CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO 1
I.1 Datos generales del proyecto 1
I.1.1 Nombre del proyecto 1
I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto 1
I.1.3 Duración del proyecto 1
I.2 Datos generales del promovente 4
I.2.1 Nombre o Razón Social 4
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente 4
I.2.3 Datos del Representante Legal 4
I.2.4 Dirección del Promovente para recibir u oír notificaciones 4
I.3 Responsable de la elaboración del documento técnico unificado 4
I.3.1 Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental 4
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP 4
I.3.3 Dirección del Responsable técnico del documento 4
I.3.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo. 6
Nombre del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso del suelo autorizado 7
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 8
II.1 Información general del proyecto 8
II.1.1 Naturaleza del proyecto 8
II.1.2 Objetivo del proyecto 19
II.1.3 Ubicación física 21
II.1.4 Urbanización del área 26
II.1.5 Inversión requerida 27
II.2 Características particulares del proyecto 28
II.2.1 Dimensiones del proyecto 28
II.2.2 Representación gráfica regional 29
II.2.3 Representación gráfica local 29
II.2.4 Preparación del sitio y construcción 32
II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto 39
II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto 41
II.2.7 Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo 42
Acacia constricta 52
II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo 57
Bouteloua repens 60
II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo 60
Prosopis velutina 62
Prosopis velutina 62
Bouteloua repens 63
Geococcyx californianus 72
II.2.9 Operación y mantenimiento 78
II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones 83
II.2.11 Programa de trabajo 83
II.2.12 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera 90
II.2.13 Residuos 93

III. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO 96
III.1 Ordenamientos jurídicos federales 96
III.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 96
III.1.2 Ley de Aguas Nacionales 97
III.1.3 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) 99
III.1.4 100
III.1.5 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) 102
III.1.6 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) 103
III.1.7 Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento 104
III.1.8 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 106
III.2 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET) 108
III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) .. 108
III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora 115
III.3 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas 119
III.3.1 Áreas Naturales Protegidas 119
III.3.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves 121
III.3.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias 123
III.3.4 Regiones Terrestres Prioritarias 124
III.3.5 Sitios Prioritarios Terrestres 126
III.3.6 Sitios RAMSAR 128
III.4 Normas Oficiales Mexicanas 128
III.5 Planes o programas de desarrollo urbano (PDU) 133
III.5.1 Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024 133
III.5.2 Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021 (Sonora) 138
III.5.3 Plan de Desarrollo Municipal 2019-2021 del Municipio de Cananea 138
III.6 Otros instrumentos 139
III.6.1 AGENDA 21 139
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 141
IV.1 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto 141
IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA) 147
IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA .. 147
IV.2.2.1 Medio abiótico 147
IV.2.2.2 Medio biótico 208
IV.2.2.3 Medio socioeconómico 315
IV.2.2.4 Paisaje 323
IV.3 Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto 328
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 345
V.1 Identificación de impactos 345
V.1.1 Indicadores de impacto ambiental 345
V.1.2 Criterios 347
V.1.3 Metodología de evaluación y justificación de la metodología seleccionada 350
V.2 Caracterización de los impactos 366
V.3 Valoración de los impactos 381

V.4 Conclusiones 391
VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO 394
VI.1 Análisis de la biodiversidad 394
VII. MEDIDAS DE PREVENCION Y MITIGACION DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES 407
VII.1 Descripción de las medidas de prevención y mitigación 407
VII.2 Impactos residuales 453
VII.3 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas 453
VII.4 Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo 455
VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 458
VIII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto 458
VIII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto. 461
VIII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación. 464
VIII.4 Pronóstico ambiental 468
VIII.5 Programa de Manejo Ambiental 468
VIII.6 Seguimiento y control 470
IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES. 472
IX.1 Presentación de la información 472
IX.2 Cartografía 472
IX.3 Fotografías 472
IX.4 Videos 472
IX.2 Otros anexos 472
Bibliografía 472

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

I.1 Datos generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

El nombre del proyecto es "Acueducto La Churea".

I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto

La Estación de Bombeo La Churea, será ubicado en el predio denominado como "La Churea", localizado aproximadamente a 30 Km sobre la carretera Cananea – Bacoachi, en Cananea Sonora México.

I.1.3 Duración del proyecto

El periodo de preparación del sitio del proyecto se prevé que tendrá una duración de aproximadamente 12 meses, contemplando la ejecución de actividades de protección y conservación de flora silvestre, ejecución de actividades de protección y conservación de fauna silvestre, desmonte y despalme del terreno y almacenamiento y manejo de arbustos y tierra suelta, por lo que el plazo de ejecución del CUSTF se solicita sea de 6 meses; que comprende desde el trazado topográfico en campo hasta la puesta en operación, donde las actividades preliminares se muestran en el Diagrama de Gantt del Cuadro I.1. Adicionalmente, **la operación de dicha infraestructura del proyecto Acueducto La Churea se contempla para su operación un total de 30 años**, de acuerdo a la tabla de actividades.

En el Cuadro I.1 se muestra gráficamente la distribución y calendarización de actividades del proyecto. Es importante destacar que esta es una programación que supone la ejecución secuenciada de actividades, según el mejor criterio de los encargados del proyecto; sin embargo, con la experiencia de los responsables de la ejecución de estas actividades, será posible modificar este programa según mejor convenga para una adecuada construcción y operación de esta infraestructura.

Cuadro I.1. Distribución y calendarización de las actividades del proyecto

PROGRAMA DE CONSTRUCCION Y OPERACION DEL PROYECTO "ACUEDUCTO LA CHUREA"

ETAPA	ACTIVIDAD	AÑOS													
		1												2 a 30	31
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Preparación de Sitio	Ejecución de actividades de protección y conservación de flora silvestre	■	■	■	■	■	■								
	Ejecución de actividades de protección y conservación de fauna silvestre	■	■	■	■	■	■								
	Desmonte y despalme		■	■	■	■	■								
	Almacenamiento y manejo de arbustos y tierra suelta			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Construcción	Implementación de obras provisionales (patios de maquinaria, almacenes, sanitarios)		■												
	Nivelación del terreno (cortes, terraplenes y acarreos)			■	■	■	■	■	■						
	Obras de drenaje y subterráneas			■	■	■	■								
	Cimentación y Estructuras				■	■	■	■	■						
	Edificaciones dentro de la estación de bombeo				■	■	■	■	■	■					
	Instalación de tuberías dentro de la estación de bombeo							■	■	■	■	■			
	Instalación de la línea de conducción (tubería de metálica y HDPE)					■	■	■	■	■	■				
	Instalación de equipo mecánico y tanque de almacenamiento							■	■	■	■	■			
	Instalaciones eléctricas y de control					■	■	■	■	■	■	■			
	Instalación de obras especiales en la línea de conducción (venteos, drenes) en sitios permitidos y seguros								■	■	■				
	Pruebas de arranque del sistema de bombeo												■		

Operación y mantenimiento	Operación y mantenimiento del sistema de bombeo															
	Tránsito vehicular diurno y nocturno															
	Mantenimiento a la terracería, obras de drenaje, limpieza y reparación de señales															
Abandono del sitio	Retiro capa de terracería															
	Limpieza del sitio															
	Descompactación de suelo															
	Reincorporación del material producto del despalme y desmonte (pica y dispersión)															
	Desmantelamiento de instalaciones electromecánicas del sistema de bombeo															
	Acondicionamiento del sitio para reforestación															
	Actividades de Reforestación															

I.2 Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o Razón Social

En el Anexo 1.1 se presenta copia del Acta Constitutiva, instrumento mediante el cual se constituyó la sociedad.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente

En el Anexo 1.2 se presenta copia simple del Registro Federal de Contribuyentes.

I.2.3 Datos del Representante Legal

I.2.4 Dirección del Promovente para recibir u oír notificaciones

---

I.3 Responsable de la elaboración del documento técnico unificado

I.3.1 Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental

---

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

I.3.3 Dirección del Responsable técnico del documento

RESPONSABLE DE LA FORMULACIÓN DEL DOCUMENTO EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL

I.3.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo.

a. Nombre

---

b. Domicilio

---

c. Número de inscripción en Registro Forestal Nacional

RESPONSABLE DE LA FORMULACIÓN DEL DOCUMENTO EN MATERIA FORESTAL

Prestador de Servicios Técnicos Forestales

Nombre del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso del suelo autorizado

Nombre

Domicilio

Número de inscripción en Registro Forestal Nacional

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

En este apartado se describirán las obras y actividades del proyecto en su conjunto, de acuerdo con su naturaleza, objetivos, características, distribución espacial de obras y/o actividades principales, de servicios y obras asociadas, así como los montos que requiere el Promovente para llevar a cabo cada una de las etapas.

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El complejo minero de Buenavista del Cobre, propiedad del Promovente, dispone de varios pozos profundos que suministran agua para el desarrollo de la industria y su proceso, mismo recurso que se recircula dentro de sus actividades para disminuir los consumos de agua de pozo. Para aumentar la capacidad de producción del proceso metalúrgico, se requiere de una infraestructura que aumente la disponibilidad de agua fresca, esto para su extracción y su distribución hacía las áreas donde se encuentran los procesos, por tal razón se definió el diseño y la construcción de un Sistema de abastecimiento de agua fresca desde el sitio denominado Estación de Bombeo "La Churea" hasta la estación de Bombeo Ojo de Agua, dentro del Complejo Minero-Metalúrgico de Buenavista del Cobre.

De manera general, el proyecto consiste en habilitar pozos de agua fresca dentro del predio denominado como "Fracción Los Conejos" propiedad del promovente, mismo recurso que será enviado a la Estación de Bombeo "La Churea" mediante tuberías que se asentarán sobre las brechas ya existentes, y después desde la Estación de Bombeo "La Churea" se suministrará el recurso hasta la estación de Bombeo Ojo de Agua que opera actualmente el Promovente, esto mediante tuberías de entre 30" y 36" de diámetro que estarán asentadas de manera subterránea dentro del derecho de vía de la carretera estatal Cananea-Bacoachi, en aproximadamente 25.5 kilómetros de longitud.

Cabe destacar que se cuenta con el **Oficio No. JCES-01-0588/2021** emitido por la Junta de Caminos del Estado de Sonora, en el cual se otorga la anuencia del Estudio de Factibilidad Técnica para realizar trabajos dentro del derecho de vía existente mediante excavación a cielo abierto en la Carretera Bacoachi – Cananea, mismo Oficio que se presenta en el Anexo 2.1.

De acuerdo al diseño, la superficie de los polígonos que contempla el presente proyecto del Sistema de abastecimiento de agua fresca, será de 16.6270 hectáreas, considerando todas sus obras y actividades. Para llevar a cabo el proyecto será necesario la remoción de la vegetación existente en una superficie de 1.7780 has durante el tiempo de vida útil del proyecto, el cual será de 30 años.

Descripción de las obras y actividades

a. Campo de pozos

Esta actividad consiste en la construcción y operación de un campo de 20 pozos, con capacidad de 240 litros por segundo con una carga dinámica variable, equipados con un sistema de bombeo, para la extracción del agua del manto acuífero de la Cuenca Bacoachi, ya concesionado, y enviarla al tanque de recolección de agua ubicado en la estación de Bombeo La Churea.

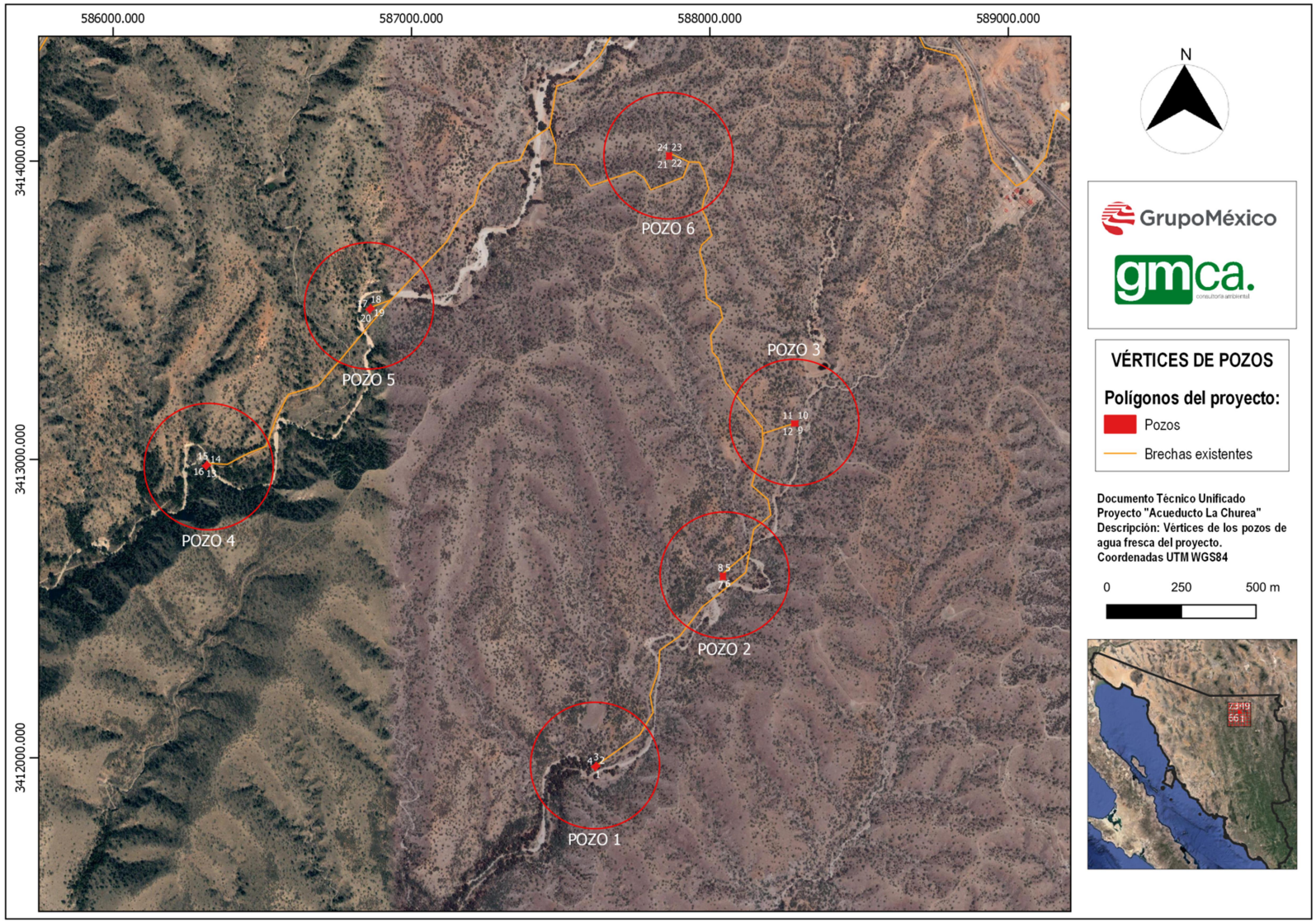
La conducción del agua fresca será por medio de tubería de HDPE instalada sobre el terreno natural, con una longitud promedio de 30 kilómetros entre toda la red de pozos.

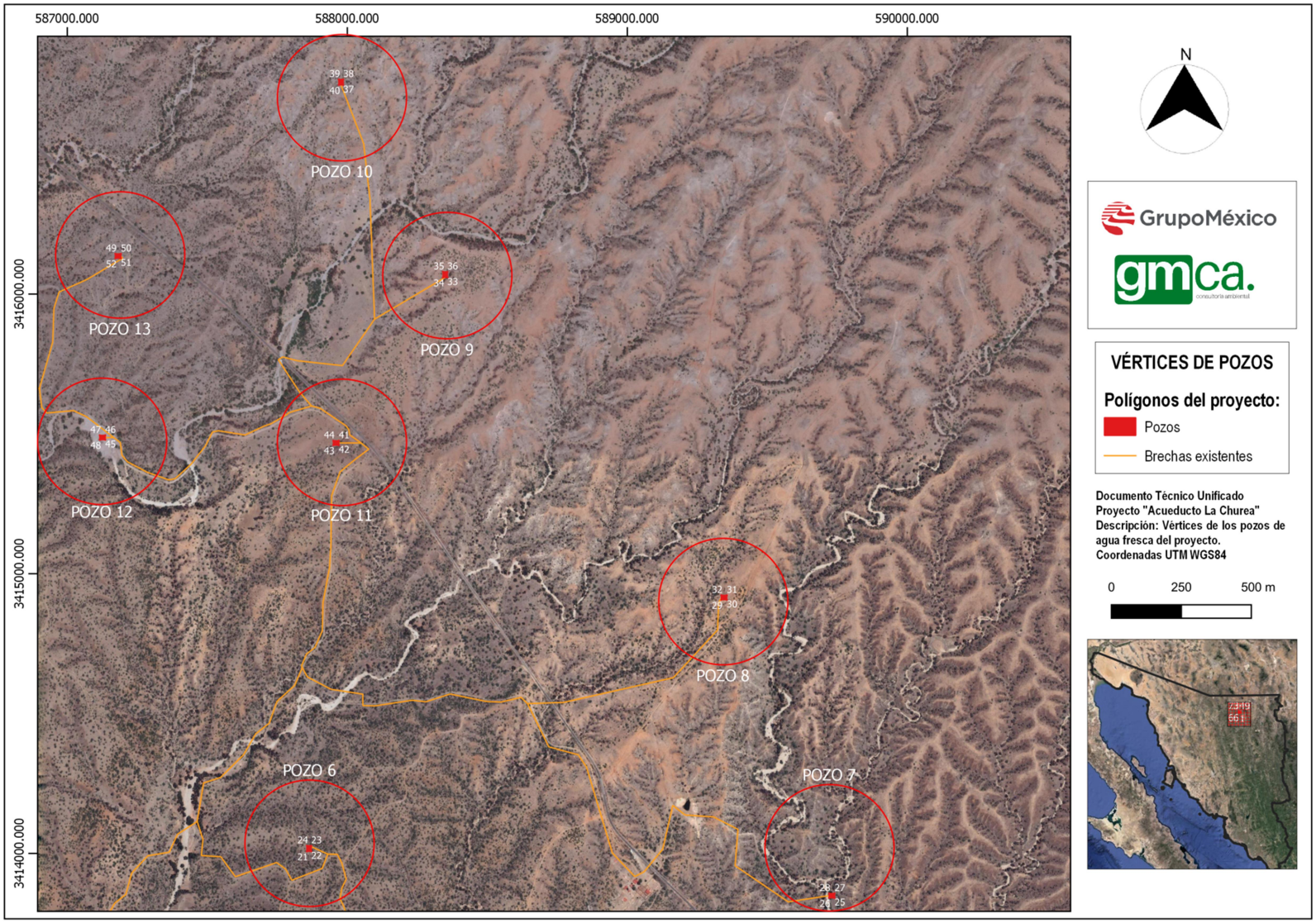
Los pozos contarán con un sistema de control por medio de PLC para medición del flujo extraído, presión, nivel de agua en el pozo y el control para arranque-paro de las bombas verticales de cada pozo profundo.

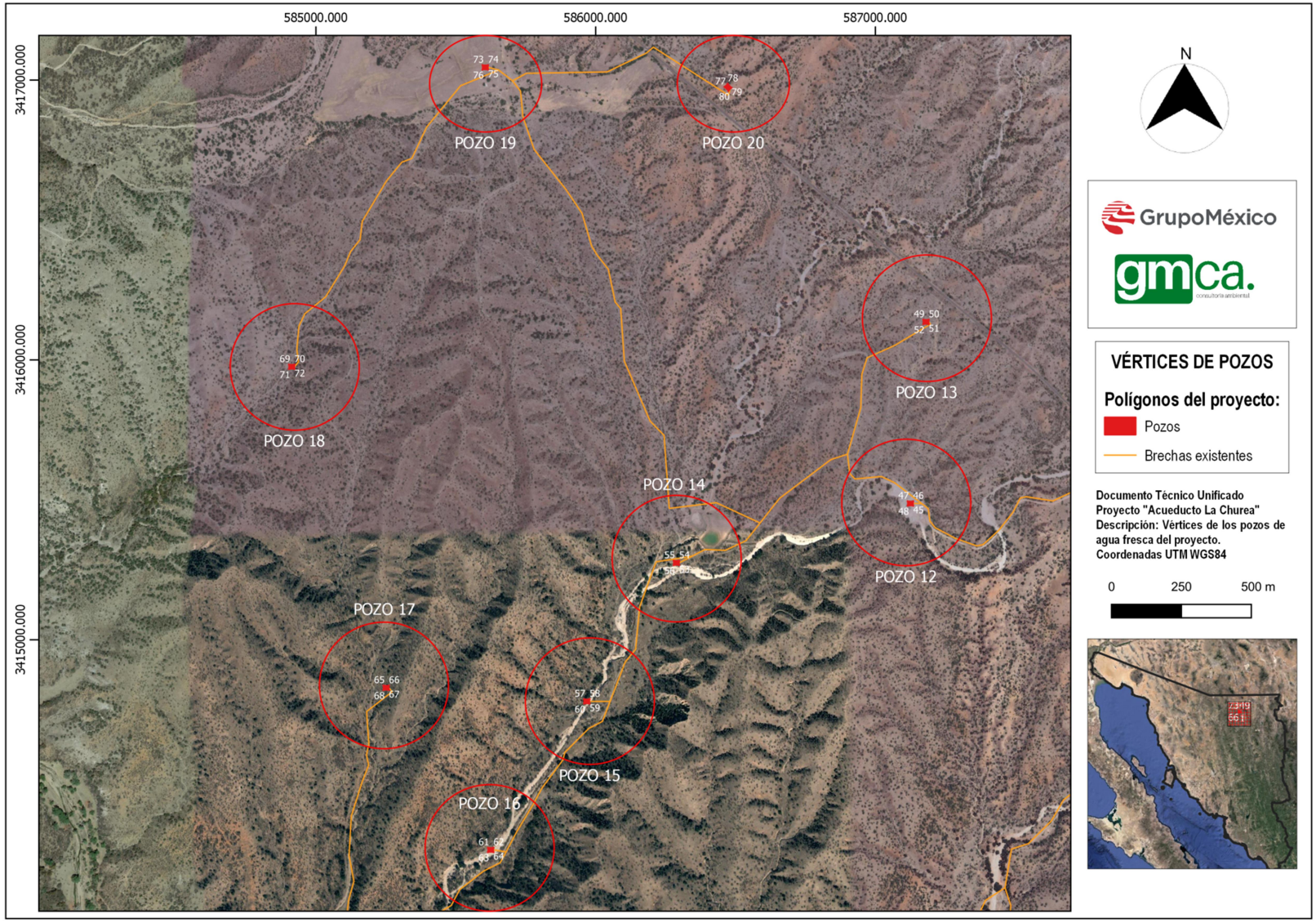
La ubicación georreferenciada de los pozos, se presenta en la Figura II.1.

En el Anexo 2.2 se presentan las coordenadas en UTM WGS84 de los campos de pozos de agua fresca, indicado para cada uno de los 20 pozos que conforman la batería del presente proyecto, tanto en Excel como en físico.

Figura II.1. Representación gráfica del campo de pozos con coordenadas UTM




587000.000
588000.000
589000.000
590000.000
3416000.000
3415000.000
3414000.000
39 38
40 37
POZO 10
49 50
52 51
POZO 13
35 36
34 33
POZO 9
47 46
48 45
POZO 12
44 41
43 42
POZO 11
32 31
29 30
POZO 8
POZO 6
24 23
21 22
POZO 7
28 27
26 25
N
GrupoMéxico
gmca.
consultoría ambiental
VÉRTICES DE POZOS
Polígonos del proyecto:
Pozos
Brechas existentes
Documento Técnico Unificado
Proyecto "Acueducto La Churea"
Descripción: Vèrtices de los pozos de agua fresca del proyecto.
Coordenadas UTM WGS84
0
250
500 m


585000.000
586000.000
587000.000
3417000.000
3416000.000
3415000.000
POZO 19
POZO 20
POZO 18
POZO 13
POZO 14
POZO 12
POZO 17
POZO 15
POZO 16
N
GrupoMéxico
gmca.
VÉRTICES DE POZOS
Polígonos del proyecto:
Pozos
Brechas existentes
Documento Técnico Unificado
Proyecto "Acueducto La Churea"
Descripción: Vértices de los pozos de agua fresca del proyecto.
Coordenadas UTM WGS84
0
250
500 m

b. Camino de acceso a la Estación de bombeo La Churea

Consiste en la construcción y operación de un camino de acceso a partir del camino existente que se dirige hacia Bacoachi, con aproximadamente 600 metros de longitud para acceder a la Estación de bombeo, ya que se pretende instalar lo más cerca posible del camino existente.

El polígono del camino de acceso a la estación de bombeo La Churea se ubica en la Figura II.2.

c. Estación de Bombeo

Consiste en la construcción y operación de la Estación de Bombeo La Churea, donde se ubicará el tanque de recolección de agua proveniente de los pozos, el sistema de bombeo, la subestación y cuarto eléctrico, cuarto de control y oficinas, comedor y taller para mantenimiento menor, la Estación de Bombeo estará ubicada aproximadamente en las elevación 1,315 msnm y contará con una barda perimetral de seguridad contra intrusos.

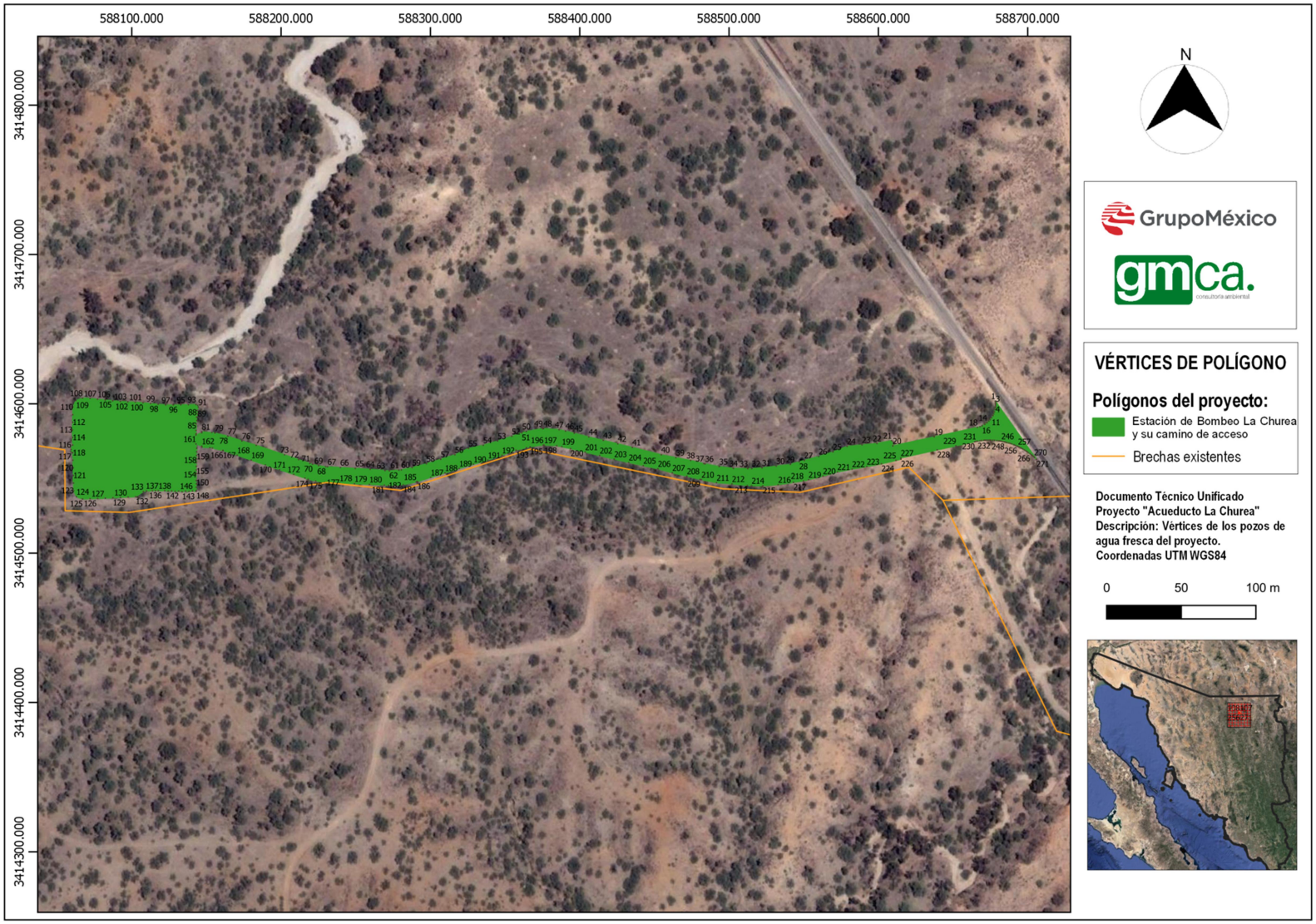
En general, de acuerdo con la Ingeniería, la Estación de Bombeo contendrá lo siguiente:

- Un tanque vertical metálico para recolección de agua, de 1,000 m³ aproximadamente.
- Un sistema de bombeo diseñado para una capacidad de 250 a 500 litros por segundo (LPS), accionadas con motores eléctricos.
- Un sistema de tuberías de acero, con un cabezal que partirá del tanque de agua para abastecer a cada bomba, que tendrá una tubería de succión con válvulas de corte y tuberías de descarga con válvulas controladoras de cierre lento y automático, que descargarán a un cabezal metálico y posteriormente a la tubería metálica que será el inicio del acueducto.

El polígono de la Estación de Bombeo la Churea se presenta en la Figura II.2.

En el Anexo 2.2 se presentan las coordenadas en UTM WGS84 de los vértices de la Estación de Bombeo La Churea y su camino de acceso nuevo, tanto en Excel como en físico.

Figura II.2. Representación gráfica de la Estación de Bombeo La Churea y su camino de acceso con coordenadas UTM



d. Acueducto

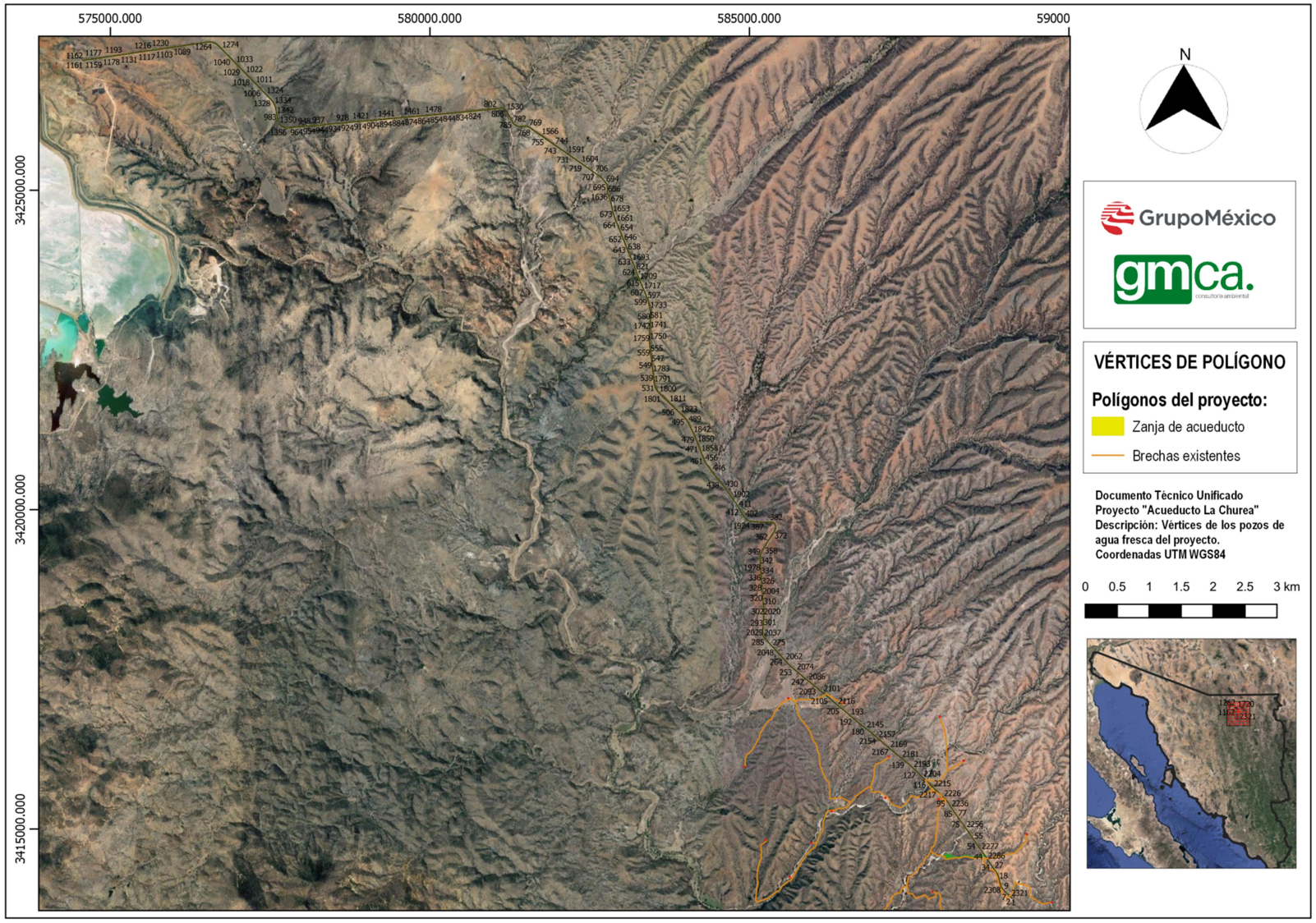
Se refiere a la construcción de un acueducto por medio de una tubería metálica y HDPE, de 30" a 36" Ø aproximadamente, cuyo material, diámetro y espesor podrían cambiar de acuerdo al diseño final de la ingeniería de detalle, con una longitud aproximada de 25.50 kilómetros para la conducción del caudal de diseño. El acueducto iniciará en la estación de bombeo La Churea, continuará por el derecho de vía de la carretera estatal Cananea - Bacoachi, posteriormente seguirá hacia el Noroeste en el predio de BVC en áreas ya impactadas, para dirigirse hasta el tanque de agua localizado en la estación de Bombeo existente Ojo de Agua, a una elevación aproximada de 1,445 msnm, para integrarse al sistema de aguas de Buenavista del Cobre.

Para amortiguar el efecto del golpe de ariete en el acueducto se instalarán válvulas anticipadoras de onda y un tanque amortiguador de pulsaciones en la estación de bombeo y válvulas de admisión y expulsión de aire a lo largo de la tubería, principalmente en los puntos altos y válvulas de drenaje en los puntos más bajos en caso de requerir drenar la tubería.

El polígono total del trazo del acueducto se presenta en la Figura III.3.

En el Anexo 2.2 se presentan las coordenadas en UTM WGS84 de los vértices de la zanja donde se colocará la tubería de entre 30" y 36" de diámetro, misma que se encuentra dentro del derecho de vía de la Carretera Cananea – Bacoachi, tanto en Excel como en físico.

Figura II.3. Representación gráfica del Acueducto La Churea con coordenadas UTM



e. Instrumentación y control

El alcance del proyecto contempla un sistema de instrumentación y control con tecnología de punta para las mediciones necesarias, el buen funcionamiento y seguridad del sistema.

f. Servicios

Las instalaciones contarán con servicios auxiliares de agua de servicios, drenaje sanitario y energía eléctrica. En la etapa constructiva se destinará un área para campamentos, almacenes temporales, oficinas de obra y parque de maquinaria.

g. Suministro de Energía Eléctrica

Se instalará una línea de distribución de media tensión, en 34.5 kV, que iniciará en la Estación de Bombeo Ojo de Agua hasta la subestación eléctrica de la Estación de Bombeo La Churea. La ruta será hacia el Sur por el derecho de vía del camino Cananea-Bacoachi. Esta línea de distribución consistirá en estructuras tipo "H", con postes de madera creosotada siguiendo las normas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

i. Códigos y normas de diseño

El diseño y los servicios de ingeniería para el desarrollo del proyecto serán realizados conforme a las normas, códigos y estándares mexicanos e internacionales, vigentes aplicables y las buenas prácticas de Ingeniería.

Ventajas del proyecto

Como algunas ventajas de la construcción y operación de este sistema de abastecimiento de agua fresca, se consideran las siguientes:

- Debido a que la mina se encuentra en una región montañosa remota donde existen depósitos minerales, el agua superficial puede ser difícil para su distribución.

- La extracción de agua superficial requerida para producir los bienes y servicios de la Empresa Buenavista del Cobre puede tener un efecto sobre el ecosistema circundante por lo que para evitar esta situación se contempla la extracción de agua fresca subterránea.

- Evitar afectación a la disponibilidad de las aguas superficiales de la región.

- Al realizar la preparación del sitio del proyecto, se contempla efectuar medidas de conservación de los suelos, esto para generar una mayor retención y evitar pérdidas naturales por erosión eólica e hídrica.

- Durante la preparación del sitio se tendrá el rescate y reubicación de especies de flora, así como reforestación en el predio "Fracción Los Conejos" para propiciar la cosecha de agua de lluvia que servirá para la recarga del acuífero Bacoachi.

Resumen de obras por etapas

De manera resumida, las obras del presente proyecto, en relación a su finalidad y las actividades a ejecutar para cada etapa, se presenta de manera resumida en el siguiente Cuadro.

Cuadro I.2. Resumen de las obras y actividades por etapa

Polígono	Finalidad	Actividades
1	Superficie donde se instalará el acueducto de 30" a 36" de diámetro.	**ETAPA DE PREPARACIÓN** Delimitación de áreas de acuerdo a coordenadas establecidas en polígono Rescate de especies de flora y fauna Desmonte Despalme y recuperación de suelo fértil Remoción de material con maquinaria pesada **ETAPA DE CONSTRUCCIÓN** Instalación de la tubería (30 a 36") de HDPE que conforma el acueducto Colocación de válvulas de admisión y expulsión de aire a lo largo de la tubería **ETAPA DE OPERACIÓN Y MTTO** Abastecimiento de agua fresca, mediante acueducto, proveniente de los pozos hacia Bombeo La Churea y Ojo de Agua
2	Estación de bombeo "La Churea"	**ETAPA DE PREPARACIÓN** Delimitación de área de acuerdo a coordenadas establecidas en polígono Remoción de vegetación y suelo Desmonte Rescate de especies, en caso necesario. Recuperación de suelo fértil **ETAPA DE CONSTRUCCIÓN** Instalación de tanque de almacenamiento de agua fresca (1000 m3) Instalación del sistema de bombeo hacia el acueducto Construcción de subestación y cuarto eléctrico Construcción de cuarto de control y oficinas, comedor y taller Construcción de barda perimetral **ETAPA DE OPERACIÓN Y MTTO** Operación del tanque de almacenamiento de agua fresca proveniente de los pozos, de 1000 m3. Operación y mantenimiento del sistema de bombeo para abastecer al acueducto.

3	Extracción de agua fresca de pozos (ya concesionados) y alimentación a la Estación de Bombeo "La Churea" y brechas de acceso a pozos	**ETAPA DE PREPARACIÓN** Delimitación de área de acuerdo a coordenadas establecidas en polígonos Remoción de vegetación y suelo Desmonte Rescate de especies, en caso necesario. Recuperación de suelo fértil **ETAPA DE CONSTRUCCIÓN** Construcción de muro perimetral Equipamiento de pozos Habilitación de brecha de acceso a los pozos **ETAPA DE OPERACIÓN Y MTTO** Extracción de agua fresca (ya concesionada) Alimentación de agua fresca a la Estación de Bombeo "La Churea"

II.1.2 Objetivo del proyecto

El presente Documento Técnico Unificado se ha realizado con el fin de cumplir con las disposiciones para la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo, en conjunto. Los polígonos del proyecto se ubican en los siguientes tipos de vegetación (ver Cuadro I.2):

Cuadro I.3. Tipos de vegetación presentes en el proyecto

TIPOS DE VEGETACIÓN EN EL PROYECTO
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino
Pastizal natural

Para ello, la superficie forestal de 1.7780 hectáreas se ubica dentro de los tipos de vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural (1.7460 hectáreas, 98.20%) y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino (0.03202 hectáreas, 1.80%) de acuerdo, como lo establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (en lo sucesivo, LGDFS) y su reglamento (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 09 de diciembre de 2020) para el proyecto de construcción y operación de un Sistema de abastecimiento de agua fresca, para el complejo minero de Buenavista del Cobre, que como proyecto tiene una superficie total de 16.6270 ha.

El presente Proyecto es requerido para el desarrollo de las actividades en la Concentradora de Cobre que opera actualmente la empresa Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., mismas actividades que han sido objeto de autorizaciones previas en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

El proyecto se ubicará en el municipio de Cananea, en el Estado de Sonora, justo al este y sureste de la localidad de Cananea y del complejo minero-metalúrgico de Buenavista del Cobre, como se aprecia en el apartado II.1.3.

Objetivos específicos

- Uno de los principales objetivos es generar a través de la derrama económica del Proyecto la creación de empleos directos e indirectos que incidirán de manera positiva y directamente sobre la población en la región de Cananea, Sonora, así como también la demanda de bienes y servicios otorgados por la proveeduría de diversos sitios del país. En el Apartado II.1.5 se presenta la inversión requerida que tendrá el proyecto y la cantidad aproximada de personal a emplear durante cada una de sus etapas.

- Otro principal es el respetar los sistemas naturales, protegiendo y conservando los escurrimientos naturales (en caso de presentarse en los polígonos del proyecto), controlar los procesos erosivos del predio, así como respetar el desplazamiento y reubicación de fauna silvestre, y el rescate y trasplante de flora de interés en el área para asegurar que no se interrumpan los procesos biológicos y ecosistémicos de la región. Cabe destacar que para este caso se consideró utilizar el derecho de vía de la carretera estatal Cananea – Bacoachi para colocar la tubería del acueducto, así como también utilizar las brechas ya existentes para ingresar a los pozos de agua fresca, evitando así la remoción de vegetación, desplazamiento de fauna, los procesos erosivos del suelo y la pérdida en la captación de agua pluvial dentro del predio. Por lo que en sí, de la totalidad de polígonos del proyecto, solo un porcentaje (33.79%) requerirá remoción de la vegetación.

- Exponer en este Documento Técnico Unificado (DTU) los argumentos técnicos, ecológicos y socioeconómicos en que se sustenta la presente solicitud de autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo, de tal forma que cumplan con lo señalado por las leyes y normas apropiadas para lograr que la autoridad dictamine de manera positiva.

- Con las medidas de mitigación propuestas en el Capítulo VII del presente DTU, se pretende que la vegetación que sea removida, se reubique en sitios estratégicos cercanos al sitio y, de ser el caso, reforestar con especies provenientes del vivero que opera actualmente el Promovente. Por otro lado, toda la fauna silvestre será ahuyentada y, en su caso, reubicada en zonas similares bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, el sufrimiento, traumatismo y dolor. Para el caso de los suelos, se garantizará la ganancia en retención mediante las obras de conservación propuestas como medidas de mitigación. En relación a la captación de agua, se propiciará que la cosecha sea mayor a la actual, para así fomentar la recarga de acuíferos.

- Las obras y actividades del proyecto se pretenden ubicar en un predio propiedad de la empresa Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., mismo predio que se encuentra constituido por contrato de compraventa con particular, ubicado en el municipio de

Cananea, estado de Sonora. En el Cuadro I.3 se presenta la información del predio, indicando su nombre, número de escritura y volumen, fecha de inscripción, nombre y número del notario público, lugar de residencia del notario y la superficie total del predio. A su vez, en el Anexo 1.4 se presenta la copia de la escritura mencionada.

Cuadro I.4. Contrato de compra-venta del predio involucrado

#	NOMBRE DEL PREDIO	NÚMERO DE ESCRITURA	VOLUMEN	FECHA INSCRIPCIÓN	NOTARIO PÚBLICO	LUGAR	SUPERFICIE DEL PREDIO
1	Fracción Los Conejos	3908	XIII	18 de febrero de 2021	No. 94 Lic. Eliseo Morales Rodríguez	Cananea, Sonora	1,632.74 hectáreas

Retomando lo mencionado en los párrafos anteriores, como objetivos del presente Documento Técnico Unificado obtenemos que el proyecto se divide en polígonos por obras y actividades, mismos que integran la superficie de 16.6270 ha para el desarrollo del proyecto "Acueducto La Churea", el cual generará una derrama económica en el país, región, estado y municipio, con la creación de nuevos empleos directos por el Promovente e indirectos para la proveeduría que sea contratada en relación a bienes y servicios. Otro punto importante, será que se utilizará el derecho de vía de la carretera estatal Cananea – Bacoachi existente, brechas internas de acceso existentes e infraestructura de caminos y electricidad existentes por donde se acudirá a los sitios, evitando abrir caminos temporales, para así disminuir la remoción de la vegetación forestal y suelo forestal, así como prevenir la pérdida de suelo y captación de agua en lo que corresponde al predio del proyecto, todo eso asentado mediante las medidas de mitigación presentadas en el Capítulo VII del presente Documento.

II.1.3 Ubicación física

El polígono del proyecto denominado *"Acueducto La Churea"* promovido por la empresa Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., consiste en una superficie forestal de 1.7780 hectáreas, y se localiza en la parte centro, este y sur del municipio de Cananea (Ver Cuadro II.4 y Figuras II.4 y II.5), en el estado de Sonora.

Cuadro II.5. Estado y municipio del proyecto

ESTADO	Sonora
MUNICIPIOS	Cananea

.

Figura II.4. Ubicación geopolítica del proyecto en relación a México y al estado de Sonora

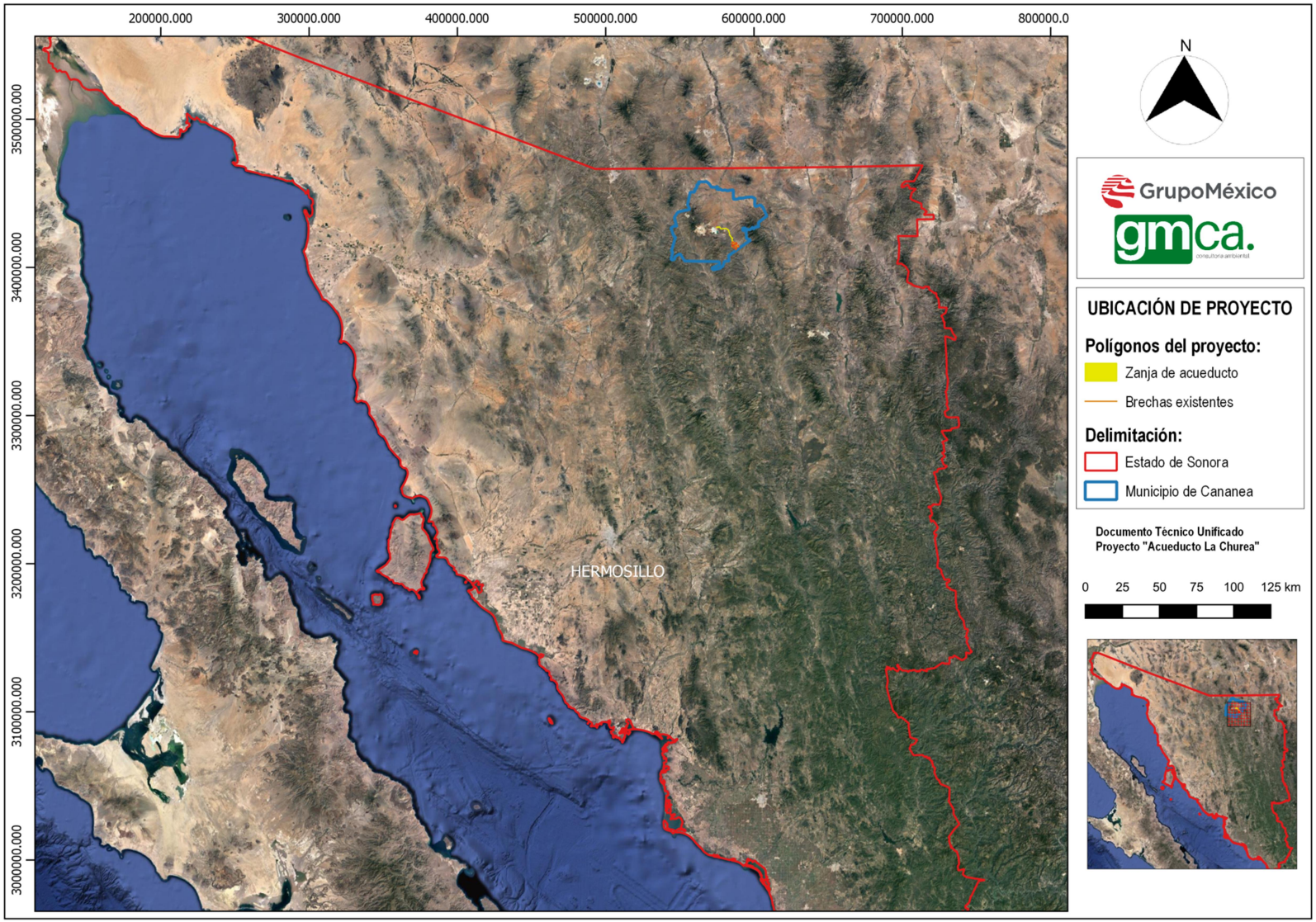
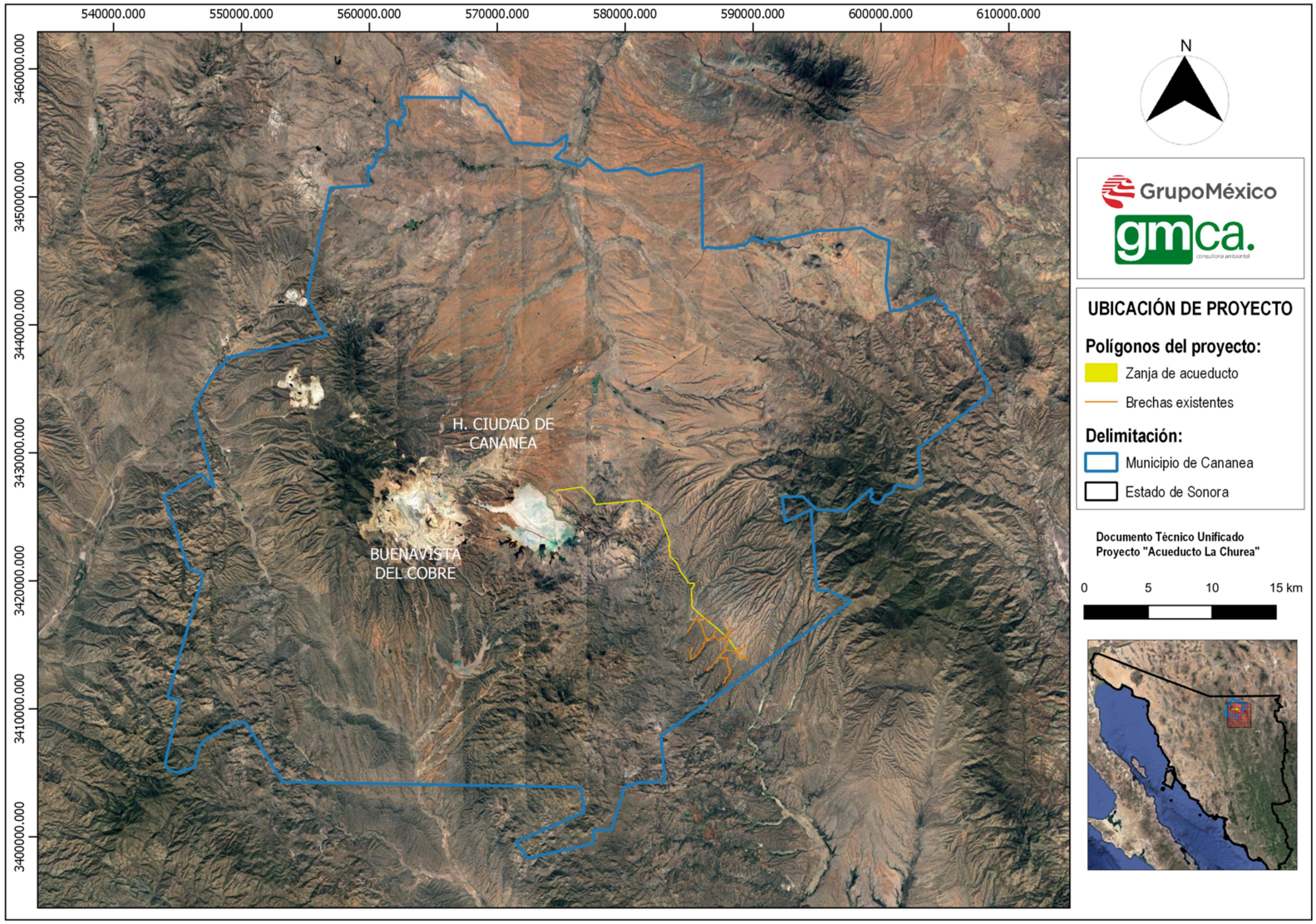


Figura II.5. Ubicación geopolítica del proyecto en relación al municipio de Cananea

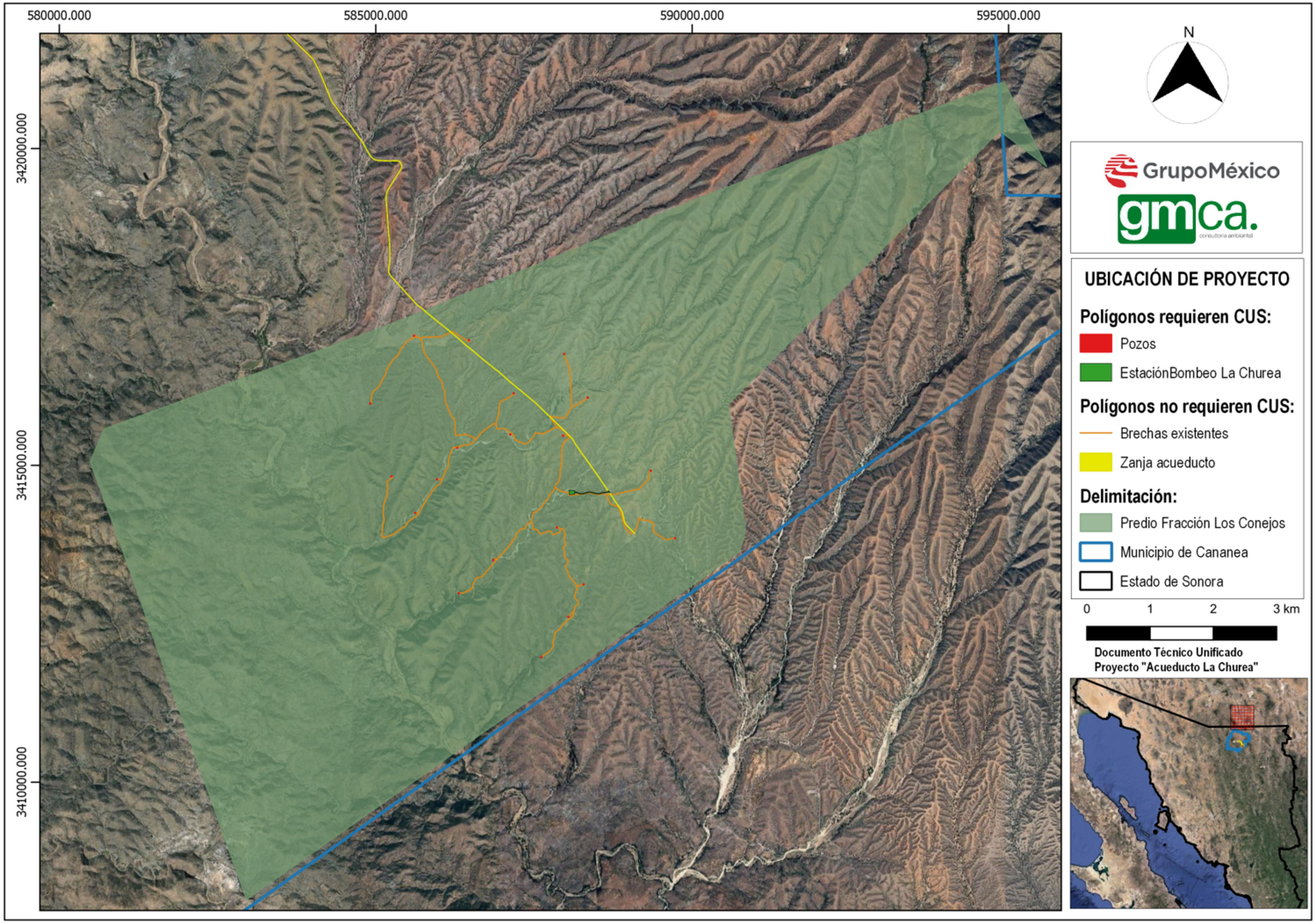


Para efectos de la solicitud de autorización en materia de cambio de uso de suelos en terrenos forestales, los polígonos sujetos a cambio de uso de suelo del proyecto se ubicarán en un predio, mismo que es propiedad del Promovente como se menciona en el apartado II.1.2, del cual se presenta la legal tenencia en el Anexo 1.4 de este Documento Técnico Unificado para la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Para efectos de la solicitud de autorización en materia de Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la representación gráfica de los polígonos forestales donde se llevarán a cabo las diversas obras y actividades que comprende el proyecto, en relación al predio denominado como "Fracción Los Conejos", se presenta en la Figura II.6 que se muestra a continuación.

Cabe recordar que la totalidad de los polígonos no se encuentra en otro municipio, siendo la totalidad en el municipio de Cananea, específicamente sobre la Carretera estatal Cananea – Bacoachi.

Figura II.6. Ubicación del proyecto en relación al predio "Fracción Los Conejos", indicando las superficies del proyecto y las que requieren autorización de CUS.



II.1.4 Urbanización del área

Para la urbanización del área donde se establecerán los polígonos relacionados a las obras y actividades del proyecto, se utilizará la infraestructura existente que consiste en una carretera de asfalto (Carretera estatal Cananea – Bacoachi) y algunas brechas de acceso que se conectan desde esta carretera hasta los pozos de agua fresca vinculados al proyecto. A su vez, se hace mención que se contará con servicios auxiliares de agua de servicios, drenaje sanitario y energía eléctrica. En la etapa constructiva se destinará un área para almacenes temporales, oficinas de obra, y parque de maquinaria, éstas se ubicarán en el sitio donde se construirá la Estación de Bombeo "La Churea".

Como se menciona y se observa en el Apartado II.1.3 del presente Capítulo, el Acueducto subterráneo se localizará a un costado del camino existente, específicamente dentro de su derecho de vía, mismo camino que conecta a la ciudad de Cananea con la comunidad de Bacoachi. El camino es de asfalto y tiene un ancho promedio de 7.5 metros. En el **Anexo 8** se presenta una fotografía del camino existente en el sitio del Proyecto.

En el siguiente Cuadro II.5 se presenta una relación de la urbanización con la que se cuenta actualmente, las obras y/o actividades que se verán beneficiadas con la urbanización de este elemento y la etapa en que se aprovechará la infraestructura existente.

Cuadro II.6. Urbanización existente para las diversas obras y actividades del proyecto, según sus etapas, así como sus beneficios

URBANIZACIÓN	OBRAS Y/O ACTIVIDADES BENEFICIADAS	ETAPAS	BENEFICIOS AL PROYECTO
Carretera estatal Cananea – Bacoachi	Acueducto La Churea	Preparación del sitio Construcción Operación-mantenimiento Restauración/abandono	Se evitará la apertura de nuevos caminos y por ende la remoción de vegetación y desplazamiento de fauna en todo el tramo del acueducto, aproximadamente 25.5 kilómetros
	Caminos de acceso a pozos		La carretera tiene entronque con varios de los caminos de acceso a los pozos, facilitando así los accesos para el personal de construcción y operativo de pozos.
	Estación de Bombeo La Churea		Para acceder a la estación de bombeo La Churea, se tomará la carretera desde Cananea hacía Bacoachi y tendrá un entronque donde se construirá el camino de acceso a la Estación de bombeo.

Brechas de acceso existentes de terracería	Pozos de agua fresca	Preparación del sitio Construcción Operación-mantenimiento Restauración/abandono	Para los accesos a los pozos de agua fresca, en su mayoría será mediante brechas ya existentes de terracería, evitando así la remoción de vegetación y desplazamiento de fauna.

En la siguiente figura se presenta, de manera gráfica, fotografías de las brechas existentes en el proyecto, mismas que son de terracería y unen a los pozos de agua fresca con la estación de bombeo "La Churea" y a la carretera estatal Cananea – Bacoachi (ver **Anexo 8**).

Al norte del proyecto, se ubica la Estación de Bombeo Ojo de Agua. De manera general se hace mención que las plantas Concentradoras requieren de abastecimiento de agua fresca para su proceso, se estima que para su operación se recuperará un 50% del agua utilizada (proveniente de la Presa que Jales) y se requerirá el otro 50% de agua fresca proveniente de pozo. En este caso, el agua fresca proveniente del sistema de abastecimiento de agua fresca objeto del presente proyecto, abastecerá aproximadamente un total de 863 m3/h (240 litros por segundo).

La Estación de Bombeo Ojo de Agua, se encuentra ya construida y cuenta con autorización en materia de Impacto Ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Una vez analizado lo anterior, se concluye que el presente proyecto no requiere de servicios diferentes a los que actualmente se operan.

II.1.5 Inversión requerida

La inversión para desarrollar, construir y operar la totalidad del proyecto, tendrá un costo estimado de $570,000,000.00 MXN, mismo que será presupuestado en su totalidad por el Promovente, Buenavista del Cobre, S.A. de C.V.

En el siguiente Cuadro II.6 se presenta la relación de las etapas y el monto que se requiere como inversión para llevar a cabo todas las obras y/o actividades del proyecto Acueducto La Churea.

Cuadro II.7. Montos de inversión según las actividades del proyecto en sus diferentes etapas

ACTIVIDAD	MONTO	ETAPA
Construcción de la infraestructura objeto del presente proyecto (acueducto, estación de bombeo, caminos nuevos, pozos de agua	$ 500,000,000.00 MXN	Preparación del sitio Construcción

fresca, línea de distribución de media tensión) y preparación del sitio (actividades de protección y conservación de flora y fauna silvestre y conservación de suelo y agua)		
Operación y mantenimiento de acueducto, pozos, caminos, estación de bombeo	$ 50,000,000.00 MXN	Operación Mantenimiento
Cierre y abandono del proyecto, consistente en desmantelamiento de infraestructura, reforestación y monitoreos.	$ 20,000,000.00 MXN	Cierre Abandono

Como es por su naturaleza, durante la preparación del sitio y construcción se destinará la mayor parte del presupuesto (cerca del 87.7% del total), esto por su naturaleza, ya que es donde se tendrá toda la construcción de la infraestructura destinada al proyecto donde también se contempla la ejecución de actividades de protección y conservación de flora y fauna silvestre, suelos y agua.

Durante la operación y mantenimiento del acueducto, de la red de pozos, caminos y la estación de bombeo La Churea, se destinará aproximadamente un 8.7% del presupuesto total.

Por otro lado para cumplir con las actividades de cierre y abandono del proyecto, mismas que consisten en el desmantelamiento de infraestructura, reforestación, entre otras, será de aproximadamente el 3.6% del total presupuestado.

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Dimensiones del proyecto

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

Cuadro II.8. Dimensiones del Proyecto

OBRA ACTIVIDAD	SUP PROYECTO (M2)	SUP PROYECTO (HAS)	SUP CUS (M2)	SUP CUS (HAS)	NOTAS
Uso de derecho de vía de Carretera Cananea - Bacoachi (zanja de acueducto y línea eléctrica)	34833.02	3.483302	0	0	* La zanja se realizará sobre el derecho de vía existente (Carretera Cananea-Bacoachi)
Estación de bombeo La Churea y su camino de acceso	11376.11	1.137611	11376.11	1.137611	
Pozos (20)	6404	0.6404	6404	0.6404	
Caminos internos (tuberías a pozos y líneas eléctricas)	113656.6	11.36566	0	0	* Longitud de brechas es 22,731.32 metros con una media de 5 metros de ancho
TOTAL	**166269.73**	**16.626973**	**17780.11**	**1.778011**	

El total de superficie a ocupar por el proyecto es 16.6270 hectáreas, de las cuales 1.7780 son forestales y requieren autorización en materia de CUS.

La ubicación de las obras que se mencionan, respecto a los componentes del proyecto, es al sur de la Unidad Minera de Buenavista del Cobre tal y como se puede apreciar en el Anexo 2.2.

Los cuadros de construcción (Coordenadas UTM WGS 84, Zona 12N) de cada una de las áreas anteriormente mencionadas se presentan en el Anexo 2.2 del presente Documento Técnico Unificado modalidad B.

II.2.2 Representación gráfica regional

En el plano regional, el área de estudio se presenta en los siguientes rasgos geográficos (ver figura II.7):

RASGO GEOGRÁFICO	NOMBRE
Estado	Sonora
Municipio	Cananea
Región hidrológica	RH09 Sonora Norte
Cuenca hidrológica	Río Sonora
Subcuenca hidrológica	Río Bacoachi

II.2.3 Representación gráfica local

El proyecto de Acueducto La Churea implica actividades dentro de las cuales se ubica al este y sureste de la localidad de Cananea, donde se ubica la zona denominada como Los Conejos, como se observa en la figura II.8.

Figura II.7. Representación gráfica regional del área de estudio

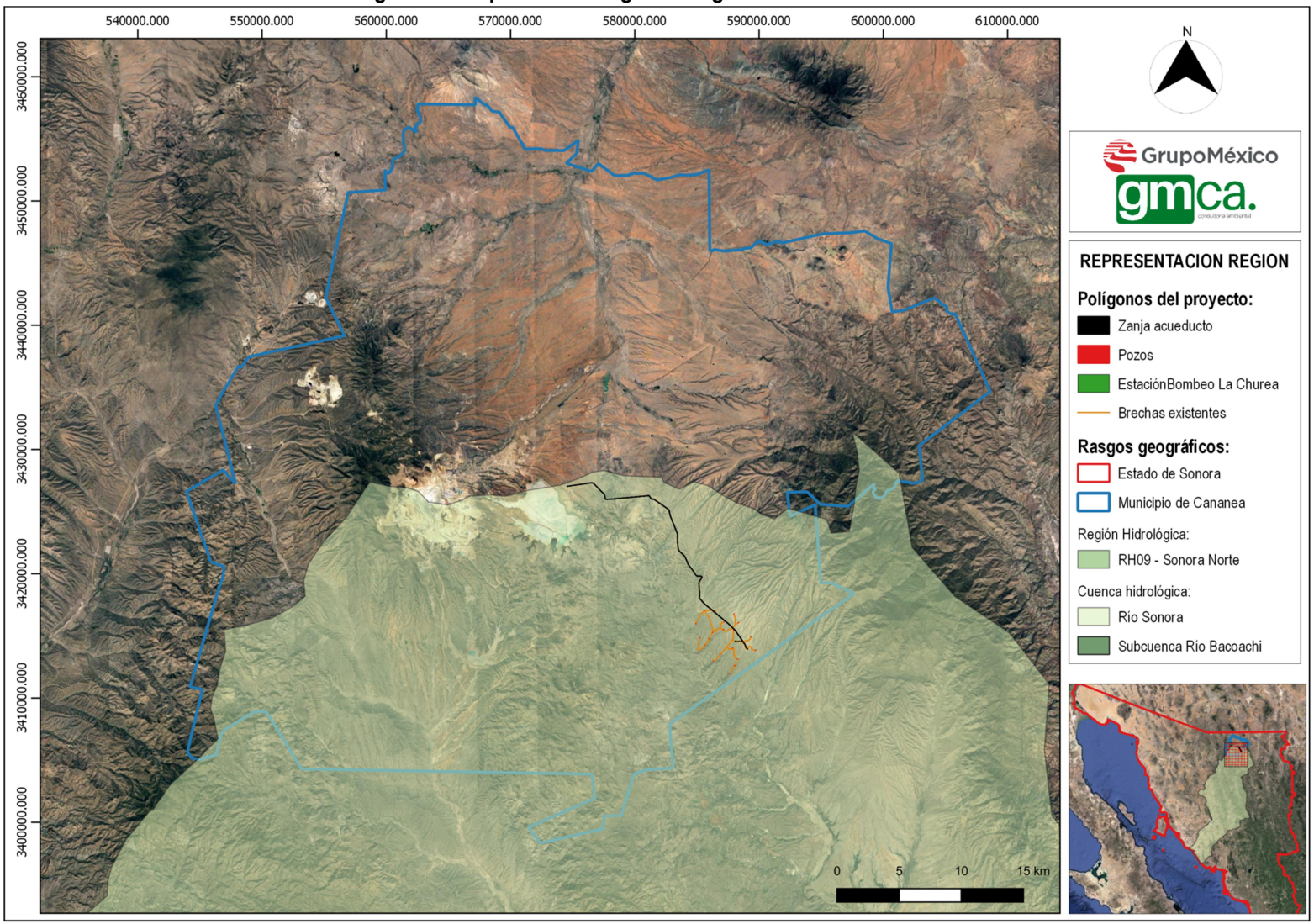
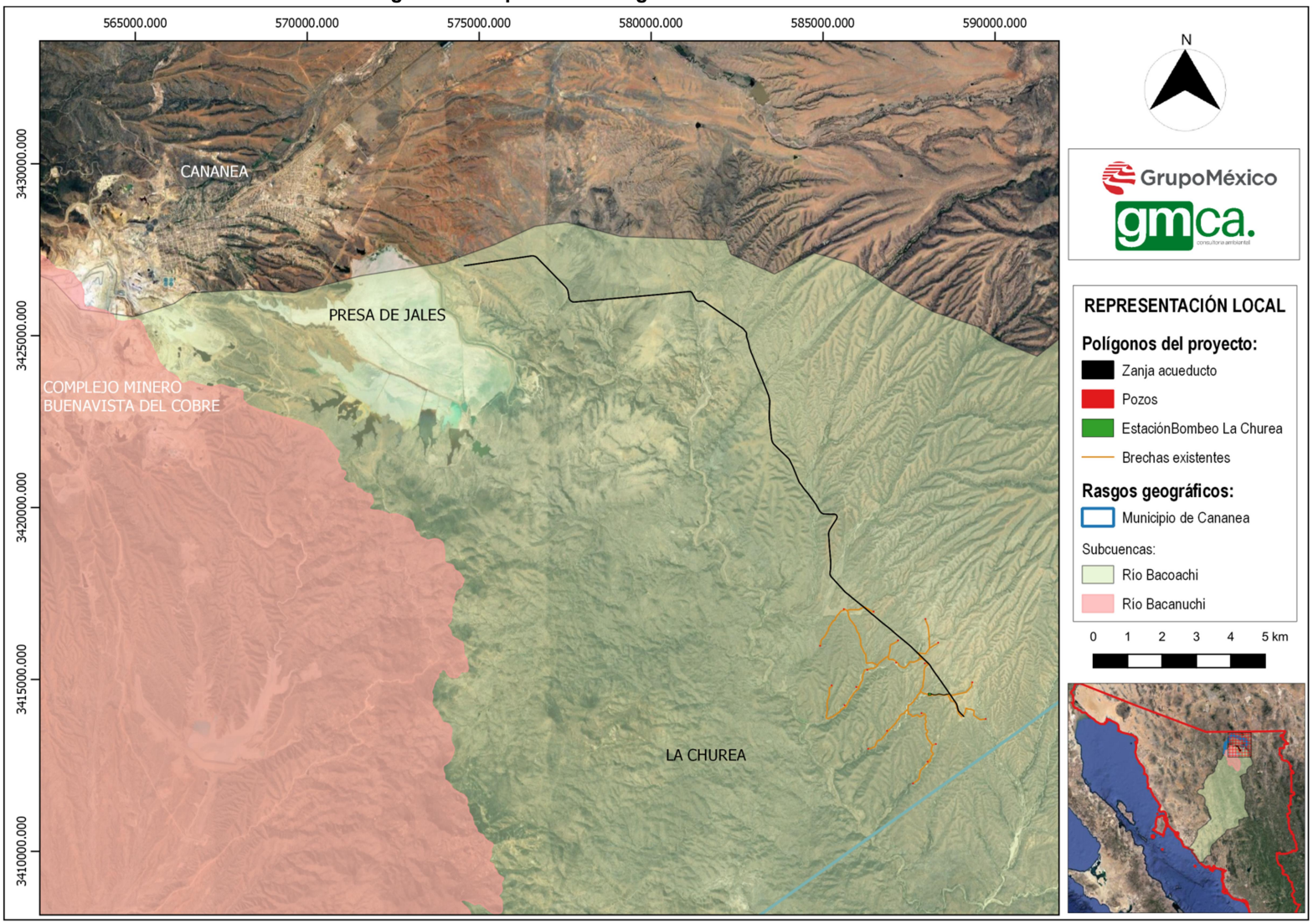


Figura II.8. Representación gráfica local del área de estudio



II.2.4 Preparación del sitio y construcción

En esta etapa se describirá la forma en que se ejecutará el Cambio de Uso de Suelo, así como las obras y actividades principales del proyecto en relación a su etapa, ya sea de preparación del sitio y construcción, especificando si cuenta con obras provisionales y servicios requeridos, como pueden ser brechas y/o caminos de acceso, campamentos, etc.

Preparación del sitio

Las actividades de preparación del sitio en los polígonos propuestos para el Sistema de abastecimiento de agua fresca del proyecto denominado como Acueducto La Churea, consistirá en diversas actividades, lo cual se realizará conforme al avance en la instalación del equipo de maquinaria.

Las actividades principales que se realizarán en esta etapa son las siguientes:

a) Delimitación de áreas

El objetivo de esta actividad es desarrollar el proyecto en las 16.6270 hectáreas autorizadas, delimitándolas con el fin de disminuir daños o actividades secundarias en áreas cercanas al sitio del proyecto.

Esta actividad consiste en ubicar las coordenadas del proyecto para cada polígono del presente proyecto, principalmente en los polígonos donde se realizará el cambio de uso de suelo.

Es importante mencionar que se van a señalar los puntos principales con cinta y/o con pintura para contar con una delimitación física y así evitar la afectación de áreas circundantes que no sean objeto de autorización por el presente proyecto o no estén previamente autorizadas para otros proyectos.

Técnica de delimitación:

Con ayuda del GPS (GARMIN) y las coordenadas ya establecidas de las áreas a delimitar, se localizarán los puntos del área donde se desarrollarán las actividades del proyecto los cuales son identificados con las barras amarillas.

Con ayuda del dispositivo de anclaje se colocaron barras en los puntos marcados anteriormente. Cada una de las barras situadas se instalarán de acuerdo al polígono del proyecto entre cada punto, tomando en cuenta las características del lugar y los obstáculos que pudieran surgir al momento de colocarlas, como pueden ser árboles en los puntos señalados, inclinación, entre otros.

Cada una de las barras que se colocarán en los puntos señalados será unida por una cuerda, según sea el caso, esto con el fin de que el área delimitada no presentara daños a los sitios circundantes por el desarrollo de las actividades del proyecto.

Herramientas y equipo de protección personal

Algunas de las herramientas que se podrían utilizar durante la delimitación de los polígonos solicitados a autorización son los siguientes:

Cuadro II.9. Herramientas a utilizar para la delimitación de los polígonos.

HERRAMIENTA	FUNCIÓN
Barras de identificación	Las barras se utilizarán para colocar en los puntos de coordenadas de los polígonos del proyecto, específicamente para el camino de acceso a la estación de bombeo "La Churea", la misma estación de bombeo, los pozos de agua fresca y algunas brechas de acceso nuevas.
Cuerda o alambre	Las cuerdas/alambres se utilizarán para unir las barras donde los trabajos requieran de mayor movilización de maquinaria, esto para no afectar a las áreas circundantes del proyecto y que el personal operativo identifique la delimitación del polígono.
GPS	El GPS se utilizará para identificar las coordenadas de los principales puntos donde se colocarán las barras, que nos ayudará a localizar de manera precisa.
Radios de comunicación	Los radios de comunicación se utilizarán para que el personal encargado de ejecutar la delimitación esté en contacto por voz y no cometer algún error durante esta actividad.

El equipo de protección personal que utilizará el personal, principalmente serán lentes de seguridad (claros u oscuros), guantes de carnaza, zapatos con casquillo, botiquín de primeros auxilios.

b) Ejecución de actividades de protección y conservación de flora silvestre

Posterior al señalamiento o delimitación de las áreas que ocuparán los polígonos del proyecto, se procederá a realizar un recorrido para ubicar a las especies susceptibles a rescate para poder así rescatar a esas especies de flora, se incluyen en esta actividad las especies a que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las de lento crecimiento.

Las metas particulares de la ejecución de estas actividades, son las siguientes:

- Asegurar al menos el 80 % de sobrevivencia de las especies rescatadas.
- Cumplir con el rescate de la cantidad de especies propuestas.

Técnica de rescate y reubicación y seguimiento

Las cuadrillas encargadas del rescate realizarán la extracción de manera manual, con ayuda de herramientas adecuadas para dichas actividades (palas, picos, barras de acero, bolsas plásticas, cuerdas, sin químicos) dependiendo de las dimensiones y morfología de cada individuo, se hará la excavación alrededor del tallo, teniendo el cuidado necesario de no dañar su sistema radical. El diámetro y la profundidad de excavación dependerán del tamaño del ejemplar a rescatar. Una vez que el ejemplar se encuentre completamente desprendido del suelo con ayuda de guantes de protección se le coloca protección en la raíz para evitar o disminuir los daños y en bolsas plásticas para su transporte.

Los individuos serán colocados con cuidado y de manera ordenada en la unidad que se utilizará para su traslado al sitio de trasplante, se realizará a baja velocidad buscando estresar en menor medida a los ejemplares y que su posibilidad de supervivencia sea mayor.

La plantación se llevará a cabo de manera manual, en las excavaciones realizadas en los sectores se colocarán las plantas de manera cuidadosa, procurando mantener la vertical y que el cuello de la raíz quede al nivel del terreno. Una vez teniendo al ejemplar colocado al nivel deseado, se procederá a incorporar el suelo producto de la excavación para estabilizar al ejemplar presionando un poco para ayudar al anclaje.

Todos los ejemplares trasplantados serán marcados con una etiqueta de identificación con los correspondientes datos de cada individuo, estos datos también se registrarán en una bitácora para su control, en dicho documento se tiene información respecto a la fecha de extracción, número de ejemplar, nombre común y nombre científico, el tipo de vegetación presente en el sitio de donde fueron extraídos y observaciones generales.

De manera más extensa, en el apartado VII.1 se describen detalladamente las medidas de prevención y mitigación, específicamente las técnicas en relación a su mecanismo, los efectos una vez implementadas, la duración de las obras o actividades de mitigación, así como también la supervisión de las acciones realizadas.

c) Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna

El ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna silvestre se puede realizar conjuntamente con el rescate de flora, la fauna detectada en los diferentes recorridos es menor y de rápido desplazamiento por lo que realizando un efecto sonoro fuerte es posible se ahuyenten, en caso de detectar fauna de lento desplazamiento como es el

caso de las tortugas de tierra, estos individuos se trasladarán a áreas con características similares para que continúen su proceso natural.

Las metas particulares de la ejecución de estas actividades, son las siguientes:

- Evitar afectar la abundancia de especies de fauna presentes en el área del proyecto a causa de la operación de maquinaria y vehículos, especialmente en la etapa de preparación del sitio y construcción.
- Seleccionar las especies o grupos de organismos que serán sujetos del programa de manejo y rescate.
- Establecer las prácticas más adecuadas para ahuyentarlos del área de influencia del proyecto.
- Detallar las técnicas de captura, traslado y liberación adecuadas para cada uno de los grupos de organismos.
- Identificar áreas libres de afectación y con condiciones propicias para la liberación de los individuos rescatados.
- Registrar el número de individuos rescatados y posteriormente reubicados en zonas de menor impacto.

Técnica de ahuyentamiento, rescate y reubicación

Las técnicas y métodos que serán empleadas para la captura y reubicación de especies durante la implementación del presente programa serán las elegidas por considerarse seguras para los animales y sus manejadores.

Para cada tipo (anfibios, reptiles, mamíferos y aves) se realizará una técnica diferente para su rescate y reubicación, de ser el caso. De forma más particular, en el apartado VII.1 se describen las técnicas detalladamente.

Se realizarán acciones de ahuyentamiento de fauna esto con las actividades del presente proyecto, en el sitio del proyecto se colocarán ahuyentadores, estos ahuyentadores son para mamíferos grandes, medianos y pequeños, roedores, murciélagos.

d) Desmonte

El desmonte consistirá en la remoción de vegetación que se encuentre en las áreas autorizadas utilizando herramienta manual y mecanizada para las especies arbóreas que así lo requieran, el derribo se realizará del límite de las áreas hacia adentro para evitar dañar otros individuos que se encuentren fuera de dichas áreas. El desmonte se efectuará en forma gradual en las áreas a intervenir y el producto del desmonte será sujeto a

trituración y depositado junto al suelo fértil rescatado, para su posterior utilización en las actividades de restauración del sitio.

e) Despalme y recuperación de suelo fértil

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

f) Almacenamiento del material vegetal y suelo producto del despalme.

La vegetación removida será picada e intercalada con el suelo producto del despalme, a fin de acelerar su descomposición e integración a éste como material orgánica. Dicho material será dispuesto en áreas donde la empresa Promovente lo requiera.

Construcción

Esta etapa corresponde a las actividades constructivas de todo el sistema de abastecimiento de agua fresca, desde la batería de pozos hacia la planta denominada "Ojo de agua" cercano a la planta Concentradora de cobre.

Acueducto de agua fresca

En esta etapa se realizará la instalación de toda la tubería de HDPE de entre 30" y 36" pulgadas de diámetro (cuyo material, diámetro y espesor podrían cambiar de acuerdo a la ingeniería de detalle) a lo largo de aproximadamente 25.5 kilómetros de longitud sobre el derecho de vía de la carretera estatal Cananea – Bacoachi. Esta obra comenzará desde la estación de bombeo denominada como "La Churea" hasta el tanque de almacenamiento de agua fresca ubicado en la estación de bombeo existente, denominada Ojo de Agua. Cabe destacar que no se requerirá el Cambio de Uso de Suelo ya que es un área que corresponde a un derecho de vía que recibe mantenimiento por la junta de caminos del estado de Sonora.

Para amortiguar el efecto del golpe de ariete en el acueducto se instalarán válvulas anticipadoras de onda y un tanque amortiguador de pulsaciones en la estación de bombeo y válvulas de admisión y expulsión de aire a lo largo de la tubería, principalmente

en los puntos altos y válvulas de drenaje en los puntos más bajos en caso de requerir drenar la tubería.

La tubería irá de manera subterránea (todo el tramo) a un costado del camino existente, sobre el mismo derecho de vía. Una vez enterrado, se cubrirá con el material de excavación y se compactará la parte superficial.

Durante la etapa de construcción, instalación del acueducto, se requerirá la siguiente maquinaria:

- Retroexcavadora
- Máquina compactadora
- Camiones de acarreo de material
- Grúas para transportar la tubería

La maquinaria mencionada anteriormente se almacenará y dará mantenimiento dentro del polígono de la estación de bombeo "La Churea", misma que se describe a continuación.

Estación de bombeo "La Churea"

La construcción de la Estación de Bombeo La Churea, es la infraestructura donde se ubicará el tanque de recolección de agua proveniente de los pozos, el sistema de bombeo, la subestación y cuarto eléctrico, cuarto de control y oficinas, comedor y taller para mantenimiento menor.

La Estación de Bombeo estará ubicada aproximadamente en las elevación 1,315 msnm y contará con una barda perimetral de seguridad contra intrusos, misma que será construida con block de cemento de 20x20x40 cm, que contará con una excavación para su cadena de desplante y una cadena de cerramiento en su parte superior. La infraestructura irá asentada sobre una base tipo terraplén con compactación mayor al 95%, misma que no afectará escurrimientos superficiales y contará con su camino de acceso.

En general, de acuerdo con la Ingeniería, la Estación de Bombeo contendrá lo siguiente:

- Un tanque vertical metálico para recolección de agua proveniente de los 20 pozos, de 1,000 m³ aproximadamente.
- Un sistema de bombeo diseñado para una capacidad de 250 a 500 litros por segundo (LPS), accionadas con motores eléctricos.
- Un sistema de tuberías de acero, con un cabezal que partirá del tanque de agua para abastecer a cada bomba, que tendrá una tubería de succión con válvulas de corte y tuberías de descarga con válvulas controladoras de cierre lento y

automático, que descargarán a un cabezal metálico y posteriormente a la tubería metálica que será el inicio del acueducto.

Se construirá el cuarto de control donde se tendrá el sistema operativo de bombeo, las oficinas del personal de operación del sistema, su área de comedor para empleados, sanitarios y el taller donde se ubicará el equipo en caso de mantenimiento.

Se instalará una línea de distribución de media tensión, en 34.5 kV, que iniciará en la Estación de Bombeo Ojo de Agua hasta la subestación eléctrica de la Estación de Bombeo La Churea. La ruta será hacia el Sur por el derecho de vía del camino Cananea-Bacoachi. Esta línea de distribución consistirá en estructuras tipo "H", con postes de madera creosotada siguiendo las normas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Para ingresar a la Estación, habilitará y se ampliará el camino de acceso existente, mismos que están incluidos en el polígono de la Estación de bombeo.

Para la construcción se requerirá la siguiente maquinaria y equipo:

- Retroexcavadora
- Máquina compactadora
- Camiones de acarreo de material
- Revolvedora de concreto in situ
- Motoconformadora

En esta superficie se tendrá una zona que se utilizará como área donde se almacenará temporalmente el material, equipo y maquinaria durante las etapas constructivas y se dará mantenimiento a la maquinaria utilizada para todo el proyecto.

Pozos de agua fresca y brechas de acceso

En esta etapa se instalarán y equiparán los 20 pozos contemplados para el presente proyecto, mismos que contarán con los siguientes componentes:

- Barda perimetral
- Equipamiento electromecánico
- Electrificación
- Tubería vertical subterránea
- Tubería para suministro a la estación de Bombeo

La barda perimetral se construirá para dar seguridad y así evitar daños a la propiedad, de block de 20x20x40 que contará con una excavación para su cadena de desplante y una cadena de cerramiento en su parte superior.

Para la construcción se requerirá la siguiente maquinaria y equipo:

- Retroexcavadora
- Máquina compactadora
- Camión de acarreo de material
- Revolvedora de concreto in situ

La maquinaria mencionada anteriormente se almacenará y dará mantenimiento dentro del polígono de la estación de bombeo "La Churea".

En relación a las brechas de acceso a cada uno de los pozos se utilizarán las existentes que se encuentran actualmente, no requiriendo la apertura de ningún camino para los ingresos a los pozos.

