivienda, 2010).

IV.5.3 Marginación.

Cananea se colocó en el lugar 15 de menor marginación entre todos los municipios del país superando a Puerto Vallarta y Guanajuato, según datos de la CONAPO que señalan que ocupa el puesto número 1 de los Ayuntamientos menos marginados de Sonora.

Se establece que en el 2020 más de un 99 % de la población contaba con acceso a agua, energía eléctrica y alcantarillado y más del 90 % de sus habitantes tenía acceso a un celular, 50 % a una computadora y más del 70 % a internet.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Cananea mantiene un índice de Desarrollo Humano muy alto con 0.813 puntos lo cual supera el promedio nacional. Destaca que este municipio del 2010 al 2015 tuvo un incremento del 3.13 por ciento en el IDH, con ello se disminuyó la población en situación de pobreza de 36.3 a 26.1 %.

Comparando censos del INEGI, para 2020 99.67 % de la población tenía acceso a alcantarillado, 99.54 % a una red de suministro de agua, 99.52 % contaba con baño, 99.76 % poseía energía eléctrica y 31.2 % tenía acceso a atención médica por parte del Seguro Popular y 45.7 % del IMSS.

IV.5.4 Servicios de Salud.

En el municipio de Cananea las opciones de atención de salud más utilizadas en el 2020 fueron el IMSS con un aproximado de 17,762 habitantes, el Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) con aproximadamente 12,124 habitantes, y Consultorios de Farmacia con 2,908 habitantes aproximadamente. Mientras que una porción de la población, 965 habitantes, no se atiende (Figura IV.33 página siguiente).

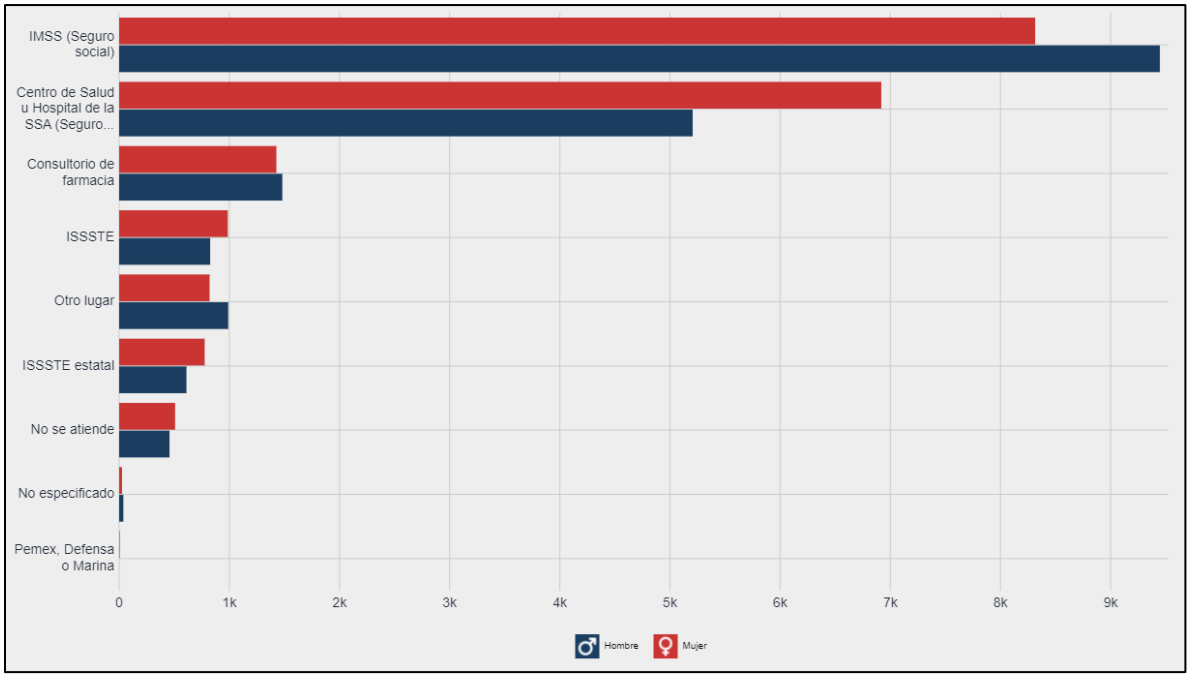


Figura IV. 33. Distribución poblacional afiliada a Servicios de Salud por sexo en el municipio de Cananea (Censo de Población y Vivienda, 2020).

IV.5.5 Servicios de Educación.

En 2020, los principales grados académicos aprobados de la población municipal de Cananea fueron Secundaria, representando el 36.4% de la población de 15 años y más, Preparatoria con el 23.9% del total, y Licenciatura con el 15.4%. Mientras que la población que cuenta con maestría y doctorado es del 0.91% y 0.16% del total, respectivamente (Figura IV.34).

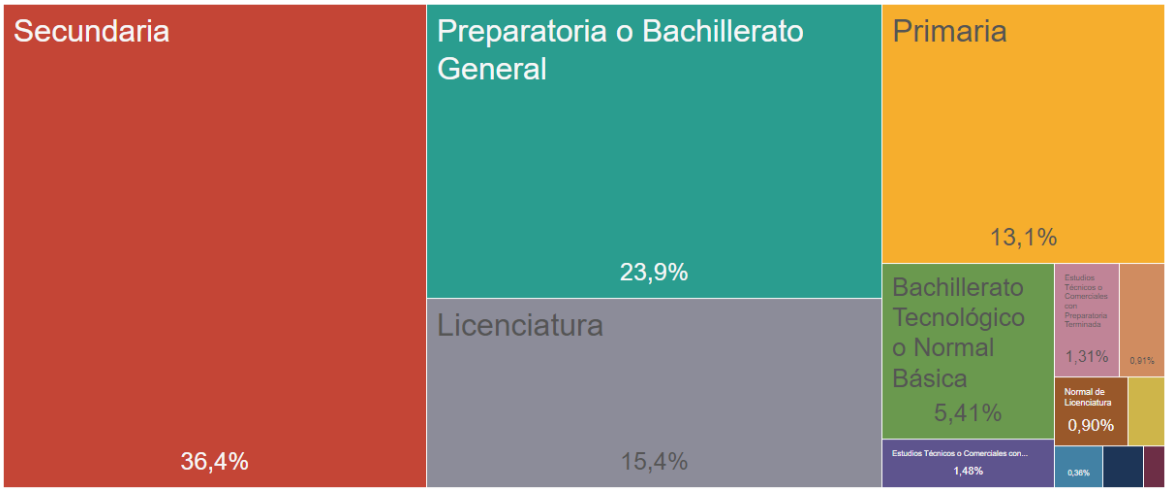


Figura IV. 34. Nivel de escolaridad de la población de 15 años y más en el municipio de Cananea (Censo de Población y Vivienda, 2020).

En el mismo año, la tasa de analfabetismo de Cananea fue de 0.88% del total de la población. Del total de la población analfabeta, 53% corresponden a hombre y 47% a mujeres. Con respecto a los hombres, el mayor porcentaje de analfabetismo se presenta en las de edades de 75 a 79 años, mientras que en las mujeres se presenta entre los 65 a 69 años (Figura IV.35).

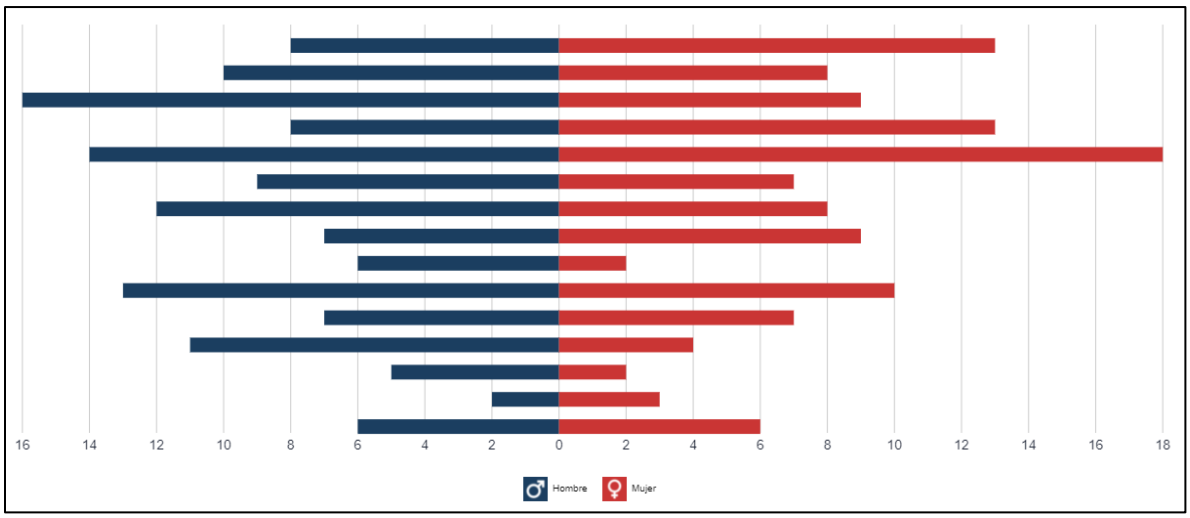


Figura IV. 35. Distribución poblacional analfabeta por sexo en el municipio de Cananea (Censo de Población y Vivienda, 2020).

IV.5.6 Factores socioculturales.

Según el Censo de Población y Vivienda del 2010 realizado por INEGI, el municipio de Cananea cuenta con una población de 28,397 habitantes de religión católica, mientras que 3,263 habitantes son protestantes, Evangelistas y Bíblicas diferentes de evangélicas y se tiene un registro de 895 habitantes sin religión. Sobre sus tradiciones se cuenta con fiestas populares, las cuales se presentan del 1° al 15 de junio y se lleva a cabo anualmente la Feria del Cobre, la cual se le llama así porque 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 lo expuesto en este capítulo 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, mayormente minera, extracción de mineral, apertura y ampliación de caminos, presencia de ganado, entre otros.

IV.6.1 Integración e interpretación del inventario ambiental.

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

IV.6.2 Descripción del Sistema Ambiental.

En el SA, se determinó solo un tipo de clima BS1k(x'), que es clasificado como semiárido templado (una transición entre los climas áridos y húmedos), con una temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C. El promedio de la precipitación es de 484.5 mm y los meses con mayor precipitación son de julio a agosto.

En zonas donde la cobertura vegetal es dominada por vegetación secundaria arbustiva, 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 Este-Oeste en la mayoría del año. Solamente en los meses de agosto a febrero, la dirección dominante del viento es Oeste.

En cuanto al relieve y la geomorfología, el SA y el sitio del proyecto, se encuentran ubicados dentro de la Subprovincias “Sierras y Valles del Norte” y “Llanuras y Médanos del Norte”, siendo estas, parte de las Provincias “Sierra Madre Occidental” y “Sierras y Llanuras del Norte”, respectivamente. Las características más notables de estas Subprovincias son, para la primera mencionada, un gran sistema montañoso formado por material volcánico, que está formado por sierras separadas por amplios valles paralelos con orientación Norte-Sur, con altitudes de hasta 2,620 msnm; mientras que la segunda está caracterizada por extensos valles aluviales intercalados con algunas sierras con depósitos de rocas sedimentarias, y pequeños afloramientos de rocas ígneas intrusivas ácidas.

La geomorfología del SA está caracterizada por un relieve montañoso que se extiende de Noroeste a Suroeste, con promedio de pendiente de 25%, donde las pendientes máximas en esta zona del SA alcanzan hasta 50%. En el resto del área, domina una planicie caracterizada por lomeríos suaves con pendientes menores de 5%. Las principales unidades geológicas en el SA están formadas por rocas ígneas extrusivas, volcanosedimentarias y sedimentarias.

El SA presenta baja probabilidad de riesgo por sismo, ya que se ubica dentro de la zona de baja sismicidad, 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.

En el SA se presentan tres tipos de suelos: Feozem háplico, Luvisol órtico y Litosol siendo este último el más abundante, presentando una capa superficial delgada, con un espesor menor a 10 cm y un volumen total de menos del 20% de tierra fina sobre afloramientos rocosos. No suelen ser muy aptos para la agricultura, pero pueden sustentar actividades de pastoreo.

El SA y el sitio del proyecto, se ubican en los límites de dos cuencas hidrológicas, Sonora Sur (Región Hidrológica 9 “Sonora Sur”) y Río Concepción (Región Hidrológica 8 “Sonora Norte”). Existe una gran cantidad de arroyos intermitentes en el SA, inician en su mayoría en las partes altas de las zonas más altas, y desembocan en alguno de los represos utilizados por la empresa Buenavista del Cobre para sus procesos de lixiviación de cobre. No existen cuerpos continentales en el SA, ni en el sitio del proyecto.

El SA se ubica en un área que abarca tres acuíferos administrativos al Norte del estado de Sonora, los cuales se denominan como acuífero 2616 Río San Pedro al Norte; acuífero 2627 Río Bacoachi en el Centro; y el acuífero 2628 Río Bacanuchi al Sur. Los tres acuíferos presentan condiciones heterogéneas y anisotrópicas, de tipo libre. La profundidad de los niveles de los acuíferos varia en profundidad, para el acuífero Río San Pedro entre 10 y 90 m, Río Bacoachi entre 1.5 y 26 m y para el acuífero Río Bacanuchi de 5 a 20 m.

La vegetación del SA, varía desde pastizales naturales y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino hasta grandes superficies de áreas sin vegetación aparente. El uso de suelo y vegetación del SA es dominado por el ecosistema de pastizal natural (15.96%), en cuanto al sitio del proyecto, se encontraron en total 11 especies, distribuidas en 7 familias y 11 géneros. Las familias con mayor número de géneros

fueron: Fabaceae con 3, Asteraceae y Poaceae, ambas con 2. En el sitio del proyecto no se encontraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

A nivel SA la fauna tiene un registro bibliográfico de 69 familias, distribuidas en 57 géneros y 212 especies, las cuales se distribuyen de la siguiente manera: 14 especies de anfibios, 49 de reptiles, 130 de aves y 19 de mamíferos. Además, se registraron 3 especies de fauna endémicas catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para el SA. Derivado de la consulta bibliográfica, en el sitio del proyecto, se registraron un total de 24 especies, de las cuales 2 corresponden a especies de reptiles, 19 de aves y 3 de mamíferos. De las especies de vertebrados registradas bibliográficamente, se registraron tres especies con carácter endémico dentro del sitio del proyecto.

La morfología o topografía del paisaje en donde se encuentra el SA es variada y típica de la región. Se muestra una variación de montañas, lomeríos, valles y cañadas con pendientes entre 15 a 30 % en la zona Oeste del SA. Al Este, en donde se encuentra el sitio del proyecto, dominan valles extensos y planicies con lomeríos suaves. El SA muestra un mosaico de diferentes elementos paisajísticos y varía de elementos naturales a artificiales (pastizales naturales, sitios de pastoreo, vegetación secundaria, zona urbana e infraestructura de la mina). El fondo escénico al Oeste está formado por montañas, mientras la visión hacia el Este es muy amplia. El paisaje tiene importancia visual pero no es único, en la escala regional del sitio del proyecto existen paisajes parecidos. La Cuenca visual en la zona en donde se encuentra el sitio del proyecto es alargada y casi ilimitada, debido a los factores biofísicos (relieve y tipo de vegetación). Analizando todos estos factores y componentes, el paisaje tiene una calidad baja y una fragilidad media-alta.

La población municipal es de 39,451 habitantes, casi la mitad de la población en edad de trabajar tiene empleo formal, la principal fuente de actividad económica es la minería y también son de importancia la agricultura y la ganadería, el 0.88% de la población es analfabeta. Cananea mantiene un Índice de Desarrollo Humano (IDH) muy alto con 0.813 puntos lo cual supera el promedio nacional. Destaca que este municipio del 2010 al 2015 tuvo un incremento del 3.13 por ciento en el IDH, con ello se disminuyó la población en situación de pobreza de 36.3 a 26.1 %.

IV.6.3 Síntesis del inventario ambiental.

Una de las variables para analizar la dinámica ambiental de la zona, es comprender las interrelaciones que se dan entre el conjunto de factores bióticos, abióticos y socioeconómicos que se presentan en tiempo y espacio determinados. La mayoría de los componentes del SA están en interrelación. Si cambian las propiedades de un componente, podría entonces tener influencia en los demás.

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 minera y ganadera, en el SA en estudio. Se observa que la vegetación natural sufre y sufrirá una degradación y fragmentación del paisaje inducida por el hombre, tanto en el sitio del proyecto como en el SA, como resultado de la realización de actividades mineras y urbanas, entre otras, generando un desequilibrio de difícil reversión. Como resultado de estas actividades, se encuentran dentro de las más impactantes, la contaminación del SA por aguas residuales municipales y basura generada por la zona urbana; las actividades mineras, que incluyen instalaciones de producción, depósitos de jales y tepetateras; la construcción de carreteras,

caminos y brechas; la ganadería y la presencia de otros animales domésticos en el SA. Estos diferentes tipos de disturbio tienen y han tenido influencia importante en el funcionamiento del ecosistema; el cual presenta una baja naturalidad, indicando con ello un alto grado de perturbación.

La remoción de la vegetación natural por cambio de uso de suelo o sobrepastoreo 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 principalmente en las cañadas, zonas montañosas y planicies que son cubiertas de vegetación secundaria. 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. La sucesión natural en este tipo de ecosistema (semiárida) es muy lenta, lo que ha provocado el establecimiento de especies invasoras que han desplazado la vegetación original.

En las zonas donde la pérdida de suelo es avanzada, aumenta el flujo superficial de agua y se presenta una menor infiltración, principalmente después de eventos fuertes de lluvia. En áreas con pendientes pronunciadas, en combinación de una fuerte precipitación pluvial, se originan desgajamientos de cerros y deslizamiento de material terrestre, que no es el caso del sitio del proyecto, el cual se presenta principalmente sobre planicies.

La apertura de caminos y brechas ha influido directamente en la calidad del paisaje y aumentado el riesgo de incendios forestales, en caso de no tener control sobre la basura que se acumula en el borde de los caminos. Al existir mayor presencia humana en la región, la cantidad de animales domésticos que compiten con las especies nativas se ha incrementado.

Cabe resaltar que, el sitio donde se pretende realizar el proyecto no se encuentra dentro de algún Área Natural Protegida federal ni estatal. Respecto a la fauna, la mayoría de las especies registradas son capaces de desplazarse por sí solas a lugares aledaños al sitio del proyecto, con el fin de encontrar sitios nuevos y adecuados para su alimentación y desarrollo, por lo que se prevé que la construcción del proyecto no ocasionará alteraciones significativas a la fauna del lugar. Pudiéndose observar que, en los alrededores del sitio del proyecto, se encuentran mejores condiciones para la residencia de los diversos grupos de fauna vertebrada terrestre.

Es importante mencionar que este proyecto aportará beneficios económicos a la población del municipio de Cananea, al proporcionar trabajo permanente a sus habitantes y, por tanto, mejoras a su calidad de vida.

Por otro lado, la agricultura y la ganadería no son actividades adecuadas para los ecosistemas semiáridos y especialmente en donde los suelos no son muy profundos; por lo que, una alternativa de ingreso por los trabajos en las obras de construcción del proyecto, podría ser un factor que contribuya reducir la presión al ecosistema.

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR DEL PROYECTO DENOMINADO:
"EDIFICIO PARA CUATRO QUEBRADORAS", EN EL MUNICIPIO DE CANANEA, ESTADO DE SONORA

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES V.2
V.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES. V.2
V.1.1 Identificación de impactos. V.2
V.1.2 Lista de verificación. V.3
V.1.3 Selección de indicadores ambientales de impactos. V.3
V.2. CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS. V.4
V.2.1. Matriz de cribado de identificación de impactos. V.4
V.2.2. Evaluación de impactos. V.7
V.2.2.1. Elección de criterios de valoración de impactos. V.7
V.2.2.2. Elaboración de la Matriz de Cribado de Categorías del Índice de Significancia de impactos. V.8
V.2.3. Descripción de impactos. V.13

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V.1. Lista de verificación de las actividades comprendidas en cada etapa del proyecto. V.3
Tabla V.2. Indicadores ambientales propensos a ser afectados por la implementación del proyecto. V.3
Tabla V.3. Matriz de cribado para identificación de impactos por obras y actividades del proyecto EP4Q. V.5
Tabla V.4. Conteo de impactos positivos y negativos identificados por actividad y V.6
Tabla V.5. Impactos identificados por factor ambiental del proyecto. V.7
Tabla V.6. Matriz de Categorías del Índice de Significancia de Impactos del proyecto en la etapa de preparación del sitio. V.9
Tabla V.7. Matriz de Categorías del Índice de Significancia de Impactos del proyecto en la etapa de Construcción. V.10
Tabla V.8. Matriz de Categorías del Índice de Significancia de Impactos del proyecto en la etapa de Operación. V.12
Tabla V.9. Número de impactos ambientales por categoría del Índice de Significancia, por etapa del proyecto. V.13
Tabla V. 10. Número de impactos ambientales por categoría del Índice de Significancia, por factor ambiental. V.13
Tabla V.11. Descripción de impactos en factor ambiental atmósfera. V.14
Tabla V. 12. Descripción de impactos en factor ambiental del agua. V.14
Tabla V.13. Descripción de impactos en factor ambiental del suelo. V.15
Tabla V.14. Descripción de impactos en factor ambiental de la vegetación. V.16
Tabla V.15. Descripción de impactos en factor ambiental de fauna. V.16
Tabla V. 16. Descripción de impactos en factor ambiental del paisaje. V.17
Tabla V. 17. Descripción de impactos en factor socioeconómico. V.18

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el presente capítulo, se identifica y aplica la metodología para realizar la evaluación del impacto ambiental asociado a las diferentes etapas del proyecto Edificio Para Cuatro Quebradoras (EP4Q). Se presentan los resultados de la aplicación de la metodología y la descripción de los impactos identificados, su magnitud y características que se espera presenten. Lo anterior, con base en la interrelación de las obras y actividades del proyecto y la información del medio ambiente del sitio del proyecto y su área de influencia, teniendo como marco la normatividad formal y técnica para la zona donde se asentará el proyecto, de acuerdo con lo descrito en los capítulos anteriores del presente documento.

El objetivo principal de la evaluación del impacto ambiental es prevenir el deterioro del medio, y establecer las medidas más adecuadas para llevar a niveles aceptables los impactos derivados de acciones identificadas y proteger la calidad del ambiente.

Bajo este contexto, esta evaluación permite anticipar los futuros impactos negativos y positivos asociados al proyecto, con la finalidad de incrementar los beneficios y disminuir las alteraciones al ambiente 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.

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. Por 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 este 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.

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 por la implementación del proyecto (Bojórquez-Tapia, 1998; Canter, 1998).

V.1.1 Identificación de impactos.

Los impactos ambientales que podrían generarse por la realización de las obras y actividades del proyecto se identificaron mediante un análisis multidisciplinario, para identificar y conocer los impactos de cada una de las actividades sobre los factores ambientales. En este proceso el punto de partida es una lista de verificación de las actividades del proyecto.

V.1.2 Lista de verificación.

A través de la lista de verificación, se identifican y describen las acciones asociadas con el proyecto, así como los componentes (bióticos, abióticos y sociales), con posibles impactos ambientales asociados al desarrollo del proyecto. En la Tabla V.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.

Tabla V.1. Lista de verificación de las actividades comprendidas en cada etapa del proyecto.

ETAPA	ACTIVIDAD
Preparación del sitio	Trazo y nivelación
	Excavación
Construcción	Montaje y cimentación
	Edificación
	Obras de infraestructura
Operación y mantenimiento	Mantenimiento
	Limpieza
Abandono del sitio	Restauración

V.1.3 Selección de indicadores ambientales de impactos.

Los factores ambientales son los elementos del ambiente susceptibles de recibir impactos, considerando la complejidad del ambiente y su carácter de sistema. Para ello fueron seleccionados los considerados como relevantes, medibles y que ofrecen información del estado y funcionamiento del ambiente. En el caso de los indicadores de impacto, 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, lo que permite dimensionar los impactos que se espera generar.

Los indicadores ambientales de impacto están relacionados con componentes y factores ambientales susceptibles de ser afectados por la ejecución del proyecto, tomando en consideración la información obtenida en campo y la de fuentes bibliográficas. En la Tabla V.2 (página siguiente) se presentan los factores e indicadores ambientales que pudieran recibir algún impacto ambiental por la realización de las obras y actividades del proyecto.

Tabla V.2. Indicadores ambientales propensos a ser afectados por la implementación del proyecto.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR AMBIENTAL
Factores abióticos	Atmósfera	Emisiones de gases (NOx, SOx, etc.)
		Emisiones de partículas
		Generación de ruido y vibraciones
	Suelo	Características físicas (estructura, permeabilidad, granulometría y/o tipo de suelo) y químicas (pH, nutrientes, microorganismos, ausencia de contaminantes)
		Susceptibilidad a erosión
		Susceptibilidad a la contaminación de suelo

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR AMBIENTAL
	Agua	Coeficientes de escurrimientos e infiltración
		Azolve de escurrimientos
		Susceptibilidad a la contaminación del agua (escurrimientos)
		Consumo del recurso
Factores bióticos	Vegetación	Cobertura vegetal (reducción)
		Diversidad de especies de interés biológico (herbáceas, arbustivas y arbóreas)
	Fauna	Desplazamiento de zonas de anidación y reproducción
		Desplazamiento de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles y mamíferos)
		Desplazamiento de vertebrados voladores (aves y murciélagos)
Perceptual	Paisaje	Visibilidad
		Calidad paisajística
		Fragilidad
Socioeconómico	Social	Modificación al entorno (social)
	Económico	Empleo
		Sector productivo (uso de bienes y servicios locales)

V.2. CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS.

En este apartado se presenta la evaluación de los impactos ambientales identificados para el proyecto, haciendo énfasis en aquellos impactos que alcanzan una "significancia" (en términos de la relevancia que tiene el impacto en el contexto general de los impactos en este proyecto) cuando el factor o indicador ambiental que recibirá el efecto del impacto adquiere una importancia específica, ya sea por estar protegida o reconocida en la legislación ambiental vigente, o por la importancia puntual en términos del papel que representa en el entorno.

V.2.1. Matriz de cribado de identificación de impactos.

A partir de la lista de verificación de obras y actividades asociadas al proyecto (Tabla V.1), así como de la identificación de los componentes, factores e indicadores ambientales susceptibles de afectación (Tabla V.2), se procedió a identificar de manera preliminar los impactos mediante la construcción de una matriz simple de Leopold. En la Tabla V.3, la matriz de identificación presenta columnas que muestran las actividades del proyecto por etapas y filas con los componentes, factores e indicadores ambientales. Esta matriz solamente identifica los impactos y su origen, sin proporcionar una valoración de los impactos, por lo que cuando se espera que una acción provoque un cambio en un factor ambiental, se registrará en la intersección correspondiente para el proyecto, y se señalan resaltados en color rojo las interacciones potenciales de provocar impactos negativos y en color verde las interacciones potenciales de provocar impactos benéficos. En el caso de aquellas casillas que no presentan valor, se debe entender que esa obra o actividad no generará ningún 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 párrafos siguientes. 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, por ejemplo, el rescate de individuos de flora y fauna que mediante la implementación de acciones de protección y conservación se llega a mitigar el impacto provocado por la remoción de la vegetación. Así como también considerando aquellos impactos que se verán compensados por las actividades que se ejecutarán una vez que concluya la vida útil del proyecto.

Tabla V.3. Matriz de cribado para identificación de impactos por obras y actividades del proyecto EP4Q.

MEDIO / FACTOR AMBIENTAL	ACTIVIDADES DEL PROYECTO / IMPACTOS IDENTIFICADOS	Preparación del sitio		Construcción			Operación		Abandono
		Trazo y nivelación	Excavación	Montaje y cimentación	Edificación	Instalación de equipos	Mantenimiento	Limpieza	Restauración
Agua	Coeficientes de escurrimientos e infiltración								
	Consumo de recurso					N	N	N	
Atmósfera	Emisiones de gases (NOx, SOx, etc.)	N	N	N	N	N			P
	Emisiones de partículas		N	N	N	N	N		P
	Generación de ruido y vibraciones	N	N	N	N	N			
Suelo	Características físicas (estructura, permeabilidad, granulometría y/ó tipo de suelo) y químicas (pH, nutrientes, microorganismos, ausencia de contaminantes)			N		N			P
	Susceptibilidad a erosión								P
	Susceptibilidad a la contaminación de suelo	N	N	N	N	N	N		P
Vegetación	Cobertura vegetal (reducción)								P
	Diversidad de especies (herbáceas, arbustivas de interés biológico y arbóreas)								P
Fauna	Desplazamiento de zonas de anidación y reproducción								P
	Desplazamiento de vertebrados terrestre (anfibios, reptiles y mamíferos)								P
	Desplazamiento de vertebrados voladores (aves y murciélagos)								P
Paisaje	Visibilidad			N	N	N			P
	Calidad paisajística			N	N	N			P
	Fragilidad				N	N			P
Socioeconómico	Modificación al entorno (social)				P				
	Empleo	P	P	P	P	P	P	P	P
	Sector productivo (uso de bienes y servicios locales)	P	P	P	P	P	P	P	P
SUMA DE INTERACCIONES POSITIVAS (P) POR ACTIVIDAD/ETAPA		2	2	2	3	2	2	2	15
SUMA DE INTERACCIONES NEGATIVAS (N) POR ACTIVIDAD /ETAPA		3	4	7	7	9	3	1	0
SUMAS POR CATEGORÍA DE IMPACTO: ADVERSOS/BENÉFICOS = 34, BENÉFICOS/POSITIVOS = 30, TOTAL = 64.									