II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

En el presente apartado se describirán las obras y actividades provisionales correspondientes al presente proyecto, mismas que por su naturaleza se tratará de que no impacten áreas diferentes a las solicitadas para la autorización en materia de cambio de uso de suelo, utilizando los polígonos solicitados en su totalidad.

Campamento de obra

Se tendrá el área de campamento que estará situada en el polígono de la Estación de Bombeo denominada como "La Churea". El campamento de obra estará formado por las construcciones provisionales que servirán para: oficinas del personal contratista y de los supervisores de la obra (ingenieros, técnicos y obreros), almacenes, comedores, talleres de reparación y mantenimiento de maquinaria y equipo.

Oficinas del personal

Dentro del campamento de obra que se ubicará en la Estación de Bombeo "La Churea", se podrán encontrar las oficinas del personal mediante una obra provisional, que será tipo móvil y contará con equipo de cómputo, silla, mesas, etc., para el personal de ingeniería y administrativo.

La finalidad que tendrá la oficina provisional es poder instalar al personal de oficina en obra, ya sea para fines de diseño y administrativo de cada obra y/o actividad del presente proyecto.

Almacén de obra

Se prevé que dentro del campamento de obra se tenga un área de almacén para resguardo de insumos, materiales y equipos de construcción propios y de los contratistas de la obra.

Su finalidad es que funjan como sitios o lugares destinados a conservar, guardar, proteger, custodiar y despachar toda clase de materiales y/o artículos. Uno de sus objetivos es establecer las normas de almacenamiento de los materiales con el fin de disminuir el riesgo de golpes por caída de objetos, daños o perdida de equipos e incendio por el mal uso de los materiales.

El procedimiento de operación del almacén se propone que sea el siguiente:

ENTRADA DE BIENES: Es la recepción de los materiales pasando por los controles de calidad.

ALMACENAMIENTO: Ubicación de los materiales dentro del almacén, con el objeto de retenerlas hasta su disposición.

AGRUPACIÓN - ORDENACIÓN: En este paso los materiales se agrupan para una mejor disposición una vez que se solicite por el personal usuario.

SALIDA DE BIENES: Se realiza el control de salida hacia el usuario de los materiales.

Comedor en obra

Dentro del campamento también se prevé adecuar el comedor para los empleados directos e indirectos que ejecutan las actividades del proyecto, el cual serán solamente compuesto por mesas y sillas y/o bancas, ya que se espera que el personal que labore lleve sus propios alimentos al sitio para poder alimentarse en un horario definido.

En esta obra provisional no se prevé la utilización de aceites de cocina, solo empaques, botellas vacías de los alimentos que serán dispuestos en contenedores rotulados como residuos sólidos urbanos.

La importancia de contar con comedor es para tener un sitio donde el personal pueda acudir a alimentarse, mismo lugar que será en el polígono de la Estación de bombeo "La Churea", evitando así el desmonte o el derribo de vegetación de otras áreas. Por otro lado, se contará con contenedores para este tipo de residuos que estarán ubicados estratégicamente.

En esta área se contará con tanque de almacenamiento de 1,000 litros de calidad no potable para el servicio a empleados, para lavar manos, limpieza, etc.

A su vez, se contempla en esta superficie colocar los sanitarios portátiles para las necesidades fisiológicas de los empleados directos e indirectos, mismos sanitarios que

serán contratados a empresas especializadas que a su vez realizarán el retiro, limpieza y disposición final de las aguas residuales al contar con autorización.

Patio de maquinaria

Dentro del mismo polígono, se tendrá la ubicación del patio de maquinaria en uno de los costados donde se estacionará la maquinaria que no esté en uso, esto para tener un orden dentro de la obra.

Se podrían realizar mantenimiento de maquinaria y/o equipo de manera extraordinaria, generando residuos peligrosos mismos que serán etiquetados, recolectados por empresas autorizadas para disposición final en sitios autorizados por la SEMARNAT.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

Estación de bombeo La Churea

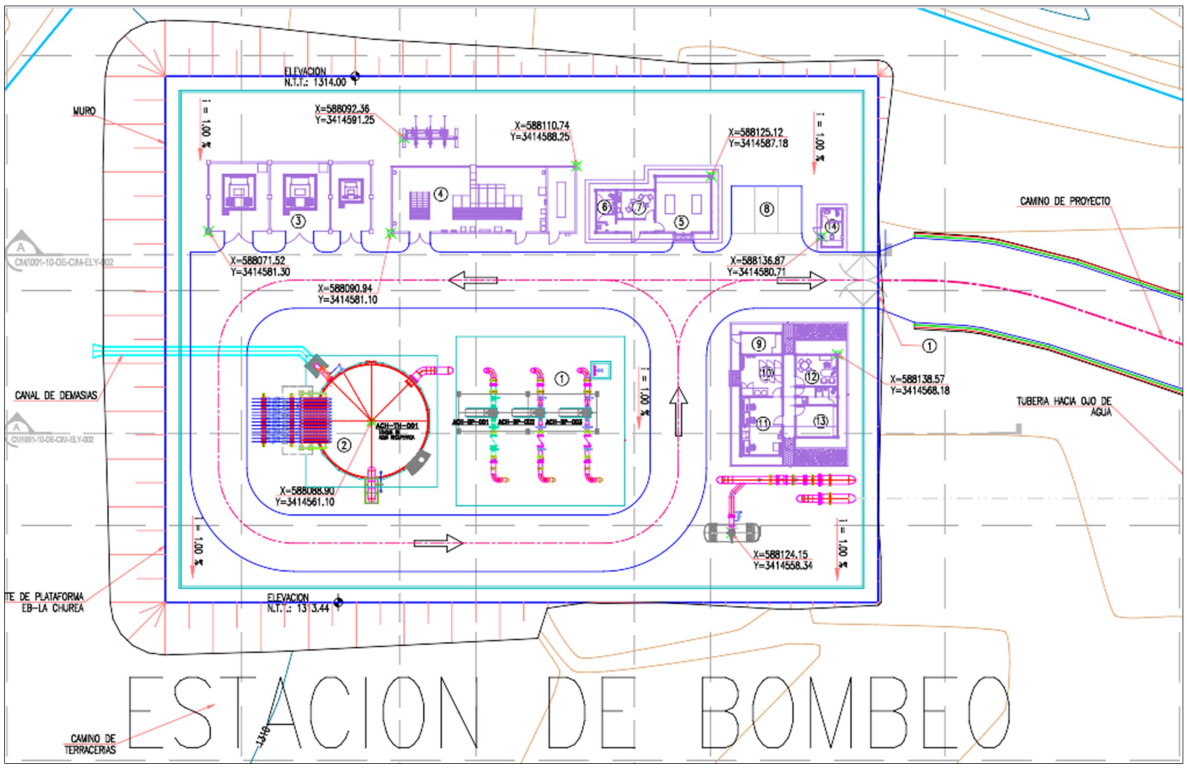
Dentro de la estación de bombeo La Churea, se encuentra el sistema de bombeo, la subestación eléctrica donde se conectará la línea eléctrica, el cuarto eléctrico, cuarto de control y oficinas, comedor y taller para mantenimiento menor, la Estación de Bombeo estará ubicada aproximadamente en las elevación 1,315 msnm y contará con una barda perimetral de seguridad contra intrusos.

En general, de acuerdo con la Ingeniería, la Estación de Bombeo contendrá lo siguiente:

- Un tanque vertical metálico para recolección de agua, de 1,000 m³ aproximadamente.
- Un sistema de bombeo diseñado para una capacidad de 250 a 500 litros por segundo (LPS), accionadas con motores eléctricos.
- Un sistema de tuberías de acero, con un cabezal que partirá del tanque de agua para abastecer a cada bomba, que tendrá una tubería de succión con válvulas de corte y tuberías de descarga con válvulas controladoras de cierre lento y automático, que descargarán a un cabezal metálico y posteriormente a la tubería metálica que será el inicio del acueducto.

En la figura II.9 se presentan los componentes de la Estación de Bombeo La Churea.

Figura II.9. Componentes de la Estación de bombeo La Churea



Caminos existentes de terracería

Actualmente se presentan caminos existentes de terracería, mismos que se dirigen hacia los 20 pozos de agua fresca desde la Carretera Cananea – Bacoachi. Estos caminos de terracería cuentan con un ancho aproximado de 5 metros y una longitud entre todo el ramal es de 22,731.32 metros, teniendo un aproximado de 11.3657 hectáreas que ya se encuentran desmontadas por actividades ajenas a las del Promovente. En la figura II.10 podemos observar, en color naranja, la ubicación de las brechas existentes de terracería y cómo estas interconectan a la carretera Cananea – Bacoachi y los 20 pozos de agua fresca que comprende el proyecto.

II.2.7 Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo

Con el fin de muestrear en forma representativa la totalidad del área de interés, se establecieron 25 estaciones de muestreo en la superficie del proyecto, distribuidos de la siguiente manera:

TIPO DE OBRA	AREA PROPUESTA PARA CUSTF (Ha)	No. SITIOS DE MUESTREO
Pozos	0.6600	20
Caminos nuevos	1.1800	3

Estación de bombeo y acceso	1.5938	2
TOTAL:	**3.4338**	**25**

II.2.7.1 Diseño de muestreo, tamaño de muestra y nivel de confiabilidad

En los estudios de vegetación, el diseño del muestreo es de gran importancia ya que de él depende el tipo de análisis e interpretación a realizarse. Así, para que un muestreo sea suficientemente representativo y confiable, debe estar bien diseñado (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Mostacedo, B. y T.S. Fredericksen. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz. Bolivia. 92 p.

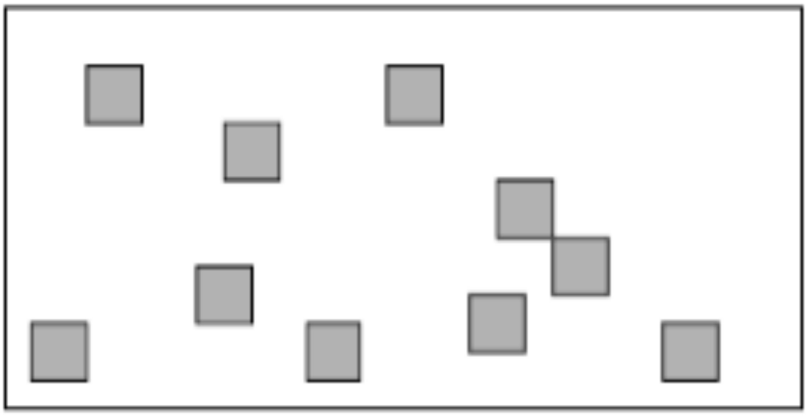
Uno de los elementos esenciales a considerar en el diseño de un estudio ecológico de la vegetación, es la distribución espacial de las unidades muestrales. Existen distintos tipos de muestreo que serán aplicables según las características de la vegetación en estudio (Martella et al, 2012).

Martella, M.B., E. Trumper, L.M. Bellis, D. Renison, P.F. Giordano, G. Bazzano y R.M Gleiser. 2012. Manual de Ecología – Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. REDUCA. Serie Ecología. 5(1):1-31. Córdoba, Argentina.

Muestreo al Azar Simple (MAS)

En este tipo de muestreo (también llamado Muestreo Aleatorio Simple), cada unidad muestral tiene la misma probabilidad de ser seleccionada para su análisis. Previo a la realización del muestreo, se debe cuadricular la superficie total del área de interés y, del total de esos cuadros, se debe seleccionar aleatoriamente un número determinado de cuadros que serán muestreados (Gaillard y Pece, 2011; Martella et al, 2012; Mostacedo y Fredericksen, 2000).

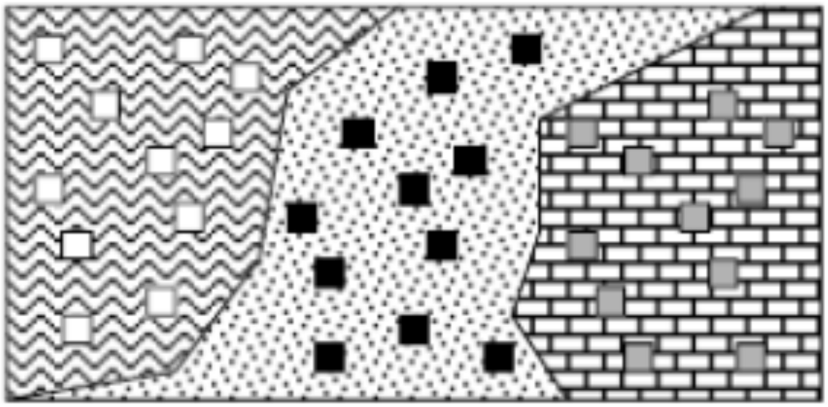
Gaillard, C. y M.G. Pece, 2011. Muestreo y técnicas de evaluación de vegetación y fauna. Serie Didáctica No. 27. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina. 77p.



Distribución al azar de unidades de muestreo

Muestreo al Azar Estratificado (MAE)

Este tipo de muestreo se aplica en áreas grandes y con vegetación muy heterogénea; en estos casos es conveniente realizar una subdivisión del área de interés en secciones o estratos homogéneos que presenten una mayor uniformidad dentro del área total a muestrear. Los criterios para realizar la sectorización del área total pueden ser la topografía del lugar, tipos de suelos, tipos de vegetación, etc. (Gaillard y Pece, 2011; Martella et al, 2012; Mostacedo y Fredericksen, 2000).



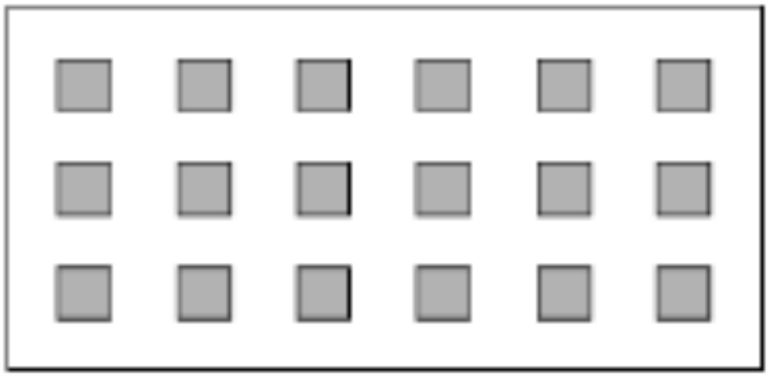
Distribución aleatoriamente estratificada de las unidades de muestreo. Cada sección es un estrato diferente

El procedimiento de muestreo consiste en muestrear en forma individual (con muestreo aleatorio simple) cada una de las secciones y combinar los estimadores de cada una de ellas para obtener los estimadores finales del área total.

Muestreo Sistemático o Regular

El muestreo sistemático consiste en disponer las unidades de muestreo según un patrón o criterio preestablecido y con una distribución regular; los sitios o cuadrantes de muestreo pueden corresponder a las intersecciones de una cuadrícula o bien estar dispuestos a

cierto distanciamiento fijo sobre una línea o transecto. El sitio inicial de muestreo puede ser un punto elegido al azar a partir del cual se establece una cierta distancia para establecer los sitios subsiguientes (Gaillard y Pece, 2011; Graf y Sayagués-Laso, 2000; Martella et al, 2012; Mostacedo y Fredericksen, 2000).



Distribución regular de unidades de muestreo

El muestreo sistemático se aplica en áreas con vegetación homogénea y se comporta de manera similar a un aleatorio siempre que no coincida el intervalo o patrón de dos unidades de muestreo sucesivas con una variación periódica en la vegetación o en el ambiente a analizar (Graf y Sayagués-Laso, 2000).

Graf, E. y L. Sayagués-Laso. 2000. Muestreo de la Vegetación. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. 41p.

Desde el punto de vista estadístico cada unidad de muestreo no tiene la misma probabilidad de ser elegida ya que al ser seleccionada la primera, las restantes quedan automáticamente fijadas. Desde el punto de vista práctico y considerando que la naturaleza ha aleatorizado suficientemente las poblaciones, puede aceptarse la inclusión de éste método de muestreo en los grupos de "igual probabilidad" (Gaillard y Pece, 2011)

La distribución sistemática de las unidades de muestreo presenta, en general, las siguientes ventajas: (1) asegura el cubrimiento de toda el área de interés y (2) otorga una mayor simplicidad operativa que la distribución aleatoria (Graf y Sayagués-Laso, 2000).

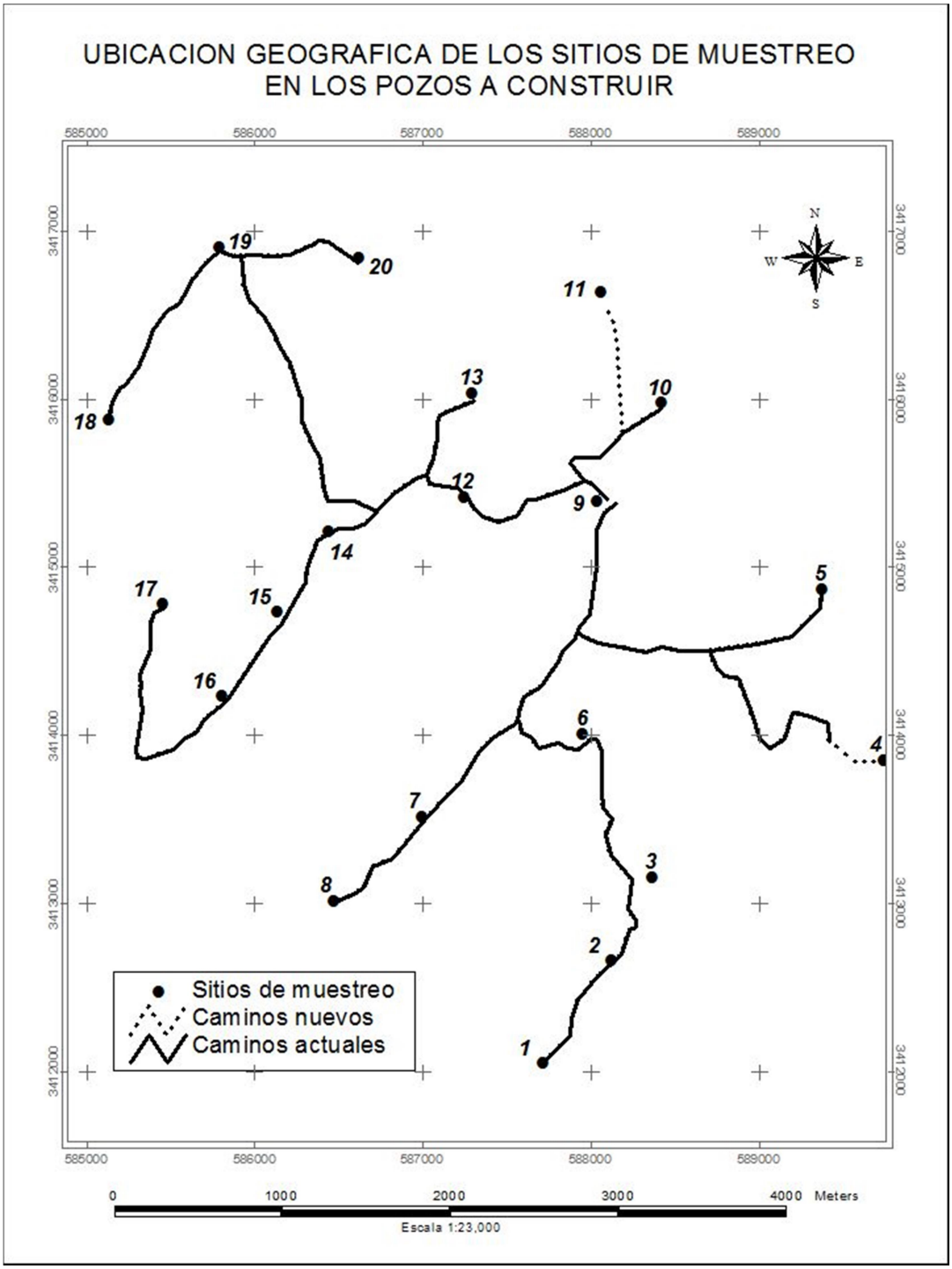
Para el análisis de la vegetación del presente trabajo, se aplicó el muestreo sistemático en virtud de que las estaciones de muestreo deben seguir un arreglo espacial a lo largo de los caminos y pozos trazados para el proyecto, es decir, se debe muestrear la vegetación interceptada en toda la longitud de los trazos proyectados, así como en los sitios donde se establecerán los pozos.

Las formas de las unidades muestrales utilizadas fueron de tres tipos: parcelas circulares (100 m^2) para los sitios de los pozos, parcelas cuadradas (20m x 20m) para el acceso a la estación de bombeo y cuadrantes rectangulares (5m x 20m) para los caminos a

construirse.

Una vez establecidas las unidades de muestreo, con la ayuda de un GPS se registraron las coordenadas del punto central de las parcelas circulares así como los vértices de los cuadrantes de muestreo en el sistema UTM, con el Datum WGS84 y en la geográfica Zona 12N; el error en la precisión del GPS varió de 1.0 a 3.0 m durante el registro de la posición geográfica de los puntos tomados en los sitios de muestreo.

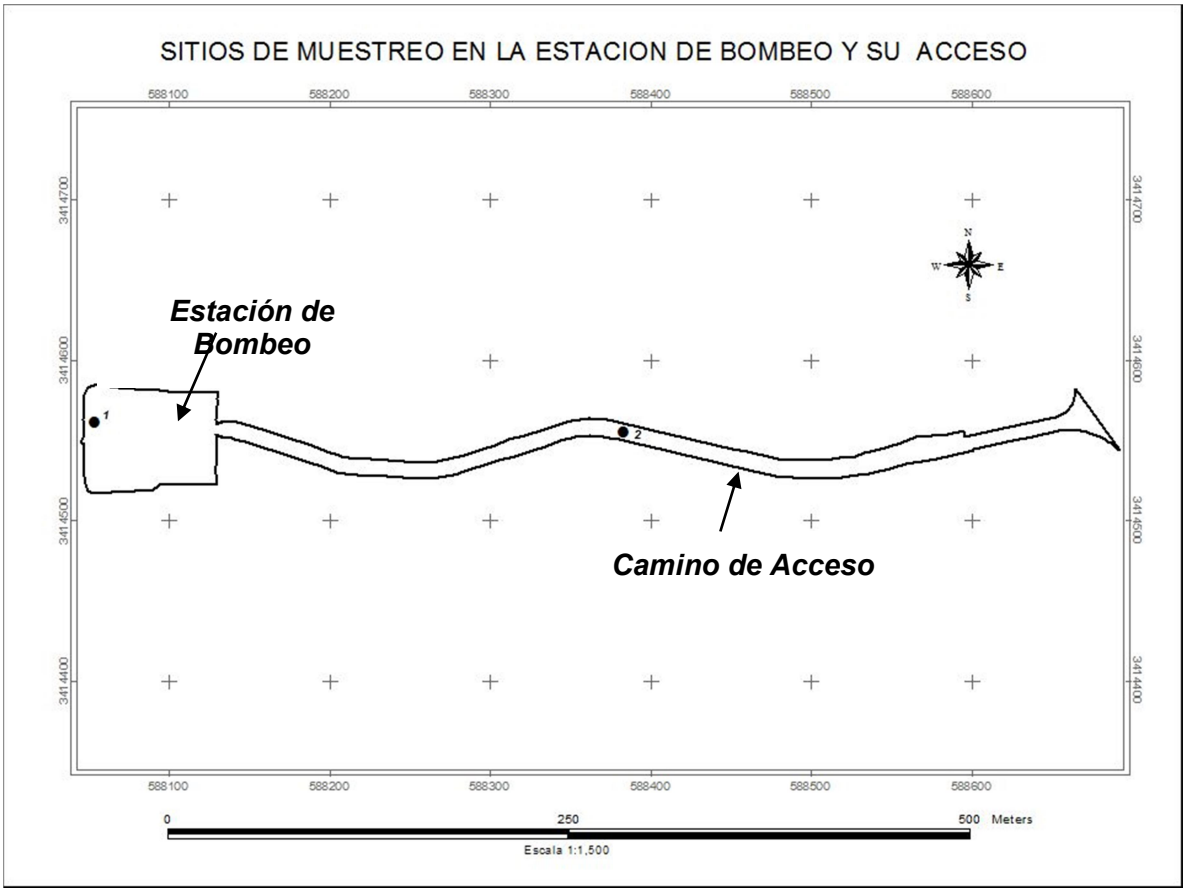
Las estaciones de muestreo se distribuyeron a lo largo del proyecto como se muestra en las siguientes figuras:


UBICACION GEOGRAFICA DE LOS SITIOS DE MUESTREO
EN LOS POZOS A CONSTRUIR
585000
586000
587000
588000
589000
3417000
3416000
3415000
3414000
3413000
3412000
N
W
E
S
19
20
11
13
10
18
12
9
14
5
17
15
16
6
4
7
3
8
2
1
Sitios de muestreo
Caminos nuevos
Caminos actuales
0
1000
2000
3000
4000
Meters
Escala 1:23,000

La posición geográfica de tales sitios fue tomada y registrada con un GPS en coordenadas con proyección UTM bajo el Datum WGS84. Las siguientes tablas muestran las coordenadas de los sitios de muestreo dentro de las áreas de las obras del proyecto.

Coordenadas UTM de los sitios de muestreo de los pozos del área del proyecto

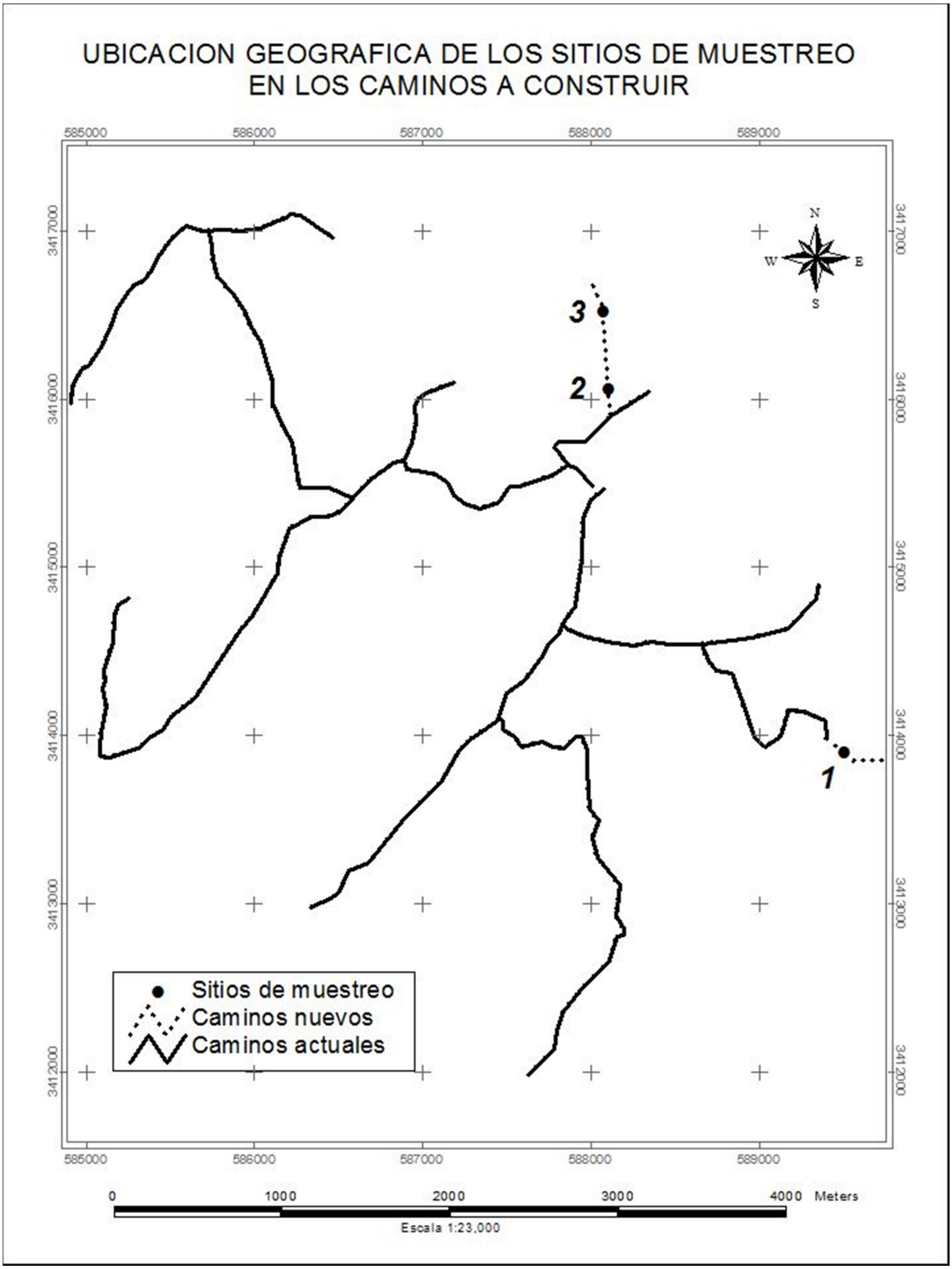
SITIOS	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	587612	3411966
2	588043	3412601
3	588291	3413120
4	589737	3413849
5	589352	3414915
6	587863	3414010
7	586856	3413500
8	586307	3412975
9	587953	3415467
10	588349	3416076
11	587977	3416765
12	587118	3415487
13	587174	3416136
14	586281	3415275
15	585961	3414780
16	585617	3414249
17	585244	3414828
18	584906	3415976
19	585598	3417045
20	586468	3416979



Sitios de muestreo de vegetación en la estación de bombeo del área del proyecto y su acceso

Coordenadas UTM de los sitios de muestreo en la estación de bombeo del área del proyecto y su acceso

SITIOS	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	588053	3414561
2	588383	3414555



Sitios de muestreo de vegetación en los caminos del proyecto que serán construidos

Coordenadas UTM de los sitios de muestreo de los caminos a construirse dentro del área del proyecto

SITIOS	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	587612	3411966
2	588043	3412601
3	588291	3413120

Atributos de las especies vegetales

La estructura de una comunidad vegetal así como la dinámica de la misma puede ser caracterizada si se conocen algunos de los atributos de las especies que la conforman. Los atributos de la vegetación más conocidos son la densidad, frecuencia, cobertura y el valor de importancia ecológico de las mismas. La Densidad de una especie se interpreta como el número de individuos de esa especie que habitan por unidad de área, en este caso, por hectárea. La Frecuencia nos da una idea sobre la distribución espacial de los individuos de una especie en una determinada área. El atributo de la vegetación conocido como Cobertura (dominancia para algunos autores) nos indica la cantidad de terreno que está cubierto por el follaje de una especie. Debemos tener en cuenta que una especie no necesariamente por ser muy densa, cubrirá una gran superficie con su follaje. En otras palabras, una especie arbórea, con pocos individuos puede tener mayor cobertura que una especie muy abundante pero con poco follaje. El Valor de Importancia nos indica que especie es la que juega un papel de mayor rango ecológico sobre las demás, es decir, nos indica cual es la especie que controla el flujo de energía en ese ecosistema, ó también cual es la que consume la mayor cantidad de recursos (nutrientes, agua, luz, etc.).

Una vez ubicados en el área del proyecto, se hizo un recorrido preliminar en la totalidad del área con la intención de determinar visualmente la presencia de diferentes tipos y estratos de vegetación y/o ciertas asociaciones de especies dentro de un mismo tipo de vegetación. Durante ese recorrido de reconocimiento, se hizo un inventario general de las especies vegetales presentes en el predio y se determinaron los sitios que habría de muestrearse para medir los atributos de la vegetación. Una vez concluido el inventario florístico en el predio, se revisaron la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) y los anexos de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 1994), para determinar las especies que tuvieran algún estatus de protección ecológico.

En las siguientes tablas se presentan las especies vegetales inventariadas previamente en el SAR del proyecto de acuerdo al tipo de vegetación donde habitan.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino

En la siguiente se dan a conocer las especies presentes en el área del proyecto con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino donde podría ser afectada la biodiversidad; se presentan esas especies de acuerdo al estrato y forma de vida en que

se encuentran. Como se puede apreciar, ninguna de las especies muestreadas están sujetas a algún tipo de protección por las leyes oficiales.

Especies vegetales que residen en el ecosistema con Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMUN	FAMILIA	ESTRATO/FORMA DE VIDA	NOM-059	CITES
Bouteloua gracilis	Zacate navajita	Poaceae (Gramineae)	Hierba	-	-
Bouteloua repens	Navajita delgada	Poaceae	Hierba	-	-
Eragrostis superba	Zacate garrapata	Poaceae	Hierba	-	-
Hymenoclea monogyra	Jécota	Asteraceae (Compositae)	Arbusto	-	-
Juniperus deppeana	Táscale	Cupressaceae	Arbusto	-	-
Opuntia thurberi	Choya tasajo	Cactaceae	Cactácea	-	-
Prosopis velutina	Mezquite	Leguminosae	Arbol	-	-
Sporobolus airoides	Zacatón alcalino	Poaceae	Hierba	-	-

Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural

En la siguiente se dan a conocer las especies presentes en el área del proyecto con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural donde podría ser afectada la biodiversidad; se presentan esas especies de acuerdo al estrato y forma de vida en que se encuentran. Como se puede apreciar, ninguna de las especies muestreadas están sujetas a algún tipo de protección por las leyes oficiales.

Especies vegetales que residen en el ecosistema con Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMUN	FAMILIA	ESTRATO/FORMA DE VIDA	NOM-059	CITES
Acacia constricta	Mezquitillo	Fabaceae (Leguminosae)	Arbusto	-	-
Bouteloua curtipendula	Zacate banderilla	Poaceae (Gramineae)	Hierba	-	-
Bouteloua gracilis	Navajita delgada	Poaceae	Hierba	-	-
Bouteloua repens	Navajita delgada	Poaceae	Hierba	-	-
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	Fabaceae	Arbusto	-	-
Dasylirion wheeleri	Sotol	Asparagaceae	Arbusto	-	-
Eragrostis superba	Zacate garrapata	Poaceae	Hierba	-	-
Fouquieria splendens	Ocotillo	Fouquieriaceae	Arbusto	-	-
Juniperus deppeana	Táscale	Cupressaceae	Arbusto	-	-
Mimosa biuncifera	Gatuña	Fabaceae	Arbusto	-	-
Opuntia engelmannii	Nopal	Poaceae	Cactácea	-	-
Opuntia thurberi	Choya tasajo	Cactaceae	Cactácea	-	-
Panicum maximum	Zacate guinea	Poaceae	Hierba	-	-

Prosopis velutina	Mezquite	Leguminosae	Arbol	-	-
Quercus arizonica	Encino blanco	Fagaceae	Arbol		
Yucca schottii	Yuca	Asparagaceae	Arbusto		

De acuerdo a la Norma Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y al CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora), ninguna de las especies mostradas en las tablas anteriores se encuentran listadas bajo alguna de sus categorías sin embargo algunas de esas especies, como las cactáceas, deberán ser consideradas con prioridad en los programas de rescate y conservación de organismos vegetales del proyecto.

Para conocer los atributos de las especies que conforman las poblaciones de plantas establecidas en el predio de interés, se realizaron pre-muestreos para determinar el área mínima adecuada de los cuadrantes para el trabajo de campo. De acuerdo a la densidad y formas de vida de las especies vegetales presentes en las áreas de las obras del proyecto, las áreas mínimas requeridas para realizar un muestreo representativo en ellas son las siguientes:

TIPO DE OBRA	AREA MINIMA DE MUESTREO (m^2)	No. SITIOS DE MUESTREO	AREA MUESTREADA
Pozos	100	20	2000
Caminos nuevos	100	3	300
Estación de bombeo y acceso	400	2	800
	TOTAL:	**25**	**3100**

Para cubrir el área total del proyecto se establecieron un total de 25 parcelas de muestreo, de acuerdo a la densidad y formas de vida de las especies vegetales presentes en los sitios de muestreo; el área total muestreada 3,100 m^2 (0.3100 ha) lo que corresponde al 9.03 % de la superficie total solicitada para CUSTF (3.4338 ha), superando la intensidad de muestreo en base al criterio de superficie total, sugerida por algunos autores:

Ramos-Balderas (2015) y Berlanga, *et. al.* (1992) - 1.0% para zonas áridas - 5 sitios
Frith, M. y F. Ubiera. (2001) - 1.5% para sistemas forestales naturales - 7 sitios

En cada unidad de muestreo se registró el número de individuos de cada especie y, en cada individuo, su diámetro de copa, altura y, en el caso de ejemplares arbóreos con potencial para producir materias primas forestales maderables, su DAP.

Con esta técnica se obtuvo la información de campo necesaria para conocer la densidad de individuos de cada especie que viven en el área del proyecto, la cobertura o superficie que esas especies ocupan en el terreno, así como el valor de importancia ecológico que cada una de las especies desempeñan en esas comunidades vegetales.

Los resultados de los muestreos de la vegetación en forma general para las especies de las áreas del proyecto, se presentan en las siguientes tablas por obra y por tipo de vegetación.

TIPO DE OBRA: CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (VSABE)

Valores de los atributos ecológicos de todas las especies que habitan en el área de VSABE de los sitios que serían afectados por la construcción de pozos

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Bouteloua gracilis*	Zacate navajita	37.71	7.29	22.22	67.22	2
2	*Bouteloua repens*	Navajita delgada	11.57	7.01	7.41	25.99	4
3	*Eragrostis superba*	Zacate garrapata	11.81	7.94	22.22	41.97	3
4	*Hymenoclea monogyra*	Jécota	0.36	1.39	3.70	5.46	5
5	*Juniperus deppeana*	Táscale	0.48	0.93	7.41	8.82	5
6	*Opuntia thurberi*	Choya tasajo	0.12	0.04	3.70	3.87	6
7	*Prosopis velutina*	Mezquite	1.81	70.94	29.63	102.38	1
8	*Sporobolus airoides*	Zacatón alcalino	36.14	4.45	3.70	44.30	3
			100	100	100	300	

Donde:
DR = Densidad relativa expresada en valores porcentuales
CR = Cobertura relativa expresada en valores porcentuales
FR = Frecuencia relativa expresada en valores porcentuales
I.V.I. = Índice de valor de importancia que nos indica el peso ecológico que tiene esa especie en la comunidad
CLASE = La categoría que tiene la especie en términos de su papel ecológico dentro de la comunidad.

En la tabla anterior podemos observar que el mezquite, *Prosopis velutina*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies en las comunidades vegetales del matorral desértico micrófilo del área del proyecto; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie arbustiva de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural (VSAPN)

Valores de los atributos ecológicos de todas las especies que habitan en el área de VSAPN de los sitios que serían afectados por la construcción de pozos

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Acacia constricta*	Mezquitillo	1.36	4.33	5.00	10.69	5
2	*Bouteloua gracilis*	Zacate navajita	6.81	5.28	15.00	27.09	3
3	*Bouteloua repens*	Navajita delgada	14.71	2.42	10.00	27.14	3
4	*Calliandra eriophylla*	Cósahui de vaina	14.44	25.25	25.00	64.69	2
5	*Eragrostis superba*	Zacate garrapata	1.91	2.37	15.00	19.28	4
6	*Mimosa biuncifera*	Gatuña	4.90	18.86	5.00	28.76	3
7	*Panicum maximum*	Zacate guinea	54.50	27.71	5.00	87.20	1
8	*Prosopis velutina*	Mezquite	1.09	12.09	15.00	28.18	3
9	*Yucca schottii*	Yuca	0.27	1.70	5.00	6.97	5
			100	100	100	300	

En la tabla anterior podemos observar que el zacate guinea, *Panicum maximum*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies en las comunidades vegetales con VSAPN del área del proyecto; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie arbustiva de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

TIPO DE OBRA: CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS

Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural (VSAPN)

Valores de los atributos ecológicos de todas las especies que habitan en el área de VSAPN de los sitios que serían afectados por la construcción de pozos

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Acacia constricta*	Mezquitillo	0.41	5.32	9.09	14.81	4
2	*Bouteloua gracilis*	Zacate navajita	96.35	13.38	9.09	118.82	1
3	*Calliandra eriophylla*	Cósahui de vaina	1.00	4.41	4.55	9.96	5
4	*Dasylirion wheeleri*	Sotol	0.03	0.56	4.55	5.13	6
5	*Eragrostis superba*	Zacate garrapata	0.60	0.66	4.55	5.80	6
6	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	0.62	17.14	4.55	22.31	3
7	*Juniperus deppeana*	Táscale	0.08	6.29	9.09	15.47	4
8	*Mimosa biuncifera*	Gatuña	0.14	2.80	4.55	7.48	5
9	*Opuntia engelmannii*	Nopal	0.05	0.04	9.09	9.18	5
10	*Opuntia thurberi*	Choya tasajo	0.11	0.90	13.64	14.64	4
11	*Prosopis velutina*	Mezquite	0.51	35.14	13.64	49.29	2
12	*Quercus arizonica*	Encino blanco	0.03	11.92	4.55	16.50	4
13	*Yucca schottii*	Yuca	0.08	1.45	9.09	10.62	5
			100	100	100	300	

En la tabla anterior podemos observar que el zacate navajita, *Bouteloua gracilis*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies en las comunidades vegetales con VSAPN del área del proyecto; así, esta especie es la que aprovecha más

que ninguna otra especie arbustiva de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

TIPO DE OBRA: CONSTRUCCIÓN DE ESTACIÓN DE BOMBEO Y SU ACCESO

Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural (VSAPN)

Valores de los atributos ecológicos de todas las especies que habitan en el área de VSAPN de los sitios que serían afectados por la construcción de pozos

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Bouteloua curtipendula*	Mezquitillo	41.65	5.03	10.00	56.68	2
2	*Bouteloua gracilis*	Zacate navajita	35.70	9.70	10.00	55.40	2
3	*Eragrostis superba*	Zacate garrapata	22.28	6.06	20.00	48.34	3
4	*Juniperus deppeana*	Táscale	0.04	23.75	20.00	43.79	4
5	*Mimosa biuncifera*	Gatuña	0.02	0.04	10.00	10.06	5
6	*Opuntia thurberi*	Choya tasajo	0.01	0.02	10.00	10.03	5
7	*Prosopis velutina*	Mezquite	0.30	55.40	20.00	75.70	1
			100	100	100	300	

En la tabla anterior podemos observar que el mezquite, *Prosopis velutina*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies en las comunidades vegetales con VSAPN del área del proyecto; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie arbustiva de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

La siguiente tabla muestra el número de individuos por especie del área propuesta para CUSTF que se espera remover en el área del proyecto:

Valores de densidad de las especies vegetales muestreadas en el área del proyecto

TIPO DE OBRA	TIPO DE VEGETACION	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NO. DE INDIVIDUOS EN EL AREA DEL PROYECTO
Construcción de pozos	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	*Bouteloua gracilis*	Zacate navajita	1589
		Bouteloua repens	Navajita delgada	487
		Eragrostis superba	Zacate garrapata	498
		Hymenoclea monogyra	Jécota	15
		Juniperus deppeana	Táscale	20
		Opuntia thurberi	Choya tasajo	5
		Prosopis velutina	Mezquite	76
		Sporobolus airoides	Zacatón alcalino	1523
Construcción de pozos	Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	*Acacia constricta*	Mezquitillo	47
		Bouteloua gracilis	Zacate navajita	236
		Bouteloua repens	Navajita delgada	509

		Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	500
		Eragrostis superba	Zacate garrapata	66
		Mimosa biuncifera	Gatuña	170
		Panicum maximum	Zacate guinea	1886
		Prosopis velutina	Mezquite	38
		Yucca schottii	Yuca	9
Construcción de caminos	Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	*Acacia constricta*	Mezquitillo	590
		Bouteloua gracilis	Zacate navajita	140027
		Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	1455
		Dasylirion wheeleri	Sotol	39
		Eragrostis superba	Zacate garrapata	865
		Fouquieria splendens	Ocotillo	905
		Juniperus deppeana	Táscale	118
		Mimosa biuncifera	Gatuña	197
		Opuntia engelmannii	Nopal	79
		Opuntia thurberi	Choya tasajo	157
		Prosopis velutina	Mezquite	747
		Quercus arizonica	Encino blanco	39
		Yucca schottii	Yuca	118
Construcción de estación de bombeo y su acceso	Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	*Bouteloua curtipendula*	Mezquitillo	167349
		Bouteloua gracilis	Zacate navajita	143442
		Eragrostis superba	Zacate garrapata	89532
		Juniperus deppeana	Táscale	159
		Mimosa biuncifera	Gatuña	80
		Opuntia thurberi	Choya tasajo	40
		Prosopis velutina	Mezquite	1195
			TOTAL:	**554807**

II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo

Especies Maderables

En el área del proyecto solo existen el mezquite (*Prosopis velutina*) y el encino blanco (*Quercus arizonica*) como especies consideradas como proveedoras de materias primas forestales maderables; sin embargo, los individuos de esta especie que habitan en el área del proyecto, a pesar de ser plantas maduras y de varios años de edad, presentan tallas de árboles pequeños, con tallas que pocas veces rebasan los 5 metros altura, sin un fuste o tallo principal definido, de tal forma que son ejemplares sin mucho potencial para producir materias primas maderables, si consideramos que para alcanzar un precio de comercialización en el mercado local (producción de leña y carbón) sus tallos y ramas deben medir por lo menos 7 cm de diámetro.

Para la estimación de la biomasa aprovechable de los árboles se aplicó el método de Huber (Waddell, 1989) el cual consiste en multiplicar el área de la parte media de un tallo o rama aprovechable por la longitud del mismo.

$$V = L * APM$$

Donde:
V = volumen en m^3,
L = longitud del tronco,
APM = área del tronco en su parte media

Una vez que se han medido todos los componentes aprovechables de un árbol, se obtienen sus volúmenes con la fórmula anterior y se suman para así determinar el volumen total de material aprovechable de ese árbol.

Para una población de plantas o árboles, se puede determinar el volumen de producción promedio dividiendo el valor resultante de la suma de todos los valores de volumen obtenidos, entre el número de árboles medidos.

Waddell, D.R. 1989. Estimating Load Weights With Huber's Cubic Volume Formula: A Field Trial. Research Note PNW-RN-484. Forest Service. United States Department of Agriculture. Portland, Oregon, U.S.A. 12p.

TIPO DE VEGETACION	ESPECIE	DENSIDAD	% PLANTAS CON POTENCIAL	NO. PLANTAS CON POTENCIAL	VOLUMEN MEDIO POR PLANTA (m^3)	VTA ($m^{3)}$
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	*Prosopis velutina*	76	69	52	0.1023	5.3196
Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	*Prosopis velutina*	1980	28	554	0.0295	16.3430
	Quercus arizonica	39	100	39	0.0336	1.3104
VOLUMEN TOTAL DE RECURSOS MADERABLES EN EL AREA DEL PROYECTO:						**22.9730**

Especies No Maderables

En la tabla siguiente, se muestran las especies encontradas en el proyecto que tienen potencial de aprovechamiento como recursos forestales no maderables:

Especies del área del proyecto con potencial de ofrecer materias primas no maderables

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	MATERIA PRIMA	PRODUCTO DERIVADO

Bouteloua gracilis	Zacate navajita	Follaje	Forraje
Bouteloua repens	Navajita delgada	Follaje	Forraje
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	Follaje	Forraje
Fouquieria splendens	Ocotillo	Tallo	Construcción de cercos
Prosopis velutina	Mezquite	Follaje, flores, frutos	Forraje, miel

Para la determinación de los valores del volumen de biomasa aérea de cada especie, se consideró la forma geométrica tridimensional de los individuos (esférica, cónica o cilíndrica) para después aplicar las fórmulas matemáticas correspondientes a su forma corporal y obtener los valores de volumen de ellos; las fórmulas utilizadas para determinar el volumen de las plantas en base a su forma corporal son las siguientes:

Volumen de un cilindro: Ah, donde A = área de la base y h es la altura del cilindro.
Volumen de un cono: $(Ah)/3$, donde A = área de la base y h es la altura del cono.
Volumen de una esfera: $(4\pi r^3)/3$, donde π = 3.1416 y r = radio de la esfera

Una vez obtenido el volumen de las plantas muestreadas, se aplicó un factor de ajuste o corrección con el fin de reducir el error de estimación, substrayendo el espacio vacío de la del volumen calculado de la planta medida, es decir la fracción del volumen no ocupado por partes de la planta. El factor de ajuste fue determinado en forma arbitraria por el técnico forestal con el propósito de llevar los resultados de las mediciones a un valor más cercano a la realidad.

Estimación de volúmenes de biomasa aérea

En las especies con potencial de proveer materias primas no maderables se presentaron individuos de forma esférica y cónica.

Volumen medio de las especies del área del proyecto con potencial de ofrecer materias primas no maderables

TIPO DE VEGETACION	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA GEOMÉTRICA	VOL MEDIO/PLANTA (m^3)
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	*Bouteloua gracilis*	Zacate navajita	Esférica	0.0192
	Bouteloua repens	Navajita delgada	Esférica	0.0081
	Prosopis velutina	Mezquite	Cónica	16.2162
Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	*Bouteloua curtipendula*	Zacate banderilla	Esférica	0.0009
	Bouteloua gracilis	Zacate navajita	Esférica	0.0040
	Bouteloua repens	Navajita delgada	Esférica	0.0035
	Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	Esférica	0.0162
	Fouquieria splendens	Ocotillo	Cónica	0.7834

	Prosopis velutina	Mezquite	Cónica	30.0968

Una vez obtenido el volumen promedio por individuos se determinó el volumen aprovechable ya que, en la mayoría de los casos solo se utiliza una parte de las plantas como materia prima.

Volumen medio aprovechable de las especies del área del proyecto con potencial para ofrecer materias primas no maderables

Tipo de Vegetacion	Nombre Cientifico	Vol. medio/planta (m^3)	Vol aprovechable (%)	Vol. aprovechable/planta (m3)
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	*Bouteloua gracilis*	0.0192	100	0.0192
	Bouteloua repens	0.0081	100	0.0081
	Prosopis velutina	16.2162	10	1.62162
Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	*Bouteloua curtipendula*	0.0009	100	0.0009
	Bouteloua gracilis	0.0040	100	0.004
	Bouteloua repens	0.0035	100	0.0035
	Calliandra eriophylla	0.0162	30	0.00486
	Fouquieria splendens	0.7834	30	0.23502
	Prosopis velutina	30.0968	10	3.00968

Después se calculó el volumen por tipo de vegetación multiplicando el volumen de biomasa por planta contra el número de ejemplares por tipo de vegetación y, el volumen total de materias primas no maderable se obtiene sumando los valores totales por tipo de vegetación.

Volumen medio de las especies del área del proyecto con potencial para ofrecer materias primas no maderables

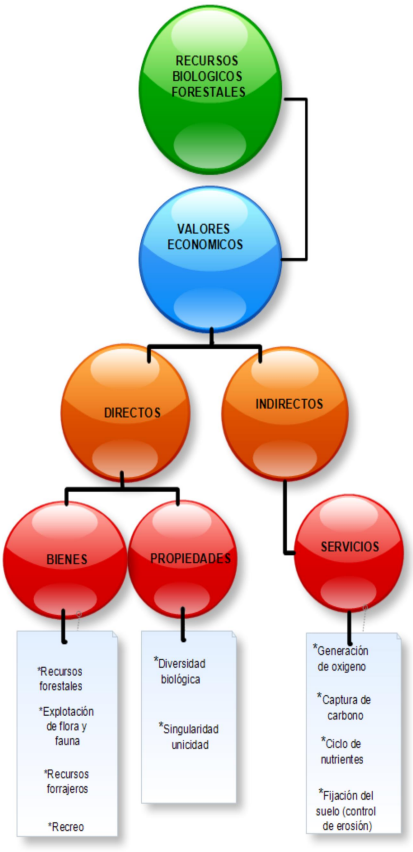
Tipo de Vegetacion	Nombre Cientifico	Vol. aprovechable/planta (m^3)	No indiv/tipo de vegetación	Vol/tipo vegetación (m^3)
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	*Bouteloua gracilis*	0.0192	1589	30.5088
	Bouteloua repens	0.0081	487	3.9447
	Prosopis velutina	1.62162	76	123.24312
Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	*Bouteloua curtipendula*	0.0009	167349	150.6141
	Bouteloua gracilis	0.004	283705	1134.82
	Bouteloua repens	0.0035	509	1.7815
	Calliandra eriophylla	0.00486	1955	9.5013
	Fouquieria splendens	0.23502	905	212.6931
	Prosopis velutina	3.00968	1980	5959.1664
VOLUMEN TOTAL DE MATERIAS PRIMAS NO MADERABLES:				**7626.2730**

II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo

Hablar de la estimación económica de los recursos forestales es darle valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por este recurso ambiental, independientemente de si existen o no precios de mercado que nos ayuden a hacerlo. No obstante deberíamos ser más precisos respecto de lo que los economistas entienden por valor económico.

El valor económico de cualquier bien o servicio suele medirse teniendo en cuenta lo que estamos dispuestos a pagar por él menos de lo que cuesta proveerlo.

Cuando un recurso ambiental existe pura y simplemente y nos proporciona bienes y servicios sin costo alguno, lo único que expresa el valor de los bienes y servicios que aporta es nuestra disposición a pagar por ellos como lo muestra la figura siguiente:



Algunos bienes y servicios proporcionados por un recurso ambiental

La valoración monetaria de los recursos biológicos es una disciplina económica en desarrollo por lo que las formas, métodos, alcance y límites de la valoración económica ambiental, se encuentran aún en discusión. La importancia de evaluar económicamente las funciones ecológicas de los ecosistemas y de sus recursos de interés comercial es una línea de investigación de frontera.

II.2.6.1 Estimación del valor económico de los recursos forestales maderables

Como fue expuesto en el apartado II.2.5.2 del presente documento, en el área del proyecto solo existen el mezquite y el encino blanco como especies consideradas como proveedoras de materias primas forestales maderables; sin embargo, los individuos de esta especie que habitan en esta área, a pesar de ser plantas maduras y de varios años de edad, presentan tallas que pocas veces rebasan los 5 metros altura, de tal forma que son ejemplares sin un buen potencial para producir materias primas maderables, si consideramos que para alcanzar un precio de comercialización en el mercado local (producción de leña y carbón) sus tallos y ramas deben medir por lo menos 7 cm de diámetro.

Si tomamos en consideración que, de acuerdo al anuario estadístico para el Estado de Sonora versión 2017, el costo del m^3 de madera es de $450.00, se tiene que para el área del proyecto existe un potencial económico para este recurso forestal de **$10,337.85.**

Valor estimado de las materias primas <u>maderables</u> producidas en el área del proyecto

Tipo de vegetacion	Especie	Nombre común	Volumen total estimado (RTA) de materias primas maderables (m^3)	Precio unitario (pesos/m^3)	Valor total en pesos
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	**Prosopis velutina**	Mezquite	5.3196	$450.00	$2,393.82
Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	**Prosopis velutina**	Mezquite	16.3430	$450.00	$7,354.35
	Quercus arizonica	Encino blanco	1.3104	$450.00	$589.68
				TOTAL:	**$10,337.85**

II.2.6.2 Estimación del valor económico de los recursos forestales no maderables

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) en su artículo 7, fracción XXVIII define a los recursos forestales no maderables como "*la parte no leñosa de la vegetación de un ecosistema forestal, y son susceptibles de aprovechamiento o uso, incluyendo líquenes, musgos, hongos y resinas, así como los suelos de terrenos forestales y preferentemente forestales*".

Para establecer los valores económicos definidos en este estudio, se hizo relación a los publicados por el INEGI en el Anuario Estadístico estatal del 2017 y al precio relativo del mercado para esta región del Estado de Sonora; además se hizo un recorrido por tiendas de productos o hierbas medicinales de la ciudad y se investigaron los precios del

contenido del peso de los productos pertenecientes a las especies encontradas en el área de interés.

Tomando en cuenta el volumen estimado de los recursos forestales existentes en el terreno proyectado y los costos estimados de las alternativas de uso, en la siguiente tabla se presenta un estimado del valor económico de los recursos vegetales no maderables en relación a la superficie que se vería afectada por el CUSTF, considerando que se aprovecharán para su venta en el mercado local y regional, realizando esta estimación solamente para aquellas especies cuya posibilidad de venta en el mercado es real. Los valores económicos fueron definidos en relación a los publicados por el INEGI en el Anuario Estadístico estatal del 2017 y al precio relativo del mercado para esta región del Estado de Sonora.

Valor económico de materia primas forestales no maderables en la superficie solicitada para CUSTF

Tipo de Vegetacion	Nombre Cientifico	Volumen total estimado de materia prima no maderable por especie		Precio unitario (pesos)	Valor total en pesos
		Mat. Vegetal (VTA en m^3)	Otros		
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	*Bouteloua gracilis*	30.5088		$100	$3,050.88
	Bouteloua repens	3.9447		$100	$394.47
	Prosopis velutina (forraje)	123.24312		$100	$12,324.31
	Prosopis velutina (miel)		50 litros	$30	$1,500.00
Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	*Bouteloua curtipendula*	150.6141		$100	$15,061.41
	Bouteloua gracilis	1134.82		$100	$113,482.00
	Bouteloua repens	1.7815		$100	$178.15
	Calliandra eriophylla	9.5013		$100	$950.13
	Fouquieria splendens	212.6931		$200	$42,538.62
	Prosopis velutina (forraje)	5959.1664		$100	$595,916.64
	Prosopis velutina (miel)		50 litros	$30	$1,500.00
				TOTAL:	**$786,896.61**

Considerando el volumen estimado de los recursos forestales no maderables existentes en el terreno proyectado, así como el precio de las alternativas de uso, se tiene que de comercializarse esos recursos en el mercado local generarían una ganancia total de **$786,896.61**.

II.2.6.3 Estimación del valor económico de los recursos faunísticos

Aun cuando el clima y las bajas precipitaciones hacen que la diversidad biológica sea muy baja en las zonas áridas del mundo, de acuerdo a registros bibliográficos en el área del proyecto podemos encontrar un listado rico de especies animales residentes, sin contar las especies migratorias que ocurren en la región en ciertas épocas del año. En párrafos siguientes se dan a conocer las especies que fueron registradas en el área del proyecto aunque, dado que es un área perturbada debido al tráfico de vehículos automotores,

durante las visitas de trabajo al predio solo pudieron avistarse especies de fauna en tránsito y, en otros casos, solo se observaron evidencias como excretas y huellas de sus patas.

Muestreo de fauna

En todo tipo de Proyecto que se requiera la transformación de ecosistemas por cambio de uso del suelo es imperativo conservar la biodiversidad a nivel local y regional para asegurar la continuidad de las especies silvestres de flora y fauna nativas para el bien de los ecosistemas y de las generaciones futuras de la humanidad. Por esa razón, hubo que realizar muestreos de fauna a lo largo del trazo carretero con el fin de asegurar que no se pone en riesgo la diversidad de especies faunísticas con las obras del proyecto de interés, así como determinar el valor económico de esas especies y además evaluar los servicios ambientales que presta la fauna del área de interés.

Tomado en consideración que existen metodologías para evaluar la fauna usando cuadrantes como unidades de muestreo, se decidió utilizar los mismos cuadrantes establecidos para la medición de las especies vegetales para muestrear la fauna en el área del proyecto. A continuación se describen algunas técnicas para el muestreo de grupos de vertebrados terrestres usando cuadrantes como unidades muestrales.

Muestreo de Reptiles

De acuerdo a Sánchez (2009), la estimación de la densidad de individuos de especies de reptiles, además de transectos, también puede hacerse mediante el establecimiento de parcelas de tamaño uniforme y predeterminado según la escala de cada caso; para eso, debe establecerse un número de parcelas suficiente a fin de lograr representatividad de los muestreos.

Respecto a la manera de detectar los ejemplares puede realizarse mediante el método de búsqueda directa. Cada parcela puede tener, por ejemplo, un área aproximada de 50 x 50 m (2,500 m^2 o ¼ ha) y en ella puede efectuarse una revisión minuciosa, teniendo gran cuidado de no alterar permanentemente troncos caídos o rocas, y de recolocarlos en su posición original una vez revisado cada sitio. Esto puede hacerse con un equipo de cinco personas, quienes recorren la parcela en forma simultánea, inspeccionando cada participante una franja de 5 m a cada lado y anotando lo visto. En este caso se conoce el área y el número de individuos detectados; por ello, es posible calcular una estimación de densidad en forma directa (individuos/área). Cuando se requiere identificar en laboratorio ejemplares desconocidos, este método posibilita la captura momentánea de algunos individuos, y éstos pueden marcarse en alguna forma que no altere demasiado su probabilidad de supervivencia ni su comportamiento social, con lo cual, en visitas posteriores es posible recapturar algunos individuos e intentar recuperar información acerca de sus movimientos, uso de hábitat, crecimiento y estado reproductivo, entre otros aspectos. Claramente, si a la detección de individuos se agrega la captura, marca y

recaptura, este método requiere ejercer sumo cuidado en la manipulación de individuos los cuales, bajo ninguna circunstancia, deben extraerse de la parcela ni soltarse en un sitio distinto al de su captura.

Dado que se trata de un método que requiere una considerable inversión de esfuerzo, su inclusión como método para monitoreo sistemático y periódico debe ponderarse con detenimiento.

Muestreo de Aves y Mamíferos

Para el muestreo de estos grupos de animales en el área del proyecto, se siguió la técnica de muestreo en cuadrantes propuesta para ambientes de zonas áridas por el faunólogo Gorgonio Ruiz-Campos (2009).

El conteo utilizando como unidad de muestreo el cuadrante ha sido extensivamente utilizado para plantas, las cuales son de naturaleza inmóvil; sin embargo, como lo señala el autor, es apropiada también para cuantificar vertebrados, especialmente aves y mamíferos, siempre que la persona que cuantifica posea experiencia, una visión rápida o que disponga de una cámara para el muestreo cuando se avistan organismos; de forma adicional, se podrán registrar evidencias de la presencia de aves (nidos activos) o de mamíferos (huellas, excretas, madrigueras, etc.).

El método de cuadrante permite estimar la densidad o tamaño poblacional de individuos sobre un espacio geográfico. El muestreo deberá cumplir con tres requisitos bajo los siguientes puntos de vista: (1) estadístico, que el tamaño y forma del cuadrante ofrezcan la mayor precisión para un área total muestreada, o para una cantidad dada de tiempo o dinero. (2) ecológico, que el tamaño y forma del cuadrante sea el más eficiente para determinar el parámetro en cuestión. (3) logístico, que el tamaño y forma del cuadrante sea el más fácil de delimitar y utilizar.

Para muestrear poblaciones de aves y mamíferos con cuadrantes se distribuyen estos espacialmente cubriendo representativamente el área de interés. En cada cuadrante se cuantifican todos los individuos o evidencias presentes. La densidad de las especies de cada cuadrante se calcula como:

$$D = n/a$$

Donde n = individuos de la especie contados en el cuadrante, y a = área del cuadrante.
Ejemplo: Si en 5 cuadrantes de 1 m^2 (a = 5 m^2) se cuantificó un total de 10 individuos (*n*), entonces la densidad estimada (*D*) por cuadrante es:

$$D = 10/\ 5\ m^2 = 2\ individuos/m^2$$

Ahora si consideramos que el área del estudio es de 125 m^2, entonces la estimación de la densidad poblacional (*D*) se obtiene como:

D x A = 2 individuos x 125 m^2 = 250 individuos en el área total

Como ya se mencionó en párrafos anteriores, los sitios de muestreo para la fauna fueron los mismos utilizados en los muestreos de vegetación del área del proyecto.
La baja riqueza de especies vegetales y sus bajas densidades de población en el área del proyecto, han contribuido para que la fauna silvestre propia del ecosistema existente sea baja y las condiciones de hábitat no sean las adecuadas para que esas especies de animales desarrollen sus actividades reproductivas, de convivencia poblacional y de alimentación. De igual manera, las actividades ganaderas que en el área se practican, crean competencia con la fauna silvestre haciendo más limitantes los recursos agua, vegetación y espacio que ellas necesitan para un eficiente desarrollo de sus poblaciones.

Así, en los párrafos siguientes de enlistan por grupos de fauna, las especies ubicadas en el área del proyecto; durante las visitas de trabajo al área del proyecto solo pudieron avistarse muy pocas especies y, en otros casos, solo se observaron evidencias como excretas, anidamientos y huellas de sus patas.

Resultados del muestreo de Anfibios

En el área del proyecto no se registró ninguna especie de anfibios debido a que la zona y la época en que se llevaron a cabo los muestreos, no es la apropiada para encontrar especímenes activos de ese grupo faunístico. Con respecto a los reptiles, se registraron 4 especies pertenecientes a 2 familias. Del siguiente listado se consultó a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y a la CITES sin encontrarse alguna especie en las listas oficiales.

Resultados del muestreo de Reptiles

Especies de reptiles observadas en el área del proyecto y su estado de protección bajo las normas oficiales

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES
SQUAMATA	Teiidae	*Aspidoscelis burti*	Huico manchado	-	-
	Teiidae	*Aspidoscelis tigris*	Huico tigre del NW	-	-
	Phrynosomatidae	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda	-	-
	Phrynosomatidae	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija espinosa	-	-

Los resultados de los muestreos de reptiles a lo largo del trazo del proyecto arrojaron los siguientes resultados:

Densidades de las especies de reptiles encontrados en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ENDEMICA	CINEGETICA	DENSIDAD/HA
1	*Aspidoscelis burti*	Huico manchado	NE	NC	1
2	*Aspidoscelis tigris*	Huico tigre del NW	NE	NC	2
3	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda	NE	NC	2
4	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija espinosa	E	NC	4

Total:	**9**

***E* = Endémica; *NE* = No endémica; *C* = Cinegética; *NC* = Sin valor cinegético**

Valores de los atributos ecológicos de las especies de reptiles que habitan en el Matorral Desértico Micrófilo del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	DR	FR	V.I.	CLASE
1	*Aspidoscelis burti*	Huico manchado	15.79	8.57	15.79	40.15	3
2	*Aspidoscelis tigris*	Huico tigre del NW	21.05	15.24	21.05	57.34	2
3	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda	21.05	15.24	21.05	57.34	2
4	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija espinosa	42.11	60.95	42.11	145.16	1
			100	100	100	300	

***DR* = Abundancia relativa; *DR* = Dominancia relativa; *C* = Frecuencia relativa; *VI* = Valor de importancia**

En la tabla anterior podemos observar que la lagartija espinosa, *Sceloporus jarrovii*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies de reptiles en el matorral desértico micrófilo del área del proyecto; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos de su hábitat natural.

El índice de diversidad de Shannon - Wiener estimado para las especies de reptiles muestreados dentro del área de interés, se muestra en la siguiente tabla:

Valores del índice de diversidad de las especies de reptiles registrados en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Aspidoscelis burti	Huico manchado	1	0.1579	-1.8458	-0.2914
Aspidoscelis tigris	Huico tigre del NW	2	0.2105	-1.5581	-0.3280
Holbrookia maculata	Lagartija sorda	2	0.2105	-1.5581	-0.3280
Sceloporus jarrovii	Lagartija espinosa	4	0.4211	-0.8650	-0.3642
TOTAL:		**9**	**1.0000**	**-5.8271**	**-1.3117**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.3117***
Riqueza (S) =					***4***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.3863***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.9462***

Los valores de H´ varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (Moreno 2001).

Como se observa en la tabla anterior, la diversidad de especies de reptiles es baja en el área del proyecto.

Si queremos analizar los resultados de la tabla anterior veremos que, de acuerdo a Moreno (Op. cit.), la diversidad alfa a nivel de especies puede analizarse como la riqueza (número de especies distintas presentes en un ecosistema o área de interés) o la estructura (proporción de cada especie dentro de un ecosistema). Este segundo

componente se refiere al grado de heterogeneidad dentro de los ecosistemas. Para ello, en ecología de poblaciones se han desarrollado distintas aproximaciones cuantitativas, la mayoría de ellas basadas en la teoría de la información. Por ejemplo, el análisis de la diversidad de especies en un ecosistema o región puede medirse con el índice de Shannon-Wiener o de Margalef, entre otros, haciendo referencia a la proporción de las densidades alcanzadas por las especies.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del grupo de reptiles de la tabla anterior, la lagartija espinosa (*Sceloporus jarrovii*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.4211), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies herpetológicas muestreado.

En la Tabla siguiente se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de reptiles presentes en el área del proyecto y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de reptiles del área del proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Estrato de distribución
Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis burti*	Huico manchado	Residente	Rara	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis tigris*	Huico tigre del NW	Residente	Poco común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Squamata	Phrynosomatidae	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda	Residente	Poco común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Squamata	Iguanidae	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija espinosa	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo

Resultados del muestreo de mamíferos

La metodología empleada para este grupo de animales consistió en la técnica propuesta por Ruiz-Campos (2009) empleando cuadrantes de 900 m^2 (30m por 30m), donde se registró la presencia de especies de mamíferos en el sitio. Dicha herramienta de muestreo, permite reconocer la presencia, diversidad y abundancia relativa de especies de mamíferos de comportamientos/hábitos móviles y en alerta, recomendadas para evaluar poblaciones en hábitat abiertos como son en general los ecosistemas desérticos y semidesérticos.

Ruiz-Campos, G. et al. 2009. Manual de procedimientos para la evaluación de poblaciones de fauna silvestre de interés cinegético en baja california. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. 306 p.

Los sitios de muestreo fueron los mismos cuadrantes empleados para el registro de reptiles.

En los cuadrantes de muestreo se utilizaron procesos de observación directa y técnicas de registros indirectos como huellas, excretas, pelos, senderos, madrigueras, restos

orgánicos y, además, se utilizaron varias fuentes de información como entrevistas con los pobladores para corroborar la existencia de las especies de acuerdo a las evidencias encontradas en los muestreos.

Como resultado de los muestreos en campo, se registraron 6 especies pertenecientes a 3 órdenes y 5 familias. Por observación directa se registraron la ardilla *Ammospermophilus harrisii*, el conejo (*Silvilagus audubonii*) y la liebre cola negra (*Lepus californicus*); también se observaron depredadores como el coyote (*Canis latrans*). El resto de las especies fueron determinadas por métodos indirectos como huellas y excretas; no se encontraron madrigueras debido a que la perturbación frecuente por el tráfico de vehículos no permite el asentamiento de la fauna silvestre a la orilla del camino.

Se consultaron las listas de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES encontrándose únicamente la liebre cola negra (*Lepus californicus*) como especie protegida (Pr) por la Norma Mexicana de la SEMARNAT.

Especies de mamíferos encontrados en el área del proyecto indicando su posición taxonómica y su estatus de protección por las normas oficiales

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-	-
	Mephitidae	*Mephitis mephitis*	Zorrillo listado	-	-
Rodentia	Muridae	*Peromyscus boylii rowleyi*	Ratón arbustero	-	-
Rodentia	Sciuridae	*Ammospermophilus harrisii*	Ardilla antílope de Sonora	-	-
Lagomorpha	Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	Pr	-
		Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	-	-

Como única especie protegida se encontró una sola especie (*Lepus californicus*) con categoría *Pr* dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Los resultados de los muestreos de mamíferos arrojaron los siguientes resultados:

Densidades (abundancia absoluta) de las especies de mamíferos encontrados en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ENDEMICA	CINEGETICA	DENSIDAD/HA
1	*Ammospermophilus harrisii*	Ardilla antílope de Son.	NE	NC	4
2	*Canis latrans*	Coyote	NE	C	3
3	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	E	C	11
4	*Mephitis mephitis*	Zorrillo listado	NE	NC	2
5	*Peromyscus boylii rowleyi*	Ratón arbustero	NE	NC	6
6	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	NE	C	8
				Total:	**34**

***E* = Endémica; *NE* = No endémica; *C* = Cinegética; *NC* = Sin valor cinegético**

Valores de los atributos ecológicos de las especies de mamíferos que habitan en el Matorral Desértico Micrófilo del sistema ambiental regional del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	AR	DR	FR	V.I.	CLASE
1	*Ammospermophilus harrisii*	Ardilla antílope de Son.	10.81	5.28	10.81	26.90	4
2	*Canis latrans*	Coyote	8.11	2.97	8.11	19.19	5
3	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	32.43	47.52	32.43	112.39	1
4	*Mephitis mephitis*	Zorrillo listado	5.41	1.32	5.41	12.13	6
5	*Peromyscus boylii rowleyi*	Ratón arbustero	18.92	16.17	18.92	54.01	3
6	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	24.32	26.73	24.32	75.38	2
			100	100	100	300	

***AR* = Abundancia relativa; *DR* = Dominancia relativa; *C* = Frecuencia relativa; *VI* = Valor de importancia**

En la tabla anterior podemos observar que la liebre cola negra, *Lepus californicus*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies de mamíferos en el matorral desértico micrófilo del área del proyecto; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos de su hábitat natural.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener estimado para las especies de mamíferos del área del proyecto, se muestra en la siguiente tabla:

Valores del índice de diversidad de las especies de mamíferos registrados en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Ammospermophilus harrisii	Ardilla antílope de Son.	4	0.1081	-2.2246	-0.2405
Canis latrans	Coyote	3	0.0811	-2.5123	-0.2037
Lepus californicus	Liebre cola negra	11	0.3243	-1.1260	-0.3652
Mephitis mephitis	Zorrillo listado	2	0.0541	-2.9178	-0.1577
Peromyscus boylii rowleyi	Ratón arbustero	6	0.1892	-1.6650	-0.3150
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	8	0.2432	-1.4137	-0.3439
TOTAL:		**34**	**1.0000**	**-11.8594**	**-1.6260**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.6260***
Riqueza (S) =					***6***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.7918***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.9075***

Los valores de H´ varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (Moreno, op. cit.)

La tabla anterior nos revela que en el área del proyecto existe un valor bajo en la diversidad de especies de mamíferos.

En la tabla siguiente se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de mamíferos presentes en la unidad hidrológico-forestal y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de mamíferos del área del proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Estrato de distribución
Rodentia	Sciuridae	*Ammospermophilus harrisii*	Ardilla antílope de Son.	Residente	Poco común	Solitario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	Residente	Poco común	Solitario	Omnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Lagomorpha	Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	Residente	Común	Solitario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Carnivora	Mephitidae	*Mephitis mephitis*	Zorrillo listado	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Rodentia	Muridae	*Peromyscus boylii rowleyi*	Ratón arbustero	Residente	Poco común	Solitario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	Residente	Común	Gregario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo

Resultados del muestreo de Aves

Para el muestreo de aves en el sistema ambiental del proyecto, se utilizaron losca mismos cuadrantes del muestreo de reptiles y mamíferos. El muestreo se realizó haciendo observaciones directas, momentos de silencio para detectar cantos, presencia de excretas y búsqueda de anidamientos dentro de los cuadrantes. Para la identificación de los ejemplares se utilizó la observación directa con binoculares y se detectó el sonido de sus cantos.

Como resultado de los muestreos en campo, se registraron 10 especies pertenecientes a 5 órdenes y 7 familias. La mayoría de los individuos fueron registrados por observación directa. El resto de las especies fueron determinadas por métodos indirectos como excretas y cantos; no se encontraron nidos debido a que la perturbación frecuente por el tráfico de vehículos no permite el asentamiento de este tipo de fauna silvestre a la orilla del camino.

Se consultaron las listas de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES sin encontrarse alguna especie listada para protección (**Tabla IV.34**).

Especies de aves encontradas en el área del proyecto indicando su posición taxonómica y su estatus de protección por las normas oficiales

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES
Galliformes	Phasianidae	*Callipepla gambelli*	Codorniz de Gambel	-	-
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	-	-
Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	Tórtola coquita	-	-
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	-	-
Passeriformes	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo común	-	-

Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	-	-
Passeriformes	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	-	-
Passeriformes	Emberizidae	*Quiscalus mexicanus*	Chanate mexicano	-	-
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas	-	-
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	-	-

En el área de estudio se registraron un total de 78 ejemplares pertenecientes a 10 especies. En cuanto a endemismos, no hay especies microendémicas de la Provincia Altiplano Mexicano y la gran mayoría son especies de amplia distribución geográfica.

Los resultados de los muestreos de aves en el área del proyecto arrojaron los siguientes resultados:

Densidades (abundancia absoluta) de las especies de aves encontradas en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ENDEMICA	CINEGETICA	DENSIDAD/HA
1	*Callipepla gambelli*	Codorniz de Gambel	NE	C	5
2	*Cathartes aura*	Zopilote aura	NE	NC	2
3	*Columbina passerina*	Tórtola coquita	NE	C	12
4	*Coragyps atratus*	Zopilote común	NE	NC	5
5	*Corvus corax*	Cuervo común	NE	NC	7
6	**Geococcyx californianus**	Correcaminos norteño	NE	NC	5
7	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	NE	C	12
8	*Quiscalus mexicanus*	Chanate mexicano	NE	NC	10
9	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas	NE	C	11
10	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	NE	C	9
				Total:	**78**

***E* = Endémica; *NE* = No endémica; *C* = Cinegética; *NC* = Sin valor cinegético**

Valores de los atributos ecológicos de las especies de aves que habitan en el Matorral Desértico Micrófilo del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	DR	FR	V.I.	CLASE
1	*Callipepla gambelli*	Codorniz de Gambel	5.95	2.96	5.95	14.86	6
2	*Cathartes aura*	Zopilote aura	2.38	0.47	2.38	5.23	7
3	*Columbina passerina*	Tórtola coquita	15.48	19.98	15.48	50.93	1
4	*Coragyps atratus*	Zopilote común	5.95	2.96	5.95	14.86	6

5	*Corvus corax*	Cuervo común	9.52	7.57	9.52	26.61	5
6	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	5.95	2.96	5.95	14.86	6
7	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	15.48	19.98	15.48	50.93	1
8	*Quiscalus mexicanus*	Chanate mexicano	13.10	14.30	13.10	40.49	3
9	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas	14.29	17.02	14.29	45.59	2
10	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	11.90	11.82	11.90	35.63	4
			100	100	100	300	

En la tabla anterior podemos observar que la Tórtola coquita, *Columbina passerina*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies de aves en el matorral desértico micrófilo del área del proyecto; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos de su hábitat natural.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener estimado para las especies de aves del área del proyecto, se muestra en la siguiente tabla:

Valores del índice de diversidad de las especies de aves registrados en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Callipepla gambelli	Codorniz de Gambel	5	0.0595	-2.8214	-0.1679
Cathartes aura	Zopilote aura	2	0.0238	-3.7377	-0.0890
Columbina passerina	Tórtola coquita	12	0.1548	-1.8659	-0.2888
Coragyps atratus	Zopilote común	5	0.0595	-2.8214	-0.1679
Corvus corax	Cuervo común	7	0.0952	-2.3514	-0.2239
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	5	0.0595	-2.8214	-0.1679
Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	12	0.1548	-1.8659	-0.2888
Quiscalus mexicanus	Chanate mexicano	10	0.1310	-2.0329	-0.2662
Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	11	0.1429	-1.9459	-0.2780
Zenaida macroura	Paloma huilota	9	0.1190	-2.1282	-0.2534
TOTAL:		**78**	**1.0000**	**-24.3920**	**-2.1918**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***2.1918***
Riqueza (S) =					***10***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***2.3026***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.9519***

Los valores de H´ varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (op. cit.)

La tabla anterior nos revela que en el área del proyecto existe un valor bajo en la diversidad de especies de aves.

En la tabla siguiente se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de aves presentes en la unidad hidrológico-forestal y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de aves del área del proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Estrato de distribución
Galliformes	Phasianidae	*Callipepla gambelli*	Codorniz de Gambel	Residente	Poco común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	Tórtola coquita	Residente	Abundante	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	Residente	Común	Gregario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Passeriformes	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo común	Residente	Poco común	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	Residente	Poco común	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Passeriformes	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	Residente	Común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Passeriformes	Emberizidae	*Quiscalus mexicanus*	Chanate mexicano	Residente	Común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas	Residente	Poco común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	Residente	Poco común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo

En resumen se puede decir que en el área del proyecto existe una baja diversidad de especies de fauna silvestre lo cual posiblemente se deba a la presencia de actividades ganaderas y al constante tráfico de vehículos por el camino actual, lo que hace más incierto el buen funcionamiento del hábitat y la dinámica de los ecosistemas propios y cercanos.

Valor económico del recurso fauna en el área del proyecto

Los valores económicos definidos para los recursos biológicos forestales para especies de animales, se dan en relación al precio relativo del mercado formal e informal en el Estado de Sonora, lo que no implica que se dé en el predio sujeto al CUSTF, ya que no se considera como un área propicia para el mercado de especies de fauna.

En este caso para lograr una estimación económica, de las especies de la fauna silvestre, que ocurren en el área del proyecto, se llevó a cabo una selección bajo un criterio de importancia científica y comercial. Sin embargo, habrá que considerar que los individuos de tales especies están activos y en su mayoría (aves, mamíferos medianos y algunos reptiles) sus movimientos van más allá de la delimitación del área proyectada, no obstante se considera su ausencia después del desmonte del sitio.

El valor comercial para el caso de mamíferos medianos y mayores, está relacionado con la actividad cinegética, la cual es realizada mediante aprovechamientos extractivos de los ejemplares de interés.

En cuanto a aves y reptiles, estos pueden llegar a tener un valor comercial por existir algunas especies que pueden considerarse como de ornato o mascotas.

Aun cuando no se han realizado aprovechamientos extractivos en esta área de trabajo, a continuación se muestra una valoración para aquellas posibles especies que pudieran ser comercializadas.

Estos precios consideran un valor por ejemplar ya sea vivo o como producto o subproducto.

Valores económicos de los recursos biológicos forestales, en lo que se refiere a fauna silvestre a afectar

Especie	Nombre común	Concepto	No. individuos en área del proyecto	Precio actual estimado	Valor económico
AVES					
Callipepla gambelli	Codorniz de Gambel	Valor como ornamental	204	$100.00	$20,400.00
Callipepla gambelli	Codorniz de Gambel	Valor Cinegético	204	$45.00	$9,180.00
Columbina passerina	Tórtola coquita	Valor como ornamental	81	$100.00	$8,100.00
Columbina passerina	Tórtola coquita	Valor Cinegético	81	$25.00	$2,025.00
Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	Valor como ornamental	530	$150.00	$79,500.00
Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	Valor como ornamental	489	$100.00	$48,900.00
Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	Valor Cinegético	489	$25.00	$12,225.00
Zenaida macroura	Paloma huilota	Valor como ornamental	407	$100.00	$40,700.00
Zenaida macroura	Paloma huilota	Valor Cinegético	407	$25.00	$10,175.00
				Subtotal para aves:	**$231,205.00**
MAMIFEROS					
Canis latrans	Coyote	Valor Cinegético	122	$1,000.00	$122,000.00
Lepus californicus	Liebre cola negra	Valor Cinegético	489	$400.00	$195,600.00
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	Valor como ornamental	367	$100.00	$36,700.00
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	Valor Cinegético	367	$400.00	$146,800.00
				Subtotal para mamíferos:	**$501,100.00**
				TOTAL:	**$732,305.00**

El valor económico dado, está en función del número de individuos por especie observados durante los muestreos, por lo tanto los valores son relativos pues, como se ha mencionado, los animales se mueven en función de la actividad diaria y época del año. Solo se especifican las especies de fauna que tienen un valor comercial ya que es difícil otorgarle un precio a lagartijas, aves o mamíferos que se observaron en el predio y que no existe un interés en el mercado.

II.2.6.4 Estimación del valor económico de los servicios ambientales

Considerando los servicios ambientales que prestan los recursos forestales existentes en el terreno proyectado y, utilizando valores arbitrarios calculados en base al valor de importancia ecológico de todas las especies vegetales muestreadas, se tiene que esos recursos pueden valorarse por un total de **$157,563.48**.

Valor económico de las especies vegetales en el área solicitada para CUSTF de acuerdo a los servicios ambientales que ellas prestan al ecosistema

TIPO DE OBRA	TIPO DE VEGETACION	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	IVI	VALOR UNITARIO (pesos por unidad de VI)	VALOR POR SP
Construcción de pozos	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	*Bouteloua gracilis*	Zacate navajita	67.22	$100.00	$6,722.00
		Bouteloua repens	Navajita delgada	25.99	$100.00	$2,599.00
		Eragrostis superba	Zacate garrapata	41.97	$100.00	$4,197.00
		Hymenoclea monogyra	Jécota	5.46	$100.00	$546.00
		Juniperus deppeana	Táscale	8.82	$100.00	$882.00
		Opuntia thurberi	Choya tasajo	3.87	$100.00	$387.00
		Prosopis velutina	Mezquite	102.38	$100.00	$10,238.00
		Sporobolus airoides	Zacatón alcalino	44.30	$100.00	$4,430.00
Construcción de pozos	Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	*Acacia constricta*	Mezquitillo	10.69	$100.00	$1,069.00
		Bouteloua gracilis	Zacate navajita	27.09	$100.00	$2,709.00
		Bouteloua repens	Navajita delgada	27.14	$100.00	$2,714.00
		Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	64.69	$100.00	$6,469.00
		Eragrostis superba	Zacate garrapata	19.28	$100.00	$1,928.00
		Mimosa biuncifera	Gatuña	28.76	$100.00	$2,876.00
		Panicum maximum	Zacate guinea	87.20	$100.00	$8,720.00
		Prosopis velutina	Mezquite	28.18	$100.00	$2,818.00
		Yucca schottii	Yuca	6.97	$100.00	$697.00
Construcción de caminos	Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	*Acacia constricta*	Mezquitillo	14.81	$100.00	$1,481.00
		Bouteloua gracilis	Zacate navajita	118.82	$100.00	$11,882.00
		Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	9.96	$100.00	$996.00
		Dasylirion wheeleri	Sotol	5.13	$100.00	$513.00
		Eragrostis superba	Zacate garrapata	5.80	$100.00	$580.00
		Fouquieria splendens	Ocotillo	22.31	$100.00	$2,231.00
		Juniperus deppeana	Táscale	15.47	$100.00	$1,547.00
		Mimosa biuncifera	Gatuña	7.48	$100.00	$748.00
		Opuntia engelmannii	Nopal	9.18	$100.00	$918.00
		Opuntia thurberi	Choya tasajo	14.64	$100.00	$1,464.00
		Prosopis velutina	Mezquite	49.29	$100.00	$4,929.00
		Quercus arizonica	Encino blanco	16.50	$100.00	$1,650.00

		Yucca schottii	Yuca	10.62	$100.00	$1,062.00
Construcción de estación de bombeo y su acceso	Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	*Bouteloua curtipendula*	Mezquitillo	56.68	$100.00	$5,668.00
		Bouteloua gracilis	Zacate navajita	55.40	$100.00	$5,540.00
		Eragrostis superba	Zacate garrapata	48.34	$100.00	$4,834.00
		Juniperus deppeana	Táscale	43.79	$100.00	$4,379.00
		Mimosa biuncifera	Gatuña	10.06	$100.00	$1,006.00
		Opuntia thurberi	Choya tasajo	10.03	$100.00	$1,003.00
		Prosopis velutina	Mezquite	75.70	$100.00	$7,570.00
					TOTAL:	**$120,002.00**

Considerando los servicios ambientales que prestan los recursos faunísticos existentes en el terreno proyectado y, utilizando valores arbitrarios calculados en base al valor de importancia ecológico de todas las especies de los grupos de fauna, se tiene que esos recursos pueden valorarse por un total de **$141,135.07**, como se ve en la siguiente tabla.

Valor económico de las especies de fauna silvestre del área solicitada para CUSTF de acuerdo a los servicios ambientales que ellas prestan al ecosistema

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	VI	VALOR UNITARIO (pesos por unidad de VI)	VALOR POR SP
REPTILES				
Aspidoscelis burti	Huico manchado	2.4903	$100.00	$249.03
Aspidoscelis tigris	Huico tigre del NW	3.4055	$100.00	$340.55
Holbrookia maculata	Lagartija sorda	3.4055	$100.00	$340.55
Sceloporus jarrovii	Lagartija espinosa	7.4917	$200.00	$1,498.34
			Subtotal para reptiles:	**$2,428.46**
AVES				
Callipepla gambelli	Codorniz de Gambel	9.7900	$200.00	$1,958.01
Cathartes aura	Zopilote aura	3.4055	$100.00	$340.55
Columbina passerina	Tórtola coquita	34.3033	$700.00	$24,012.30
Coragyps atratus	Zopilote común	9.7900	$200.00	$1,958.01
Corvus corax	Cuervo común	17.7062	$400.00	$7,082.47
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	9.7900	$200.00	$1,958.01
Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	34.3033	$700.00	$24,012.30
Quiscalus mexicanus	Chanate mexicano	27.1539	$500.00	$13,576.96
Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	30.6435	$600.00	$18,386.11
Zenaida macroura	Paloma huilota	23.8345	$500.00	$11,917.25
			Subtotal para aves:	**$105,201.97**
MAMIFEROS				
Ammospermophilus harrisii	Ardilla antílope de Son.	7.4917	$200.00	$1,498.34
Canis latrans	Coyote	5.3635	$100.00	$536.35
Lepus californicus	Liebre cola negra	30.6435	$600.00	$18,386.11
Mephitis mephitis	Zorrillo listado	3.4055	$100.00	$340.55
Peromyscus boylii rowleyi	Ratón arbustero	14.8973	$300.00	$4,469.19
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	20.6853	$400.00	$8,274.10
			Subtotal para mamíferos:	**$33,504.63**
			TOTAL:	**$141,135.07**

En resumen, el valor económico total de los recursos biológicos forestales prestados por el predio sujeto a CUSTF es de **$1,790,676.53**, como se observa en la siguiente tabla:

Valor económico de los recursos biológicos forestales del área del proyecto

RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES	VALOR ECONOMICO ESTIMADO
Maderables	$10,337.85
No Maderables	$786,896.61
Recursos Faunísticos	$732,305.00
Servicios Ambientales (vegetación)	$120,002.00
Servicios Ambientales (fauna)	$141,135.07
TOTAL:	**$1,790,676.53**

II.2.9 Operación y mantenimiento

II.2.9.1 Operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua fresca

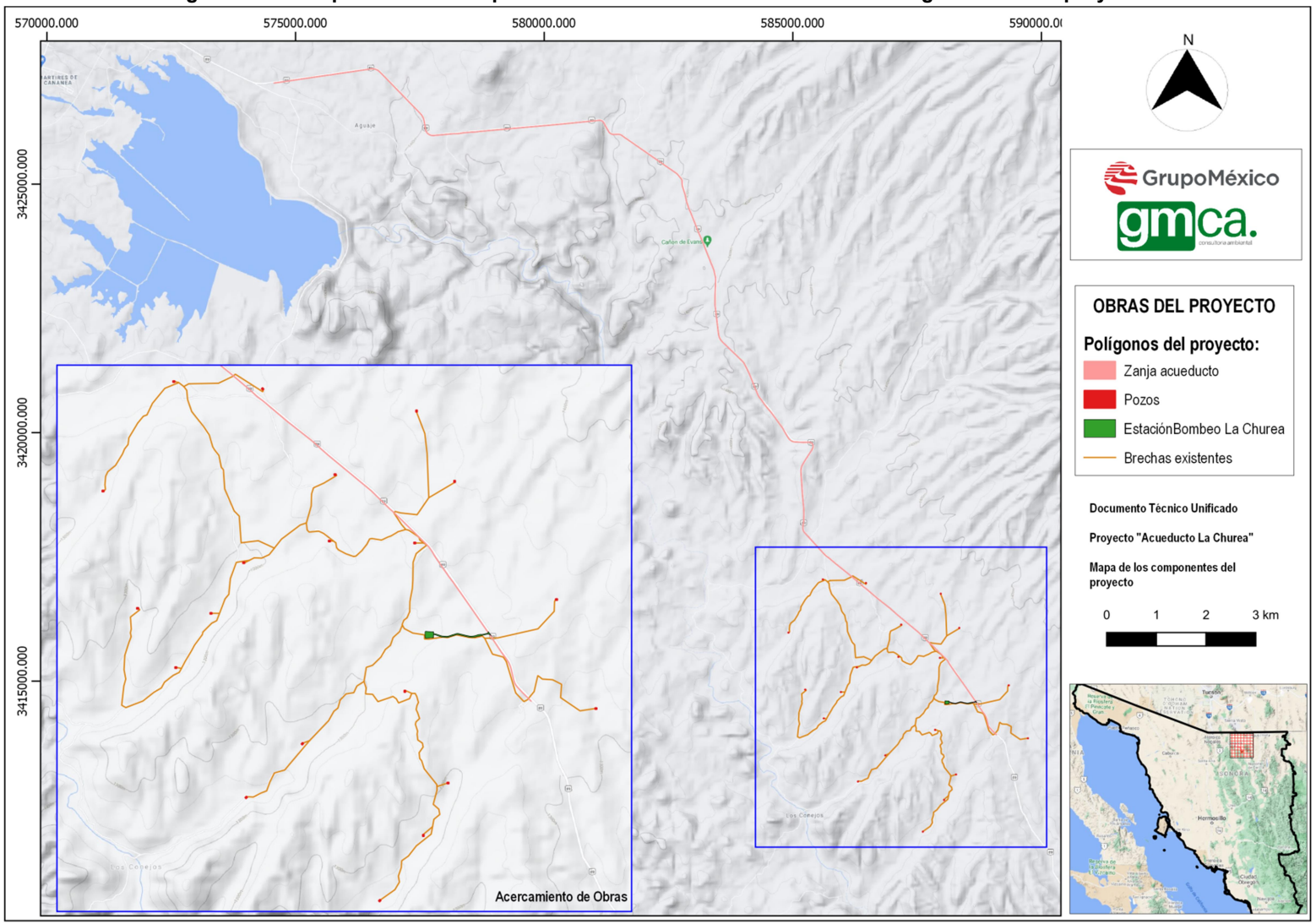
Operación

De manera general, a continuación se describe la operación del sistema de abastecimiento de agua fresca:

1. Se bombeará el agua fresca de cada uno de los 20 pozos, con capacidad de 240 litros por segundo con una carga dinámica variable. Se prevé que operen en base a las necesidades del complejo Minero, por lo que se tendrán ocasiones en que operen todos los pozos y ocasiones en que una cierta cantidad solamente.
2. El agua bombeada será suministrada al tanque de almacenamiento ubicado en la estación de bombeo La Churea. En esta operación se utilizará tubería de HDPE que será asentada sobre terreno natural un costado de las brechas existentes desde los pozos a la estación de bombeo La Churea.
3. Una vez almacenada el agua fresca en el tanque de almacenamiento, esta será bombeada por medio del acueducto a lo largo de aproximadamente 25.5 kilómetros hasta la estación de Bombeo Ojo de Agua, misma estación que actualmente ya está en operación y no forma parte del presente proyecto.

De forma gráfica, en la siguiente figura se presentan los componentes de la operación del sistema de abastecimiento de agua fresca.

Figura II.10. Componentes de la operación del sistema de abastecimiento de agua fresca del proyecto



Ahora bien, una vez descrito de forma general el procedimiento de operación del sistema de abastecimiento de agua fresca, se describirán los componentes de cada obra y/o actividad durante la etapa operativa, como son los pozos de agua fresca y sus brechas de acceso, la estación de bombeo La Churea y el acueducto de agua fresca.

Pozos de agua fresca y brechas de acceso

En esta actividad se tendrá la extracción de agua subterránea mediante el sistema de bombeo de cada uno de los 20 pozos, que tendrán en total una capacidad de 250 litros por segundo con carga dinámica variable.

Algunos de los componentes principales para el equipamiento de los pozos son los enlistados y descritos a continuación:

Cuadro II.10. Equipamiento de los pozos de agua fresca

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Ademe de PVC de 10" ranurada	Es un tubo de acero al carbono que se introduce dentro del pozo para evitar que el suelo se derrumbe y taponee nuevamente la perforación.
Filtro de grava de 1/4" a 3/8"	La grava de 1/4 a 3/8 de pulgada servirá como filtros de aguas con cargas bajas o medianas de contaminantes, que requieran una retención de partículas de hasta veinte micras de tamaño.
Columna PVC 3" cedula 80	Esta columna es la adecuada para manejar una máxima presión de cierre, y está diseñado especialmente para columnas de bombas sumergibles de pozos profundos.

Una vez bombeada el agua de los pozos, el recurso se transportará mediante tubería de HDPE que irá en su totalidad por las brechas de acceso hacía la estación de bombeo La Churea, específicamente a su tanque de almacenamiento para pasar al siguiente proceso que es el traslado por acueducto.

Cabe destacar que para acceder a los pozos de agua fresca, se ingresará por brechas ya existentes mencionadas en la etapa de construcción de esta actividad, en el cual se estipula que el motivo fue para no abrir nuevas brechas. Solamente se abrirán brechas de longitudes mínimas (en comparación con las existentes) que servirán para los ingresos desde la brecha existente a la infraestructura de los pozos, ya que estos no estarán en su mayoría a un costado de las brechas existentes. La longitud entre todo el ramal de caminos para acceso a pozos será de aproximadamente 30 kilómetros.

La totalidad de los pozos de agua fresca y sus brechas de acceso se ubicarán dentro del predio denominado como "Fracción Los Conejos", propiedad del Promovente del proyecto.

Los pozos contarán con un sistema de control por medio de PLC para medición del flujo extraído, presión, nivel de agua en el pozo y el control para arranque-paro de las bombas verticales de cada pozo profundo.

Estación de Bombeo "La Churea"

Como se menciona en apartados anteriores, la Estación de Bombeo La Churea, estará ubicada en el predio Fracción Los Conejos, localizado aproximadamente a 30 Km sobre la carretera Cananea – Bacoachi, en Cananea Sonora México.

Para su operación, la estación de bombeo constará de un tanque de recolección de agua con capacidad de 1,000 metros cúbicos, misma que será la extraída y bombeada de los pozos, un Sistema de Bombeo, Subestación y Cuarto Eléctrico, Cuarto de Control, Taller para mantenimientos menores, Baños-vestidores, Comedor y un área para oficina administrativa, ocupando un área aproximada de 5,700 m^2.

La estación de bombeo tendrá un camino de acceso con una longitud aproximada de 600 m que interconecta con la carretera Cananea-Bacoachi con un ancho suficiente para dos carriles y un acotamiento para alojar dos tuberías de 36" de diámetro, la estación será cercada por medio de una barda de seguridad contra intrusos con puertas para acceso de vehículos y peatonal.

Se tendrá la subestación eléctrica y su cuarto eléctrico para suministrar de energía a los pozos y a la misma estación de bombeo durante su operación, mismas obras que estarán dentro de la Estación de Bombeo La Churea.

A su vez, dentro de esta superficie se tendrá estacionamiento para vehículos de los empleados de operación y administrativos, así como también para contratistas, oficinas para empleados, comedores y cuarto donde se tendrá el sistema de bombeo, equipado con sus monitores, sistema, equipo de cómputo, escritorio y sillas del personal operativo del sistema de bombeo.

Para acceder a la estación, se tendrá camino de acceso que conecta con el camino ya existente (Cananea-Bacoachi), específicamente localizado aproximadamente a 30 Km de la ciudad de Cananea hacía Bacoachi.

Acueducto de agua fresca

En la etapa de operación del acueducto, el agua fresca será abastecida por la estación de Bombeo "La Churea", diseñado para una capacidad de aproximadamente 250 a 500 litros por segundo, mismos que recorrerán un largo de casi 25.5 kilómetros, hasta llegar a la estación de bombeo Ojo de Agua.

La operación del acueducto será la encargada de enviar el agua almacenada en la estación de bombeo La churea a lo largo de 25.5 kilómetros hasta llegar a otra estación de bombeo, que es la denominada "Ojo de agua", que actualmente está en operación para abastecer de agua fresca a la planta Concentradora de Cobre.

Mantenimiento

Para el sistema de abastecimiento de agua fresca que comprende diversas obras y/o actividades del presente proyecto, se realizará mantenimiento tanto de infraestructura como de sistemas al cual acudirá personal y/o contratistas especializados.

De infraestructura

Por un lado, se requerirá el mantenimiento de la infraestructura en cuanto a las brechas de acceso a los pozos de agua fresca existentes para evitar afectación a los vehículos del personal que ingrese a esos sitios, así como también para las brechas nuevas de terracería que se solicitarán mediante el presente instrumento de gestión. Por otro lado, la infraestructura correspondiente a la estación de bombeo La Churea, que comprende varios componentes como son oficinas, comedor, sanitarios, tubería, tanque de almacenamiento, las bardas de los pozos y sus equipamientos, se dará mantenimiento a su pintura, tubería, equipamiento de oficinas y pozos, etc.

Los tiempos de mantenimiento serán los acordados por el Promovente en conjunto con los contratistas, mismos que será conforme lo requiera o solicite el Promovente.

De sistemas operativos

Para el mantenimiento de los sistemas operativos, ya sea de los pozos y del sistema de bombeo de la estación de bombeo de agua fresca, se realizará mediante empresas especializadas y acudirán mediante las brechas existentes de acceso y la carretera Cananea – Bacoachi.

Cuadro II.11. Programa de operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua fresca

PROGRAMA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO "ACUEDUCTO LA CHUREA"														
ETAPA	ACTIVIDAD	AÑOS												
		1											2 a 30	31
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Operación y mantenimiento	Operación y mantenimiento del sistema de bombeo en pozos y estación de bombeo La churea													
	Tránsito vehicular diurno y nocturno													
	Mantenimiento a la terracería, obras de drenaje, limpieza y reparación de señales													

II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

De ser el caso, en lo que respecta a la infraestructura instalada de la línea de agua, ésta será retirada y resguardada para ser reutilizada en posibles proyectos, lo anterior, una vez que concluya la vida útil, el cual se estima de 30 años. Esto una vez que el Promovente lo requiera y no amplíe la operación del sistema de abastecimiento de agua fresca del proyecto.

Respecto a las superficies de la Estación de Bombeo "La Churea" y los 20 Pozos el programa de restauración será gradual conforme a lo establecido en plan integral de abandono del sitio que tiene establecido la empresa, lo anterior, en estricto apego al programa de Rescate y aplicación de medidas de mitigación y compensación.

Toda actividad de desmantelamiento y/o abandono, será a partir del año 31 en relación a la autorización solicitada y, de ser el caso, se solicitará la ampliación de la vida útil según lo requiera el Promovente una vez en la fecha de terminación de la presente autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo.

II.2.11 Programa de trabajo

El periodo de preparación del sitio del proyecto se prevé que tendrá una duración de aproximadamente 12 meses, contemplando la ejecución de actividades de protección y conservación de flora silvestre, ejecución de actividades de protección y conservación de fauna silvestre, desmonte y despalme del terreno y almacenamiento y manejo de arbustos y tierra suelta, por lo que el plazo de ejecución del CUSTF se solicita sea de 12 meses; que comprende desde el trazado topográfico en campo hasta la puesta en operación, donde las actividades preliminares se muestran en el Diagrama de Gantt del Cuadro I.1. Adicionalmente, **la operación de dicha infraestructura del proyecto Acueducto La**

Churea se contempla para su operación un total de 30 años, de acuerdo a la tabla de actividades.

En el Cuadro II.11 se muestra gráficamente la distribución y calendarización de actividades del proyecto. Es importante destacar que esta es una programación que supone la ejecución secuenciada de actividades, según el mejor criterio de los encargados del proyecto; sin embargo, con la experiencia de los responsables de la ejecución de estas actividades, será posible modificar este programa según mejor convenga para una adecuada construcción y operación de esta infraestructura.

Cuadro II.12. Distribución y calendarización de las actividades del proyecto

PROGRAMA DE CONSTRUCCION Y OPERACION DEL PROYECTO "ACUEDUCTO LA CHUREA"															
ETAPA	ACTIVIDAD	AÑOS												2 a 30	31
		1													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Preparación de Sitio	Ejecución de actividades de protección y conservación de flora silvestre														
	Ejecución de actividades de protección y conservación de fauna silvestre														
	Desmonte y despalme														
	Almacenamiento y manejo de arbustos y tierra suelta														
Construcción	Implementación de obras provisionales (patios de maquinaria, almacenes, sanitarios)														
	Nivelación del terreno (cortes, terraplenes y acarreos)														
	Obras de drenaje y subterráneas														
	Cimentación y Estructuras														
	Edificaciones dentro de la estación de bombeo														
	Instalación de tuberías dentro de la estación de bombeo														
	Instalación de la línea de conducción (tubería de metálica y HDPE)														
	Instalación de equipo mecánico y tanque de almacenamiento														
	Instalaciones eléctricas y de control														
	Instalación de obras especiales en la línea de conducción (venteos, drenes) en sitios permitidos y seguros														
	Pruebas de arranque del sistema de bombeo														

Operación y mantenimiento	Operación y mantenimiento del sistema de bombeo															
	Tránsito vehicular diurno y nocturno															
	Mantenimiento a la terracería, obras de drenaje, limpieza y reparación de señales															
Abandono del sitio	Retiro capa de terracería															
	Limpieza del sitio															
	Descompactación de suelo															
	Reincorporación del material producto del despalme y desmonte (pica y dispersión)															
	Desmantelamiento de instalaciones electromecánicas del sistema de bombeo															
	Acondicionamiento del sitio para reforestación															
	Actividades de Reforestación															

De manera resumida, a continuación se describen las actividades y duraciones por etapa del proyecto:

Dentro de la etapa de preparación del sitio, que corresponde a la ejecución de actividades de protección y conservación de flora silvestre, actividades de protección y conservación de fauna silvestre, de desmonte y despalme del área, así como la actividad de almacenamiento y manejo de arbustos y tierra suelta, se realizarán en un plazo de 0 a 12 meses, misma etapa donde se realizará el rescate y ahuyentamiento de la fauna silvestre.

Por otro lado, la etapa de construcción del proyecto tendrá una duración de 11 meses; que comprende las actividades de implementación de obras provisionales, nivelación del terreno, obras de drenaje y subterráneas, cimentación y estructuras, edificaciones dentro de la estación de bombeo, instalación de tuberías dentro de la estación de bombeo, instalación de línea de conducción de agua fresca metálica y de HDPE, instalación de equipo mecánico y tanque de almacenamiento, instalaciones eléctricas y de control, instalación de obras especiales en línea de conducción y actividades de pruebas y arranque del sistema de bombeo, para su puesta en operación.

La etapa de operación y mantenimiento se contempla realizar durante la vida útil del sistema de abastecimiento de agua fresca, el cual será de 30 años. Las actividades de mantenimiento consistirán en la operación y mantenimiento del sistema de bombeo, tránsito vehicular diurno y nocturno y mantenimiento a la terracería, obras de drenaje, limpieza y reparación de señales.

En detalle al programa de rescate de flora y fauna se propone en el mes uno (1) como una labor previa a las actividades de desmonte y despalme, sin menoscabo que durante estas actividades se tendrá un supervisor ambiental que, de ser el caso de encontrar algún ejemplar en el trazo de avance de obra, podrá ser ahuyentado, rescatado y reubicado en apego al programa de protección de fauna. Las labores de monitoreo serán continuadas hasta un año de iniciados los programas.

Por su parte, el avance de obra de desmonte y despalme irá realizándose en donde se vaya liberando las acciones de rescate y reubicación de flora y de fauna. Es por ello que se propone con un mes posterior a los programas de protección, toda vez que permita liberar los terrenos que puedan ser desmontados, y esta labor de desmonte ocurrirá durante la etapa de preparación del sitio y avance constructivo, con la intención de ir desmontando conforme al avance de la obra, con el propósito de controlar los potenciales efectos erosivos, evitando que la trayectoria permanezca desmontada y ociosa.

Asimismo, dentro de este periodo se realizará la procuración de materiales (provenientes del banco de agregados con previa autorización) y equipos que serán utilizados en la construcción todas las obras del proyecto.

Por otro lado, se considera que con la aplicación puntual de las actividades de mantenimiento, mismas que deberán implementarse de manera eficiente y efectiva, se prolongará el uso de la infraestructura en operación en óptimas condiciones.

Etapas y tiempos para el cumplimiento de medidas de prevención y mitigación

El proceso de predicción y evaluación de impactos de un proyecto o actividad, implica la propuesta de medidas que tiendan a contrarrestar o minimizar los efectos desfavorables o maximizar aquellos beneficiosos que pudieran producirse sobre el medio ambiente en el que se inserta.

Se define entonces como medidas de mitigación ambiental, al conjunto de acciones previstas para la prevención, disminución o atenuación, restauración y/o compensación de impactos ambientales negativos que pudieran producir algunas de las acciones propias del proyecto o actividad. Estas medidas deben acompañar el desarrollo de un proyecto para asegurar el uso sustentable de los recursos involucrados y la protección del ambiente, incluyendo tanto los aspectos que hacen a la integridad del medio natural como aquellos que aseguran una adecuada calidad de vida para la comunidad involucrada (Gómez y Villarino).

Por lo anterior, para ejecutar las obras y actividades del presente proyecto, así como realizar la remoción de la vegetación forestal y cambiar el uso de suelo en una superficie de 1.7780 ha, será necesario atender los impactos potenciales que pudieran incidir de manera negativa en el uso sustentable de los recursos y la protección del ambiente, en este sentido. Se identificaron los impactos adversos que el proyecto pudiera generar y que pudieran incidir en los factores ambientales (agua, suelo, atmosfera, paisaje, flora y fauna) proponiendo un conjunto de medidas de mitigación que a su vez pueden atender a más de un impacto negativo y que pueden ser aplicadas en más de una etapa del proyecto.

En el Capítulo VII.1 se presenta la descripción de las medidas de mitigación donde se mencionan los tiempos de ejecución para su cumplimiento indicado para cada una de las etapas.

Los impactos identificados mediante la matriz de interacciones y su análisis en consideración al estatus de los factores ambientales del proyecto, permitió descartar algunos impactos en virtud de su carácter residual y/o su baja magnitud.

A continuación, de manera resumida se presentan las medidas ambientales que se consideran para cumplir con los criterios de excepcionalidad en materia de cambio de uso del suelo.

Medidas ambientales que se consideran para garantizar que no se provocará la erosión de los suelos

Realizar y ejecutar programa de trabajo en el que se especifican las acciones a implementar y ejecutar con el fin de reducir la degradación de los suelos forestales.

Se espera que estas actividades se realicen durante la etapa de preparación del sitio y construcción, tentativamente en el primer año.

Medidas ambientales que se consideran para garantizar que no se ocasionará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación

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

Cabe mencionar que la reforestación, rescate y reubicación de flora, así como las obras previstas, serán en apego al avance de obra del proyecto durante el tiempo de de ejecución del CUSTF, dando como resultado un residual positivo en la infiltración.

Se espera que estas actividades se realicen durante la etapa de preparación del sitio y construcción, tentativamente en el primer año.

Medidas ambientales para considerar que no se compromete la biodiversidad

En materia de flora

Previo a las actividades de desmonte y despalme, en la etapa de preparación del sitio se contempla realizar y ejecutar un programa de trabajo en el que se especifiquen las acciones a realizar para el rescate y reubicación de flora, siendo un total de 2 meses para la ejecución de estas actividades.

En materia de Fauna

Debido a que para la construcción del proyecto es necesario llevar a cabo la eliminación total de la vegetación presente en la superficie del área, podrían verse afectados los sitios de alimentación y/o de paso de algunas de las especies de fauna silvestre, por lo que a fin de salvaguardar los recursos faunísticos de la zona, en el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna se detallan las acciones, técnicas y tiempos a realizar sobre este factor ambiental.

Estas actividades se realizarán en los primeros dos meses durante la etapa de preparación del sitio.

Medidas para el manejo de los residuos forestales

Durante la etapa de preparación del sitio, específicamente del mes 3 al 6, dentro de las actividades de limpieza se incluye el proceso de reubicación de los productos vegetales que se dejarán a disposición de los propietarios o la población local, quedando en el sitio aquellos residuos de pequeñas dimensiones, los cuales se recolectarán del área o franja de afectación temporal para esparcirlos posteriormente y facilitar su reincorporación al suelo, poniendo especial atención en evitar el bloqueo de corrientes o posibles cauces de escurrimiento de agua de lluvia.

II.2.12 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera

Etapa de preparación del sitio

Residuos Peligrosos

De ser el caso, se generará aceite usado principalmente en taller donde se dé mantenimiento al equipo pesado de manera extraordinaria. El aceite usado se almacenará temporalmente en el Almacén Temporal de Residuos Peligrosos que opera la empresa y serán recolectados por empresa autorizada por la SEMARNAT, en conjunto con los demás residuos peligrosos que se generan en la unidad minera. A su vez se hace mención que todos los residuos peligrosos que se generen en esta etapa serán enviados a confinamiento y/o disposición final con empresas autorizadas por la SEMARNAT.

En caso de presentarse, todo derrame de hidrocarburos será limpiado, colectando los líquidos y excavando y removiendo todo el suelo contaminado. Los residuos serían dispuestos en contenedores y enviados a confinamiento externo autorizado por la SEMARNAT. Se hace mención a esta generación de residuos peligrosos, la cual es en caso de que se presente esta situación, sin embargo Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., cuenta con medidas para prevenir derrames de hidrocarburos al suelo.

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

Como se mencionó, Buenavista del Cobre, S.A. de C.V. tiene implementadas diversas disposiciones técnicas relacionadas con derrame de hidrocarburos, por lo que en caso de presentarse, se actuaría de manera oportuna.

Emisiones a la atmósfera

Durante esta etapa se generarán polvos fugitivos originados por las actividades de despalme y desmonte del terreno, así como emisiones de motores de combustión interna de la maquinaria utilizada para llevar a cabo esas actividades.

A su vez, también existirá generación de ruido de la maquinaria que opere en las actividades mencionadas.

Aguas residuales

En esta etapa la generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejadas a través de sanitarios portátiles que se operarán en los sitios de trabajo. La disposición final de las aguas residuales será realizada por una empresa autorizada.

Etapa de construcción

Residuos Peligrosos

Se podría generar aceite usado principalmente en el área del taller donde se dará mantenimiento al equipo pesado de manera extraordinaria. El aceite usado se enviará al Almacén Temporal de Residuos Peligrosos que opera la empresa y serán recolectados por empresa autorizada por la SEMARNAT, en conjunto con los demás residuos peligrosos que se generan en la unidad minera. A su vez se hace mención que todos los residuos peligrosos que se generen en esta etapa serán enviados a confinamiento y/o disposición final con empresas autorizadas por la SEMARNAT.

En caso de presentarse, todo derrame de hidrocarburos será limpiado, colectando los líquidos y excavando y removiendo todo el suelo contaminado. Los residuos serían dispuestos en contenedores y enviados a confinamiento externo autorizado por la SEMARNAT. Se hace mención a esta generación de residuos peligrosos, la cual es en caso de que se presente esta situación, sin embargo Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., cuenta con medidas para prevenir derrames de hidrocarburos al suelo.

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

Emisiones a la atmósfera

Durante esta etapa se generarán polvos fugitivos originados por los trabajos de movimiento de suelos y el tránsito de la maquinaria. También se generarán emisiones de motores de combustión interna de la maquinaria utilizada.

A su vez, se estipula que también existirá generación de ruido de la maquinaria, misma que trabajará en horario diurno.

Aguas residuales

En esta etapa la generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejadas a través de sanitarios portátiles que se operarán en los sitios de trabajo. La disposición final de las aguas residuales será realizada por una empresa autorizada.

Etapa de operación y mantenimiento

Residuos Peligrosos

Se generará aceite usado por la acción de mantenimiento al sistema de bombeo. El aceite usado se enviará al Almacén Temporal de Residuos Peligrosos que opera la empresa y serán recolectados por empresa autorizada por la SEMARNAT, en conjunto con los demás residuos peligrosos que se generan en la unidad minera. A su vez se hace mención que todos los residuos peligrosos que se generen en esta etapa serán enviados a confinamiento y/o disposición final con empresas autorizadas por la SEMARNAT.

Emisiones a la atmósfera

Durante esta etapa se generarán polvos fugitivos originados por el tránsito de los vehículos del personal sobre la terracería hacia los pozos de agua fresca, así como emisiones de motores de combustión interna.

Aguas residuales

En esta etapa la generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejados a través de letrinas sanitarias localizados en las diversas áreas de trabajo. La disposición final de las aguas residuales será realizada por una empresa autorizada.

TODAS LAS ETAPAS DEL PROYECTO

Es de mencionar, **Buenavista del Cobre, S.A. de C.V.**, tiene implementado y en operación los siguientes Estándares de Medio Ambiente internos, mismo Cuadro donde

se menciona el código del estándar con el que se ubica y el objetivo de cada uno (Ver Cuadro II.12).

Cuadro II.13. Estándares de Medio Ambiente que implementa el Promovente

ESTÁNDAR	CÓDIGO	OBJETIVO
Gestión de Residuos Peligrosos	EMA-BVC-06.2	Prevenir la contaminación ambiental mediante la gestión integral de los residuos peligrosos generados por las operaciones del complejo minero
Emisiones atmosféricas	EMA-BVC-004	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, controles de ingeniería y competencia del personal a cargo.

II.2.13 Residuos

Etapa de preparación del sitio

Residuos sólidos

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

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

Otros residuos son los desechos domésticos que se generarán en las áreas de trabajo por parte del personal durante el desmonte y despalme. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados, los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su disposición final en el depósito de residuos que asigne el Promovente.

Etapa de construcción

Residuos sólidos

Se generarán desechos domésticos en las áreas de trabajo por parte del personal que labore en esta etapa. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados, los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su disposición final en el depósito de residuos que asigne el Promovente.

Residuos de Manejo Especial

En la etapa de la construcción y habilitación del acueducto de entre 30" y 36" de HDPE, se generarán residuos de manejo especial tales como: sobrantes de tubería y piezas metálicas, los cuales serán depositados en área exclusiva para almacenar temporalmente estos residuos, dando un manejo adecuado desde el punto de generación hasta su disposición dentro de las instalaciones.

Etapa de operación y mantenimiento

Residuos sólidos

Se generarán desechos domésticos por parte del personal operativo en las oficinas y cuartos de operación dentro de la Estación de Bombeo "La Churea". Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados, los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su disposición final en el depósito de residuos que asigne el Promovente.

TODAS LAS ETAPAS DEL PROYECTO

Es de mencionar, **Buenavista del Cobre, S.A. de C.V.**, tiene implementado y en operación los siguientes Estándares de Medio Ambiente internos, mismo Cuadro donde se menciona el código del estándar con el que se ubica y el objetivo de cada uno (Ver Cuadro II.13).

Cuadro II.14. Estándares de Medio Ambiente que implementa el Promovente

ESTÁNDAR	CÓDIGO	OBJETIVO
Gestión de Residuos Sólidos Urbanos	AGGG-007	Prevenir la contaminación ambiental mediante la gestión integral de los residuos sólidos urbanos generados por las operaciones del complejo minero
Gestión de Residuos de Manejo Especial	AGGG-006	Prevenir la contaminación ambiental mediante la gestión integral de los residuos de manejo especial generados por las operaciones del complejo minero, procurando además su minimización y valorización

Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

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

El tipo de residuos peligrosos que se podrían generar, se derivan del mantenimiento a los diferentes equipos y vehículos utilizados en los diversos procesos, obras y actividades, éstos podrán ser principalmente aceite quemado, estopas, filtros y solventes limpiadores. Una vez generados, se almacenarán en una infraestructura temporal (ya existente en la unidad minera de Buenavista del Cobre), para finalmente ser transportados y dispuestos por medio de una empresa autorizada y contratada para ese fin.

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

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

III. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO

III.1 Ordenamientos jurídicos federales

III.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

En su Artículo 4to, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece que "Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley", por lo que una vez vinculado con las obras y actividades del presente proyecto, se obtiene lo presentado en el Cuadro III.1.

Cuadro III.15. Vinculación del proyecto con el Artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Vinculación jurídica con el Proyecto: Para preservar el ambiente sano y salud al que todos los mexicanos tienen derecho, todas las obras y actividades del presente proyecto consideran las medidas necesarias de mitigación para preservar y restaurar el equilibrio ecológico, en éste también se contempla un programa de rescate de flora y fauna, para evitar el menor daño posible a las especies que se encuentren presentes en las áreas del proyecto, específicamente las que requieran autorización en materia de cambio de uso de suelo, en términos dispuestos por la Ley.

Por su parte, el Artículo 27 de la misma Constitución establece lo siguiente: "son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquéllas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; la de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzadas por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o

riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley. Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos, el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional. Cualesquiera otras aguas no incluidas en la enumeración anterior, se considerarán como parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran o en los que se encuentren sus depósitos, pero si se localizaren en dos o más predios, el aprovechamiento de estas aguas se considerará de utilidad pública, y quedará sujeto a las disposiciones que dicten las entidades federativas.

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

I. Sólo los mexicanos por nacimiento o por naturalización y las sociedades mexicanas tienen derecho para adquirir el dominio de las tierras, aguas y sus accesiones o para obtener concesiones de explotación de minas o aguas. El Estado podrá conceder el mismo derecho a los extranjeros, siempre que convengan ante la Secretaría de Relaciones en considerarse como nacionales respecto de dichos bienes y en no invocar por lo mismo la protección de sus gobiernos por lo que se refiere a aquéllos; bajo la pena, en caso de faltar al convenio, de perder en beneficio de la Nación, los bienes que hubieren adquirido en virtud del mismo. En una faja de cien kilómetros a lo largo de las fronteras y de cincuenta en las playas, por ningún motivo podrán los extranjeros adquirir el dominio directo sobre tierras y aguas.

Por lo que la vinculación del proyecto con el Artículo 27 de la Constitución, se presenta en el Cuadro III.2.

Cuadro III.16. Vinculación del proyecto con el Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Vinculación jurídica con el Proyecto: El Promovente, Buenavista del Cobre S.A. de C.V., ha adquirido el predio denominado como "La Churea" conforme lo establecen las leyes aplicables. A su vez, el promovente cuenta con los títulos de concesión de aguas subterráneas, obtenidas de acuerdo a las disposiciones que establece la Ley de Aguas Nacionales, en virtud de estas concesiones otorgadas por el ejecutivo federal, se realizará el presente proyecto.

III.1.2 Ley de Aguas Nacionales

Artículo 1. La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas,

su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Artículo 14 BIS 5. Los principios que sustentan la política hídrica nacional son: VI. Los usos del agua en las cuencas hidrológicas, incluyendo los acuíferos y los trasvases entre cuencas, deben ser regulados por el Estado; XII. El aprovechamiento del agua debe realizarse con eficiencia y debe promoverse su reuso y recirculación; XV. La gestión del agua debe generar recursos económicos y financieros necesarios para realizar sus tareas inherentes, bajo el principio de que "el agua paga el agua", conforme a las Leyes en la materia; XVII. Las personas físicas o morales que contaminen los recursos hídricos son responsables de restaurar su calidad, y se aplicará el principio de que "quien contamina, paga", conforme a las Leyes en la materia;

Cuadro III.17. Vinculación del proyecto con el Artículo 14 BIS 5 de la Ley de Aguas Nacionales

Vinculación jurídica con el proyecto: El operación de las actividades del presente proyecto, objeto para solicitud de autorización en materia de cambio de uso de suelo e impacto ambiental, es un coadyuvante de la política hídrica nacional, en sus tres niveles de gobierno, por lo que debe apegarse a lo establecido en el artículo citado, y es de mencionar que Buenavista del Cobre, S.A. de C.V. promueve la recirculación del recurso hídrico dentro de sus procesos.

Artículo 20. De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas.

Cuadro III.18. Vinculación del proyecto con el Artículo 20 de la Ley de Aguas Nacionales

Vinculación jurídica con el proyecto: El agua que será extraída de los pozos durante la operación del Sistema de abastecimiento de agua fresca, objeto del presente Documento Técnico Unificado, proviene de sitios ya autorizados y el Promovente cuenta con los Títulos de Concesión correspondientes otorgados por la Comisión Nacional del Agua.

Artículo 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.

Cuadro III.19. Vinculación del proyecto con el Artículo 86 BIS 2 de la Ley de Aguas Nacionales

Vinculación jurídica con el proyecto: Como parte de su filosofía, la Promovente tiene prohibido arrojar o depositar contaminantes a cuerpos receptores y zonas federales. Se aplicarán medidas necesarias para evitar las acciones citadas en el Artículo 86 BIS 2.

III.1.3 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

De acuerdo al Artículo 1, establece que dicha Ley, es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

En todo lo no previsto en la presente Ley, se aplicarán las disposiciones contenidas en otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento.

En la Sección V de la LGEEPA, específicamente en la Evaluación del Impacto Ambiental, en su Artículo 28 se establece lo siguiente:

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

Fracción I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;

Cuadro III.20. Vinculación del proyecto con el Artículo 28 de la LGEEPA

Vinculación jurídica con el proyecto: Aplicable al proyecto en el sentido de que el Promovente, Buenavista del Cobre S.A. de C.V., ejecutará obras hidráulicas al que se refiere la Fracción I de este Artículo 28 de la LGEEPA, a su vez también tendrá vías generales de comunicación, por lo que se requiere la autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en algunas superficies.

Artículo 79. Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre. I. Preservación de la biodiversidad.

Cuadro III.21. Vinculación del proyecto con el Artículo 79 de la LGEEPA

Vinculación jurídica con el proyecto: El presente Documento Técnico Unificado, para la obtención de las autorizaciones en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo, contará con la ejecución de actividades para la protección y conservación de la flora y la fauna silvestre que se vean afectadas por las obras y actividades del presente proyecto en todas sus etapas (preparación del sitio, construcción, operación y abandono).

III.1.4 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en Materia de Impacto Ambiental

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

A) HIDRÁULICAS:

IV. Obras de conducción para el abastecimiento de agua nacional que rebasen los 10 kilómetros de longitud, que tengan un gasto de más de quince litros por segundo y cuyo diámetro de conducción exceda de 15 centímetros.

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

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

Cuadro III.22. Vinculación del proyecto con el Artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental

Vinculación con el proyecto: El presente Documento Técnico Unificado es para obtener la autorización en materia de impacto ambiental del proyecto, ya que se trata de una obra de conducción para abastecimiento de agua nacional, que en este caso proviene de pozos; se rebasarán los 10 kilómetros de longitud, que en este proyecto son alrededor de 25.5 kilómetros en total; el proyecto tendrá un gasto de más de quince litros por segundo, ya que la Estación de Bombeo "La Cabellera" que alimentará al acueducto tiene una capacidad de 240 litros por segundo; y por último, el diámetro de conducción supera los 15 centímetros, ya que la tubería del proyecto tendrá un diámetro de conducción de entre

30 y 36 pulgadas (76.2 a 91.44 centímetros) o lo que se establezca según el diseño. Mencionado lo anterior, el proyecto requiere autorización en materia de impacto ambiental.

A su vez, en el Inciso O, fracción I, establece que también requiere autorización en materia de impacto ambiental las obras que requieran autorización en materia de Cambio de uso del suelo para actividades de vías generales de comunicación, como son las vialidades internas para ingresar a los pozos de agua fresca y a la estación de bombeo denominada como "La Churea".

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

Cuadro III.23. Vinculación del proyecto con el Artículo 14 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental

Vinculación con el proyecto: El presente Documento Técnico Unificado modalidad B es para obtener la autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo del proyecto "Acueducto La Churea".

Artículo 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

I.- Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;
II.- Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;
III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;

Artículo 135.- Los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo se considerarán, en los siguientes casos:

III.- La generación, manejo y disposición final de residuos sólidos, industriales y peligrosos, así como en las autorizaciones y permisos que al efecto se otorguen.

Cuadro III.24. Vinculación del proyecto con los Artículos 134 y 135 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental

Vinculación jurídica con el Proyecto: En todas las etapas del presente proyecto, se clasifican todos los Residuos, ya sean sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos como lo dispone el Artículo 19 de la LGPGIR, misma práctica que es parte de la filosofía de Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., y con ello se evitará la contaminación del suelo por materiales y residuos peligrosos.

III.1.5 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

En el Artículo 33, se establece lo siguiente: "Son criterios obligatorios de política forestal de carácter económico, los siguientes:

XV. La realización de las obras o actividades públicas o privadas que por ellas mismas puedan provocar deterioro de los recursos forestales, debe incluir acciones equivalentes de regeneración, restauración y restablecimiento de los mismos".

Cuadro III.25. Vinculación del proyecto con el Artículo 33 de la LGDFS

Vinculación jurídica con el Proyecto: En la elaboración del presente Documento y en acuerdo al proyecto, como medidas de mitigación ambiental se considera la ejecución de actividades de protección de la flora y fauna silvestres, mismos que consisten en rescate y reubicación de especies. A su vez, el Promovente ejecuta actividades para la conservación del suelo y los recursos hídricos.

En su Artículo 69, establece que corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones:

I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción.

Cuadro III.26. Vinculación del proyecto con el Artículo 69 de la LGDFS

Vinculación jurídica con el Proyecto: La superficie del Proyecto en total es de 16.63 hectáreas, de las cuales se requiere realizar el Cambio de Uso de Suelo en un total de 1.7780 hectáreas de superficie forestal. Para cumplir satisfactoriamente esta disposición, se elabora el presente Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

Artículo 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la

vegetación forestal.

En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.

Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables

Cuadro III.27. Vinculación del proyecto con el Artículo 93 de la LGDFS

Vinculación jurídica con el Proyecto: El Proyecto requiere apegarse a las disposiciones en materia de Cambio de uso de Suelo en Terrenos Forestales para destinarlos a la construcción y operación de la Estación de Bombeo La Churea, el Banco de agregados La Churea, caminos internos hacia los pozos y los cuartos de los pozos, por ello se elabora el instrumento de gestión presente para dar cumplimiento en materia de CUSTF.

Artículo 98. Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

Cuadro III.28. Vinculación del proyecto con el Artículo 98 de la LGDFS

Vinculación jurídica con el Proyecto: Al momento de ser aprobado el presente Documento Técnico Unificado, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales indicará el monto por el concepto de Compensación ambiental, el cual será cubierto oportunamente para las actividades de reforestación y restauración y su mantenimiento. Además de las obras que realizará la propia empresa Buenavista del Cobre, como complemento en beneficio del medio ambiente.

III.1.6 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

Artículo 1. El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento sustentables de los ecosistemas forestales del país y sus recursos..

Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente:

I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante;
II. Lugar y fecha;
III. Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y
IV. Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente:

I. Copia simple de la identificación oficial del solicitante;
II. Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo;
III. Original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo;
IV. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y
V. El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital.

Cuadro III.29. Vinculación del proyecto con el Artículo 121 de la LGDFS

Vinculación jurídica con el Proyecto: El presente Documento Técnico Unificado se realizará mediante la guía emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, específicamente el Documento Técnico Unificado modalidad B, que se realiza para obtener las autorizaciones en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

III.1.7 Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento

Artículo 1o. La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto 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.

El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por la ley forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo.

Artículo 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.

Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.

Cuadro III.30. Vinculación del proyecto con el Artículo 31 de la Ley General de Vida Silvestre

Vinculación jurídica con el Proyecto: Como medida de mitigación, el Proyecto requiere la reubicación de especies de fauna rescatadas, misma acción que se efectuará bajo las condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor de los ejemplares encontrados. En el Programa de rescate se establecen las metodologías a utilizar para el rescate y reubicación de la fauna silvestre.

Artículo 56. La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo; la justificación técnica-científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo.

Las listas respectivas serán revisadas y, de ser necesario, actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión, exclusión o cambio de categoría de alguna especie o población. Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.

Artículo 58. Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como:

a) En peligro de extinción, aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
b) Amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
c) Sujetas a protección especial, aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Cuadro III.31. Vinculación del proyecto con el Artículo 58 de la Ley General de Vida Silvestre

Vinculación jurídica con el Proyecto: El Proyecto requiere la autorización en materia de Cambio de uso de Suelo en Terrenos Forestales para destinarlos a las diferentes etapas de las obras y actividades que comprende el proyecto "Acueducto La Churea", por lo tanto, en base a muestreo de Campo en las colindancias del predio se encontró presencia de especies de flora enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

III.1.8 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo 1.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: I. Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera; VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.

Cuadro III.32. Vinculación del proyecto con el Artículo 19 de la LGPGIR

Vinculación jurídica con el Proyecto: En toda la ejecución del presente proyecto, se clasifican los Residuos de Manejo Especial como lo dispone el Artículo 19 de la LGPGIR,

misma práctica que es parte de la filosofía de Buenavista del Cobre, S.A. de C.V.

Artículo 40.- Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

Cuadro III.33. Vinculación del proyecto con el Artículo 40 de la LGPGIR

Vinculación jurídica con el Proyecto: En caso de que durante las diferentes etapas de las obras y actividades del proyecto se dé mantenimiento a vehículos de manera extraordinaria (es decir de carácter correctivo) generará residuos peligrosos consistentes en sólidos impregnados y envases vacíos que contuvieron residuos peligrosos, mismos que se colocarán en contenedores debidamente rotulados, se almacenarán de manera temporal por un periodo no mayor a seis meses en el Almacén temporal de Residuos Peligrosos ubicado dentro de las instalaciones del Complejo minero-metalúrgico de Buenavista del Cobre, para posteriormente ser entregados a una empresa autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para el transporte y su disposición final.

Artículo 54.- Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.

Cuadro III.34. Vinculación del proyecto con el Artículo 54 de la LGPGIR

Vinculación jurídica con el Proyecto: se dará cumplimiento al Artículo 54 para evitar la mezcla de residuos considerados peligrosos con otros materiales o residuos, sumando a ello que el Promovente cuenta con Estándar ambiental para la gestión integral de los residuos peligrosos, el cual consiste en un conjunto de acciones para que el personal no incumpla con el presente Artículo.

Artículo 56.- La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos, las cuales tendrán como objetivo la prevención de la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de dichos residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames. Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para

el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos del Reglamento.

Cuadro III.35. Vinculación del proyecto con el Artículo 56 de la LGPGIR

Vinculación jurídica con el Proyecto: Como parte de la filosofía de gestión ambiental de Buenavista del Cobre, se dará cumplimiento al Artículo 56 para prevenir la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de dichos residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames, ya que sus residuos peligrosos se enviarán al Almacén Temporal de Residuos Peligrosos que cuenta con pisos recubiertos y fosas para la contención de derrames. A su vez, se hace hincapié a que el almacenamiento temporal de residuos peligrosos no será mayor a seis meses. Todo lo anteriormente mencionado se ejecutará en base al Estándar de medio ambiente para la gestión integral de los residuos peligrosos que actualmente opera el Promovente para todas sus obras y actividades en todas sus etapas.

Artículo 68.- Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes.

Cuadro III.36. Vinculación del proyecto con el Artículo 68 de la LGPGIR

Vinculación jurídica con el Proyecto: En caso de presentarse contaminación del suelo durante la ejecución del presente proyecto, Buenavista del Cobre asumirá la responsabilidad total.

III.2 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

En el presente apartado se analizarán los Programas de Ordenamiento Ecológico, ya sea el General del Territorio (POEGT) o el Territorial de Sonora (POET-Sonora), y se realizará la vinculación con las obras y actividades del presente proyecto en todas sus etapas (preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y abandono).

III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

De manera introductoria, se establece que el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Este Programa de Ordenamiento Ecológico es de observancia obligatoria para la Administración Pública Federal y tiene el propósito de establecer las bases para que las dependencias y entidades de la Administración Pública

Federal formulen e instrumenten sus programas sectoriales con base en la aptitud territorial, las tendencias de deterioro de los recursos naturales, los servicios ambientales, los riesgos ocasionados por peligros naturales y la conservación del patrimonio natural.

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

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

Dentro de las UAB, se tienen las áreas de atención prioritaria de un territorio, que son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos. El resultado del análisis de estos aspectos permitió aportar la información útil para generar un consenso en la forma como deben guiarse los sectores, de tal manera que se transite hacia el desarrollo sustentable. Se establecieron 5 niveles de prioridad: Muy alta, Alta, Media, Baja y Muy baja. Dentro de éstos el muy alto se aplicó a aquellas UAB que requieren de atención urgente porque su estado ambiental es crítico y porque presentan muy alto o alto nivel de conflicto ambiental, por otro lado el nivel muy bajo se aplicó a las UAB que presentan un estado del medio ambiente estable a medianamente estable y conflictos ambientales de medio a muy bajo.

Por otro lado, tenemos a las políticas ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo. Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas en función de la complejidad interior de la UAB, de su extensión territorial y de la escala. El orden en la construcción de la política ambiental refleja la importancia y rumbo de desarrollo que se desea inducir en cada UAB.

Tomando como base la política ambiental asignada para cada una de las 145 UAB, los sectores rectores del desarrollo que resultaron de la definición de los niveles de corresponsabilidad sectorial, y la prioridad de atención que los diferentes sectores deberán considerar para el desarrollo sustentable del territorio nacional, se realizó una síntesis que dio como resultado las 80 regiones ecológicas.

Ahora bien, una vez realizada la introducción a lo que es el POEGT, y utilizando software de Sistemas de Información Geográfica, podemos georreferenciar el sitio del proyecto dentro de la capa del POEGT.

El sitio del proyecto se localiza en la siguiente zona, conforme al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (ver figura III.1):

Corresponde a la Unidad Ambiental Biofísica 18 (Llanuras y Médanos del Norte) y a la Región Ecológica 15.11, que tiene una superficie de 33,789 km2 y abarcando un total de población de aproximadamente 460,964 habitantes, sin presencia de población indígena, como se describe en la figura III.2.

Figura III.11. POEGT ubicado en el Proyecto (UAB 18)

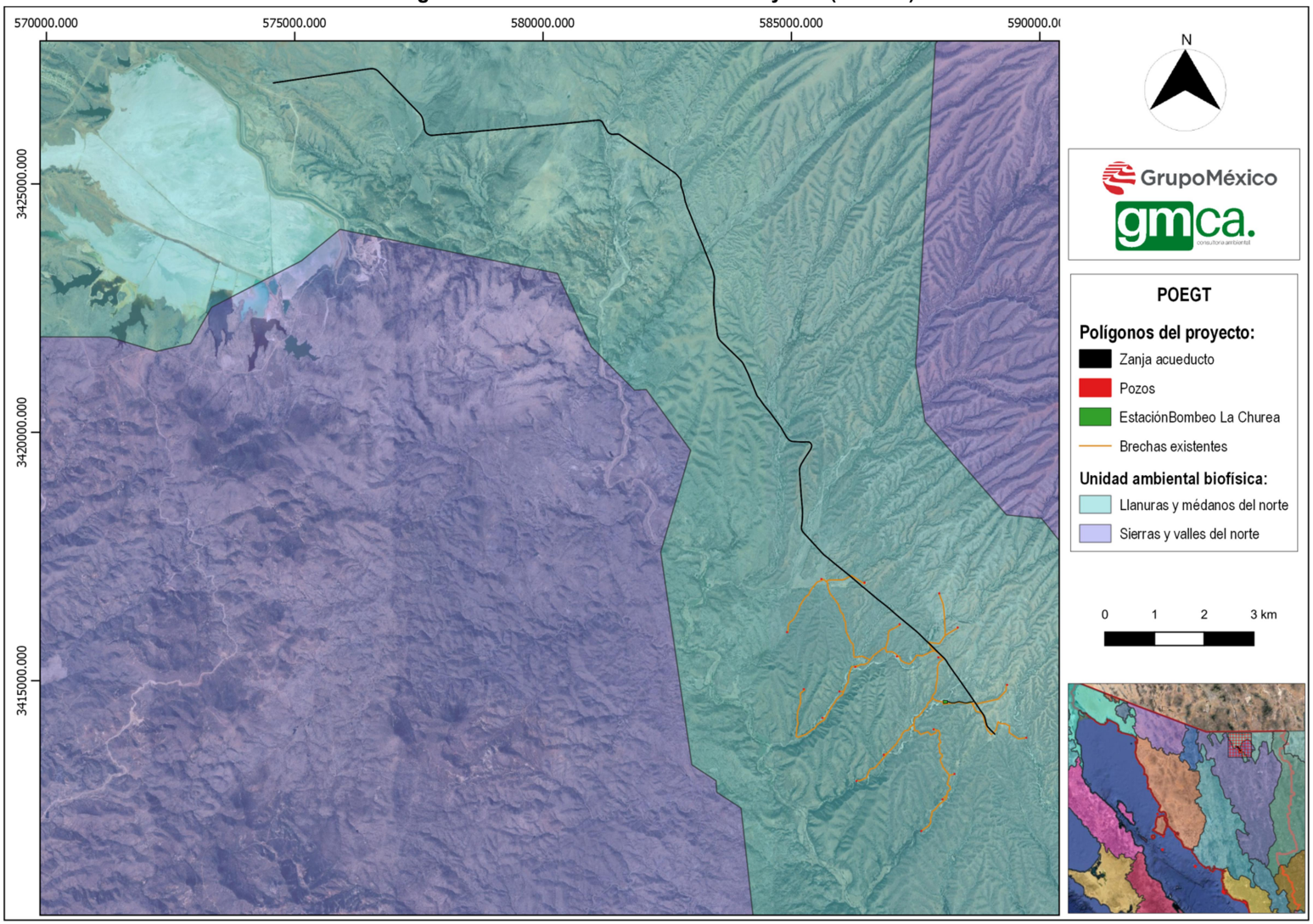
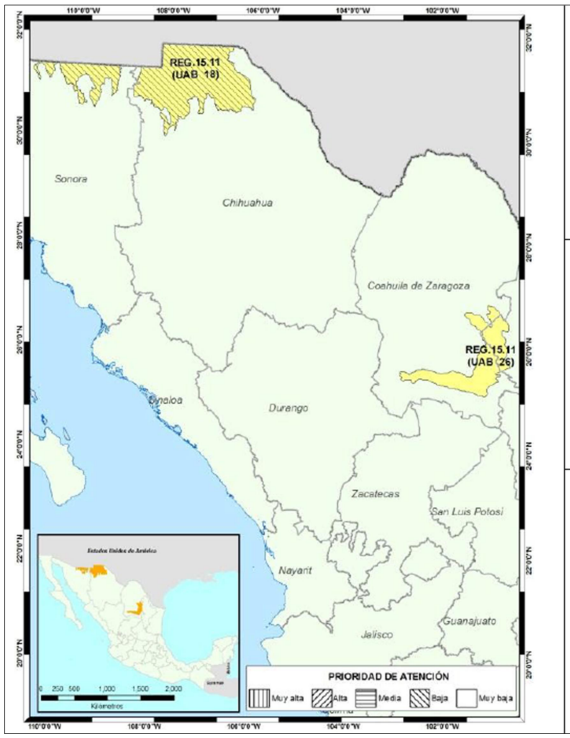


Figura III.12. Descripción de la Región Ecológica 15.11



REGIÓN ECOLÓGICA: 15.11
Unidad Ambiental Biofísica que la compone:
18. Llanuras y Médanos del Norte

Localización:
18. Noreste de Sonora, Noroeste de Chihuahua

Superficie en km^2:	**Población por UAB:**	**Población Indígena:**
18. 33,789	**18.** 460,964	**18.** Sin presencia

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

Cuadro III.37. Características de la Región Ecológica 15.11

DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICA
Unidad Ambiental Biofísica	18. Llanuras y médanos del norte
Estado actual del Medio Ambiente	Medianamente estable
Conflicto sectorial	Alto
Escenario al 2033	Inestable
Política ambiental	Aprovechamiento sustentable y restauración
Prioridad de atención	Baja
Rectores de desarrollo	Desarrollo social - Ganadería
Coadyuvantes del desarrollo	Minería – Preservación de Flora y Fauna
Asociados al desarrollo	Industria
Otros sectores de interés	CFE - PEMEX

La Unidad Ambiental Biofísica 18 tiene 32 Estrategias sectoriales para su aplicación en la Unidad, de las cuales el proyecto es acorde con la 15 bis que indica Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. En el siguiente cuadro se presenta la congruencia del presente proyecto con cada una de las estrategias para esta Región Ecológica.

Cuadro III.38. Congruencia del proyecto con las Estrategias establecidas para la Reg. Ecológica 15.11

ESTRATEGIA	CONGRUENCIA CON EL PROYECTO
1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	El Promovente, al solicitar las autorizaciones correspondientes mediante el presente DTU, asegurará que se cumpla con esta estrategia para conservar los ecosistemas y su biodiversidad.
2. Recuperación de especies en riesgo.	No corresponde al Promovente la recuperación de las especies en riesgo. En caso de encontrar alguna especie en riesgo, esta será reubicada en sitios con características naturales similares.
3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Esta estrategia corresponde al sector público, sin embargo al realizar el presente Documento Técnico Unificado se tendrá información sobre conocimiento, análisis y monitoreo de la biodiversidad.
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No se tendrá el aprovechamiento de ecosistemas, especies y genes. El aprovechamiento de recursos naturales es el recurso hídrico, el cual será de manera eficiente y siempre garantizando la disponibilidad del acuífero.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No coindice con las actividades del presente proyecto.
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	El presente proyecto no requiere tal infraestructura.
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El proyecto comprende la remoción de vegetación forestal, misma que será reubicada en sitios donde no se tendrán impactos y será monitoreada para garantizar el 80% de supervivencia del total de los ejemplares.
8. Valoración de los servicios ambientales.	No se requiere valorar los servicios ambientales del sitio.
12. Protección de los ecosistemas.	El proyecto se vincula con esta estrategia, en el Capítulo V del presente Documento Técnico Unificado se presentan las medidas para la protección de ecosistemas.
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No corresponde al proyecto, ya que no se realizan tales actividades.
14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No corresponde al proyecto, ya que no se realiza tal actividad.
15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Corresponde a las autoridades realizar dicha estrategia.
15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	Corresponde a las autoridades realizar dicha estrategia. La empresa promovente está en acuerdo para cumplir con el marco normativo ambiental que le aplique en cada una de sus obras y actividades en cada una de sus etapas.
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.	No aplica, ya que esas industrias no se presentan en el proyecto.
17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	No aplica, ya que esas actividades no se presentan en el proyecto.
18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad	El presente proyecto no es del Sector Hidrocarburos.

adecuados en el sector de hidrocarburos.	
19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero	No aplica al Proyecto.
20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental	Para el presente Proyecto no se requiere la promoción de tecnologías limpias de generación de energía eléctrica.
24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio	Para actividades del presente proyecto no corresponde realizar tal estrategia.
25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil	En caso de presentarse un riesgo natural, el Promovente atenderá con acciones coordinadas con la sociedad civil.
26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física	Para el presente Proyecto se promoverá la reducción de la vulnerabilidad física. En el Capítulo V se presentan las medidas de mitigación, prevención y compensación de las obras y actividades del presente proyecto.
27 Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región	Para actividades del presente proyecto no corresponde realizar tal estrategia.
31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	Para actividades del presente proyecto no corresponde realizar tal estrategia.
32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional	Para actividades del presente proyecto no corresponde realizar tal estrategia.
35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos	Para actividades del presente proyecto no corresponde realizar tal estrategia.
37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	No corresponde al proyecto realizar dicha integración al sector agrario.
38. Promover la asistencia y permanencia escolar entre la población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso	Para actividades del presente proyecto no corresponde realizar tal estrategia.
39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza	Para actividades del presente proyecto no corresponde realizar tal estrategia.
40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación	Para actividades del presente proyecto no corresponde realizar tal estrategia.
41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad	Para actividades del presente proyecto no corresponde realizar tal estrategia.

42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Se asegurará la definición y el respecto a los derechos de propiedad rural.
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.	Para el proyecto no se requiere realizar tal estrategia.

Con la ejecución del proyecto acorde a las políticas establecidas en la normatividad y en el programa de ordenamiento, así como con la propuesta de medidas de mitigación a los impactos a generar por las actividades de construcción y operación de las obras y actividades proyecto, permitirá no comprometer los recursos, no contraponiéndose a las políticas de la Región Ecológica establecida en el Programa, según lo analizado en el Cuadro III.24.

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora

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

Considerando que el potencial económico puede expandirse a partir de la base de los recursos naturales estatales, es importante establecer una estrategia de desarrollo sustentable para el beneficio de los habitantes del estado, así como los acuerdos necesarios para su implementación entre los sectores económicos. El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) del estado de Sonora, representa una alternativa para planificar el desarrollo sustentable del estado a través de una propuesta de ocupación del suelo y el establecimiento de protocolos de comunicación y toma de decisiones en caso de conflictos.

Mencionado lo anterior, para una mejor administración el POET se zonificó mediante un enfoque fisiográfico a nivel de sistemas de Topoformas, obteniendo un total de 25 Unidades de Gestión Ambiental (UGAs), publicado mediante el Decreto para el Ordenamiento del Estado de Sonora, el 21 de mayo de 2015.

En apego a lo anterior, el proyecto se ubica dentro de las políticas de las UGA 602-0/03 denominada como Valle Intermontano con Lomerío (en su mayoría) y UGA 100-0/01 denominada como Sierra Alta (en una pequeña porción que representa el 0.30% de la totalidad de la superficie del proyecto).

UGA 602-0/03 Valle Intermontano con Lomerío

Dentro del Decreto para el Ordenamiento del Estado de Sonora, publicado el 21 de mayo de 2015, se establece que un valle es "una depresión alargada e inclinada hacia el mar o una cuenca endorreica, generalmente ocupada por un río" (INEGI 2000). Cuando se encuentra entre dos cadenas montañosas y existen varios conjuntos de lomas se le denomina valle intermontano con lomerío. Esta unidad se encuentra representada en la Subprovincia 8 Sierras y llanuras Sonorenses de la Provincia II Llanura sonorense, con una superficie de 36,453 ha, y especialmente en la Provincia III Sierra Madre Occidental, en las Subprovincias 9 Sierras y valles del norte, con 740,601 ha, Subprovincia 10 Sierras y cañadas del norte, en 162,388 ha, y en la Subprovincia 12 Pie de la Sierra en 205,472 ha, que suman 1'144,914 ha. Consiste en terrenos con pendientes moderadas, suelos de profundidad variable y asociados a sistemas fluviales, afluentes del Concepción, los Alisos y Cocóspera, afluentes del Sonora, Río Sonora y San Miguel, Río Yaqui, Moctezuma, Bavispe, Papigochic. El clima es cálido.

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

Entre las actividades que se realizan en esta UGA predomina la agricultura de riego en URDERALES, ganadería extensiva, actividad cinegética con venado cola blanca, jabalí y liebres, y aves residentes, y la minería, metálica y no metálica.

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

Cuadro III.39. Vinculación con la UGA 602-0/03 del POET Sonora

Vinculación con el proyecto: Como se menciona en el Decreto, entre las actividades que se realizan en esta UGA se encuentra la minería metálica, y el presente proyecto es un componente de la actividad minera, por lo que se relaciona de manera que no se contrapone con esta actividad. *Por otro lado, si bien se menciona que alguno de los posibles conflictos en esta Unidad de Gestión Ambiental están relacionados con las interacciones entre la minería con la ganadería extensiva y la actividad cinegética, se establece que los usos de suelo de los componentes del proyecto no tienen interacción con actividades de ganadería y cinegética, ya que donde se ejecutará el Cambio de Uso de Suelo el predio es de propiedad del Promovente, siendo las demás superficies parte del derecho de vía de la carretera estatal Cananea – Bacoachi, donde no se tendrá interacción con las actividades de ganadería y cinegética.*

UGA 100-0/01 Sierra alta

Esta unidad es la segunda más extensa y conforma una especie de matriz de la Provincia III de la Sierra Madre Occidental. Los terrenos tienen pendiente abrupta, generalmente con suelos delgados o rocas aflorantes, en altitud mayor de 600 msnm y tienen los climas menos extremosos del estado. Las actividades económicas que resaltan son la minería, sobre todo de elementos metálicos (oro y cobre principalmente); el turismo de aventura y cultural; la piscicultura de especies de aguas templadas y cálidas; la agricultura de temporal; la cacería, cuyas especies cinegéticas más importantes son venado cola blanca, guajolote silvestre y otras aves residentes; la ganadería extensiva, la actividad forestal maderable y no maderable.

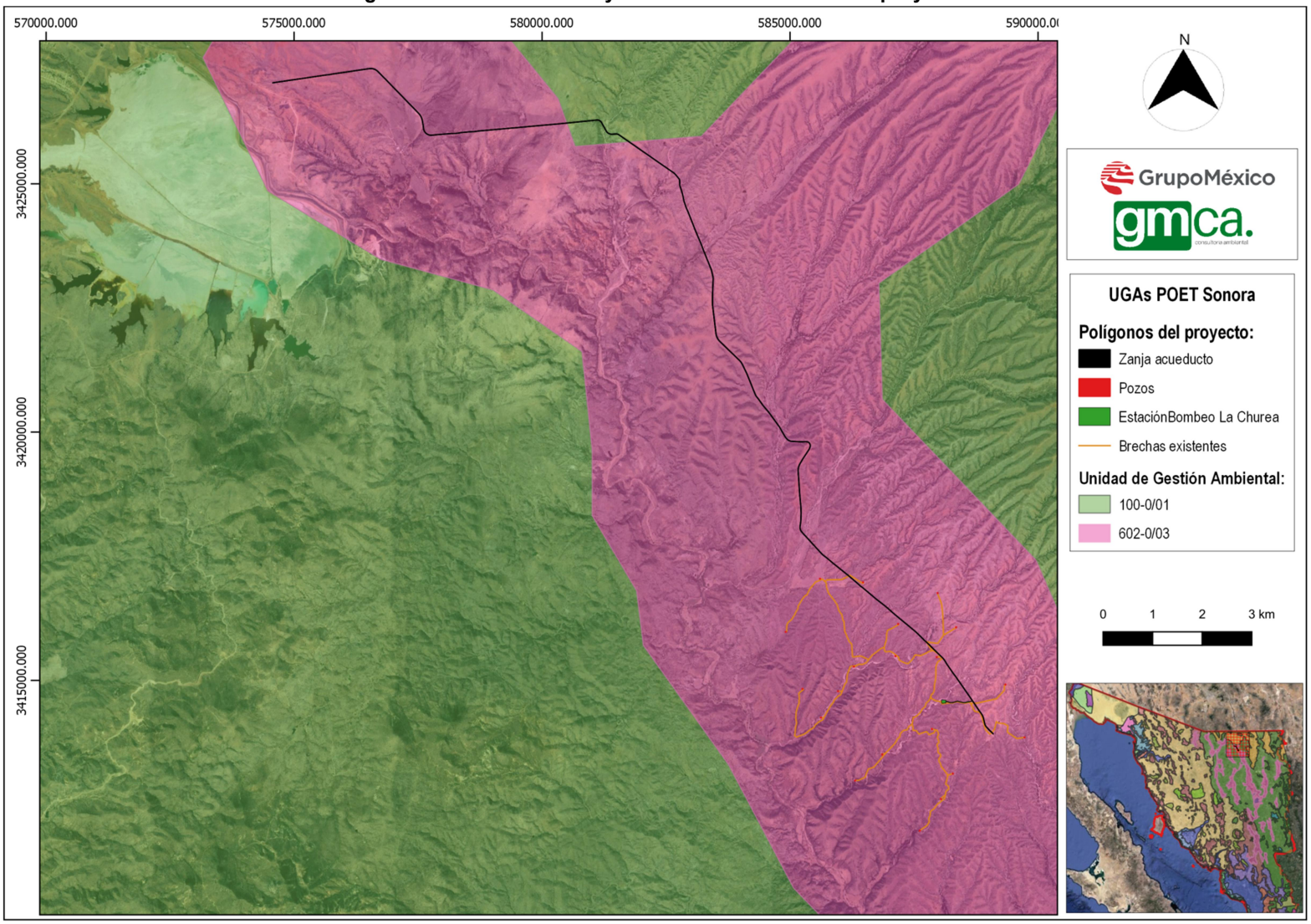
La UGA 100-0/01 Sierra alta se refiere a líneas de montañas con altitud mayor de 600 msnm. Esta unidad es la segunda más extensa y conforma una especie de matriz de la Provincia III Sierra Madre Occidental.

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

Cuadro III.40. Vinculación con la UGA 100-0/01 del POET Sonora

Vinculación con el proyecto: Como se menciona en el Decreto, entre las actividades que se realizan en esta UGA se encuentra la minería metálica (cobre), y el presente proyecto es un componente de la actividad minera, por lo que se relaciona de manera que no se contrapone con esta actividad.

Figura III.13. UGA 602-0/03 y 100-0/01 donde se ubica el proyecto



III.3 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas

III.3.1 Áreas Naturales Protegidas

Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP)

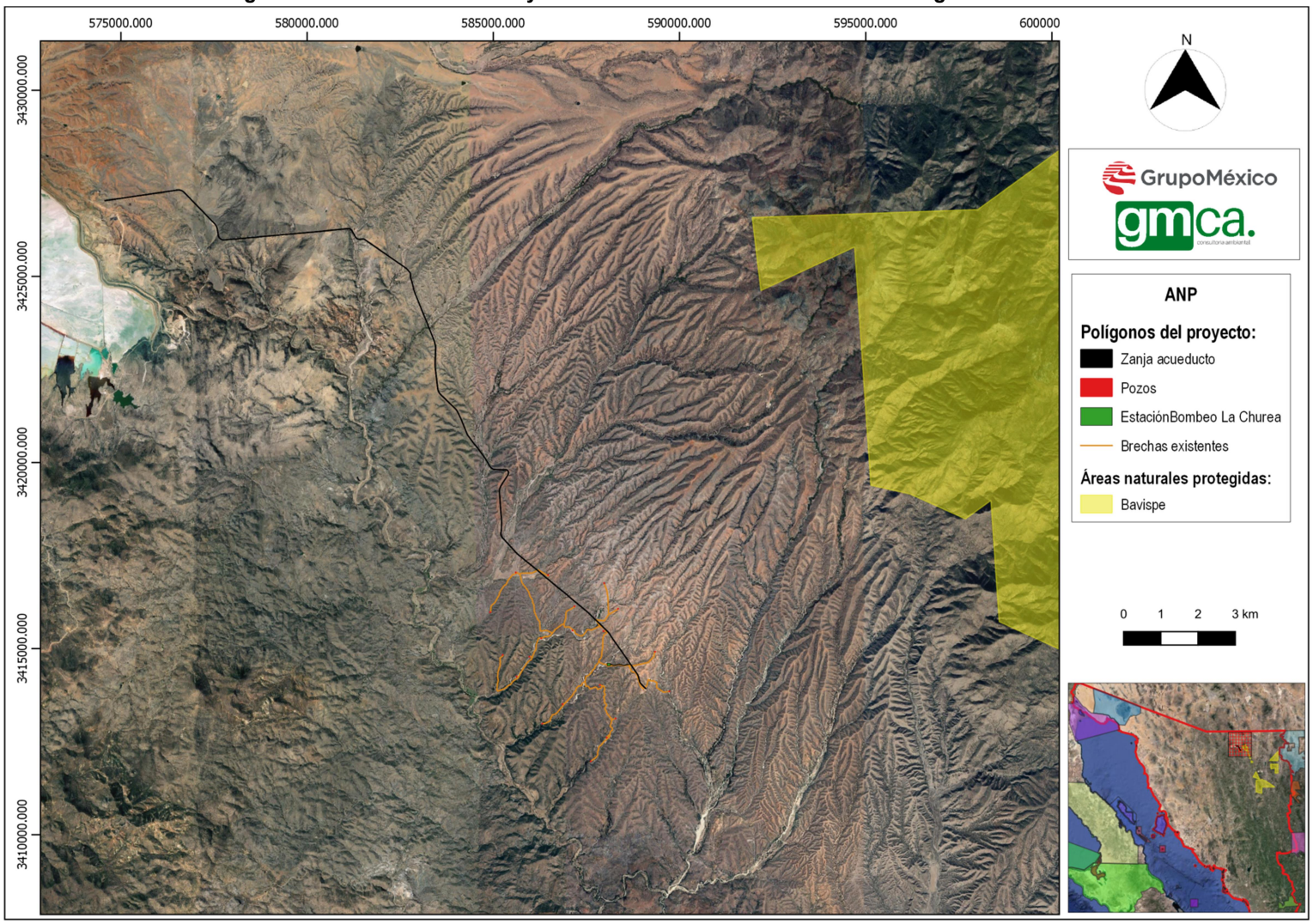
De acuerdo con el SINAP, para el Estado de Sonora, el área del proyecto no queda comprendida dentro de ninguna zona decretada o propuesta como área natural con algún grado de protección especial; motivo por la cual, se considera que la realización del proyecto, no se contrapone a los preceptos del citado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

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

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

Como se menciona en párrafos anteriores, los polígonos del proyecto quedan, en su totalidad, fuera de alguna Área Natural Protegida de competencia federal. La ANP más cercana es Bavispe, ubicada al noreste del estado de Sonora, a una distancia aproximada de 7.5 kilómetros al Este del proyecto. El proyecto no tiene relación alguna con dicha Reserva, como se observa en la figura III.4.

Figura III.14. Ubicación del Proyecto en relación a Áreas Naturales Protegidas Federales



III.3.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

Los polígonos del presente proyecto se encuentran dentro de un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs). De manera general, en la República Mexicana existen un total de 263 AICAs (Benítez et al., 1999; Del Coro Arizmendi y Márquez Valdelamar (eds.), 2000), de las cuales trece se encuentran en el estado de Sonora. El sitio del Proyecto, se ubica dentro de una de las AICA más grandes, el AICA 126, conocida como "Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental".

Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental

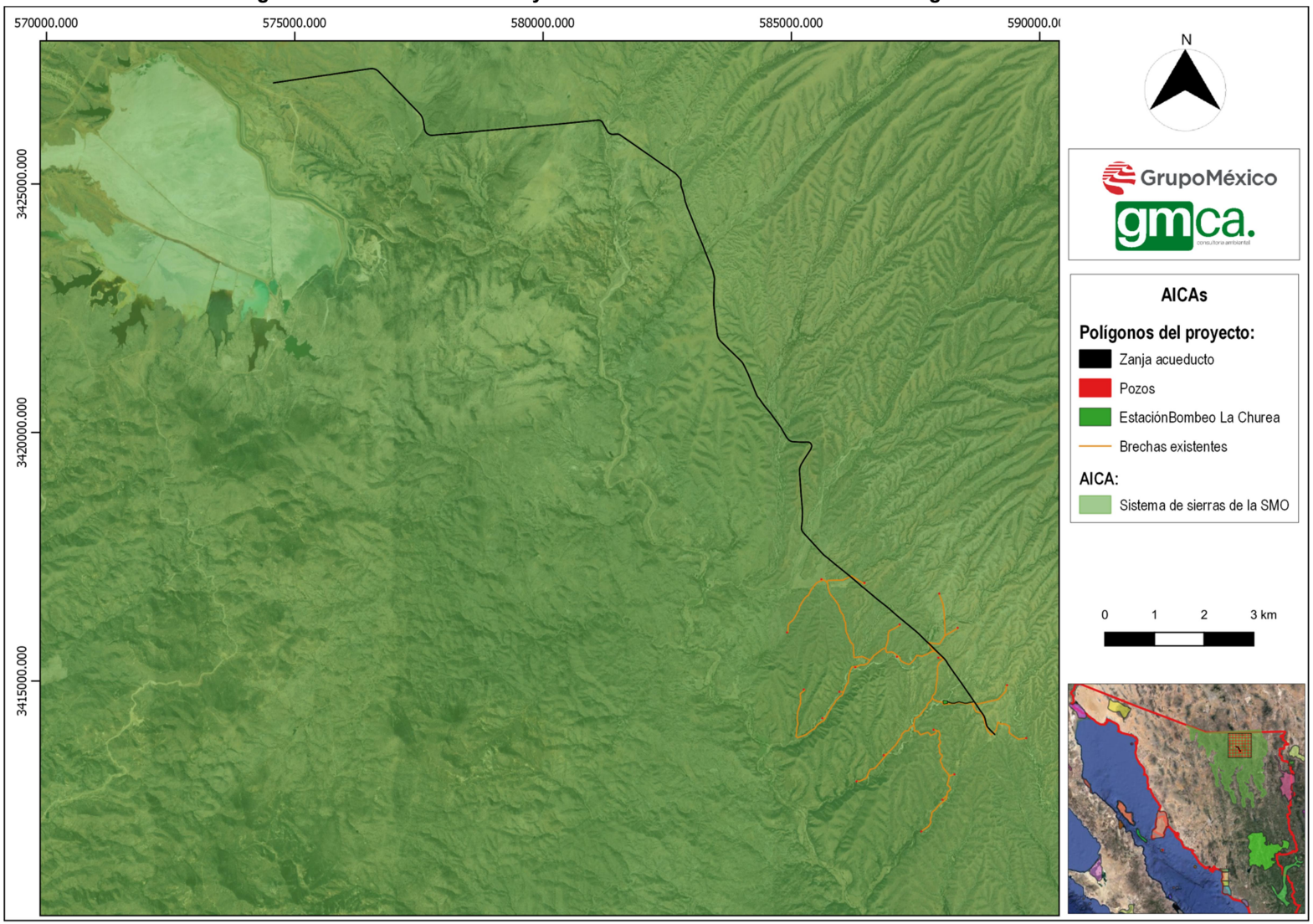
El AICA 126 se localiza totalmente en el estado de Sonora, cubriendo una superficie de 2'289,950.48 hectáreas, lo que representa el 12.76 % de la superficie total del Estado de Sonora; y el sitio del Proyecto representa el 0.003 % de esta superficie del AICA 126.

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

Las aves que se encontraron en el monitoreo de fauna en la zona de Proyecto, mismas que coinciden con la avifauna en el **AICA 126**, corresponde a los enlistados en el Cuadro III.27. Las especies enlistadas en su mayoría adaptada a condiciones de disturbio y que no se ubican en alguna categoría de protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La condición de estas especies en base al Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) se presenta en el cuadro siguiente, donde se relaciona la especie a la que pertenece, el nombre común, indicación si pertenece o no a la NOM-059-SEMARNAT-2010, su estatus con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), si es una especie endémica, su categoría de vulnerabilidad en el AICA 126 y su tipo de residencia.

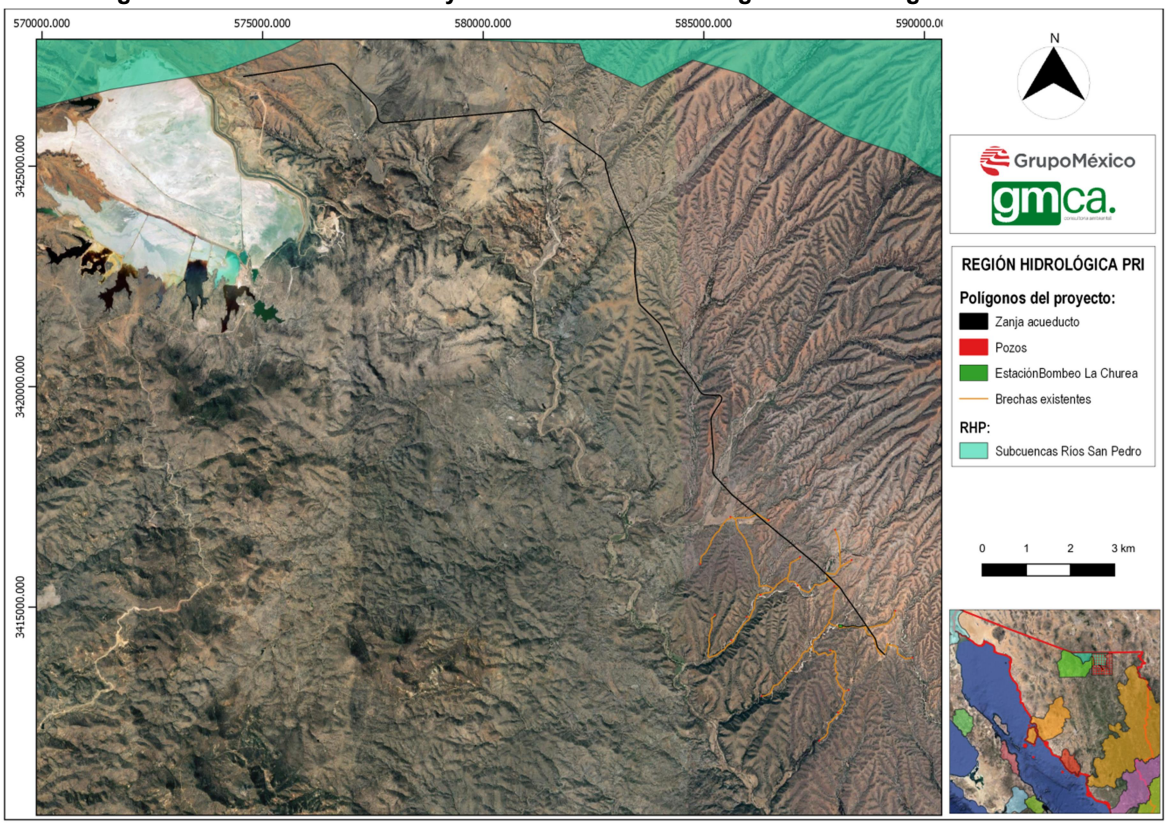
Figura III.15. Ubicación del Proyecto en relación a Áreas Naturales Protegidas Federales



III.3.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias

Se hace mención que el sitio del proyecto no se ubica dentro de ninguna Región Hidrológica Prioritaria. La Región más cercana se ubica a aproximadamente 280 metros al norte (Subcuencas de los ríos San Pedro y Santa Cruz), como se observa en la siguiente figura:

Figura III.16. Ubicación del Proyecto en relación a las Regiones Hidrológicas Prioritarias



III.3.4 Regiones Terrestres Prioritarias

Se hace mención que el sitio del proyecto se ubica, en la totalidad de los polígonos, dentro de una Región Terrestre Prioritaria, la cual es la denominada Cananea-San Pedro, como se observa en la siguiente figura II.7.

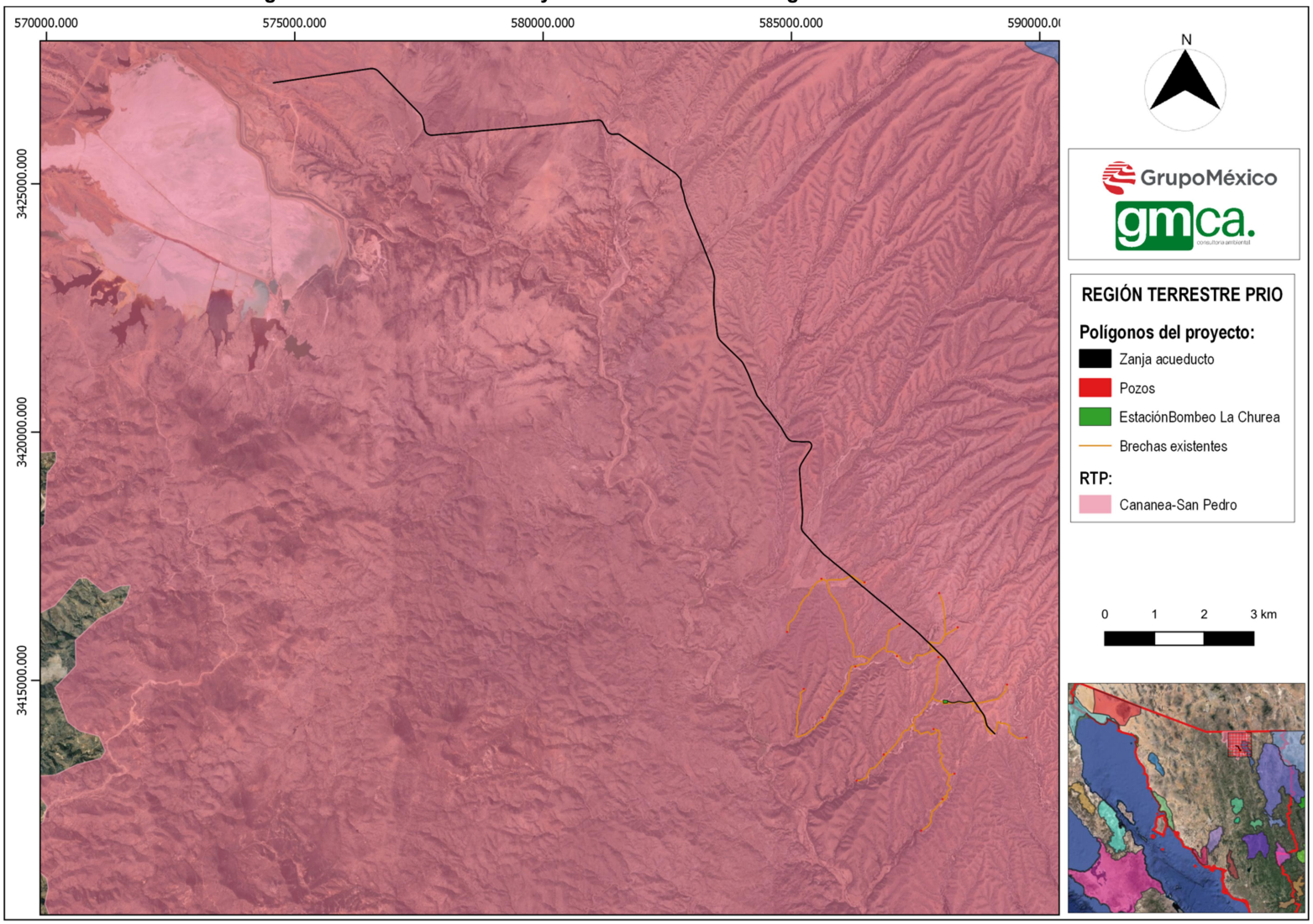
RTP-41 Cananea-San Pedro

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 como fenómeno estacional una concentración de catarinas. Al sureste, el límite de la región corresponde al de la RTP Sierra Los Ajos, Buenos Aires y La Púrica.