Se desprende de la Tabla V.3 que fueron identificados 64 posibles impactos ambientales, de los cuales 34 se anticipan adversos/negativos y 30 se esperan benéficos/positivos.

En la Tabla V.4, se observa la etapa de Preparación de sitio presenta el mayor número de impactos (45) de los cuales 35 son negativos y 10 son positivos, seguido de la etapa de Construcción donde del total de impactos (30), 23 son negativos y siete son positivos. La etapa de operación y mantenimiento presentó un total de impactos (8), de los cuales cuatro negativos y positivos. Por último, tenemos la etapa de abandono en donde se llevará a cabo la reforestación, siendo esta la donde se encuentra 15 impactos positivos en su totalidad.

Tabla V.4. Conteo de impactos positivos y negativos identificados por actividad y para cada una de las etapas del proyecto.

Información		Preparación Del Sitio		Construcción			Operación		Abandono	Total
		Trazo Y Nivelación	Excavación	Montaje Y Cimentación	Edificación	Instalación de equipos tura	Mantenimiento	Limpieza	Restauración	
Totales de actividades		5	6	9	10	11	5	3	15	64
Totales por etapa		11		30			8		15	64
Totales de actividades	Impactos negativos	3	4	7	7	9	3	1	0	34
Totales por etapa	Impactos positivos	2	2	2	3	2	2	2	15	30
Totales de actividades	Impactos negativos	7		23			4		0	34
Totales por etapa	Impactos positivos	4		7			4		15	30

Estos resultados son consistentes respecto de lo esperado, ya que en las etapas de Preparación del sitio y Construcción serán aquellas donde se llevarán a cabo excavación y actividades constructivas, que provocan impactos adversos puntuales, sobre todo en los factores ambientales aire, suelo, y paisaje. En cambio, la etapa con mayor cantidad de impactos positivos es el Abandono del sitio (término de la vida útil), ya que en ella se realizan actividades la restauración y reforestación del sitio, siendo estas últimas actividades las que permitirán la recuperación paulatina del sitio.

En la Tabla V.5, se presentan los impactos ambientales identificados por factor ambiental. El factor ambiental con mayor número de impactos es la atmósfera, con 17, de los cuales 2 son impactos favorables o positivos y resultaron 15 negativos. El factor socioeconómico es el siguiente ya que se obtuvieron un total de 17 impactos siendo todos ellos positivos. En seguida se encuentran los factores suelo y paisaje, con 11 impactos cada uno, tres positivos y 8 negativos. Por otro lado, los factores ambientales vegetación y fauna fueron los que resultaron con menor cantidad de impactos identificados, con dos positivos y cero negativos para la vegetación (total de dos impactos) y para fauna tres positivos y cero negativos (3).

Los impactos que se presentarán sobre la vegetación, el suelo y el paisaje del sitio del proyecto, se anticipan de carácter permanente durante la operación y el mantenimiento del proyecto, mientras que los impactos identificados sobre la atmósfera, serán puntuales y temporales.

En el Anexo 10 se presenta la memoria de la identificación de impactos negativos y positivos desglosados por factor ambiental del proyecto.

Tabla V.5. Impactos identificados por factor ambiental del proyecto.

Factor ambiental	Impactos negativos	Impactos positivos	Total
Agua	3	0	3
Atmósfera	15	2	17
Suelo	8	3	11
Vegetación	0	2	2
Fauna	0	3	3
Paisaje	8	3	11
Socioeconómico	0	17	17
TOTAL	**34**	**30**	**64**

V.2.2. 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 asociados a 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 buena aproximación al impacto que se espera ocasionar, además de reducir la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales, directos, indirectos, acumulativos, sinérgicos y residuales del proyecto. Por estas razones, en el apartado siguiente se describe la metodología seleccionada para la identificación y evaluación de impactos ambientales del proyecto.

V.2.2.1. 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 que se presentan en el Anexo 9.

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 para los criterios.

V.2.2.2. 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) respecto de los impactos identificados para facilitar y sistematizar la identificación de estos. Los criterios básicos son: magnitud (M), extensión espacial (E), duración (D). Los criterios complementarios son: sinergia (S), acumulación (A), controversia (C), Mitigación (T).

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 ocasionada 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 auto recuperación, 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 identificado en la Matriz de cribado utilizada para determinar la dimensión de los impactos identificados como adversos (Tabla V.3) y por etapa, por lo que resulta de su elaboración: a) Matriz de Cribado de Categorías del Índice de Significancia de impactos para la etapa de Preparación del sitio, b) Matriz de Cribado de Categorías del Índice de Significancia de impactos para la etapa de construcción y c) Matriz de Cribado de Categorías del Índice de Significancia de impactos para la etapa de Operación y mantenimiento, las cuales se muestran en las tablas V.6, V.7, y V.8 respectivamente.

La posición de las columnas es ocupada por los criterios (básicos y complementarios) considerados en la 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.

En el Anexo 11 se presenta la metodología de la elaboración de la Matriz de Cribado.

Tabla V.6. Matriz de Categorías del Índice de Significancia de Impactos del proyecto en la etapa de preparación del sitio.

Factor ambiental	Indicador ambiental	Actividades de la etapa de Preparación del sitio	Criterios de Evaluación						Mitigación	Índice Básico	Índice Complementario	Impacto	Significancia del Impacto	Categoría del Impacto
			Mij	Eij	Dij	Sij	Aij	Cij	Tij	MEDij	SACij	IIij	Gij	
Agua	Coeficientes de escurrimientos e infiltración	Trazo y nivelación	1	1	2	1	0	1	2	0.444	0.222	0.532	0.414	Md
		Excavación	1	1	2	1	0	1	2	0.444	0.222	0.532	0.414	Md
	Azolve de arroyos	Excavación	1	1	2	1	0	1	2	0.444	0.222	0.532	0.414	Md
		Trazo y nivelación	1	1	2	1	0	1	2	0.444	0.222	0.532	0.414	Md
	Susceptibilidad a la contaminación del agua (escurrimientos)	Trazo y nivelación	1	1	2	1	0	1	2	0.444	0.222	0.532	0.414	Md
		Excavación	1	1	2	1	0	1	2	0.444	0.222	0.532	0.414	Md
Aire	Emisiones a la atmósfera (CO2, NOx, SOx, etc.)	Trazo y nivelación	1	1	2	1	1	0	3	0.444	0.222	0.532	0.355	Md
		Excavación	1	1	2	1	1	0	3	0.444	0.222	0.532	0.355	Md
	Polvos (partículas suspendidas)	Trazo y nivelación	1	1	2	1	0	1	3	0.444	0.222	0.532	0.355	Md
		Excavación	1	1	2	1	0	1	3	0.444	0.222	0.532	0.355	Md
	Nivel de ruido y vibraciones	Trazo y nivelación	1	1	2	1	0	1	3	0.444	0.222	0.532	0.355	Md
		Excavación	1	1	2	1	0	1	3	0.444	0.222	0.532	0.355	Md
Suelo	Características físicas (estructura, permeabilidad, granulometría y/ó tipo de suelo) y químicas (pH, nutrientes, microorganismos, ausencia de contaminantes).	Trazo y nivelación	1	1	2	1	0	1	1	0.444	0.222	0.532	0.473	Md
		Excavación	1	1	2	1	0	1	1	0.444	0.222	0.532	0.473	Md
	Susceptibilidad a erosión	Trazo y nivelación	1	1	2	1	2	1	2	0.444	0.444	0.637	0.496	Md
		Excavación	1	1	2	1	2	1	2	0.444	0.444	0.637	0.496	Md
	Susceptibilidad a la contaminación de suelo	Trazo y nivelación	1	1	2	1	1	1	3	0.444	0.333	0.582	0.388	Md
		Excavación	1	1	2	1	1	1	3	0.444	0.333	0.582	0.388	Md
		Trazo y nivelación	1	1	2	1	1	1	3	0.444	0.333	0.582	0.388	Md
		Excavación	1	1	2	1	1	1	3	0.444	0.333	0.582	0.388	Md
Vegetación	Cobertura vegetal (reducción)	Excavación	1	1	2	1	0	1	2	0.444	0.222	0.532	0.414	Md
		Trazo y nivelación	1	1	2	1	0	1	2	0.444	0.222	0.532	0.414	Md
	Diversidad de especies (herbáceas, arbustivas de interés biológico y arbóreas)	Excavación	1	1	2	1	0	1	2	0.444	0.222	0.532	0.414	Md
		Trazo y nivelación	1	1	2	1	0	1	2	0.444	0.222	0.532	0.414	Md
Fauna	Desplazamiento de zonas de anidación y reproducción	Excavación	1	1	2	1	0	1	2	0.444	0.222	0.532	0.414	Md
		Trazo y nivelación	1	1	2	1	0	1	2	0.444	0.222	0.532	0.414	Md
		Excavación	1	1	2	1	0	1	2	0.444	0.222	0.532	0.414	Md

Factor ambiental	Indicador ambiental	Actividades de la etapa de Preparación del sitio	Criterios de Evaluación						Mitigación	Índice Básico	Índice Complementario	Impacto	Significancia del Impacto	Categoría del Impacto
			Mij	Eij	Dij	Sij	Aij	Cij	Tij	MEDij	SACij	IIij	Gij	
	Desplazamiento de vertebrados terrestre (anfibios, reptiles y mamíferos)	Trazo y nivelación	1	1	2	1	0	1	2	0.444	0.222	0.532	0.414	Md
	Desplazamiento de vertebrados voladores (aves y murciélagos)	Excavación	1	1	2	1	0	1	2	0.444	0.222	0.532	0.414	Md
		Trazo y nivelación	1	1	2	1	0	1	2	0.444	0.222	0.532	0.414	Md
Paisaje	Visibilidad	Excavación	1	2	2	1	1	3	1	0.556	0.556	0.770	0.685	A
		Trazo y nivelación	1	2	2	1	1	3	1	0.556	0.556	0.770	0.685	A
	Calidad paisajística	Excavación	1	2	2	2	3	3	1	0.556	0.889	0.937	0.833	MA
		Trazo y nivelación	1	2	2	2	3	3	1	0.556	0.889	0.937	0.833	MA
	Fragilidad	Excavación	1	2	2	1	0	3	1	0.556	0.444	0.721	0.641	A
		Trazo y nivelación	1	2	2	1	0	3	1	0.556	0.444	0.721	0.641	A
Socioeconómico	Modificación al entorno (social)	Excavación	1	2	2	1	2	3	2	0.556	0.667	0.822	0.639	Md
		Trazo y nivelación	1	2	2	1	2	3	2	0.556	0.667	0.822	0.639	A

Tabla V.7. Matriz de Categorías del Índice de Significancia de Impactos del proyecto en la etapa de Construcción.

Factor ambiental	Indicador ambiental	Actividades de la etapa de operación	Criterios de evaluación						Mitigación	Índice básico	Índice complementario	Impacto	Significancia del impacto	Categoría del impacto
			M_{ij}	E_{ij}	D_{ij}	S_{ij}	A_{ij}	Cij	Tij	Med_{ij}	Sac_{ij}	I_{ij}	G_{ij}	
Agua	Consumo de recurso	Obras de infraestructura	1	1	2	1	1	1	2	0.444	0.333	0.582	0.453	Md
Atmósfera	Emisiones a la atmósfera (CO_2, NOx, SOx, etc.)	Montaje y cimentación	1	1	2	1	3	0	3	0.444	0.444	0.637	0.425	Md
		Edificación	1	1	2	1	3	0	3	0.444	0.444	0.637	0.425	Md
		Obras de infraestructura	1	1	2	1	3	0	3	0.444	0.444	0.637	0.425	Md
	Emisión de partículas	Montaje y cimentación	1	1	2	1	3	1	3	0.444	0.556	0.697	0.465	Md
		Edificación	1	1	2	1	3	1	3	0.444	0.556	0.697	0.465	Md
		Obras de infraestructura	1	1	2	1	3	1	3	0.444	0.556	0.697	0.465	Md
	Generación de ruido y vibraciones	Montaje y cimentación	1	1	2	1	3	0	2	0.444	0.444	0.637	0.496	Md
		Edificación	1	1	2	1	3	0	2	0.444	0.444	0.637	0.496	Md

Factor ambiental	Indicador ambiental	Actividades de la etapa de operación	Criterios de evaluación						Mitigación	Índice básico	Índice complementario	Impacto	Significancia del impacto	Categoría del impacto
			M_{ij}	E_{ij}	D_{ij}	S_{ij}	A_{ij}	Cij	Tij	Med_{ij}	Sac_{ij}	I_{ij}	G_{ij}	
		Obras de infraestructura	1	1	2	1	3	0	2	0.444	0.444	0.637	0.496	Md
Suelo	Características físicas (estructura, permeabilidad, granulometría y/ó tipo de suelo) y químicas (pH, nutrientes, microorganismos, ausencia de contaminantes)	Montaje y cimentación	1	1	2	1	2	1	1	0.444	0.444	0.637	0.566	A
		Obras de infraestructura	1	1	2	1	2	1	1	0.444	0.444	0.637	0.566	A
	Susceptibilidad a la contaminación de suelo	Montaje y cimentación	1	1	2	1	3	1	3	0.444	0.556	0.697	0.465	Md
		Edificación	1	1	2	1	3	1	3	0.444	0.556	0.697	0.465	Md
		Obras de infraestructura	1	1	2	1	3	1	3	0.444	0.556	0.697	0.465	Md
Paisaje	Visibilidad	Montaje y cimentación	1	2	2	1	3	3	1	0.556	0.778	0.878	0.780	MA
		Edificación	1	2	2	1	3	3	1	0.556	0.778	0.878	0.780	MA
		Obras de infraestructura	1	2	2	1	3	3	1	0.556	0.778	0.878	0.780	MA
	Calidad paisajística	Montaje y cimentación	1	2	2	2	3	3	1	0.556	0.889	0.937	0.833	MA
		Edificación	1	2	2	2	3	3	1	0.556	0.889	0.937	0.833	MA
		Obras de infraestructura	1	2	2	2	3	3	1	0.556	0.889	0.937	0.833	MA
	Fragilidad	Edificación	1	1	2	2	3	3	1	0.444	0.889	0.914	0.812	MA
		Obras de infraestructura	1	1	2	2	3	3	1	0.444	0.889	0.914	0.812	MA
Socioeconómico	Modificación al entorno (social)	Edificación	1	1	3	1	1	1	0	0.556	0.333	0.676	0.676	A

Tabla V.8. Matriz de Categorías del Índice de Significancia de Impactos del proyecto en la etapa de Operación.

Factor ambiental	Indicador ambiental	Actividades de la etapa de operación	Criterios de evaluación						Mitigación	Índice básico	Índice complementario	Impacto	Significancia del impacto	Categoría del impacto
			M_{IJ}	E_{IJ}	D_{IJ}	S_{IJ}	A_{IJ}	C_{IJ}	T_{IJ}	MED_{IJ}	SAC_{IJ}	I_{IJ}	G_{IJ}	
Socioeconómico	Consumo de recursos	Mantenimiento	1	2	3	1	1	1	2	0.67	0.33	0.763	0.594	A
		Limpieza	1	2	3	1	1	1	2	0.67	0.33	0.763	0.594	A
Atmósfera	Emisión de partículas	Trituración y transporte de mineral	2	2	3	2	2	1	2	0.78	0.56	0.894	0.696	A
	Generación de ruido y vibraciones		2	2	3	1	1	1	2	0.78	0.33	0.846	0.658	A
Suelo	Susceptibilidad a la contaminación de suelo	Mantenimiento	1	1	3	1	1	1	2	0.56	0.33	0.676	0.526	A

Los resultados de las Tablas V.6, V.7, y V.8 se condensan en la Tabla V.9, en donde se agruparon los impactos ambientales en las categorías: Significancia Moderada (Md) con 70% (54 impactos); de Significancia Alta (A) con 17% (13 impactos); y Significancia Muy Alta (MA) con 13% (con 10 impactos).

Tabla V.9. Número de impactos ambientales por categoría del Índice de Significancia, por etapa del proyecto.

Categoría	Total, por etapa			Total, por categoría	%
	Preparación	Construcción	Operación		
Baja	0	0	0	0	0
Moderada	37	16	1	54	70
Alta	5	3	5	13	17
Muy alta	2	8	0	10	13
Total	44	27	5	76	100.0

En la Tabla V.10, se presentan los 71 impactos adversos identificados para el proyecto y la categoría de Significancia por factor ambiental. Aquí se observa que el mayor número de impactos identificados corresponde a aquellos de Significancia Moderada (54), donde para el factor ambiental con mayores impactos en esta categoría es el aire, donde se presenta un total de 19 impactos, seguido del factor suelo con 13 impactos en esta categoría. Para los impactos de Significancia Alta, se tiene un total de 12, siendo el factor paisaje el de mayor impacto, presentando un total de 10 en dicha categoría. Mientras que para la categoría de significancia Muy Alta se presenta sólo en el factor ambiental paisaje (10).

Tabla V. 10. Número de impactos ambientales por categoría del Índice de Significancia, por factor ambiental.

Categoría	Sigla	Factor ambiental							Total
		Agua	Atmósfera	Suelo	Vegetación	Fauna	Paisaje	Social	
Baja	Bj	0	0	0	0	0	0	0	0
Moderada	Md	4	19	11	4	6	0	1	45
Alta	A	2	5	3	0	0	4	2	16
Muy alta	MA	0	0	0	0	0	10	0	10
TOTAL		6	24	14	4	6	14	3	71

V.2.3. 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 realizó considerando, la lectura de las matrices de índices de significancia por: a) factor ambiental; b) indicador ambiental, c) etapa en la que se identifica y d) 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, sistema ambiental y en su caso del sistema ambiental.
- 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.

Tabla V.11. Descripción de impactos en factor ambiental atmósfera.

FACTOR AMBIENTAL ATMÓSFERA							
ETAPA (S)	**INDICADOR AMBIENTAL**	**DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO GENERADO**	**CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA**	**ATRIBUTO DEL IMPACTO**			
				MOMENTO	**PERSISTENCIA**	**REVERSIBILIDAD**	**RECUPERABILIDAD**
Preparación del sitio	Emisiones a la atmósfera (CO2, NOx, SOx, etc.)	Afectación a la calidad del aire por el proceso de combustión de vehículos automotores y maquinaria utilizados en las actividades de excavación y manejo de suelo.	Md	Corto plazo	Temporal	A corto plazo	Fácil
	Emisión de partículas	Afectación a la calidad del aire por partículas generadas por movimiento de material durante las actividades de excavación y manejo de suelo, así como por la circulación de vehículos.	Md	Corto plazo	Temporal	A corto plazo	Fácil
	Generación de ruido y vibraciones	Contaminación sonora por el incremento de ruido producido por el uso y la circulación de maquinaria, equipo y vehículos que se encuentren realizando las actividades de excavación.	Md	Corto plazo	Temporal	A corto plazo	Fácil
Construcción	Emisiones a la atmósfera (CO2, NOx, SOx, etc.)	Afectación a la calidad del aire por combustión de hidrocarburos en maquinaria, equipo y vehículos automotores utilizados en todas las actividades constructivas; y por la circulación de vehículos.	Md	Corto plazo	Temporal	A corto plazo	Fácil
	Polvos (partículas suspendidas)	Afectación puntual de la calidad del aire por emisión fugitiva de partículas e incremento del nivel de ruido por el uso de maquinaria pesada y vehículos, el movimiento de suelo y materiales.	Md	Corto plazo	Temporal	A corto plazo	Fácil
	Nivel de ruido y vibraciones		Md	Corto plazo	Temporal	A corto plazo	Fácil
Operación	Polvos (partículas suspendidas)	Emisión fugitiva de partículas por acarreo de mineral en camiones mineros desde el tajo. Descarga de mineral en trituradoras, operación de trituración y transferencia de mineral por cambio de banda transportadora.	Lp	Largo plazo	Permanente	A mediano plazo	Media

Tabla V. 12. Descripción de impactos en factor ambiental del agua.

FACTOR AMBIENTAL AGUA							
ETAPA (S)	**INDICADOR AMBIENTAL**	**DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO GENERADO**	**CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA**	**ATRIBUTO DEL IMPACTO**			
				MOMENTO	**PERSISTENCIA**	**REVERSIBILIDAD**	**RECUPERABILIDAD**
Preparación del sitio	Coeficientes de escurrimientos e infiltración	Modificación del coeficiente de escurrimiento y por lo tanto alteración en la infiltración de agua pluvial por la remoción de la vegetación y de la capa del suelo.	Md	Mediano plazo	Permanente	A mediano plazo	Media
	Consumo de recurso	Consumo de agua durante las actividades de para control de polvos.	Md	Corto plazo	Temporal	A corto plazo	Media

FACTOR AMBIENTAL AGUA							
ETAPA (S)	INDICADOR AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO GENERADO	CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA	ATRIBUTO DEL IMPACTO			
				MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD
	Consumo de recurso	Consumo de agua durante las actividades de para control de polvos y para el suministro a las instalaciones de servicios.	A	Corto plazo	Temporal	A corto plazo	Media

Tabla V.13. Descripción de impactos en factor ambiental del suelo.

FACTOR AMBIENTAL SUELO							
ETAPA (S)	INDICADOR AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO GENERADO	CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA	ATRIBUTO DEL IMPACTO			
				MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD
Preparación del sitio	Características físicas (estructura, permeabilidad, granulometría y/ó tipo de suelo) y químicas (pH, nutrientes, microorganismos, ausencia de contaminantes)	Pérdida de algunas de sus propiedades físicas y químicas por su remoción del sitio. La compactación del suelo por el movimiento de maquinaria, ocasionando la disminución del establecimiento de especies vegetales.	Md	Corto plazo	Permanente	A largo plazo o no reversible	Difícil
	Susceptibilidad a erosión	Susceptibilidad a la erosión y lixiviación de espacios que queden expuestos a la acción del agua o del viento.	Md	Mediano plazo	Temporal	A mediano plazo	Media
	Susceptibilidad a la contaminación de suelo	Contaminación del suelo que, debido a la eliminación de la vegetación en el sitio, queda en posibilidad de sufrir varias modificaciones por el manejo inadecuado de residuos.	Md	Corto plazo	Temporal	A mediano plazo	Media
Construcción	Características físicas (estructura, permeabilidad, granulometría y/ó tipo de suelo) y químicas (pH, nutrientes, microorganismos, ausencia de contaminantes)	Los cambios en estas propiedades generados por cualquier intervención del proyecto, cortes, rellenos, excavación y compactación para la formación de terraplenes y la instalación de obras de carácter permanente. Por la presencia de restos de sustancias químicas provenientes de actividades como, el uso de maquinaria.	A	Corto plazo	Permanente	A largo plazo o no reversible	Difícil
	Susceptibilidad a la contaminación de suelo	Por el manejo de sustancias peligrosas como hidrocarburos durante el uso maquinaria y equipo que se utilizara para la construcción de las diferentes obras, así	Md	Corto plazo	Temporal	A mediano plazo	Media

FACTOR AMBIENTAL SUELO							
ETAPA (S)	INDICADOR AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO GENERADO	CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA	ATRIBUTO DEL IMPACTO			
				MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD
		como la disposición inadecuada de residuos.					
Operación	Susceptibilidad a la contaminación de suelo	Contaminación del suelo por manejo de hidrocarburos durante el mantenimiento, así como por un inapropiado manejo de residuos.	A	Corto plazo	Temporal	A mediano plazo	Media

Tabla V.14. Descripción de impactos en factor ambiental de la vegetación.

FACTOR AMBIENTAL VEGETACIÓN							
ETAPA (S)	INDICADOR AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO GENERADO	CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA	ATRIBUTO DEL IMPACTO			
				MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD
Preparación del sitio	Cobertura vegetal (reducción)	Retiro de toda la cubierta vegetal, solo se realiza en la superficie autorizada.	Md	Corto plazo	Permanente	A mediano plazo	Media
	Diversidad de especies (herbáceas, arbustivas de interés biológico y arbóreas)	La remoción de vegetación generará pérdida de cobertura vegetal, pérdida de biodiversidad y afectación a hábitats de fauna silvestre. Sin embargo, dicha remoción representa un impacto de extensión puntual, dado que no afectará zonas aledañas.	Md	Corto plazo	Permanente	A largo plazo o irreversible	Difícil

Tabla V.15. Descripción de impactos en factor ambiental de fauna.

FACTOR AMBIENTAL FAUNA							
ETAPA (S)	INDICADOR AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO GENERADO	CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA	ATRIBUTO DEL IMPACTO			
				MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD
Preparación del sitio	Desplazamiento de zonas de anidación y reproducción	Alteración y/o modificación de hábitats (sitios donde anidan y se reproducen las especies encontradas en el lugar) con el consecuente desplazamiento espacial de los organismos. Impacto indirectamente generado por la remoción de la vegetación por lo que se ven disminuidas las zonas utilizadas para alimentación, reproducción, descanso y refugio de la vida silvestre.	Md	Corto plazo	Permanente	A mediano plazo	Fácil
	Desplazamiento de vertebrados terrestre (anfibios, reptiles y mamíferos)	Disminución, desplazamiento y posible afectación a individuos de fauna incluidos o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que modificarán temporalmente sus hábitos, por la remoción de vegetación, el uso de maquinaria, equipo y vehículos en el sitio del	Md	Corto plazo	Temporal	A mediano plazo	Media

FACTOR AMBIENTAL FAUNA							
ETAPA (S)	INDICADOR AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO GENERADO	CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA	ATRIBUTO DEL IMPACTO			
				MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD
	Desplazamiento de vertebrados voladores (aves y murciélagos)	proyecto. Aunque no se observaron estas especies en el sitio, hay reporte de algunas en el área de influencia del proyecto.	Md	Corto plazo	Temporal	A mediano plazo	Fácil, debido a que no hay especies protegidas en el sitio. Su presencia se plantea como una probabilidad, que en caso de materializarse será apropiadamente atendida.

Tabla V. 16. Descripción de impactos en factor ambiental del paisaje.

FACTOR AMBIENTAL PAISAJE							
ETAPA (S)	INDICADOR AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO GENERADO	CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA	ATRIBUTO DEL IMPACTO			
				MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD
Preparación del sitio	Visibilidad	Modificación del paisaje en primera instancia por la remoción de la vegetación dejando espacios abiertos y la remoción de la capa fértil del suelo cambiando de tonalidades el paisaje. Así mismo por la introducción de agentes externos que no se encontraban originalmente, los cuales no serán fácilmente absorbidos por el entorno. Se provoca un efecto visual será perceptible.	A	Corto plazo	Permanente	A largo plazo o no renovable	Difícil
	Calidad paisajística		MA	Corto plazo	Permanente	A largo plazo o no renovable	Difícil
	Fragilidad		A	Corto plazo	Permanente	A largo plazo o no renovable	Media
Construcción	Visibilidad	Por la introducción de agentes externos como maquinaria, el cambio en la topografía por la construcción de los caminos y obras que no forman parte del paisaje lo que provocarán un cambio definitivo y alterando diferentes cuencas visuales, que en algunos quedan como espacios abiertos y otras como barreras visuales, en definitiva, provocan un cambio en el paisaje alterando diferentes cuencas visuales.	MA	Corto plazo	Permanente	A largo plazo o no renovable	Difícil
	Calidad paisajística		MA	Corto plazo	Permanente	A largo plazo o no renovable	Difícil
	Fragilidad		MA	Corto plazo	Permanente	A largo plazo o no renovable	Difícil

Tabla V. 17. Descripción de impactos en factor socioeconómico.

FACTOR AMBIENTAL SOCIO ECONOMICO							
ETAPA (S)	**INDICADOR AMBIENTAL**	**DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO GENERADO**	**CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA**	**ATRIBUTO DEL IMPACTO**			
				MOMENTO	**PERSISTENCIA**	**REVERSIBILIDAD**	**RECUPERABILIDAD**
Preparación del sitio	Modificación al entorno (social)	El cambio de uso de suelo para la instalación del proyecto reducirá a los pobladores la utilización de los factores abióticos y bióticos del sitio y de espacios para uso urbano y agrícola y ganadera, que son las actividades principales que se llevan a cabo en las zonas aledañas al proyecto.	A	Corto plazo	Temporal	A corto plazo	Fácil

CAPÍTULO VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR DEL PROYECTO DENOMINADO: "EDIFICIO PARA CUATRO QUEBRADORAS", EN EL MUNICIPIO DE CANANEA, ESTADO DE SONORA

CONTENIDO

VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES VI.2

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL VI. 2
VI.2 MEDIDAS DE MITIGACIÓN APLICABLES A LOS IMPACTOS GENERADOS.....VI.3
VI.2.1 Aspectos generales de cumplimiento previo. VI.3
VI.3 TABLAS DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN EN EL ÁREA DEL PROYECTO. VI.5
VI.4 IMPACTOS RESIDUALES VI.18

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI. 1. Operación de equipo y maquinaria.....VI.5
Tabla VI. 2 Tránsito de maquinaria y unidades.....VI.6
Tabla VI. 3 Corte y relleno VI.7
Tabla VI. 4 Circulación en caminos.....VI.8
Tabla VI. 5 Operación de equipo y maquinaria.....VI.10
Tabla VI. 6 Tránsito de maquinaria y unidades.....VI.11
Tabla VI. 7 Operación de equipo y maquinaria.....VI.12
Tabla VI. 8 Extracción de mineral.....VI.13
Tabla VI. 9 Operaciones unitarias del proceso productivo y Servicios auxiliares VI.14
Tabla VI. 10 Tránsito de maquinaria y unidades.....VI.15
Tabla VI. 11 Operación de equipo y maquinaria VI.16
Tabla VI. 12 Tránsito de maquinaria y unidades.....VI.17

VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La definición de medidas de mitigación contenida en La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (RIA), artículo tercero, define Medidas de Mitigación de la manera siguiente:

> …
> *XIV. Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas*

A la luz de esta definición las medidas de mitigación del presente capitulo se plantearon con base en los impactos ambientales identificados y evaluados en el Capítulo V. Las medidas tienen como finalidad atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación, respecto de aquellas variables o parámetros ambientales que podrían verse impactados por la obras y actividades del proyecto EP4Q.