Cuadro III.41. Vinculación del proyecto con la Región Terrestre Prioritaria "Cananea – San Pedro"

Vinculación con el Proyecto: Los polígonos que requerirán cambio de uso de suelo en terrenos forestales se ubican en su totalidad dentro del tipo de vegetación "Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural", y tomando en cuenta que se describe a la Vegetación Secundaria cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea, siendo superficies que ya no son denominadas como pastizal natural, por lo cual no se contrapone con la región prioritaria. Aunado a lo anterior, se hace mención que no se presentaron especies de fauna sujetas a protección por esta región, por lo que tampoco se contrapone a la Región, en caso de presentarse avistamiento de alguna de las especies mencionadas, se realizará un ahuyentamiento de la zona donde se realizarán las obras y actividades del presente proyecto, sin afectar a la especie.

Figura III.17. Ubicación del Proyecto en relación a las Regiones Terrestres Prioritarias

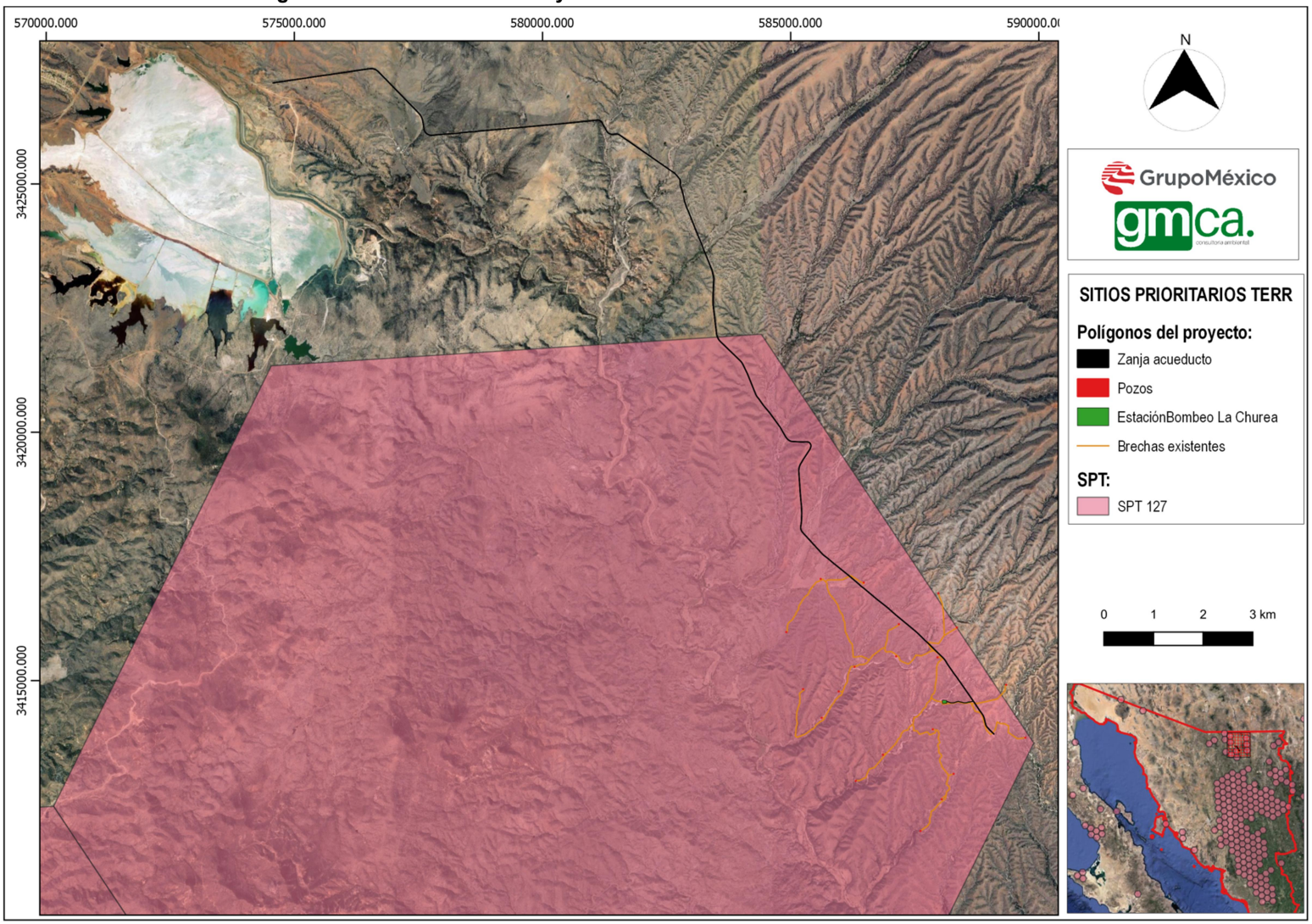


III.3.5 Sitios Prioritarios Terrestres

La planificación de la conservación de la biodiversidad terrestre es fundamental ya que México pertenece a uno de los países llamados megadiversos. La excepcional biodiversidad de México se expresa en la heterogeneidad de sus paisajes, ecosistemas y numerosas especies que se distribuyen en todo su territorio, albergando 12% de los organismos vivos del planeta. Sin embargo, esta biodiversidad se encuentra altamente 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 indica que el país enfrenta grandes retos de conservación por lo que sin duda es necesaria una planeación a múltiples escalas para representar todos los elementos de la biodiversidad. La presente cartografía representa la identificación de sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre. El propósito de este esfuerzo es definir a los sitios prioritarios en la República Mexicana para la conservación de su biodiversidad terrestre.

La delimitación de estos sitios terrestres constituye un avance con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), debido principalmente a que en este plano se hizo una delimitación más detallada y de mayor resolución de los sitios terrestres en comparación con las RTP que son áreas generalizadas. El área del proyecto se encuentra incluida dentro del sitio prioritario terrestre cuya clave es SPT-127 (CONABIO, 2007), como se observa en la Figura siguiente:

Figura III.18. Ubicación del Proyecto en relación a los Sitios Prioritarios Terrestres

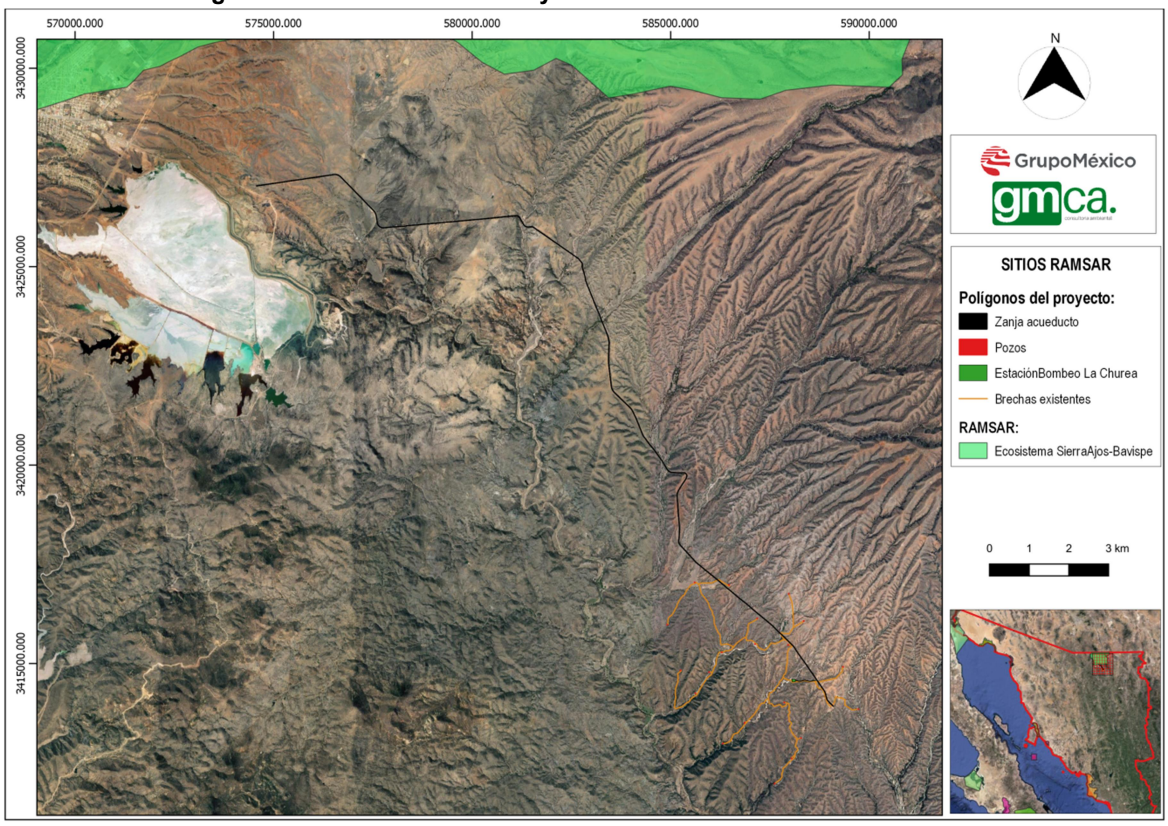


III.3.6 Sitios RAMSAR

De los Sitios RAMSAR, se hace mención que las superficies CUSTF del proyecto no se ubican dentro de ninguno de estos sitios como se observa en la figura III.9.

El sitio RAMSAR más cercano es el denominado "Sistema Sierra de Ajos-Bavispe", ubicándose a 3.5 kilómetros al norte de los polígonos del proyecto.

Figura III.19. Ubicación del Proyecto en relación a los Sitios RAMSAR



III.4 Normas Oficiales Mexicanas

A continuación se enlistan (de manera enunciativa más no limitativa) las Normas Oficiales Mexicanas relacionadas con la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, que deberán considerarse por el responsable de su ejecución para la prevención de efectos sobre los componentes de la atmósfera, suelo, generación de residuos peligrosos, emisiones de ruido, etc.:

Cuadro III.42. Vinculación con cada una de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto

RUBRO		NORMA/CRITERIO	VINCULACION AL PROYECTO
AGUA	NOM-001-SEMARNAT-1996.	ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES	No se tendrá la descarga de aguas residuales sobre aguas y/o bienes nacionales. Las aguas residuales generadas por el servicio de empleados se realizará mediante sanitarios portátiles y letrinas sanitarias en todas las etapas del proyecto.
AIRE	NOM-041-SEMARNAT-2006	NIVEL MAXIMO PERMISIBLE DE GASES CONTAMINANTES DE ESCAPES DE VEHICULOS QUE USAN GASOLINA	Durante las diferentes etapas del proyecto se utilizarán vehículos automotores que deberán de mantener sus emisiones de contaminantes por debajo de los niveles que establece esta Norma oficial, a través de programas de mantenimiento o reemplazo de aquellos que no cumplan con lo establecido en la presente Norma.
	NOM-045-SEMARNAT-2006	QUE ESTABLECE LOS NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE OPACIDAD DEL HUMO PROVENIENTE DEL ESCAPE DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN CIRCULACIÓN QUE USAN DIESEL COMO COMBUSTIBLE.	Observancia obligatoria para aquellos vehículos que se utilicen en la zona del proyecto cuyo combustible sea diesel.

	NOM-047-SEMARNAT-1999	ESTABLECE LAS CARACTERISTICAS DEL EQUIPO Y EL PROCEDIMIENTO DE MEDICION, PARA LA VERIFICACION DE LOS LIMITES DE EMISION DE CONTAMINANTES PROVENIENTES DE LOS VEHICULOS AUTOMOTORES QUE USAN GASOLINA, GAS LICUADO DE PETROLEO, GAS NATURAL U OTROS COMBUSTIBLES ALTERNOS.	No aplica ya que en el estado de Sonora no se cuenta con centros de verificación vehicular Se brindara el mantenimiento a los vehículos y maquinaria, para que se encuentren dentro de los niveles establecidos en la norma.
	NOM-050-SEMARNAT-1993	NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES PROVENIENTES DEL ESCAPE DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN CIRCULACIÓN QUE USAN GAS LICUADO DE PETRÓLEO, NATURAL U OTROS COMBUSTIBLES ALTERNOS COMO COMBUSTIBLE.	La aplicación de esta Norma estará condicionada a la presencia de equipos que utilicen estos tipos de combustible.
	NOM-024-SSA1-1993	ESTABLECE LOS NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN A LA ATMÓSFERA DE PARTÍCULAS MENORES A 10 MICRAS (PM10) EN EL AIRE AMBIENTE	La empresa proseguirá dando cumplimiento a lo establecido en su Licencia Ambiental Única (LAU)
SUELO	NOM-060-SEMARNAT-1994	QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES PARA MITIGAR LOS EFECTOS ADVERSOS OCASIONADOS EN LOS SUELOS Y CUERPOS DE AGUA POR EL APROVECHAMIENTO FORESTAL.	No se llevará acabo ningún aprovechamiento forestal; pero si habrá un retiro de vegetación y de suelo fértil, los cuales tendrán un aprovechamiento posterior en zonas de revegetación y en bancos de material
	NOM-138-SEMARNAT-SS-2003	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE HIDROCARBUROS EN SUELOS Y LAS ESPECIFICACIONES PARA SU CARACTERIZACION Y REMEDIACION.	Esta situación se podría presentar pues la maquinaria puede presentar derrames propiciados y accidentales. De tal manera que en caso de presentarse un derrame, se aplicarían las medidas de remediación especificadas en la presente norma.

RUIDO	NOM-081-SEMARNAT-1994	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION DE RUIDO DE LAS FUENTES FIJAS Y SU METODO DE MEDICION.	Se garantizará que se cumplan los niveles establecidos por esta Norma oficial a través de programas de mantenimiento que permitan la operación de los vehículos en buen estado.
RESIDUOS	NOM-052-SEMARNAT-2005	ESTABLECE LAS CARACTERISTICAS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS, EL LISTADO DE LOS MISMOS Y LOS LIMITES QUE HACEN A UN RESIDUO PELIGROSO POR SU TOXICIDAD AL AMBIENTE.	La empresa Promovente se encargará de la identificación y clasificación de los residuos peligrosos, misma que se realizará en todas las diferentes etapas del proyecto, como son las de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.
RECURSOS NATURALES	NOM-059-SEMARNAT-2010	PROTECCION AMBIENTAL ESPECIES NATIVAS DE MEXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE TERRESTRES- CATEGORIAS DE RIESGO Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSION, EXCLUSION O CAMBIO. LITA DE ESPECIES EN RIESGO.	Durante los muestreos y recorridos de campo efectuados en el sitio se observaron especies de vida silvestre en alguna categoría de protección; con la finalidad de asegurar el cumplimiento de sus lineamientos, se establecerán las medidas de prevención pertinentes para su protección, dentro de las cuales se encuentran la ejecución de un Programa de Reforestación de flora de interés especial y la adopción de prácticas de conservación de la fauna silvestre.
	NOM-126-SEMARNAT-2000	QUE SE ESTABLECEN LAS ESPECIFICACIONES PARA LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES DE COLECTA CIENTÍFICA DE MATERIAL BIOLÓGICO DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES Y OTROS RECURSOS BIOLÓGICOS.	Aplica al existir un programa de reubicación y rescate de flora y fauna silvestre, el cual se realizará conforme a esta norma, previo al inicio de los trabajos.

Cuadro III.43. Resumen de la vinculación del proyecto con la Normatividad aplicable

Vinculación de la Normatividad con el Proyecto: Durante las diversas etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y abandono), Buenavista del Cobre, S.A. de C.V. se apegará a lo establecido en todas las Normas Oficiales Mexicanas aplicables para cada una de sus obras y actividades, así como sus componentes tal como lo contempla el presente instrumento, para dar cumplimiento en cada uno de los rubros en materia ambiental.

III.5 Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)

Para el Apartado III.5, se analizarán el Plan Nacional de Desarrollo, correspondiente al año 2018-2024, el Plan Estatal de Desarrollo, correspondiente 2016-2021, Plan de Desarrollo Municipal 2019-2021 de Cananea, siendo estos los actualizados a la fecha de presentación del Documento Técnico Unificado (DTU) para la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo.

III.5.1 Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024

El Plan Nacional de Desarrollo, cuenta con diversas políticas, dentro de ellas la principal es la Política Social, la cual se menciona a continuación:

I. POLÍTICA SOCIAL

Construir un país con bienestar

El objetivo más importante del gobierno de la Cuarta Transformación es que en 2024 la población de México esté viviendo en un entorno de bienestar. En última instancia, la lucha contra la corrupción y la frivolidad, la construcción de la paz y la seguridad, los proyectos regionales y los programas sectoriales que opera el Ejecutivo Federal están orientados a ese propósito sexenal.

El Estado de bienestar no es un concepto nuevo. Desde el Siglo XIX, los movimientos obreros impulsaron en muchos países del mundo reivindicaciones que más tarde habrían de quedar plasmadas en políticas sociales tales como los servicios universales y gratuitos de educación y salud, las vacaciones pagadas, la jornada máxima de trabajo y los salarios mínimos. Con marcadas diferencias, tanto en Europa como en Estados Unidos se edificaron Estados de bienestar. En el caso de México, los artículos 3, 27, 123 y otros de la Constitución de 1917 sentaron las bases para un Estado de Bienestar con características propias en un país predominantemente agrario y de tradiciones indígenas comunitarias.

Para edificar el bienestar de las mayorías se requería de una fuerte presencia del sector público en la economía, de enérgicas políticas recaudatorias y de una intervención estatal que moderara las enormes desigualdades sociales en las que desemboca de manera inevitable una economía de mercado sin control alguno. Así pues, hasta hace unas décadas era normal y aceptado que en los países capitalistas industrializados el Estado detentara el monopolio de sectores estratégicos como las telecomunicaciones y los ferrocarriles, la operación de puertos y aeropuertos, los sistemas de pensiones y, por supuesto, los sistemas de educación y salud.

El derecho a la vida, a la integridad física y a la propiedad serán garantizados por medio de la ya descrita Estrategia Nacional de Paz y Seguridad. El gobierno federal hará realidad el lema "Primero los pobres", que significa empezar el combate a la pobreza y la marginación por los sectores más indefensos de la población.

Economía para el bienestar

El objetivo de la política económica no es producir cifras y estadísticas armoniosas sino generar bienestar para la población. Los macroindicadores son un instrumento de medición, no un fin en sí. Retomaremos el camino del crecimiento con austeridad y sin corrupción, disciplina fiscal, cese del endeudamiento, respeto a las decisiones autónomas del Banco de México, creación de empleos, fortalecimiento del mercado interno, impulso al agro, a la investigación, la ciencia y la educación.

El mercado no sustituye al Estado

Durante décadas, la élite neoliberal se empeñó en reducir el Estado a un aparato administrativo al servicio de las grandes corporaciones y un instrumento coercitivo en contra de las mayorías. Su idea de que las instituciones públicas debían renunciar a su papel como rectoras e impulsoras del desarrollo, la justicia y el bienestar, y que bastaba "la mano invisible del mercado" para corregir distorsiones, desequilibrios, injusticias y aberraciones, fue una costosa insensatez. El Estado recuperará su fortaleza como garante de la soberanía, la estabilidad y el estado de derecho, como árbitro de los conflictos, como generador de políticas públicas coherentes y como articulador de los propósitos nacionales.

El cual tiene como centro la convicción de que el quehacer nacional en su conjunto el económico, el político, el social, el cultural no debe ser orientado a alcanzar a otros países, a multiplicar de manera irracional y acrítica la producción, la distribución y el consumo, a embellecer los indicadores y mucho menos a concentrar la riqueza en unas cuantas manos, sino al bienestar de la población. En esa tarea hay lugar para empresarios.

No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera

El crecimiento económico excluyente, concentrador de la riqueza en unas cuantas manos, opresor de sectores poblacionales y minorías, depredador del entorno, no es progreso sino retroceso. Somos y seremos respetuosos de los pueblos originarios, sus usos y costumbres y su derecho a la autodeterminación y a la preservación de sus territorios; propugnamos la igualdad sustantiva entre mujeres y hombres, la dignidad de los adultos mayores y el derecho de los jóvenes a tener un lugar en el mundo.

II.- DESARROLLO SOSTENIBLE

El gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. El hacer caso omiso de este paradigma no sólo conduce a la gestación de desequilibrios de toda suerte en el corto plazo, sino que conlleva una severa violación a los derechos de quienes no han nacido. Por ello, el Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno.

III. ECONOMÍA

Detonar el crecimiento

Desde principios de los años ochenta del siglo pasado el crecimiento económico de México ha estado por debajo de los requerimientos de su población, a pesar de que los gobernantes neoliberales definieron el impulso al crecimiento como una prioridad por sobre las necesidades de la población; además, ha crecido en forma dispareja por regiones y por sectores sociales: mientras que las entidades del Norte exhiben tasas de crecimiento moderadas pero aceptables, las del Sur han padecido un decrecimiento real. Y mientras que los grandes consorcios y potentados han visto multiplicadas sus fortunas, decenas de millones han cruzado las líneas de la pobreza y de la pobreza extrema. Ante la brutal concentración de riqueza generada por sus políticas, los gobernantes neoliberales afirmaban que lo importante era que esa riqueza se generara en la élite de la pirámide social y que ya iría goteando hacia abajo para acabar beneficiando a todos. La afirmación resultó falsa. Un puñado de empresas y de magnates acapararon el exiguo crecimiento económico y la riqueza jamás llegó a los sectores mayoritarios de la población. Puede afirmarse que más bien ocurrió lo contrario: la riqueza fluyó de abajo hacia arriba, de modo que empobreció más a los pobres y enriqueció por partida doble a los ricos.

Durante años la administración pública llevó a cabo una política fiscal claramente orientada a beneficiar a unas cuantas empresas privadas mediante exenciones, créditos fiscales y deducciones injustificadas. La mayor parte de la recaudación cayó en los hombros de las clases medias, las pequeñas y medianas empresas y el pueblo en general. Adicionalmente, la economía se resintió por el peso de la corrupción y la

extorsión institucionalizada, por el estancamiento del mercado interno y, desde hace unos años, por la inseguridad generalizada.

Mantener finanzas sanas

El gobierno de la Cuarta Transformación recibió la pesada herencia de una deuda pública de 10 billones de pesos, resultado de la irresponsabilidad y la corrupción del régimen anterior, lo que obliga a destinar 800 mil millones de pesos del presupuesto para pagar el servicio de esa deuda. En este sexenio no se recurrirá a endeudamiento para financiar los gastos del Estado ni para ningún otro propósito.

No se gastará más dinero del que ingrese a la hacienda pública. Los recursos destinados a financiar los programas sociales provendrán de lo que se ahorre con el combate a la corrupción y la eliminación de gastos suntuarios, desperdicio de recursos y robo de combustibles.

En materia de política monetaria el gobierno federal respetará la autonomía del Banco de México.

Respeto a los contratos existentes y aliento a la inversión privada

El gobierno federal respetará los contratos suscritos por administraciones anteriores, salvo que se comprobara que fueron obtenidos mediante prácticas corruptas, en cuyo caso se denunciarán ante las instancias correspondientes.

Se alentará la inversión privada, tanto la nacional como la extranjera, y se establecerá un marco de certeza jurídica, honestidad, transparencia y reglas claras.

Un propósito de importancia estratégica para la presente administración es el rescate de Pemex y la CFE para que vuelvan a operar como palancas del desarrollo nacional. En ese espíritu, resulta prioritario rehabilitar las refinerías existentes, que se encuentran en una deplorable situación de abandono y saqueo, la construcción de una nueva refinería y la modernización de las instalaciones generadoras de electricidad propiedad del Estado, particularmente las hidroeléctricas, algunas de las cuales operan con maquinaria de 50 años de edad y producen, en general, muy por debajo de su capacidad. Ambas empresas recibirán recursos extraordinarios para la modernización de sus respectivas infraestructuras y se revisará sus cargas fiscales.

Se superarán mediante el diálogo los conflictos con poblaciones y comunidades generados por instalaciones de Pemex y la CFE, así como las inconformidades sociales por altas tarifas. La nueva política energética del Estado mexicano impulsará el desarrollo sostenible mediante la incorporación de poblaciones y comunidades a la producción de energía con fuentes renovables, mismas que serán fundamentales para dotar de

electricidad a las pequeñas comunidades aisladas que aún carecen de ella y que suman unos dos millones de habitantes. La transición energética dará pie para impulsar el surgimiento de un sector social en ese ramo, así como para alentar la reindustrialización del país.

Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo

Una de las tareas centrales del actual gobierno federal es impulsar la reactivación económica y lograr que la economía vuelva a crecer a tasas aceptables. Para ello se requiere, en primer lugar, del fortalecimiento del mercado interno, lo que se conseguirá con una política de recuperación salarial y una estrategia de creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados. Hoy en día más de la mitad de la población económicamente activa permanece en el sector informal, la mayor parte con ingresos por debajo de la línea de pobreza y sin prestaciones laborales. Esa situación resulta inaceptable desde cualquier perspectiva ética y perniciosa para cualquier perspectiva económica: para los propios informales, que viven en un entorno que les niega derechos básicos, para los productores, que no pueden colocar sus productos por falta de consumidores, y para el fisco, que no puede considerarlos causantes.

El sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura, pero también facilitando el acceso al crédito a las pequeñas y medianas empresas (que constituyen el 93 por ciento y que generan la mayor parte de los empleos) y reduciendo y simplificando los requisitos para la creación de empresas nuevas.

El gobierno federal impulsará las modalidades de comercio justo y economía social y solidaria.

Cuadro III.44. Vinculación del proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024

Vinculación jurídica con el Proyecto: En apego a las disposiciones establecidas por el gobierno federal a través del presente Plan Nacional de Desarrollo, correspondiente al período 2018 - 2024, y en cumplimiento a los estándares y programas en materia de protección ambiental con los que opera actualmente Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., el presente proyecto se vincula con las disposiciones de dicho Plan de Desarrollo Nacional toda vez que es respetuoso de toda normatividad ambiental aplicable, repercutiendo en un desarrollo sustentable, esto como parte de la filosofía del Promovente para dar cumplimiento a cada una de las Normas. *Por otro lado, la minería representa un alto porcentaje de los ingresos totales que genera esta actividad en el país y principalmente en el estado de Sonora. Las actividades que tendrá el presente proyecto durante todas sus etapas (preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento, abandono) son necesarias para que se continúe con sus operaciones, con lo cual, puede seguir siendo la mayor fuente de empleo del municipio*

de Cananea, así como generar una derrama indirecta para los comercios de esta ciudad, contribuyendo a la economía del municipio, estado y el país.

III.5.2 Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021 (Sonora)

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021 constituye el marco general de referencia para el diseño y ejecución de políticas, programas y acciones durante el sexenio de la actual Administración estatal. Por ello, el Plan incluye una visión de futuro que establece las expectativas deseables para Sonora durante dicho período de tiempo, conteniendo un diagnóstico de la situación que guarda la Entidad, un análisis tendencial y prospectivo sobre la visión del Estado y sus objetivos al año 2021, así como las líneas estratégicas que se deberán implementar para impulsar el desarrollo ordenado en Sonora.

Eje estratégico III.- Economía con futuro: Gobierno impulsor de las potencialidades regionales y los sectores emergentes

RETO 4. Consolidar el liderazgo del sector minero en el Estado

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

Cuadro III.45. Vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo 2016 - 2021

Vinculación jurídica con el Proyecto: Para coadyuvar con el Estado de Sonora a trabajar en sus estrategias para Promover a Sonora como destino de inversión minera sustentable y de calidad, Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., mediante las diferentes etapas del proyecto "Acueducto La Churea", se operarán de manera sustentable y de calidad, aportando una parte a la economía estatal.

III.5.3 Plan de Desarrollo Municipal 2019-2021 del Municipio de Cananea

La Administración del H. Ayuntamiento definió que la formulación y redacción del Plan Municipal de Desarrollo estuviese sustentada en cinco ejes fundamentales, de los cuales se desprenden los objetivos, que estos se complementan con las estrategias y líneas de acción que relacionan la planeación con la realidad municipal. Por lo tanto, la estructura del Plan se elaboró siguiendo dichos lineamientos; de esta manera, los diagnósticos, los objetivos, las estrategias y las líneas de acción se hallan referidos a las estrategias de cada eje estratégico.

En general, a cada línea estratégica le corresponden determinadas políticas y, a través de ellas, se planea responder a las demandas sociales y comunitarias de los ciudadanos del

Municipio; por lo tanto, las líneas de acción se plantean con el objetivo de cumplir con las políticas propuestas.

Un municipio Sustentable y Competitivo

Objetivo 2.- Impulsar actividades que promuevan el desarrollo económico de nuestra comunidad, trabajando nuestros recursos naturales de una manera responsable y sustentable.

Estrategias y líneas de acción.

- Promover acciones que propicien el crecimiento de las principales actividades productivas del municipio.

Cuadro III.46. Vinculación del proyecto con el Plan de Desarrollo Municipal 2019-2021

Vinculación jurídica con el Proyecto: Para coadyuvar con las líneas de acción del municipio de Cananea y alcanzar sus objetivos para su desarrollo, la empresa Buenavista del Cobre, S.A. de C.V. llevará a cabo el presente proyecto, con el fin de asegurar los empleos que genera, así como nuevos puestos, con la ampliación de sus actividades, propiciando así el crecimiento de la principal actividad productiva del municipio.

III.6 Otros instrumentos

III.6.1 AGENDA 21

Programa 21:

Sección II. Conservación y gestión de los recursos para el desarrollo.

Capítulo 18. Protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce: aplicación de criterios integrados para el aprovechamiento, ordenación y uso de los recursos de agua dulce

C. Protección de los recursos hídricos, la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos

18.35 El agua dulce es un recurso indivisible. El aprovechamiento a largo plazo de los recursos mundiales de agua dulce requiere una ordenación global y un reconocimiento de la interrelación de los elementos relacionados con el agua dulce y su calidad. Hay pocas regiones del mundo en que todavía no haya problemas por pérdida de fuentes potenciales de agua dulce, degradación de la calidad del agua y contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.

18.37 Se han subestimado durante mucho tiempo el alcance y la gravedad de la contaminación de las zonas no saturadas y de los acuíferos a causa de la relativa inaccesibilidad de éstos y de la falta de información fiable sobre los sistemas de acuíferos. La protección de las aguas subterráneas es, por consiguiente, un elemento imprescindible de la ordenación de los recursos hídricos.

18.39 Todos los Estados, según la capacidad y los recursos de que dispongan, y mediante la cooperación bilateral o multilateral, incluidas, según proceda, las Naciones Unidas y otras organizaciones competentes, podrían fijar los objetivos siguientes: c) Iniciar programas eficaces de prevención y control de la contaminación del agua, basados en una combinación adecuada de estrategias para reducir la contaminación en su origen mismo, evaluaciones del impacto ambiental, y normas obligatorias aplicables a descargas de fuentes puntuales importantes y fuentes no puntuales de alto riesgo, que sean proporcionales a su desarrollo socioeconómico;

Cuadro III.47. Vinculación del proyecto con Convenios o tratados internacionales

Vinculación jurídica con el Proyecto: Como parte de un Acuerdo Internacional, en este caso por las Naciones Unidas para promover el desarrollo sustentable, el presente proyecto se apega a los rubros 18.35, 18.37 y 18.39 en relación a la Protección de los recursos hídricos, la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos, y se establece que con el presente proyecto no se tendrá contaminación de las aguas subterráneas, y que el Promovente actualmente monitorea la calidad del agua en los acuíferos cercanos al sitio del proyecto.

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

En el presente capítulo se describirá el sistema ambiental desde una línea base para ponderar la calidad ambiental de este sistema donde tendrán su influencia las obras y actividades del presente proyecto en todas sus etapas.

Primero se describirá la delimitación del área de estudio donde se establecerá el proyecto, de ser aprobado en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo, para después comenzar con la caracterización y análisis del sistema ambiental, en lo sucesivo "SA", donde se desarrollará una propuesta aproximada del SA que existe en el área de estudio. Dentro de ese apartado se realizará la caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA, para definir cómo es su estructura y su funcionamiento, a través de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos. Una vez realizada esta caracterización del SA, se realizará un análisis sobre los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por la ejecución del cambio de uso de suelo, para después proceder a realizar un diagnóstico ambiental donde se exponga una síntesis objetiva y congruente del estado actual del SA.

IV.1 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto

Para delimitar un sistema ambiental donde se desarrollará un determinado proyecto, se consideran diversos factores que las obras del proyecto pueden afectar en forma parcial o permanente; esos factores son las dimensiones de la cuenca hidrológico-forestal (CHF) correspondiente, la extensión del acuífero subterráneo, los tipos de suelo que abarca el área del proyecto, los tipos de vegetación presentes, la fauna silvestre nativa de la región y las actividades socioeconómicas que se desarrollan en la zona de influencia. En el caso particular del presente proyecto, el SA está definido principalmente por el área de la CHF y la capacidad del acuífero subterráneo.

IV.1.1 Cuenca Hidrológico-Forestal

Si consideramos lo dispuesto en el Artículo 48 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) sobre la zonificación forestal con respecto al concepto de Cuenca Hidrológico- Forestal en el sentido de que se agrupan y ordenan los terrenos forestales y preferentemente forestales dentro de las cuencas, subcuencas y cuencas hidrológico-forestales, por funciones y subfunciones biológicas, ambientales, socioeconómicas, recreativas, protectoras y restauradoras, con fines de manejo y con el objeto de propiciar una mejor administración y contribuir al desarrollo forestal sustentable, es importante definir la cuenca hidrológico-forestal a considerarse en este estudio.

La determinación y delimitación de la cuenca se realizó aplicando la metodología de Otto Pfafstetter, descrito por Ruiz y Torres (2008), la cual consiste en los siguientes pasos principales:

1. En primer lugar, debe identificarse el río, arroyo o cauce principal de la zona y la dirección de escurrimiento.

2. Una vez identificado el cauce principal, se suman las corrientes tributarias que confluyen en ese cause principal. Esto genera la red de drenaje. También se deben observar las pendientes o direcciones de los escurrimientos.

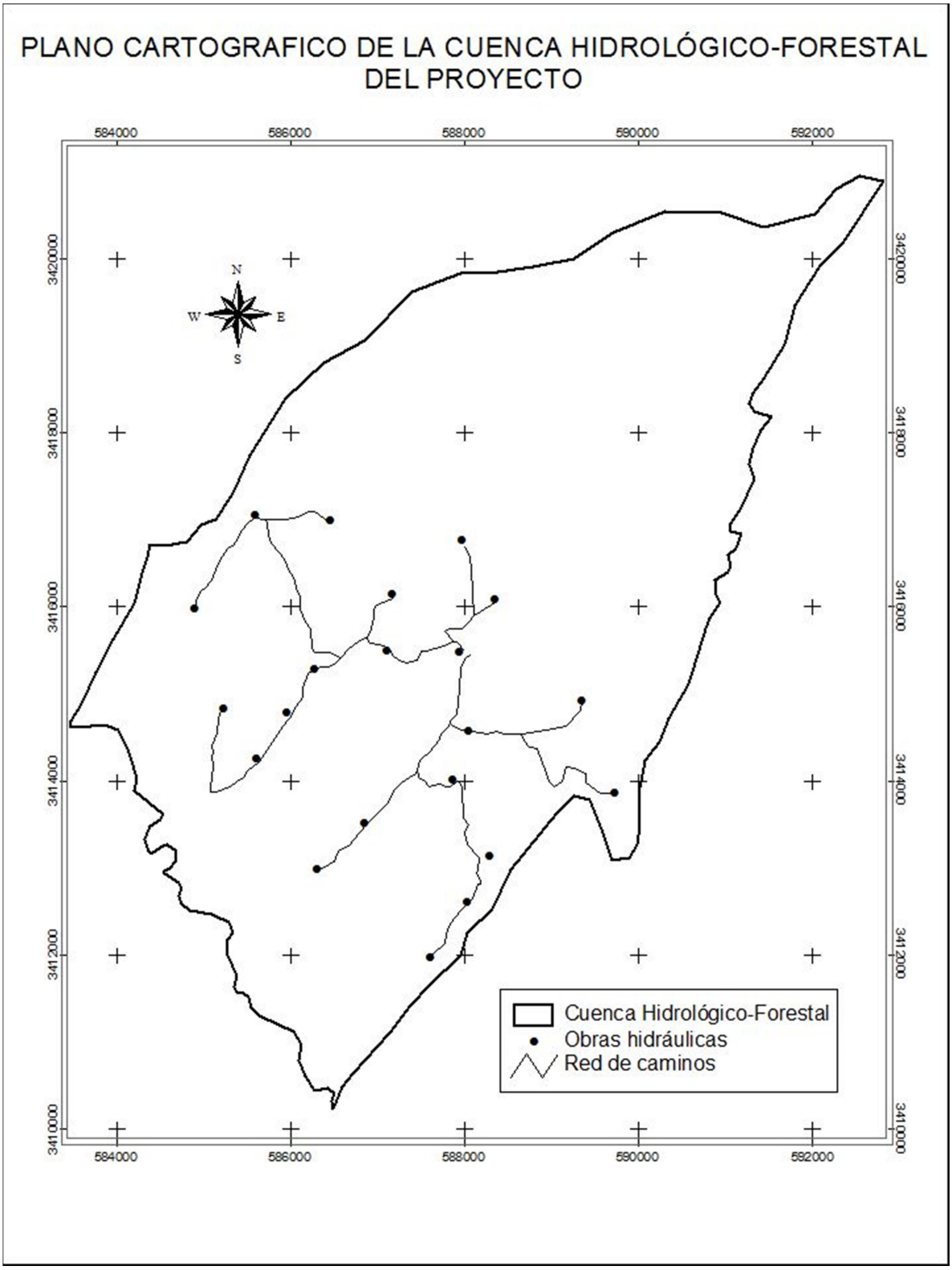
3. En la red hidrográfica generada con cauces principales y secundarios se identifican zonas altas o de aporte y zonas bajas de base o de descarga.

4. Se delimita una línea imaginaria por las zonas más altas que divide escurrimientos opuestos (parteaguas). Este es el límite de la cuenca.

Ruiz, R. y H. Torres. 2008. Manual de Procedimientos de Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas. Caso: América del Sur. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). UICN-SUR. Lima, Perú. 39 p.

Despues de aplicar la metodología antes descrita y usando como referencia la carta topográfica de nombre CANANEA y clave H12B53 a escala 1:50,000 publicada por el INEGI y, además con ayuda de una imagen satelital del programa Google Earth, se elaboró un plano cartográfico de la CHF del proyecto, el cual se muestra en la siguiente figura:

CONSULTA PÚBLICA



Plano cartográfico de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto

De acuerdo a Faustino y Jiménez (2000), una microcuenca es toda área que descarga su drenaje directamente al curso principal de una Subcuenca; así, varias microcuencas pueden conformar una Subcuenca y las subcuencas, en conjunto, forman una Cuenca. El siguiente cuadro nos indica que la clasificación de las unidades hidrológicas está relacionada con el número de orden de drenaje y/o con el tamaño del área que encierran.

Clasificación de las unidades hidrológicas

UNIDAD	N° DE ORDEN	AREA (Km^2)
Microcuenca	**1, 2, 3**	**10 – 500**
Subcuenca	**4, 5**	**500 – 2000**
Cuenca	**6, 7 ó más**	**Más de 2000**

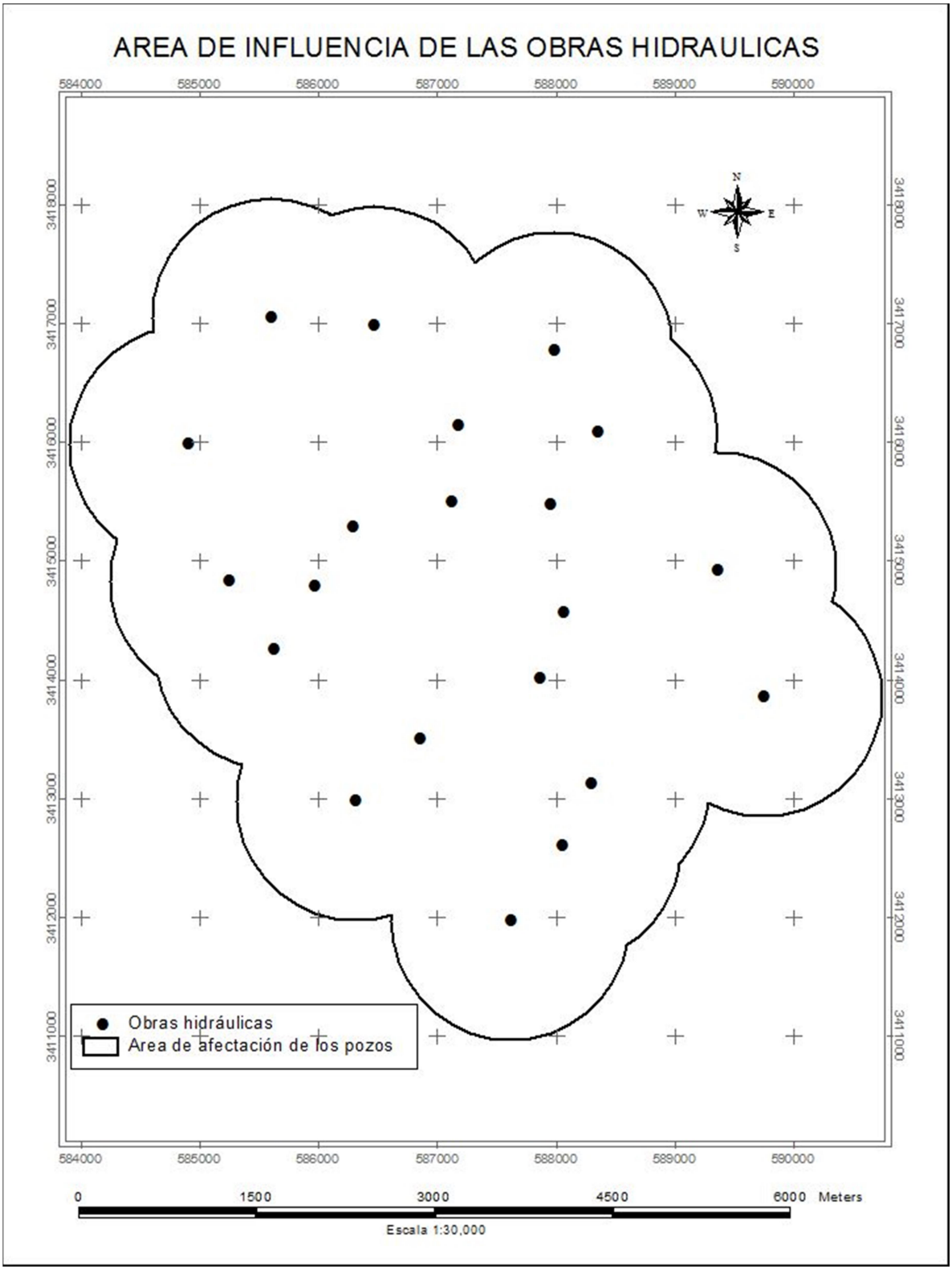
La cuenca hidrológico-forestal del presente proyecto comprende una superficie total de 4726.2480 ha (47.26 km^2) y, de acuerdo a la clasificación creada por el Faustino y Jiménez (2000), corresponde a una microcuenca ya que es una unidad de superficie con una densidad de drenaje de 1 a 3 órdenes y un área menor a los 500 km^2.

Faustino, J. y F. Jiménez. 2000. Manejo de Cuencas Hidrográficas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica. 35p.

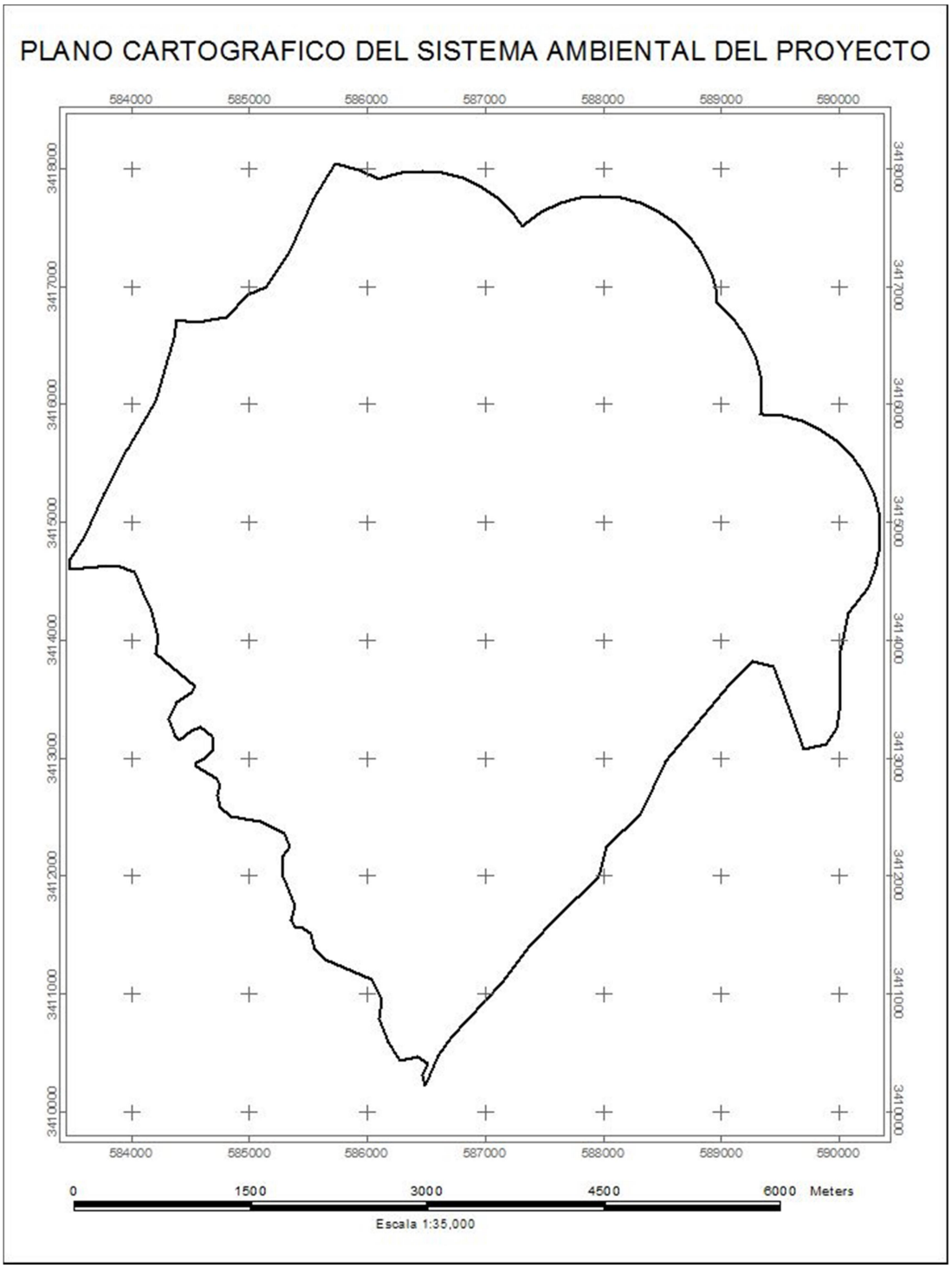
IV.1.2 Acuífero subterráneo

En virtud de que la obra principal del proyecto contempla la instalación de pozos de extracción de agua del subsuelo, seguramente ese será el mayor impacto del proyecto sobre los recursos naturales de la zona y sobretodo del acuífero subterráneo llamado Río Bacoachi; así, este factor se consideró el de mayor importancia para la definición del SA del proyecto.

La metodología para la determinación del SA consistió en manipular los temas cartográficos esenciales en un sistema de información geográfica (SIG) siguiendo los siguientes pasos:
1. Se creó el polígono del área de la cuenca hidrógico forestal (CHF).
2. Se elaboró un plano cartográfico de las obras hidráulicas (pozos)
3. Se consultó con geohidrólogos expertos en el conocimiento de la hidrología en el área del municipio de Cananea, para determinar en forma conservadora el radio de influencia de cada pozo sobre el ecuífero subterráneo.
4. Se creó el polígono del área influenciada por los pozos considerando un radio de afectación (buffer) de 1,000 metros para cada pozo.


AREA DE INFLUENCIA DE LAS OBRAS HIDRAULICAS
584000
585000
586000
587000
588000
589000
590000
3418000
3417000
3416000
3415000
3414000
3413000
3412000
3411000
N
W
E
S
Obras hidráulicas
Area de afectación de los pozos
0
1500
3000
4500
6000 Meters
Escala 1:30,000

5. Como resultado de la combinación y traslape del polígono de la CHF y el resultante del área influenciada por los pozos, se obtuvo el plano cartográfico del SA del proyecto.



Plano cartográfico que muestra el área del SAR del proyecto

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA)

IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA

IV.2.2.1 Medio abiótico

a) Clima y fenómenos metereológicos

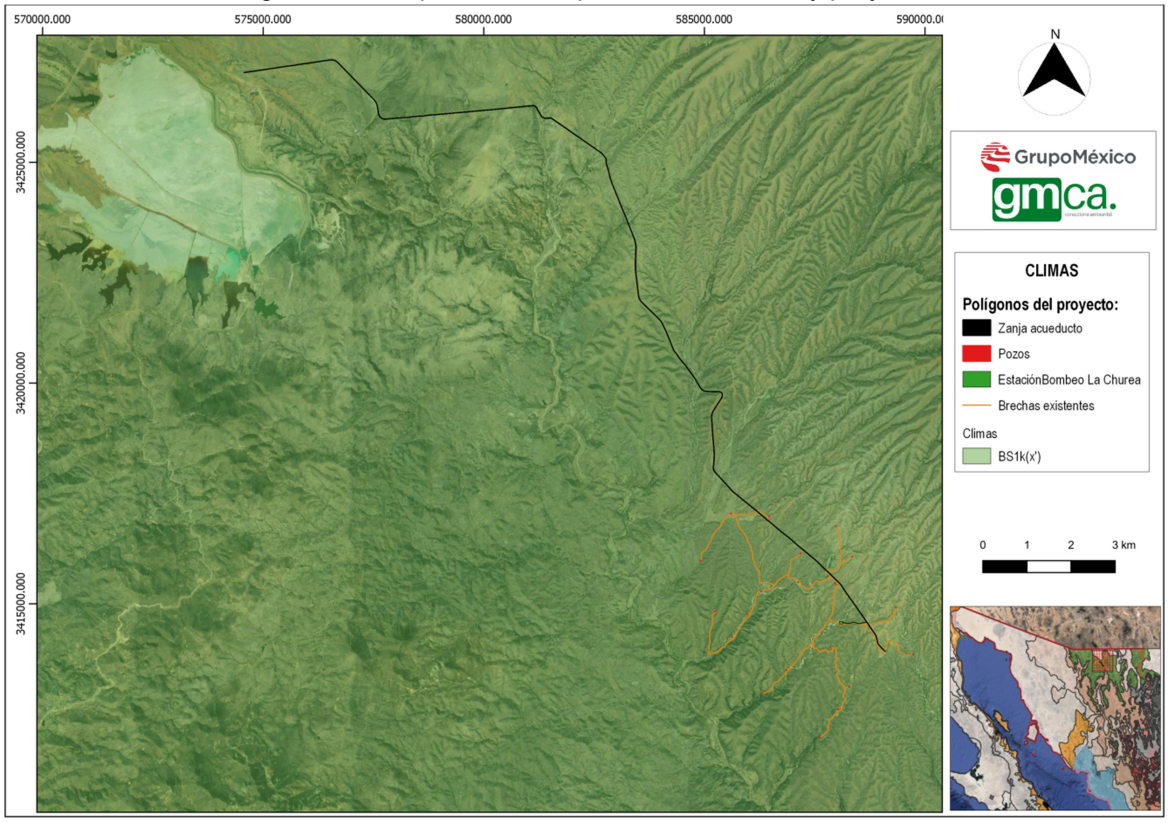
Clima presente en el SAR

De acuerdo a la clasificación de INEGI, para el SAR se identifica el sitio del proyecto ubicado en el municipio de Cananea que cuenta con un clima Semiárido, templado BS1k(x'), con una 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. Con lluvias distribuidas en todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.

La estación meteorológica de referencia para el proyecto es la 26013 llamada Cananea, en Cananea, Sonora, de acuerdo al siguiente registro de datos de 1951 al 2010. Por otra parte, los cambios anuales que presenta la precipitación son una consecuencia directa de la circulación atmosférica general.

CONSULTA PÚBLICA

Figura IV.20. Tipo de climas presentes en el SA y proyecto



Fuente: INEGI, Elaboración GM Consultoría y Proyectos de Ingeniería Ambiental.

Las masas de aire polar continental provenientes de Canadá y Estados Unidos de América, al intercambiarse con el aire cálido de las latitudes bajas y costeras y que dan lugar a heladas y eventuales nevadas en las partes más altas de las sierras que se localizan en las partes altas de Sonora.

En Cananea se presentó este 18 de Agosto de 2018 un evento inusual como fue la conformación de un tornado de tipo tromba terrestre.

Dicho tornado fue considerado de categoría 1, un tornado necesita una zona plana en donde una masa de humedad cálida enfrente a una de aire fría y seca (Luis Brit, representante del Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste).

Asimismo, refirió que Sonora, donde ocurrió este tornado, no tiene las condiciones naturales para que ocurra un evento de esta magnitud.

No se reportan ciclones en esta área que hayan impactado en el sitio de estudio.

Precipitación (máxima, mínima promedio anual y mensual

La precipitación media anual registrada en las estaciones Cananea y Buenavista, son de 510.7 y 604.8 mm.

Temperatura (máxima, mínima y promedio anual)

Las variables que componen la normal climatológica se resumen en el siguiente cuadro y presenta datos de las estaciones climatológicas que la Comisión Nacional del Agua (CNA) mantiene en operación y que se ubican en el territorio que corresponde a cada grupo climático de MHF bajo análisis, de tal forma que se obtuvo la envolvente climática, con registros continuos por series de tiempo. No se encontró registro de las velocidades máximas y promedio del viento para las estaciones cercanas de referencia.

Cuadro IV.48. Datos de estación meteorológica No. 26013

Parámetros climáticos promedio de Heroica Cananea, Sonora (1951-2010) [ocultar]

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	23.0	28.0	29.0	39.0	39.0	45.0	42.0	39.0	40.0	33.0	29.4	27.0	45.0
Temp. máx. media (°C)	14.5	16.2	17.9	22.7	26.6	31.7	30.7	29.6	27.9	24.4	18.3	14.4	22.9
Temp. media (°C)	8.5	10.0	11.4	15.5	19.3	23.9	23.9	23.4	21.4	17.8	12.4	8.7	16.4
Temp. mín. media (°C)	2.5	3.7	4.8	8.3	11.9	16.1	17.1	17.2	15.0	11.2	6.4	2.9	9.8
Temp. mín. abs. (°C)	-26.0	-8.4	-7.0	-4.4	1.0	6.0	8.0	7.0	5.0	-2.5	-5.0	-10.0	-26.0
Precipitación total (mm)	37.6	24.7	23.2	5.2	6.6	15.2	136.6	106.3	58.0	35.7	19.0	44.1	512.2
Días de precipitaciones (≥ 0.1 mm)	3.1	2.1	2.0	0.8	0.9	2.0	13.0	9.5	5.2	2.8	2.2	3.5	47.1

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Actualizado el 4 de Diciembre de 2016.

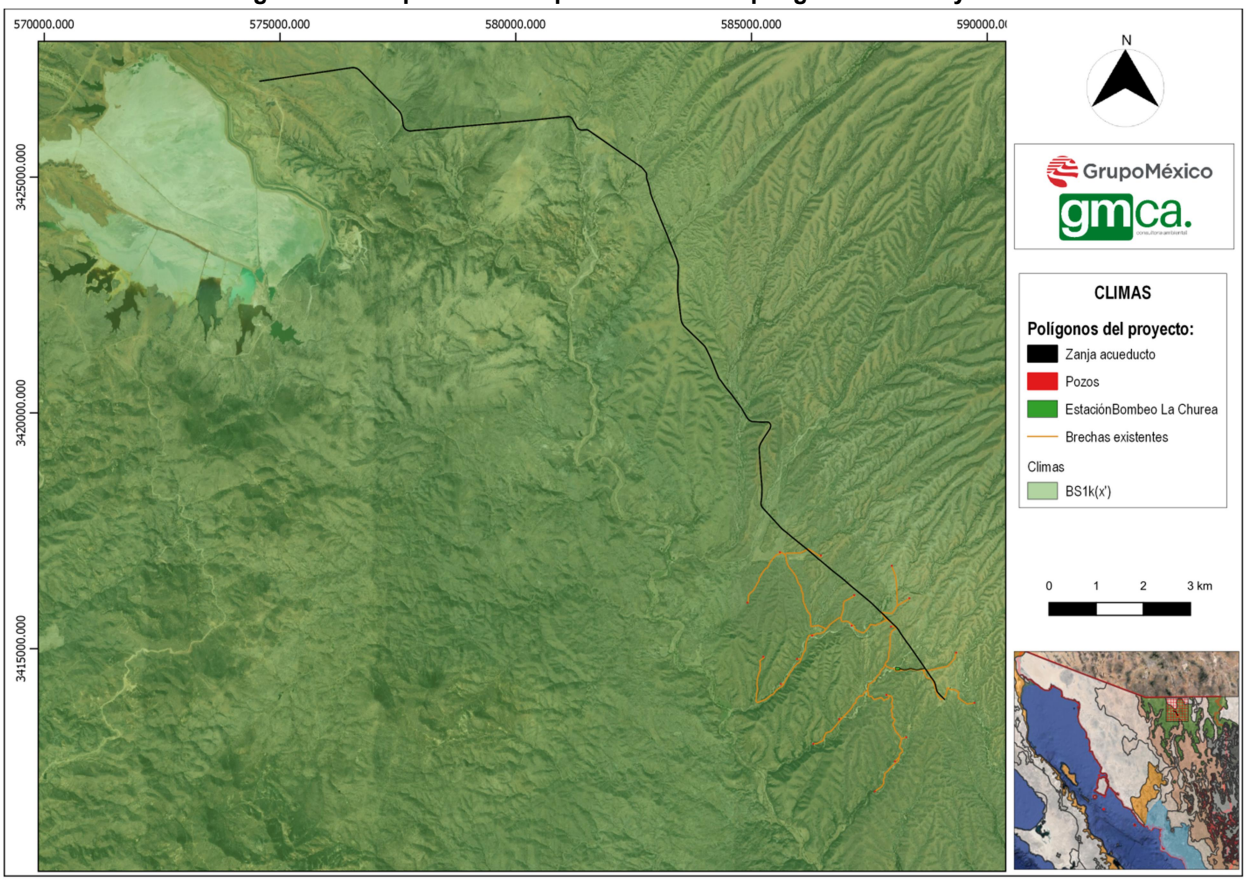
Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

ÁREA DEL PROYECTO

Analizando este apartado mediante la cartografía de INEGI, se observa que en el sitio donde se ubican los polígonos del proyecto, ubicado en el municipio de Cananea, cuenta con un clima Semiárido, templado BS1k(x'), con una 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. Con lluvias distribuidas en todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.

Lo descrito en el párrafo anterior se puede observar en la siguiente figura (Ver Figura IV.3), donde se presenta la cartografía del Tipo de Climas presentes en el sitio del proyecto.

Figura IV.21. Tipo de climas presentes en los polígonos del Proyecto



Temperatura del área del proyecto

Para la descripción y análisis del presente apartado, se consideró la información de 2 estaciones meteorológicas: La estación 26013 Cananea, ubicada en las coordenadas geográficas 30°58'48" N y 110°17'27" W, a una altitud de 1,600 msnm; y una estación que está ubicada dentro de las instalaciones de la empresa Buenavista del Cobre, localizada en las coordenadas geográficas 30°58'35.94'' N y 110°19'13.51''W, a un altitud de 1,671 msnm. El período de tiempo utilizado para este análisis comprende del año de 1951 al 2010, para la estación 26013 Cananea; y la estación de Buenavista del Cobre reporta diferentes tiempos para la captura de datos, estos tiempos se especifican para cada parámetro climático.

En el caso de precipitación se presentan datos que comprenden los años de 1950 a 2008, para la temperatura los años de 2004 a 2011 excepto los años 2008 y 2009 y para la evaporación de 1990 a 1996.

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

Cuadro IV.49. Temperaturas máximas, mínimas y medias, registradas de las estaciones meteorológicas Cananea y Buenavista

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

Precipitación y evaporación promedio mensual

La precipitación media anual registrada en las estaciones Cananea y Buenavista, son de 510.7 y 604.8 mm, respectivamente (Cuadro IV.2). Los meses más lluviosos son julio y agosto, con valores superiores de 100 mm, mientras que los meses con menor precipitación son abril y mayo.

Los datos de la evaporación son reportados solamente para la estación Buenavista, con valor promedio anual de 2,371.4 mm (considerando el promedio aritmético de las estaciones antes mencionadas) siendo los meses de mayo, junio y julio cuando se registra la mayor evaporación (Cuadro IV.3). Para la estación Cananea no se reportaron valores de evaporación. Igualmente, mientras la temperatura media mensual se incrementa, también se registran mayores valores de evaporación media mensual, con más de 300 mm en la estación Buenavista. Los meses más fríos (diciembre y enero), presentan bajos valores de evaporación, alrededor de 100 mm.

Cuadro IV.50. Precipitación mensual registrada en las estaciones Cananea y Buenavista

Estación	Precipitación (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Cananea	Máxima	130.0	105.5	77.0	39.0	38.8	66.6	230.1	159.8	124.0	152.4	105.1	190.0	510.7

	Media	45.5	28.7	24.1	6.2	7.6	17.5	123.9	89.6	56.2	46.1	22.5	42.8	
Buenavista	Máxima	239.0	131.0	136.1	258.0	46.8	123.0	259.6	253.8	156.5	284.1	199.0	244.8	604.8
	Media	46.9	39.9	27.1	18.6	11.6	24.4	129.4	130.2	55.2	39.3	29.3	52.9	
	Mínima	0.8	0.50	0.5	0.0	0.0	1.0	23.3	20.1	2.8	1.8	0.0	1.3	

Cuadro IV.51. Evaporación promedio mensual reportada por las estaciones Buenavista

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

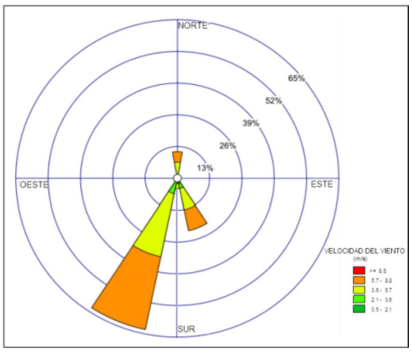
Vientos dominantes

Los datos de vientos dominantes fueron capturados solamente en la estación Buenavista para los años de 2004 a 2011 presentando direcciones preferentes del viento Suroeste-Sureste (hacia Norte) en la mayoría del año. Solamente en los meses de julio y agosto, la dirección dominante del viento es Norte (hacia Sur). Las velocidades más altas se presentan en la primavera (23.4 km/h en abril), bajando en el verano y otoño (13.2 y 13.9 km/h en agosto y octubre, respectivamente). Las direcciones y velocidades promedios de los vientos registrados se presentan en el Cuadro IV.4.

Cuadro IV.52. Vientos dominantes registrados en la estación Buenavista

Estación	**Viento**	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
Buenavista	Velocidad (m/s)	16.5	19.8	21.4	23.4	21.8	17.7	15.7	13.2	15.2	13.9	15.5	15.6
	Dirección	SO-SE	SO-SE	SO-SE	SO-SE	SO-SE	SO-SE	N	N	SO-SE	SO-SE	SO-SE	SO-SE

Figura IV.22. Distribución de frecuencia de vientos según el rango de dirección, estación Buenavista



Fenómenos climatológicos

En los polígonos del proyecto tiende a presentarse lluvia, neblina, granizo y tormentas eléctricas. Con base a registros de la estación Cananea, en el Cuadro IV.5 se presentan los datos en número de días promedio mensual. Para la estación Buenavista no se registraron los datos.

Otro fenómeno que se presenta principalmente en invierno son las heladas producidas por una disminución de la temperatura del ambiente hasta 0 grados y nevadas cubriendo con una capa de nieve el suelo, lo cual en cantidades importantes de tiempo o intensidad de las nevadas podría ser una fuente de recarga para los acuíferos cuando se deshiela. CENAPRED (2012) reporta para el Norte de la Cuenca Sonora y para la Cuenca Río San Pedro eventos moderados a altos, de heladas con 20 y hasta 100 días por año.

Cuadro IV.53. Promedio mensual de días con lluvia, niebla, granizo y tormentas que se registraron en la Estación Cananea, ubicada dentro del área del Proyecto (Registros de 1971 a 2000)

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

Fenómenos meteorológicos

De acuerdo al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), en los Indicadores Municipales de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad del Atlas Nacional de Riesgos, para el caso de todo el municipio de Cananea incluyendo el SA del área del proyecto, no se presenta ningún tipo de evento meteorológico que pudieran afectar severamente en el área del proyecto, como se puede apreciar en la siguiente Figura:



Indicadores de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad del Municipio de Santa Cruz, Son.; referencia: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)

http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/indicadores-municipales.html

Así, para el caso la de totalidad del municipio de Cananea, Sonora, donde se incluye el área del proyecto se concluye lo siguiente:

No existe riesgo de inundaciones en la zona (Valor más bajo)

Existe una tendencia a sobrellevar sequías en la región debido al clima del municipio (Valor alto)

Es poco probable la presencia de tormentas eléctricas (Valor bajo)

Existe la presencia de granizo de manera ocasional (Valor bajo)

Debido a la naturaleza climática de la zona existe la presencia frecuente de ondas cálidas (Valor alto)

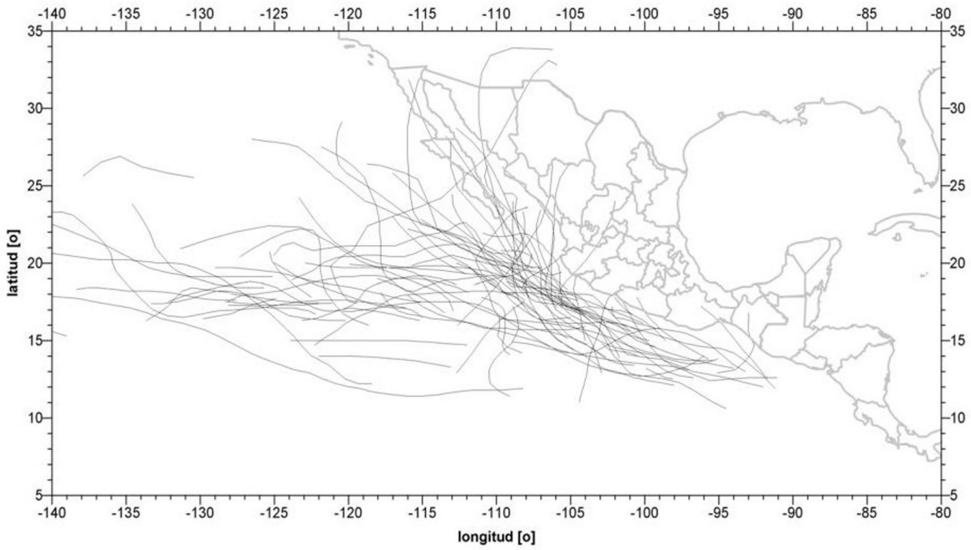
Existe muy alta probabilidad de la presencia de bajas temperaturas en el municipio (Valor más alto)

Existen riesgos de la presencia de nevadas en el municipio ya que históricamente se tiene conocimiento de eventos frecuentes de este tipo (Valor medio)

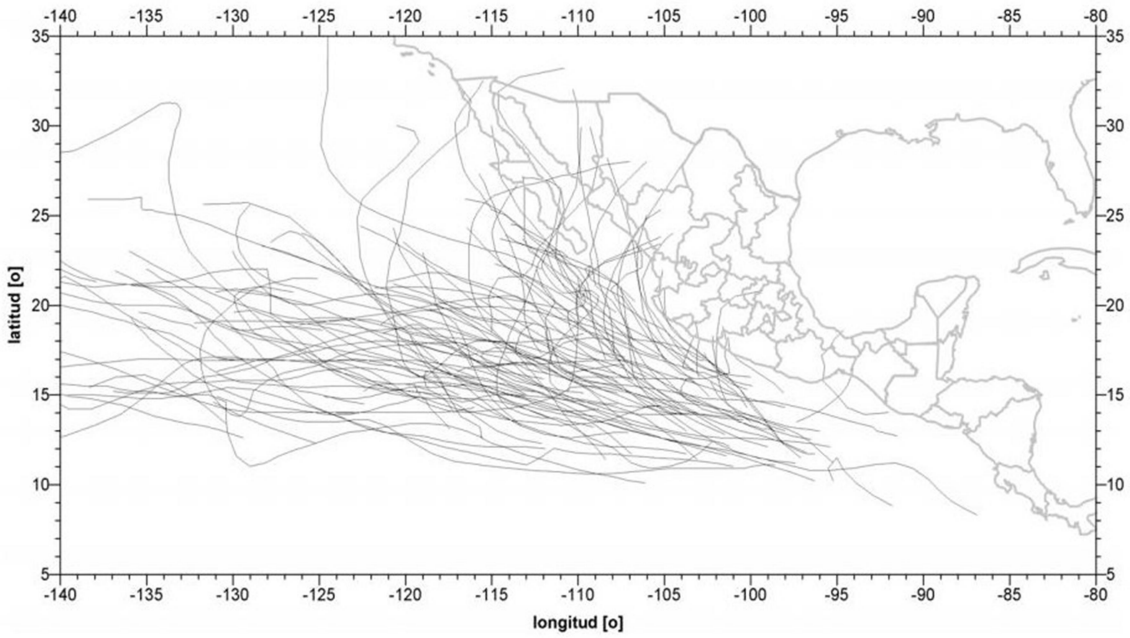
En relación a la presencia de fenómenos meteorológicos como ciclones tropicales, el área del proyecto y, en general el Estado de Sonora, históricamente se refleja como una región de poca incidencia de fuertes impactos por ese tipo de fenómenos meteorológicos. Las siguientes imágenes publicadas por el CENAPRED (2014), muestran una secuencia

histórica de la presencia de ciclones en el Pacífico mexicano y en la que se observa una escasa incidencia de esos fenómenos meteorológicos en la región de interés.

Rosengaus-Moshinsky, M., M. Jiménez-Espinosa y M.T. Vázquez-Conde. 2014. Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México. CENAPRED-IMTA. México. 106 p.

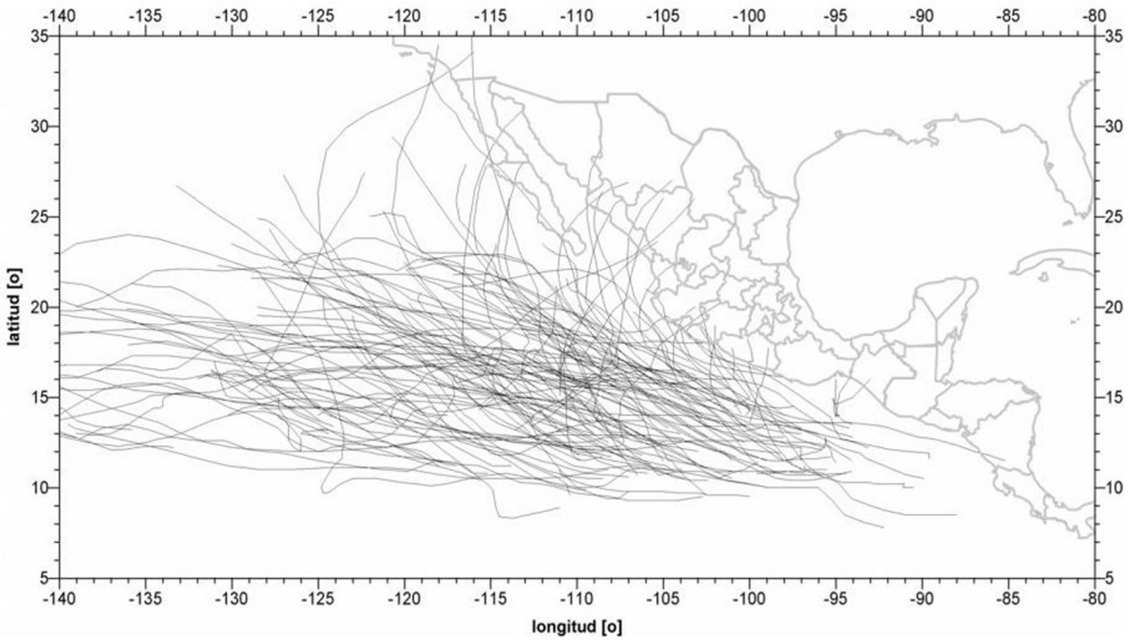


Trayectoria de los ciclones tropicales en el Océano Pacífico, período 1951-1960. Nótese la poca incidencia de esos fenómenos meteorológicos en el Estado de Sonora

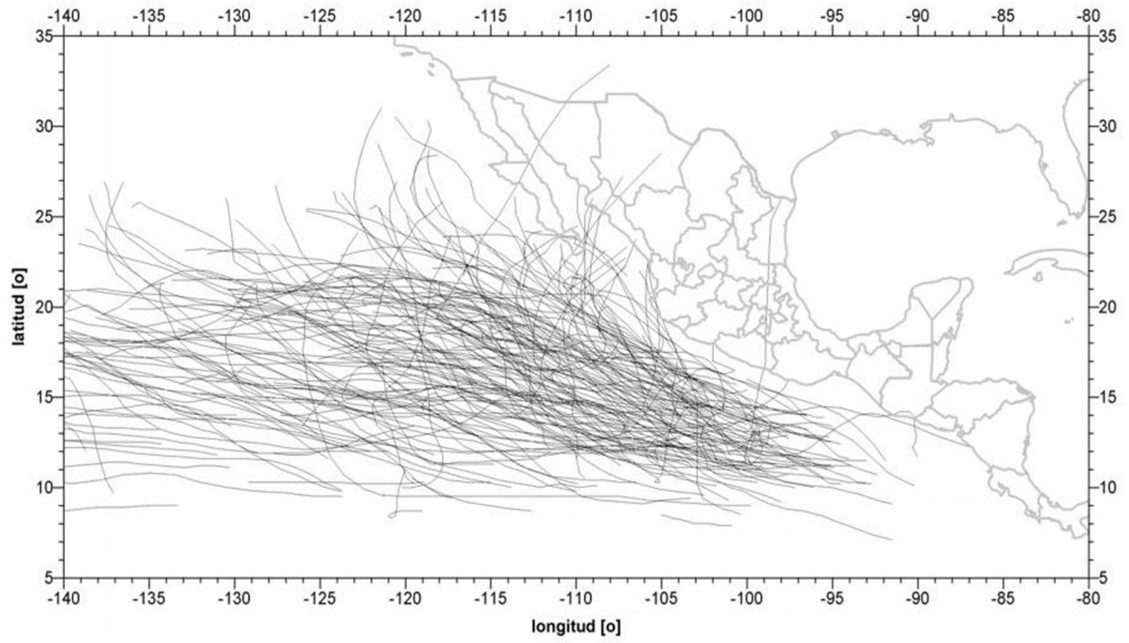


Trayectoria de los ciclones tropicales en el Océano Pacífico, período 1961-1970.

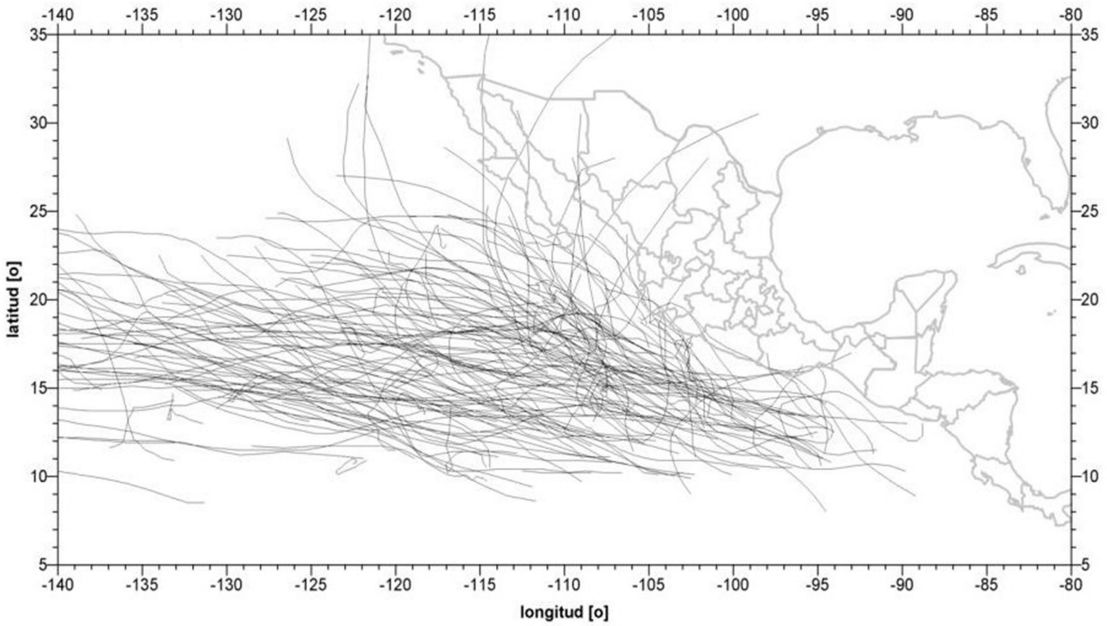
CONSULTA PÚBLICA



Trayectoria de los ciclones tropicales en el Océano Pacífico, período 1971-1980.



Trayectoria de los ciclones tropicales en el Océano Pacífico, período 1981-1990.



Trayectoria de los ciclones tropicales en el Océano Pacífico, período 1991-1900.

b) Geomorfología

<u>En el SAR</u>

De acuerdo a la carta geológica publicada por el INEGI (1999) los materiales geológicos del área comprenden dos tipos de elementos geológicos:

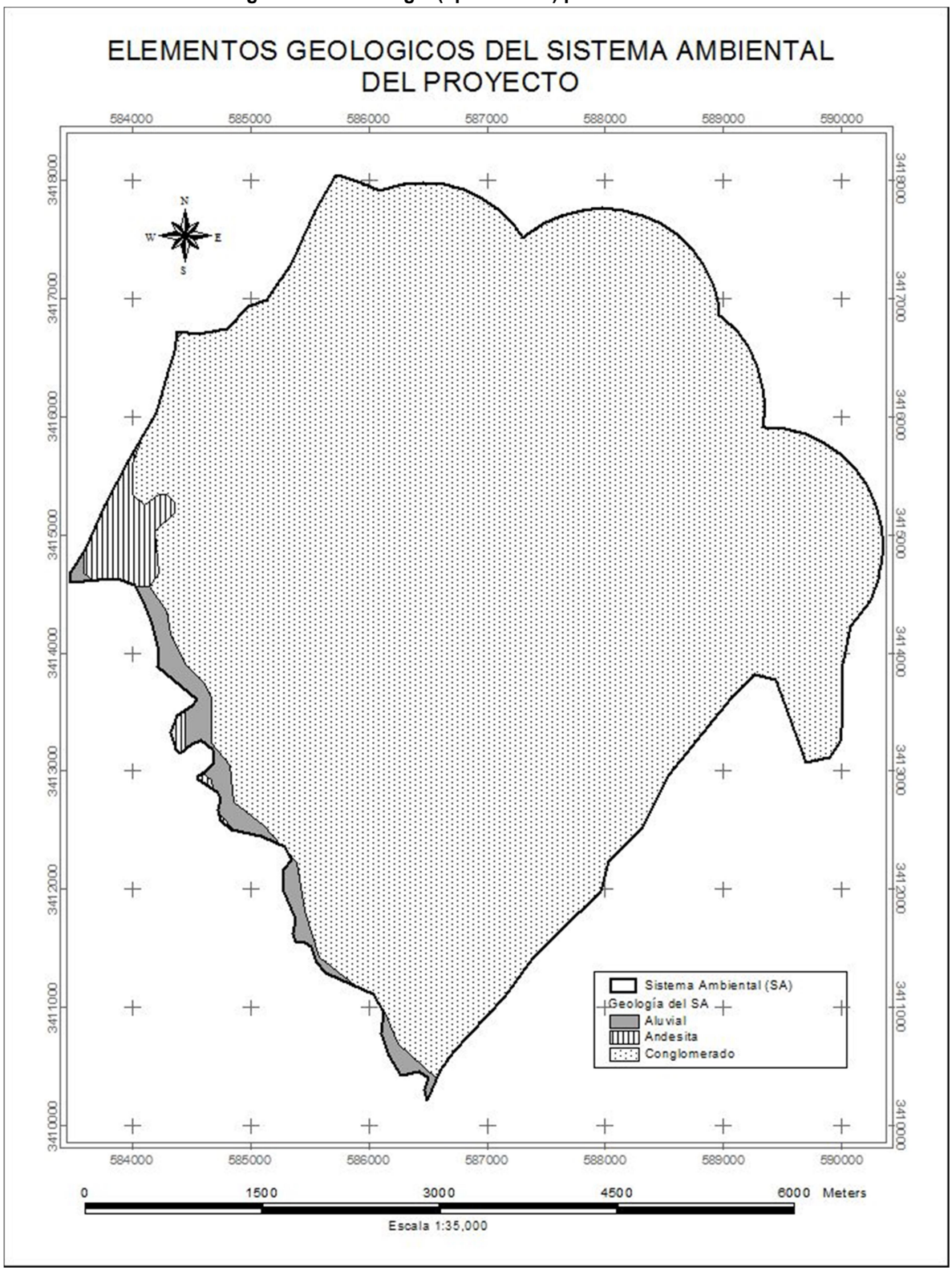
Elementos geológicos del sistema ambiental del proyecto

ENTIDAD	CLASE	TIPO	ERA	SISTEMA
Unidad Cronoestratigráfica	Roca Sedimentaria	Conglomerado	Cenozóico	Terciario
Unidad Cronoestratigráfica	Roca Ignea Extrusiva	Andesita	Cenozóico	Terciario
Suelo	N/A	Aluvial	Cenozóico	Cuaternario

INEGI. 1999. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Sonora (SIGE). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes. México. 88p.

La siguiente figura nos muestra los elementos geológicos que constituyen el SAR del proyecto:

Figura IV.23. Geología (tipo de roca) presente en el SA



Fuente: INEGI, Elaboración GM Consultoría y Proyectos de Ingeniería Ambiental.

Gran parte de la morfología obedece a patrones geológico estructurales resultantes de la tectónica compresiva y distensiva que han sufrido las rocas a lo largo de su historia geológica, de aquí que la mayoría de los cambios bruscos en la dirección de los principales ríos de la cuenca se deben a grandes estructuras geológicas (fallas y fracturas) que siguen los ríos como zonas de debilidad.

Las estructuras geológicas más sobresalientes se encuentran en las rocas paleozoicas y mesozoicas, corresponden en primer lugar a un gran alto estructural que de manera regional sobresale en todo el noroeste del estado de Sonora que está asociado a la gran intrusión batolítica cretácica que elevó toda la región situada al poniente de la provincia geológica Sierra Madre Occidental. A toda esta región donde afloran estos granitos cretácicos, asociados con rocas calizas paleozoicas, algunos autores se refieren como la "Cuenca Paleozoica de Sonora".

Material aluvial: Son suelos de materiales transportados o depositados en las planicies costeras y valles interiores. Son aluviones estratificados de textura variable. Son suelos recientes o de reciente deposición y carecen de modificaciones de los agentes externos (agua, clima, etc.). Se ubican en áreas ligeramente inclinadas o casi a nivel en las planicies costeras y valles interiores en donde el manto freático está cerca de la superficie y el drenaje por lo general es pobre. Son suelos de alta productividad permitiendo agricultura intensiva y mecanizada, aptos para toda clase de cultivos. Es factible el uso de riego.
Fuente:*http://portafolio.snet.gob.sv/digitalizacion/pdf/spa/doc00245/doc00245-seccion%20g.pdf*

Estos suelos están constituidos por aluviones depositados recientemente, con horizontes poco diferenciados, salvo formación de un horizonte A_1 y sin otra modificación del material depositado, restringiendose el término aluvión a las fracciones más finas del suelo, tales como arcillas y limo, y aplicando el término diluvium para el cado de que los depósitos se formen a partir de una acción particularmente fuerte del agua reciben, a veces, el nombre de diluvium.
Fuente: *http://www.viajes.ilunion.com/es/lema/suelo-aluvial*

Andesita: Se caracteriza por ser una roca ígnea extrusiva que por su origen asociado con volcanismo entra en el grupo de las rocas volcánicas, además, es representante de las rocas ígneas intermedias con una composición química intermedia (53 al 63% de SiO_2).

A pesar de que la andesita se considera como una roca extrusiva, también puede tener un origen intrusivo a manera de roca subvolcánica, en estructuras que se conocen como diques y también filones o sills.
Fuente: *https://geologiaweb.com/rocas/andesita/*

CONSULTA PÚBLICA

Conglomerado: Los conglomerados son todas las rocas sedimentarias de grano grueso que consisten predominantemente en clastos del tamaño de grava (> 2 mm). También se les conoce como ruditas. Estrictamente hablando, los conglomerados deben contener más del 50% de clastos de más de 2 mm de diámetro.

Los conglomerados tienen un tamaño medio dominante mayor a 2 mm, pero incluyen una amplia gama de tamaños y características de clasificación. Algunas de las rocas o clastos más grandes pueden ser del tamaño de un automóvil o una casa.

El tamaño modal es generalmente más fácil de determinar que el tamaño medio en el campo y muchos conglomerados son, de hecho, bimodales o polimodales en su distribución de tamaño de grano.

El tamaño máximo de clasto también es una buena indicación de la fuerza o velocidad del flujo. Con algunos procesos de depósito, existe una correlación positiva entre el tamaño máximo de clastos y el grosor del estrato; esto es cierto para los flujos de escombros fangosos y las inundaciones de las corrientes.

La mayoría de los otros procesos, incluido el flujo normal del río trenzado, no producen esta relación. La porosidad y la permeabilidad deposicionales son generalmente muy altas, excepto donde hay una matriz fangosa abundante. Ambos disminuyen notablemente con la compactación y la cementación.

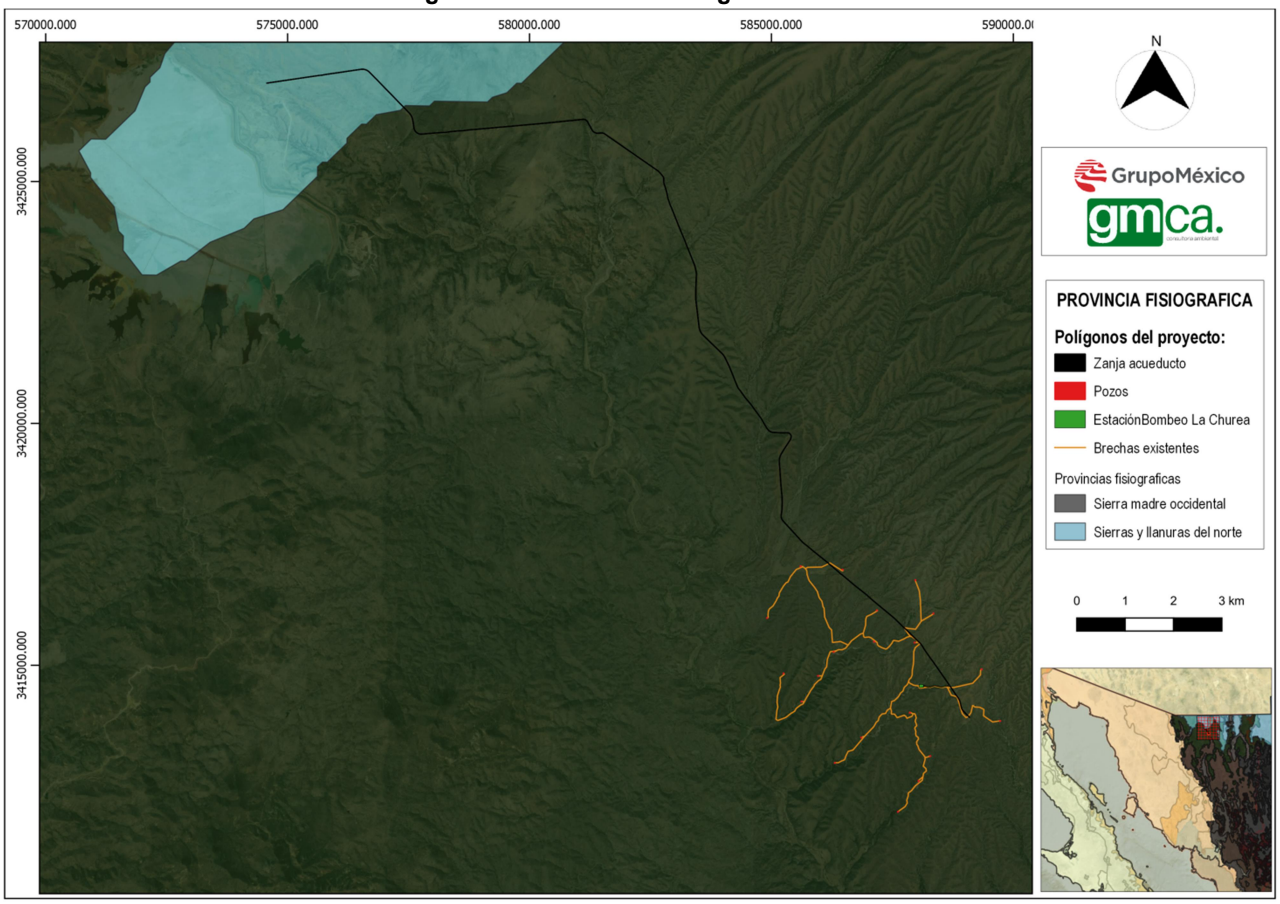
Fisiografía

Provincia fisiográfica

La Sistema Ambiental Regional se encuentra dentro de la Provincia fisiográfica denominada *"Sierra Madre Occidental"* y de *"Sierras y Llanuras del norte".*

CONSULTA PÚBLICA

Figura IV.24. Provincia fisiográfica del SA



Fuente: INEGI, Elaboración GM Consultoría y Proyectos de Ingeniería Ambiental.

Sierra Madre Occidental

Es el sistema montañoso más espacioso 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. Cubre una extensión de 289.000 km2, lo que representa la sexta parte del territorio de México.

La Sierra Madre Occidental, está separada del golfo de California por una amplia llanura costera que se ensancha hacia el desierto de Sonora (Noroeste de México). Sus montañas con una altitud media de 2,440 m y una máxima que alcanza los 3,500 m, constituyen el borde occidental de la árida altiplanicie Mexicana, integrando un vasto y elevado escarpe cortado por ríos que fluyen hacia el Oeste, como el Río Fuerte y el Río Grande de Santiago, formando profundos cañones, conocidos como barrancas, que pueden superar los 1,000 m de profundidad y rivalizan con el Gran Cañón en magnitud. Son siete las barrancas que integran la sierra; las más espectaculares son la Barranca del Cobre y la Barranca de Urique (que desciende hasta los 1879 m de altura), surcadas por grandes ríos, entre ellos el Conchos que irriga gran parte del estado de Chihuahua

La vegetación de este sistema montañoso varía con la temperatura y la humedad. Predomina un clima templado, por lo que la vegetación de las tierras altas consiste fundamentalmente en bosques de pinos y robles. En algunas laderas expuestas a fuertes vientos, por encima de la zona de pinos (sobre los 1.980 m de altitud), los bosques nublados contienen especies de enormes hojas anchas perennifolias. Como la humedad se incrementa hacia el Sur, la vegetación de las tierras bajas comprende un amplio abanico de especies, desde las desérticas del Norte hasta las tropicales del Sur.

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

Sierras y llanuras del norte

Es una provincia fisiográfica de la Región Norte de México. Junto con la Mesa del Centro y los valles centrales del Eje Neovolcánico, se consideran parte de la Altiplanicie mexicana, un término en desuso científico pero extenso uso informal.

Las Sierras y Llanuras del Norte ocupan gran parte del estado de Chihuahua, así como fragmentos de Coahuila, Durango y Sonora. Se encuentran enclavadas entre las Sierras Madre Occidental y Oriental, que se tocan en su límite meridional para dar paso, más al sur, a la Mesa del Centro. Así, la región forma cuencas endorreicas llamadas bolsones, el más famoso de los cuales es el Bolsón de Mapimí.

Debido a su ubicación en la sombra orográfica y su altitud no tan elevada (alrededor de 1,000 a 1,300 metros sobre el nivel del mar), el clima es mayormente cálido y desértico o semidesértico. Como tal, las Sierras y Llanuras del Norte se encuentran cubiertas en gran medida por matorrales y pastizales. Estos se ubican en grandes desiertos, como el de Chihuahua, que con sus 450 000 a 520 000 km² (dependiendo de la fuente e incluyendo la zona correspondiente a los Estados Unidos) es el mayor desierto de Norteamérica.

El paisaje estatal tiene sierras conformadas por rocas sedimentarias (se forman en las playas, ríos, océanos y en donde se acumulen la arena o barro). En el suroriente se encuentra el cerro El Morro con 3,710 metros sobre el nivel del mar (msnm), es la zona de mayor altitud. Se han desarrollado llanuras, siendo las más representativas el Desierto (Laguna) de Mayran y donde están asentadas las poblaciones de Piedras Negras y Nueva Rosita. En el noreste hay una serie de lomeríos de gran extensión, y al oeste un campo de dunas (montañas de arena), la zona más baja es de 200 metros y está localizada al este de la entidad.

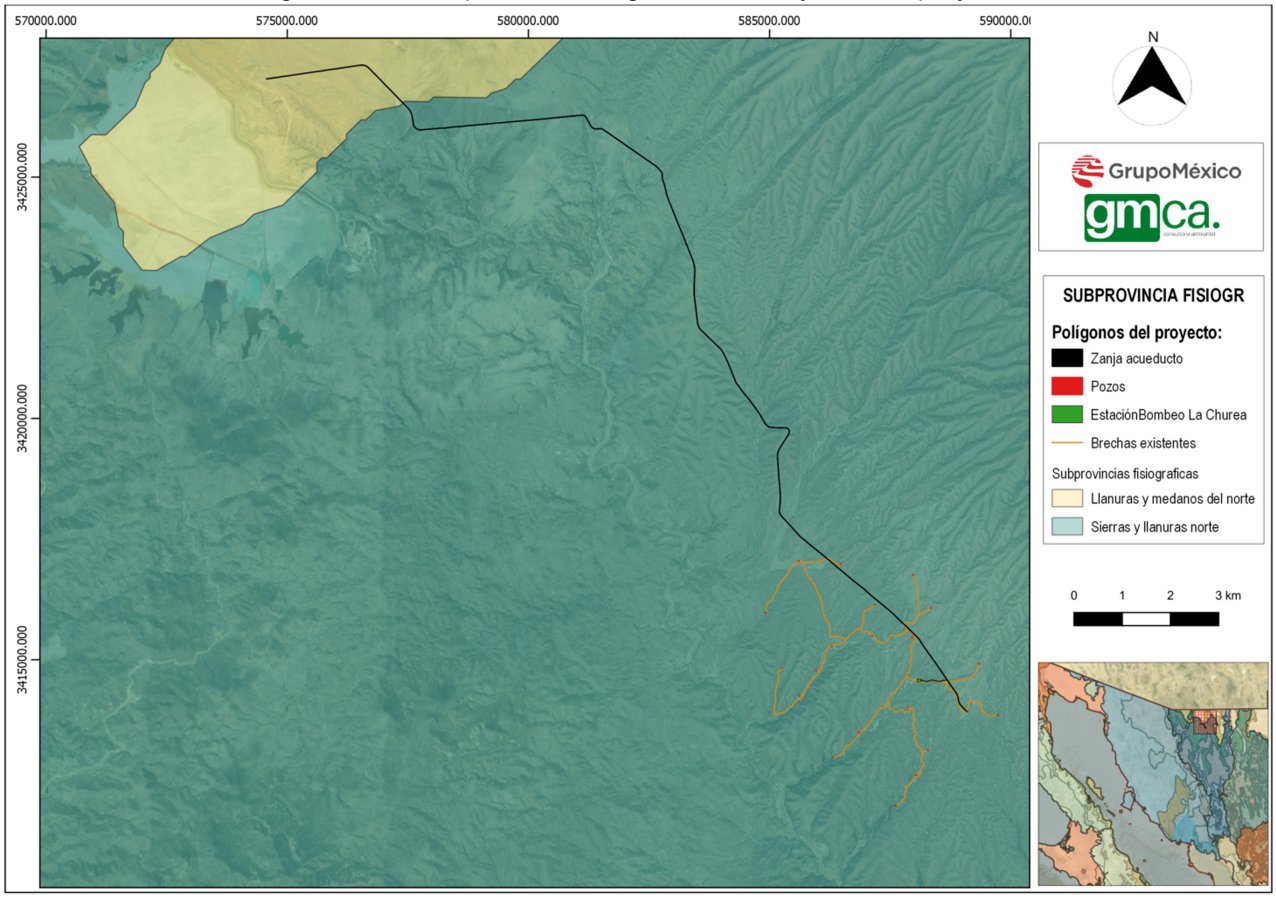
La Provincia presenta clima seco y semiseco, el 46% tiene clima Muy seco y el 5% restante registra clima Templado subhúmedo, localizado en las partes altas de las sierras del sur: San Antonio y Tampiquillo. La temperatura media anual es de 18 a 22°C. La temperatura más alta, mayor de 30°C, se presenta en los meses de mayo a agosto y la más baja en enero, que es alrededor de 4°C. Las lluvias son muy escasas, se presentan durante el verano; la precipitación total anual es alrededor de 400 mm. En la región Bolsón de Mapimí se localizan grandes áreas dedicadas a la agricultura de riego, de hecho, la Comarca Lagunera es la zona agrícola más importante de la entidad. Los principales cultivos (algodón, alfalfa y vid) son de ciclo anual y su producción se destina al comercio regional, nacional y autoconsumo. En Piedras Negras, se han registrado temperaturas máximas extremas mayores de 40°C (julio-septiembre).

Subprovincias fisiográficas

La Sistema Ambiental Regional se encuentra en su totalidad dentro de la Subprovincia fisiográfica denominada *"Sierras y llanuras del norte"* y *"Llanuras y médanos del norte".*

CONSULTA PÚBLICA

Figura IV.25. Subprovincia fisiográfica del SA y sitio del proyecto



Fuente: INEGI, Elaboración GM Consultoría y Proyectos de Ingeniería Ambiental.

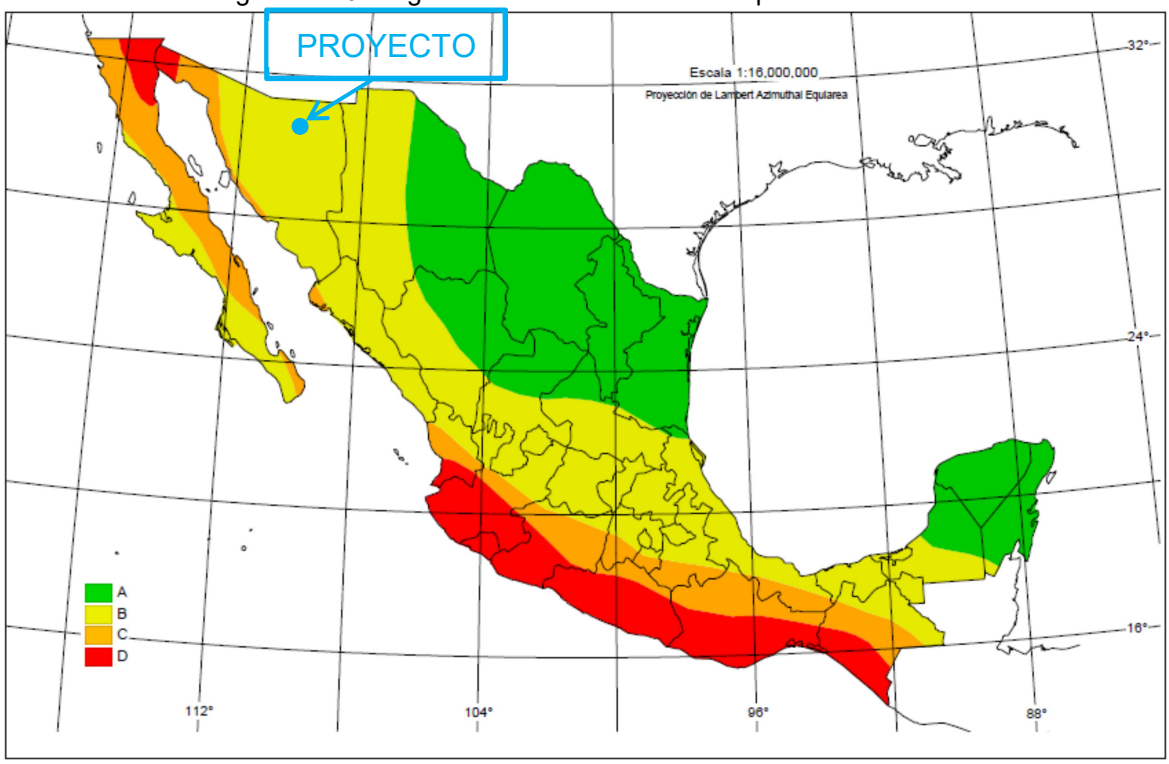
Sismicidad

Lo reportado por el National Earthquake Information Center Data de la U. S. Geological Survey, establece la cantidad de 7 eventos sísmicos en las proximidades del área de estudio. Dichos eventos son de magnitudes entre 4 y 7 en escala de Richter, incluyendo un evento de magnitud mayor a 7 sucedido en 1887 en las regiones de Agua Prieta, Colonia Morelos y Bavispe (31º N109º W). Particularmente a este movimiento sísmico se le asoció con la falla normal (45 km al Este de Agua Prieta, Sonora) de 74 km que existe a lo largo del flanco Este del Valle de San Bernardino.

Dada la proximidad que esta estructura geológica tiene con el área de estudio, es conveniente comentar que ésta continúa activa produciendo pequeños choques de fallamiento normal con fallamiento a rumbo. En los últimos años el Servicio Sismológico Nacional, registra para la región la cantidad de 5 sismos menores a 6 en la escala de

Richter. Dichos sismos pudieron estar asociados a la citada falla normal del Valle de San Bernardino (Falla Pitáycachi).

Figura IV.26. Regionalización sísmica en la república mexicana



Fuente: Servicio Sismológico Nacional

Cabe mencionar que el Servicio Sismológico Nacional en su cartografía de regionalización sísmica de la República Mexicana, ubica el predio en estudio dentro de la zona B, la cual es una zona intermedia donde se registran sismos de baja frecuencia.

Susceptibilidad a deslizamientos

a) No se contempla, el terreno donde atraviesa el proyecto, es semi plano con una pendiente 0.52%.

Derrumbes

No existe registro de derrumbes en el Sistema Ambiental, toda vez la naturaleza de las rocas que conforman el basamento del área del proyecto.

Inundaciones

Dentro del Sistema Ambiental, existe una baja susceptibilidad a inundaciones y

encharcamientos debido a que su configuración fisiográfica y topográfica propicia el flujo de escurrimientos pluviales desde las zonas altas hacia los valles y planicies a manera de escurrimientos locales, dada la topografía con presencia de pendiente del 0.52%.

Otros (Actividad volcánica)

En la parte norte, hacia el estado de Sonora se registra una región de actividad volcánica reciente (Cuaternario), localizada en el Valle de San Bernardino. Regionalmente se observa la existencia de diques de composición andesítica. Dichos diques están asociados al relajamiento de la corteza durante el proceso de apertura del Golfo de California (Terciario Medio y Superior). La evidencia geológica muestra que la actividad volcánica intensa en el Mioceno Superior, gradualmente ha venido disminuyendo hasta concentrarse en áreas localizadas como El Pinacate y el Valle de San Bernardino. Por esta razón, en Sonora, y en particular el municipio de Cananea, puede concluirse que en el predio en estudio no existe actividad volcánica reciente o activa que pudiera intervenir en el objetivo de la presente solicitud.

ÁREA DEL PROYECTO

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

El sistema de fallas y el magmatismo son consecuencia de la subducción de la placa Farallón debajo de la placa de Norteamérica y de la apertura del Golfo de California desdel Jurásico Tardío (Rodríguez-Castañeda, 2003). El conjunto de eventos forma una zona orientada Noroeste-Sureste, que se define por la yuxtaposición de rocas precámbricas, paleozoicas y jurásicas. Se reconocen rocas precámbricas en el Alto de Cananea, limitado por las fallas Los Ajos al Noreste y San Antonio al Suroeste. En el Noreste de la Falla Los Ajos se ubica la Cuenca Bisbee, donde se depositaron materiales clásticos del Cretácico pertenecientes al Grupo Bisbee (Rodríguez-Castañeda, 2003). Al Suroeste de la Falla San Antonio y al Noreste de la Megacizalla Mojave-Sonora, se localiza la Cuenca San Antonio, presentando un basamento de rocas ígneas jurásicas de arco magmático. Hacia el Sur de la Megacizalla Mojave-Sonora, el basamento está compuesto por rocas precámbricas con edades de 1,700 a 1,800 Ma (Rodríguez-Castañeda, 2003).

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 megafalla denominada Mojave-Sonora que su traza llega hasta Monterrey, uno de los precámbricos corresponde al cratón de norte América, en esta área de cratón presenta un contexto geológico complejo con unidades litológicas, que varían en edad desdel Proterozoico medio hasta el Cuaternario, representadas por rocas metamórficas intrusivas, sedimentarias y volcánicas.

En las superficies del proyecto se presentan los tipos de roca híbrida y sedimentaria, coincidiendo en la ocupación de las rocas dominantes del SA.

En el área de estudio se encuentran afloramientos de origen sedimentario e híbrida, desde las eras Cenozoica y Mesozoica, con edades de los períodos que varían del terciario y cretácico, respectivamente, hasta el Reciente. Las unidades más antiguas se localizan en la Sierra Los Ajos (al Este de las áreas del proyecto) y en el distrito minero de Cananea (en una parte occidental de las áreas del proyecto);

Gran parte de la morfología obedece a patrones geológico estructurales resultantes de la tectónica compresiva y distensiva que han sufrido las rocas a lo largo de su historia geológica, de aquí que la mayoría de los cambios bruscos en la dirección de los principales ríos de la cuenca se deben a grandes estructuras geológicas (fallas y fracturas) que siguen los ríos como zonas de debilidad.

Las estructuras geológicas más sobresalientes se encuentran en las rocas paleozoicas y mesozoicas, corresponden en primer lugar a un gran alto estructural que de manera regional sobresale en todo el noroeste del estado de Sonora que está asociado a la gran intrusión batolítica cretácica que elevó toda la región situada al poniente de la provincia geológica Sierra Madre Occidental. A toda esta región donde afloran estos granitos cretácicos, asociados con rocas calizas paleozoicas, algunos autores se refieren como la "Cuenca Paleozoica de Sonora".

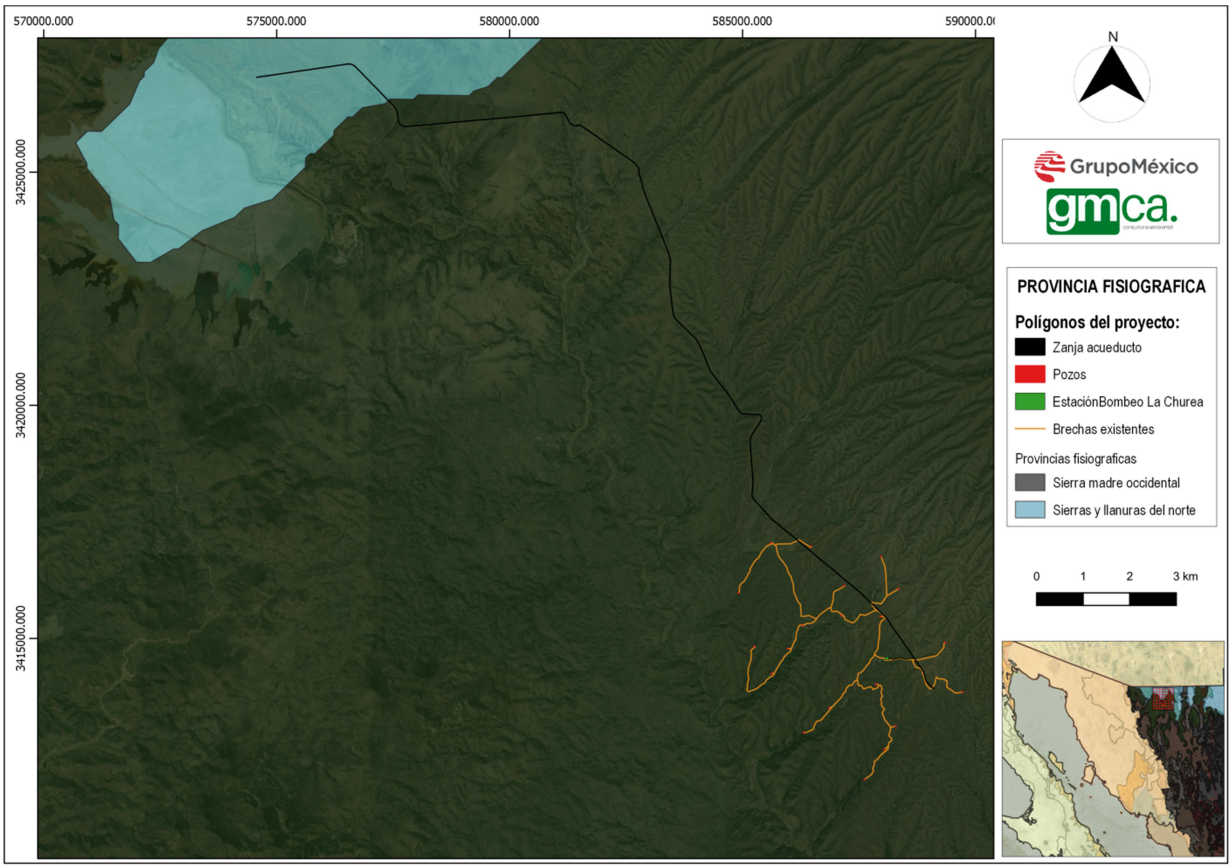
Fisiografía

Las superficies del Proyecto se localizan al norte de la Provincia Fisiográfica "Sierra Madre Occidental" y "Sierras y llanuras del norte" (Raíz, 1959; CONAGUA, 2002b). Las sierras dentro de estas Provincias quedan separadas por grandes llanuras y las cuencas son frecuentemente cuencas endorreicas, a veces salinas o presentan lagos temporales.

Provincias fisiográficas

La totalidad de las áreas de influencia del Proyecto se encuentran dentro de las Provincias fisiográficas denominadas *"Sierra Madre Occidental"* y *Sierras y llanuras del norte"* como se observa en la figura siguiente:

Figura IV.27. Provincia fisiográfica en el área de influencia del Proyecto



Sierra Madre Occidental

Las áreas de influencia del proyecto se encuentran específicamente dentro de la Provincia Fisiográfica "Sierra Madre Occidental", que caracterizada por un gran sistema montañoso formado por material volcánico y con altitudes que alcanzan 3,000 msnm, aunque estas altitudes no quedan dentro del área del proyecto. Sus particulares condiciones geológicas y climatológicas han favorecido la formación de profundos cañones, su extensión comprende parte de los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango Zacatecas, Nayarit, Aguascalientes y Jalisco con orientación Noroeste-Sureste.

Es el sistema montañoso más espacioso 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. Cubre una extensión de 289.000 km2, lo que representa la sexta parte del territorio de México.

La Sierra Madre Occidental, está separada del golfo de California por una amplia llanura costera que se ensancha hacia el desierto de Sonora (Noroeste de México). Sus

montañas con una altitud media de 2,440 m y una máxima que alcanza los 3,500 m, constituyen el borde occidental de la árida altiplanicie Mexicana, integrando un vasto y elevado escarpe cortado por ríos que fluyen hacia el Oeste, como el Río Fuerte y el Río Grande de Santiago, formando profundos cañones, conocidos como barrancas, que pueden superar los 1,000 m de profundidad y rivalizan con el Gran Cañón en magnitud. Son siete las barrancas que integran la sierra; las más espectaculares son la Barranca del Cobre y la Barranca de Urique (que desciende hasta los 1879 m de altura), surcadas por grandes ríos, entre ellos el Conchos que irriga gran parte del estado de Chihuahua

La vegetación de este sistema montañoso varía con la temperatura y la humedad. Predomina un clima templado, por lo que la vegetación de las tierras altas consiste fundamentalmente en bosques de pinos y robles. En algunas laderas expuestas a fuertes vientos, por encima de la zona de pinos (sobre los 1.980 m de altitud), los bosques nublados contienen especies de enormes hojas anchas perennifolias. Como la humedad se incrementa hacia el Sur, la vegetación de las tierras bajas comprende un amplio abanico de especies, desde las desérticas del Norte hasta las tropicales del Sur.

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

La Provincia "Sierra Madre Occidental" está dividida en varias Subprovincias, de las cuales la porción meridional del sitio del Proyecto se encuentra en la Subprovincia "Sierras y Valles del Norte".

Sierras y llanuras del norte

Es una provincia fisiográfica de la Región Norte de México. Junto con la Mesa del Centro y los valles centrales del Eje Neovolcánico, se consideran parte de la Altiplanicie mexicana, un término en desuso científico pero extenso uso informal.

Las Sierras y Llanuras del Norte ocupan gran parte del estado de Chihuahua, así como fragmentos de Coahuila, Durango y Sonora. Se encuentran enclavadas entre las Sierras Madre Occidental y Oriental, que se tocan en su límite meridional para dar paso, más al sur, a la Mesa del Centro. Así, la región forma cuencas endorreicas llamadas bolsones, el más famoso de los cuales es el Bolsón de Mapimí.

Debido a su ubicación en la sombra orográfica y su altitud no tan elevada (alrededor de 1,000 a 1,300 metros sobre el nivel del mar), el clima es mayormente cálido y desértico o semidesértico. Como tal, las Sierras y Llanuras del Norte se encuentran cubiertas en gran medida por matorrales y pastizales. Estos se ubican en grandes desiertos, como el de

Chihuahua, que con sus 450 000 a 520 000 km² (dependiendo de la fuente e incluyendo la zona correspondiente a los Estados Unidos) es el mayor desierto de Norteamérica.

El paisaje estatal tiene sierras conformadas por rocas sedimentarias (se forman en las playas, ríos, océanos y en donde se acumulen la arena o barro). En el suroriente se encuentra el cerro El Morro con 3,710 metros sobre el nivel del mar (msnm), es la zona de mayor altitud. Se han desarrollado llanuras, siendo las más representativas el Desierto (Laguna) de Mayran y donde están asentadas las poblaciones de Piedras Negras y Nueva Rosita. En el noreste hay una serie de lomeríos de gran extensión, y al oeste un campo de dunas (montañas de arena), la zona más baja es de 200 metros y está localizada al este de la entidad.

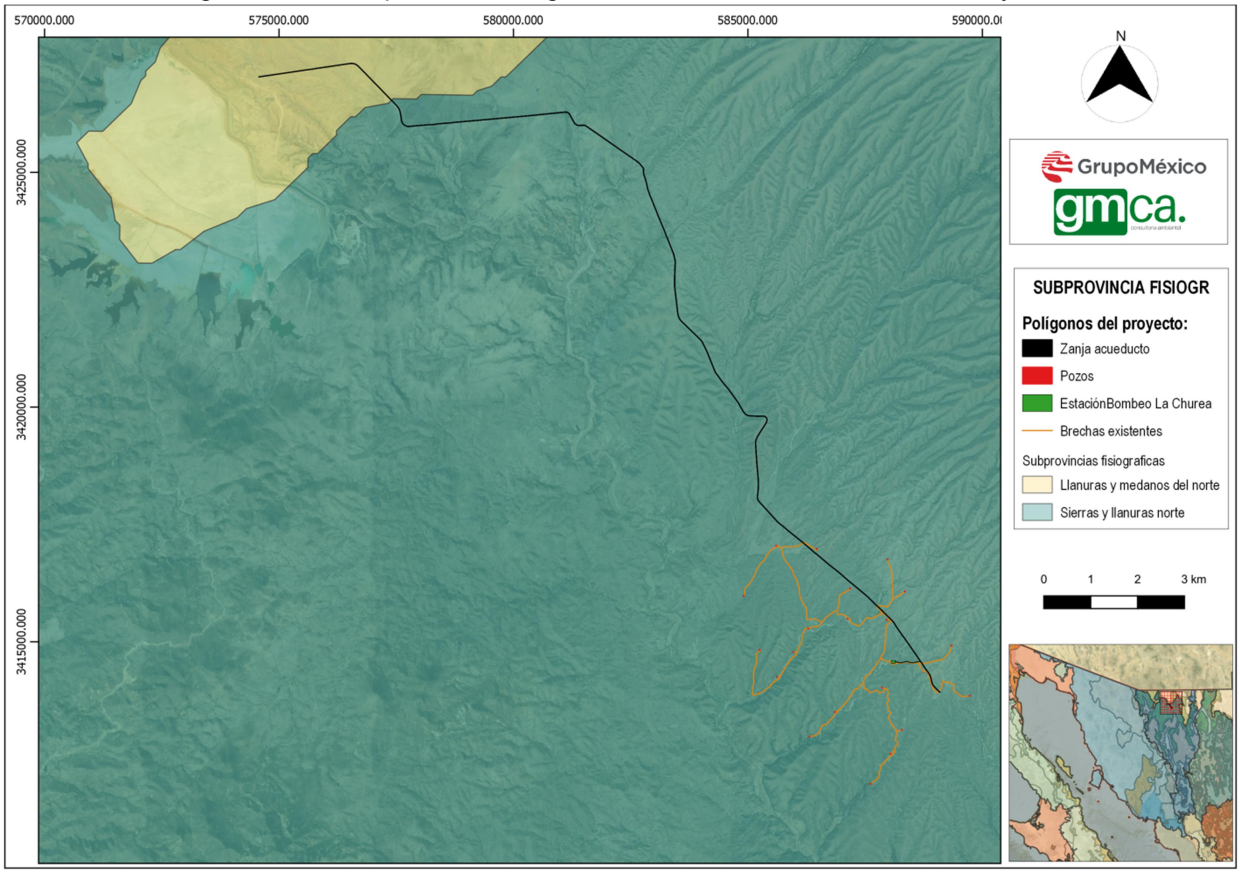
La Provincia presenta clima seco y semiseco, el 46% tiene clima Muy seco y el 5% restante registra clima Templado subhúmedo, localizado en las partes altas de las sierras del sur: San Antonio y Tampiquillo. La temperatura media anual es de 18 a 22°C. La temperatura más alta, mayor de 30°C, se presenta en los meses de mayo a agosto y la más baja en enero, que es alrededor de 4°C. Las lluvias son muy escasas, se presentan durante el verano; la precipitación total anual es alrededor de 400 mm. En la región Bolsón de Mapimí se localizan grandes áreas dedicadas a la agricultura de riego, de hecho, la Comarca Lagunera es la zona agrícola más importante de la entidad. Los principales cultivos (algodón, alfalfa y vid) son de ciclo anual y su producción se destina al comercio regional, nacional y autoconsumo. En Piedras Negras, se han registrado temperaturas máximas extremas mayores de 40°C (julio-septiembre).

Subprovincias fisiográficas

Las áreas de influencia del proyecto se encuentran en su totalidad dentro de las Subprovincias fisiográficas denominadas *"Sierras y llanuras del norte"* y *"llanuras y médanos del norte".*

CONSULTA PÚBLICA

Figura IV.28. Subprovincia fisiográfica en el área de influencia del Proyecto



Fuente: INEGI, Elaboración GM Consultoría y Proyectos de Ingeniería Ambiental.

Sierras y llanuras del norte

Esta Subprovincia está caracterizada por sierras separadas por amplios valles paralelos con orientación Norte-Sur. Las estructuras más altas en la región están caracterizadas por las Sierras de Los Ajos, El Manzanal, La Elenita y La Mariquita. Se nota un decrecimiento en las altitudes del Norte hacia el Sur, donde la Sierra Los Ajos, al Este de Cananea, alcanza una altitud con 2,620 msnm. Al Norte de Mazocahui, gran parte de las elevaciones exceden los 1,000 msnm, mientras que al Sur de esta población la mayoría de las elevaciones quedan por debajo de esta altitud. El sitio del Proyecto forma parte de la Subprovincia "Llanuras y Médanos del Norte", perteneciente a la Provincia Fisiográfica "Sierras y Llanuras del Norte". Esta Subprovincia está caracterizada por extensos valles aluviales intercalados con algunas sierras con depósitos de rocas sedimentarias (principalmente conglomerados), y pequeños afloramientos de rocas ígneas intrusivas ácidas.

Llanuras y médanos del norte

Esta subprovincia en Sonora abarca los municipios de Imuris, Agua Prieta, Bavispe, Cananea, Fronteras, Fronteras, Naco, Nacozari de Garcia, Nogales, Santa Cruz; y en Chihuahua abarca los municipios de Ahumada, Ascensión, Buenaventura, Casas Grandes, Chihuahua, Coyame del Sotol, Galeana, Guadalupe, Ignacio Zaragoza, Janos, Juárez, Nuevo Casas Grandes.

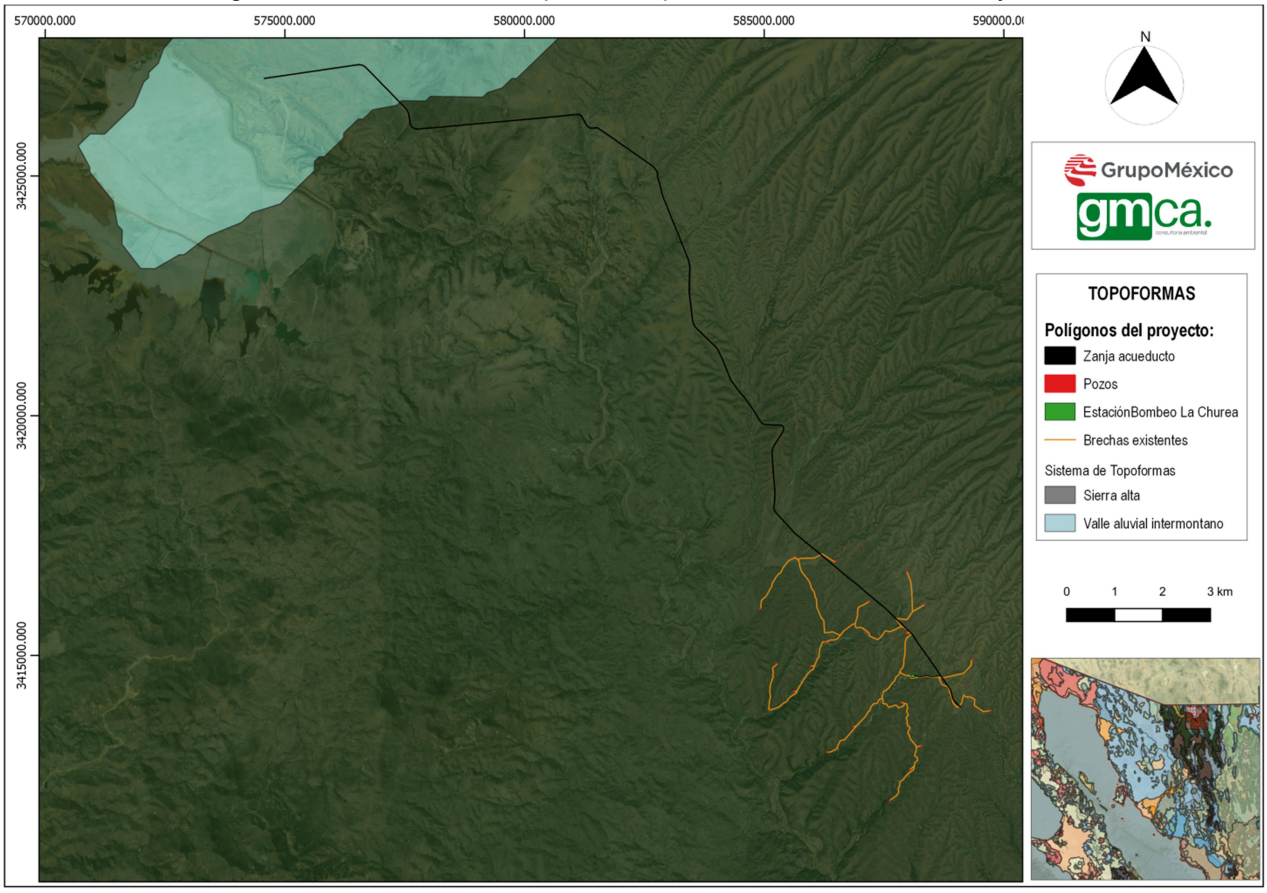
La subprovincia está formada por extensos valles aluviales entre los cuales se intercalan algunas sierras; asimismo, en el límite con Chihuahua se localiza un sistema de topoformas denominado bajada.

Sistema de topoformas y condiciones del relieve

El relieve del terreno en el área de influencia del Proyecto, posee dos grupos de topoformas, los cuales son en su mayoría Sierra Alta (93%) y en menor cantidad Valle aluvial intermontano (7%), como se observa en la siguiente figura:

CONSULTA PÚBLICA

Figura IV.29. Sistemas de topoformas presentes en el área del Proyecto



Valle intermontano

Un valle es una depresión alargada e inclinada hacia el mar o cuenca endorreica generalmente ocupada por un río. Cuando la depresión está conformada por material "fragmentario no consolidado, transportado y depositado por corrientes de agua" y se encuentra entre dos cadenas montañosas (Sierra Alta), se denomina valle intermontano. Consiste en terrenos con pendientes suaves, suelos de profundidad variable y asociados a sistemas fluviales.

Sierra Alta

Son montañas de diversos tipos de suelo en los cuales se pueden dividir las cuencas, subcuencas y microcuencas, siendo utilizados en su mayoría como "parte aguas". En este caso, la Sierra Alta de Sonora abarca la mayoría del este de Sonora.

Pendiente media y porcentajes mínimos y máximos

A partir de la verificación de las curvas de nivel de las cartas topográficas de INEGI que interceptan el proyecto se revisaron las elevaciones máximas y mínimas verificando así que la posición del trazo con respecto a las elevaciones y distancias del mismo se encuentre georeferenciado con respecto a las imágenes del software Google Earth, donde con las herramientas del submenú "Mostrando Perfil delevación", se logró obtener una simulación del eje, obteniendo los datos de totales de Rangos del perfil. La información obtenida fue la siguiente:



El proyecto tiene un rango de elevaciones de acuerdo al gráfico de mínimo 1,321 msnm y máximo 1,443 msnm, siento una diferencia de 122 metros a lo largo de aproximadamente 23.3 kilómetros.

Mencionado lo anterior, se concluye que la pendiente principal del proyecto es de 0.52%.

Componentes relevantes que favorecen el proceso de degradación y pérdida de suelo

Al ser un terreno donde se presenta pastizal inducido y natural, los componentes que pueden resultar relevantes al proceso de degradación y pérdida de suelo, es la escasa cobertura natural, así como suelos primarios presentes en el área de influencia del Proyecto, siendo suelos susceptibles a la erosión por ser suelos pedregosos, suelos someros, sin desarrollo del perfil.

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

a) Susceptibilidad a deslizamientos: No se contempla, el terreno donde atraviesa el proyecto, es semi plano con una pendiente 0.52%.

b) Derrumbes: No existe registro de derrumbes en el área del Proyecto toda vez la naturaleza de las rocas que conforman el basamento del área del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

c) Inundaciones: El área del Proyecto no es susceptible a inundaciones y encharcamientos debido a que su configuración fisiográfica y topográfica propicia el flujo de escurrimientos pluviales desde las zonas altas hacia los valles y planicies a manera de escurrimientos locales, dada la topografía con presencia de pendiente del 0.52%.

d) Otros (Actividad volcánica): En la parte norte, hacia el estado de Sonora se registra una región de actividad volcánica reciente (Cuaternario), localizada en el Valle de San Bernardino. Regionalmente se observa la existencia de diques de composición andesítica. Dichos diques están asociados al relajamiento de la corteza durante el proceso de apertura del Golfo de California (Terciario Medio y Superior). La evidencia geológica muestra que la actividad volcánica intensa en el Mioceno Superior, gradualmente ha venido disminuyendo hasta concentrarse en áreas localizadas como El Pinacate y el Valle de San Bernardino. Por esta razón, en Sonora, y en particular el municipio de Cananea, puede concluirse que en el predio en estudio no existe actividad volcánica reciente o activa que pudiera intervenir en el objetivo de la presente solicitud.

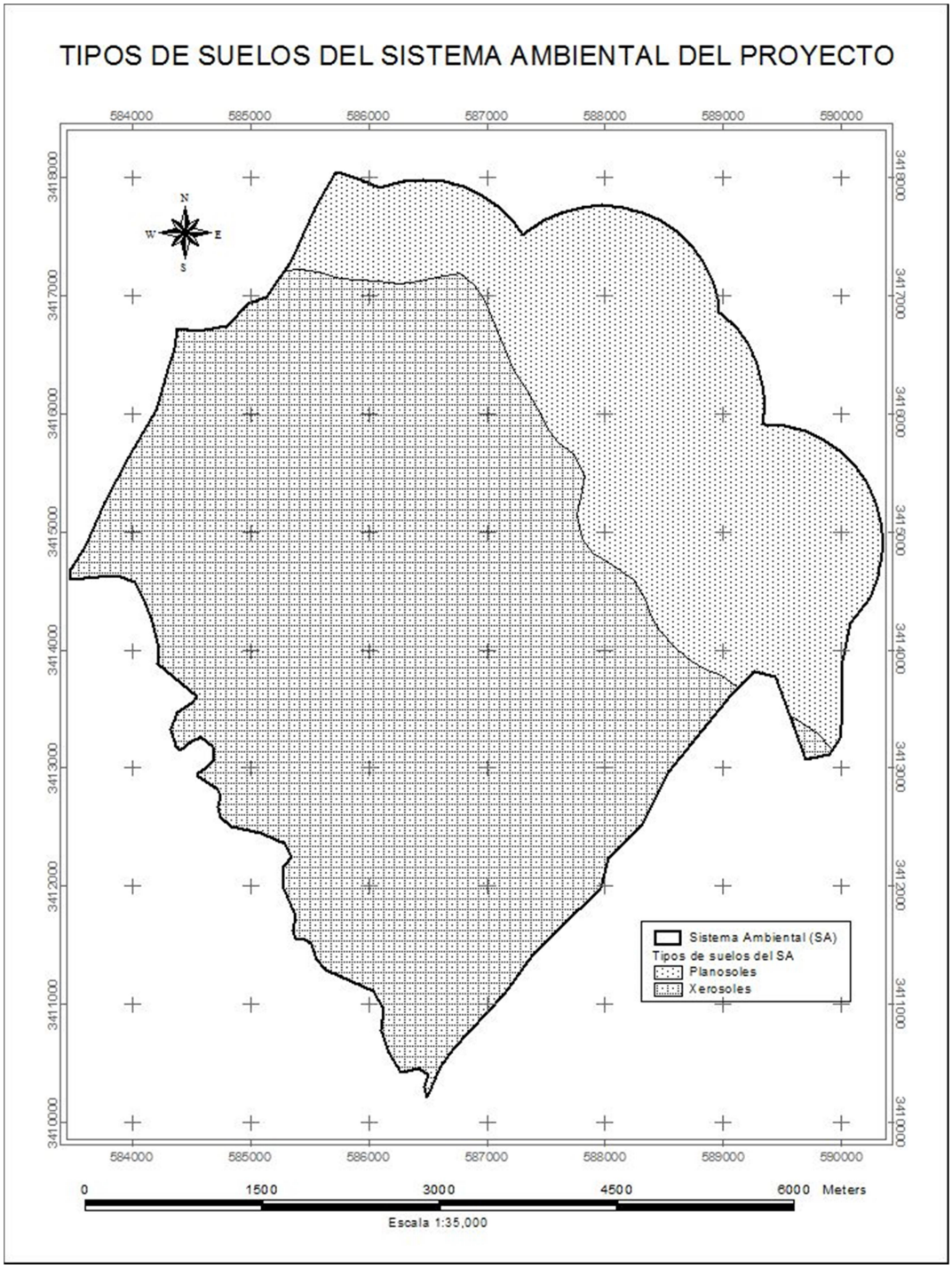
c) Suelos

SA (MHF)

Suelos

De acuerdo a la clasificación de los suelos realizada por el INEGI para el Estado de Sonora (carta edafológica escala 1:250,000), en el área del proyecto existen dos tipos de suelos: Planosoles y Xerosoles (INEGI, 1999).

CONSULTA PÚBLICA



Tipos de suelos presentes en el sistema ambiental del proyecto

CONSULTA PÚBLICA

Planosoles

Provienen del latín planus, plano. Los Planosoles son suelos con un horizonte superficial de color claro que muestra signos de estancamiento de agua periódico y suprayace abruptamente un subsuelo denso, lentamente permeable con significativo incremento de arcilla respecto del horizonte superficial. Son suelos con un horizonte superficial de textura gruesa abruptamente sobre un subsuelo denso y de textura más fina, típicamente en tierras planas estacionalmente anegadas.

Material parental: Principalmente depósitos aluviales y coluviales arcillosos.

Ambiente: Estacionalmente o periódicamente saturados, áreas planas (plateau), principalmente en regiones subtropicales y templadas, semiáridas y subhúmedas con vegetación de bosque liviano o pastos.

Desarrollo del perfil: La estratificación geológica o pedogénesis (destrucción y/o remoción de arcilla), o ambos, ha producido un suelo superficial de color claro, textura relativamente gruesa, abruptamente por encima de un subsuelo de textura más fina; la percolación de agua descendente impedida causa condiciones reductoras temporarias con un patrón de color stágnico, por lo menos cerca del cambio textural abrupto.

Los Planosoles de zona templada tienen principalmente pastos o cultivos arables. Los rendimientos son modestos aún en suelos drenados y aflojados en profundidad. El desarrollo de raíces en Planosoles naturales no modificados está severamente dificultado por la deficiencia de oxígeno en los períodos húmedos, el subsuelo denso y, en algunos lugares, por niveles tóxicos de Al en la zona de raíces. La baja conductividad hidráulica del denso suelo subsuperficial hace necesario el espaciamiento estrecho de drenes. La modificación de la superficie tal como surco y camellón puede disminuir la pérdida de rendimientos por anegamiento.

Xerosoles

Estos suelos son característicos de zonas áridas y ocupan en conjunto 20.10% de la superficie estatal (36,301.0 km2). Tienen una capa superficial llamada horizonte A ócrico, de colores claros (pardo, pardo rojizo y pardo claro), cuyo porcentaje de materia orgánica es bajo y muy bajo (de 1.2 a 1.5). Además en ellos se efectúa un proceso de acumulación de arcillas en las capas subsuperficiales, dando origen a un horizonte B, que cuando el contenido de dicho material es mínimo es denominado B cámbico, pero al incrementarse ese contenido recibe el nombre de B argílico. En algunos casos se encuentran acumulaciones de carbonatos de calcio o cristales de yeso. En general son moderadamente alcalinos, con pH entre 7.9 y 8.3, pero en los suelos que presentan fase salina, sódica o salina-sódica el pH sube de 8.4 hasta 9.3. Las texturas de estos suelos son de migajones arenosos en la superficie y de

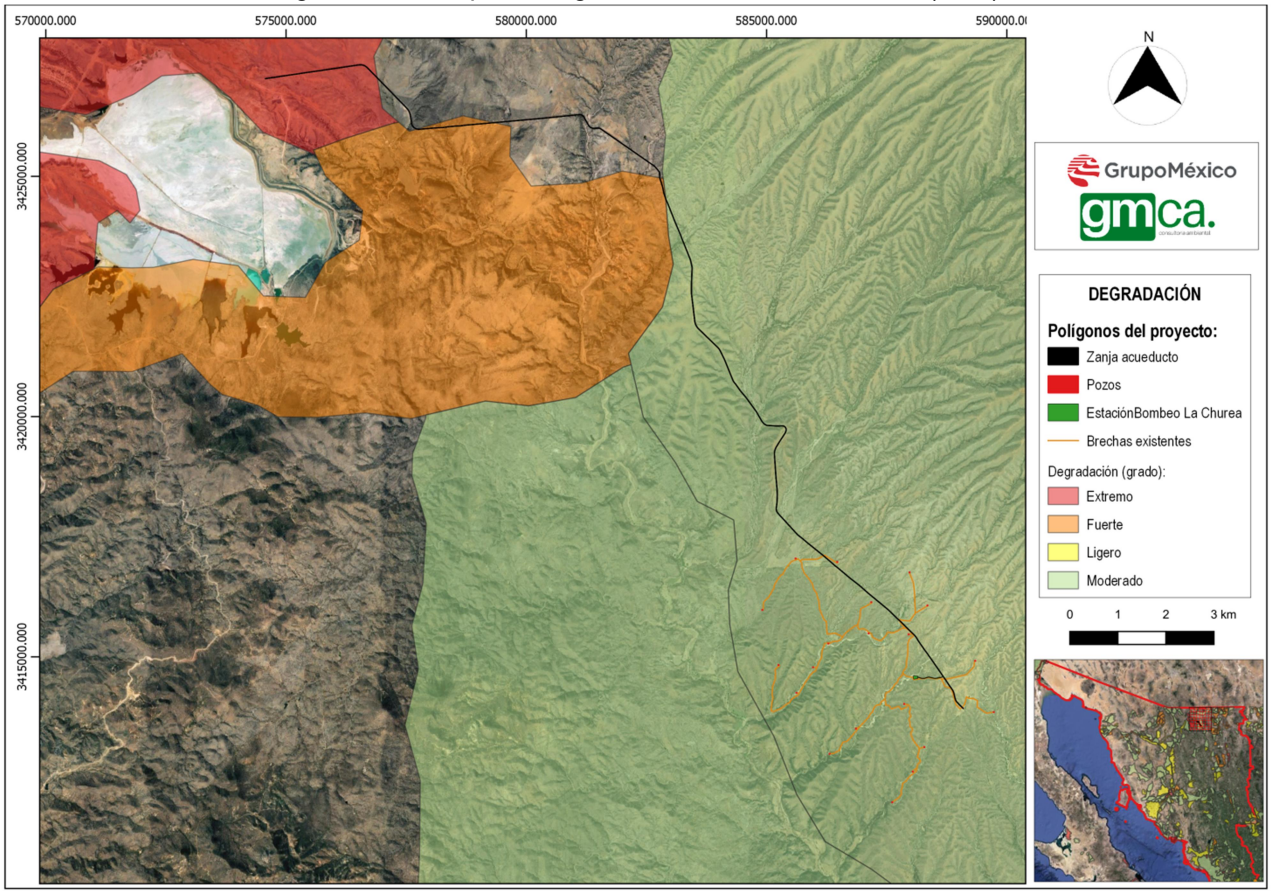
migajones arcillosos o arcillas en los horizontes subsuperficiales, por lo que su potencial para adsorber iones (CICT) va de moderada a alta (de 13.8 a 31.8 meq/100 g). La saturación de bases es mayor de 50%, predominando el calcio sobre el potasio. Su fertilidad es alta cuando se dispone de agua para riego.

Estado de conservación del suelo

Se entiende por erosión eólica el proceso de disgregación, remoción y transporte de las partículas del suelo por la acción del viento. Es la remoción del suelo por acción del viento; es mayor a medida que disminuye la cubierta vegetal, por haber menor resistencia para que se inicie el movimiento. En el área de estudio, la cubierta de suelo está afectada tanto por fuerzas hídricas como eólicas. Con base en lo reportado por De la O, et al, (2009) la pérdida de suelo por erosión es más significativa por el efecto hídrico que el eólico. Si bien estos valores no son del área del SA (CHF), en áreas de suelo normal la erosión hídrica alcanza valores tan altos como 355 ton/ha/año. Eólicamente se tiene un deterioro de 5.5 ton/ha.año para suelos normales como máximo. El caso particular de la erosión hídrica se considera severo por estar por arriba de las 200 ton/ha.año con base en lo establecido por el INE-SEMARNAT y Universidad Autónoma Chapingo (2007).

CONSULTA PÚBLICA

Figura IV.30. Mapa de degradación de suelos en el SA (CHF)



Como se observa en la Figura anterior, en el Sistema Ambiental Regional se presentan tres tipos de degradación de suelo, *grado extremo* y *grado fuerte* y *grado ligero*, que a continuación se describen:

Degradación Extrema

Se tiene degradación física por pérdida de la función productiva, esto debido a la urbanización que se encuentra en el sitio, por diversas actividades económicas que se instalan en el lugar.

Degradación Fuerte

Se tiene erosión eólica con pérdida de suelo superficial por la acción del viento, misma que se ha sido afectada por el sobrepastoreo y/o sobreexplotación de la vegetación para que tenga un uso doméstico.

Degradación ligera

Se tiene una ligera degradación física por pérdida de suelos, misma que se ha sido afectada por el sobrepastoreo y/o sobreexplotación de la vegetación para que tenga un uso doméstico

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

Martínez y Fernández (1983) determinaron la erosión en el país con base en la relación entre la producción de sedimentos el área de drenaje de las diferentes subregiones hidrológicas. De acuerdo a esto, el proyecto se encuentra ubicado en la Subregión 9, en la que la erosión de los suelos se ubica entre 2 y 3 ton/ha/año, la cual se considera como una erosión leve. Los procesos erosivos que ocurren de manera natural son mayormente de tipo eólica, dada la topografía. De esta manera, en la valoración de erosión del suelo para el proyecto, se considera una degradación baja, donde la erosión actual del proyecto resulta un equivalente de 45.37 ton/ha, en el supuesto de no llevar a cabo medidas de retención de suelos que se proponen en la presente solicitud.

El proceso de degradación de la vegetación se produce cuando se altera la cubierta vegetal original sin llegar a su total remoción, permaneciendo sólo ciertas especies o comunidades vegetales. Este proceso, si bien no tiene un impacto tan alto como la pérdida total, produce cambios que alteran la estructura de los ecosistemas y con ella los bienes y servicios que la vegetación, en particular, y la cuenca, en general, ofrecen.

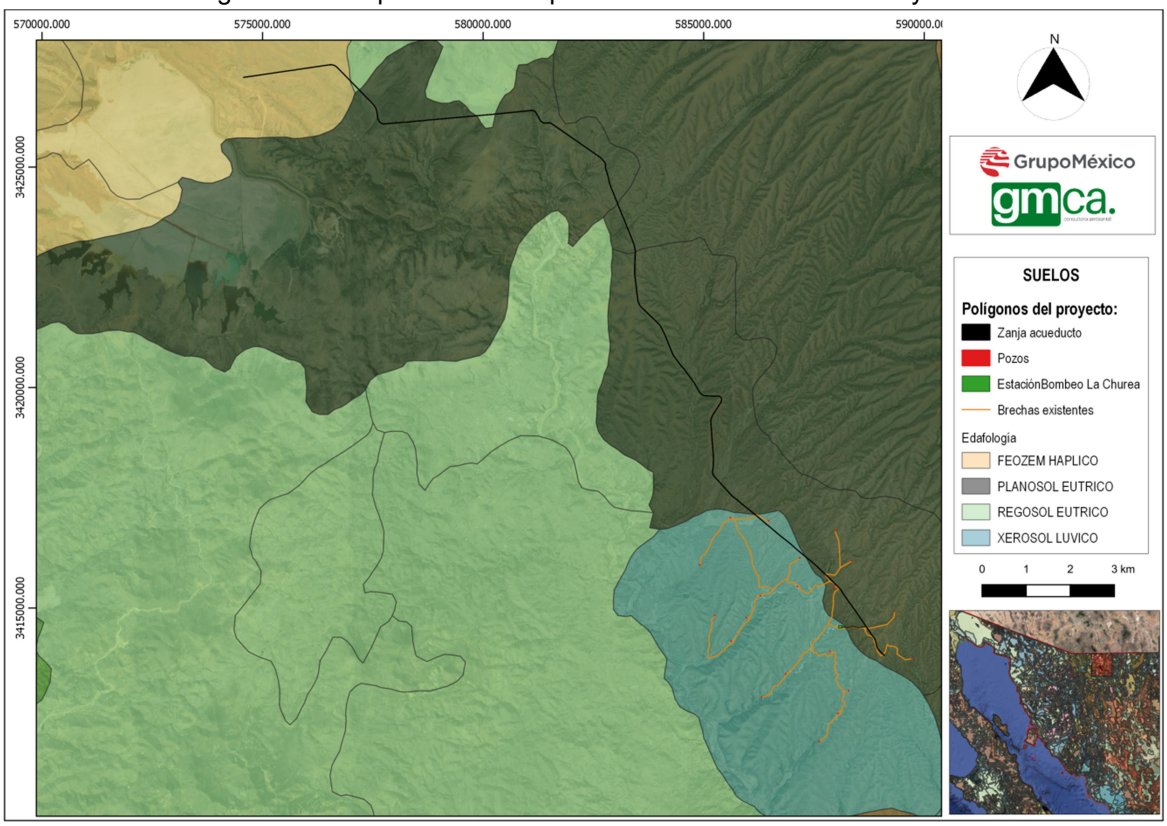
En el SA (CHF) se presentan zonas con una degradación natural de la vegetación, ya que existe una disminución en la zona con respecto a los alrededores. Esta es una de las razones por las cuales se eligieron los polígonos que comprenden el proyecto, para evitar la remoción de la cobertura vegetal.

Los factores que pudieron influir para la degradación de la vegetación se considera que fue por alguna actividad natural, ya sea por la escorrentía de aguas superficiales porque es un área que se encuentra con una elevación relativamente mayor a lo que se presenta en los alrededores y por la baja cantidad de captación de agua superficial que se pudiera presentar por la misma elevación, lo cual impacta sobre los recursos florísticos.

ÁREA DEL PROYECTO

Dentro de las áreas del Proyecto se encuentran diferentes tipos de suelo principales como son el feozem haplico, planosol eutrico, regosol eutrico y xerosol luvico, como se observa en la cartografía presentada en la Figura :

Figura IV.31. Tipos de suelos presentes en las áreas del Proyecto



Las principales características de los suelos con mayor representación se muestran a continuación.

Planosol (Clasificación FAO-Unesco, 1989)

El término Planosol deriva del vocablo latino "planus" que significa llano, haciendo alusión a su presencia en zonas llanas, estacionalmente inundadas. Se caracterizan por un horizonte eluvial degradado que sobreyace abruptamente sobre un denso subsuelo. El material original lo constituyen depósitos aluviales o coluviales arcillosos. Se asocian a terrenos llanos, estacional o periódicamente inundados, de regiones subtropicales, templadas, semiáridas y subhúmedas con vegetación de bosque claro o pradera.

El perfil es de tipo AEBC. La destrucción, o la translocación, de arcilla produce un horizonte blanqueado y de textura gruesa que sobreyace abruptamente a uno más fino. El impedimento a la circulación del agua genera propiedades estágnicas en el horizonte blanqueado.

Los Planosoles son suelos pobres. En las regiones de veranos cálidos se usan para cultivo de arroz inundados. En las zonas secas se utilizan para plantas forrajeras o pastizales extensivos. Muchos no son usados con fines agrícolas.

Regosol (Clasificación FAO-Unesco, 1989)

El término Regosol deriva del vocablo griego "rhegos" que significa sábana, haciendo alusión al manto de alteración que cubre la tierra. Los Regosoles se desarrollan sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina. Aparecen en cualquier zona climática sin permafrost y a cualquier altitud. Son muy comunes en zonas áridas, en los trópicos secos y en las regiones montañosas.

El perfil es de tipo AC. No existe horizonte de diagnóstico alguno excepto un ócrico superficial. La evolución del perfil es mínima como consecuencia de su juventud, o de un lento proceso de formacioón por una prolongada sequedad.

Su uso y manejo varían muy ampliamente. Bajo regadío soportan una amplia variedad de usos, si bien los pastos extensivos de baja carga son su principal utilización. En zonas montañosas es preferible mantenerlos bajo bosque.

Xerosol (Clasificación FAO-Unesco, 1989)

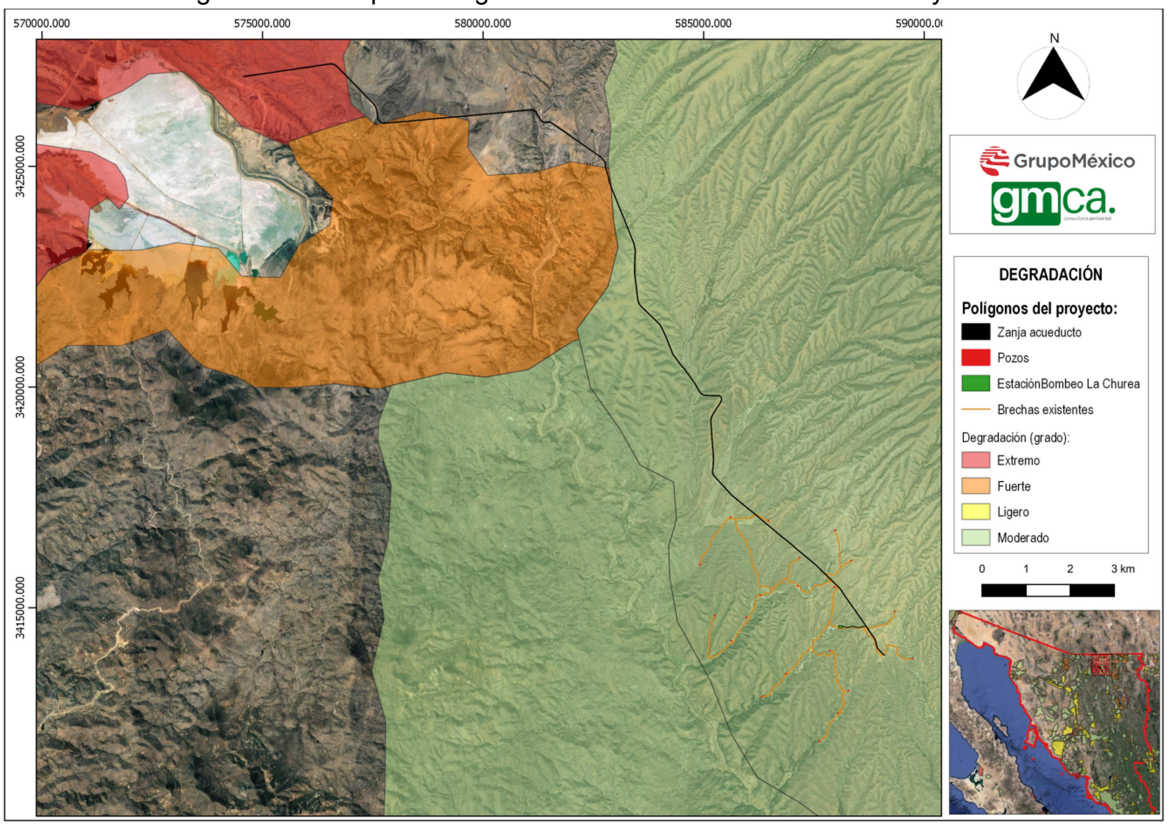
Físicamente se presentan como suelos rojizos o pardos claros, en muchas ocasiones acumulan más agua que otros Xerosoles, la vegetación que generalmente se desarrolla en este suelo es el pastizal.

Estado de conservación del suelo

Se entiende por erosión eólica el proceso de disgregación, remoción y transporte de las partículas del suelo por la acción del viento. Es la remoción del suelo por acción del viento; es mayor a medida que disminuye la cubierta vegetal, por haber menor resistencia para que se inicie el movimiento. En el área de estudio, la cubierta de suelo está afectada tanto por fuerzas hídricas como eólicas. Con base en lo reportado por De la O, et al, (2009) la pérdida de suelo por erosión es más significativa por el efecto hídrico que el eólico. Si bien estos valores no son del área del Proyecto, en áreas de suelo normal la erosión hídrica alcanza valores tan altos como 355 ton/ha/año. Eólicamente se tiene un

deterioro de 5.5 ton/ha.año para suelos normales como máximo. El caso particular de la erosión hídrica se considera severo por estar por arriba de las 200 ton/ha.año con base en lo establecido por el INE-SEMARNAT y Universidad Autónoma Chapingo (2007).

Figura IV.32. Mapa de degradación de suelos en el área del Proyecto



Fuente: INEGI, Elaboración GM Consultoría y Proyectos de Ingeniería Ambiental.

Como se observa en la Figura IV.16, en el SA se presentan tres tipos de degradación de suelo, *grado extremo* y *grado fuerte* y *grado ligero*, que a continuación se describen:

Degradación Extrema

Se tiene degradación física por pérdida de la función productiva, esto debido a la urbanización que se encuentra en el sitio, por diversas actividades económicas que se instalan en el lugar.

Degradación Fuerte

Se tiene erosión eólica con pérdida de suelo superficial por la acción del viento, misma que se ha sido afectada por el sobrepastoreo y/o sobreexplotación de la vegetación para que tenga un uso doméstico.

Degradación ligera

Se tiene una ligera degradación física por pérdida de suelos, misma que se ha sido afectada por el sobrepastoreo y/o sobreexplotación de la vegetación para que tenga un uso doméstico

Según el INEGI, en la zona del proyecto se presenta los tipos de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, mismo que físicamente presenta una degradación en cuanto a la cubierta vegetal.

Los factores que pudieron influir para la degradación de la vegetación se considera que fue por alguna actividad natural, ya sea por la escorrentía de aguas superficiales porque es un área que se encuentra con una elevación relativamente mayor a lo que se presenta en los alrededores y por la baja cantidad de captación de agua superficial que se pudiera presentar por la misma elevación, lo cual impacta sobre los recursos florísticos.

Erosión hídrica

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

$$Eh = IALLU * CAERO * CATEX * CATOP * CAUSO$$

Dónde:
Eh = Erosión hídrica
IALLU = Índice de agresividad de la lluvia
CAERO = Coeficiente de erodabilidad
CATEX = Clasificación de textura y fase del suelo
CATOP = Clasificación de la topografía
CAUSO = Clasificación por uso de suelo

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

1. PECRE: Período de crecimiento
2. IALLU: Índice de agresividad de la lluvia

CONSULTA PÚBLICA

3. IAVIE: Índice de agresividad del viento
4. CAERO: Coeficiente de erodabilidad
5. CATEX: Calificación de textura y fase
6. CATOP: Calificación de la topografía
7. CAUSO: Calificación por uso del suelo

Índice de agresividad de la lluvia (IALLU).

Se determina mediante la siguiente expresión:

$$IALLU = 1.1244 * (PECRE) – 14.7875$$

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

$$PECRE = 0.2408 * (PREC) – 0.0000372 * (PREC)^2 -33.1019$$

Dónde:
PREC = Precipitación media anual (mm)

La precipitación media anual en la Estación Meteorológica de Cananea es de 510.7 mm.

Una vez sustituidos los valores, se obtiene el siguiente resultado:

$$PECRE = 0.2408 * (510.7) – 0.0000372 * (510.7)^2 – 33.1019$$
$$PECRE = 122.9766 – 9.7023 – 33.1019$$
$$PECRE = 80.1724$$

Coeficiente de erodabilidad (CAERO).

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

CAERO	UNIDADES DE SUELO							
0.5	Af	An	Bf	Bh	Cg	Ch	Ck	Cl

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

Por la Unidad Edafológica presente de Planosol y Regosol eutrico que es la unidad de suelo que más superficie ocupa en el proyecto, se considera CAERO de 1.0

Calificación de textura y fase (CATEX).

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

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

Por la textura y fase de los suelos, se considera CATEX fina, es decir 0.1.

Calificación de la topografía (CATOP).

Esta variable se determina mediante la pendiente, misma que se muestra en la siguiente tabla:

CONSULTA PÚBLICA

CATOP	CLASE DE PENDIENTE	RANGO %
0.35	**A**	**0 a 8**
3.50	B	8 a 30
11.00	C	Mayor de 30

Al tenerse una pendiente del 0.52% a lo largo del acueducto la Churea, se considera CATOP de 0.35.

Calificación por uso del suelo (CAUSO).

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

CAUSO	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN
0.8	Agricultura de riego
0.8	Agricultura de temporal
0	Asentamientos humanos
0.1	Bosque de encino
0.11	Bosque de encino secundario
0.1	Bosque de encino-pino
0.05	Bosque de galería
0.1	Bosque de pino-encino
0.11	Bosque de pino-encino secundario
0.11	Chaparral
0	Cuerpo de agua
0.15	Matorral desértico micrófilo
0.15	Matorral sarcocaule
0.15	Matorral desértico rosetófilo
0.15	Selva baja espinosa
0.15	Mezquital
0.12	Pastizal halófilo
0.12	Pastizal inducido
0.12	**Pastizal natural**
0.4	Sin vegetación aparente
0.1	Vegetación de galería
0.12	Vegetación halófila
0	Zona urbana

El valor de CAUSO para vegetación secundaria de bosque de encino es de 0.1 y para la vegetación secundaria de pastizal natural es de 0.12, además cabe mencionar que para el escenario con la implementación del proyecto será necesario el valor de CAUSO sin vegetación aparente, el cual es 0.40.

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

CATEGORÍA	VALOR DE LA EROSIÓN LAMINAR (ton/[Ha*año])
Ligera	Menor de 12
Moderada	De 12 a 50
Alta	De 50 a 200
Muy alta	Mayor de 200

Una vez seleccionados todas las variables, se procede a sustituir en la formula

Eh = IALLU * CAERO * CATEX * CATOP * CAUSO

VARIABLE	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
IALLU	75.36	75.36
CAERO	1.0	1.0
CATEX	0.1	0.1
CATOP	0.35	0.35
CAUSO	0.12	0.4
Tasa de erosión por hectárea	0.3165	1.0550
Superficie forestal	1.7780	1.7780
Tasa de erosión en el Sitio del Proyecto	0.5627	1.8758

Por lo que se tendría el siguiente incremento de la erosión hídrica en el área del Proyecto:

1.8758 ton – 0.5627 ton = 1.3131 **toneladas**

Erosión eólica

Cálculo de la erosión (sin proyecto)

Para calcular la cantidad de erosión eólica de los suelos en el sitio del proyecto se eligió la Ecuación Universal de Perdida de Suelos (EUPS), misma que representa un modelo que permite medir en campo la erosión actual y potencial además se utiliza como un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de

erosión. Según la EUPS, la tasa máxima permisible de pérdida de suelo es de 10 t/ha, ya que mayores pérdidas significan degradación.

Para estimar la erosión del suelo se puede estimar la siguiente ecuación:

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

Dónde:
E = Erosión del suelo (t/ha/año)
R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr
K = Erosionabilidad del suelo
LS = Longitud y grado de pendiente
C = Factor de vegetación

Cálculo y datos de degradación (erosividad de la lluvia)

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

$$R = 3.6752 * P – 0.00172 * P^2$$

Dónde:
R = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr
P = Precipitación media anual en la región = 510.7 mm

Sustituyendo los valores, se obtiene lo siguiente:

$$R = 3.6752 * 510.7 – 0.00172 * (510.7)^2$$
$$R = 1428.3237 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

Donde el resultado obtenido para la Erosividad es 1428.3237 Mj/ha mm/hr.

Erosionabilidad (K)

La erosionabilidad depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad del mismo.

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

CONSULTA PÚBLICA

Textura	% de Materia Orgánica		
	0.0 - 0.5	0.5 - 2.0	2.0 - 4.0
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021

Fuente: Morgan, 1985

Para esta región, donde se localiza el área de estudio los terrenos son tipo arcillosos con materia orgánica escasa, evidenciada por el color claro del suelo, con un porciento de materia orgánica de 0.0 a 0.5. Tomando en cuenta lo mencionado, se justifica que el valor de K es 0.013.

K = 0.013

Longitud y Grado de pendiente (LS)

Este factor considera la longitud y el grado de pendiente. De acuerdo a la estimación, resultó un valor menor, siendo 0.52%, de acuerdo a lo siguiente:

$$S = [(Hf – Hi) / L] * 100$$

Dónde:
Hf = Altura de la cota mayor = 1443 m
Hi = Altura de la cota menor = 1321 m
L = Longitud de la pendiente = 23,300 m

Sustituyendo los valores, se obtiene lo siguiente:

$$S = [(1443 – 1321) / 23300] * 100$$
$$S = 0.52\%$$

El proyecto tiene un rango delevaciones de acuerdo al gráfico de mínimo 1321 msnm y máximo 1443 msnm, siento una diferencia de 122 metros a lo largo de aproximadamente 23.3 kilómetros

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

$$LS = (\gamma^{m}) * (0.0138 + (0.00965 * (S) + (0.00138) * S2))$$

Dónde:
LS = Factor de grado y longitud de la pendiente
γ = Longitud de la pendiente = 23,300 m
S = Pendiente media del terreno = 0.52%
m = Parámetro cuyo valor es 0.5

Sustituyendo los valores, se obtiene lo siguiente:

LS = (23300^0.5) * (0.0138 + (0.00965 * (0.52) + (0.00138 * (0.52^2))
LS = 2.93

Dondel resultado obtenido para la Longitud y grado de pendiente (LS) es 2.93.

Factor de protección de la vegetación (C)

Este factor se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0.

Para estimar los valores de C que corresponde al área de estudio se tomó de referencia el siguiente cuadro que demuestra los valores de pérdida de suelos para México.

CULTIVO	NIVEL DE PRODUCTIVIDAD		
	ALTO	MODERADO	BAJO
Maíz	0.54	0.62	0.8
Maíz labranza cero	0.05	0.1	0.15
Maíz rastrojo	0.1	0.15	0.2
Algodón	0.3	0.42	0.49
Pastizal	0	0.01	0.1
Alfalfa	0.2	0.05	0.1
Trébol	0.03	0.05	0.1
Sorgo grano	0.43	0.55	0.7
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48		

CONSULTA PÚBLICA

Trigo	0.15	0.38	
Trigo rastrojo	0.1	0.18	0.53
Bosque natural	0.001	0.01	0.1
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	
Sabana sobre pastoreada	0	0.22	
Maíz sorgo mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuate	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		

Para estimar la erosión del suelo considerando que en el terreno existe un tipo de vegetación similar a pastizal con nivel de productividad bajo (cobertura vegetal), entonces el valor de C sería de 0.1.

$$C = 0.1$$

Una vez obtenidos todos los valores para calcular la erosión eólica del suelo, se sustituyen los valores de la siguiente formula de Erosión:

$$\boldsymbol{E = (R) * (K) * (LS) * (C)}$$
$$E = (1428.3237) * (0.013) * (2.33) * (0.1)$$
$$E = 5.44$$

Una vez obtenido el resultado, se concluye que la estimación de erosión eólica actual en el predio es de 5.44 ton/ha/año. Tomando en cuenta lo anteriormente mencionado, el nivel máximo permisible es de 10 ton/ha por año, por lo que se indica que el nivel de erosión se encuentra por debajo del nivel máximo permisible.

Cálculo de la erosión potencial (con área de proyecto desmontada)

Sin embargo, cuando en el predio se establezca el proyecto, claramente se puede observar que se tendrá una erosión potencial susceptible a desarrollarse si no se procuran medidas de control efectivas. Así, considerando los valores previamente estimados se calcula la erosión potencial sustituyendo estos valores en (EUPS) resultando de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{E = (R) * (K) * (LS)}$$
$$E = (1428.3237) * (0.013) * (2.93)$$
$$E = 54.40$$

La erosión potencial indica que si no existe cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua, se pierden 54.40 ton/ha/año, lo cual se considera que es un nivel alto.

Cálculo de la erosión potencial (con proyecto y prácticas de conservación)

Al aplicar el Factor (P) de prácticas mecánicas como alternativa para reducir la erosión de los suelos se tiene el uso de las prácticas de conservación de suelos para no alcanzar las pérdidas de suelo máximas permisibles. El factor P se estima comparando las pérdidas de suelo de un lote con prácticas de conservación y un lote desnudo y el valor que se obtiene varía de 0 a 1. Si el valor de P es cercano a 0, entonces hay una gran eficiencia en la obra o práctica seleccionada y si el valor es cercano a 1, entonces la eficiencia de la obra es muy baja para reducir la erosión.

Los valores de P que se utilizan para diferentes prácticas y obras como el surcado al contorno, surcos con desnivel, surcos perpendiculares a la pendiente, fajas al contorno, terrazas de formación sucesiva construidas en terrenos de diferentes pendientes y las terrazas de banco.

PRÁCTICA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS	
PRÁCTICA	**VALOR DE P**
Surcado al contorno	0.75 - 0.90
surcos rectos	0.80 - 0.95
Franjas al contorno	0.60 - 0.80
Terrazas (2-7% de pendiente)	0.5
terrazas (7-13% de pendiente)	0.6
Terrazas (mayor de 13% de pendiente)	0.8
Terrazas de banco	0.1
Terrazas de banco en contrapendiente	0.05

Es importante notar que la eficiencia que se logra con el uso de las prácticas mecánicas es menor que la que se alcanza con el uso de la vegetación y el manejo del cultivo.

Cuando se combinan el uso de la vegetación y la práctica mecánica existe un efecto doble. Para determinar el efecto de las prácticas de manejo y de las obras de conservación del suelo, es necesario seleccionar las prácticas de manejo de la vegetación y como última instancia se realizarían las obras y prácticas de conservación del suelo y agua. Para este caso, se considera suplir esta acción con la práctica terrazas de banco, teniendo un valor de P de 0.1.

$$E = (R) * (K) * (LS) * (P)$$
$$E = (1428.3237) * (0.013) * (2.93) * (0.1)$$
$$E = 5.44$$

Estos resultados indican que las actividades del proyecto cuentan con las herramientas para establecer las prácticas que reduzcan la erosión de los suelos, y así disponer de alternativas que convengan a la conservación del entorno ecológico. El anterior resultado

solo es para estimar la pérdida de suelo en el proyecto considerando las prácticas de franjas al contorno.

En consecuencia, con el establecimiento del proyecto y prácticas mecánicas implementadas, la erosión se estima en 0.00 ton/ha/año mediante erosión eólica, es decir, la erosión aportada por el proyecto (diferencia entre la erosión actual sin el proyecto y con el proyecto). A continuación se presenta el resumen de la estimación de erosión eólica para el predio:

Cuadro IV.54. Erosión eólica para el predio con y sin proyecto

EROSIÓN EÓLICA EN SUELO	CANTIDAD (ton/ha/año)	CANTIDAD (ton/CUSTF)
Erosión eólica sin proyecto	5.44	9.67
Erosión eólica con proyecto	54.40	96.72
Erosión eólica con prácticas de conservación	5.44	9.67
Erosión eólica con proyecto con prácticas de conservación	0.0000	0.0000

d) Hidrología superficial y subterránea

SA (MHF)

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

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

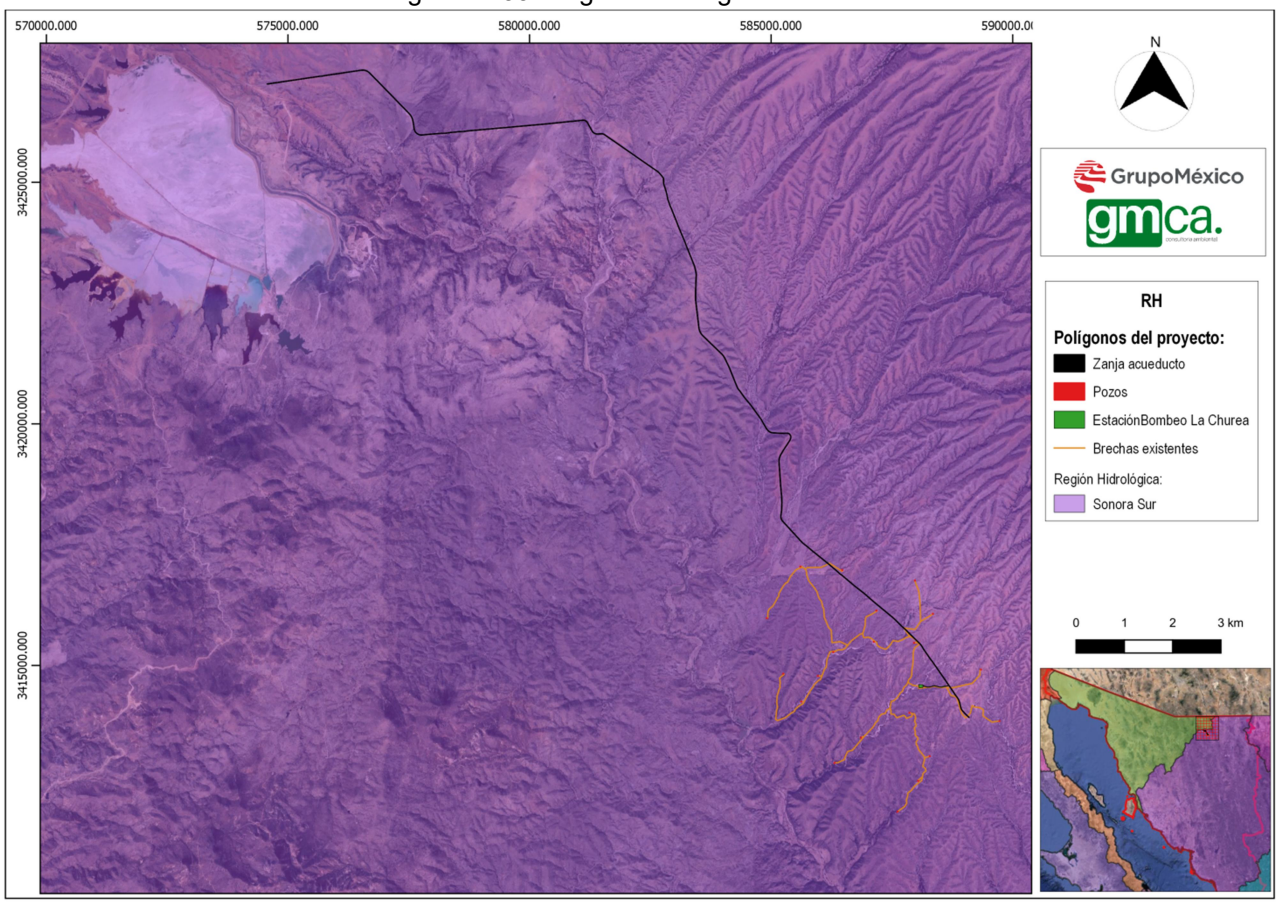
El área del proyecto se localiza en la Cuenca D. Río Sonora, ubicándose específicamente en la parte norte.

Hidrología superficial

Región Hidrológica

El polígono del proyecto se ubica en la región hidrológica RH09 Sonora Sur, la cual es la más importante del Estado de Sonora, al abarcar las cuencas de los ríos Mayo, Mátape, Sonora y Bacoachi (INEGI, 1993). A continuación el proyecto en base a la Región Hidrológica se puede observar en la siguiente figura.

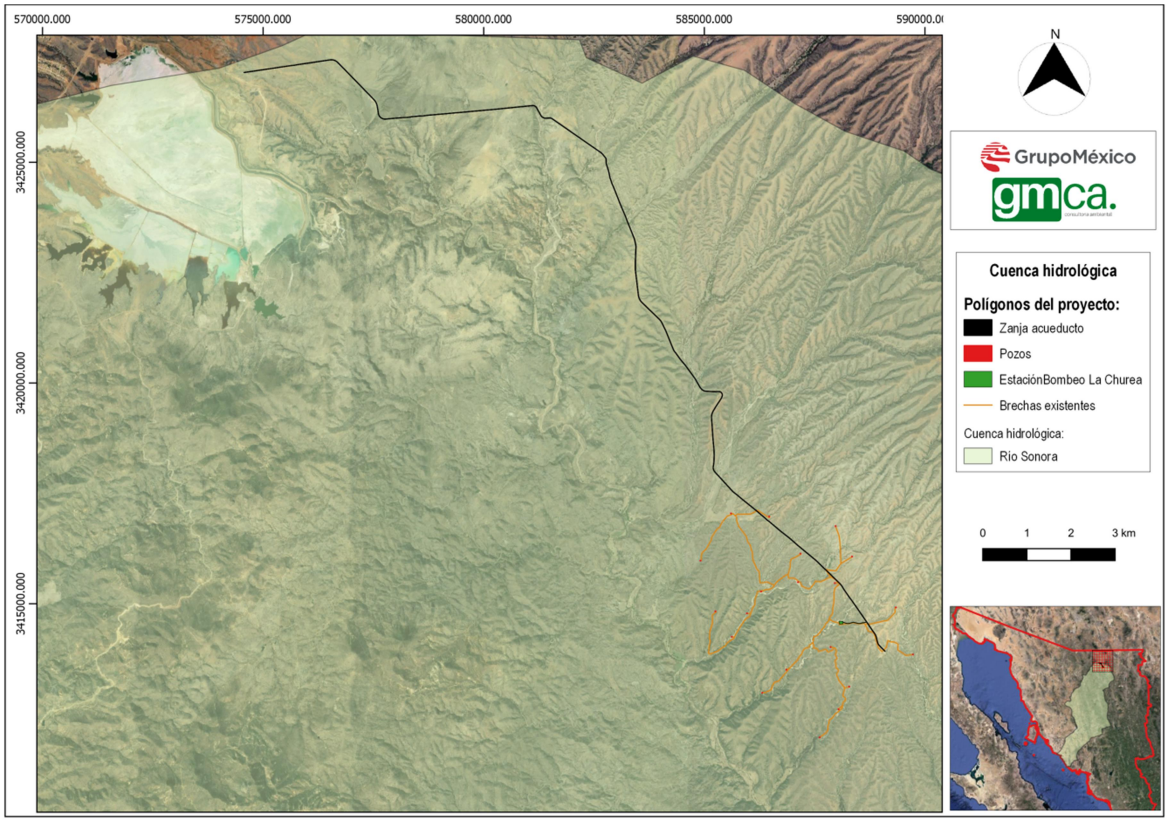
Figura IV.33. Región hidrológica en el SAR



Cuenca hidrológica

La Sistema Ambiental Regional donde se ubica el proyecto, se encuentra en la cuenca del Río Sonora, ubicándose sobre la región alta de la cuenca, como se observa en la siguiente figura.