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

Como punto de partida se considera que la realización de las obras y actividades del proyecto Edificio Para Cuatro Quebradoras (EP4Q) tiene asociados un conjunto de impactos ambientales benéficos y adversos que fueron identificados y evaluados en el Capítulo V. Es para los impactos adversos que se establecen medidas de prevención o de mitigación, las cuales se definen en el artículo 3 del RIA, de la manera siguiente:

…

XIII. Medidas de prevención*:* Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente;

XIV. Medidas de mitigación*:* Conjunto de acciones que deberá ejecutar el Promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se provoque por la implementación y ejecución de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

…

Complementariamente se considera la definición técnica de medida de compensación:

Medidas de compensación*:* son aquellas acciones que se aplican sobre los impactos irrecuperables e inevitables, su función no evita la aparición del efecto, ni lo anula o atenúa, pero contribuye a la recuperación y conservación del medio ambiente, por ejemplo, la repoblación vegetal e inversión en obras de beneficio ambiental, no aplica en el sitio afectado, si no que se dirige a áreas equivalentes o similares a las afectadas.

Una vez identificados los impactos ambientales que puede provocar el proyecto, se proponen las medidas necesarias, 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 identificar y señalar las medidas necesarias para corregir, mitigar, controlar y compensar los aquellos impactos ambientales que serían generados por el proyecto.

Cabe mencionar que en el caso del indicador de desempeño cuando se señala una periodicidad de entrega, es para requerimientos de cumplimiento y será evidencia que se integrará como parte de los informes anuales o semestrales que requiera la autoridad para ser entregados como parte del cumplimiento del resolutivo correspondiente.

VI.2 Medidas de mitigación aplicables a los impactos generados.

VI.2.1 Aspectos generales de cumplimiento previo.

Previo al inicio de las actividades del proyecto será necesario considerar el cumplimiento de los siguientes puntos:

- Contar con la documentación que valide la realización, en tiempo y forma, de los trámites y permisos correspondientes.
- Permisos ambientales para el uso de bancos de tiro, préstamo y de materiales.
- Registro ante SEMARNAT como generador de residuos peligrosos.
- Permiso para la disposición de los residuos sólidos urbanos que serán generados en las diferentes etapas del proyecto.
- Alta a todos los trabajadores en el IMSS.
- Y otros, que en su momento deben darse como el aviso de inicio de obras, y los de cumplimiento sucesivo a lo largo de la operación y término de la vida útil del proyecto.
- Previsiones operativas relacionadas con aspectos ambientales.
    - De ser el caso, contratar a una empresa que otorgue el servicio de sanitarios portátiles en la obra; la empresa que se contrate deberá mantenerlos en condiciones óptimas de uso, y contar con autorización para la disposición de las aguas residuales que se generen por la prestación del servicio.
    - En su caso, contratar a un proveedor de agua potable para consumo en el sitio de obra.
    - La constructora a cargo deberá contar un reglamento interno de seguridad, higiene y medio ambiente, así como un plan de emergencias y un programa de mantenimiento de la maquinaria y equipo a utilizar en la obra.
    - Tener integradas las brigadas de rescate de flora y de fauna, y claramente definidas sus actividades y responsabilidades.
    - Que el supervisor ambiental dé a conocer los programas de educación ambiental para que los trabajadores conozcan las características ambientales, así como las consecuencias que conlleva la no conservación del entorno.

- Colectar y transportar al almacén temporal, con la periodicidad necesaria para evitar acumulaciones en el sitio, los residuos peligrosos que se generen. Lo análogo se hará con los residuos de manejo especial.

Se hará del conocimiento de los trabajadores involucrados en el proyecto las siguientes restricciones:

- Se prohibirá al personal la portación de armas y acudir a trabajar en estado inconveniente. En caso de enfermedad, el trabajador deberá retirarse de las actividades y ser atendido de inmediato.
- Realizar fogatas, quemar basura o vegetación; ya que esto puede producir un incendio incontrolado.
- Queda estrictamente prohibida la caza o retiro de la fauna local que se pueda encontrar durante la preparación del sitio y construcción de las obras del proyecto. La misma disposición es aplicable a la operación y al término de la vida útil.
- De llegar a encontrarse individuos de fauna considerada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, deberán rescatarse y llevar registro de su liberación o conservación, para integrarlo a los informes de cumplimiento de los términos y condicionantes de la resolución de impacto ambiental.
- Hacer hincapié en el uso de los servicios sanitarios contratados, evitando que las necesidades fisiológicas de los trabajadores sean depositadas al aire libre.
- Solicitar a los trabajadores que depositen correctamente en los contenedores dispuestos, los residuos sólidos generados durante las actividades de construcción del proyecto.
- Establecer límites de velocidad a todo tipo de vehículo y observar que sean respetados.

Las medidas de mitigación para los impactos ambientales identificados y evaluados en el capítulo V, se presentan en las siguientes tablas:

VI.3 Tablas de Medidas preventivas y de mitigación en el área del proyecto.

MP = Medida Preventiva; MM = Medida de Mitigación; MC = Medida de Compensación.

Tabla VI. 1. Operación de equipo y maquinaria.

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Operación de equipo y maquinaria. Actividades de corte y soldadura. (Soldadura eléctrica, oxicorte). Almacenamiento de hidrocarburos.	
Aspecto Ambiental	Incendios forestales.	
Impacto Ambiental	Disminución y degradación de las especies arbóreas, herbáceas y arbustivas. Emisiones de gases de efecto invernadero. Daños a la fauna silvestre, perdida de individuos. Aumento de la erosión del suelo por perdida de cobertura vegetal	
Componente ambiental que afecta	Flora. Atmosfera. Suelo. Fauna	
Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Preparación de sitio. Construcción. Operación. Post operativa.	
Medida propuesta	Prohibir el realizar fogatas y quemas. Diseñar e implementar un instrumento para la prevención y atención de incendios forestales.	
Tipo de medida	MP	
Objetivo	Reducir al mínimo la posibilidad de que se presenten eventos que puedan derivar en un incendio forestal.	
Indicador de desempeño	$\frac{\mathbf{AI}}{\mathbf{AA}} = \mathbf{0}$; Donde	**AI** se refiere a las hectáreas del proyecto afectada por incendios o quemas; **AA** Se refiere al área autorizada para el proyecto.
Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento	Matriz de verificación ambiental. Evidencia fotográfica de señalamientos alusivos a la prohibición de fogatas, fumar, etc. Lista de verificación de extintores.	

Tabla VI. 2 Tránsito de maquinaria y unidades

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Tránsito de maquinaria y unidades Construcción y acondicionamiento de nueva infraestructura. Operaciones unitarias del proceso productivo y servicios auxiliares.	
Aspecto Ambiental	Invasión del hábitat de la fauna silvestre.	
Impacto Ambiental	Pérdida y perturbación de fauna silvestre.	
Componente ambiental que afecta	Fauna.	
Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Preparación de sitio. Construcción. Operación.	
Medida propuesta	Diseñar e implementar un programa para el ahuyentamiento, rescate, reubicación, y protección de la fauna silvestre que pueda verse afectada por el desarrollo del proceso (Anexo 12).	
Tipo de medida	MP	
	MM	
Objetivo	Mitigar los impactos generados hacia la fauna silvestre derivados de las actividades para el desarrollo del proceso.	
Indicador de desempeño	$\frac{ARF}{ARA} \geq 1$;	Donde ARF se refiere al área donde se realizaron actividades de Ahuyentamiento y/o rescate de fauna silvestre previo a la ejecución de la preparación de sitio;
		ARA es el área requerida para el avance del proyecto.
	$\frac{ELF}{ERF} = 1$;	Donde ERF se refiere a los ejemplares de fauna silvestre ahuyentados y/o rescatados dentro de la superficie requerida para el avance del proyecto autorizado o planta operativa;
		ELF se refiere a la cantidad de ejemplares reubicados y liberados en un área libre de perturbación fuera del área proyecto.
	$EA = 0$;	Donde EA se refiere al número de ejemplares afectados (heridos, muertos) directamente por las actividades del proyecto o planta operativa.
	$\frac{FAEI}{FAEE} = 1$	Donde FAEI Fuentes de agua Externas Instaladas;
		FAEE Fuentes de Agua externas estimadas a instalar.
	$\frac{AAI}{AAE} = 1$;	Donde AAI Ahuyentadores de aves instalados;
		AAE Ahuyentadores de aves estimadas a instalar.
Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento	Bitácora de campo del seguimiento a los programas de conservación a la biodiversidad. Informes 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. Bitácora de registro de rescate y reubicación de fauna silvestre; formato. Lista de registro de verificación y mantenimiento de bebederos para fauna silvestre. Registro de captura de fauna silvestre para reubicación. Registro de recorridos de ahuyentamiento y rescate de fauna en el proyecto. Recepción de especies de fauna silvestre rescatada.	

Tabla VI. 3 Corte y relleno

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Corte y relleno. Tránsito de maquinaria fuera de áreas autorizadas. Construcción y acondicionamiento de nueva infraestructura.	
Aspecto Ambiental	Modificación en los patrones naturales de escurrimiento.	
Impacto Ambiental	Erosión hídrica. Aumento en los volúmenes superficiales de escurrimiento.	
Componente ambiental que afecta	Agua. Suelo.	
Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Preparación de sitio. Construcción. Operación.	
Medida propuesta	Diseñar e implementar un programa para la canalización y control de escorrentías seleccionando y construyendo la cantidad adecuada de obras para el control y redireccionamiento de escorrentías hacia los cauces naturales.	
Tipo de medida	MM	
Objetivo	Reincorporar los escurrimientos pluviales hacia los cauces naturales, así como permitir el flujo de agua en los cauces que se vean afectados dentro del área ocupada por el proceso. (Adjuntar datos ETJ y MIA).	
Indicador de desempeño	$\frac{OCD}{ENA} = 1$	Donde OCD se refiere al número de escorrentías con obras de conducción o desvío, ENA se refiere al número de escorrentías naturales afectadas. En caso de que esta relación sea menor a 1 se deberá justificar la causa
	$\frac{OCD}{OCDF} = 1$	Donde OCD se refiere al número de obras de conducción o desvío, OCDF se refiere al número de obras de conducción o desvío funcionales
Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento	Lista de verificación de infraestructura construida. Evidencia fotográfica y documental de las actividades correspondientes al seguimiento de dicho programa. Lista de verificación de obras de desvió de agua pluvial. Programa de mantenimiento.	

Tabla VI. 4 Circulación en caminos

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Circulación en caminos. Cribado. Trituración Acarreo de mineral por bandas. Operación de equipo y maquinaria	
Aspecto Ambiental	Emisiones de partículas. Emisiones de neblinas y/o humos. Emisiones de gases de efecto invernadero	
Impacto Ambiental	Contaminación a la atmosfera	
Componente ambiental que afecta	Atmósfera	
Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Preparación de sitio Construcción. Operación. Post operativa.	
Medida propuesta	Diseñar e implementar un instrumento donde se especifiquen los controles de ingeniería y operativos para la prevención, control y mitigación de emisiones durante la operación de una fuente de emisión, que incluya por lo menos: Establecer y difundir los límites de velocidad adecuados por tipo de camino. Priorizar el uso de caminos pavimentar, clausura de caminos temporales. Programa de mantenimiento preventivo de las fuentes de emisión. Programa de mantenimiento preventivo de equipos de combustión. Implementar un programa de riego de caminos (evaluando el uso de supresores donde sea posible). Implementar un programa de mantenimiento de caminos que incluya el barrido, limpieza de azolves, etc. Canalización de las emisiones. Implementar controles de ingeniería (incluye sistemas de control de emisiones para fuentes fijas), que nos aseguren el controlar por lo menos el 80% de las emisiones generadas, y con los Límites Máximos Permisibles que apliquen por tipo de fuente de emisión. Implementar un programa de mantenimiento preventivo de las fuentes de emisión y sus controles.	
Tipo de medida	MP	
	MM	
Objetivo	Prevenir la contaminación atmosférica mediante el aseguramiento de las condiciones aceptables en la calidad del aire determinadas por la normatividad aplicable, considerando en su caso la mejora continua de procesos y controles de ingeniería.	
Indicador de desempeño	$\frac{FE_c}{FE_g} = 1$;	Donde FEC se refiere a las Fuentes de emisión conducidas;
		FEg se refiere a las fuentes de emisión generadas, a excepción de las fuentes móviles de emisión.
	$\frac{FR_e}{FR_p} = 1$;	Donde FRe se refiere a las Frecuencia de riego ejecutada;
		FRp se refiere a la frecuencia de riego programada.
	$\frac{CA/CS_u}{CA/CS_p} = 1$;	Donde CA/CSu se refiere al consumo de agua y/o supresor usado;
		CA/CSp se refiere a la cantidad de agua y/o supresor planeado usarse.
	$\frac{Hr_{eq}}{Hr_{fe}} = 1$	Donde Hreq se refiere a las horas operadas del o los equipos de control;
		Hrfe se refiere a las horas operadas de la o las fuentes de emisión.