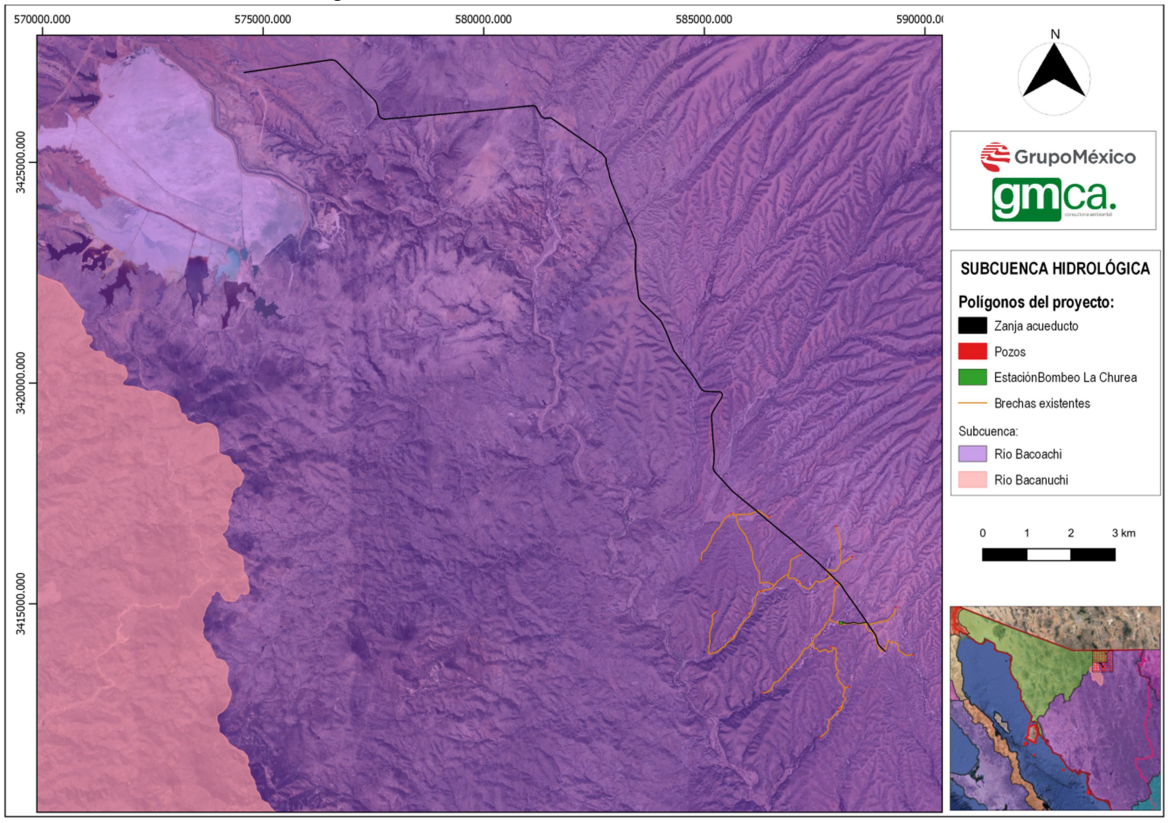
Figura IV.34. Cuenca donde se ubica el SA



Subcuenca hidrológica

La subcuenca donde se ubica el SA es la Subcuenca del Río Bacoachi.

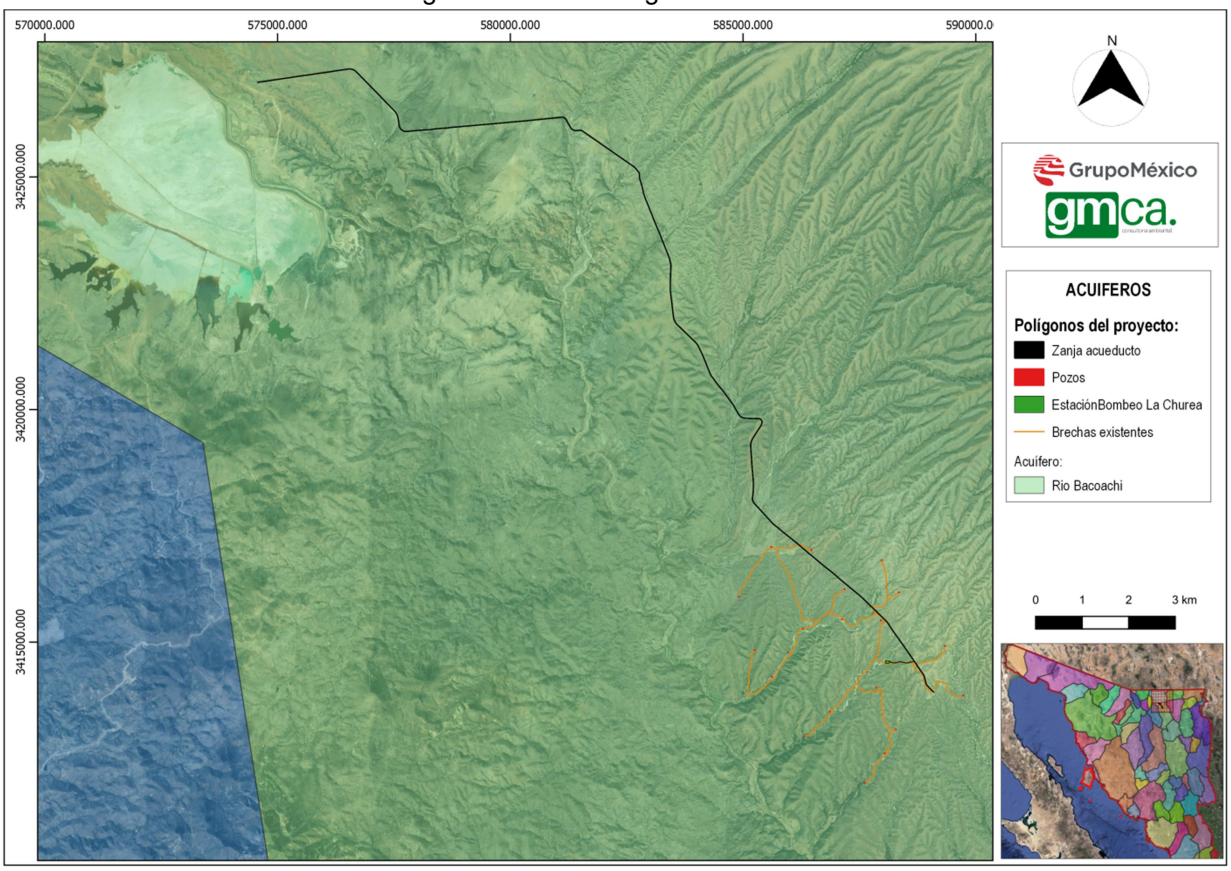
Figura IV.35. Subcuenca donde se ubica el SA



Hidrología subterránea

La Sistema Ambiental Regional se ubica dentro del acuífero del Río Bacoachi, como se observa en la siguiente figura:

Figura IV.36. Hidrología subterránea



Acuífero Río Bacoachi

El acuífero Rio 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.

Colinda al norte con el acuífero Río San Pedro, al sur con Cumpas y Río Sonora, al este con Río Frontera y al oeste con Río Bacanuchi, todos ellos pertenecientes al estado de Sonora.

Geopolíticamente se encuentra ubicado parcialmente en los municipios de Cananea, Bacoachi y Arizpe, así como una pequeña porción de Fronteras.

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

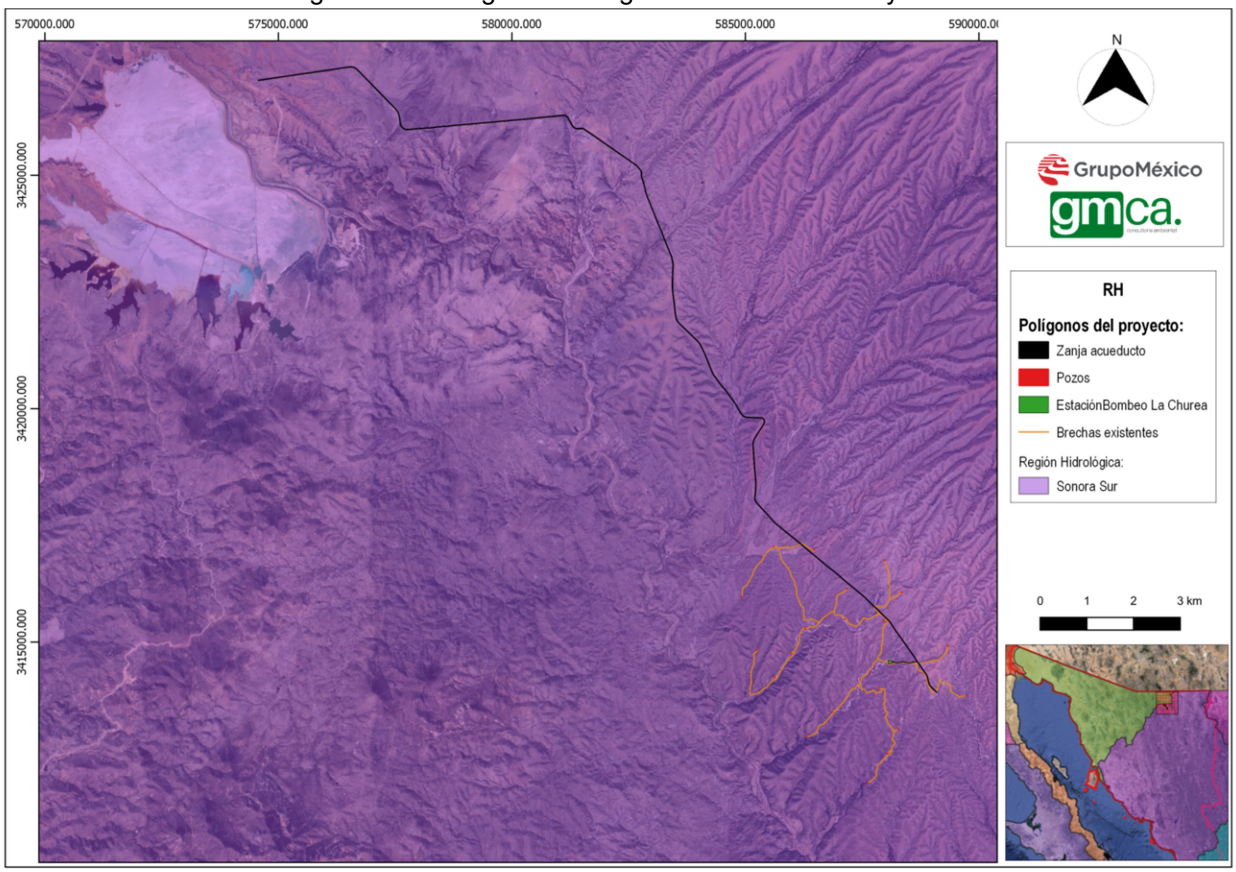
ÁREA DEL PROYECTO

Hidrología superficial

Región Hidrológica

El polígono del proyecto se ubica en la región hidrológica RH09 Sonora Sur, como se puede observar en la siguiente figura.

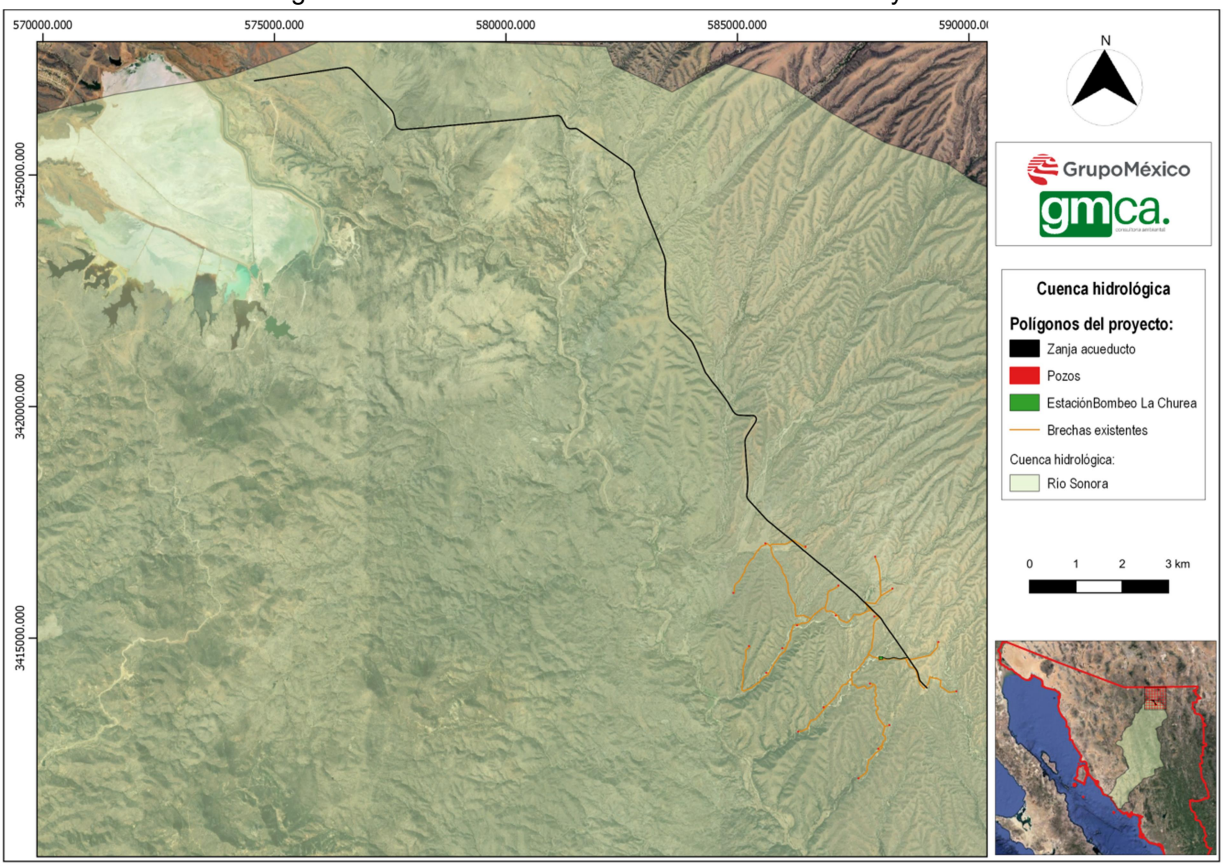
Figura IV.37. Región hidrológica en el área del Proyecto



Cuenca hidrológica

Las áreas del Proyecto se encuentran en la cuenca del Río Sonora, ubicándose sobre la región alta de la cuenca, como se observa en la siguiente figura.

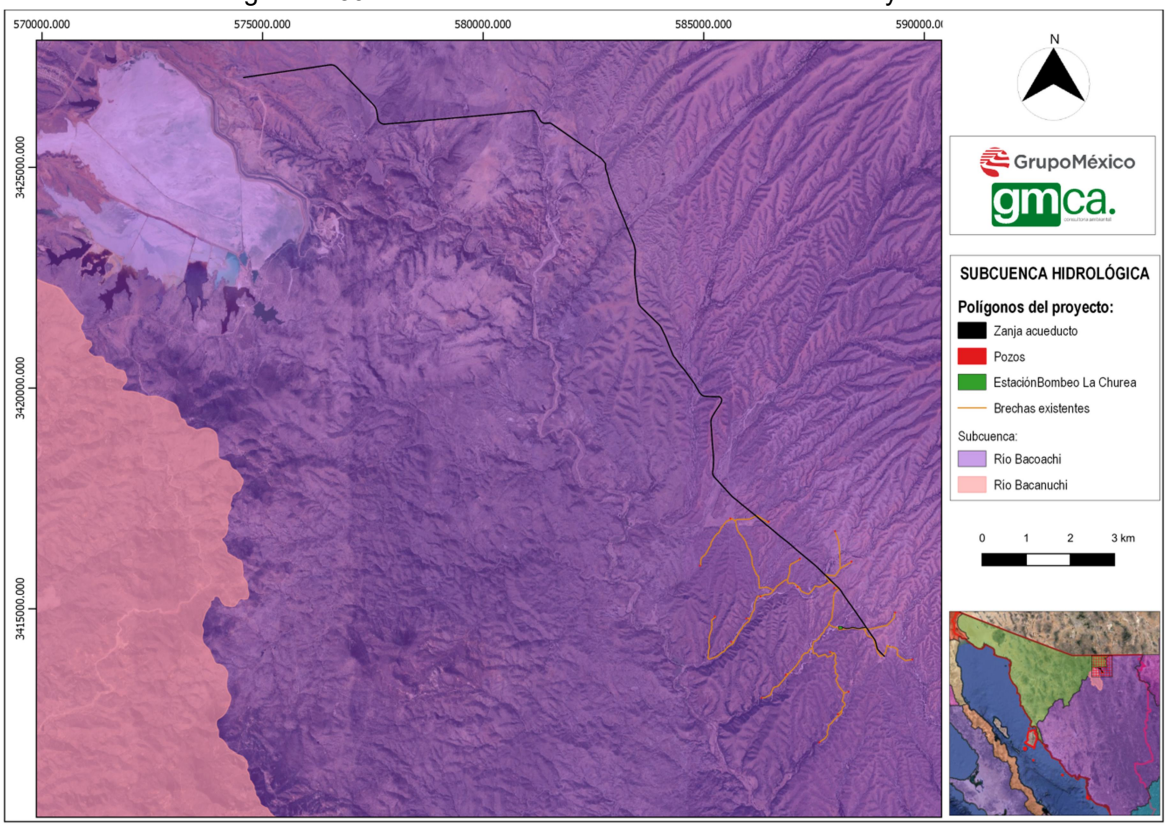
Figura IV.38. Cuenca donde se ubica el área del Proyecto



Subcuenca hidrológica

La totalidad de los polígonos del presente proyecto se ubican sobre la Subcuenca del Río Bacoachi, como se puede observar en la siguiente figura:

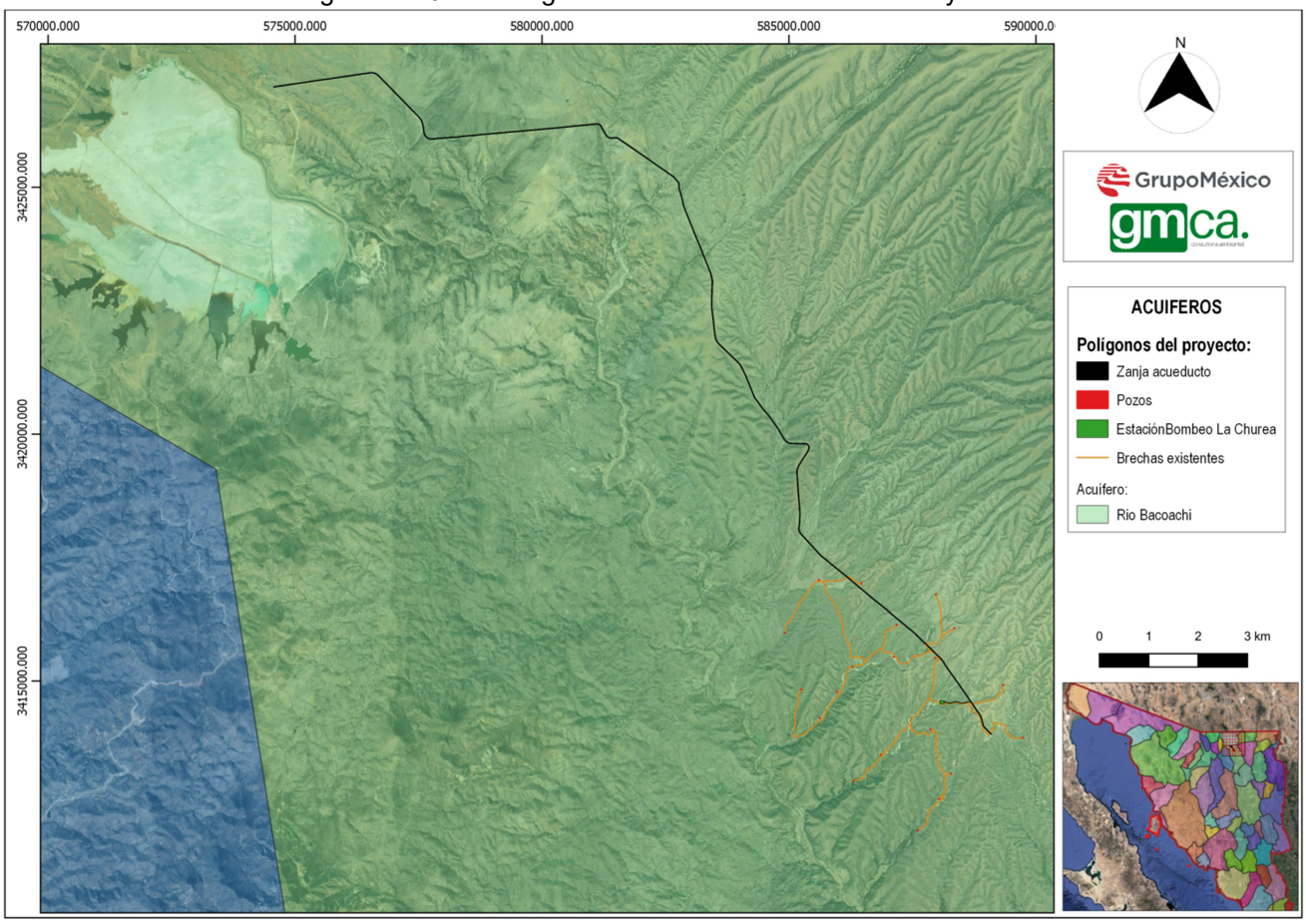
Figura IV.39. Subcuenca donde se ubica el área del Proyecto



Hidrología subterránea

Las áreas del Proyecto se ubican dentro de un acuífero importante en la Sierra Alta de Sonora, denominado como Acuífero del Río Bacoachi, como se observa en la siguiente figura:

Figura IV.40. Hidrología subterránea en el área del Proyecto



Fuente: INEGI, Elaboración GM Consultoría y Proyectos de Ingeniería Ambiental.

Análisis de captación de agua

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

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

PRECIPITACIÓN – EVAPOTRANSPIRACIÓN = ESCORRENTÍA SUPERFICIAL + INFILTRACIÓN

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

Precipitación: Para determinar la variable de precipitación se tomó como referencia la precipitación media anual promedio, con el fin obtener el volumen total de lluvia caída en un año, de la estación de Cananea, en un valor de 510.7 mm.

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

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

$$ETR = P - XP2$$

Dónde:
ETR = Evapotranspiración real (m/año)
P = Precipitación media anual (m/año) = 0.5107
t = Temperatura media anual (°C) = 16.2

X = 1 / (0.8 + 0.14t)

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

$$Ve = P * CUSTF * Ce$$

Dónde:
Ve = Volumen medio anual de escurrimiento
P = Precipitación media anual (m/año)
CUSTF = Superficie destinada al cambio de uso de suelo (m^2)
Ce = Coeficiente de escurrimiento

Ve = 0.5107 * 17,780 * 0.1232
Ve = 1,118.69 m^3/año

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

USO DE SUELO	**TIPO DE SUELO**		
	A	**B**	**C**
Barbecho, arenas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.30
CULTIVOS			
En hilera	0.24	0.27	0.30
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30
Granos pequeños	0.24	0.27	0.30
PASTIZAL			
% del suelo cubierto o pastoreo	**A**	**B**	**C**
Más del 75% -poco-	0.14	0.20	0.28
Del 50% al 75% -regular-	0.20	0.24	0.30
Menos del 50% -excesivo-	0.24	0.28	0.30
A Suelos permeables, tales como arenas profundas y suelos poco compactos B Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad, suelos más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos C Suelos impermeables, tales como arenas o suelos muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcilla			

CONSULTA PÚBLICA

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

Si K es menor o igual a 0.15 entonces Ce = K (P-250) / 2000
Si K es mayor a 0.15 entonces Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15)/1.5

Dónde:
P = Precipitación media anual (mm)

La precipitación media anual registrada en la estación de Cananea es de 510.7 mm. Los meses más lluviosos son julio y agosto, con valores superiores de 100 mm, mientras que los meses con menor precipitación son abril y mayo.

La temperatura media anual registrada en la estación de Cananea es 16.2°C.

Volumen de agua que se capta en las condiciones sin proyecto

Volumen precipitado en la superficie del CUSTF

El área de CUSTF tiene una superficie de 1.7780 hectáreas, por lo que el cálculo del volumen de precipitación m^3 es:

$$VpCUSTF = P * SCUSTF$$

Dónde:
Vp = Volumen precipitado en la superficie CUSTF
P = Precipitación (m/año) = 0.5107
SCUSTF = Superficie del Cambio de Uso del Suelo = 17,780

VpCUSTF = 0.5107 * 17,780
VpCUSTF = 9,080.25 m^3/año

Evapotranspiración

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

$$ETR = P-XP^2$$

Dónde:
ETR = Evapotranspiración
P = Precipitación (m/año)

CONSULTA PÚBLICA

X = 1 / (0.8+0.14t)
t = Temperatura media anual

$$X = 1 / (0.8 + 0.14 (16.2))$$
$$X = 0.3259$$

Se calcula ETR

$$ETR = 0.5107 – (0.3259)*0.5107^2$$
$$ETR = 0.4257 \text{ m/año}$$

A su vez, se calcula en volumen multiplicando por el área del terreno en m^2.

$$ETR = 0.4257 \text{ m/año} * 17{,}780 \text{ m2} = 7{,}568.95 \text{ m}^3\text{/año}$$
$$ETR = 7{,}568.95 \text{ m}^3\text{/año}$$

Coeficiente de escurrimiento (Ce)

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento se determinó el valor de K= 0.28 de acuerdo a las condiciones actuales de cobertura y el tipo de suelo presente (tipo B) en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, por lo que se utilizó la siguiente fórmula (mayor a 0.15):

$$\mathbf{Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15)/1.5}$$
$$Ce = [\ 0.28 (510.7-250) / 2000\ ] + [\ (0.28-0.15) / 1.5\ ]$$
$$Ce = 0.1232$$

Volumen de escurrimiento en el área sujeta al CUSTF (área del Proyecto)

El volumen medio anual de escurrimiento natural se determina indirectamente, mediante la siguiente expresión:

Vol. de escurrimiento natural = Precipitación * Área sujeta a CUSTF * Coefic. De escurrimiento

Finalmente en el área de CUSTF (área del proyecto) tenemos los siguientes datos de balance hídrico que nos permite obtener el resultado del volumen de agua que se infiltra en las condiciones actuales, como se muestra en la tabla a continuación:

BALANCE HÍDRICO	m^3/AÑO	%
Volumen precipitado	9,080.25	100

CONSULTA PÚBLICA

Volumen ETR	7,568.95	83.36
Escurrimiento	1,118.69	12.32
Infiltración	392.61	4.32

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

Para realizar la estimación del volumen de agua que se dejaría de infiltrar bajo el escenario de haber realizado el CUSTF (área del Proyecto), se utilizó la misma metodología y los mismos parámetros, con excepción del valor de K en el proceso de obtención del escurrimiento, el cual ahora fue de 0.30 de suelo tipo C y cobertura menor al 50%, indicado para áreas desnudas o desprovistas de vegetación.

K = 0.30

Una vez definido el Coeficiente de K, se obtienen los siguientes resultados:

BALANCE HÍDRICO	m^3/AÑO	%
Volumen precipitado	9,080.25	100
Volumen ETR	7,568.95	83.35
Escurrimiento	1,263.11	13.91
Infiltración	248.39	2.74

Realizado el balance hídrico se obtiene el porcentaje de disminución de infiltración sin el proyecto, se tendrá que revertir con la ejecución de las actividades de mitigación.

El volumen de agua que se captaría con la implementación de las medidas de mitigación.

Está superficie sólo será afectada temporalmente pero se realizarán las actividades de reforestación durante 2 años en áreas vulnerables cercanas al proyecto. De esta manera, se prevé la reforestación dando como resultado un residual positivo en la infiltración de acuerdo al siguiente balance:

Cuadro IV.55. Balance entre pérdida de infiltración y medidas para revertir afectación al balance hídrico

VARIABLE	TIEMPO DE EJECUCIÓN	SIN CUSTF (m^3)	CON CUSTF (m^3)	VOLUMEN A MITIGAR (m^3)	RESCATE Y REUBICACIÓN (m^3)	CAPTACIÓN OBRAS DE RESTAURACIÓN (m^3)	TOTAL MITIGADO (m^3)	RESIDUAL POSITIVO (m^3)
Infiltración	12 meses	393.13	248.39	144.74	145	0.00	145	0.00

CONSULTA PÚBLICA

Lo tabla anterior indica que la reforestación que se tendrá con el proyecto del sistema de abastecimiento de agua fresca en sus áreas aledañas satisface completamente la variable de infiltración.

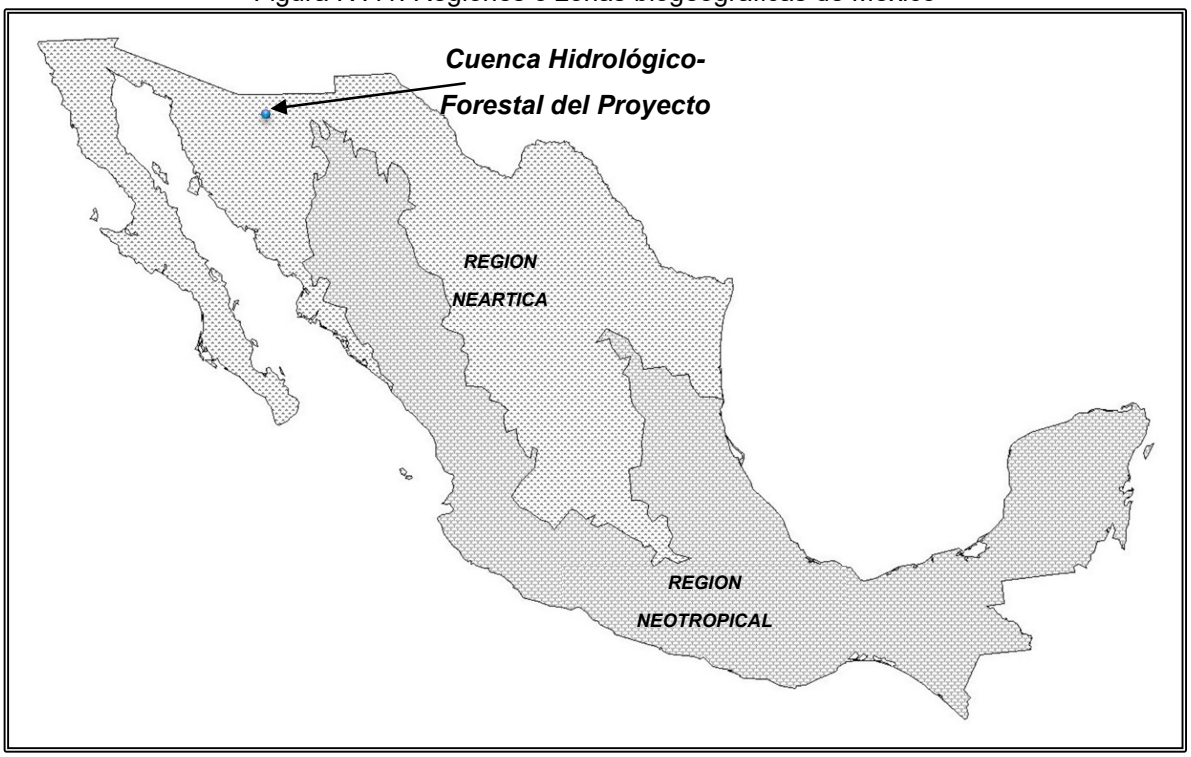
IV.2.2.2 Medio biótico

a) Vegetación

SA

Considerando la cartografía biogeográfica propuesta por Morrone (2005), tenemos que nuestro país está dividido en dos zonas biogeográficas: la Región Neártica, ubicada hacia la parte norte de México y la Región Neotropical, hacia el sur del país; como se observa en la Figura siguiente, el SA del proyecto se localiza de la Región Neártica.

Figura IV.41. Regiones o zonas biogeográficas de México



Morrone, Juan J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. Revista mexicana de biodiversidad, 76(2), 207-252.

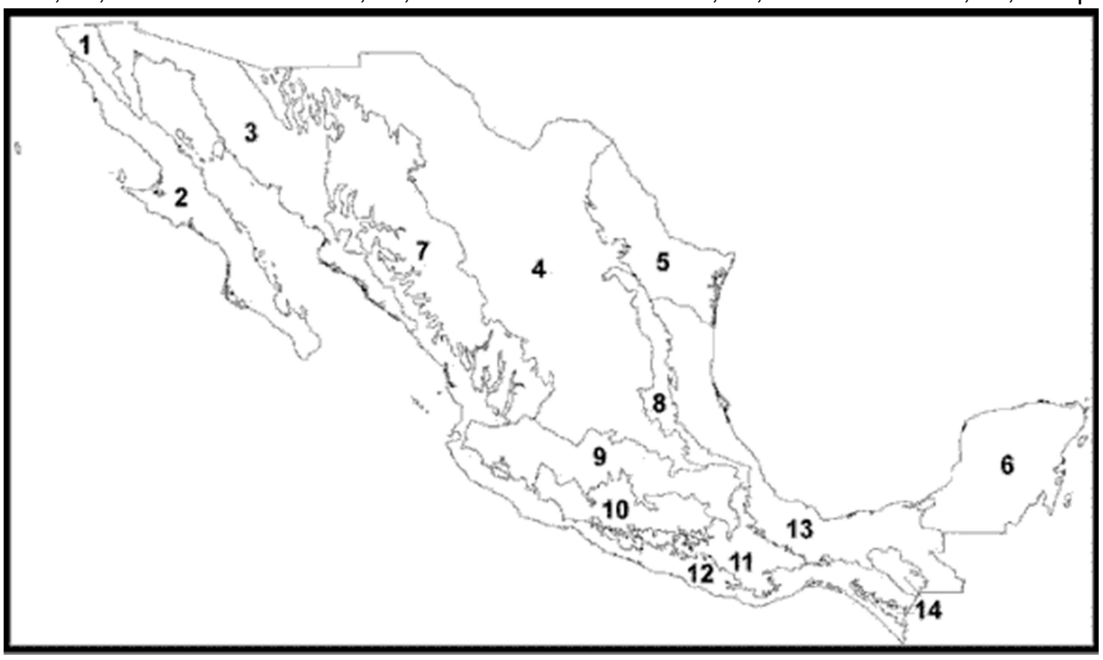
Región Neártica

De acuerdo al estudio de Morrone (2005), esta región biogeográfica comprende básicamente áreas templado-frías y áridas subtropicales de América del Norte, en Canadá, los Estados Unidos de América (excluyendo el sur de la península de Florida) y el norte de México. La región Neártica pertenece al reino Holártico, el cual corresponde al paleocontinente de Laurasia, incluyendo también a la región Paleártica (Europa, Asia al norte del Himalaya, África al norte del Sahara y Groenlandia). Existen numerosos trazos generalizados que conectan ambas regiones. Sanmartín *et. al*. (2001) llevaron a cabo un análisis biogeográfico cladístico basado en 57 taxones animales, hallando una separación básica entre las regiones Neártica y Paleártica, debida a vicarianza.

Las 5 provincias de la región Neártica que corresponden a México, con excepción de la provincia de Baja California, se extienden hacia el norte hasta los Estados Unidos de América; ellas fueron asignadas a la subregión Pacífica Norteamericana. De acuerdo con varios análisis recientes, es posible agrupar estas provincias en 2 componentes bióticos, tratados como los dominios Californiano y Neártico Continental. El dominio Neártico Californiano comprende las provincias de California y Baja California, y el Neártico Continental las provincias de Sonora, Altiplano Mexicano y Tamaulipas. La provincia de Sonora, sin embargo, habría jugado un papel importante en la evolución biótica de la provincia de Baja California, por lo cual cabría proponer otro componente biótico que la incluyera en el dominio Californiano.

CONSULTA PÚBLICA

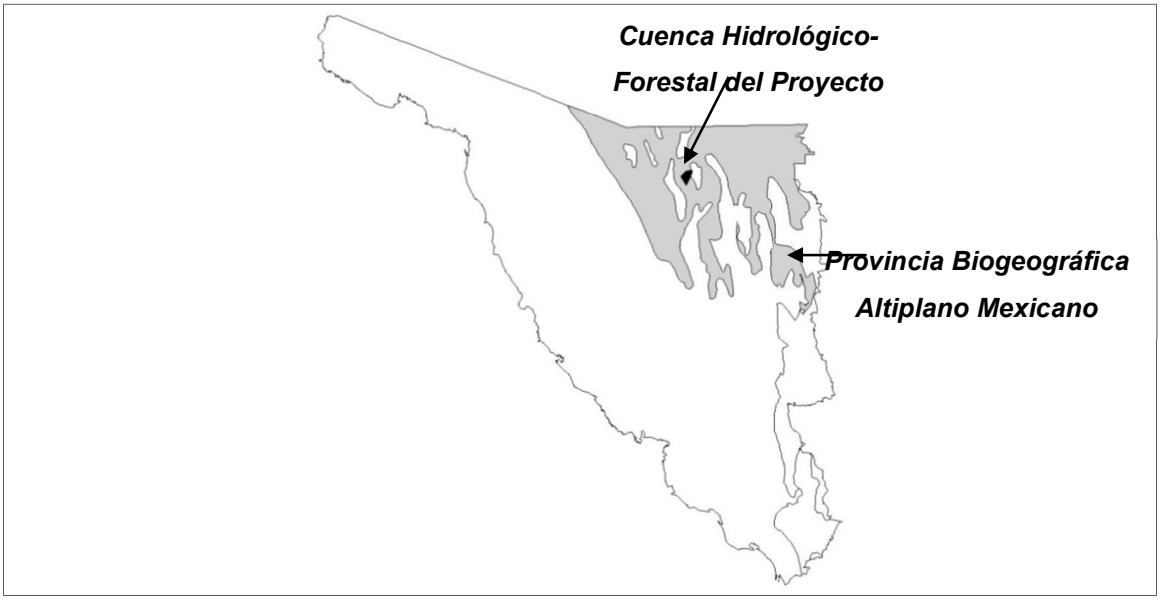
Figura IV.42. Provincias biogeográficas de México (*Morrone, 2001a, b; 2004a, b*). 1, California; 2, Baja California; 3, Sonora; 4, Altiplano Mexicano; 5, Tamaulipas; 6, Península de Yucatán; 7, Sierra Madre Occidental; 8, Sierra Madre Oriental; 9, Eje Volcánico Transmexicano; 10, Cuenca del Balsas; 11, Sierra Madre del Sur; 12, Costa Pacífica Mexicana; 13, Golfo de México; 14, Chiapas.



Considerando el plano cartográfico de la figura anterior, tenemos que el SA (CHF) del proyecto se ubica dentro de provincia biogeográfica 4, Altiplano Mexicano, como se aprecia en la siguiente figura:

CONSULTA PÚBLICA

Figura IV.43. Ubicación de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto en relación a las provincias biogeográficas del Estado de Sonora



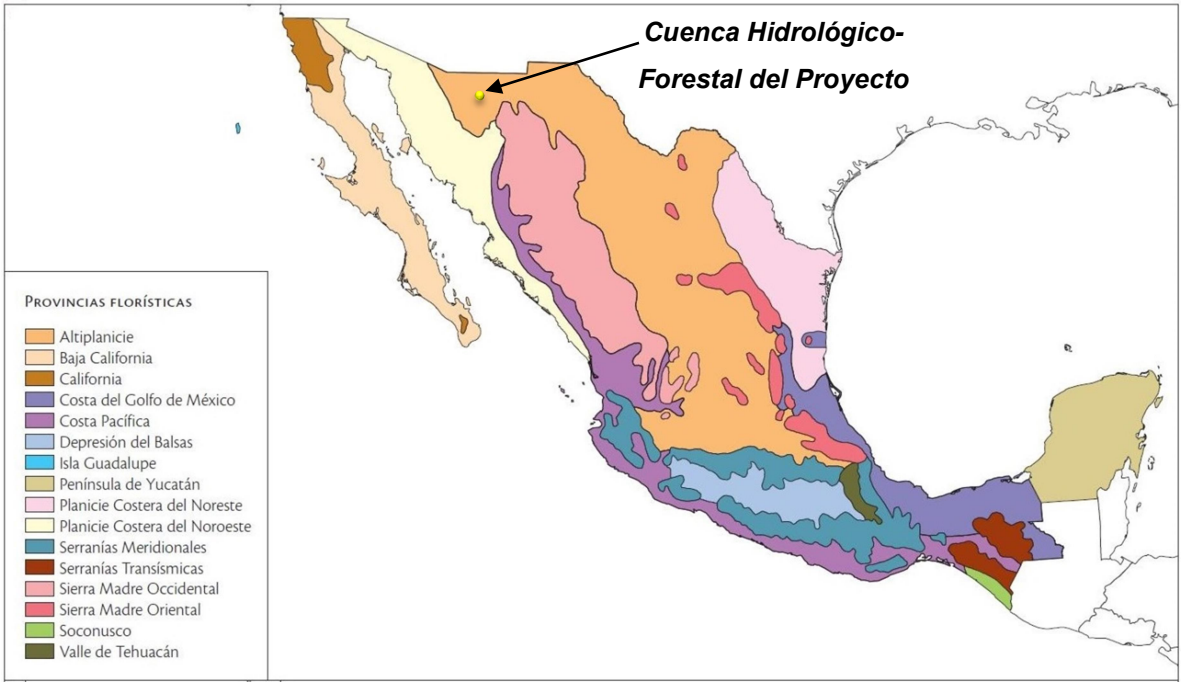
Provincia del Altiplano Mexicano

Corresponde al altiplano situado entre las Sierras Madre Occidental y Oriental, en los estados mexicanos de Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato, Chihuahua, Jalisco, Michoacán, Tlaxcala, Puebla, Coahuila, Durango, Nuevo León y Sonora, y Nuevo México y el sur de Texas en los Estados Unidos de América. Su altitud varía entre 1000 y 2000 m. Abundan las cuencas endorreicas, algunas relativamente grandes, como las de los ríos Nazas, Aguanaval y Casas Grandes; y otras más reducidas, como las de los Bolsones de Mapimí y del Salado. La vegetación consiste en estepas de gramíneas de los géneros *Bouteloua* y *Aristida,* extendidas entre matorrales xéricos, y bosques en los llanos y valles intermontanos. Entre las especies de plantas más frecuentes se encuentran *Andropogon citratus, Aristida glauca, Bouteloua aristidoides, B. eriopoda, B. hirsuta* y *Larrea tridentata*.

De acuerdo con el esquema fitogeográfico propuesto por la CONABIO (2008), la cuenca hidrológico-forestal donde se ubica el predio del proyecto forma parte de la provincia florística llamada Altiplanicie, la cual comprende las zonas planas y altas de las regiones norte-centro de gran parte de la República Mexicana.

De acuerdo con el esquema fitogeográfico propuesto por la CONABIO (2008), la cuenca donde se ubica el predio del proyecto, forma parte de la provincia florística llamada el Altiplano, la cual comprende las zonas montañosas de oriente del Estado de Sonora y de gran parte de los Estados del Centro-Norte del país (Figura IV.29).

Figura IV.44. Ubicación de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto en relación a las provincias florísticas del país



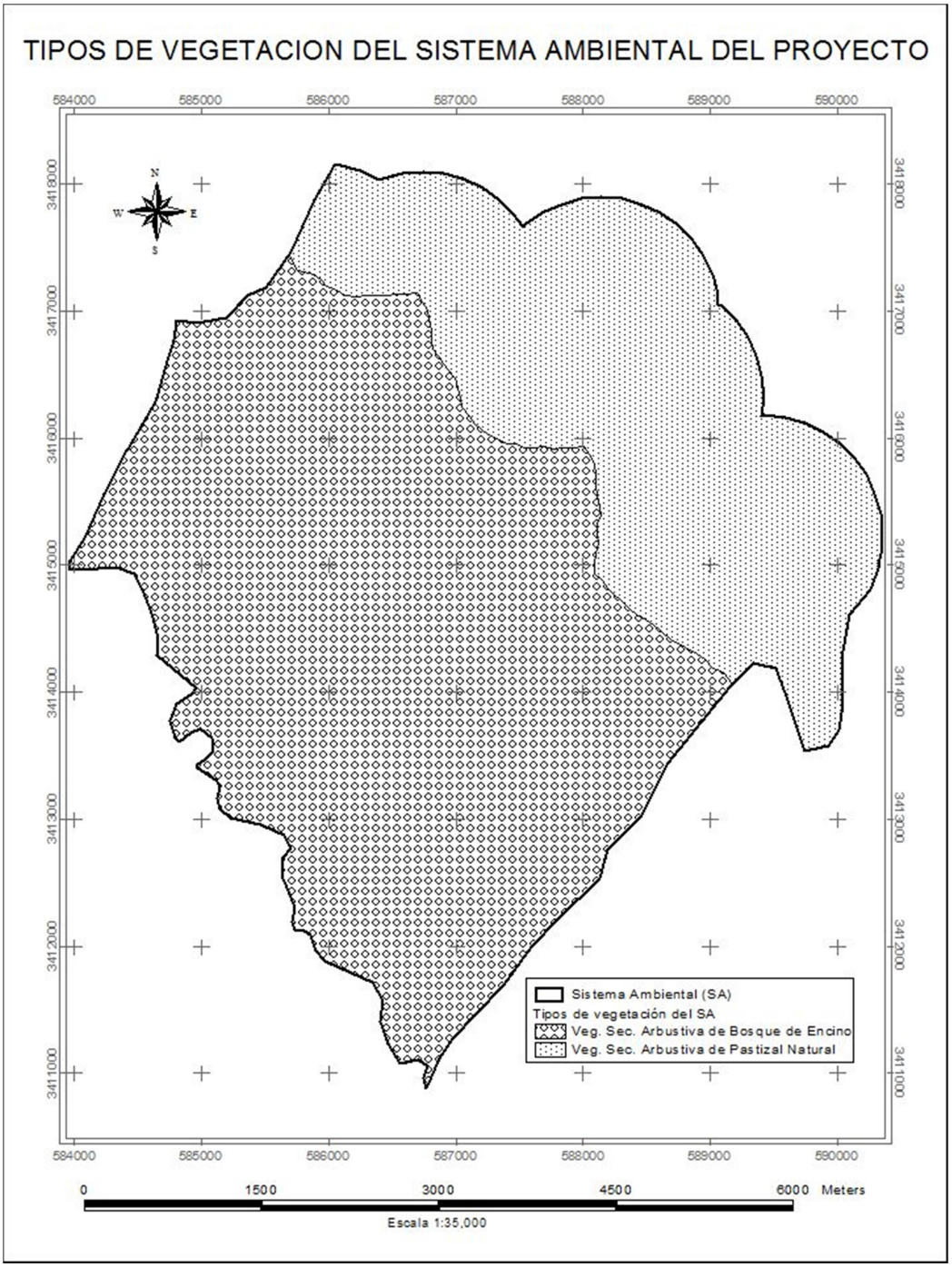
Fuente: *CONABIO. 2008. Capital Natural de México: Volumen 1. Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 620 p.*

Tipo de vegetación que se verá afectada en el SA

En Sonora la distribución de los tipos de vegetación está estrechamente vinculada a las condiciones climáticas. Así, en gran parte de la provincia fisiográfica conocida como Altiplanicie, misma que envuelve a la zona del proyecto, dominan diferentes tipos de formas de vida vegetal, ya que los climas imperantes son muy variados; en esta región, predominan plantas efímeras, arbustos, suculentas, etcétera, que les dan distintas fisonomías a las comunidades; además, la composición florística y la densidad vegetal son variables. Los tipos de vegetación para la cuenca hidrológico-forestal correspondiente al área de trabajo son el Pastizal y el Bosque de Coníferas y Encinos, según la clasificación de Rzedowski (1994); De acuerdo a la clasificación desarrollada por el INEGI (Serie VI, escala 1:250,000) los tipos de vegetación para la totalidad del SAR del proyecto, están definidos como Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino y Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural

El siguiente plano cartográfico muestra la distribución de los tipos de vegetación dentro de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto:

Figura IV.45. Tipos de vegetación de la Cuenca Hidrológico-Forestal según el INEGI, Versión Serie VI



En el Cuadro siguiente se pueden apreciar las proporciones de los tipos de vegetación del SA (C según la cartografía del INEGI.

Cuadro IV.56. Tipos de vegetación y su cobertura en la cuenca hidrológico-forestal del proyecto

TIPO DE VEGETACIÓN	COBERTURA (ha)	RELACION (%)
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	1998.0750	65.63
Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	1046.2630	34.37
TOTAL:	**3044.3380**	**100**

Para efectos del presente estudio, en párrafos siguientes se describen los tipos de vegetación que atraviesa el área del proyecto según la clasificación del INEGI.

Bosque de Encino

Dentro de los bosques, éste es el que ocupa mayor extensión en Sonora, se localiza en la provincia Sierras y Llanuras del Norte y en las estribaciones oeste de la Sierra Madre Occidental, principalmente en altitudes entre 1,100 y 2,200 m en el norte, y desde los 800 m en el sureste. Se desarrolla bajo climas semisecos en las sierras ubicadas al sur y este de Nogales, donde las temperaturas medias anuales van de 15.3 a 17.7 grados centígrados y la precipitación total al año de 428 a 516 mm; y bajo climas templados y semicálidos subhúmedos en las sierras El Encinal y San Luis, al noreste de Ciudad Obregón, sitios en los cuales la precipitación total anual suma alrededor de los 800 mm y la temperatura media anual va de 12 a más de 18 grados centígrados. Los suelos que lo sustentan son: regosol, litosol, feozem y cambisol.

Este bosque, en su mayoría, está formado por encinares de condiciones secas, deciduos, bajos y abiertos, con abundancia de gramíneas. Entre sus especies dominantes se encuentran: encino blanco (Quercus arizonica), encino bellota (Q. emoryi), encino azul (Q. oblongifolia) y encino blanco o encino chino (Q. chihuahuensis), esta última es considerada por Gentry como la más común en el sur del estado. Dichas especies alcanzan una altura de 5 a 8 metros, corresponden al estrato arbóreo superior y están acompañadas frecuentemente por táscates (Juniperus deppeana, J. monosperma). En el estrato arbustivo medio, de 1 a 2 metros, hay tanto especies propias del bosque, entre ellas: Bouvardia glaberrima, tarachico (Dodonaea viscosa) y agaris (Rhus aromatica), como las típicas de matorrales xerófilos, tal es el caso de Agave sp, Coursetia sp, sotol (Dasylirion sp), chícura (Franseria sp), Nolina sp, Opuntia sp y Prosopis sp; además de las comunes en selva baja caducifolia, como son: Acacia pennatula, Cestrum lanatum y Vitex mollis, que se intercalan con las de este bosque, principalmente en los cañones del sureste del estado. En el estrato más bajo, de 0.1 a 0.8 metros, dominan las gramíneas, tales como: Bouteloua curtipendula, B. hirsuta, B. filiformis, Eragrostis intermedia y Andropogon cirratus; en otros lugares el estrato inferior está dominado por: Muhlenbergia montana, M. emersleyi, Heteropogon contortus.

En las faldas de la sierra San Luis, cerca del límite con Estados Unidos de América, entre el bosque de encino típico y el pastizal natural hay una vasta franja de vegetación que, por su fisonomía, se le ha denominado bosque bajo y abierto, pues los árboles son achaparrados y se encuentran muy espaciados entre sí. Su composición es básicamente de las especies de encino mencionadas y gramíneas.

En las partes altas de la sierra, en cañones y laderas protegidas, el bosque de encino está constituido por: Quercus albocincta, Q. tuberculata, Q. fulva, Q. pennivenia, Q. sipuraca y Q. epileuca; o bien Q. rugosa, Q. hypoleucoides, Q. coccolobifolia, Arbutus xalapensis, acompañados por arbustos como: Arctostaphylos pungens y Ceanothus fendleri; además, se presentan también algunas eminencias, entre ellas Pinus ayacahuite y P. leiophylla.

De este bosque se utiliza principalmente la madera cuya extracción, en su mayor parte proviene de los municipios de Imuris, Nogales y Santa Cruz. Debido a este uso y al pastoreo y ramoneo por el ganado bovino, los bosques cercanos a poblados se hallan muy perturbados, lo que se hace evidente por la presencia de encinos con fustes muy delgados y de crecimiento secundario, o bien, en la dominancia de arbustos como: Dodonaea viscosa, Mimosa sp y Eysenhardtia sp, en algunas localidades.

Pastizal Natural

Es una comunidad dominada por diferentes especies de gramíneas, en ocasiones acompañadas por herbáceas y arbustos de diferentes familias, como son: compuestas, leguminosas, etc. Se encuentra en la zona de transición entre los matorrales xerófilos y la zona de bosques, en el noreste del estado, sobre valles y sierras de las provincias Sierras y Llanuras del Norte y Sierra Madre Occidental, en altitudes que van de los 1 000 a los 1 600 m, principalmente dentro de climas semisecos templados y semicálidos, a los cuales corresponden temperaturas medias anuales entre 16 y 20 grados centígrados, y precipitaciones totales anuales de 400 a 500 mm. Se desarrolla sobre regosoles, litosoles, algunos feozems y xerosoles.

En su composición son frecuentes las asociaciones de Bouteloua. En el noreste, White reporta principalmente B. rothrockii, mientras que otros autores citan como más frecuentes a Bouteloua curtipendula, B. gracilis. Otras gramíneas reportadas en esta zona son: B. chondrosioides, B. filiformis, B. hirsuta, Aristida spp, Andropogon sp, Erioneuron sp., Heteropogon contortus, Hilaria sp, Muhlenbergia sp y Sporobolus sp.

Los componentes arbustivos que se encuentran entre las gramíneas, de manera natural o por disturbio, y que forman parte de las comunidades adyacentes son: Acacia spp, Calliandra eriophylla, Croton sp, Fouquieria splendens, Ipomoea sp, Krameria sp, Lycium sp, Mimosa dysocarpa, Nolina sp y Opuntia sp.

CONSULTA PÚBLICA

En estas comunidades la principal actividad que se realiza es la pecuaria, algunas de ellas, debido al sobrepastoreo y ramoneo, han sido invadidas por arbustos como: Acacia neovernicosa, Calliandra sp, Celtis sp, Condalia sp y Prosopis sp; o bien, las gramíneas han sido sustituidas por otras, como Aristida y Erioneuron (INEGI, 2017).

Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino y Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural

Fase de vegetación secundaria

Por definición, se describe a la Vegetación Secundaria cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea.

En las comunidades vegetales en forma natural existen elementos de disturbio que alteran o modifican la estructura o incluso cambian la composición florística de la comunidad, entre alguno de esos elementos podemos citar: Incendios, huracanes, erupciones, heladas, nevadas, sequías, inundaciones, deslaves, plagas, variaciones climáticas, etcétera.

Así, las comunidades vegetales responden a estos elementos de disturbio o cambio modificando su estructura y composición florística de la intensidad del elemento de disturbio, la duración del mismo y sobre todo a la ubicación geográfica del tipo de vegetación.

A lo largo de miles de años varias especies se han adaptado a cubrir, por decirlo de alguna manera, esas áreas afectadas en la cuales las condiciones ecológicas particulares de la comunidad vegetal se han alterado. En general cada comunidad vegetal tiene un grupo de especies que cubren el espacio alterado, son pocas las especies que tienen un amplío espectro de distribución y aparecen en cualquier área perturbada.

Estas especies forman fases sucesionales conocidas como "Vegetación Secundaria" que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original.

Actualmente y a causa de la actividad humana, la definición y determinación de vegetación secundaria se ha vuelto más compleja, ahora las áreas afectadas ocupan grandes superficies y variados ambientes, ya no son tan localizadas y a veces la presión es tanta que inhibe el desarrollo de la misma provocando una vegetación inducida. A causa de la complejidad de definir los tipos de fases sucesionales, dada su

heterogeneidad florística y ecológica y su difícil interpretación, aún en campo; se consideran con base en las formas de vida presentes y su altura tres fases:

Vegetación Secundaria herbácea
Vegetación Secundaria arbustiva
Vegetación Secundaria arbórea

En el caso del presente estudio, el manejo antropogénico en los bosque de encino y del pastizal natural (desmontes no planificados, pastoreo inadecuado), ocacionó el crecimiento de vegetación secundaria arbustiva en esos tipos de vegetación.

Caracterización de la vegetación

En virtud de que las especies silvestres de flora y fauna, por razones genéticas y sus relaciones con el medio ambiente, así como a la influencia directa de las actividades humanas sobre sus poblaciones o sus hábitats, pueden llegar a estar en riesgo de sobrevivir en los ecosistemas actuales, la SEMARNAT creó la norma NOM-059-SEMARNAT-2010 que tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma. En la integración del listado se consideran como categorías de riesgo las siguientes:

- En peligro de extinción (P)
- Amenazada (A)
- Sujeta a protección especial (Pr)
- Probablemente extinta en el medio silvestre (E)

Por su parte, la CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) creó tres listas de especies que ofrecen diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva; esas tres listas se conocen como Apéndices I, II y III. En el Apéndice I se incluyen las especies sobre las que se cierne el mayor grado de peligro entre las especies de fauna y de flora por considerarlas especies que están en peligro de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales, por ejemplo, para la investigación científica. En el Apéndice II figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. En el Apéndice III figuran las especies incluidas a

solicitud de una Parte (por ejemplo un país específico) que ya reglamenta el comercio de dichas especies y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.

En las siguientes tablas se presentan las especies vegetales inventariadas previamente en el SAR del proyecto de acuerdo al tipo de vegetación donde habitan.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino

En la siguiente se dan a conocer las especies presentes en el área del SAR con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino donde podría ser afectada la biodiversidad; se presentan esas especies de acuerdo al estrato y forma de vida en que se encuentran. Como se puede apreciar, ninguna de las especies muestreadas están sujetas a algún tipo de protección por las leyes oficiales.

Especies vegetales que residen en el ecosistema con Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino del SAR del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMUN	FAMILIA	ESTRATO/FORMA DE VIDA	NOM-059	CITES
Acacia constricta	Mezquitillo	Fabaceae (Leguminosae)	Arbusto	-	-
Bouteloua gracilis	Zacate navajita	Poaceae (Gramineae)	Hierba	-	-
Bouteloua repens	Navajita delgada	Poaceae	Hierba	-	-
Celtis pallida	Garambullo	Cannabaceae (Ulmaceae)	Arbusto	-	-
Chilopsis linearis	Mimbre, jano	Bignoniaceae	Arbusto	-	-
Dasylirion wheeleri	Sotol	Asparagaceae	Arbusto	-	-
Eragrostis superba	Zacate garrapata	Poaceae	Hierba	-	-
Hymenoclea monogyra	Jécota	Asteraceae (Compositae)	Arbusto	-	-
Juniperus deppeana	Táscale	Cupressaceae	Arbusto	-	-
Opuntia thurberi	Choya tasajo	Cactaceae	Cactácea	-	-
Prosopis velutina	Mezquite	Leguminosae	Arbol	-	-
Quercus emoryi	Bellota	Fagaceae	Arbol	-	-
Sporobolus airoides	Zacatón alcalino	Poaceae	Hierba	-	-

Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural

CONSULTA PÚBLICA

En la Tabla siguiente se dan a conocer las especies presentes en el área del SAR con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural donde podría ser afectada la biodiversidad; se presentan esas especies de acuerdo al estrato y forma de vida en que se encuentran. Como se puede apreciar, ninguna de las especies muestreadas están sujetas a algún tipo de protección por las leyes oficiales.

Especies vegetales que residen en el ecosistema con Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural del SAR del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMUN	FAMILIA	ESTRATO/FORMA DE VIDA	NOM-059	CITES
Acacia constricta	Mezquitillo	Fabaceae (Leguminosae)	Arbusto	-	-
Bouteloua curtipendula	Zacate banderilla	Poaceae (Gramineae)	Hierba	-	-
Bouteloua gracilis	Zacate navajita	Poaceae	Hierba	-	-
Bouteloua repens	Navajita delgada	Poaceae	Hierba	-	-
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	Fabaceae	Arbusto	-	-
Dasylirion wheeleri	Sotol	Asparagaceae	Arbusto	-	-
Eragrostis superba	Zacate garrapata	Poaceae	Hierba	-	-
Fouquieria splendens	Ocotillo	Fouquieriaceae	Arbusto	-	-
Juniperus deppeana	Táscale	Cupressaceae	Arbusto	-	-
Mimosa biuncifera	Gatuña	Fabaceae	Arbusto	-	-
Nolina microcarpa	Palmilla	Asparagaceae	Arbusto	-	-
Opuntia engelmannii	Nopal	Poaceae	Cactácea	-	-
Opuntia thurberi	Choya tasajo	Cactaceae	Cactácea	-	-
Panicum maximum	Zacate guinea	Poaceae	Hierba	-	-
Prosopis velutina	Mezquite	Leguminosae	Arbol	-	-
Quercus arizonica	Encino blanco	Fagaceae	Arbol		
Yucca schottii	Yuca	Asparagaceae	Arbusto		

Diseño del muestreo

Todo análisis de la vegetación requiere de un muestreo basado en técnicas que permitan

conocer los atributos ecológicos de las especies y las poblaciones que estas forman; tales técnicas pueden ser métodos de muestreo adimencionales como la línea de Candfield o bidimencionales como los muestreos en parcelas las cuales, de acuerdo a su forma geométrica, pueden ser de tres tipos: rectángulos, cuadrados (cuadrantes) y círculos.

Al utilizarse parcelas como unidades de muestreo, deben seguirse los siguientes pasos:

1. Seleccionar la forma de las parcelas
2. Establecer el tamaño de dichas parcelas
3. Determinar el número de unidades de muestreo
4. Especificar el arreglo espacial o distribución de las parcelas de muestreo

1. Selección de la forma de las unidades de muestreo

Muchos investigadores seleccionan arbitrariamente la forma de las unidades muestrales sin considerar el tipo de vegetación a estudiar, las formas de vida de las especies que deberán medir ni tampoco los atributos de las especies a ser evaluados.

Bonham (1989) sugiere que la forma de una parcela de muestreo debe ser adecuada para cada tipo de vegetación a evaluar, mientras que Caryl (1998) indica que la forma más eficiente de una unidad de muestreo depende del atributo de las especies a ser medido, además de la forma de crecimiento y la distribución espacial de los individuos que deberán ser medidos.

Launchbaugh (2009) menciona algunas ventajas y desventajas al utilizar parcelas de diferentes formas geométricas en el muestreo de vegetación:

RECTANGULO	CUADRADO	CIRCULO
Recomendado para comunidades con vegetación en grupos más no en vegetación dispersa	Recomendado para todo tipo de comunidades con vegetación terrestre	Recomendado para todo tipo de comunidades con vegetación terrestre
Relación perímetro-área mayor que para el cuadrado y el círculo	Relación perímetro-área mayor que el círculo pero menor que el rectángulo	Relación perímetro-área menor que los otros tipos de parcelas
Ofrece una varianza menor que en los cuadrantes y los círculos pero su aplicación consume mayor tiempo y esfuerzo	Mayormente utilizado para el muestreo de la frecuencia de especies porque con él es mas fácil estimar la presencia/ausencia de especies	El efecto de orilla es menor que los otros tipos de parcelas pero está más limitado por los tipos de de vegetación y forma de vida de los individuos
Más recomendable en mediciones de densidad y	Más recomendable en mediciones de cobertura de	Recomendado en estudios de cobertura y producción

cobertura de especies que los otros tipos de parcelas	especies que el círculo pero menos que el rectángulo	en pastizales

Launchbaugh, K. 2009. Principles of Vegetation Measurement & Assessment and Ecological Monitoring & Analysis. University of Idaho.

Parcelas para medir Densidad

Elzinga *et al* (1998) han demostrado que para medir la densidad de especies, las parcelas rectangulares largas y angostas son estadísticamente mejores que los cuadrantes y los círculos; sin embargo, desde una perspectiva práctica, este tipo de parcelas traen consigo cierto tipo de inconvenientes como el tiempo de ejecución y los efectos de orilla. En estos casos pueden utilizarse indistintamente las parcelas de forma cuadrada (cuadrantes) o circular que, aunque pueden tener diferencias por efecto de orilla, este error es compensado al utilizar el número adecuado de unidades de muestreo.

Parcelas para medir Frecuencia

Este atributo de las especies es comunmente medido por los investigadores utilizando cuadrantes (parcelas cuadradas) ya que se ha comprobado ser el más preciso al medir la presencia o ausencia de las especies en cada unidad de muestreo.

Parcelas para medir Cobertura

Desde la perspectiva de la precisión estadística en el muestreo, para la medición de la cobertura se aplican las mismas consideraciones que en la medición de la densidad, es decir, las parcelas rectangulares son las menos indicadas de tal forma que pueden utilizarse indistintamente las parcelas de forma cuadrada (cuadrantes) o circular que, aunque pueden tener diferencias por efecto de orilla, este error es compensado al utilizar el número adecuado de unidades de muestreo.

Elzinga, C.L., D.W. Salzer and J.W. Willoughby. 1998. Measuring and Monitoring Plant Populations. BLM Technical Reference 1730-1. U.S. Department of the Interior. Bureau of Land Management. National Applied Resource Sciences Center. Denver, CO. USA.

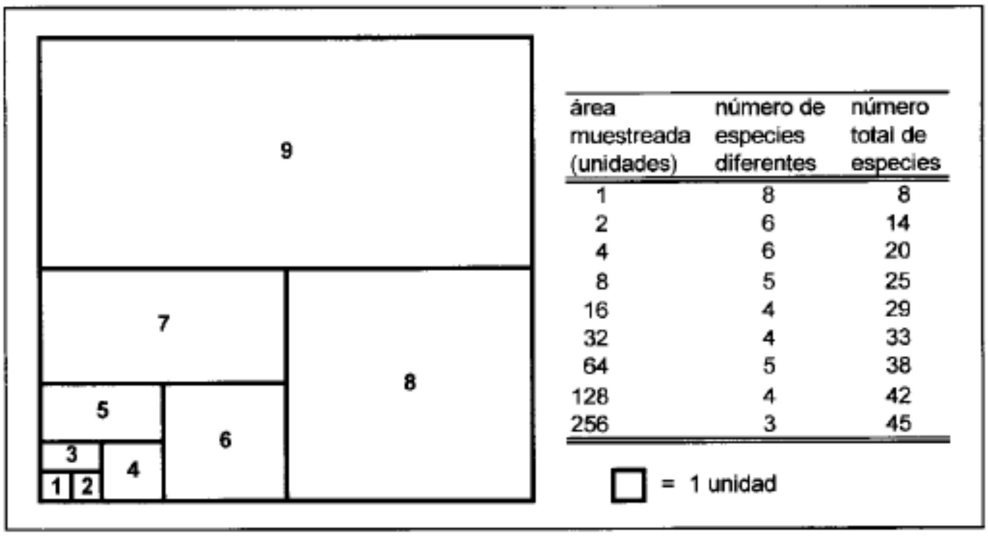
Considerando lo expuesto en párrafos anteriores, para el presente estudio se optó por utilizar parcelas circulares en los muestreos de vegetación.

2. *Establecimiento del tamaño de las unidades de muestreo*

La metodología utilizada para definir el tamaño de los cuadrantes de muestreo se basó considerando el criterio de "área mínima" (Bonham, 1989; Graf y Sayagués-Laso, 2000) el cual consiste en definir un cuadrante con la menor superficie de terreno en el cual la

composición de especies de la comunidad vegetal a medir se encuentre adecuadamente representada (básicamente un 80%). En otras palabras, es la extensión más pequeña en la cual la composición florística está representada adecuadamente. El incremento en el número de especies diferentes con el aumento de la superficie de observación, es considerada como marginal.

La determinación del área mínima se inicia escogiendo una parte representativa de la comunidad que muestre homogeneidad en la distribución de especies, es decir, no debe haber fragmentación en el arreglo espacial de las especies dentro de la comunidad; enseguida se procede a muestrear unidades contiguas (anidadas) de extensión progresivamente mayor y se registran todas las especies diferentes que se van encontrando. Luego se aplica algún criterio (arbitrario) que defina el área mínima, por ejemplo aquella que contiene el 80 % de las especies encontradas. Este proceso se ejemplifica en la siguiente figura:

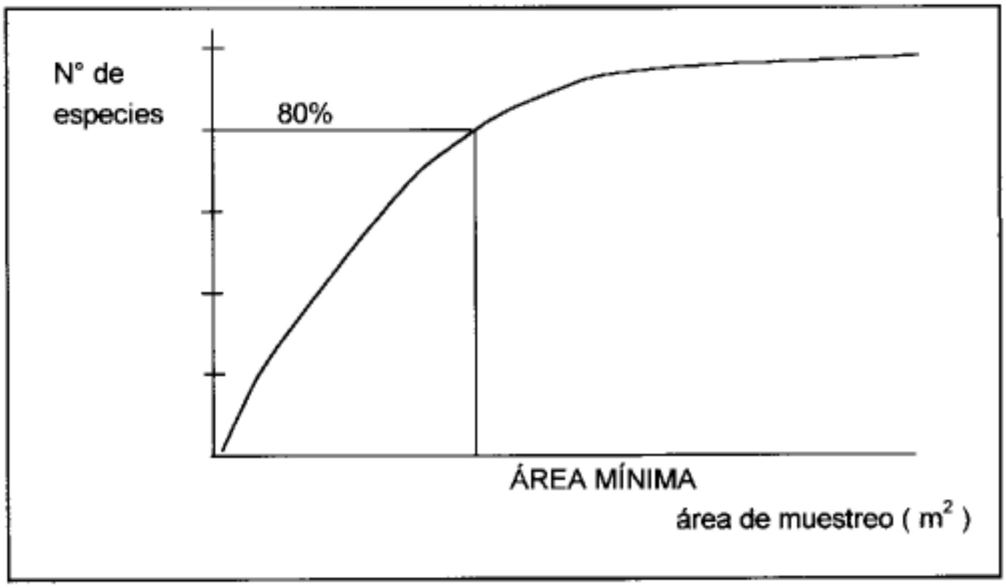


área muestreada (unidades)	número de especies diferentes	número total de especies
1	8	8
2	6	14
4	6	20
8	5	25
16	4	29
32	4	33
64	5	38
128	4	42
256	3	45

□ = 1 unidad

Ejemplificación básica del proceso para establecer el área mínima de muestreo

En segunda instancia, para la determinación del área mínima, se debe construir una curva área – número de especies y luego se aplica algún criterio (arbitrario) que defina el área mínima, por ejemplo aquella que contiene por lo menos el 80 % de las especies encontradas.



Expresión gráfica de la curva área de muestreo vs número de especies

Hay que considerar que las especies que son muy escasas o raras pueden quedar excluidas durante el muestreo debido a su inapreciable presencia en el ecosistema, sin embargo deben considerarse en forma especial pues pueden ser especies amenazadas o en algún estatus de protección por las normas oficiales.

El área mínima que fue determinada para el muestreo de la vegetación en el SAR fue de 400 m^2 representada por parcelas circulares de 11.3 m de radio, de acuerdo a la densidad y formas de vida de las especies vegetales presentes en los sitios de muestreo.

3. *Determinación del número de unidades de muestreo*

El número de muestras que deberán ser tomadas en un estudio o experimento, generalmente se determina utilizando ecuaciones o algoritmos matemáticos, mismos que son definidos siguiendo criterios preestablecidos por los investigadores. A continuación se describen algunos de esos métodos de determinación del número de unidades de muestreo.

Criterios basados en la extensión geográfica del área de interés

Rivas (2001) sugiere que para determinar el tamaño de la muestra de una población forestal, se debe primeramente definir la intensidad de muestreo, que es la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total, calculada por:

$$f = (n / N)*100$$

Donde:

f = Intensidad de muestreo en porcentaje
n = Número de unidades de la muestra
N = Número de unidades de toda la población

En inventarios forestales se han utilizado intensidades de muestreo de 0.1% a 1 %, y el valor que se tome está en función de la superficie a inventariar, los recursos financieros con que se cuenta, la precisión de muestreo requerida y el tiempo disponible para realizar el trabajo.

Rivas-Torres, D. 2001. Sistemas de Producción Forestal: Evaluación de los Recursos Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. México. 26p.

El utilizar este criterio para medir la vegetación del SAR del presente proyecto (3044.3380 ha) con una intensidad de muestreo de 1%, necesitaría hacer mediciones en un total 500 unidades de muestreo de 400 metros cuadrados (0.04 ha) en el ecosistema de Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino, mientras que en el ecosistema de Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural se necesitarían 262 estaciones de muestreo, sumando un total de 762 unidades muestrales, lo cual resulta incosteable en tiempo y en recursos económicos para muestrear todo el SAR utilizando este criterio.

Para el caso de México, Ramos-Balderas (2015) y Berlanga *et. al.* (1992) recomiendan una intensidad de muestreo de 1% del área de interés para ecosistemas de zonas áridas y semiáridas, respaldando la metodología de Rivas-Torres (2001) anteriormente expuesta.

Ramos-Balderas, G.E. 2015. Análisis de la viabilidad del aprovechamiento de especies forestales no maderables en el ejido San Miguel, municipio de Ramos Arizpe, Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 90p.

Berlanga, R.C.A., L.A. González y H. Franco. 1992. Metodología para la evaluación y manejo de lechuguilla en condiciones naturales. Folleto Técnico No. 1. C.E. La Sauceda. Saltillo. INIFAP. SARH. Coahuila. 22p.

De acuerdo a las Normas Técnicas Forestales (Frith y Ubiera, 2001), mismas que fueron diseñadas para el estudio de ecosistemas forestales naturales, es decir, no inducidos, una intensidad de muestreo para superficies mayores de 40 ha, deberá ser de 1.5 % con niveles de confianza no menores al 95%; es importante aclarar que el trabajo de estos autores se realizó en ecosistema de bosque natural. Si adoptáramos ese criterio para muestrear en los ecosistemas de Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino ó VSABE (1998.0750 ha) y con Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural ó VSAPN (1046.2630 ha) del sistema ambiental regional correspondiente al proyecto, se debería aplicar una intensidad de muestreo equivalente a 1141 sitios de muestreo (749 para el VSABE y 392 para el VSAPN) con cuadrantes de 400 m^2 como unidades

muestrales lo cual, para determinar simplemente que las especies del área del proyecto están bien representadas en el SAR y que no se pone en riesgo la biodiversidad del ecosistema con el desarrollo del proyecto, puede ser un esfuerzo excesivo de trabajo de campo que llevaría meses en su realización y un requerimiento de recursos económicos prohibitivos para el proyecto al grado que sería incosteable su realización.

Frith, M. y F. Ubiera. 2001. Normas Técnicas para Planes de Manejo Forestal. Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Santo Domingo. República Dominicana. 48 p.

Criterios basados en cálculos estadísticos

Las estimaciones del número de unidades muestreales usando un criterio estadístico se basa en la aplicación de algoritmos matemáticos independientemente del tamaño o superficie de terreno en que se encuentre la población o comunidad vegetal de interés; sin embargo, para la aplicación de los métodos estadísticos regularmente se requiere de un muestreo piloto de algunas unidades muestrales ya que la variación en los valores de los parámetros medidos, determinará el número estadísticamente significativo de unidades muestrales a realizar.

Los métodos estadísticos podrán aplicarse a poblaciones finitas (valor de *N* conocido) y a poblaciones infinitas.

Entre los métodos estadísticos aplicados para obtener el número de unidades de muestreo (*n*) en poblaciones finitas está el propuesto por Mostacedo y Fredericksen (2000).

Mostacedo, B. y T.S. Fredericksen. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz. Bolivia. 92 p.

La fórmula matemática para calcularlo es la siguiente:

$$n = \frac{t^2\, CV^2}{E^2 + \frac{t^2\, CV^2}{N}}$$

Donde:
n = número de unidades muestrales estadísticamente representativas.
E = error con el que se quiere obtener los valores, en ecología vegetal generalmente es del 20% (Mostacedo y Fredericksen, 2000 Op).
t = valor que se obtiene de las tablas "t de Student".
N = total de unidades muestrales en toda la población.

Donde:

CONSULTA PÚBLICA

***n* =** Número de unidades muestrales a aplicar
t = Valor que se obtiene de las tablas de "t" de Student, generalmente se usa ***t*** = 0.05, es decir 95% de probabilidad y dos colas
CV = Coeficiente de variación; para obtener este valor es necesario hacer un pre-muestreo
E = Error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro; generalmente es del 20%
N = Total de unidades muestrales en toda la población

CV = coeficiente de variación, que deriva de:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{X}}$$

Donde:
s = desviación estándar.
ẋ = promedio.

$$S = \sqrt{\Sigma d^2 - (\Sigma d)^2 \Big/ N \Big/ N - 1}$$

El método consiste en realizar un muestreo piloto y, con los datos obtenidos, aplicar la formula propuesta por el autor. Debido a que en el SAR existen dos tipos de vegetación diferentes, se realizó un ejercicio por cada ecosistema.

En los cuadros siguientes cuadros se muestran los resultados por cada tipo de vegetación.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino

En este ejercicio se utilizaron los resultados de un muestreo piloto con 3 valores de densidad y se consideró una ***N*** de 749 de unidades muestreales obtenida para el SAR por el método de Frith y Ubiera (2001); los resultados obtenidos muestran el siguiente valor de ***n***:

CUADRANTE	DENSIDAD	DENSIDAD AL CUADRADO
1	74	5476
2	65	4225
3	93	8649
SUMA =	**232**	**18350**
PROMEDIO =	**77**	

***s* =**	**14.3**
***CV (%)* =**	**18.5**
***t* =**	**2.1448**
***E (%)* =**	**20**
***N* =**	**749**
***n* =**	**4**

Como puede observarse en el cuadro anterior, el valor de ***n*** es menor que el número de sitios de muestreo establecidos en el ecosistema de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino del SAR (8 sitios), lo cual da validez a los resultados obtenidos y que evidentemente determina que las especies del área del proyecto fueron muestreadas con un buen nivel de representatividad estadística en los ecosistemas donde ellas residen.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural

En este ejercicio también se utilizaron los resultados de un muestreo piloto con 3 valores de densidad y se consideró una ***N*** de 392 de unidades muestreales obtenida para el SAR por el método de Frith y Ubiera (2001); los resultados obtenidos muestran el siguiente valor de ***n***:

CUADRANTE	DENSIDAD	DENSIDAD AL CUADRADO
1	2062	4251844
2	1726	2979076
3	1934	3740356
SUMA =	**5722**	**10971276**
PROMEDIO =	**1907**	
***s* =**	**169.6**	
***CV (%)* =**	**8.9**	
***t* =**	**4.3027**	
***E (%)* =**	**20**	
***N* =**	**392**	
***n* =**	**4**	

Como puede observarse en el cuadro anterior, el valor de ***n*** es menor que el número de sitios de muestreo establecidos en el ecosistema de vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural del SAR (5 sitios), lo cual da validez a los resultados obtenidos y que evidentemente determina que las especies del área del SA fueron muestreadas con un buen nivel de representatividad estadística en los ecosistemas donde ellas residen.

Criterio basado en la recomendación de la SEMARNAT

Tomando en cuenta la recomendación o el criterio establecido por la SEMARNAT de que el muestreo en una CHF debe servir para determinar que las especies del área del proyecto están bien representadas en ella y que no se pone en riesgo la biodiversidad del ecosistema, el número de sitios de muestreo deberá ser de tal magnitud que cumpla con ese requisito sin llegar a hacer un muestreo que sea espacial y estadísticamente representativo del área total del SA (CHF) ya que eso podría ser prohibitivo para el proyecto debido a factores como el gasto económico, el tiempo de realización, presencia barreras geográficas y/o topográficas y acceso limitado a otros predios dentro del SA (CHF), entre otros.

El procedimiento consiste en hacer primeramente el muestreo en el área del Proyecto y se registran las especies encontradas en los ecosistemas de esa área. Seguidamente se inicia el muestreo en los mismos ecosistemas del SA (CHF) que representan a los del área de interés ya muestreada y se anotan las especies encontradas en ese primer punto de muestreo; en el siguiente sitio de muestreo se realizan las mediciones sobre todas las especies encontradas en él pero además se anotan las especies nuevas que van apareciendo con respecto al sitio de muestreo anterior. En el tercer sitio de muestreo se continúa con la misma metodología y así sucesivamente hasta llegar a un sitio de muestreo *n* donde ya se encuentren representadas todas las especies; en otras palabras, se trata delaborar una curva de acumulación de especies hasta lograr la representatividad de las especies del área del proyecto dentro del SA (CHF) correspondiente para así asegurarse de que las especies del área del proyecto están representadas en el SA (CHF) y no se pone en riesgo la biodiversidad.

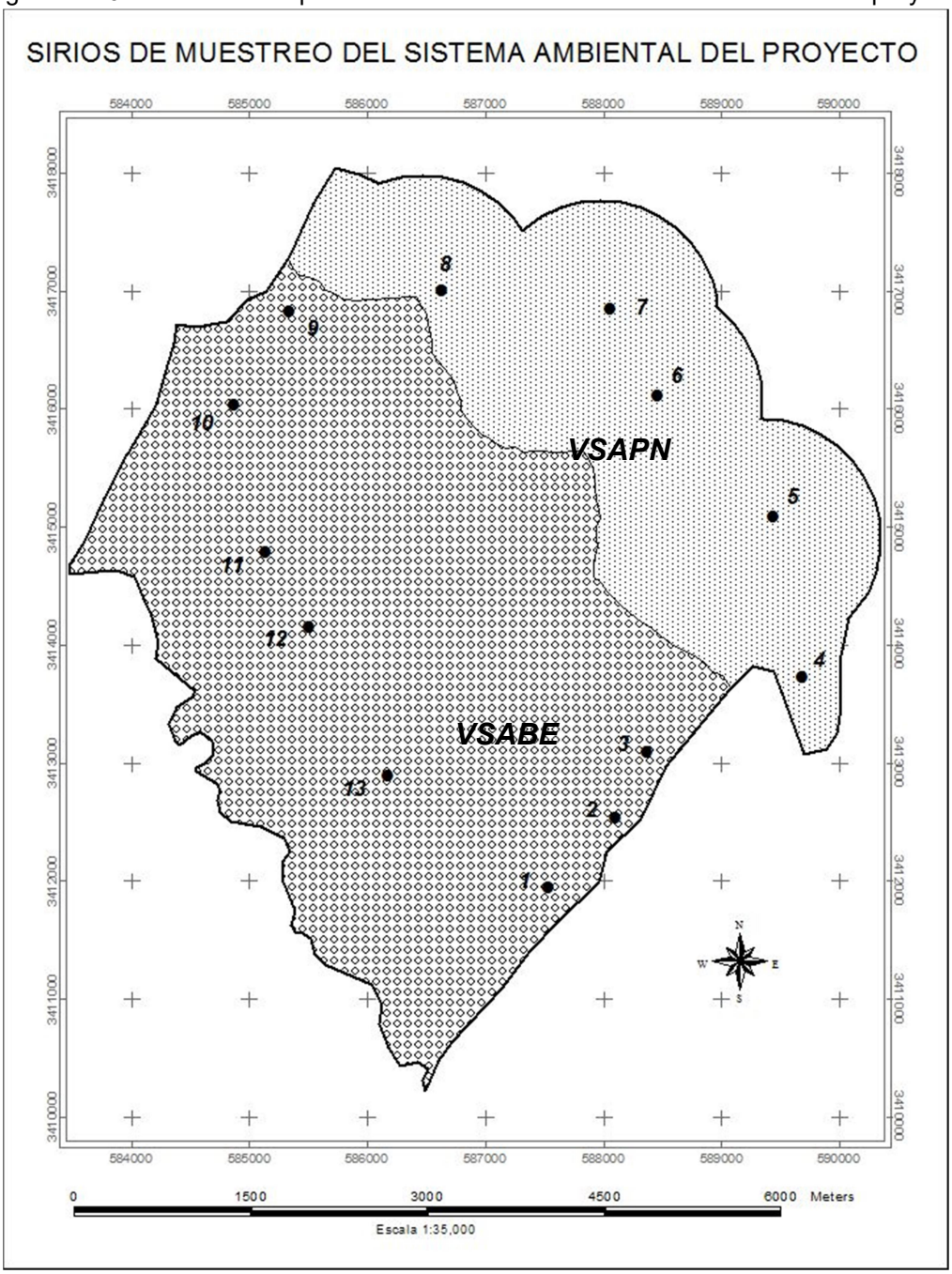
Localización de los sitios de muestreo

Con el fin de muestrear en forma representativa la totalidad del área del SA, se establecieron 13 estaciones de muestreo en la superficie del proyecto, distribuidos de la siguiente manera:

TIPO DE VEGETACION	AREA CUBIERTA (ha)	No. SITIOS DE MUESTREO
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	1998.0750	8
Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	1046.2630	5
TOTAL:	**3044.3380**	**13**

En el siguiente plano cartográfico se muestra la disribución de los sitios de muestreo dento del SAR del proyecto. Se puede observar en ese mapa que los sitios se posicionaron estratégicamente con la intención de cubrir los tipos de vegetación establecidos en la cartografía del INEGI, los cuales son vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y de pastizal natural (VSABE y VSAPN, respectivamente).

Figura IV.46. Distribución espacial de los sitios de muestreo dentro del SAR del proyecto



La posición geográfica de los sitios de muestreo en el sistema ambiental regional fue tomada y registrada con un GPS en coordenadas con proyección UTM bajo el Datum WGS84 – Zona 12N; la siguiente tabla muestra las coordenadas de los sitios de muestreo.