	$\frac{Os_{ejec}}{R_v} = 1$	Donde Osejec se refiere a las órdenes de trabajo cerradas en SAP, como resultado de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo (listas de verificación);
		Rv se refiere a los registros identificados como un área de oportunidad en las listas de verificación aplicadas como parte del programa de mantenimiento preventivo. Todo esto aplica tanto para la fuente de emisión como para sus sistemas de control.
	$\frac{\frac{\sum_{i=1}^{n} E_R}{n}}{E_c} \geq 1$	Donde n es el número total de plantas en un complejo, o bien el número de operaciones unitaria o actividades que generan la emisión en un proceso productivo;
		ER es la eficiencia real de los sistemas de control calculada a partir factores de emisión determinados a partir de mediciones directas y el análisis de varias variables;
		EC se refiere a la eficiencia condicionada ya sea por la Licencia Ambiental Única para el control de emisiones las actividades de tránsito en caminos sin pavimentar, actividades de extracción de mineral, trituración, etc., o bien la eficiencia para el control de cualquier emisión, condicionada por cualquier resolutivo ambiental.
	$\frac{R_m}{LMP} \leq 1$	Donde Rm, se refiere al resultado del monitoreo de un contaminante normado;
		LMP se refiere al límite Máximo Permisible establecido en la Norma Oficial Mexicana aplicable, dentro de las cuales están: NOM-025-SSA1-2021-, NOM-043-SEMARNAT-1993, y las que apliquen según el contaminante involucrado en la fuente de emisión.
Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento	Evidencia fotográfica. Capacitación. Planos y/o evidencia del cierre de caminos temporales. Programa de mantenimiento preventivo y su ejecución. Croquis, programa de riego de caminos y bitácora. Croquis, programa de barrido de caminos y bitácora. Evidencia de programa de mantenimiento de caminos que incluya desde la limpieza de camino, canaletas y barrido. Inventario de fuentes de emisión a la atmósfera. Aviso de paro de equipos de control de emisiones y puesta en marcha. Medición de la eficiencia de los controles de ingeniería. Informe de las mediciones para cumplimiento normativo y en caso de alguna desviación, seguimiento al programa de trabajo establecido para volver a cumplimiento. Programa de mantenimiento preventivo de equipos de combustión.	

Tabla VI. 5 Operación de equipo y maquinaria

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Operación de equipo y maquinaria Construcción y acondicionamiento de nueva infraestructura. Mantenimiento en general. Operaciones unitarias del proceso productivo y servicios auxiliares	
Aspecto Ambiental	Manejo, transporte y almacenamiento de sustancias y materiales peligrosos.	
Impacto Ambiental	Contaminación de suelo. Contaminación del agua. Contaminación a la atmosfera.	
Componente ambiental que afecta	Suelo y subsuelo. Agua Atmósfera	
Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Preparación de sitio. Construcción. Operación. Post operativa.	
Medida propuesta	Diseñar e implementar un instrumento donde se especifiquen los controles de ingeniería y operativos para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias y materiales peligrosos.	
Tipo de medida	MP	
Objetivo	Prevenir y proteger la seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, a través de la implementación de controles durante el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias y materiales peligrosos en cualquier estado físico.	
Indicador de desempeño	$\boldsymbol{E = 0}$	Donde E se refiere a el número de eventos que se presenten considerando un volumen mayor a 1 metro cúbico y que impacte directamente a algún componente ambiental.
Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento	Lista de verificación de pisos de áreas de manejo y almacenamiento de sustancias, materiales o residuos peligrosos. Lista de verificación de áreas de almacenamiento de sustancias o materiales peligrosos. Lista de verificación para el transporte de sustancias, materiales o residuos peligrosos. Lista de verificación de tanques de almacenamiento de sustancias, materiales o residuos peligrosos y diques de contención. Inventario mensual de sustancias y materiales peligrosos. N026 Revisión de tuberías	

Tabla VI. 6 Tránsito de maquinaria y unidades

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Tránsito de maquinaria y unidades. Cribado. Trituración. Acarreo de mineral por bandas. Operación de equipo y maquinaria	
Aspecto Ambiental	Emisión de ruido ambiental.	
Impacto Ambiental	Perturbación a la fauna silvestre. Perturbación auditiva a la población más cercana	
Componente ambiental que afecta	Fauna. Social.	
Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Preparación de sitio. Construcción. Operación. Post operativa.	
Medida propuesta	Diseñar e implementar un instrumento donde se especifiquen los controles de ingeniería y operativos para la prevención, control y mitigación de emisiones durante la operación de una fuente de emisión.	
Tipo de medida	MM	
Objetivo	Prevenir la contaminación por ruido mediante el aseguramiento de las condiciones aceptables determinadas por la normatividad aplicable, considerando en su caso la mejora continua de procesos y controles de ingeniería.	
Indicador de desempeño	$\frac{R_m}{LMP} \leq 1$	Donde Rm, se refiere al resultado del monitoreo diurno y nocturno; LMP se refiere al límite Máximo Permisible establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994.
Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento	Análisis del resultado de las mediciones, interpretación del indicador, en caso de alguna desviación seguimiento al programa de trabajo establecido para volver a cumplimiento.	

Tabla VI. 7 Operación de equipo y maquinaria

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Operación de equipo y maquinaria. Construcción y acondicionamiento de nueva infraestructura. Mantenimiento en general. Operaciones unitarias de los procesos productivos y servicios auxiliares.	
Aspecto Ambiental	Generación de Residuos Peligrosos. Generación de Residuos de Manejo Especial. Generación de Residuos Sólidos Urbanos	
Impacto Ambiental	Contaminación al suelo. Contaminación al agua.	
Componente ambiental que afecta	Agua. Suelo y subsuelo.	
Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Preparación de sitio. Construcción. Operación. Post operativa.	
Medida propuesta	Diseñar e implementar los instrumentos donde se especifique la gestión para el manejo de los residuos en sus tres categorías. Integración de los planes de manejo donde se dé prioridad a la prevención de su generación, posteriormente a la valorización y por último a una disposición final, todo en cumplimiento con el marco legislativo aplicable.	
Tipo de medida	MP MM	
Objetivo	Prevenir la contaminación y privilegiar la prevención de la generación de residuos realizando cambios operativos o de ingeniería cuando sea posible, y aumentando la valorización de los residuos para disminuir la sobre explotación de los recursos naturales.	
Indicador de desempeño	$\frac{\mathbf{ASO}}{\mathbf{ASE}} \geq \mathbf{1}$;	Donde ASO se refiere a número de áreas de segregación operando , ASE se refiere a número de áreas de segregación estimadas operar.
	$\frac{RP_{LBG} - RP_G}{RP_{LBG}} \geq \mathbf{0.10}$;	Donde RPLBG se refiere a la línea base calculada a partir de las generaciones anuales; RPG se refiere a los residuos peligrosos generados en el periodo y/o año en curso y 0.10 se refiere a la fracción de residuos que como meta se debe de reducir su generación.
	$\frac{RP_V}{RP_G} \geq \mathbf{0.80}$	Donde RPV se refiere a los residuos peligrosos valorizados a través de un reusó, reciclaje o coprocesamiento; R PG se refiere a los residuos peligrosos generados en el periodo y/o año en curso; 0.80 se refiere a la fracción mínima del total de residuos generados que se debe de valorizar
	$\frac{RP_{DF}}{RP_G} \leq \mathbf{0.20}$	Donde RPDF se refiere a los residuos peligrosos enviados a disposición final; RPG se refiere a los residuos peligrosos generados en el periodo y/o año en curso y 0.20 es la fracción máxima del total de residuos generados que se enviara a disposición final.
	$EQE_{BPCs} = \mathbf{0}$	Donde EQEBPCs se refiere a la generación de Equipos eléctricos que contengan BPCs, en una concentración mayor a 50 partes por millón

	$\frac{RSU_V}{RSU_G} \geq 0.2$	Donde RSUV se refiere a la cantidad de residuos sólidos urbanos valorizados a través de un reusó, reciclaje o coprocesamiento;
		RSUG se refiere a los residuos sólidos urbanos generados en el periodo y/o año en curso y 0.20 se refiere a la fracción mínima del total de residuos generados que se debe de valorizar
	$\frac{RME_V}{RME_G} \geq 0.75$	Donde RMEV se refiere a la cantidad de residuos de manejo especial valorizados a través de un reusó, reciclaje o coprocesamiento;
		RMEG se refiere a los residuos de manejo especial generados en el periodo y/o año en curso y 0.75 se refiere a la fracción mínima del total de residuos generados que se debe de valorizar.
Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento	Evidencia fotográfica del buen manejo de residuos. Capacitación. Lista de verificación de áreas de segregación de residuos. Boletas de recepción de residuos y/o registro de generación de residuos. Informes bimensuales sobre el análisis de indicadores de desempeño del manejo integral de residuos, soportado por manifiestos de entrega, transporte y recepción de residuos y certificados de disposición. Inventario de equipos electrónicos (transformadores, balastros y/o capacitores).	

Tabla VI. 8 Extracción de mineral

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Extracción de mineral.	
Aspecto Ambiental	Generación y/o conducción de Residuos Mineros.	
Impacto Ambiental	Contaminación al suelo. Contaminación al agua.	
Componente ambiental que afecta	Agua. Suelo y subsuelo. Fauna. Flora. Social.	
Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Operación.	
Medida propuesta	Diseñar e implementar los instrumentos y por ende manuales y procedimientos integrales de trabajo que especifique los controles de ingeniería y operativos que se deben de implementar para un manejo seguro de las corrientes de salida de residuos mineros de los procesos productivo.	
Tipo de medida	MM	
Objetivo	Prevención de la contaminación.	
Indicador de desempeño	$\mathbf{E = 0}$	Donde E se refiere a el número de eventos que se presenten durante la generación y transporte de residuos mineros y que provoque contaminación al suelo, al agua, fauna, flora y que por ende pueda afectar a alguna población vecina.
Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento	Lista de verificación de pisos de áreas de manejo y almacenamiento de sustancias, materiales o residuos peligrosos. Lista de verificación de canaletas y registros de conducción de sustancias o materiales peligrosos. N026 Revisión de tuberías.	

Tabla VI. 9 Operaciones unitarias del proceso productivo y Servicios auxiliares

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Operaciones unitarias del proceso productivo y Servicios auxiliares.	
Aspecto Ambiental	Generación de aguas residuales domésticas.	
Impacto Ambiental	Contaminación de elementos naturales.	
Componente ambiental que afecta	Agua. Suelo y subsuelo. Fauna. Flora. Social. Atmósfera.	
Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Preparación de sitio. Construcción. Operación. Post operativa.	
Medida propuesta	Diseñar e implementar un instrumento donde se especifiquen los controles de ingeniería y operativos para el manejo de aguas residuales, que contenga por lo menos: Sistemas eficientes para el manejo, transporte y almacenamiento de las aguas residuales, en base a la capacidad de usuarios que marca la norma 006 CONAGUA. La implementación de sistemas de tratamientos eficaces y tecnológicamente viables para el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles, dependiendo del destino del agua tratada.	
Tipo de medida	MM	
Objetivo	Prevención de la contaminación.	
Indicador de desempeño	$\frac{CSRl}{CSPl} = 1$;	Donde CSRl se refiere a la cantidad de servicios realizados a letrinas y/o fosas; CSPl se refiere a la cantidad de servicios programados de acuerdo con la propia naturaleza del proceso.
	$CNU \leq CT$	CNU es la capacidad nominal de usuarios (cantidad máxima de personas), CT capacidad de trabajo (m3). Este indicador se calcula en base a la norma NOM-006-CONAGUA-1997 TABLA 1.
	$\frac{R_m}{LMP} \leq 1$	Donde Rm, se refiere al resultado del monitoreo de un contaminante normado; LMP se refiere al límite Máximo Permisible establecido en la Norma Oficial Mexicana aplicable, dentro de las cuales están: NOM-001-SEMARNAT-1996 y las que apliquen según el contaminante involucrado en la fuente de emisión.
Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento	Lista de verificación de instalaciones sanitarias. Permiso de descarga de aguas residuales. Evidencia fotográfica, y/o documental. En su caso, evidencia de construcción, operación y mantenimiento de sistemas de tratamientos Matriz de verificación ambiental. Informe de los monitoreos para cumplimiento normativo y en caso de alguna desviación, seguimiento al programa de trabajo establecido para volver a cumplimiento.	

Tabla VI. 10 Tránsito de maquinaria y unidades

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Tránsito de maquinaria y unidades. Cribado. Trituración. Acarreo de mineral por bandas. Operación de equipo y maquinaria.	
Aspecto Ambiental	Falta de comunicación, capacitación y concientización.	
Impacto Ambiental	Afectación de los componentes del ambiente	
Componente ambiental que afecta	Agua. Suelo y subsuelo. Fauna. Flora. Social. Atmósfera.	
Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Preparación de sitio Construcción. Operación. Post operativa.	
Medida propuesta	Implementar un programa de concientización y capacitación al personal en cada uno de los temas ambientales, así como en la difusión de las actividades y programas de conservación y de las obligaciones establecidas en los estándares ambientales de la empresa.	
Tipo de medida	MP	
Objetivo	Que todos los involucrados en el desarrollo de un proceso conozcan los lineamientos ambientales que se deben de seguir en todas sus etapas, previniendo con ello afectaciones al ambiente y/o incumplimientos legales y otros requisitos.	
Indicador de desempeño	$\frac{HCR}{HCP} \geq 1$	Donde HCR se refiere a horas de capacitación registradas; HCP se refiere a horas de capacitación programadas
Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento	Programa de capacitación. Registro de asistencia a capacitación (presenciales y virtuales). Evidencia fotográfica. Evidencia de difusión visual de temas ambientales.	

Tabla VI. 11 Operación de equipo y maquinaria

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Operación de equipo y maquinaria. Construcción y acondicionamiento de nueva infraestructura. Mantenimiento en general. Operaciones unitarias de los procesos productivos y servicios auxiliares.	
Aspecto Ambiental	Emergencia y/o contingencia ambiental	
Impacto Ambiental	Contaminación del Suelo. Contaminación al agua. Contaminación a la atmosfera. Perturbación a la fauna silvestre. Afectación de la vegetación. Perturbación a la población. Generación de residuos.	
Componente ambiental que afecta	Agua. Suelo y subsuelo. Fauna. Flora. Social. Atmósfera.	
Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Preparación de sitio. Construcción. Operación. Post operativa.	
Medida propuesta	Diseñar e implementar un instrumento donde se especifique la metodología para realizar la atención oportuna y eficaz durante situaciones de emergencias y/o contingencias ambientales por liberación de sustancias, materiales o residuos peligrosos, así mismo contar con el Programa de Prevención de Accidentes.	
Tipo de medida	ME	
	MM	
Objetivo	Control oportuno de alguna situación de emergencia y/o contingencia ambiental para prevenir y/o reducir los impactos generados.	
Indicador de desempeño	$\boldsymbol{E_P = E_R}$	Donde EP se refiere a un evento de emergencia o contingencia ambiental que se presentó, pueden ser: i) donde se involucra más de 20 litros de una sustancia, material o residuo peligroso, ii) incendios forestales;
		ER se refiere a un evento de emergencia o contingencia ambiental que se presentó y se registró para su seguimiento, donde se involucra más de 20 litros una sustancia, material o residuo peligroso
	$\boldsymbol{PA = 0}$	Donde PA se refiere a pasivos ambientales, los cuales no deben de presentarse por la atención oportuna de emergencias y contingencias ambientales.
	$\boldsymbol{E_{PT} = 100\%}$	Donde EPT se refiere a la ejecución del plan de trabajo de las acciones determinadas como parte del análisis de causa raíz.
Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento	Aviso inmediato de derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de sustancias, materiales o residuos peligrosos.	
	Evidencias de la ejecución del plan de trabajo de las acciones que se implementen para el control y prevención del evento	

Tabla VI. 12 Tránsito de maquinaria y unidades

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Tránsito de maquinaria y unidades. Cribado. Trituración. Acarreo de mineral por bandas. Operación de equipo y maquinaria
Aspecto Ambiental	Mal desempeño ambiental
Impacto Ambiental	Incumplimiento al marco legislativo, resoluciones ambientales y/o los que la organización se suscriba.
Componente ambiental que afecta	Agua. Suelo y subsuelo. Fauna Flora. Social. Atmósfera.
Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Preparación de sitio. Construcción. Operación. Post operativa.
Medida propuesta	Diseñar, implementar y mantener actualizado un Programa de Vigilancia y Monitoreo ambiental para evaluar el desempeño ambiental de los procesos, dándole seguimiento a: Los aspectos ambientales y a las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos que se derivan de ellos. Cumplir en tiempo y forma con todos los requisitos legales y otros requisitos pertinentes
Tipo de medida	MP MC MM
Objetivo	Darles continuidad a los procesos de una manera sustentable, minimizando la posibilidad de la implementación de procesos administrativos por parte de las autoridades competentes.
Indicador de desempeño	$\boldsymbol{CPVMA \geq 95\%}$; Donde CPVMA se refiere al cumplimiento al programa de vigilancia y monitoreo ambiental.
Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento	Matriz de requisitos legales y otros requisitos. Matriz de evaluación del PVMA. Matriz de Verificación Ambiental. Registro y seguimiento no conformidades. Informe de desempeño ambiental.