Cuadro IV.57. Coordenadas de los sitios de muestreo de vegetación del SA del proyecto

TIPO DE VEGETACION	SITIO	COORDENADA X	COORDENADA Y
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	1	587530	3411936
	2	588092	3412530
	3	588361	3413088
Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	4	589674	3413725
	5	589433	3415078
	6	588458	3416103
	7	588050	3416837
	8	586628	3416995
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	9	585328	3416817
	10	584865	3416026
	11	585137	3414775
	12	585498	3414147
	13	586173	3412880

Atributos de las especies vegetales

La estructura de una comunidad vegetal así como la dinámica de la misma puede ser caracterizada si se conocen algunos de los atributos de las especies que la conforman. Los atributos de la vegetación más conocidos son la densidad, frecuencia, cobertura y el valor de importancia ecológico de las mismas. La densidad de una especie se interpreta como el número de individuos de esa especie que habitan por unidad de área, en este caso, por hectárea. La frecuencia nos da una idea sobre la distribución espacial de los individuos de una especie en una determinada área. El atributo de la vegetación conocido como cobertura nos indica la cantidad de terreno que está cubierto por el follaje de una especie. Debemos tener en cuenta que una especie no necesariamente por ser muy densa, cubrirá una gran superficie con su follaje. En otras palabras, una especie arbórea, con pocos individuos puede tener mayor cobertura que una especie muy abundante pero con poco follaje. El valor de importancia nos indica que especie es la que juega un papel dominante sobre las demás, cual es la que controla el flujo de energía en ese ecosistema, cual es la que consume la mayor cantidad de recursos (nutrientes, agua, luz, etc.).

Para conocer los atributos de las especies que conforman las poblaciones de plantas establecidas en el SAR, se realizaron muestreos consistentes en mediciones en un total de 13 parcelas circulares de 11.3 m de radio (400 m^2). Dentro de cada cuadrante se identificaron taxonómicamente todas las plantas y se registró el número de individuos por especie y se midió la cobertura de su follaje. Con esta metodología se obtuvo la información de campo necesaria para conocer la densidad de individuos de cada especie por ha, la cobertura o superficie que esas especies ocupan por unidad de área, la frecuencia con la que se presentan las especies a lo largo del terreno, así como el valor de importancia ecológico que cada una de las especies desempeñan en esa comunidad.

Considerando las definiciones expuestas por Font Quer (1973) para diferenciar las formas de vida de las plantas con respecto a su altura, los elementos arbóreos se agrupan en el estrato superior de una comunidad vegetal, comprendiendo especies que sobrepasan los 5 m de alto. En el estrato medio o arbustivo, figuran especies leñosas y cactáceas con porte de 1 a 5 metros. En el estrato inferior, de 0.05 a 1.00 metros, se incluyen diferentes especies de hierbas perennes.

Los resultados de los muestreos de la vegetación en el SAR, se resumen en la información expuesta en las siguientes tablas para todas las especies y de manera diferenciada por tipos de vegetación y, dentro de ellos, por estratos.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino

Estrato arbóreo

A continuación se presentan los atributos ecológicos de las especies en el estrato arbóreo en el SAR.

Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato arbóreo que habitan en el ecositema de VSABE del sistema ambiental regional del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Prosopis velutina*	Mezquite	91.21	58.14	80.00	229.35	1
2	*Quercus emoryi*	Bellota	8.79	41.86	20.00	70.65	2
				100	100	100	300

Donde:
DR = Densidad relativa expresada en valores porcentuales,
CR = Cobertura relativa expresada en valores porcentuales,
FR = Frecuencia relativa expresada en valores porcentuales
V.I. = Valor de importancia que nos indica el peso ecológico que tiene esa especie en la comunidad,

CONSULTA PÚBLICA

CLASE = La categoría que tiene la especie en términos de su papel ecológico dentro de la comunidad.

En la tabla anterior podemos observar que el mezquite, *Prosopis velutina*, es la especie que domina en todos los aspectos ecológicos sobre las demás especies en el estrato arbóreo de la comunidad vegetal en el ecosistema de VSABE del SAR; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

Estrato arbustivo

A continuación se presentan los atributos ecológicos de las especies en el estrato arbustivo en el SAR.

Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato arbustivo que habitan en el ecositema de VSABE del sistema ambiental regional del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Acacia constricta*	Mezquitillo	1.09	1.07	6.67	8.83	4
2	*Celtis pallida*	Garambullo	0.22	2.38	6.67	9.26	4
3	*Chilopsis linearis*	Mimbre, jano	0.33	32.13	6.67	39.12	3
4	*Dasylirion wheeleri*	Sotol	0.33	2.28	6.67	9.28	4
5	*Eragrostis superba*	Zacate garrapata	96.07	10.54	13.33	119.95	1
6	*Hymenoclea monogyra*	Jécota	0.44	1.19	6.67	8.29	4
7	*Juniperus deppeana*	Táscale	1.53	50.40	53.33	105.26	2
			100	100	100	300	

En la tabla anterior podemos observar que el zacate garrapata, *Eragrostis superba*, es la especie que domina en todos los aspectos ecológicos sobre las demás especies en el estrato arbustivo de la comunidad vegetal en el ecosistema de VSABE del SAR; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

Estrato herbáceo

A continuación se presentan los atributos ecológicos de las especies en el estrato herbáceo en el SAR.

Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato herbáceo que habitan en el ecositema de VSABE del sistema ambiental del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Bouteloua gracilis*	ZacateNavajita	44.65	14.38	50.00	109.03	1
2	*Bouteloua repens*	Navajita delgada	30.70	14.23	37.50	82.42	2
3	*Sporobolus airoides*	Zacatón alcalino	24.65	71.40	12.50	108.55	1
			100	100	100	300	

En la tabla anterior podemos observar que el zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) y el zacatón alcalino, (*Sporobolus airoides)*, son las especies que, en codominancia, dominan en todos los aspectos ecológicos sobre las demás especies en el estrato herbáceo de la comunidad vegetal en el ecosistema de VSABE del SAR; así, estas especies son las que aprovechan más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

Cactáceas

A continuación se presentan los atributos ecológicos de las especies cactáceas en el SAR.

Valores de los atributos ecológicos de las especies de cactáceas que habitan en el ecositema de VSABE del sistema ambiental regional del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Opuntia thurberi*	Choya tasajo	100.00	100.00	100.00	100.00	1
			100	100	100	300	

En la tabla anterior podemos observar que la choya tasajo, *Opuntia thurberi*, es la única especie con forma de vida cactácea de la comunidad vegetal en el ecosistema de VSABE del SAR del SAR; así, esta especie no tiene competencia con otras especies de cactáceas de la comunidad por los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural

CONSULTA PÚBLICA

Estrato arbóreo

A continuación se presentan los atributos ecológicos de las especies en el estrato arbóreo en el SAR.

Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato arbóreo que habitan en el ecositema de VSAPN del sistema ambiental regional del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Prosopis velutina*	Mezquite	92.31	95.83	83.33	271.47	1
2	*Quercus arizonica*	Encino blanco	7.69	4.17	16.67	28.53	2
			100	100	100	300	

En la tabla anterior podemos observar que el mezquite, *Prosopis velutina*, es la especie que domina en todos los aspectos ecológicos sobre las demás especies en el estrato arbóreo de la comunidad vegetal en el ecosistema de VSAPN del SAR; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

Estrato arbustivo

A continuación se presentan los atributos ecológicos de las especies en el estrato arbustivo en el SAR.

Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato arbustivo que habitan en el ecositema de VSAPN del sistema ambiental regional del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Acacia constricta*	Mezquitillo	23.12	20.62	18.75	62.49	3
2	*Calliandra eriophylla*	Cósahui de vaina	52.02	8.10	18.75	78.88	2
3	*Dasylirion wheeleri*	Sotol	0.29	0.23	6.25	6.77	6
4	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	0.87	1.67	6.25	8.79	5
5	*Juniperus deppeana*	Táscale	5.78	54.98	25.00	85.77	1
6	*Mimosa biuncifera*	Gatuña	11.56	4.10	6.25	21.91	4
7	*Nolina microcarpa*	Palmilla	2.31	3.85	6.25	12.41	5
8	*Yucca schottii*	Yuca	4.05	6.44	12.50	22.99	4
			100	100	100	300	

En la tabla anterior podemos observar que el táscale, *Juniperus deppeana*, es la especie que domina en todos los aspectos ecológicos sobre las demás especies en el estrato arbustivo de la comunidad vegetal en el ecosistema de VSAPN del SAR; así, esta especie

es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

Estrato herbáceo

A continuación se presentan los atributos ecológicos de las especies en el estrato herbáceo en el SAR.

Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato herbáceo que habitan en el ecositema de VSAPN del sistema ambiental del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Bouteloua curtipendula*	Zacate banderilla	34.88	32.41	37.50	104.79	1
2	*Bouteloua gracilis*	ZacateNavajita	18.60	19.31	25.00	62.92	3
3	*Bouteloua repens*	Navajita delgada	9.30	9.66	12.50	31.46	4
4	*Eragrostis superba*	Zacatón garrapata	30.23	31.38	12.50	74.11	2
5	*Panicum maximum*	Zacate Guinea	6.98	7.24	12.50	26.72	5
			100	100	100	300	

En la tabla anterior podemos observar que el zacate banderilla (*Bouteloua gracilis*, es la especie que domina en todos los aspectos ecológicos sobre las demás especies en el estrato herbáceo de la comunidad vegetal en el ecosistema de VSAPN del SAR; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

Cactáceas

A continuación se presentan los atributos ecológicos de las especies cactáceas en el SAR.

Valores de los atributos ecológicos de las especies de cactáceas que habitan en el ecositema de VSAPN del sistema ambiental regional del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE	DR	CR	FR	V.I.	CLASE

		COMUN					
1	*Opuntia engelmannii*	Nopal	33.33	56.73	60.00	150.06	1
2	*Opuntia thurberi*	Choya tasajo	66.67	43.27	40.00	149.94	2
			100	100	100	300	

En la tabla anterior podemos observar que el nopal, *Opuntia engelmannii*, es la especie que domina en todos los aspectos ecológicos sobre las demás especies cactáceas de la comunidad vegetal en el ecosistema de VSAPN del SAR; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

Análisis de Diversidad de la vegetación

Un atributo importante que se determinó para las especies vegetales del área del SA del proyecto, fue la Diversidad de Especies. Este atributo se determina usando diversos algoritmos matemáticos llamados Indices de Diversidad entre los que figuran el de Simpson, el de Shannon - Wiener, el de Margalef, entre otros; los dos primeros índices de diversidad están basados en la densidad absoluta de las especies mientras que el índice de diversidad de Margalef para estimar la biodiversidad de una comunidad se basa en el número de especies presentes, así como en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada. Para efecto del presente proyecto, se consideró el índice de Shannon - Wiener para determinar la diversidad de especies de la las áreas propuestas para CUSTF, el cual se calcula con la siguiente expresión matemática:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \left(\ln \left(p_i\right)\right)$$

Dónde:

pi = n_i/N y $N = \sum n_i$

n_i = Abundancia proporcional de la especie *i.*

N = Suma total de la abundancia de todas las especies

Los valores de H´ varían de 1 a 5, de acuerdo a las siguientes condiciones (Moreno, 2001):

5, refleja condiciones óptimas / diversidad muy alta.
4, refleja muy buen estado / diversidad alta.
3 a 4, refleja buen estado / diversidad media-alta.
2 a 3, refleja estado moderado / diversidad media.
1 a 2, refleja perturbación / diversidad baja.

0 a 1, refleja mal estado / diversidad muy baja.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.

Otro factor ecológico valorado en el ecosistema del SAR y comparado con el del área del proyecto fue el índice de equidad de Pielou (Moreno, 2001) el cual, con base en la abundancia proporcional de las especies, mide la equidad y su relación con la riqueza de especies de una comunidad.

El índice de Pielou se calcula con la siguiente fórmula matemática:

$$J' = \frac{H'}{H'max}$$

Donde ***J´*** = Indice de equidad de Pielou
H' = Indice de diversidad Shanon - Wiener
H´max = Máxima diversidad esperada; este valor corresponde al logaritmo natural de la riqueza de especies, ***ln(S)***.

El valor de este índice va de 0 a 1.0, de forma que 1.0 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (VSABE)

Arbóreas

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales arbóreas del área con VSABE del SA del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Valores del índice de diversidad de las poblaciones de especies arbóreas del ecosistema con VSABE del SA del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Prosopis velutina	Mezquite	259	0.9121	-0.0920	-0.0839
Quercus emoryi	Bellota	25	0.0879	-2.4314	-0.2138
	TOTAL:	**284**	**1.0000**	**-2.5234**	**-0.2977**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***0.2977***
				Riqueza (S) =	***2***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***0.6931***

CONSULTA PÚBLICA

Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.4295***

Si queremos analizar los resultados de la tabla anterior veremos que, de acuerdo a Moreno (2001), la diversidad alfa a nivel de especies puede analizarse como la riqueza (número de especies distintas presentes en un ecosistema o área de interés) o la estructura (proporción de cada especie dentro de un ecosistema). Este segundo componente se refiere al grado de heterogeneidad dentro de los ecosistemas. Para ello, en ecología de poblaciones se han desarrollado distintas aproximaciones cuantitativas, la mayoría de ellas basadas en la teoría de la información. Por ejemplo, el análisis de la diversidad de especies en un ecosistema o región puede medirse con el índice de Shannon-Wiener o de Margalef, entre otros, haciendo referencia a la proporción de las densidades alcanzadas por las especies.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del estrato arbóreo de la tabla anterior, el mezquite (*Prosopis velutina*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.9121) obtenida para ese grupo de especies arbóreas muestreado.

Arbustivas

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales arbustivas del área con VSABE del SA del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Valores del índice de diversidad de las especies arbustivas del ecosistema con VSABE del SA del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Acacia constricta	Mezquitillo	63	0.2785	-1.2785	-0.3560
Celtis pallida	Garambullo	13	0.0575	-2.8567	-0.1641
Chilopsis linearis	Mimbre, jano	19	0.0829	-2.4904	-0.2064
Dasylirion wheeleri	Sotol	19	0.0840	-2.4772	-0.2080
Hymenoclea monogyra	Jécota	25	0.1105	-2.2028	-0.2434
Juniperus deppeana	Táscale	88	0.3867	-0.9500	-0.3674
TOTAL:		**226**	**1.0000**	**-12.2556**	**-1.5454**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.5454***
Riqueza (S) =					***6***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.7918***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.8625***

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del estrato arbustivo de la tabla anterior, el táscale (*Juniperus deppeana*) es la

especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.3867) y el mayor valor en diversidad obtenidos para ese grupo de especies arbustivas muestreado.

Herbáceas

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales herbáceas del área con VSABE del SA del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas del ecosistema con VSABE del SA del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Bouteloua gracilis	Zacate navajita	4800	0.2954	-1.2195	-0.3602
Bouteloua repens	Navajita delgada	3300	0.2031	-1.5942	-0.3237
Eragrostis superba	Zacate garrapata	5500	0.3385	-1.0833	-0.3667
Sporobolus airoides	Zacatón alcalino	2650	0.1631	-1.8135	-0.2957
TOTAL:		**16250**	**1.0000**	**-5.7105**	**-1.3464**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.3464***
Riqueza (S) =					***4***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.3863***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.9712***

Si analizamos los resultados del índice de diversidad para los elementos del estrato herbáceo de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), el zacate garrapata (*Eragrostis superba*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.3385) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

Cactáceas

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales Cactáceas del área con VSABE del SA del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Valores del índice de diversidad de las especies de cactáceas del ecosistema con VSABE del SA del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)

Opuntia thurberi	Choya tasajo	53	1.0000	0.0000	0.0000
	TOTAL:	**53**	**1.0000**	**0.0000**	**0.0000**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	**0.0000**
				Riqueza (S) =	***1***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	**0.0000**
				Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	**0.0000**

En el VSABE del SA del área de interés se encontró a la choya tasajo (*Opuntia thurberi*) como única especie cactácea y, en virtud de que los índices de diversidad no pueden definirse con solo una especie, al aplicarse las ecuaciones para su estimación se obtiene un valor igual a cero, como se presenta en la tabla anterior para esta especie.

Considerando que el índice de diversidad para la choya tasajo tiene un valor de 0.0 por ser especie única en el tipo de forma de vida que presenta, los atributos de diversidad máxima (*lnS*) y el de equidad (*J*), adquieren también un valor de 0.0.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural (VSAPN)

Arbóreas

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales arbóreas del área con VSAPN del SA del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Valores del índice de diversidad de las poblaciones de especies arbóreas del ecosistema con VSAPN del SA del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Prosopis velutina	Mezquite	180	0.9231	-0.0800	-0.0739
Quercus arizonica	Encino blanco	15	0.0769	-2.5649	-0.1973
	TOTAL:	**195**	**1.0000**	**-2.6450**	**-0.2712**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***0.2712***
				Riqueza (S) =	***2***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***0.6931***
				Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.3912***

Si queremos analizar los resultados de la tabla anterior veremos que, de acuerdo a Moreno (2001), la diversidad alfa a nivel de especies puede analizarse como la riqueza (número de especies distintas presentes en un ecosistema o área de interés) o la estructura (proporción de cada especie dentro de un ecosistema). Este segundo componente se refiere al grado de heterogeneidad dentro de los ecosistemas. Para ello, en ecología de poblaciones se han desarrollado distintas aproximaciones cuantitativas, la

mayoría de ellas basadas en la teoría de la información. Por ejemplo, el análisis de la diversidad de especies en un ecosistema o región puede medirse con el índice de Shannon-Wiener o de Margalef, entre otros, haciendo referencia a la proporción de las densidades alcanzadas por las especies.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del estrato arbóreo de la tabla anterior, el mezquite (*Prosopis velutina*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.9231) obtenida para ese grupo de especies arbóreas muestreado.

Arbustivas

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales arbustivas del área con VSAPN del SA del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Valores del índice de diversidad de las especies arbustivas del ecosistema con VSAPN del SA del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Acacia constricta	Mezquitillo	400	0.2312	-1.4644	-0.3386
Calliandra eriophylla	Cósahi de vaina	900	0.5202	-0.6535	-0.3400
Dasylirion wheeleri	Sotol	5	0.0029	-5.8464	-0.0169
Fouquieria splendens	Ocotillo	15	0.0087	-4.7478	-0.0412
Juniperus deppeana	Táscale	100	0.0578	-2.8507	-0.1648
Mimosa biuncifera	Gatuña	200	0.1156	-2.1576	-0.2494
Nolina microcarpa	Palmilla	40	0.0231	-3.7670	-0.0871
Yucca schottii	Yuca	70	0.0405	-3.2074	-0.1298
TOTAL:		**1730**	**1.0000**	**-24.6948**	**-1.3677**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.3677***
Riqueza (S) =					***8***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***2.0794***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.6577***

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del estrato arbustivo de la tabla anterior, el cósahi de vaina (*Calliandra eriophylla*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.5202) y el mayor valor en diversidad obtenidos para ese grupo de especies arbustivas muestreado.

Herbáceas

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales herbáceas del área con VSAPN del SA del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas del ecosistema con VSAPN del SA del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Bouteloua curtipendula	Zacate banderilla	15000	0.3488	-1.0531	-0.3674
Bouteloua gracilis	Zacate navajita	8000	0.1860	-1.6818	-0.3129
Bouteloua repens	Navajita delgada	4000	0.0930	-2.3749	-0.2209
Eragrostis superba	Zacate garrapata	13000	0.3023	-1.1963	-0.3617
Panicum maximum	Zacate Guinea	3000	0.0698	-2.6626	-0.1858
	TOTAL:	**43000**	**1.0000**	**-8.9687**	**-1.4486**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***1.4486***
				Riqueza (S) =	***5***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***1.6094***
				Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.9001***

Si analizamos los resultados del índice de diversidad para los elementos del estrato herbáceo de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), el zacate banderilla (*Bouteloua curtipendula*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.3488) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

Cactáceas

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales cactáceas del área con VSAPN del SA del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Valores del índice de diversidad de las especies de cactáceas del ecosistema con VSAPN del SA del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Opuntia engelmannii	Nopal	150	0.3333	-1.0986	-0.3662
Opuntia thurberi	Choya tasajo	300	0.6667	-0.4055	-0.2703
	TOTAL:	**450**	**1.0000**	**-1.5041**	**-0.6365**

Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***0.6365***
Riqueza (S) =	***2***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***0.6931***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.9183***

Si analizamos los resultados del índice de diversidad para las cactáceas de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), la choya tasajo (*Opuntia thurberi*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.6667) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

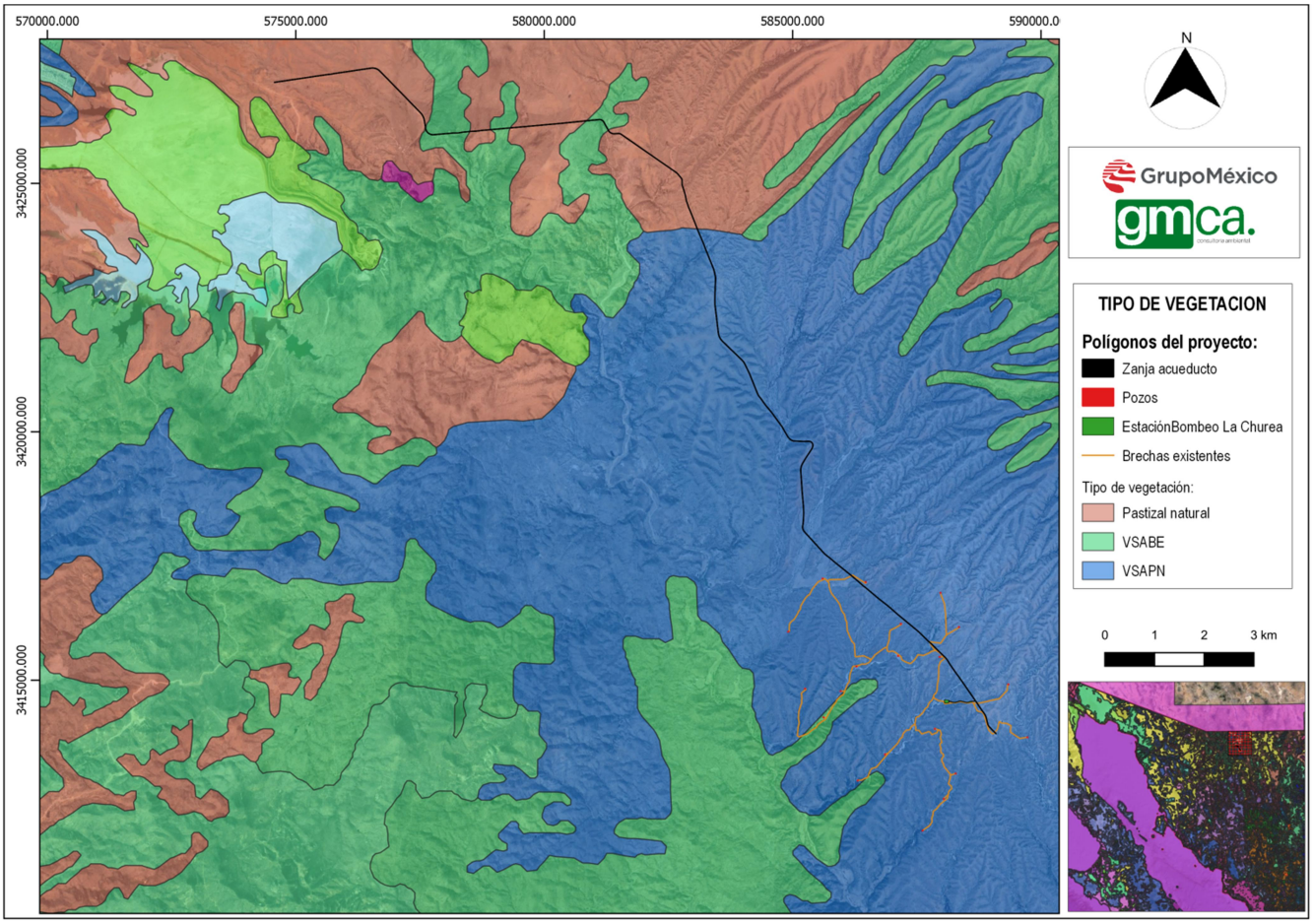
ÁREA DEL PROYECTO

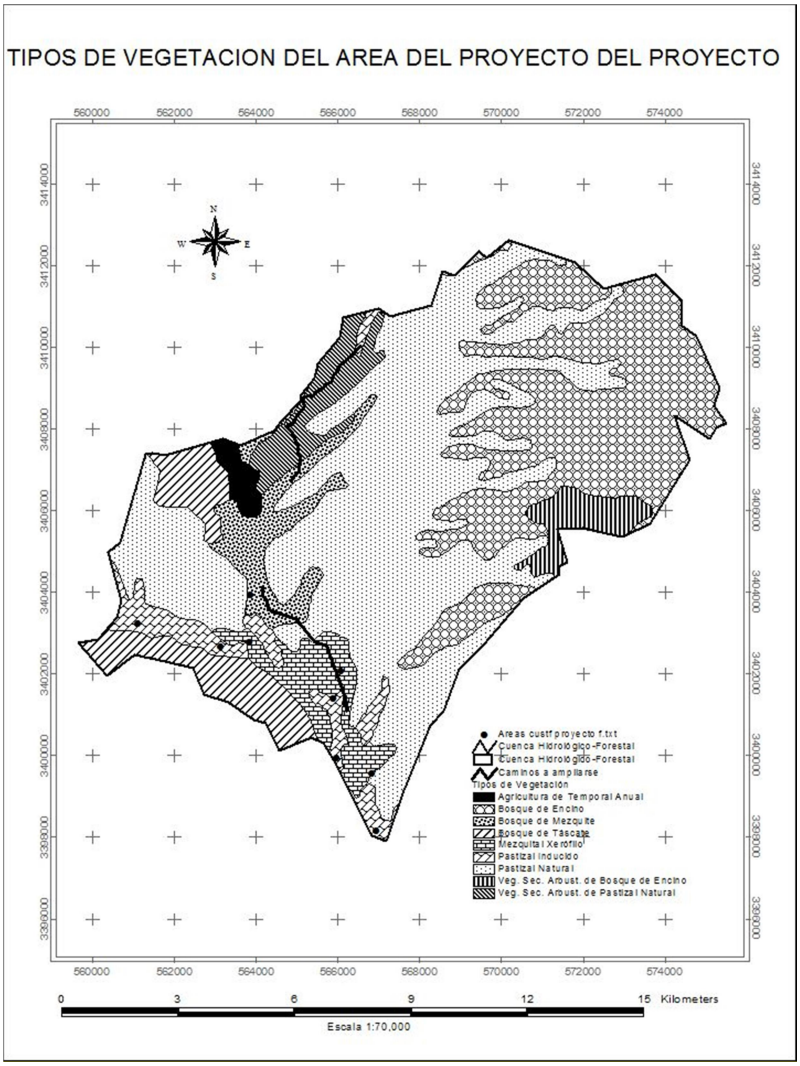
Tipos de vegetación por afectar

El análisis de la vegetación identificada en el predio del proyecto se basó y fundamentó en el tipo de vegetación que será removida como consecuencia del cambio de uso de suelo en el proyecto. En este proyecto, de acuerdo a la Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación, Serie III del INEGI ocurren Bosque de mezquite, mezquital xerófilo, pastizal natural, pastizal inducido y vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, como se muestra en la figura siguiente:

CONSULTA PÚBLICA

Figura IV.47. Tipos de vegetación de las áreas del Proyecto según clasificación del INEGI, versión Serie VI





Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural y Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino

Fase de vegetación secundaria

Por definición, se describe a la Vegetación Secundaria cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea.

En las comunidades vegetales en forma natural existen elementos de disturbio que alteran o modifican la estructura o incluso cambian la composición florística de la comunidad, entre alguno de esos elementos podemos citar: Incendios, huracanes,

CONSULTA PÚBLICA

erupciones, heladas, nevadas, sequías, inundaciones, deslaves, plagas, variaciones climáticas, etcétera.

Así, las comunidades vegetales responden a estos elementos de disturbio o cambio modificando su estructura y composición florística de la intensidad del elemento de disturbio, la duración del mismo y sobre todo a la ubicación geográfica del tipo de vegetación.

A lo largo de miles de años varias especies se han adaptado a cubrir, por decirlo de alguna manera, esas áreas afectadas en la cuales las condiciones ecológicas particulares de la comunidad vegetal se han alterado. En general cada comunidad vegetal tiene un grupo de especies que cubren el espacio alterado, son pocas las especies que tienen un amplío espectro de distribución y aparecen en cualquier área perturbada.

Estas especies forman fases sucesionales conocidas como "Vegetación Secundaria" que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original.

Actualmente y a causa de la actividad humana, la definición y determinación de vegetación secundaria se ha vuelto más compleja, ahora las áreas afectadas ocupan grandes superficies y variados ambientes, ya no son tan localizadas y a veces la presión es tanta que inhibe el desarrollo de la misma provocando una vegetación inducida. A causa de la complejidad de definir los tipos de fases sucesionales, dada su heterogeneidad florística y ecológica y su difícil interpretación, aún en campo; se consideran con base en las formas de vida presentes y su altura tres fases:

Vegetación Secundaria herbácea
Vegetación Secundaria arbustiva
Vegetación Secundaria arbórea

En el caso del presente estudio, el manejo antropogénico en los bosque de encino y del pastizal natural (desmontes no planificados, pastoreo inadecuado), ocasionó el crecimiento de vegetación secundaria arbustiva en esos tipos de vegetación.

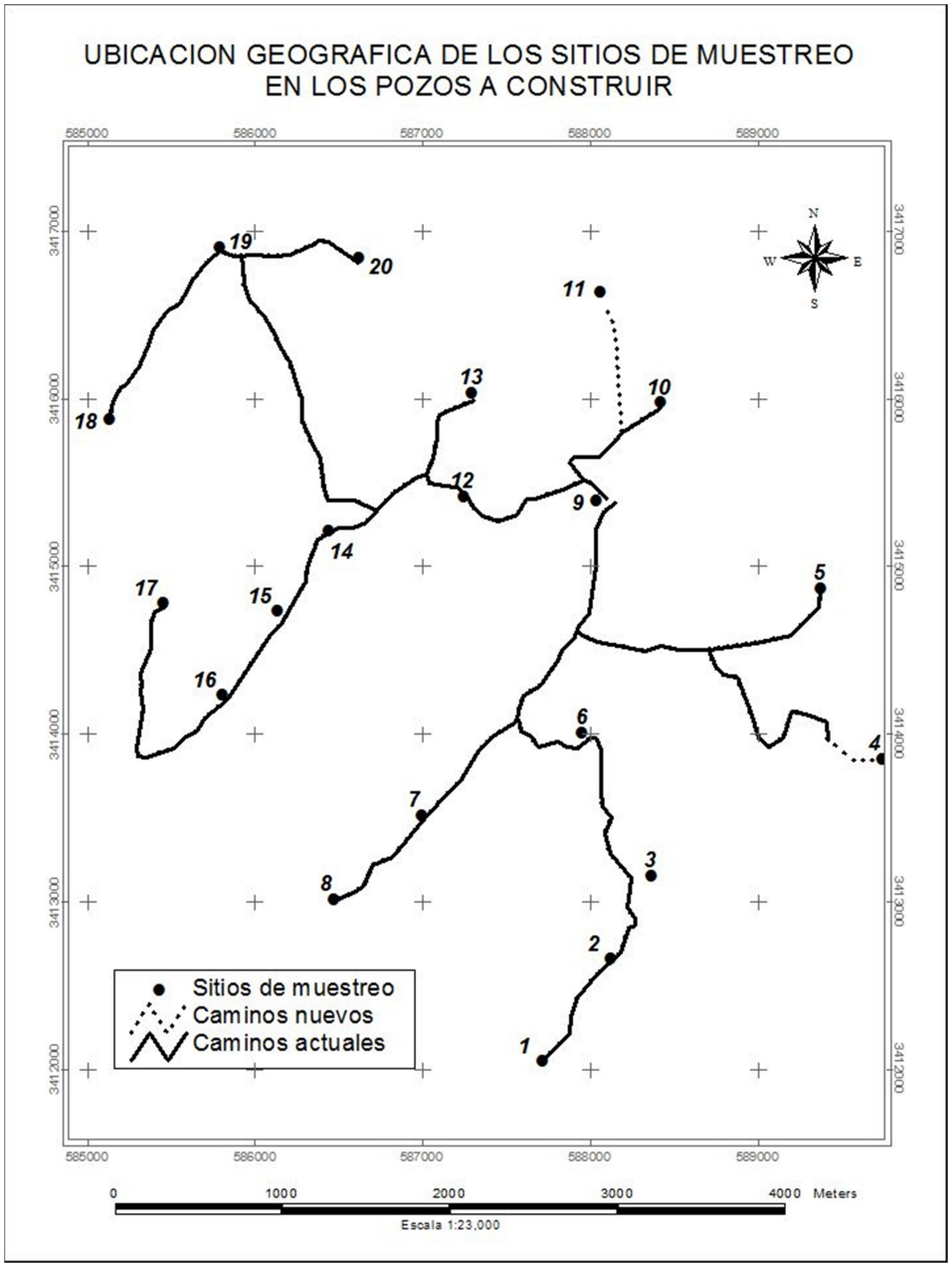
La metodología para el Diseño del muestreo, Estratos considerados, Representatividad, Tamaño de muestra, Índice de Valor de importancia, es la ya descrita anteriormente para el SA.

Localización de los sitios de muestreo

Con el fin de muestrear en forma representativa la totalidad del área de interés, se establecieron 25 estaciones de muestreo en la superficie del proyecto, distribuidos de la siguiente manera:

TIPO DE OBRA	AREA PROPUESTA PARA CUSTF (Ha)	No. SITIOS DE MUESTREO
Pozos	0.6600	20
Caminos nuevos	1.1800	3
Estación de bombeo y acceso	1.5938	2
TOTAL:	**3.4338**	**25**

Figura IV.48. Sitios de muestreo de vegetación en el área del proyecto

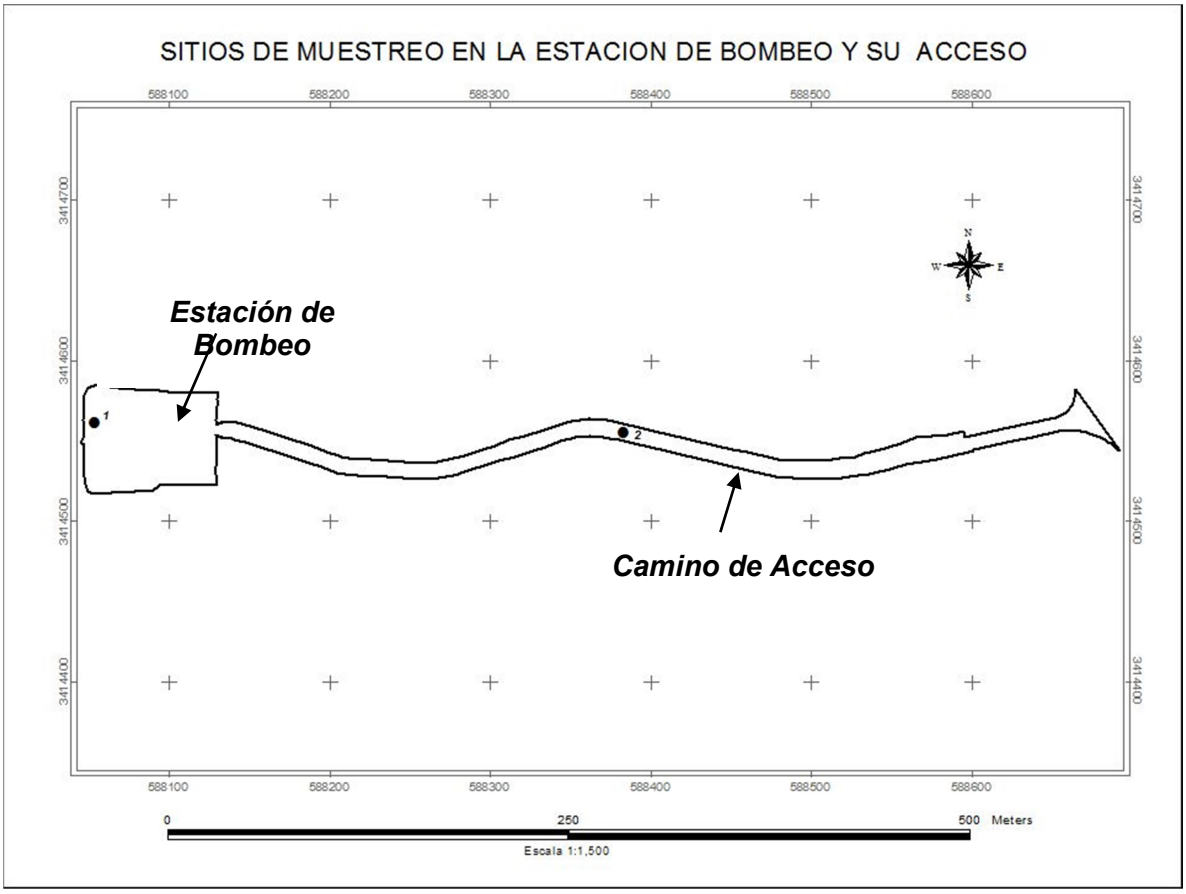


La posición geográfica de los sitios de muestreo en el área del proyecto fue tomada y registrada con un GPS en coordenadas con proyección UTM bajo el Datum WGS84-Zona 12N. La siguiente tabla muestra las coordenadas de los sitios de muestreo y sus áreas correspondientes.

Cuadro IV.58. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo dentro del área del proyecto

SITIOS	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	587612	3411966
2	588043	3412601
3	588291	3413120
4	589737	3413849
5	589352	3414915
6	587863	3414010
7	586856	3413500
8	586307	3412975
9	587953	3415467
10	588349	3416076
11	587977	3416765
12	587118	3415487
13	587174	3416136
14	586281	3415275
15	585961	3414780
16	585617	3414249
17	585244	3414828
18	584906	3415976
19	585598	3417045
20	586468	3416979

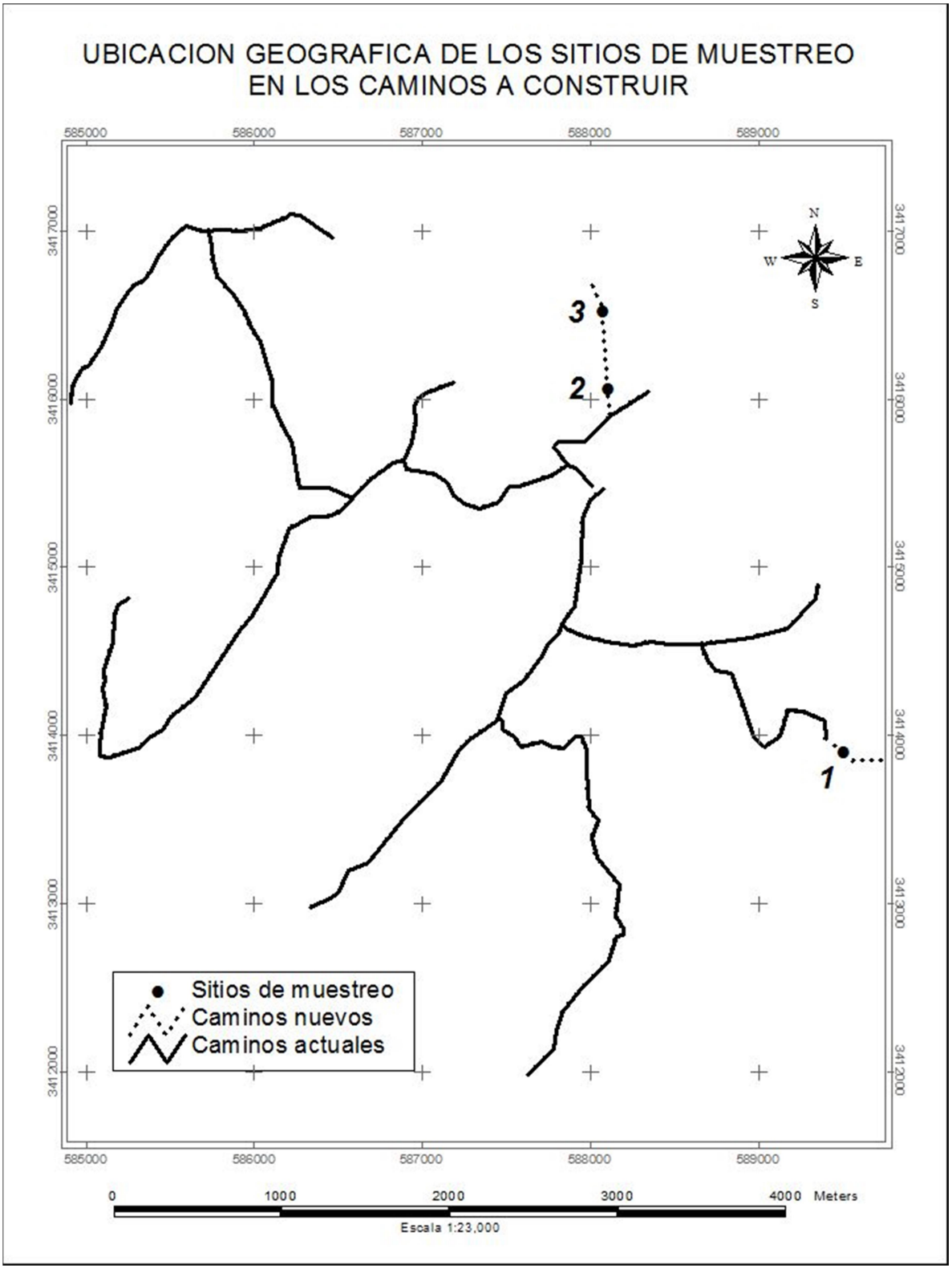
CONSULTA PÚBLICA



Sitios de muestreo de vegetación en la estación de bombeo del área del proyecto y su acceso

Coordenadas UTM de los sitios de muestreo en la estación de bombeo del área del proyecto y su acceso

SITIOS	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	588053	3414561
2	588383	3414555



Sitios de muestreo de vegetación en los caminos del proyecto que serán construidos

Coordenadas UTM de los sitios de muestreo de los caminos a construirse dentro del área del proyecto

SITIOS	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	587612	3411966
2	588043	3412601
3	588291	3413120

Atributos de las especies vegetales

La estructura de una comunidad vegetal así como la dinámica de la misma puede ser caracterizada si se conocen algunos de los atributos de las especies que la conforman. Los atributos de la vegetación más conocidos son la densidad, frecuencia, cobertura y el valor de importancia ecológico de las mismas. La Densidad de una especie se interpreta como el número de individuos de esa especie que habitan por unidad de área, en este caso, por hectárea. La Frecuencia nos da una idea sobre la distribución espacial de los individuos de una especie en una determinada área. El atributo de la vegetación conocido como Cobertura (dominancia para algunos autores) nos indica la cantidad de terreno que está cubierto por el follaje de una especie. Debemos tener en cuenta que una especie no necesariamente por ser muy densa, cubrirá una gran superficie con su follaje. En otras palabras, una especie arbórea, con pocos individuos puede tener mayor cobertura que una especie muy abundante pero con poco follaje. El Valor de Importancia nos indica que especie es la que juega un papel de mayor rango ecológico sobre las demás, es decir, nos indica cual es la especie que controla el flujo de energía en ese ecosistema, ó también cual es la que consume la mayor cantidad de recursos (nutrientes, agua, luz, etc.).

Una vez ubicados en el área del proyecto, se hizo un recorrido preliminar en la totalidad del área con la intención de determinar visualmente la presencia de diferentes tipos y estratos de vegetación y/o ciertas asociaciones de especies dentro de un mismo tipo de vegetación. Durante ese recorrido de reconocimiento, se hizo un inventario general de las especies vegetales presentes en el predio y se determinaron los sitios que habría de muestrearse para medir los atributos de la vegetación. Una vez concluido el inventario florístico en el predio, se revisaron la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) y los anexos de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 1994), para determinar las especies que tuvieran algún estatus de protección ecológico.

En las siguientes tablas se presentan las especies vegetales inventariadas previamente en el SAR del proyecto de acuerdo al tipo de vegetación donde habitan.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino

En la siguiente se dan a conocer las especies presentes en el área del proyecto con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino donde podría ser afectada la biodiversidad; se presentan esas especies de acuerdo al estrato y forma de vida en que se encuentran. Como se puede apreciar, ninguna de las especies muestreadas están sujetas a algún tipo de protección por las leyes oficiales.

Especies vegetales que residen en el ecosistema con Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMUN	FAMILIA	ESTRATO/FORMA DE VIDA	NOM-059	CITES
Bouteloua gracilis	Zacate navajita	Poaceae (Gramineae)	Hierba	-	-
Bouteloua repens	Navajita delgada	Poaceae	Hierba	-	-
Eragrostis superba	Zacate garrapata	Poaceae	Hierba	-	-
Hymenoclea monogyra	Jécota	Asteraceae (Compositae)	Arbusto	-	-
Juniperus deppeana	Táscale	Cupressaceae	Arbusto	-	-
Opuntia thurberi	Choya tasajo	Cactaceae	Cactácea	-	-
Prosopis velutina	Mezquite	Leguminosae	Arbol	-	-
Sporobolus airoides	Zacatón alcalino	Poaceae	Hierba	-	-

Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural

En la siguiente se dan a conocer las especies presentes en el área del proyecto con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural donde podría ser afectada la biodiversidad; se presentan esas especies de acuerdo al estrato y forma de vida en que se encuentran. Como se puede apreciar, ninguna de las especies muestreadas están sujetas a algún tipo de protección por las leyes oficiales.

Especies vegetales que residen en el ecosistema con Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMUN	FAMILIA	ESTRATO/FORMA DE VIDA	NOM-059	CITES
Acacia constricta	Mezquitillo	Fabaceae (Leguminosae)	Arbusto	-	-
Bouteloua curtipendula	Zacate banderilla	Poaceae (Gramineae)	Hierba	-	-
Bouteloua gracilis	Navajita delgada	Poaceae	Hierba	-	-
Bouteloua repens	Navajita delgada	Poaceae	Hierba	-	-
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	Fabaceae	Arbusto	-	-
Dasylirion wheeleri	Sotol	Asparagaceae	Arbusto	-	-
Eragrostis superba	Zacate garrapata	Poaceae	Hierba	-	-
Fouquieria splendens	Ocotillo	Fouquieriaceae	Arbusto	-	-
Juniperus deppeana	Táscale	Cupressaceae	Arbusto	-	-

CONSULTA PÚBLICA

Mimosa biuncifera	Gatuña	Fabaceae	Arbusto	-	-
Opuntia engelmannii	Nopal	Poaceae	Cactácea	-	-
Opuntia thurberi	Choya tasajo	Cactaceae	Cactácea	-	-
Panicum maximum	Zacate guinea	Poaceae	Hierba	-	-
Prosopis velutina	Mezquite	Leguminosae	Arbol	-	-
Quercus arizonica	Encino blanco	Fagaceae	Arbol		
Yucca schottii	Yuca	Asparagaceae	Arbusto		

De acuerdo a la Norma Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y al CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora), ninguna de las especies mostradas en las tablas anteriores se encuentran listadas bajo alguna de sus categorías sin embargo algunas de esas especies, como las cactáceas, deberán ser consideradas con prioridad en los programas de rescate y conservación de organismos vegetales del proyecto.

Para conocer los atributos de las especies que conforman las poblaciones de plantas establecidas en el predio de interés, se realizaron pre-muestreos para determinar el área mínima adecuada de los cuadrantes para el trabajo de campo. De acuerdo a la densidad y formas de vida de las especies vegetales presentes en las áreas de las obras del proyecto, las áreas mínimas requeridas para realizar un muestreo representativo en ellas son las siguientes:

TIPO DE OBRA	AREA MINIMA DE MUESTREO (m^2)	No. SITIOS DE MUESTREO	AREA MUESTREADA
Pozos	100	20	2000
Caminos nuevos	100	3	300
Estación de bombeo y acceso	400	2	800
	TOTAL:	**25**	**3100**

Para cubrir el área total del proyecto se establecieron un total de 25 parcelas de muestreo, de acuerdo a la densidad y formas de vida de las especies vegetales presentes en los sitios de muestreo; el área total muestreada 3,100 m^2 (0.3100 ha) lo que corresponde al 9.03 % de la superficie total solicitada para CUSTF (1.7780 ha), superando la intensidad de muestreo en base al criterio de superficie total, sugerida por algunos autores:

Ramos-Balderas (2015) y Berlanga, *et. al.* (1992) - 1.0% para zonas áridas - 5 sitios
Frith, M. y F. Ubiera. (2001) - 1.5% para sistemas forestales naturales - 7 sitios

En cada unidad de muestreo se registró el número de individuos de cada especie y, en cada individuo, su diámetro de copa, altura y, en el caso de ejemplares arbóreos con potencial para producir materias primas forestales maderables, su DAP.

Con esta técnica se obtuvo la información de campo necesaria para conocer la densidad de individuos de cada especie que viven en el área del proyecto, la cobertura o superficie que esas especies ocupan en el terreno, así como el valor de importancia ecológico que cada una de las especies desempeñan en esas comunidades vegetales.

Los resultados de los muestreos de la vegetación en forma general para las especies de las áreas del proyecto, se presentan en las siguientes tablas por obra y por tipo de vegetación.

TIPO DE OBRA: CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (VSABE)

Valores de los atributos ecológicos de todas las especies que habitan en el área de VSABE de los sitios que serían afectados por la construcción de pozos

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Bouteloua gracilis*	Zacate navajita	37.71	7.29	22.22	67.22	2
2	*Bouteloua repens*	Navajita delgada	11.57	7.01	7.41	25.99	4
3	*Eragrostis superba*	Zacate garrapata	11.81	7.94	22.22	41.97	3
4	*Hymenoclea monogyra*	Jécota	0.36	1.39	3.70	5.46	5
5	*Juniperus deppeana*	Táscale	0.48	0.93	7.41	8.82	5
6	*Opuntia thurberi*	Choya tasajo	0.12	0.04	3.70	3.87	6
7	*Prosopis velutina*	Mezquite	1.81	70.94	29.63	102.38	1
8	*Sporobolus airoides*	Zacatón alcalino	36.14	4.45	3.70	44.30	3
			100	100	100	300	

Donde:
DR = Densidad relativa expresada en valores porcentuales
CR = Cobertura relativa expresada en valores porcentuales
FR = Frecuencia relativa expresada en valores porcentuales
I.V.I. = Índice de valor de importancia que nos indica el peso ecológico que tiene esa especie en la comunidad
CLASE = La categoría que tiene la especie en términos de su papel ecológico dentro de la comunidad.

En la tabla anterior podemos observar que el mezquite, *Prosopis velutina*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies en las comunidades vegetales del matorral desértico micrófilo del área del proyecto; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie arbustiva de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural (VSAPN)

Valores de los atributos ecológicos de todas las especies que habitan en el área de VSAPN de los sitios que serían afectados por la construcción de pozos

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Acacia constricta*	Mezquitillo	1.36	4.33	5.00	10.69	5
2	*Bouteloua gracilis*	Zacate navajita	6.81	5.28	15.00	27.09	3
3	*Bouteloua repens*	Navajita delgada	14.71	2.42	10.00	27.14	3
4	*Calliandra eriophylla*	Cósahui de vaina	14.44	25.25	25.00	64.69	2
5	*Eragrostis superba*	Zacate garrapata	1.91	2.37	15.00	19.28	4
6	*Mimosa biuncifera*	Gatuña	4.90	18.86	5.00	28.76	3
7	*Panicum maximum*	Zacate guinea	54.50	27.71	5.00	87.20	1
8	*Prosopis velutina*	Mezquite	1.09	12.09	15.00	28.18	3
9	*Yucca schottii*	Yuca	0.27	1.70	5.00	6.97	5
			100	100	100	300	

En la tabla anterior podemos observar que el zacate guinea, *Panicum maximum*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies en las comunidades vegetales con VSAPN del área del proyecto; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie arbustiva de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

TIPO DE OBRA: CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS

Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural (VSAPN)

Valores de los atributos ecológicos de todas las especies que habitan en el área de VSAPN de los sitios que serían afectados por la construcción de pozos

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Acacia constricta*	Mezquitillo	0.41	5.32	9.09	14.81	4
2	*Bouteloua gracilis*	Zacate navajita	96.35	13.38	9.09	118.82	1
3	*Calliandra eriophylla*	Cósahui de vaina	1.00	4.41	4.55	9.96	5
4	*Dasylirion wheeleri*	Sotol	0.03	0.56	4.55	5.13	6
5	*Eragrostis superba*	Zacate garrapata	0.60	0.66	4.55	5.80	6
6	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	0.62	17.14	4.55	22.31	3
7	*Juniperus deppeana*	Táscale	0.08	6.29	9.09	15.47	4
8	*Mimosa biuncifera*	Gatuña	0.14	2.80	4.55	7.48	5
9	*Opuntia engelmannii*	Nopal	0.05	0.04	9.09	9.18	5
10	*Opuntia thurberi*	Choya tasajo	0.11	0.90	13.64	14.64	4
11	*Prosopis velutina*	Mezquite	0.51	35.14	13.64	49.29	2
12	*Quercus arizonica*	Encino blanco	0.03	11.92	4.55	16.50	4
13	*Yucca schottii*	Yuca	0.08	1.45	9.09	10.62	5
			100	100	100	300	

CONSULTA PÚBLICA

En la tabla anterior podemos observar que el zacate navajita, *Bouteloua gracilis*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies en las comunidades vegetales con VSAPN del área del proyecto; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie arbustiva de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

TIPO DE OBRA: CONSTRUCCIÓN DE ESTACIÓN DE BOMBEO Y SU ACCESO

Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural (VSAPN)

Valores de los atributos ecológicos de todas las especies que habitan en el área de VSAPN de los sitios que serían afectados por la construcción de pozos

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Bouteloua curtipendula*	Mezquitillo	41.65	5.03	10.00	56.68	2
2	*Bouteloua gracilis*	Zacate navajita	35.70	9.70	10.00	55.40	2
3	*Eragrostis superba*	Zacate garrapata	22.28	6.06	20.00	48.34	3
4	*Juniperus deppeana*	Táscale	0.04	23.75	20.00	43.79	4
5	*Mimosa biuncifera*	Gatuña	0.02	0.04	10.00	10.06	5
6	*Opuntia thurberi*	Choya tasajo	0.01	0.02	10.00	10.03	5
7	*Prosopis velutina*	Mezquite	0.30	55.40	20.00	75.70	1
			100	100	100	300	

En la tabla anterior podemos observar que el mezquite, *Prosopis velutina*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies en las comunidades vegetales con VSAPN del área del proyecto; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie arbustiva de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

La siguiente tabla muestra el número de individuos por especie del área propuesta para CUSTF que se espera remover en el área del proyecto:

Valores de densidad de las especies vegetales muestreadas en el área del proyecto

TIPO DE OBRA	TIPO DE VEGETACION	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NO. DE INDIVIDUOS EN EL AREA DEL PROYECTO
Construcción de pozos	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	*Bouteloua gracilis*	Zacate navajita	1589
		Bouteloua repens	Navajita delgada	487
		Eragrostis superba	Zacate garrapata	498
		Hymenoclea monogyra	Jécota	15
		Juniperus deppeana	Táscale	20
		Opuntia thurberi	Choya tasajo	5
		Prosopis velutina	Mezquite	76
		Sporobolus airoides	Zacatón alcalino	1523

CONSULTA PÚBLICA

Construcción de pozos	Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	*Acacia constricta*	Mezquitillo	47
		Bouteloua gracilis	Zacate navajita	236
		Bouteloua repens	Navajita delgada	509
		Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	500
		Eragrostis superba	Zacate garrapata	66
		Mimosa biuncifera	Gatuña	170
		Panicum maximum	Zacate guinea	1886
		Prosopis velutina	Mezquite	38
		Yucca schottii	Yuca	9
Construcción de caminos	Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	*Acacia constricta*	Mezquitillo	590
		Bouteloua gracilis	Zacate navajita	140027
		Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	1455
		Dasylirion wheeleri	Sotol	39
		Eragrostis superba	Zacate garrapata	865
		Fouquieria splendens	Ocotillo	905
		Juniperus deppeana	Táscale	118
		Mimosa biuncifera	Gatuña	197
		Opuntia engelmannii	Nopal	79
		Opuntia thurberi	Choya tasajo	157
		Prosopis velutina	Mezquite	747
		Quercus arizonica	Encino blanco	39
		Yucca schottii	Yuca	118
Construcción de estación de bombeo y su acceso	Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	*Bouteloua curtipendula*	Mezquitillo	167349
		Bouteloua gracilis	Zacate navajita	143442
		Eragrostis superba	Zacate garrapata	89532
		Juniperus deppeana	Táscale	159
		Mimosa biuncifera	Gatuña	80
		Opuntia thurberi	Choya tasajo	40
		Prosopis velutina	Mezquite	1195
			TOTAL:	**554807**

Diversidad de las especies

Analizando los índices para las especies de flora, por estrato para cada tipo de vegetación, en este caso dos: vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural. A continuación se describe el análisis realizado.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (VSABE)

Estrato arbóreo

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales arbóreas del ecosistema con VSABE del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.59. Valores del índice de diversidad de las poblaciones de especies arbóreas del ecosistema con VSABE del área del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Prosopis velutina	Mezquite	115	1.0000	0.0000	0.0000
	TOTAL:	**115**	**1.0000**	**0.0000**	**0.0000**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***0.0000***
				Riqueza (S) =	***1***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***0.0000***
				Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.0000***

Ahora bien, en el VSABE del SA del área de interés, se encontró al mezquite (*Prosopis velutina*) como única especie del estrato arbóreo y, en virtud de que los índices de diversidad no pueden definirse con solo una especie, al aplicarse las ecuaciones para su estimación se obtiene un valor igual a cero, como se presenta en la tabla anterior para esta especie.

Considerando que el índice de diversidad para la choya tasajo tiene un valor de 0.0 por ser especie única en el tipo de forma de vida que presenta, los atributos de diversidad máxima (*lnS*) y el de equidad (*J*), adquieren también un valor de 0.0.

Estrato arbustivo

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales arbustivas del ecosistema con VSABE del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.60. Valores del índice de diversidad de las especies arbustivas del ecosistema con VSABE del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Hymenoclea monogyra	Jécota	23	0.4286	-0.8473	-0.3631
Juniperus deppeana	Táscale	31	0.5714	-0.5596	-0.3198
	TOTAL:	**54**	**1.0000**	**-1.4069**	**-0.6829**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***0.6829***
				Riqueza (S) =	***2***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***0.6931***
				Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.9852***

Ahora bien, si queremos analizar los resultados de la tabla anterior veremos que, de acuerdo a Moreno (2001), la diversidad alfa a nivel de especies puede analizarse como la

riqueza (número de especies distintas presentes en un ecosistema o área de interés) o la estructura (proporción de cada especie dentro de un ecosistema). Este segundo componente se refiere al grado de heterogeneidad dentro de los ecosistemas. Para ello, en ecología de poblaciones se han desarrollado distintas aproximaciones cuantitativas, la mayoría de ellas basadas en la teoría de la información. Por ejemplo, el análisis de la diversidad de especies en un ecosistema o región puede medirse con el índice de Shannon-Wiener o de Margalef, entre otros, haciendo referencia a la proporción de las densidades alcanzadas por las especies.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del estrato arbustivo de la tabla anterior, el táscale (*Juniperus deppeana*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.5714) y el mayor valor en diversidad obtenidos para ese grupo de especies arbustivas muestreado.

Estrato herbáceo

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales herbáceas del ecosistema con VSABE del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.61. Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas del ecosistema con VSABE del SA del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Bouteloua gracilis	Zacate navajita	2408	0.3879	-0.9471	-0.3673
Bouteloua repens	Navajita delgada	738	0.1190	-2.1290	-0.2533
Eragrostis superba	Zacate garrapata	754	0.1214	-2.1084	-0.2560
Sporobolus airoides	Zacatón alcalino	2308	0.3717	-0.9895	-0.3679
	TOTAL:	**6208**	**1.0000**	**-6.1740**	**-1.2445**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***1.2445***
				Riqueza (S) =	***4***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***1.3863***
				Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.8977***

Si analizamos los resultados del índice de diversidad para los elementos del estrato herbáceo de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), el zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.3879) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

Estrato cactáceo

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales cactáceas del ecosistema con VSABE del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.62. Valores del índice de diversidad de las especies de cactáceas del ecosistema con VSABE del SA del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Opuntia thurberi	Choya tasajo	8	1.0000	0.0000	0.0000
TOTAL:		**8**	**1.0000**	**0.0000**	**0.0000**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					**0.0000**
Riqueza (S) =					***1***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					**0.0000**
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					**0.0000**

En el VSABE del SA del área de interés se encontró a la choya tasajo (*Opuntia thurberi*) como única especie cactácea y, en virtud de que los índices de diversidad no pueden definirse con solo una especie, al aplicarse las ecuaciones para su estimación se obtiene un valor igual a cero, como se presenta en la tabla anterior para esta especie.

Considerando que el índice de diversidad para la choya tasajo tiene un valor de 0.0 por ser especie única en el tipo de forma de vida que presenta, los atributos de diversidad máxima (*lnS*) y el de equidad (*J*), adquieren también un valor de 0.0.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural (VSAPN)

Estrato arbóreo

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales arbóreas del ecosistema con VSAPN del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.63. Valores del índice de diversidad de las poblaciones de especies arbóreas del ecosistema con VSAPN del área del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Prosopis velutina	Mezquite	317	0.9754	-0.0249	-0.0243
Quercus arizonica	Encino blanco	8	0.0246	-3.7044	-0.0912
TOTAL:		**325**	**1.0000**	**-3.7293**	**-0.1155**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***0.1155***
Riqueza (S) =					***2***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***0.6931***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.1666***

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del estrato arbustivo de la tabla anterior, el mezquite (*Prosopis velutina*) es la

especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.9754) y el mayor valor en diversidad obtenidos para ese grupo de especies arbóreas muestreado.

Estrato arbustivo

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales arbustivas del ecosistema con VSAPN del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.64. Valores del índice de diversidad de las especies arbustivas del ecosistema con VSAPN del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Acacia constricta	Mezquitillo	167	0.1200	-2.1205	-0.2544
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	750	0.5388	-0.6184	-0.3332
Dasylirion wheeleri	Sotol	8	0.0057	-5.1591	-0.0296
Fouquieria splendens	Ocotillo	192	0.1379	-1.9810	-0.2732
Juniperus deppeana	Táscale	42	0.0302	-3.5008	-0.1056
Mimosa biuncifera	Gatuña	200	0.1437	-1.9402	-0.2788
Yucca schottii	Yuca	33	0.0237	-3.7420	-0.0887
TOTAL:		**1392**	**1.0000**	**-19.0620**	**-1.3636**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.3636***
Riqueza (S) =					***7***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.9459***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.7007***

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del estrato arbustivo de la tabla anterior, el cósahui de vaina (*Calliandra eriophylla*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.5388) y el mayor valor en diversidad obtenidos para ese grupo de especies arbustivas muestreado.

Estrato herbáceo

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales herbáceas del ecosistema con VSAPN del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.65. Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas del ecosistema con VSAPN del SA del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Bouteloua curtipendula	Zacate banderilla	17500	0.2362	-1.4432	-0.3408

Bouteloua gracilis	Zacate navajita	44875	0.6056	-0.5015	-0.3037
Bouteloua repens	Navajita delgada	450	0.0061	-5.1039	-0.0310
Eragrostis superba	Zacate garrapata	9604	0.1296	-2.0432	-0.2648
Panicum maximum	Zacate Guinea	1667	0.0225	-3.7943	-0.0854
TOTAL:		**74096**	**1.0000**	**-12.8860**	**-1.0257**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.0257***
Riqueza (S) =					***5***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.6094***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.6373***

Si analizamos los resultados del índice de diversidad para los elementos del estrato herbáceo de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), el zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.6056) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

Estrato cactáceo

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales cactáceas del ecosistema con VSAPN del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.66. Valores del índice de diversidad de las especies de cactáceas del ecosistema con VSAPN del SA del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Opuntia engelmannii	Nopal	17	0.3091	-1.1741	-0.3629
Opuntia thurberi	Choya tasajo	38	0.6909	-0.3697	-0.2555
TOTAL:		**55**	**1.0000**	**-1.5439**	**-0.6184**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					**0.6184**
Riqueza (S) =					***2***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					**0.6931**
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					**0.8921**

Si analizamos los resultados del índice de diversidad para las cactáceas de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), la choya tasajo (*Opuntia thurberi*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.6909) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

Rescate de flora

Se prevé como medida de mitigación de la remoción de vegetación con acciones de rescate y reubicación de especies susceptibles dello.

Es claro que no todas las especies pueden ser susceptibles de ser rescatadas y reubicadas en virtud de sus características biológicas o físicas, de ahí que para seleccionar las especies objetivo se aplicarán los siguientes criterios:

a) Que se trate de especies que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010;
b) Que sean de difícil regeneración;
c) Que tengan posibilidad de sobrevivir a la extracción y reubicación;
d) Que tengan mayor abundancia e IVI en el área de influencia del Proyecto que en la MHF (SA);
e) Que se encuentren en el área de influencia del Proyecto y no hubieran sido detectadas en la MHF (SA);
f) Que dado su tamaño, sea técnicamente posible su extracción sin afectar al ejemplar; y
g) Que dado su tamaño, sea económicamente factible su extracción.

Al reubicarse los especímenes identificados en este proyecto, se tratará de no afectar la dinámica de los ecosistemas, es decir, el flujo de energía, hidrológico y de nutrientes, así como las relaciones entre las comunidades. Debido a que el sitio donde se llevará a cabo el replante estará ubicado en zonas circundantes, donde se promoverá que los organismos se adapten al área y que no sean perturbados por agentes externos.

b) Fauna

SA

De acuerdo a Mellink y Orozco (2001), la herpetofauna localizada en el Estado y de probable ocurrencia en el SAR del área del proyecto está compuesta por 12 especies de anfibios y 62 de reptiles. Los anfibios se agrupan en 2 órdenes y en 6 familias y solo 2 especies están sujetan a Protección Especial por la norma oficial de la SEMARNAT (Rana forreri y Ambystoma rosaceum), mientras que las especies de reptiles se incluyen en 2 órdenes y 14 familias, de las cuales 26 están listadas en alguna categoría de protección por la SEMARNAT (12 como amenazadas y 14 bajo protección especial); también es importante mencionar que 2 especies de reptiles (Heloderma suspectum y Terrapene ornata) están incluidas en el Apéndice II de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

Anfibios que pueden desarrollarse en el área del SAR del proyecto y su estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES	END
ANURA	Bufonidae	*Bufo alvarius*	Sapo del Desierto Sonorense	-	-	NE

CONSULTA PÚBLICA

		Bufo cognatus	Sapo de espuelas	-	-	NE
		Bufo mazatlanensis	Sapito pinto de Mazatlán	-	-	NE
		Bufo punctatus	Sapo de puntos rojos	-	-	NE
		Bufo woodhousii	Sapo de Woodhouse	-	-	NE
	Craugastoridae	*Eleutherodactylus augusti*	Rana ladradora	-	-	NE
	Hylidae	*Hyla arenicolor*	Ranita de las piedras	-	-	NE
		Pternohyla fodiens	Ranita minera	-	-	NE
	Ranidae	*Rana forreri*	Rana leopardo de Forrer	Pr	-	NE
		Rana tarahumarae	Rana Tarahumara	-	-	NE
	Scaphiopodidae	*Scaphiopus couchii*	Sapo cavador	-	-	NE
CAUDATA	Ambystomatida	*Ambystoma rosaceum*	Salamandra tarahumara	Pr	-	E

La siguiente tabla nos muestra la sinonimia existente entre especies de anfibios que habitan en el SA del proyecto.

Sinonimia para algunas especies de anfibios que pueden habitar en el área del SAR de estudio

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	SINONIMOS	NOMBRE COMÚN
ANURA	Bufonidae	*Bufo alvarius*	*Incilius alvarius*	Sapo del Desierto Sonorense
		Bufo cognatus	*Anaxyrus cognatus*	Sapo de espuelas
		Bufo mazatlanensis	*Incilius mazatlanensis*	Sapito pinto de Mazatlán
		Bufo punctatus	*Anaxyrus punctatus*	Sapo de puntos rojos
		Bufo woodhousii	*Anaxyrus woodhousii; B. dorsalis*	Sapo de Woodhouse
	Craugastoridae	*Eleutherodactylus augusti*	*Craugastor augusti*	Rana ladradora
	Hylidae	*Pternohyla fodiens*	*Smilisca fodiens*	Ranita minera
	Ranidae	*Rana forreri*	*Lithobates forreri*	Rana leopardo de Forrer
	Ranidae	*Rana tarahumarae*	*Lithobates tarahumarae*	Rana Tarahumara

Reptiles que ocurren en el área del SAR del proyecto y su estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES	END
SQUAMATA	Anguidae	*Elgaria kingii*	Lagarto escorpión de Arizona	Pr	-	NE
	Colubridae	*Arizona elegans*	Culebra brillante	-	-	NE

		Gyalopion canum	Culebra nariz de gancho occidental	-	-	NE
		Gyalopion quadrangulare	Culebra nariz de gancho del desierto	Pr	-	NE
		Heterodon nasicus	Serpiente nariz de cerdo	Pr	-	NE
		Hypsiglena torquata	Culebra nocturna	Pr	-	NE
		Lampropeltis getula	Serpiente real común	A	-	NE
		Lampropeltis pyromelana	Falsa coralillo real de Sonora	A	-	NE
		Masticophis bilineatus	Culebra chirrionera sonorense	-	-	NE
		Masticophis flagellum	Culebra chicotera	-	-	NE
		Oxybelis aeneus	Culebra bejuquillo mexicana	-	-	NE
		Pituophis sayi	Serpiente de Gopher	-	-	NE
		Rhinocheilus lecontei	Culebra narizona	-	-	NE
		Salvadora grahamiae	Culebra chata oriental	-	-	NE
		Salvadora hexalepis	Culebra chata occidental	-	-	NE
		Senticolis triaspis	Culebra ratonera verde	-	-	NE
		Sonora semiannulata	Culebra de arena	-	-	NE
		Tantilla wilcoxi	Culebra cabeza prieta de Chihuahua	-	-	NE
		Tantilla yaquia	Culebra cabeza prieta yaqui	-	-	NE
		Trimorphodon biscutatus	Culebra lira	A	-	NE
	Crotaphytidae	*Crotaphytus collaris*	Lagartija de collar	A	-	NE
		Crotaphytus nebrius	Lagartija de collar de Sonora	-	-	NE
	Dipsadidae	*Diadophis punctatus*	Culebra de collar	-	-	NE
	Elapidae	*Micruroides euryxanthus*	Coralillo de Sonora	A	-	NE
	Eublepharidae	*Coleonyx fasciatus*	Gecko de bandas negras	-	-	E
	Helodermatidae	*Heloderma suspectum*	Monstruo de Gila	A	II	NE
	Natricidae	*Thamnophis cyrtopsis*	Culebra listonada cuello negro	A	-	NE
		Thamnophis eques	Culebra de agua nómada mexicana	A	-	NE
		Thamnophis marcianus	Culebra listonada manchada	A	-	NE
	Phrynosomatidae	*Callisaurus draconoides*	Perrita; cachora arenera	A	-	NE
		Cophosaurus texanus	Lagartija sorda mayor	A	-	NE
		Holbrookia maculata	Lagartija sorda	-	-	NE
		Phrynosoma cornutum	Camaleón cornudo texano	-	-	NE
		Phrynosoma ditmarsi	Camaleón cornudo de roca	-	-	E
		Phrynosoma douglasii	Camaleón de cuernos cortos	-	-	NE

		Phrynosoma modestum	Camaleón de cola redonda	-	-	NE
		Phrynosoma solare	Camaleón real	-	-	NE
		Sceloporus clarkii	Lagartija espinosa del noroeste	-	-	NE
		Sceloporus jarrovii	Lagartija espinosa de la Sierra Madre Occidental	-	-	E
		Sceloporus magister	Lagartija espinosa del desierto	-	-	NE
		Sceloporus scalaris	Lagartija espinosa de pastizal	-	-	NE
		Sceloporus undulatus	Lagartija espinosa de pradera	-	-	NE
		Sceloporus virgatus	Lagartija espinosa rayada	-	-	NE
		Urosaurus ornatus	Lagartija de árbol norteña	-	-	NE
		Uta stansburiana	Lagartija de mancha lateral norteña	A	-	E
	Scincidae	*Eumeces obsoletus*	Eslizón de la Gran Planicie	-	-	NE
		Eumeces tetragrammus	Eslizón de cuatro líneas	-	-	NE
	Teiidae	*Cnemidophorus burti*	Huico manchado	-	-	NE
		Cnemidophorus sonorae	Huico manchado sonorense	-	-	NE
		Cnemidophorus tigris	Huico tigre del noroeste	-	-	NE
		Cnemidophorus uniparens	Huico del pastizal desértico	-	-	NE
	Viperidae	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	Pr	-	NE
		Crotalus lepidus	Cascabel de las rocas; C. gris	Pr	-	NE
		Crotalus molossus	Cascabel de cola negra	Pr	-	NE
		Crotalus pricei	Cascabel de manchas gemelas	Pr	-	NE
		Crotalus scutulatus	Cascabel de Mojave	Pr	-	NE
		Crotalus tigris	Cascabel Tigre	Pr	-	NE
		Crotalus willardi	Cascabel de Willard	Pr	-	NE
		Sistrurus catenatus	Cascabel pigmea norteña	Pr	-	NE
TESTUDINES	Emydidae	*Terrapene ornata*	Tortuga apestosa	Pr	II	NE
	Kinosternidae	*Kinosternon flavescens*	Tortuga de pantano amarilla	-	-	NE
		Kinosternon sonoriense sonoriense	Tortuga de pantano del desierto	Pr	-	NE

La siguiente tabla nos muestra la sinonimia existente para als especies de reptiles que habitan en la CHF del proyecto.

Sinonimia para algunas especies de reptiles que pueden habitar en el área del SA de estudio

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	SINONIMOS	NOMBRE COMÚN

SQUAMATA	Colubridae	*Gyalopion quadrangulare*	*G. quadrangularis*	Culebra nariz de gancho del desierto
		Pituophis sayi	*P. catenifer*	Serpiente de Gopher
	Scincidae	*Eumeces obsoletus*	*Plestiodon obsoletus*	Eslizón de la Gran Planicie
		Eumeces tetragrammus	*P. tetragrammus*	Eslizón de cuatro líneas
	Teiidae	*Cnemidophorus burti*	*Cnemidophorus burti*	Huico manchado
		Cnemidophorus sonorae	*A. sonorae*	Huico manchado sonorense
		Cnemidophorus tigris	*A. tigris*	Huico tigre del noroeste
		Cnemidophorus uniparens	*A. uniparens*	Huico del pastizal desértico

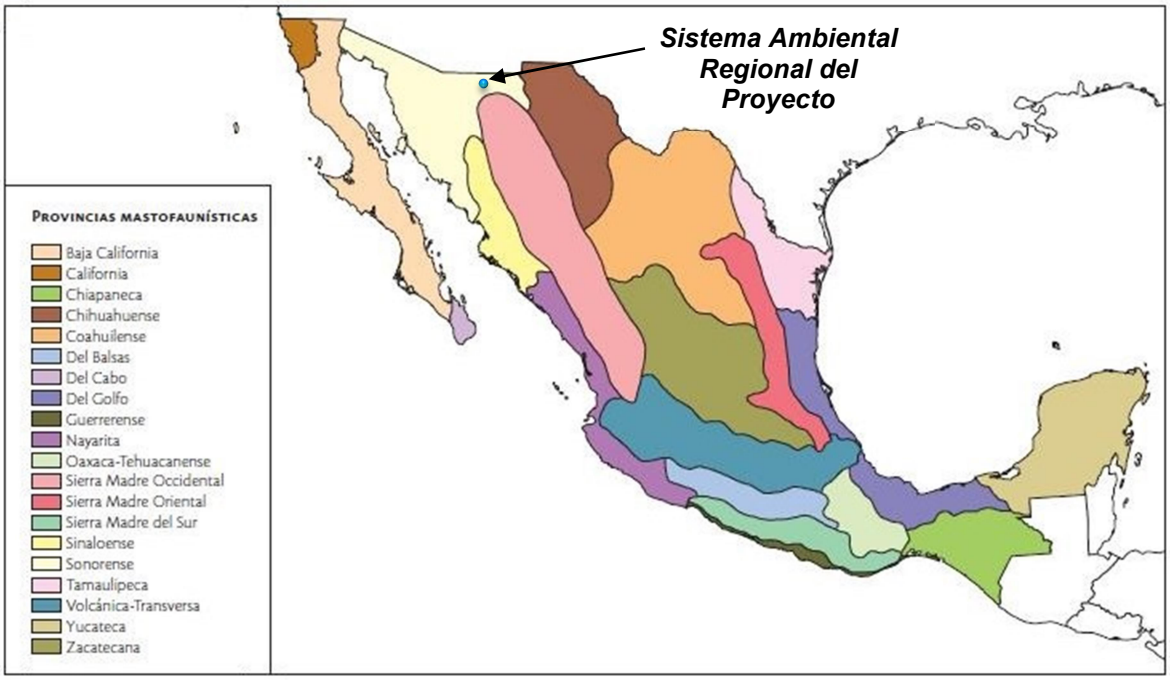
Mamíferos

La fauna de mamíferos de México es una de las más diversas del mundo, ya que en términos de número de especies ocupa el segundo lugar mundial, después de Indonesia. La fauna de mamíferos de México incluye un total de 504 especies nativas y 3 introducidas, clasificadas en 188 géneros y 45 familias. 30% (147) de las especies son endémicas del país. El resto de la fauna es una combinación de elementos neárticos y neotropicales en proporciones casi iguales, con 207 especies compartidas con América del Norte y 217 con América del Sur; 64 de estas especies son compartidas con ambos sub-continentes. Adicionalmente, 55 especies son endémicas de Mesoamérica. La distribución de las especies de mamíferos entre los órdenes también muestra que la fauna mexicana resulta de la combinación de elementos neárticos y neotropicales. En todos los órdenes, excepto uno, la proporción de especies para México es intermedia entre el valor para la región Neártica y la Neotropical. La excepción es el orden Chiroptera, que representa alrededor del 30% de la fauna de mamíferos terrestres en México, y son principalmente Neotropicales (Arita y Ceballos, 2006).

Arita, H.T. y G. Ceballos. 2006. Los mamíferos de México: Distribución y estado de conservación. Instituto de Ecología, Uiversidad Nacional Autónoma de México https://www.researchgate.net/publication/266883275

Sonora cuenta con 126 especies de mamíferos terrestres, las cuales representan 27% del total en México. Ademas, nuestro Estado cuenta con 76% de las familias y casi la mitad (49%) de todos los géneros presentes en el país. Los grupos mejor representados a escala nacional son los carnívoros (78%) y los artiodáctilos (56%). Los grupos más diversos de mamíferos terrestres en el Estado son los roedores (44%), los murciélagos (30%) y los carnívoros (14%). Sonora tiene treinta especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se conocen dos especies extintas, aunque pueden ser más. No hay especies endémicas para la región continental, pero hay 5 especies en México que sólo están presentes en Sonora. Existen 35 especies de posible presencia en el Estado (Castillo-Gámez *et. al*., 2010).

De acuerdo con el esquema zoogeográfico propuesto por la CONABIO (2008), el sistema ambiental regional del proyecto, forma parte de la provincia mastofáunística Sonorense, la cual comprende la mayor parte del Estado de Sonora y una pequeña porción del noroeste de Chihuahua.



Ubicación sistema ambiental regional del proyecto en relación a las provincias mastofaunísticas del país

A continuación se presenta una lista de las especies de mamíferos que pueden habitar en el área del sistema ambiental regional del proyecto. Esta lista fue tomada de las publicaciones de Alvarez-Castañeda y Patton (1999) y Leopold (2000) y pueden presentarse 72 especies pertenecientes a 7 órdenes y 18 familias, de las cuales 12 especies están listadas en alguna categoría de protección por la SEMARNAT (8 como amenazadas, 3 bajo protección especial y 1 catalogada como posiblemente extinta en la región de interés); también es importante mencionar que 5 s de mamíferos están incluidas en el Apéndice II de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

Alvarez-Castañeda, S.T. y J.L. Patton (1999). Mamíferos del Noroeste de México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz, B.C.S. México. 873 p.

Leopold, A.S. (2000). Fauna Silvestre de México. Editorial Pax México. México. 671 p.

Mamíferos en el área del sistema ambiental según registros bibliográficos y confirmación por entrevistas con habitantes de la región

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES	END
ARTIODACTYLA	Cervidae	*Odocoileus hemionus sheldoni*	Venado bura	A	-	E
		Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	-	-	NE
	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar	-	-	NE
CARNIVORA	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-	-	NE
		Canis lupus	Lobo mexicano	-	II	NE
		Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	-	-	NE
	Felidae	*Lynx rufus*	Gato montés; lince americano	-	II	NE
		Puma concolor	Puma	-	II	NE
	Mustelidae	*Conepatus mesoleucus*	Zorrillo nariz de puerco	-	-	NE
		Mephitis macroura	Zorrillo; zorrillo encapuchado	-	-	NE
		Mephitis mephitis	Zorrillo listado	-	-	NE
		Spilogale gracilis	Zorrillo manchado	-	-	NE
		Taxidea taxus	Tlalcoyote; tejón americano	A	-	NE
	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	A	-	E
		Nasua narica	Tejón; coatí	A	-	E
		Procyon lotor	Mapache	-	-	NE
	Ursidae	*Ursus americanus machetes*	Oso negro	-	II	NE
		Ursus arctos horribilis	Oso plateado	E	II	NE
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	-	-	NE
EULIPOTYPHLA	Soricidae	*Notiosorex crawfordi*	Musaraña desértica norteña	A	-	NE
LAGOMORPHA	Leporidae	*Lepus alleni*	Liebre torda, L. antílope	Pr	-	E
		Lepus californicus	Liebre cola negra	Pr	-	E
		Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	-	-	NE
		Sylvilagus floridanus	Conejo del este	-	-	NE
QUIROPTERA	Molossidae	*Eumops perotis*	Murciélago con bonete mayor	-	-	NE
		Eumops underwoodi	Murciélago con bonete de Underwood	-	-	NE
		Nyctinomops femorosaccus	Murciélago cola libre con bolsa	-	-	NE
		Tadarida brasiliensis	Murciélago cola libre brasileño	-	-	NE
	Phyllostomidae	*Choeronycteris mexicana*	Murciélago trompudo mexicano	A	-	NE
		Leptonycteris yerbabuenae	Murciélago magueyero menor	-	-	NE
		Macrotus californicus	Murciélago orejón californiano	-	-	NE
	Vespertilionidae	*Antrozous pallidus*	Murciélago pálido	-	-	NE
		Corynorhinus townsendii	Murciélago orejón de Townsend	-	-	NE
		Eptesicus serotinus	Murciélago hortelano	-	-	NE
		Euderma maculatum	Murciélago pinto	-	-	NE
		Idionycteris phyllotis	Murciélago mula de Allen	-	-	NE
		Lasiurus blossevillii	Murciélago rojo del desierto	-	-	NE
		Lasiurus cinereus	Murciélago gris o ceniciento	-	-	NE
		Lasiurus xanthinus	Murciélago amarillo de La Laguna	-	-	NE
		Myotis auriculus	Murciélago orejudo	-	-	NE
		Myotis californicus	Myotis californiano	-	-	NE
		Myotis thysanodes	Myotis bordado	-	-	NE
		Myotis volans	Myotis patas largas	-	-	NE
		Myotis yumanensis	Myotis de Yuma	-	-	NE
		Pipistrellus hesperus	Pipistrelo del Oeste Americano	-	-	NE
RODENTIA	Castoridae	*Castor canadensis*	Castor americano	-	-	NE

	Geomidae	*Thomomys bottae*	Tuza norteña	-	-	NE
	Heteromyidae	*Chaetodipus baileyi*	Rata de abazones sonorense	-	-	NE
		Chaetodipus hispidus	Ratón de abazones crespo	-	-	NE
		Chaetodipus intermedius	Rata de abazones de roca	-	-	E
		Chaetodipus penicillatus pricei	Rata de abazones del desierto	-	-	NE
		Dipodomys merriami olivaceus	Rata canguro de Merriam	-	-	NE
		Dipodomys spectabilis	Rata canguro cola de bandera	-	-	NE
		Liomys pictus	Ratón espinoso pintado	-	-	NE
		Perognathus flavus	Rata de abazones sedosos	-	-	NE
	Muridae	*Neotoma albigula albigula*	Rata magueyera	-	-	NE
		Neotoma mexicana	Rata cambalachera mexicana	-	-	NE
		Ondatra zibethicus	Rata almizclera	A	-	NE
		Peromyscus boylii rowleyi	Ratón arbustero	-	-	NE
		Peromyscus eremicus anthonyi	Ratón de cactus	-	-	NE
		Peromyscus eremicus eremicus	Ratón de cactus	-	-	NE
		Peromyscus leucopus arizonae	Ratón de patas blancas	-	-	NE
		Peromyscus maniculatus sonoriensis	Ratón ciervo	A	-	E
		Reithrodontomys fulvescens	Ratón Cosechador aleonado	-	-	NE
		Reithrodontomys megalotis	Ratón Cosechador común	-	-	NE
		Sigmodon arizonae	Rata algodonera de Arizona	-	-	NE
	Sciuridae	*Ammospermophilus harrisii*	Ardilla antílope de Sonora	-	-	NE
		Cynomys ludovicianus	Perrito de la pradera cola negra	-	-	NE
		Sciurus aberti	Ardilla de Abert	Pr	-	E
		Sciurus arizonensis	Ardilla gris de Arizona	-	-	NE
		Spermophilus tereticaudus	Ardillón cola redonda	-	-	NE
		Spermophilus variegatus	Ardillón de las rocas	-	-	NE

**Especies listadas en la NOM bajo algún estatus de protección: A = amenazada; Pr = bajo protección especial; P = en peligro de extinción; E = Probablemente extinta.*

La siguiente tabla nos muestra la sinonimia existente entre especies de mamíferos que habitan en el SA del proyecto.

Sinonimia para algunas especies de mamíferos que pueden habitar en el área del SA de estudio

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	SINONIMOS	NOMBRE COMÚN
CARNIVORA	Felidae	*Puma concolor*	*Felis concolor*	Puma
EULIPOTYPHLA	Soricidae	*Notiosorex crawfordi*	*Sorex crawfordi*	Musaraña desértica norteña
QUIROPTERA	Vespertilionidae	*Lasiurus cinereus*	*Aeorestes cinereus*	Murciélago gris o ceniciento
		Lasiurus xanthinus	*Dasypterus xanthinus*	Murciélago amarillo de La Laguna

		Pipistrellus hesperus	*Parastrellus hesperus*	Pipistrelo del Oeste Americano
RODENTIA	Sciuridae	*Spermophilus tereticaudus*	*Xerospermophilus tereticaudus*	Ardillón cola redonda
		Spermophilus variegatus	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de las rocas

Aves

México, como uno de los países más diversos, cuenta con aproximadamente el 10% de la población mundial de aves, lo que representa aproximadamente 1,070 especies (Molina y van Devender, 2010).