VI.4 Impactos residuales

De acuerdo con SEMARNAT (2011), 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. 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.

Para el proyecto EP4Q el impacto residual identificado es el que ocasionarán las emisiones fugitivas de partículas en etapa de operación. Se encuentra asociado al transporte de mineral, a la descarga de mineral en las trituradoras, a la trituración, y a la conducción del mineral triturado hasta sus puntos de entrega en los almacenes de gruesos de las Concentradoras I y II.

Si bien para este impacto existen las medidas de mitigación apropiadas, resulta prácticamente imposible evitar la generación de partículas. Ahora bien, el tipo de actividad permite anticipar que una elevada fracción de las partículas que se lleguen a emitir serán de tamaño tal que rápidamente (a corta distancia del punto de emisión) sedimenten. Es decir, dado el tipo de proceso (trituración), se anticipa baja la fracción de partículas de menor tamaño que puedan quedar suspendidas en la atmósfera. De aquí que el impacto a la calidad del aire se espere en el entorno inmediato a la instalación del nuevo edificio.

Considerando la superficie impactada, tipos de impactos, y características particulares de las obras y actividades que se llevarán a cabo en el sitio, se considera que no habrá ningún impacto residual que permanezca en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación propuestas como son la limpieza del sitio, restauración y reforestación. Así mismo, el tipo de vegetación nativa, misma que se utilizará para la reforestación, tiene una capacidad de recuperación a corto y mediano plazo por lo que, tras el correcto abandono del sitio, no se podrán identificar impactos residuales, que puedan afectar al medio ambiente por las obras realizadas en el área del proyecto**.**

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTENATIVAS

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR DEL PROYECTO DENOMINADO: "EDIFICIO PARA CUATRO QUEBRADORAS", EN EL MUNICIPIO DE CANANEA, ESTADO DE SONORA

CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTENATIVAS VII.2
VII.1. Pronóstico del escenario VII.2
VII.2. Descripción y análisis de la proyección para minimizar los impactos en todos los factores ambientales VII.2
VII.2.1. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Atmósfera, Suelo, Agua, Vegetación, Fauna, Paisaje VII.2
VII.3. Escenarios de emisiones y cambio climático en el sitio de proyecto VII.5
VII.3.1. Degradación de los suelos y erosión VII.5
VII.4. Evaluación de la calidad ambiental en el sitio del proyecto VII.7
VII.5. Programa de Vigilancia y Monitoreo Ambiental (PVMA) VII.7
VII.5.1. Objetivo general VII.7
VII.5.2. Estrategia de ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental VII.8
VII.5.2.1. Áreas sujetas a inspección VII.8
VII. 5.3. Rubros de inspección VII.9
VII. 5.4. Ejecución de la inspección VII.9
VII. 5.5. Medidas de Prevención, Mitigación, Restauración y Compensación comprometidas en la Manifestación de Impacto Ambiental VII.9
VII. 5.6. Evidencias de ejecución, evaluación y presentación de resultados VII.9
VII. 5.7. Evaluación y presentación de resultados VII.10
VII. 5.7.1. Elaboración de informes VII.10
VII. 5.8. Calendarización de la aplicación de las medidas de prevención y mitigación VII.10
VII. 5.9. Conclusión VII.14
VII. 6. Literatura Citada VII.14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VII.1. Presencia de vegetación invasora en algunos sitios del área a impactar. VII.6
Figura VII.2. Suelo alterado en el área a impactar. VII.6

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VII. 1. Análisis comparativo de los pronósticos ambientales. VII.3
Tabla VII. 2. Escalas de eficacia de la aplicación de las medidas de prevención y mitigación. VII.10
Tabla VII. 3. Calendarización de la aplicación de las medidas de prevención y mitigación en cada una de las etapas del proyecto VII.11

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTENATIVAS

VII.1. Pronóstico del escenario

En este capítulo se presenta el análisis del escenario ambiental resultante al introducir el proyecto de la construcción del Edificio Para 4 Quebradoras en Buenavista del Cobre (enseguida referido como el Proyecto), a ubicarse en el municipio de Cananea, estado de Sonora, el cual se define como el sitio propuesto, 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), para construir un escenario final, considerando para ello la dinámica natural y socioeconómica 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 (aire, geología y geomorfología, suelo, agua, vegetación, fauna, paisaje, social y económico) y por los indicadores ambientales propensos a ser afectados debido a la naturaleza del Proyecto, con base a lo descrito en los Capítulos IV, V y VI de esta MIA-P. A continuación, se describe la proyección de cada escenario, con la finalidad de lograr una perspectiva de la situación, con relación a los aspectos ambientales y técnicos.

VII.2. Descripción y análisis de la proyección para minimizar los impactos en todos los factores ambientales

Para minimizar los impactos ambientales generados para el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable al Proyecto, se implementará 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 (tanto las establecidas por el Promovente como leyes, normas y reglamentos aplicables), 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, además de las medidas específicas propuestas en este documento y las que resulten de la evaluación y dictamen por parte de la SEMARNAT.

VII.2.1. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Atmósfera, Suelo, Agua, Vegetación, Fauna, Paisaje

En la siguiente tabla se presenta un análisis comparativo de los pronósticos ambientales, considerando la proyección de cada escenario: sin proyecto; con proyecto, sin aplicar medidas de prevención, mitigación ni compensación; y con proyecto, aplicando medidas de prevención, mitigación y compensación.

Tabla VII. 1. Análisis comparativo de los pronósticos ambientales.

COMPONENTE	SIN PROYECTO	CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	CON PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Aire	Se mantendría el sitio del Proyecto y el Sistema Ambiental bajo las mismas condiciones que hasta el momento se encuentra.	El aire es un factor en el que la afectación es temporal, de manera puntual, sin efectos secundarios o impactos residuales. Se asume que se producirá un impacto, principalmente durante la generación de emisiones a la atmósfera de CO2, NOx, SOx, etc., partículas y polvos suspendidos, y ruido por el uso de maquinaria, equipo y vehículos en mal estado, principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Así como por el tránsito por el camino de acceso y por los caminos internos que forman parte del Proyecto.	Siguiendo las medidas propuestas para controlar las emisiones a la atmósfera de gases, polvos suspendidos y ruido a la atmósfera (ej., programa de mantenimiento de maquinaria y equipo, riego de caminos, establecer límites de velocidad máximos para los vehículos que circulen por el sitio del Proyecto, etc.), como el monitoreo constante, se pronostica que este factor presentaría una condición ambiental aceptable, ayudado por la implementación de las medidas ambientales y cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas establecidas. En el caso de las emisiones de ruido que se generen de la maquinaria y el equipo, estarán dentro de los límites permitidos.
Agua	Los escurrimientos y el acuífero se mantendrían bajo las mismas condiciones que hasta el momento se encuentra. Sin embargo, la ciudad de Cananea genera aguas residuales, las cuales pueden ser manejadas de forma incorrecta y causar contaminación de agua superficial.	Ocurriría un incremento en los riesgos de contaminación de agua superficial y subterránea por derrames de sustancias peligrosas que pueden alterar las propiedades físicas y químicas del agua, por agentes externos como hidrocarburos u otras sustancias, materiales químicos o residuos involucrados con la operación de equipo, maquinaria y vehículos utilizados durante la ejecución de todas las actividades del Proyecto.	La susceptibilidad a la contaminación del agua será minimizada ya que las reparaciones de la maquinaria y vehículos se realizarán en un área establecida y acondicionada dentro de la superficie autorizada, así como el almacenamiento de residuos y materiales peligrosos. Serán utilizados baños portátiles y fosas sépticas que serán operadas según la normativa y recibirán mantenimiento adecuado.
Suelo	Se mantendría el sitio del Proyecto y el Sistema Ambiental bajo las mismas condiciones que hasta el momento se encuentra.	Ocurriría un incremento en los riesgos de contaminación por derrames de sustancias peligrosas que pueden alterar las propiedades físicas y químicas del suelo, por agentes externos hidrocarburos u otras sustancias, materiales químicos o residuos involucrados con la operación de equipo, maquinaria y vehículos utilizados durante la ejecución de todas las actividades del Proyecto, que no sean manejados adecuadamente.	La susceptibilidad a la contaminación del suelo será minimizada ya que las reparaciones de la maquinaria y vehículos se realizarán en un área establecida y acondicionada dentro de la superficie autorizada, así como el almacenamiento de residuos y materiales peligrosos, según los estándares de Medio Ambiente y cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas establecidas.
		Durante la preparación del sitio y operación, se generarán residuos sólidos urbanos y de manejo especial del personal que se encontrará en el sitio. Todos ellos sin ningún control o acatamiento de los procedimientos autorizados por la normativa ambiental, generarían un impacto en el suelo.	La afectación al suelo por la generación de residuos, será prevenida con la colocación de contenedores específicos y rotulados para los diferentes tipos de residuos generados (peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos). Así como por la implementación de actividades de control, manejo y disposición de residuos.

COMPONENTE	SIN PROYECTO	CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	CON PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Paisaje	El paisaje no será modificado, se encontrará en las condiciones que hasta el momento presenta. Cabe señalar que, prácticamente la mayor parte del área del proyecto, la vegetación se encuentra muy fragmentada, principalmente por las alteraciones humanas como actividades mineras y el establecimiento de la ciudad de Cananea, por lo consecuente, la presencia de fauna es escasa. Todo esto no favorece que el área no presente una buena calidad de paisaje.	El paisaje estaría dominado en una pequeña porción por la presencia de maquinaria y vehículos, así como la acumulación de basura, acumulación de residuos de manejo especial etc., generación excesiva de residuos sólidos urbanos (domésticos) y de materiales esparcidos dentro y fuera del sitio del Proyecto, fecalismo al aire libre por parte de los trabajadores y personal, contaminación de suelo por hidrocarburos, excavaciones y material extraído sin control, todo lo anterior deteriorando en gran medida la calidad visual del sitio donde se desarrollaría el Proyecto, afectando de manera directa e indirecta otros factores ambientales. Otro aspecto a considerar, es la apertura de superficies y brechas no autorizadas, afectando la calidad del paisaje, deteriorando no sólo la geomorfología, sino el paisaje actual, lo que provocaría un deterioro serio del Paisaje, lo cual sería de alta significancia.	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 resolutivo resultado de la evaluación del presente documento. Al término del Proyecto se buscará mitigar este impacto al paisaje con las medidas de prevención, mitigación y compensación en todos los componentes que pudieran ser afectados directa o indirectamente, de tal manera que el paisaje no sea alterado drásticamente.

VII.3. Escenarios de emisiones y cambio climático en el sitio de proyecto

Las principales fuentes de emisión a la atmósfera serán de la maquinaria y tránsito de vehículos en todas las etapas, como producto de la combustión propia de los vehículos automotores tipo diésel 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 internos con agua recuperada y el uso de supresores y colección de polvo en el edificio y el uso de cubiertas en las bandas transportadoras. Estas emisiones serán partículas en un rango de 1 a 100 micras.

El control del polvo de cada una de las Tolvas de alimentación se hará por medio de un Equipo Supresor de Polvo (aire-agua) con Manifold y Toberas. El control del polvo en las zonas de descarga se manejará mediante varios Colectores de Polvo Tipo Mangas o similar, que colectará material fino para ser llevado mediante un Alimentador de Tornillo a la banda de sacrificio, adicionalmente se colocarán colectores de polvo compactos en los puntos de transferencia de las bandas y llevarán cubiertas y serán selladas en todas sus transferencias.

Los gases contaminantes emitidos con la operación de la maquinaria y tránsito de vehículos serán los siguientes: monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y bióxido de azufre (SO2). Todos estos gases generados por la combustión realizada por la operación y mantenimiento de la maquinaria (fuentes de combustión móvil y estacionaria). Sin embargo, 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 con su Programa de mantenimiento establecido.

VII.3.1. Degradación de los suelos y erosión

El sitio del proyecto se encuentra en un área con suelos completamente degradados por las actividades industriales de la mina y urbanas.

Figura VII.1. Presencia de vegetación invasora en algunos sitios del área a impactar.

Figura VII.2. Suelo alterado en el área a impactar.

VII.4. Evaluación de la calidad ambiental en el sitio del proyecto

Se llevará a cabo el monitoreo de la calidad del aire y mediciones de los niveles de ruido de la maquinaria, procurando que estos no rebasen los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994, de igual manera, se medirán las emisiones de polvos fugitivos y se vigilará que se permanezcan por debajo del Límite Máximo Permisible que establece la NOM-025-SSA1-1993. Para ello los vehículos y maquinarias que operen dentro del proyecto estarán en constante mantenimiento preventivos como correctivos.

Se deberán presentar los informes de resultados, con su respectiva evidencia fotográfica y documental de la correcta ejecución de estas actividades.

VII.5. Programa de Vigilancia y Monitoreo Ambiental (PVMA)

Como parte del cumplimiento de las medidas establecidas para el Proyecto, se llevará a cabo un Programa de Vigilancia Ambiental (PVMA), donde se aplicarán las especificaciones ambientales generales para el adecuado cumplimiento de las medidas 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 acciones y se describirá el tipo de informes y la frecuencia y período de su entrega. Los informes deberán remitirse a la autoridad facultada para ejercer la inspección y vigilancia (PROFEPA).

Mediante la vigilancia se asegurará que, en relación con el ambiente, las obras 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.

Dicho PVMA, 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 PVMA, determinará si el Promovente y 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, restauración 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.
- 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 medias de mitigación no sea satisfactoria.
- 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, restauración 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, restauración y compensación propuestas, las cuales deberán ser consideradas por las autoridades ambientales como congruentes y viables de ser instrumentadas para la protección al 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:

- Evidencia de cumplimientos a los términos, condicionantes y medidas de mitigación,
- Estimación de los indicadores de éxito, y
- Evidencia fotográfica.

Estos informes serán elaborados mensualmente, a partir de los cuales se generarán los informes semestrales y/o anuales de cumplimiento. La supervisión ambiental estará a cargo del personal técnico 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 realizan en los frentes de trabajo (obras permanentes), y en los sitios fuera de ésta superficie en que se llevan a cabo actividades relacionadas con el Proyecto, además de aquellas áreas donde se manejen residuos o materiales que se encuentran

regulados por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, como lo son el almacén temporal de residuos peligrosos donde se trasladarán y dispondrán de manera temporal los residuos generados para el Proyecto.

VII. 5.3. Rubros de inspección

Los rubros que cubren las diferentes medidas de mitigación son los relacionados con los elementos del ambiente susceptibles a ser afectados: aire; geología y geomorfología; suelo; agua; vegetación; fauna; paisaje; social y económico.

VII. 5.4. Ejecución de la inspección

Durante las inspecciones, el personal técnico recorrerá el área del Proyecto que abarca todos los frentes de trabajo, 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. 5.5. Medidas de Prevención, Mitigación, Restauración y Compensación comprometidas en la Manifestación de Impacto Ambiental

En el Capítulo VI del presente estudio se muestran las medidas que deberán de ser ejecutadas y vigiladas en el presente Programa de Vigilancia Ambiental.

VII. 5.6. 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 registrará 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. 5.7. 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 constatarse presencialmente, como la extracción del total de individuos de especies. 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. 5.7.1. 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: 1. el desglose de los resultados de inspección para cada uno de los rubros; 2. la evidencia de cumplimiento a los términos, condicionantes y medidas de mitigación; 3. la estimación de los indicadores de éxito, y 4. la evidencia fotográfica.

VII. 5.8. Calendarización de la aplicación de las medidas de prevención y mitigación

En este apartado se presenta la calendarización de la aplicación de cada una de las medidas correctivas sobre los impactos a generar por la ejecución del proyecto: “Edificio Para Cuatro Quebradoras”.

Como se muestra en la Tabla VII. 3, para cada una de las medidas correctivas se presenta su periodo de aplicación (etapas del proyecto) la evaluación de su eficacia de acuerdo a las escalas que se ilustración en la Tabla VII. 2.

Tabla VII. 2. Escalas de eficacia de la aplicación de las medidas de prevención y mitigación.

ALTA	
REGULAR	
MEDIA	
BAJA	

Tabla VII. 3. Calendarización de la aplicación de las medidas de prevención y mitigación en cada una de las etapas del proyecto.

NO.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	DURACIÓN DEL PROYECTO												ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE
		AÑOS													
		AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5		AÑO 6-30	AÑO 30…		
		MESES													
		6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	-	-		
1	Ejecución del Programa de Rescate y reubicación de flora.													Previo y Durante la preparación del sitio	FAUNA
2	Ejecución del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y reubicación de fauna.														FAUNA
3	Aplicar el Programa de Vigilancia y Monitoreo Ambiental (PVA) con la finalidad de no afectar zonas aledañas al área del proyecto autorizado.													Preparación del sitio	TODOS LOS COMPONENTES
4	Implementar un programa de concientización y capacitación al personal en cada uno de los temas ambientales, así como en la difusión de las actividades y programas de conservación y de las obligaciones establecidas en los estándares ambientales de la empresa.														
5	Implementar un instrumento para la prevención y atención de incendios forestales.													Preparación del sitio	VEGETACIÓN
6	Retirar las estructuras; limpieza del sitio (retiro de todo tipo de residuos generados durante el Proyecto); descompactación de suelo y reincorporación del material producto del desmonte y despalme.													Preparación del sitio y Construcción	SUELO
7	Implementación de los Estándares de Medio Ambiente con que ya cuenta el complejo minero sobre el manejo de Residuos: RSU, RP y RME.														

NO.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	DURACIÓN DEL PROYECTO												ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE
		AÑOS													
		AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5		AÑO 6-30	AÑO 30...		
		MESES													
		6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	-	-		
8	Sistemas eficientes para el manejo, transporte y almacenamiento de las aguas residuales, en base a la capacidad de usuarios que marca la NORMA 006 CONAGUA.														AGUA
9	Implementar un sistema de tratamientos eficaces y tecnológicamente viables para el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles, dependiendo del destino del agua tratada.														
10	implementar un programa para la canalización y control de escorrentías seleccionando y construyendo la cantidad adecuada de obras para el control y re direccionamiento de escorrentías hacia los cauces naturales.														
11	Aplicación de riegos periódicos en los frentes de trabajo.														
12	Colocación de lonas sobre los camiones en el acarreo de materiales.														ATMÓSFERA
13	Instalación de letreros que indiquen los límites máximos de velocidad y ruido para el tránsito vehicular en los caminos.													Preparación del sitio, Construcción y Operación	
14	Aplicación de un Plan de Mantenimiento Preventivo de Maquinaria, Equipo y Vehículos.													Preparación del sitio, Construcción y Operación	
15	Aplicación de riegos en las descargas de los camiones a las bandas transportadoras.													Operación	

NO.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	DURACIÓN DEL PROYECTO											ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE
		AÑOS												
		AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	AÑO 6-30	AÑO 30…		
		MESES												
		6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	-	-	
16	Instalación de equipos de control de casas de bolsa en el edificio Hermeticidad en el punto de transferencia de las bandas.												Operación	
17	Diseñar e implementar los instrumentos (manuales y procedimientos) integrales de trabajo que especifique un manejo seguro de las corrientes de salida de residuos mineros de los procesos productivo.												Operación	TODOS LOS COMPONENTES
18	Implementar un Programa de Prevención de Accidentes.												Preparación del sitio, Construcción y Operación	
19	Ejecutar un programa de abandono con actividades de revegetación y reforestación con especies nativas de la región.												Obras de Cierre y Abandono	VEGETACIÓN
20	Ejecutar un programa de abandono con la implementación de obras de conservación de suelo y agua para reducir los procesos erosivos en el área del proyecto.												Obras de Cierre y Abandono	SUELO Y AGUA

VII. 5.9. Conclusión

Con base en el análisis presentado en esta Manifestación de Impacto Ambiental, se determina que el proyecto se considera Ambientalmente Viable. Esta valoración está basada en los impactos positivos y negativos resultantes, estos últimos no de gran impacto y mitigables en la medida. Se realizará un monitoreo constante de necesidades de mantenimiento correctivo necesario con la finalidad de evitar la generación de impactos mayores, cuidando no exponer el desarrollo normal del proyecto.

VII. 6. Literatura Citada

Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993, **Salud ambiental. Criterios para evaluar el valor límite permisible para la concentración de material particulado**.

NORMA Oficial Mexicana NOM-081-ECOL-1994, **Que establece los lí-mites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición**. publicado en el DOF el 22 de junio de 1994.

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR DEL PROYECTO DENOMINADO:
"EDIFICIO PARA CUATRO QUEBRADORAS", EN EL MUNICIPIO DE CANANEA, ESTADO DE SONORA

CONTENIDO

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES..... VIII.2

FORMATOS DE PRESENTACIÓN..... VIII.2

1. PLANOS DEFINITIVOS. VIII.2
2. FOTOGRAFÍAS. VIII.2
3. VIDEOS. VIII.2
4. LISTAS DE FLORA Y FAUNA. VIII.2

OTROS ANEXOS VIII.2

VÉRTICES ÁREA DE IMPACTO. VIII.2
CARTOGRAFÍA. VIII.3
CÁLCULO DE ÍNDICES DE DIVERSIDAD ÁREA DEL PROYECTO. VIII.3
CÁLCULO DE ÍNDICES DE DIVERSIDAD DEL SISTEMA AMBIENTAL. VIII.3
CÁLCULO DE MATERIAS PRIMAS A REMOVER EN EL ÁREA A IMPACTAR. VIII.3
PROGRAMAS DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL. VIII.3
REPORTE FOTOGRÁFICO DEL ÁREA DEL PROYECTO Y SISTEMA AMBIENTAL. VIII.3
METODOLOGÍAS EMPLEADAS. VIII.3
METODOLOGÍA EMPLEADA EN LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS, FLORA Y FAUNA PRESENTES EN EL PROYECTO. VIII.3
1. TRABAJO DE GABINETE. VIII.4
2. TRABAJO DE CAMPO VIII.4
3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN VIII.4

RESUMEN EJECUTIVO VIII.4

ANEXOS DIGITALES. VIII.5

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

FORMATOS DE PRESENTACIÓN.

La presente manifestación de impacto ambiental, modalidad particular, se presenta impresa en original, una copia para Consulta al Público, cada ejemplar incluye un resumen ejecutivo, así mismo se entregan cuatro discos compactos (pueden ser memorias USB) con el contenido completo del estudio, y se incluye carta responsiva firmada por la representación legal de la promovente y por el coordinador de presente estudio. Todos los archivos contenidos en los discos compactos se encuentran en formato PDF.

1. **PLANOS DEFINITIVOS.**

Se presentan en el Anexo 1, además de encontrarse referidos en el cuerpo de la manifestación de impacto ambiental.

2. **FOTOGRAFÍAS.**

Se incluyen en el Capítulo II de la manifestación de impacto ambiental y en el Anexo 14 (Anexo Fotográfico).

3. **VIDEOS.**

No se tomó video.

4. **LISTAS DE FLORA Y FAUNA.**

Se incluyen en el Capítulo IV de la manifestación de impacto ambiental.

OTROS ANEXOS

En Anexos se presenta la información / documentación siguiente:

Vértices área de impacto.

En el Anexo 3 se presentan las coordenadas en UTM-WGS 84 de los vértices del polígono a impactar y de las áreas impactadas que cuentan con vegetación.

Cartografía.

Los planos de localización y toda la cartografía elaborada para la presente MIA-P se encuentran en el Anexo 1. Para la elaboración de estos se utilizó el software Arcgis 10.4 y las capas temáticas de recursos naturales del Inegi y de la Conabio.

Cálculo de índices de diversidad área del proyecto.

En los Anexos no. 5 y no. 6 se presentan las memorias de cálculo en Excel de los análisis de la riqueza, estructura y diversidad de las comunidades vegetales y de fauna presentes en el área a impactar: Cálculo de IVIES de flor; y Cálculo de IVIES de fauna.

Cálculo de índices de diversidad del sistema ambiental.

En los Anexos no. 4 y no. 7 se presentan las memorias de cálculo en Excel del análisis de la riqueza, estructura y diversidad de las comunidades vegetales y de fauna presentes en el sistema ambiental.

Cálculo de materias primas a remover en el área a impactar.

En el Anexo no. 8 se presenta la memoria de cálculo de las materias primas a remover en el área a impactar.

Programas de compensación ambiental.

En los Anexos no. 12 y no. 13 se presentan los programas ambientales que se proponen para prevención, mitigación y compensación de los impactos a generar por la ejecución del proyecto, que son el programa de rescate y reubicación de flora; y el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre.

Reporte fotográfico del área del proyecto y sistema ambiental.

En el Anexo 14, se agregan el informe fotográfico que identifican los impactos presentes en el área del proyecto. Así como los puntos donde se llevaron a cabo los sitios de muestreo de flora y fauna para el área a impactar y en el sistema ambiental.

Metodologías empleadas.

La metodología empleada para evaluar los impactos ambientales del proyecto esperados la ejecución del proyecto, fue la propuesta por Bohórquez-Tapia *et al*., (1998), que considera la aplicación de diferentes criterios para calcular índices de significancia de los impactos (Anexo 9).

Metodología empleada en la identificación de impactos, flora y fauna presentes en el proyecto.

La obtención de la información florística y faunística y la identificación de impactos en el área del proyecto y en el sistema ambiental se conformó en tres etapas:

1. **TRABAJO DE GABINETE.**

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica sobre los estudios de vegetación que se han hecho en la región donde se propone el proyecto, así como los aspectos abióticos relevantes para el análisis descriptivo del sistema ambiental regional (clima, relieve, geología, suelo, hidrología, uso del suelo y vegetación, etc.). Posteriormente se elaboró el análisis preliminar del sistema ambiental regional y un listado de las especies que se distribuyen en el área del proyecto para su identificación expedita en campo.

2. TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo consistió en el reconocimiento y caracterización de las comunidades vegetales que se distribuyen a lo largo de la zona del proyecto; se realizó la búsqueda de individuos de fauna moviendo rocas y arbustos, así como la búsqueda de nidos en las ramas de los árboles y posteriormente la identificación de impactos.

Se inició con un recorrido general en el trazo propuesto, ubicando los puntos de inicio y fin de los transectos de muestreo, así como los principales vértices del área a impactar. Se evaluó el paisaje y se seleccionaron las técnicas de muestreo a desarrollar, para lo cual y considerando que la vegetación natural que actualmente se desarrolla en la región corresponde a pastizal natural y vegetación secundaria de bosque de encino y en el área del proyecto sin vegetación aparente, acorde con lo descrito en la capa de uso de suelo y vegetación serie VI de INEGI.

Dentro del polígono a impactar se realizaron ocho sitios de muestreo de flora y fauna mediante transectos de 50 m de longitud. Para el sistema ambiental se realizaron cinco sitios de muestreo circulares de 17.84 m.

3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Esta última etapa consistió en la sistematización y análisis de la información recopilada en gabinete y en campo. Básicamente se logró la descripción de la composición florística y estructural en cada uno de los puntos de muestreo establecidos en campo. Las especies incluidas en alguna categoría de riesgo se determinaron con base en la NOM-059- SEMARNAT-2010. Los resultados de esta etapa fueron la determinación y descripción de las comunidades vegetales a lo largo de la trayectoria de construcción del proyecto.

Los impactos identificados en el área del proyecto se utilizaron para la elaboración de las matrices de impacto ambiental.

RESUMEN EJECUTIVO

En el Anexo 15 se presenta el resumen ejecutivo de la manifestación de impacto ambiental modalidad particular, en donde se sintetizan los aspectos relevantes del proyecto.

ANEXOS DIGITALES.

En el Anexo 16 se presentan los archivos digitales en formato shp y kml del área a impactar y del sistema ambiental, asimismo un archivo dwg de la planta del proyecto.

11.1. Área por impactar (shp)

11.2. Área por impactar (kmz)

11.3. Polígonos con vegetación (shp)

11.4. Polígonos con vegetación (kmz)

11.5. Sistema ambiental (shp)

11.6. Sistema ambiental (kmz)

11.7. Planta del proyecto (dwg)