La avifauna conocida de Sonora incluye 556 especies, las cuales pertenecen a 73 familias y 20 órdenes. De acuerdo con su estatus estacional, 227 especies son residentes, 46 residentes de verano, 233 migratorias de larga distancia y 50 migratorias parciales. 28 especies están en riesgo a escala global de acuerdo a la Lista Roja de las Especies Amenazadas de la IUCN, 290 están incluidas en el Acta de Conservación de Aves Migratorias Neotropicales de Estados Unidos y 66 en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010 (Molina y van Devender, 2010).

Con respecto a sus hábitos, 162 especies de aves de Sonora son acuáticas, 380 terrestres y catorce principalmente aéreas (golondrinas y vencejos). Entre las especies acuáticas, 78 son marinas (10 pelágicas, 63 costeras y 5 ocupan ocasionalmente el agua dulce del interior), 60 especies son esencialmente de agua dulce (16 habitan exclusivamente agua dulce del interior, 8 son de estero y 36 de estero y del interior) y 24 especies usan indistintamente tanto aguas de la costa como del interior.

De acuerdo a la publicación de Russell y Monson (1998), en el sistema ambiental regional del área de estudio pueden presentarse 174 especies de aves, tanto residentes como migratorias, incluidas en 24 órdenes y 48 familias, de las cuales 18 especies están listadas en alguna categoría de protección por la SEMARNAT (8 como amenazadas, 8 bajo protección especial y 2 catalogadas en peligro de extinción en la región de interés); también es importante mencionar que 26 especies de aves están incluidas en el Apéndice II de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres); en la siguiente tabla se citan tales especies.

Russell, S.M. and G. Monson. 1998. The Birds of Sonora. The University of Arizona Press. 360 p.

Especies de aves que pueden presentarse en el sistema ambiental regional del proyecto

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES	END

ACCIPITRIFORMES	accipitridae	*Accipiter cooperii*	Gavilán de cooper	Pr	-	NE
		Accipiter gentilis	Gavilán azor	A	-	NE
		Accipiter striatus	Gavilán pecho rufo	Pr	-	NE
		Aquila chrysaetos	Águila real	A	-	NE
		Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	-	-	NE
		Buteo lagopus	Aguililla ártica	Pr	-	NE
		Buteo swainsoni	Aguililla de swainson	Pr	-	NE
		Haliaeetus leucocephalus	Águila cabeza blanca	P	-	NE
ANSERIFORMES	anatidae	*Anas acuta*	Pato golondrino	-	-	NE
		Anas clypeata	Pato cucharón-norteño	-	-	NE
		Anas cyanoptera	Cerceta canela	-	-	NE
		Anas discors	Cerceta ala azul	-	-	NE
		Anas platyrhynchos subesp. *diazi*	Pato mexicano	A	-	NE
		Anas strepera	Pato friso	-	-	NE
		Anser albifrons	Ganso careto-mayor	-	-	NE
		Aythya americana	Pato cabeza roja	-	-	NE
		Aythya collaris	Pato pico anillado	-	-	NE
		Branta canadensis	Ganso canadiense	-	-	NE
APODIFORMES	apodidae	*Aeronautes saxatalis*	Vencejo pecho blanco	-	-	NE
	trochilidae	*Archilochus alexandri*	Colibrí barba negra	-	II	NE
		Calypte anna	Colibrí cabeza roja	-	II	NE
		Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	-	II	NE
		Eugenes fulgens	Colibrí magnifico	-	II	NE
		Lampornis clemenciae	Colibrí garganta azul	-	II	NE
		Selasphorus platycercus	Zumbador cola ancha	-	II	NE
		Selasphorus rufus	Zumbador rufo	-	II	NE
CAPRIMULGIFORMES	caprimulgidae	*Caprimulgus vociferus*	Tapacamino cuerporruín-norteño	-	-	NE
		Chordeiles minor	Chotacabras zumbón	-	-	NE
		Phalaenoptilus nuttallii	Tapacamino tevíi	-	-	NE
CATHARTIFORMES	cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	-	-	NE
		Coragyps atratus	Zopilote común	-	-	NE
COLUMBIFORMES	columbidae	*Columba fasciata*	Paloma de collar	-	-	NE
		Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	-	-	NE
		Zenaida macroura	Paloma huilota	-	-	NE

		(Zenaidura macroura según Leopold*)*				
CUCULIFORMES	cuculidae	*Coccyzus americanus*	Cuclillo pico amarillo	-	-	NE
		Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	-	-	NE
CHARADRIIFORMES	charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	-	-	NE
	scolopacidae	*Calidris bairdii*	Playero de Baird	-	-	NE
		Calidris melanotos	Playero pectoral	-	-	NE
		Calidris minutilla	Playero chichicuilote	-	-	NE
		Gallinago gallinago	Agachona común	-	-	NE
		Limnodromus scolopaceus	Costurero pico largo	-	-	NE
		Numenius americanus	Zarapito pico largo	-	-	NE
FALCONIFORMES	falconidae	*Falco mexicanus*	Halcón mexicano	A	II	NE
		Falco sparverius	Cernícalo americano	-	II	NE
GALLIFORMES	phasianidae	*Callipepla gambelii (Lophortyx gambelii según Leopold)*	Codorniz de Gambel; c. chiquiri	-	-	NE
		Callipepla squamata	Codorniz escamosa	-	-	NE
		Colinus virginianus (según Leopold)	Codorniz común	-	-	NE
		Cyrtonyx montezumae (según Leopold)	Codorniz pinta	Pr	-	NE
		Meleagris gallopavo	Guajolote norteño	-	-	NE
GRUIFORMES	gruidae	*Grus canadensis*	Grulla gris	Pr	II	NE
	rallidae	*Fulica americana*	Gallareta americana	-	-	NE
PASSERIFORMES	aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	-	-	NE
	alaudidae	*Eremophila alpestris*	Alondra cornuda	-	-	NE
	certhiidae	*Certhia americana*	Trepador americano	-	-	NE
	corvidae	*Aphelocoma californica*	Chara pecho rayado	-	-	NE
		Aphelocoma ultramarina	Chara pecho gris	-	-	E
		Corvus corax	Cuervo común	-	-	NE
		Corvus cryptoleucus	Cuervo llanero	-	-	NE
		Cyanocitta stelleri	Chara crestada	-	-	NE
		Gymnorhinus cyanocephalus	Chara piñonera	-	-	NE
	emberizidae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	-	-	NE
		Aimophila ruficeps	Zacatonero corona rufa	-	-	NE
		Ammodramus bairdii	Gorrión de baird	-	-	NE
		Ammodramus	Gorrión chapulín	-	-	NE

CONSULTA PÚBLICA

		savannarum				
		Amphispiza bilineata	Zacatonero garganta negra	-	-	NE
		Calamospiza melanocorys	Gorrión ala blanca	-	-	NE
		Calcarius mccownii	Escribano de McCown	-	-	NE
		Calcarius ornatus	Escribano collar castaño	-	-	NE
		Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	-	-	NE
		Dendroica coronata	Chipe coronado	-	-	NE
		Dendroica graciae	Chipe ceja amarilla	-	-	NE
		Dendroica nigrescens	Chipe negrogris	-	-	NE
		Dendroica occidentalis	Chipe cabeza amarilla	-	-	NE
		Dendroica petechia	Chipe amarillo	-	-	NE
		Dendroica townsendi	Chipe negroamarillo	-	-	NE
		Euphagus cyanocephalus	Tordo ojo amarillo	-	-	NE
		Geothlypis trichas	Mascarita común	-	-	NE
		Guiraca caerulea	Picogordo azul	-	-	NE
		Icteria virens	Buscabreña	-	-	NE
		Icterus parisorum	Bolsero tunero	-	-	NE
		Junco hyemalis ssp *caniceps*	Junco cabeza gris	-	-	NE
		Junco hyemalis ssp *oregans*	Junco de Oregon	-	-	NE
		Junco phaenotus	Junco ojo de lumbre	-	-	NE
		Molothrus aeneus	Tordo ojo rojo	-	-	NE
		Molothrus ater	Tordo cabeza café	-	-	NE
		Myioborus pictus	Chipe ala blanca	-	-	NE
		Parula americana	Parula norteña	-	-	NE
		Passerculus sandwichensis	Gorrión sabanero migratorio	-	-	NE
		Passerina amoena	Colorín lázuli	-	-	NE
		Passerina cyanea	Colorín azul	-	-	NE
		Peucedramus taeniatus	Ocotero enmascarado	-	-	NE
		Pheucticus melanocephalus	Picogordo tigrillo	-	-	NE
		Pipilo fuscus	Toquí pardo	-	-	NE
		Pipilo maculatus	Toquí pinto	-	-	NE
		Piranga flava	Tángara encinera	-	-	NE

		Piranga ludoviciana	Tángara capucha roja	-	-	NE
		Pooecetes gramineus	Gorrión cola blanca	-	-	NE
		Setophaga ruticilla	Chipe flameante	-	-	NE
		Spizella breweri	Gorrión de brewer	-	-	NE
		Spizella passerina	Gorrión ceja blanca	-	-	NE
		Sturnella magna	Pradero tortilla-con-chile	-	-	NE
		Vermivora celata	Chipe corona naranja	-	-	NE
		Vermivora luciae	Chipe rabadilla rufa	-	-	NE
		Wilsonia citrina	Chipe encapuchado	-	-	NE
		Wilsonia pusilla	Chipe corona negra	-	-	NE
	fringillidae	*Carduelis psaltria*	Jilguero dominico	-	-	NE
		Carpodacus mexicanus	Pinzón mexicano	-	-	NE
		Loxia curvirostra	Picotuerto rojo	-	-	NE
	hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	-	-	NE
		Tachycineta thalassina	Golondrina verdemar	-	-	NE
	laniidae	*Lanius ludovicianus*	Alcaudón verdugo	-	-	NE
	mimidae	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño	-	-	NE
		Toxostoma crissale	Cuitlacoche crisal	-	-	NE
		Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	-	-	NE
	motacillidae	*Anthus rubescens*	Bisbita de agua	-	-	NE
	muscicapidae	*Catharus guttatus*	Zorzal cola rufa	-	-	NE
		Catharus ustulatus	Zorzal de swainson	-	-	NE
		Polioptila caerulea	Perlita azulgris	-	-	NE
		Regulus calendula	Reyezuelo de rojo	P	-	E
		Sialia currucoides	Azulejo pálido	-	-	NE
		Sialia mexicana	Azulejo garganta azul	-	-	NE
		Sialia sialis	Azulejo garganta canela	-	-	NE
		Turdus migratorius	Mirlo primavera	-	-	NE
	paridae	*Parus wollweberi*	Carbonero embridado	-	-	NE
	ptilogonatidae	*Phainopepla nitens*	Capulinero negro	-	-	NE
	remizidae	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo	-	-	NE
	sittidae	*Sitta carolinensis*	Sita pecho blanco	-	-	NE
		Sitta pygmaea	Sita enana	-	-	NE
	sturnidae	*Sturnus vulgaris*	Estornino pinto	-	-	NE
	troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Chivirín barranqueño	-	-	NE

		Salpinctes obsoletus	Chivirín saltarroca	-	-	NE
		Thryomanes bewickii	Chivirín cola oscura	-	-	NE
		Troglodytes aedon	Chivirín saltapared	-	-	NE
		Troglodytes troglodytes	Chivirín chochín	-	-	NE
	tyrannidae	*Contopus pertinax*	Pibí tengofrío	-	-	NE
		Contopus sordidulus	Pibí occidental	-	-	NE
		Empidonax difficilis	Mosquero californiano	-	-	NE
		Empidonax fulvifrons	Mosquero pecho leonado	-	-	NE
		Empidonax oberholseri	Mosquero oscuro	-	-	NE
		Empidonax occidentalis	Mosquero barranqueño	-	-	NE
		Empidonax wrightii	Mosquero gris	-	-	NE
		Myiarchus cinerascens	Papamoscas cenizo	-	-	NE
		Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	-	-	NE
		Myiarchus tyrannulus	Papamoscas tirano	-	-	NE
		Myiodynastes luteiventris	Papamoscas atigrado	-	-	NE
		Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal	-	-	NE
		Sayornis saya	Papamoscas llanero	-	-	NE
		Tyrannus verticalis	Tirano pálido	-	-	NE
		Tyrannus vociferans	Tirano gritón	-	-	NE
	vireonidae	*Vireo bellii*	Vireo de bell	-	-	NE
		Vireo gilvus	Vireo gorjeador	-	-	E
		Vireo huttoni	Vireo reyezuelo	-	-	NE
		Vireo olivaceus	Vireo ojo rojo	-	-	NE
		Vireo solitarius	Vireo anteojillo	-	-	NE
PELECANIFORMES	ardeidae	*Ardea herodias*	Garza morena	Pr	-	NE
PICIFORMES	picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera	-	-	NE
		Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero	-	-	NE
		Melanerpes uropygialis	Carpintero del desierto	-	-	NE
		Picoides scalaris	Carpintero mexicano	-	-	NE
		Picoides stricklandi	Carpintero de strickland	A	-	NE
		Picoides villosus	Carpintero velloso-mayor	-	-	NE
		Sphyrapicus thyroideus	Chupasavia obscuro	-	-	NE
PODICIPEDIFORMES	podicipedidae	*Podilymbus podiceps*	Zambullidor pico grueso	-	-	NE
STRIGIFORMES	strigidae	*Bubo virginianus*	Búho cornudo	-	II	NE

CONSULTA PÚBLICA

		Glaucidium gnoma	Tecolote serrano	-	II	NE
		Micrathene whitneyi	Tecolote enano	-	II	NE
		Otus flammeolus	Tecolote ojo oscuro	-	II	NE
		Otus kennicottii	Tecolote occidental	-	II	NE
		Otus trichopsis	Tecolote rítmico	-	II	NE
		Speotyto cunicularia	Tecolote llanero	-	II	NE
		Strix occidentalis	Búho manchado	A	II	NE
SULIFORMES	phalacrocoracidae	*Phalacrocorax auritus*	Cormorán orejudo	-	-	NE
TROGONIFORMES	trogonidae	*Trogon elegans*	Trogón elegante	-	-	NE
		Catherpes mexicanus	Chivirín barranqueño	-	-	NE
		Salpinctes obsoletus	Chivirín saltarroca	-	-	NE
		Thryomanes bewickii	Chivirín cola oscura	-	-	NE
		Troglodytes aedon	Chivirín saltapared	-	-	NE
		Troglodytes troglodytes	Chivirín chochín	-	-	NE
	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquero lampiño	-	-	NE
		Contopus pertinax	Pibí tengofrío	-	-	NE
		Contopus sordidulus	Pibí occidental	-	-	NE
		Empidonax difficilis	Mosquero californiano	-	-	NE
		Empidonax fulvifrons	Mosquero pecho leonado	-	-	NE
		Empidonax oberholseri	Mosquero oscuro	-	-	NE
		Empidonax occidentalis	Mosquero barranqueño	-	-	NE
		Empidonax traillii	Mosquero saucero	-	-	NE
		Empidonax wrightii	Mosquero gris	-	-	NE
		Myiarchus cinerascens	Papamoscas cenizo	-	-	NE
		Myiarchus nuttingi	Papamoscas de nutting	-	-	NE
		Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	-	-	NE
		Myiarchus tyrannulus	Papamoscas tirano	-	-	NE
		Myiodynastes luteiventris	Papamoscas atigrado	-	-	NE
		Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal	-	-	NE
		Sayornis nigricans	Papamoscas negro	-	-	NE
		Sayornis saya	Papamoscas llanero	-	-	NE
		Tyrannus crassirostris	Tirano pico grueso	-	-	NE
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	-	-	NE
		Tyrannus verticalis	Tirano pálido	-	-	NE

		Tyrannus vociferans	Tirano gritón	-	-	NE
	vireonidae	*Vireo bellii*	Vireo de bell	-	-	NE
		Vireo gilvus	Vireo gorjeador	-	-	E
		Vireo huttoni	Vireo reyezuelo	-	-	NE
		Vireo olivaceus	Vireo ojo rojo	-	-	NE
		Vireo solitarius	Vireo anteojillo	-	-	NE
PELECANIFORMES	ardeidae	*Ardea herodias*	Garza morena	Pr	-	NE
		Butorides virescens	Garceta verde	-	-	NE
PICIFORMES	picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera	-	-	NE
		Colaptes chrysoides	Carpintero collarejo desértico	-	-	NE
		Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero	-	-	NE
		Melanerpes uropygialis	Carpintero del desierto	-	-	NE
		Picoides scalaris	Carpintero mexicano	-	-	NE
		Picoides stricklandi	Carpintero de strickland	A	-	NE
		Picoides villosus	Carpintero velloso-mayor	-	-	NE
		Sphyrapicus thyroideus	Chupasavia obscuro	-	-	NE
PODICIPEDIFORMES	podicipedidae	*Podilymbus podiceps*	Zambullidor pico grueso	-	-	NE
STRIGIFORMES	strigidae	*Bubo virginianus*	Búho cornudo	-	II	NE
		Glaucidium gnoma	Tecolote serrano	-	II	NE
		Micrathene whitneyi	Tecolote enano	-	II	NE
		Otus flammeolus	Tecolote ojo oscuro	-	II	NE
		Otus kennicottii	Tecolote occidental	-	II	NE
		Otus trichopsis	Tecolote rítmico	-	II	NE
		Speotyto cunicularia	Tecolote llanero	-	II	NE
		Strix occidentalis	Búho manchado	A	II	NE
SULIFORMES	phalacrocoracidae	*Phalacrocorax auritus*	Cormorán orejudo	-	-	NE
TROGONIFORMES	trogonidae	*Trogon elegans*	Trogón elegante	-	-	NE

La siguiente tabla nos muestra la sinonimia existente entre especies de aves que habitan en la CHF del proyecto.

Sinonimia para algunas especies de aves que pueden habitar en el área del SA de estudio

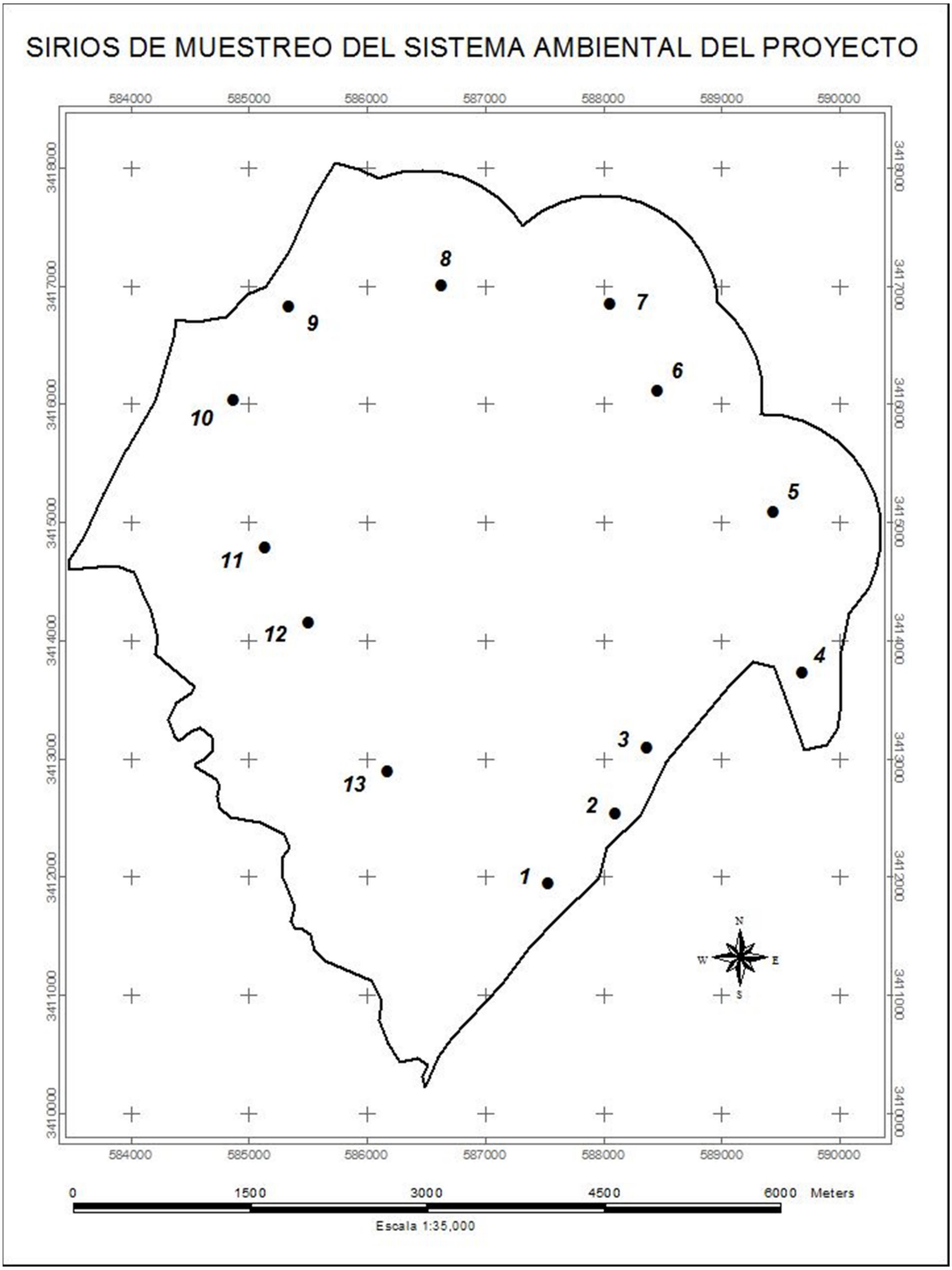
ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	SINONIMOS	NOMBRE COMÚN

ANSERIFORMES	Anatidae	*Anas platyrhynchos diazi*	*Anas diazi*	Pato mexicano
COLUMBIFORMES	Columbidae	*Zenaida macroura*	*Zenaidura macroura*	Paloma huilota
GALLIFORMES	Phasianidae	*Callipepla gambelii*	*Lophortyx gambelii*	Codorniz de Gambel; c. chiquiri

Muestreo de fauna

En todo tipo de Proyecto que se requiera la transformación de ecosistemas por cambio de uso del suelo es imperativo conservar la biodiversidad a nivel local y regional para asegurar la continuidad de las especies silvestres de flora y fauna nativas para el bien de los ecosistemas y de las generaciones futuras de la humanidad. Por esa razón, se realizaron muestreos de fauna en el SAR con el fin de asegurar que no se pone en riesgo la diversidad de especies faunísticas con las obras del proyecto de interés.

Los sitios de muestreo para la fauna del SAR se realizaron utilizando los mismos sitios utilizados en los muestreos de vegetación del mismo sistema ambiental regional en los cuales, además de registrar avistamientos, se tomaron evidencias de presencia de fauna como anidaciones, excretas, huellas, etc.



Sitios de muestreo de fauna silvestre en el SAR

La posición geográfica de los sitios de muestreo en el sistema ambiental regional fue tomada y registrada con un GPS en coordenadas con proyección UTM bajo el Datum WGS84 – Zona 12N; la siguiente tabla muestra las coordenadas de los sitios de muestreo.

Coordenadas UTM que definen la ubicación geográfica de los sitios de muestreo en el SAR del proyecto

TIPO DE VEGETACION	SITIO	COORDENADA X	COORDENADA Y
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	1	587530	3411936
	2	588092	3412530
	3	588361	3413088
Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	4	589674	3413725
	5	589433	3415078
	6	588458	3416103
	7	588050	3416837
	8	586628	3416995
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	9	585328	3416817
	10	584865	3416026
	11	585137	3414775
	12	585498	3414147
	13	586173	3412880

La escasa riqueza de especies vegetales y sus bajas densidades de población en el área del proyecto, han contribuido para que las condiciones de hábitat no sean las adecuadas para que esas especies de animales desarrollen sus actividades reproductivas, de convivencia poblacional y de alimentación. De igual manera, las actividades ganaderas que en el área se practican, crean competencia con la fauna silvestre haciendo más limitantes los recursos vegetación, agua, suelo y espacio que ellas necesitan para un eficiente desarrollo de sus poblaciones.

De acuerdo a lo anterior, la riqueza de especies de fauna silvestre en el área del proyecto es pobre, pudiéndose encontrar especies que son comunes en las áreas donde existen actividades antropogénicas.

Método de muestreo de anfibios y reptiles

Con la intención de utilizar los cuadrantes establecidos para el muestreo de vegetación,

se decidió usar esos espacios para el muestreo de estos grupos de especies de fauna silvestre.

De acuerdo a Sánchez (2009), la estimación de la densidad de individuos de especies de reptiles puede hacerse mediante el establecimiento de parcelas de tamaño uniforme, predeterminado según la escala de cada caso; para eso, debe establecerse un número de parcelas suficiente a fin de lograr representatividad de los muestreos.

Respecto a la manera de detectar la presencia de ejemplares de fauna silvestre, puede realizarse mediante el método de búsqueda directa. Así, en cada parcela debe efectuarse una revisión minuciosa, teniendo gran cuidado de no alterar permanentemente troncos caídos o rocas, y de recolocarlos en su posición original una vez revisado cada sitio. Esto puede hacerse con un equipo de varias personas, quienes recorren la parcela en forma simultánea, inspeccionando cada participante una franja de 5 m a cada lado y anotando lo visto. En este caso se conoce el área y el número de individuos detectados y por ello, es posible hacer una estimación de densidad en forma directa (individuos/área). Cuando se requiere identificar en laboratorio ejemplares desconocidos, este método posibilita la captura momentánea de algunos individuos y éstos pueden marcarse en alguna forma que no altere demasiado su probabilidad de supervivencia ni su comportamiento social con lo cual, en visitas posteriores, es posible recapturar algunos individuos e intentar recuperar información acerca de sus movimientos, uso de hábitat, crecimiento y estado reproductivo, entre otros aspectos. Claramente, si a la detección de individuos se agrega la captura, marca y recaptura, este método requiere ejercer sumo cuidado en la manipulación de individuos los cuales, bajo ninguna circunstancia, deben extraerse de la parcela ni soltarse en un sitio distinto al de su captura.

Dado que se trata de un método que requiere una considerable inversión de esfuerzo, su inclusión como método para monitoreo sistemático y periódico debe ponderarse con detenimiento.

**Sánchez, O. 2009. Evaluación y monitoreo de poblaciones silvestres de reptiles. In "Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México" por Óscar Sánchez, Pablo Zamorano, Eduardo Peters y Héctor Moya (editores). SEMARNAT. Pp. 83-120.*
Durante el muestreo en las parcelas del presente estudio, se realizaron búsquedas visuales activas, inspeccionando cuidadosamente el suelo, la vegetación, las rocas y todo aquel elemento que pudiera ser utilizado como refugio por los animales. Se examinaron sitios potenciales de refugio como afloramientos rocosos, agujeros, zanjas y debajo de la hojarasca y otro material vegetal acumulado en algunos sitios. Además, se realizaron entrevistas con la gente de la región mostrándoles las guías de campo para corroborar e incrementar la identificación de especies comunes en la zona, así como el uso en el trabajo de gabinete de fuentes bibliográficas con información detallada sobre su distribución e importancia ecológica para corroborar la identificación hecha en el campo.

CONSULTA PÚBLICA

El área total muestreada para anfibios y reptiles por el método de cuadrantes fue de 900 m^2 por cuadrante.

Las observaciones en los cuadrantes se hicieron cada vez que se muestreaba la vegetación. En la zona del SAR no se registró ninguna especie de anfibios debido a que la época en que se llevaron a cabo los muestreos, no es la apropiada para encontrar especímenes activos de ese grupo faunístico. Con respecto a los reptiles, se registraron 7 especies de las 68 potenciales (10%) para el área de interés, cinco especies de lagartijas, además de una culebra (*Masticophis bilineatus*) y una víbora de cascabel (*Crotalus atrox*). Todos los ejemplares fueron registrados por avistamiento con exepción de la víbora de cascabel de diamantes, de la cual se encontraron restos de su piel como evidencia de mudas. Del siguiente listado se consultó a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y a los anexos de la CITES encontrándose una especie de víbora de cascabel en la lista oficial de la SEMARNAT.

TEspecies de reptiles observadas en el sistema ambiental regional y su estado de protección bajo las normas oficiales

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES
SQUAMATA	Teiidae	*Cnemidophorus burti*	Huico manchado	-	-
		Cnemidophorus tigris	Huico tigre del NW	-	-
	Viperidae	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	Pr	-
	Phrynosomatidae	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda	-	-
	Colubridae	*Masticophis bilineatus*	Culebra chirrionera	-	-
	Phrynosomatidae	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija espinosa	-	-
		Urosaurus ornatus	Lagartija de árbol norteña	-	-

Los resultados de los muestreos de reptiles arrojaron los siguientes resultados:

Densidades por hectárea de las especies de reptiles encontradas en los muestreos dentro del sistema ambiental regional del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/HA
1	*Cnemidophorus burti*	Huico manchado	3
2	*Cnemidophorus tigris*	Huico tigre del NW	8
3	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	1
4	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda	9
5	*Masticophis bilineatus*	Culebra chirrionera	2
6	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija espinosa	7

CONSULTA PÚBLICA

7	*Urosaurus ornatus*	Lagartija de árbol norteña	4
		TOTAL:	**34**

Valores de los atributos ecológicos de las especies de reptiles que habitan en el Matorral Desértico Micrófilo del sistema ambiental regional del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	AR	DR	FR	V.I.	CLASE
1	*Cnemidophorus burti*	Huico manchado	8.82	4.02	9.09	21.93	5
2	*Cnemidophorus tigris*	Huico tigre del NW	23.53	28.57	24.24	76.34	2
3	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	2.94	0.45	3.03	6.42	7
4	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda	26.47	36.16	24.24	86.87	1
5	*Masticophis bilineatus*	Culebra chirrionera	5.88	1.79	6.06	13.73	6
6	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija espinosa	20.59	21.88	21.21	63.68	3
7	*Urosaurus ornatus*	Lagartija de árbol	11.76	7.14	12.12	31.03	4
			100	100	100	300	

Donde:
AR = Abundancia relativa expresada en valores porcentuales,
DR = Dominancia relativa expresada en valores porcentuales,
FR = Frecuencia relativa expresada en valores porcentuales
V.I. = Valor de importancia que nos indica el peso ecológico que tiene esa especie en la comunidad,
CLASE = La categoría que tiene la especie en términos de su papel ecológico dentro de la comunidad.

En la tabla anterior podemos observar que el lagartija sorda, *Holbrookia maculata*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies de reptiles en el matorral desértico micrófilo del SAR; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos de su hábitat natural.

En la siguiente se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de reptiles presentes en la unidad hidrológico-forestal y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de reptiles del SAR

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	RESIDENCIA	ABUNDANCIA	SOCIABILIDAD	DIETA	HÁBITAT	ESTRATO DE DISTRIBUCIÓN
Cnemidophorus burti	Huico manchado	Residente	Rara	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Cnemidophorus tigris	Huico tigre del NW	Residente	Poco común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Crotalus atrox	Cascabel de diamantes	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Holbrookia maculata	Lagartija sorda	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Masticophis bilineatus	Culebra chirrionera	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Sceloporus jarrovii	Lagartija espinosa	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Urosaurus ornatus	Lagartija de árbol	Residente	Poco común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbóreo

Método de muestreo de mamíferos

La metodología empleada para este grupo de animales consistió en la técnica propuesta por Ruiz-Campos (2009) empleando cuadrantes de 900 m^2 (30m por 30m), donde se registró la presencia de especies de mamíferos observada en el sitio. Dicha herramienta de muestreo, permite reconocer la presencia, diversidad y abundancia relativa de especies de mamíferos de comportamientos/hábitos móviles y en alerta, recomendadas para evaluar poblaciones en hábitat abiertos como son en general los ecosistemas desérticos y semidesérticos.

Ruiz-Campos, G. et al. 2009. Manual de procedimientos para la evaluación de poblaciones de fauna silvestre de interés cinegético en baja california. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. 306 p.

Los sitios de muestreo fueron los mismos cuadrantes empleados para el registro de anfibios y reptiles.

En los cuadrantes de muestreo se utilizaron procesos de observación directa y técnicas de registros indirectos como huellas, excretas, pelos, senderos, madrigueras, restos orgánicos y, además, se utilizaron varias fuentes de información como entrevistas con los pobladores para corroborar la existencia de las especies de acuerdo a las evidencias encontradas en los muestreos.

Se registró un total de 12 especies de mamíferos (17.6 %) de un total potencial de 68 especies, representando 4 órdenes y 9 familias. Por observación directa se registraron las ardillas *Ammospermophilus harrisii* y *Spermophilus variegatus*, el conejo (*Silvilagus*

CONSULTA PÚBLICA

audubonii) y la liebre (*Lepus californicus*); también se observaron depredadores como el coyote (*Canis latrans*). El resto de las especies fueron determinadas por métodos indirectos como huellas, excretas y madrigueras.

Especies de mamíferos encontrados en el sistema ambiental regional

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-	-
		Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	-	-
	Felidae	*Lynx rufus*	Gato montés	-	-
	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	-
	Mephitidae	*Mephitis mephitis*	Zorrillo listado	-	-
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	-	-
	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar	-	-
Rodentia	Muridae	*Peromyscus boylii rowleyi*	Ratón arbustero	-	-
	Sciuridae	*Ammospermophilus harrisii*	Ardilla antílope de Sonora	-	-
		Spermophilus variegatus	Ardillón de las rocas	-	-
Lagomorpha	Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	Pr	-
		Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	-	-

Como única especie protegida se encontró una sola especie (*Lepus californicus*) con categoría *Pr* dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Los resultados de los muestreos de mamíferos arrojaron los siguientes resultados:

Densidades de las especies de mamíferos encontrados en el sistema ambiental regional

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/HA
1	*Canis latrans*	Coyote	5
2	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	8
3	*Lynx rufus*	Gato montés	1
4	*Mephitis mephitis*	Zorrillo listado	2
5	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	4

CONSULTA PÚBLICA

6	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar	2
7	*Peromyscus boylii rowleyi*	Ratón arbustero	3
8	*Procyon lotor*	Mapache	1
9	*Ammospermophilus harrisii*	Ardilla antílope de Sonora	2
10	*Spermophilus variegatus*	Ardillón de las rocas	3
11	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	6
12	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	2
		TOTAL:	**39**

Valores de los atributos ecológicos de las especies de mamíferos que habitan en el sistema ambiental regional del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	AR	DR	FR	V.I.	CLASE
1	*Canis latrans*	Coyote	12.82	14.12	14.89	41.84	2
2	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	20.51	36.16	17.02	73.69	1
3	*Lynx rufus*	Gato montés	2.56	0.56	2.13	5.26	7
4	*Mephitis mephitis*	Zorrillo listado	5.13	2.26	4.26	11.64	6
5	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	10.26	9.04	10.64	29.93	4
6	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar	5.13	2.26	4.26	11.64	5
7	*Peromyscus boylii rowleyi*	Ratón arbustero	7.69	5.08	8.51	21.29	3
8	*Procyon lotor*	Mapache	2.56	0.56	2.13	5.26	7
9	*Ammospermophilus harrisii*	Ardilla antílope	5.13	2.26	4.26	11.64	5
10	*Spermophilus variegatus*	Ardillón de las rocas	7.69	5.08	8.51	21.29	3
11	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	15.38	20.34	17.02	52.74	2
12	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	5.13	2.26	6.38	13.77	6
			100	100	100	300	

En la tabla anterior podemos observar que la liebre cola negra, *Lepus californicus*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies de mamíferos en el área del SAR; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos de su hábitat natural.

En la siguiente se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de mamíferos presentes en la unidad hidrológico-forestal y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de mamíferos del SAR

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	RESIDENCIA	ABUNDANCIA	SOCIABILIDAD	DIETA	HÁBITAT	ESTRATO DE DISTRIBUCIÓN
Canis latrans	Coyote	Residente	Poco común	Solitario	Omnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Lepus californicus	Liebre cola negra	Residente	Común	Solitario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Lynx rufus	Gato montés	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Mephitis mephitis	Zorrillo listado	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	Residente	Rara	Gregario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Pecari tajacu	Pecarí de collar	Residente	Poco común	Solitario	Omnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Peromyscus boylii rowleyi	Ratón arbustero	Residente	Poco común	Solitario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Procyon lotor	Mapache	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Ammospermophilus harrisii	Ardilla antílope de Son.	Residente	Poco común	Solitario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Spermophilus variegatus	Ardillón de las rocas	Residente	Poco común	Gregario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	Residente	Rara	Gregario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo

Método de muestreo de aves

Para el muestreo de aves en el sistema ambiental regional, se utilizaron los mismos cuadrantes establecidos para el muestreo de reptiles y mamíferos. En los cuadrantes se hicieron observaciones como avistamientos, registros de cantos y de evidencias como presencia de nidos, huellas y excretas; en los mismos sitios de muestreo se realizaron registros como avistamientos y y cantos de aves en un radio de 30 metros haciendo una superficie de muestreo de 2827.44 m^2 por unidad muestral, acumulando así una superficie muestreada de 70,686 m^2 (7.0686 ha) para este grupo faunístico.

Para la identificación de los ejemplares se utilizó la observación directa con binoculares y se detectó el sonido de sus cantos. Las observaciones en los cuadrantes se hicieron cada vez que se muestreaba la vegetación en ellos iniciando con las primeras horas de sol y continuando hasta aproximadamente las 10:00 am, hora en la que, por las condiciones ambientales (principalmente temperatura), tienden a disminuir su actividad; por las tardes se iniciaban a las 16:00 horas y concluían al ocultarse el sol. No se realizaron muestreos nocturnos por razones de seguridad.

De un total potencial de 174 especies que pueden encontrarse dentro del sistema ambiental regional, se muestrearon un total de 19 especies (11% del total) mismas que están distribuidas en 7 órdenes y 12 familias. En cuanto a endemismos, no hay especies microendémicas de la Provincia Altiplano Mexicano y la gran mayoría son especies de amplia distribución geográfica. Además, ninguna de las especies registradas se encuentra listada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 ni en la CITES. (Tabla III.28).

Listado de especies de aves encontradas en el sistema ambiental regional

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	-	-
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	-	-
		Cathartes aura	Zopilote aura	-	-
Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	Tórtola coquita	-	-
		Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	-	-
		Zenaida macroura	Paloma huilota	-	-
Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	-	-
Galliformes	Phasianidae	*Callipepla gambelli*	Codorniz de Gambel	-	-
Passeriformes	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo común	-	-
	Emberizidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	-	-
		Dendroica coronata	Chipe coronado	-	-
		Molothrus aeneus	Tordo ojo rojo	-	-
		Quiscalus mexicanus	Chanate mexicano	-	-
		Zonotrichia leucophrys	Gorrión corona blanca	-	-
	Fringillidae	*Carpodacus mexicanus*	Pinzón mexicano	-	-
	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	-	-

CONSULTA PÚBLICA

	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	-	-
	Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca desértica	-	-
Piciformes	Picidae	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	-	-

Los resultados de los muestreos de aves arrojaron los siguientes resultados:

Densidades de especies aves encontradas en el sistema ambiental regional del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/HA
1	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	1
2	*Callipepla gambelli*	Codorniz de Gambel	7
3	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca desértica	9
4	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	2
5	*Carpodacus mexicanus*	Pinzón mexicano	3
6	*Cathartes aura*	Zopilote aura	2
7	*Columbina passerina*	Tórtola coquita	11
8	*Coragyps auratus*	Zopilote común	7
9	*Corvus corax*	Cuervo común	4
10	*Dendroica coronata*	Chipe coronado	5
11	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	2
12	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	5
13	*Molothrus aeneus*	Tordo ojo rojo	3
14	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	8
15	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	8
16	*Quiscalus mexicanus*	Chanate mexicano	4
17	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas	13
18	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	4
19	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión corona blanca	6
		TOTAL:	**104**

Valores de los atributos ecológicos de las especies de aves que habitan en el área del sistema ambiental regional del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	DR	FR	V.I.	CLASE
1	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	0.96	0.13	0.98	2.07	7
2	*Callipepla gambelli*	Codorniz de Gambel	6.73	6.43	6.86	20.02	4
3	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca desértica	8.65	10.63	7.84	27.13	3
4	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	1.92	0.52	0.98	3.43	7
5	*Carpodacus mexicanus*	Pinzón mexicano	2.88	1.18	1.96	6.03	7
6	*Cathartes aura*	Zopilote aura	1.92	0.52	2.94	5.39	7
7	*Columbina passerina*	Tórtola coquita	10.58	15.88	7.84	34.30	2
8	*Coragyps auratus*	Zopilote común	6.73	6.43	6.86	20.02	4
9	*Corvus corax*	Cuervo común	3.85	2.10	4.90	10.85	6
10	*Dendroica coronata*	Chipe coronado	4.81	3.28	5.88	13.97	5
11	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	1.92	0.52	3.92	6.37	7
12	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	4.81	3.28	5.88	13.97	5
13	*Molothrus aeneus*	Tordo ojo rojo	2.88	1.18	5.88	9.95	6
14	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	7.69	8.40	6.86	22.95	4
15	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	7.69	8.40	6.86	22.95	4
16	*Quiscalus mexicanus*	Chanate mexicano	3.85	2.10	5.88	11.83	6
17	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas	12.50	22.18	7.84	42.52	1
18	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	3.85	2.10	3.92	9.87	6
19	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión corona blanca	5.77	4.72	5.88	16.38	5
			100	100	100	300	

En la tabla anterior podemos observar que la paloma de alas blancas, *Zenaida asiatica*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies de aves en el área del SAR; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos de su hábitat natural.

En la tabla siguiente se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de aves presentes en la unidad hidrológico-forestal y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de aves del SAR

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	RESIDENCIA	ABUNDANCIA	SOCIABILIDAD	DIETA	HÁBITAT	ESTRATO DE DISTRIBUCIÓN
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Coragyps atratus	Zopilote común	Residente	Común	Gregario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Cathartes aura	Zopilote aura	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Callipepla gambelli	Codorniz de Gambel	Residente	Poco común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Columbina passerina	Tórtola coquita	Residente	Abundante	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	Residente	Poco común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Zenaida macroura	Paloma huilota	Residente	Poco común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	Residente	Poco común	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Picoides scalaris	Carpintero mexicano	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Corvus corax	Cuervo común	Residente	Poco común	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo	Residente	Poco común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Dendroica coronata	Chipe coronado	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Molothrus aeneus	Tordo ojo rojo	Residente	Poco común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Quiscalus mexicanus	Chanate mexicano	Residente	Común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Zonotrichia leucophrys	Gorrión corona blanca	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Carpodacus mexicanus	Pinzón mexicano	Residente	Poco común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	Residente	Común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Passer domesticus	Gorrión doméstico	Residente	Abundante	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca desértica	Residente	Poco común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo

Análisis de diversidad de la fauna

Para conocer la diversidad de los grupos faunísticos que habitan en el SAR del proyecto se utilizó el Indice de Shanon – Wiener. Los índices de diversidad estimados para las especies de los diferentes grupos faunísticos muestreados dentro del sistema ambiental regional correspondiente, se muestran en las siguientes tablas:

Valores del índice de diversidad de las especies de reptiles registrados en el SAR del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Cnemidophorus burti	Huico manchado	3	0.0882	-2.4277	-0.2142
Cnemidophorus tigris	Huico tigre del NW	8	0.2353	-1.4469	-0.3405
Crotalus atrox	Cascabel de diamantes	1	0.0294	-3.5264	-0.1037
Holbrookia maculata	Lagartija sorda	9	0.2647	-1.3291	-0.3518
Masticophis bilineatus	Culebra chirrionera	2	0.0588	-2.8332	-0.1667
Sceloporus jarrovii	Lagartija espinosa	7	0.2059	-1.5805	-0.3254
Urosaurus ornatus	Lagartija de árbol	4	0.1176	-2.1401	-0.2518
TOTAL:		**34**	**1.0000**	**-15.2839**	**-1.7540**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.7540***
Riqueza (S) =					***7***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.9459***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.9014***

Los valores de H´ varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (Moreno, 2001).

Como se observa en la tabla anterior, la diversidad de especies de reptiles es baja en el SAR del proyecto.

Si queremos analizar los resultados de la tabla anterior veremos que, de acuerdo a Moreno (Op. cit.), la diversidad alfa a nivel de especies puede analizarse como la riqueza (número de especies distintas presentes en un ecosistema o área de interés) o la estructura (proporción de cada especie dentro de un ecosistema). Este segundo componente se refiere al grado de heterogeneidad dentro de los ecosistemas. Para ello, en ecología de poblaciones se han desarrollado distintas aproximaciones cuantitativas, la mayoría de ellas basadas en la teoría de la información. Por ejemplo, el análisis de la diversidad de especies en un ecosistema o región puede medirse con el índice de

Shannon-Wiener o de Margalef, entre otros, haciendo referencia a la proporción de las densidades alcanzadas por las especies.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del grupo de reptiles de la tabla anterior, la lagartija sorda (*Holbrookia maculata*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.2647), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies herpetológicas muestreado.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener estimado para las especies de mamíferos del sistema ambiental regional correspondiente, se muestra en la siguiente tabla:

Valores del índice de diversidad de las especies de mamíferos registrados en el SAR del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Ammospermophilus harrisii	Ardilla antílope de Son.	2	0.0513	-2.9704	-0.1523
Canis latrans	Coyote	5	0.1282	-2.0541	-0.2633
Lepus californicus	Liebre cola negra	8	0.2051	-1.5841	-0.3249
Lynx rufus	Gato montés	1	0.0256	-3.6636	-0.0939
Mephitis mephitis	Zorrillo listado	2	0.0513	-2.9704	-0.1523
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	4	0.1026	-2.2773	-0.2336
Pecari tajacu	Pecarí de collar	2	0.0513	-2.9704	-0.1523
Peromyscus boylii rowleyi	Ratón arbustero	3	0.0769	-2.5649	-0.1973
Procyon lotor	Mapache	1	0.0256	-3.6636	-0.0939
Spermophilus variegatus	Ardillón de las rocas	3	0.0769	-2.5649	-0.1973
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	6	0.1538	-1.8718	-0.2880
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	2	0.0513	-2.9704	-0.1523
TOTAL:		**39**	**1.0000**	**-32.1260**	**-2.3016**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***2.3016***
Riqueza (S) =					***12***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***2.4849***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.9262***

Los valores de H´ varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (Moreno, op. cit.)

La tabla anterior nos revela que en el SAR existe un valor bajo en la diversidad de

especies de mamíferos.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del grupo de reptiles de la tabla anterior, la liebre cola negra (*Lepus californicus*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.2051), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies herpetológicas muestreado.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener estimado para las especies de aves del sistema ambiental regional correspondiente, se muestra en la siguiente tabla:

Valores del índice de diversidad de las especies de aves registrados en del SAR del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	1	0.0096	-4.6444	-0.0447
Callipepla gambelli	Codorniz de Gambel	7	0.0673	-2.6985	-0.1816
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca desértica	9	0.0865	-2.4472	-0.2118
Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo	2	0.0192	-3.9512	-0.0760
Carpodacus mexicanus	Pinzón mexicano	3	0.0288	-3.5458	-0.1023
Cathartes aura	Zopilote aura	2	0.0192	-3.9512	-0.0760
Columbina passerina	Tórtola coquita	11	0.1058	-2.2465	-0.2376
Coragyps auratus	Zopilote común	7	0.0673	-2.6985	-0.1816
Corvus corax	Cuervo común	4	0.0385	-3.2581	-0.1253
Dendroica coronata	Chipe coronado	5	0.0481	-3.0350	-0.1459
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	2	0.0192	-3.9512	-0.0760
Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	5	0.0481	-3.0350	-0.1459
Molothrus aeneus	Tordo ojo rojo	3	0.0288	-3.5458	-0.1023
Passer domesticus	Gorrión doméstico	8	0.0769	-2.5649	-0.1973
Picoides scalaris	Carpintero mexicano	8	0.0769	-2.5649	-0.1973
Quiscalus mexicanus	Chanate mexicano	4	0.0385	-3.2581	-0.1253
Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	13	0.1250	-2.0794	-0.2599
Zenaida macroura	Paloma huilota	4	0.0385	-3.2581	-0.1253
Zonotrichia leucophrys	Gorrión corona blanca	6	0.0577	-2.8526	-0.1646
	TOTAL:	**104**	**1.0000**	**-59.5865**	**-2.7767**

Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***2.7767***
Riqueza (S) =	***19***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***2.9444***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.9430***

Los valores de H´ varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (op. cit.)

La tabla anterior nos revela que en el SAR existe un valor bajo en la diversidad de especies de aves.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del grupo de reptiles de la tabla anterior, la paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.1250), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies herpetológicas muestreado.

En resumen se puede decir que en el SAR del proyecto existe una baja diversidad de especies de fauna silvestre lo cual posiblemente se deba a la presencia de actividades ganaderas y el constante tráfico de vehículos por los caminos vecinales del lugar, lo que hace más incierto el buen funcionamiento del hábitat y la dinámica de los ecosistemas propios y cercanos.

ÁREA DEL PROYECTO

Sitios de muestreo

En todo tipo de proyecto que se requiera la transformación de ecosistemas por cambio de uso del suelo es imperativo conservar la biodiversidad a nivel local y regional para asegurar la continuidad de las especies silvestres de flora y fauna nativas para el bien de los ecosistemas y de las generaciones futuras de la humanidad. Por esa razón, hubo que relizar muestreos de fauna con el fin de asegurar que no se pone en riesgo la diversidad de especies faunísticas con las obras del proyecto de interés.

La escasa riqueza de especies vegetales y sus bajas densidades de población en el área del proyecto, así como la cercanía hacia las actividades diarias de la mina, han contribuido para que la fauna silvestre propia del ecosistema existente sea baja y las condiciones de hábitat no sean las adecuadas para que esas especies de animales desarrollen sus actividades reproductivas, de convivencia poblacional y de alimentación. De igual manera, las actividades ganaderas que en el área se practican, crean competencia con la fauna silvestre haciendo más limitantes los recursos vegetación, agua, suelo y espacio que ellas necesitan para un eficiente desarrollo de sus poblaciones.

De acuerdo a lo anterior, la riqueza de especies de fauna silvestre en el área del proyecto es pobre, pudiéndose encontrar especies que son comunes en las áreas donde existen actividades antropogénicas.

Los sitios de muestreo para la fauna del área del proyecto fueron los mismos utilizados en los muestreos de vegetación

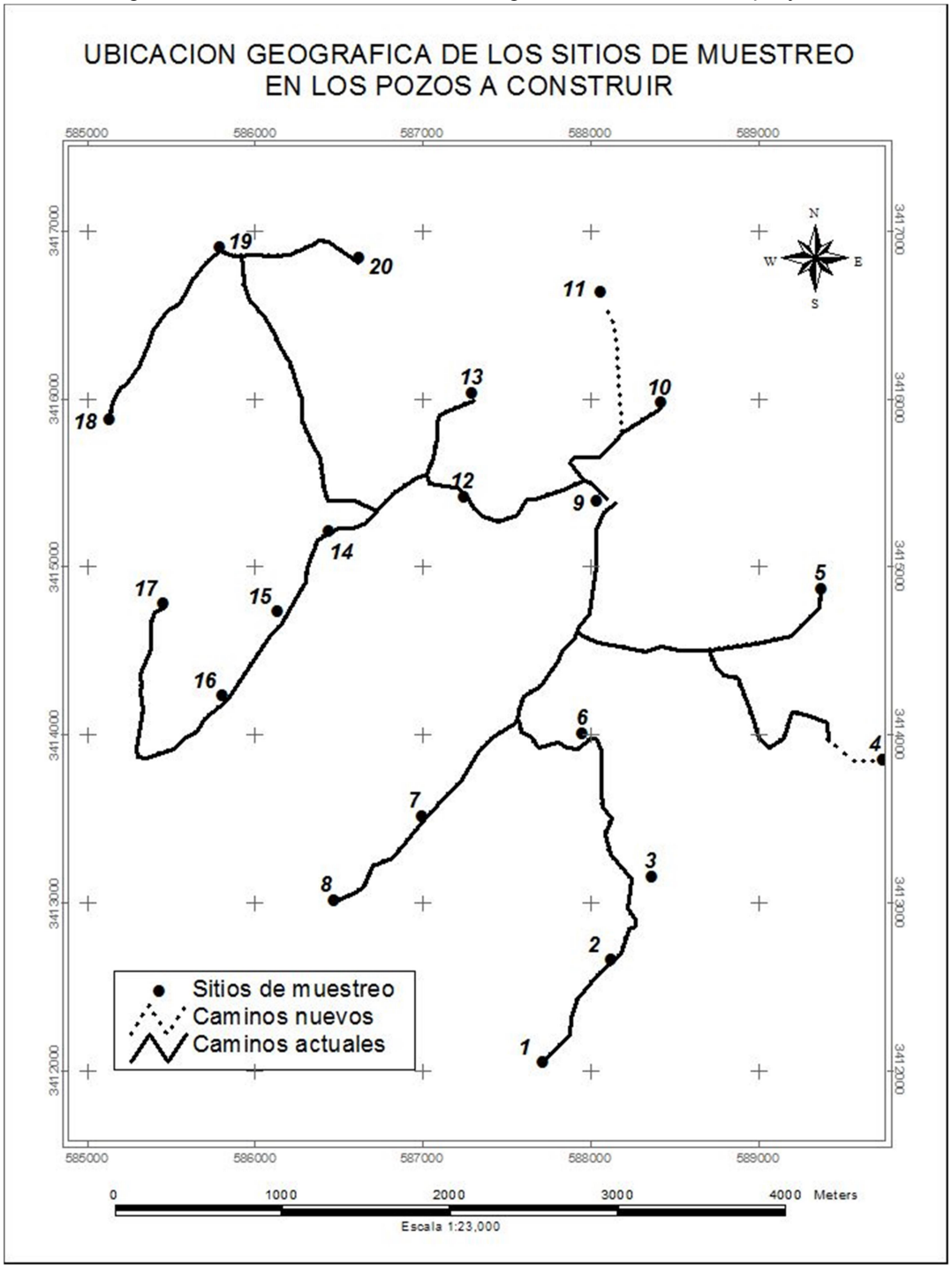
Localización de los sitios de muestreo

Con el fin de muestrear en forma representativa la totalidad del área de interés, se establecieron 25 estaciones de muestreo en la superficie del proyecto, distribuidos de la siguiente manera:

TIPO DE OBRA	AREA PROPUESTA PARA CUSTF (Ha)	No. SITIOS DE MUESTREO
Pozos	0.6600	20
Caminos nuevos	1.1800	3
Estación de bombeo y acceso	1.5938	2
TOTAL:	**3.4338**	**25**

CONSULTA PÚBLICA

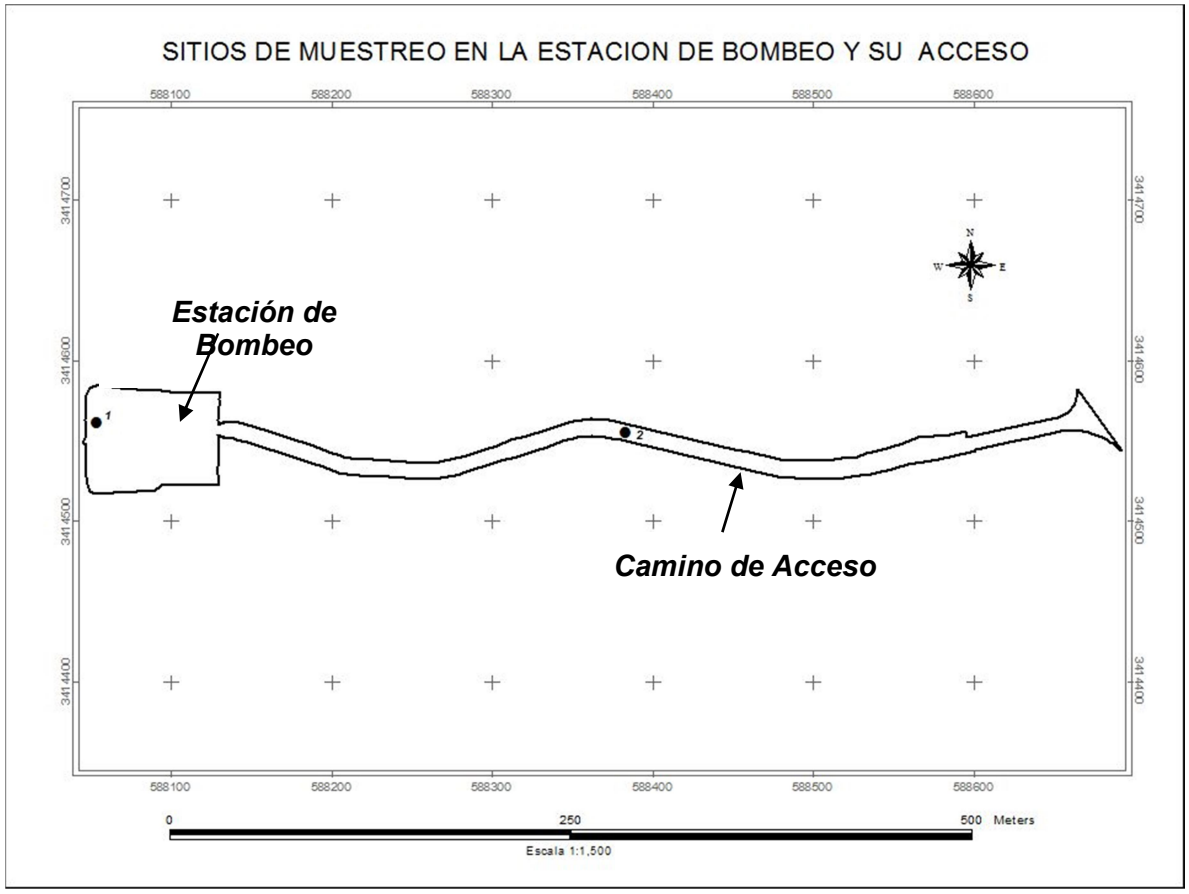
Figura IV.49. Sitios de muestreo de vegetación en el área del proyecto



La posición geográfica de los sitios de muestreo en el área del proyecto fue tomada y registrada con un GPS en coordenadas con proyección UTM bajo el Datum WGS84-Zona 12N. La siguiente tabla muestra las coordenadas de los sitios de muestreo y sus áreas correspondientes.

Cuadro IV.67. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo dentro del área del proyecto

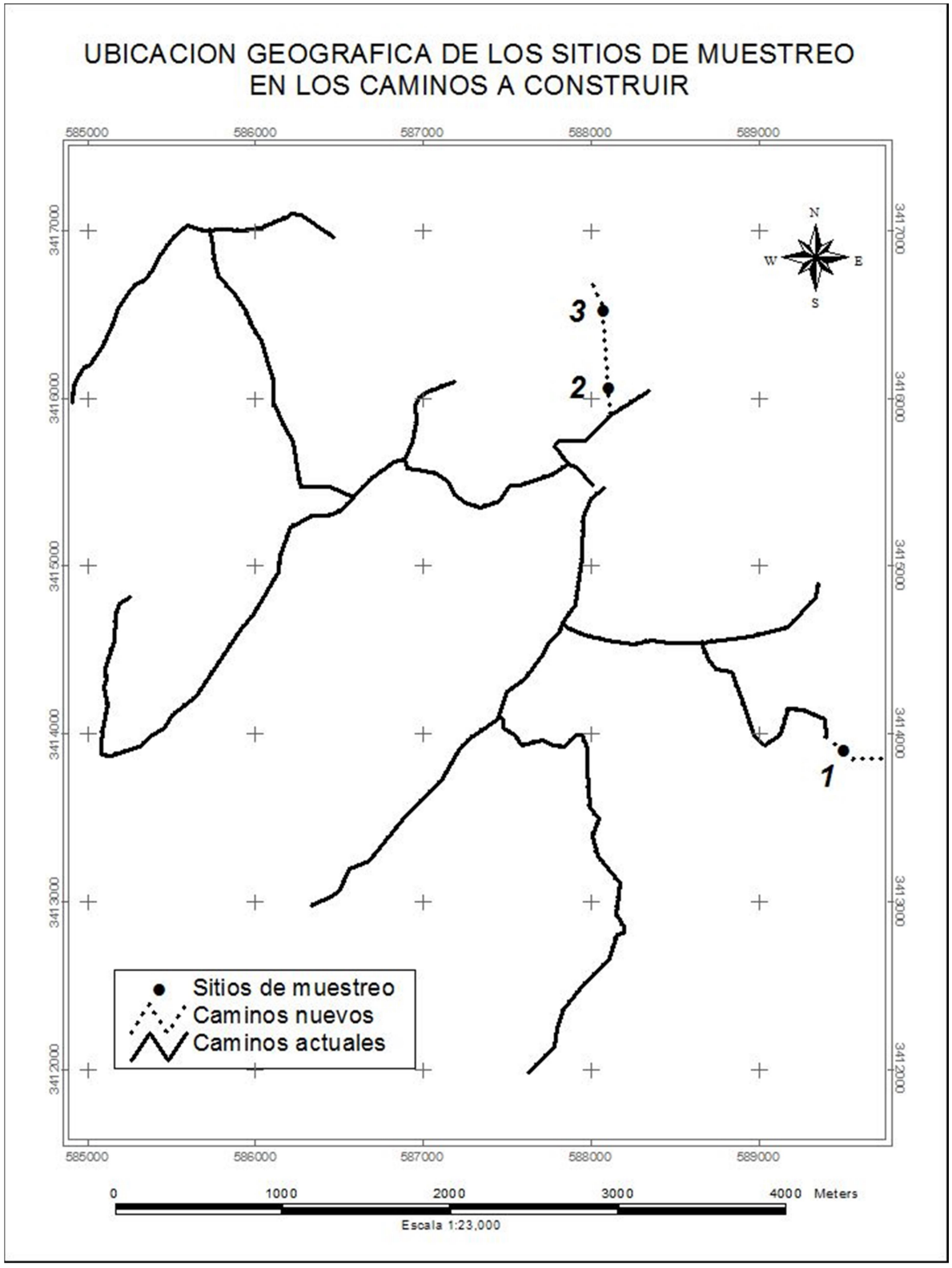
SITIOS	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	587612	3411966
2	588043	3412601
3	588291	3413120
4	589737	3413849
5	589352	3414915
6	587863	3414010
7	586856	3413500
8	586307	3412975
9	587953	3415467
10	588349	3416076
11	587977	3416765
12	587118	3415487
13	587174	3416136
14	586281	3415275
15	585961	3414780
16	585617	3414249
17	585244	3414828
18	584906	3415976
19	585598	3417045
20	586468	3416979



Sitios de muestreo de vegetación en la estación de bombeo del área del proyecto y su acceso

Coordenadas UTM de los sitios de muestreo en la estación de bombeo del área del proyecto y su acceso

SITIOS	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	588053	3414561
2	588383	3414555



Sitios de muestreo de vegetación en los caminos del proyecto que serán construidos

Coordenadas UTM de los sitios de muestreo de los caminos a construirse dentro del área del proyecto

SITIOS	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	587612	3411966
2	588043	3412601
3	588291	3413120

Muestreo de Reptiles

De acuerdo a Sánchez (2009), la estimación de la densidad de individuos de especies de reptiles, además de transectos, también puede hacerse mediante el establecimiento de parcelas de tamaño uniforme y predeterminado según la escala de cada caso; para eso, debe establecerse un número de parcelas suficiente a fin de lograr representatividad de los muestreos.

Respecto a la manera de detectar los ejemplares puede realizarse mediante el método de búsqueda directa. Cada parcela puede tener, por ejemplo, un área aproximada de 50 x 50 m (2,500 m^2 o ¼ ha) y en ella puede efectuarse una revisión minuciosa, teniendo gran cuidado de no alterar permanentemente troncos caídos o rocas, y de recolocarlos en su posición original una vez revisado cada sitio. Esto puede hacerse con un equipo de cinco personas, quienes recorren la parcela en forma simultánea, inspeccionando cada participante una franja de 5 m a cada lado y anotando lo visto. En este caso se conoce el área y el número de individuos detectados; por ello, es posible calcular una estimación de densidad en forma directa (individuos/área). Cuando se requiere identificar en laboratorio ejemplares desconocidos, este método posibilita la captura momentánea de algunos individuos, y éstos pueden marcarse en alguna forma que no altere demasiado su probabilidad de supervivencia ni su comportamiento social, con lo cual, en visitas posteriores es posible recapturar algunos individuos e intentar recuperar información acerca de sus movimientos, uso de hábitat, crecimiento y estado reproductivo, entre otros aspectos. Claramente, si a la detección de individuos se agrega la captura, marca y recaptura, este método requiere ejercer sumo cuidado en la manipulación de individuos los cuales, bajo ninguna circunstancia, deben extraerse de la parcela ni soltarse en un sitio distinto al de su captura.

Dado que se trata de un método que requiere una considerable inversión de esfuerzo, su inclusión como método para monitoreo sistemático y periódico debe ponderarse con detenimiento.

Muestreo de Aves y Mamíferos

Para el muestreo de estos grupos de animales en el área del proyecto, se siguió la técnica de muestreo en cuadrantes propuesta para ambientes de zonas áridas por el faunólogo Gorgonio Ruiz-Campos (2009).

El conteo utilizando como unidad de muestreo el cuadrante ha sido extensivamente utilizado para plantas, las cuales son de naturaleza inmóvil; sin embargo, como lo señala el autor, es apropiada también para cuantificar vertebrados, especialmente aves y mamíferos, siempre que la persona que cuantifica posea experiencia, una visión rápida o que disponga de una cámara para el muestreo cuando se avistan organismos; de forma adicional, se podrán registrar evidencias de la presencia de aves (nidos activos) o de mamíferos (huellas, excretas, madrigueras, etc.).

El método de cuadrante permite estimar la densidad o tamaño poblacional de individuos sobre un espacio geográfico. El muestreo deberá cumplir con tres requisitos bajo los siguientes puntos de vista: (1) estadístico, que el tamaño y forma del cuadrante ofrezcan la mayor precisión para un área total muestreada, o para una cantidad dada de tiempo o dinero. (2) ecológico, que el tamaño y forma del cuadrante sea el más eficiente para determinar el parámetro en cuestión. (3) logístico, que el tamaño y forma del cuadrante sea el más fácil de delimitar y utilizar.

Para muestrear poblaciones de aves y mamíferos con cuadrantes se distribuyen estos espacialmente cubriendo representativamente el área de interés. En cada cuadrante se cuantifican todos los individuos o evidencias presentes. La densidad de las especies de cada cuadrante se calcula como:

$$D = n/a$$

Donde n = individuos de la especie contados en el cuadrante, y a = área del cuadrante.
Ejemplo: Si en 5 cuadrantes de 1 m^2 (a = 5 m^2) se cuantificó un total de 10 individuos (*n*), entonces la densidad estimada (*D*) por cuadrante es:

$$D = 10/\ 5\ m^2 = 2\ \text{individuos}/m^2$$

Ahora si consideramos que el área del estudio es de 125 m^2, entonces la estimación de la densidad poblacional (*D*) se obtiene como:

$$D \times A = 2\ \text{individuos} \times 125\ m^2 = 250\ \text{individuos en el área total}$$

Como ya se mencionó en párrafos anteriores, los sitios de muestreo para la fauna fueron los mismos utilizados en los muestreos de vegetación del área del proyecto.
La baja riqueza de especies vegetales y sus bajas densidades de población en el área del proyecto, han contribuido para que la fauna silvestre propia del ecosistema existente sea baja y las condiciones de hábitat no sean las adecuadas para que esas especies de animales desarrollen sus actividades reproductivas, de convivencia poblacional y de alimentación. De igual manera, las actividades ganaderas que en el área se practican, crean competencia con la fauna silvestre haciendo más limitantes los recursos agua, vegetación y espacio que ellas necesitan para un eficiente desarrollo de sus poblaciones.

CONSULTA PÚBLICA

Así, en los párrafos siguientes de enlistan por grupos de fauna, las especies ubicadas en el área del proyecto; durante las visitas de trabajo al área del proyecto solo pudieron avistarse muy pocas especies y, en otros casos, solo se observaron evidencias como excretas, anidamientos y huellas de sus patas.

Resultados del muestreo de Anfibios

En el área del proyecto no se registró ninguna especie de anfibios debido a que la zona y la época en que se llevaron a cabo los muestreos, no es la apropiada para encontrar especímenes activos de ese grupo faunístico. Con respecto a los reptiles, se registraron 4 especies pertenecientes a 2 familias. Del siguiente listado se consultó a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y a la CITES sin encontrarse alguna especie en las listas oficiales.

Resultados del muestreo de Reptiles

Especies de reptiles observadas en el área del proyecto y su estado de protección bajo las normas oficiales

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES
SQUAMATA	Teiidae	*Aspidoscelis burti*	Huico manchado	-	-
	Teiidae	*Aspidoscelis tigris*	Huico tigre del NW	-	-
	Phrynosomatidae	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda	-	-
	Phrynosomatidae	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija espinosa	-	-

Los resultados de los muestreos de reptiles a lo largo del trazo del proyecto arrojaron los siguientes resultados:

Densidades de las especies de reptiles encontrados en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ENDEMICA	CINEGETICA	DENSIDAD/HA
1	*Aspidoscelis burti*	Huico manchado	NE	NC	1
2	*Aspidoscelis tigris*	Huico tigre del NW	NE	NC	2
3	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda	NE	NC	2
4	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija espinosa	E	NC	4
				Total:	**9**

***E* = Endémica; *NE* = No endémica; *C* = Cinegética; *NC* = Sin valor cinegético**

Valores de los atributos ecológicos de las especies de reptiles que habitan en el Matorral Desértico Micrófilo del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	DR	FR	V.I.	CLASE
1	*Aspidoscelis burti*	Huico manchado	15.79	8.57	15.79	40.15	3
2	*Aspidoscelis tigris*	Huico tigre del NW	21.05	15.24	21.05	57.34	2
3	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda	21.05	15.24	21.05	57.34	2
4	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija	42.11	60.95	42.11	145.16	1

		espinosa					
				100	100	100	300

***DR* = Abundancia relativa; *DR* = Dominancia relativa; *C* = Frecuencia relativa; *VI* = Valor de importancia**

En la tabla anterior podemos observar que la lagartija espinosa, *Sceloporus jarrovii*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies de reptiles en el matorral desértico micrófilo del área del proyecto; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos de su hábitat natural.

El índice de diversidad de Shannon - Wiener estimado para las especies de reptiles muestreados dentro del área de interés, se muestra en la siguiente tabla:

Valores del índice de diversidad de las especies de reptiles registrados en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Aspidoscelis burti	Huico manchado	1	0.1579	-1.8458	-0.2914
Aspidoscelis tigris	Huico tigre del NW	2	0.2105	-1.5581	-0.3280
Holbrookia maculata	Lagartija sorda	2	0.2105	-1.5581	-0.3280
Sceloporus jarrovii	Lagartija espinosa	4	0.4211	-0.8650	-0.3642
	TOTAL:	**9**	**1.0000**	**-5.8271**	**-1.3117**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***1.3117***
				Riqueza (S) =	***4***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***1.3863***
				Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.9462***

Los valores de H´ varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (Moreno 2001).

Como se observa en la tabla anterior, la diversidad de especies de reptiles es baja en el área del proyecto.

Si queremos analizar los resultados de la tabla anterior veremos que, de acuerdo a Moreno (Op. cit.), la diversidad alfa a nivel de especies puede analizarse como la riqueza (número de especies distintas presentes en un ecosistema o área de interés) o la estructura (proporción de cada especie dentro de un ecosistema). Este segundo componente se refiere al grado de heterogeneidad dentro de los ecosistemas. Para ello, en ecología de poblaciones se han desarrollado distintas aproximaciones cuantitativas, la mayoría de ellas basadas en la teoría de la información. Por ejemplo, el análisis de la diversidad de especies en un ecosistema o región puede medirse con el índice de Shannon-Wiener o de Margalef, entre otros, haciendo referencia a la proporción de las densidades alcanzadas por las especies.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del grupo de reptiles de la tabla anterior, la lagartija espinosa (*Sceloporus jarrovii*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta

proporcionalidad poblacional (p_i = 0.4211), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies herpetológicas muestreado.

En la Tabla siguiente se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de reptiles presentes en el área del proyecto y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de reptiles del área del proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Estrato de distribución
Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis burti*	Huico manchado	Residente	Rara	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis tigris*	Huico tigre del NW	Residente	Poco común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Squamata	Phrynosomatidae	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda	Residente	Poco común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Squamata	Iguanidae	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija espinosa	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo

Resultados del muestreo de mamíferos

La metodología empleada para este grupo de animales consistió en la técnica propuesta por Ruiz-Campos (2009) empleando cuadrantes de 900 m^2 (30m por 30m), donde se registró la presencia de especies de mamíferos en el sitio. Dicha herramienta de muestreo, permite reconocer la presencia, diversidad y abundancia relativa de especies de mamíferos de comportamientos/hábitos móviles y en alerta, recomendadas para evaluar poblaciones en hábitat abiertos como son en general los ecosistemas desérticos y semidesérticos.

Ruiz-Campos, G. et al. 2009. Manual de procedimientos para la evaluación de poblaciones de fauna silvestre de interés cinegético en baja california. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. 306 p.

Los sitios de muestreo fueron los mismos cuadrantes empleados para el registro de reptiles.

En los cuadrantes de muestreo se utilizaron procesos de observación directa y técnicas de registros indirectos como huellas, excretas, pelos, senderos, madrigueras, restos orgánicos y, además, se utilizaron varias fuentes de información como entrevistas con los pobladores para corroborar la existencia de las especies de acuerdo a las evidencias encontradas en los muestreos.

Como resultado de los muestreos en campo, se registraron 6 especies pertenecientes a 3 órdenes y 5 familias. Por observación directa se registraron la ardilla *Ammospermophilus harrisii*, el conejo (*Silvilagus audubonii*) y la liebre cola negra (*Lepus californicus*); también se observaron depredadores como el coyote (*Canis latrans*). El resto de las especies fueron determinadas por métodos indirectos como huellas y excretas; no se encontraron

madrigueras debido a que la perturbación frecuente por el tráfico de vehículos no permite el asentamiento de la fauna silvestre a la orilla del camino.

Se consultaron las listas de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES encontrándose únicamente la liebre cola negra (*Lepus californicus*) como especie protegida (Pr) por la Norma Mexicana de la SEMARNAT.

Especies de mamíferos encontrados en el área del proyecto indicando su posición taxonómica y su estatus de protección por las normas oficiales

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-	-
	Mephitidae	*Mephitis mephitis*	Zorrillo listado	-	-
Rodentia	Muridae	*Peromyscus boylii rowleyi*	Ratón arbustero	-	-
Rodentia	Sciuridae	*Ammospermophilus harrisii*	Ardilla antílope de Sonora	-	-
Lagomorpha	Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	Pr	-
		Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	-	-

Como única especie protegida se encontró una sola especie (*Lepus californicus*) con categoría *Pr* dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Los resultados de los muestreos de mamíferos arrojaron los siguientes resultados:

Densidades (abundancia absoluta) de las especies de mamíferos encontrados en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ENDEMICA	CINEGETICA	DENSIDAD/HA
1	*Ammospermophilus harrisii*	Ardilla antílope de Son.	NE	NC	4
2	*Canis latrans*	Coyote	NE	C	3
3	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	E	C	11
4	*Mephitis mephitis*	Zorrillo listado	NE	NC	2
5	*Peromyscus boylii rowleyi*	Ratón arbustero	NE	NC	6
6	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	NE	C	8
				Total:	**34**

***E* = Endémica; *NE* = No endémica; *C* = Cinegética; *NC* = Sin valor cinegético**

Valores de los atributos ecológicos de las especies de mamíferos que habitan en el Matorral Desértico Micrófilo del sistema ambiental regional del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	AR	DR	FR	V.I.	CLASE
1	*Ammospermophilus harrisii*	Ardilla antílope de Son.	10.81	5.28	10.81	26.90	4
2	*Canis latrans*	Coyote	8.11	2.97	8.11	19.19	5

3	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	32.43	47.52	32.43	112.39	1
4	*Mephitis mephitis*	Zorrillo listado	5.41	1.32	5.41	12.13	6
5	*Peromyscus boylii rowleyi*	Ratón arbustero	18.92	16.17	18.92	54.01	3
6	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	24.32	26.73	24.32	75.38	2
			100	100	100	300	

***AR* = Abundancia relativa; *DR* = Dominancia relativa; *C* = Frecuencia relativa; *VI* = Valor de importancia**

En la tabla anterior podemos observar que la liebre cola negra, *Lepus californicus*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies de mamíferos en el matorral desértico micrófilo del área del proyecto; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos de su hábitat natural.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener estimado para las especies de mamíferos del área del proyecto, se muestra en la siguiente tabla:

Valores del índice de diversidad de las especies de mamíferos registrados en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Ammospermophilus harrisii	Ardilla antílope de Son.	4	0.1081	-2.2246	-0.2405
Canis latrans	Coyote	3	0.0811	-2.5123	-0.2037
Lepus californicus	Liebre cola negra	11	0.3243	-1.1260	-0.3652
Mephitis mephitis	Zorrillo listado	2	0.0541	-2.9178	-0.1577
Peromyscus boylii rowleyi	Ratón arbustero	6	0.1892	-1.6650	-0.3150
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	8	0.2432	-1.4137	-0.3439
	TOTAL:	**34**	**1.0000**	**-11.8594**	**-1.6260**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***1.6260***
				Riqueza (S) =	***6***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***1.7918***
				Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.9075***

Los valores de H´ varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (Moreno, op. cit.)

La tabla anterior nos revela que en el área del proyecto existe un valor bajo en la diversidad de especies de mamíferos.

En la tabla siguiente se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de mamíferos presentes en la unidad hidrológico-forestal y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de mamíferos del área del proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Estrato de distribución
Rodentia	Sciuridae	*Ammospermophilus harrisii*	Ardilla antílope de Son.	Residente	Poco común	Solitario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo

CONSULTA PÚBLICA

Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	Residente	Poco común	Solitario	Omnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Lagomorpha	Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	Residente	Común	Solitario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Carnivora	Mephitidae	*Mephitis mephitis*	Zorrillo listado	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Rodentia	Muridae	*Peromyscus boylii rowleyi*	Ratón arbustero	Residente	Poco común	Solitario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	Residente	Común	Gregario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo

Resultados del muestreo de Aves

Para el muestreo de aves en el sistema ambiental del proyecto, se utilizaron losca mismos cuadrantes del muestreo de reptiles y mamíferos. El muestreo se realizó haciendo observaciones directas, momentos de silencio para detectar cantos, presencia de excretas y búsqueda de anidamientos dentro de los cuadrantes. Para la identificación de los ejemplares se utilizó la observación directa con binoculares y se detectó el sonido de sus cantos.

Como resultado de los muestreos en campo, se registraron 10 especies pertenecientes a 5 órdenes y 7 familias. La mayoría de los individuos fueron registrados por observación directa. El resto de las especies fueron determinadas por métodos indirectos como excretas y cantos; no se encontraron nidos debido a que la perturbación frecuente por el tráfico de vehículos no permite el asentamiento de este tipo de fauna silvestre a la orilla del camino.

Se consultaron las listas de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES sin encontrarse alguna especie listada para protección.

Especies de aves encontradas en el área del proyecto indicando su posición taxonómica y su estatus de protección por las normas oficiales

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES
Galliformes	Phasianidae	*Callipepla gambelli*	Codorniz de Gambel	-	-
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	-	-
Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	Tórtola coquita	-	-
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	-	-
Passeriformes	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo común	-	-
Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	-	-
Passeriformes	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	-	-
Passeriformes	Emberizidae	*Quiscalus mexicanus*	Chanate mexicano	-	-
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas	-	-
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	-	-

En el área de estudio se registraron un total de 78 ejemplares pertenecientes a 10 especies. En cuanto a endemismos, no hay especies microendémicas de la Provincia Altiplano Mexicano y la gran mayoría son especies de amplia distribución geográfica.

Los resultados de los muestreos de aves en el área del proyecto arrojaron los siguientes resultados:

Densidades (abundancia absoluta) de las especies de aves encontradas en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ENDEMICA	CINEGETICA	DENSIDAD/HA
1	*Callipepla gambelli*	Codorniz de Gambel	NE	C	5
2	*Cathartes aura*	Zopilote aura	NE	NC	2
3	*Columbina passerina*	Tórtola coquita	NE	C	12
4	*Coragyps atratus*	Zopilote común	NE	NC	5
5	*Corvus corax*	Cuervo común	NE	NC	7
6	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	NE	NC	5
7	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	NE	C	12
8	*Quiscalus mexicanus*	Chanate mexicano	NE	NC	10
9	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas	NE	C	11
10	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	NE	C	9
				Total:	**78**

***E* = Endémica; *NE* = No endémica; *C* = Cinegética; *NC* = Sin valor cinegético**

Valores de los atributos ecológicos de las especies de aves que habitan en el Matorral Desértico Micrófilo del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	DR	FR	V.I.	CLASE
1	*Callipepla gambelli*	Codorniz de Gambel	5.95	2.96	5.95	14.86	6
2	*Cathartes aura*	Zopilote aura	2.38	0.47	2.38	5.23	7
3	*Columbina passerina*	Tórtola coquita	15.48	19.98	15.48	50.93	1
4	*Coragyps atratus*	Zopilote común	5.95	2.96	5.95	14.86	6
5	*Corvus corax*	Cuervo común	9.52	7.57	9.52	26.61	5
6	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	5.95	2.96	5.95	14.86	6
7	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	15.48	19.98	15.48	50.93	1
8	*Quiscalus mexicanus*	Chanate mexicano	13.10	14.30	13.10	40.49	3
9	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas	14.29	17.02	14.29	45.59	2
10	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	11.90	11.82	11.90	35.63	4
			100	100	100	300	

En la tabla anterior podemos observar que la Tórtola coquita, *Columbina passerina*, es la

especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies de aves en el matorral desértico micrófilo del área del proyecto; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos de su hábitat natural.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener estimado para las especies de aves del área del proyecto, se muestra en la siguiente tabla:

Valores del índice de diversidad de las especies de aves registrados en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Callipepla gambelli	Codorniz de Gambel	5	0.0595	-2.8214	-0.1679
Cathartes aura	Zopilote aura	2	0.0238	-3.7377	-0.0890
Columbina passerina	Tórtola coquita	12	0.1548	-1.8659	-0.2888
Coragyps atratus	Zopilote común	5	0.0595	-2.8214	-0.1679
Corvus corax	Cuervo común	7	0.0952	-2.3514	-0.2239
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	5	0.0595	-2.8214	-0.1679
Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	12	0.1548	-1.8659	-0.2888
Quiscalus mexicanus	Chanate mexicano	10	0.1310	-2.0329	-0.2662
Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	11	0.1429	-1.9459	-0.2780
Zenaida macroura	Paloma huilota	9	0.1190	-2.1282	-0.2534
TOTAL:		**78**	**1.0000**	**-24.3920**	**-2.1918**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***2.1918***
Riqueza (S) =					***10***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***2.3026***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.9519***

Los valores de H´ varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (op. cit.)

La tabla anterior nos revela que en el área del proyecto existe un valor bajo en la diversidad de especies de aves.

En la tabla siguiente se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de aves presentes en la unidad hidrológico-forestal y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de aves del área del proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Estrato de distribución
Galliformes	Phasianidae	*Callipepla gambelli*	Codorniz de Gambel	Residente	Poco común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	Tórtola coquita	Residente	Abundante	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	Residente	Común	Gregario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Passeriformes	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo común	Residente	Poco común	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo

Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	Residente	Poco común	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Passeriformes	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	Residente	Común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Passeriformes	Emberizidae	*Quiscalus mexicanus*	Chanate mexicano	Residente	Común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas	Residente	Poco común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	Residente	Poco común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo

En resumen se puede decir que en el área del proyecto existe una baja diversidad de especies de fauna silvestre lo cual posiblemente se deba a la presencia de actividades ganaderas y al constante tráfico de vehículos por el camino actual, lo que hace más incierto el buen funcionamiento del hábitat y la dinámica de los ecosistemas propios y cercanos.

Diversidad de especies faunísticas

Para conocer la diversidad de los grupos faunísticos que habitan en el área del proyecto se utilizó el Indice de Shanon – Wiener. Los índices de diversidad estimados para las especies de los diferentes grupos faunísticos muestreados dentro del área propuesta para CUSTF (reptiles, mamíferos y aves), se muestran a continuación:

Grupo faunístico: Reptiles

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies del grupo faunístico reptiles del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos (riqueza, diversidad máxima e índice de equidad), se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.68. Valores del índice de diversidad de las especies de reptiles registrados en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Cnemidophorus burti	Huico manchado	1	0.1579	-1.8458	-0.2914
Cnemidophorus tigris	Huico tigre del NW	2	0.2105	-1.5581	-0.3280
Holbrookia maculata	Lagartija sorda	2	0.2105	-1.5581	-0.3280
Sceloporus jarrovii	Lagartija espinosa	4	0.4211	-0.8650	-0.3642
TOTAL:		**9**	**1.0000**	**-5.8271**	**-1.3117**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.3117***
Riqueza (S) =					***4***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.3863***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.9462***

Los valores de H´ varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (Moreno, 2001).

Como se observa en la tabla anterior, la diversidad de especies de reptiles es baja en el SAR del proyecto.

Si queremos analizar los resultados de la tabla anterior veremos que, de acuerdo a Moreno (Op. cit.), la diversidad alfa a nivel de especies puede analizarse como la riqueza (número de especies distintas presentes en un ecosistema o área de interés) o la estructura (proporción de cada especie dentro de un ecosistema). Este segundo componente se refiere al grado de heterogeneidad dentro de los ecosistemas. Para ello, en ecología de poblaciones se han desarrollado distintas aproximaciones cuantitativas, la mayoría de ellas basadas en la teoría de la información. Por ejemplo, el análisis de la diversidad de especies en un ecosistema o región puede medirse con el índice de Shannon-Wiener o de Margalef, entre otros, haciendo referencia a la proporción de las densidades alcanzadas por las especies.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del grupo de reptiles de la tabla anterior, la lagartija espinosa (*Sceloporus jarrovii*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.4211), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies herpetológicas muestreado.

Grupo faunístico: Mamíferos

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies del grupo faunístico de mamíferos del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos (riqueza, diversidad máxima e índice de equidad), se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.69. Valores del índice de diversidad de las especies de mamíferos registrados en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Ammospermophilus harrisii	Ardilla antílope de Son.	4	0.1081	-2.2246	-0.2405
Canis latrans	Coyote	3	0.0811	-2.5123	-0.2037
Lepus californicus	Liebre cola negra	11	0.3243	-1.1260	-0.3652
Mephitis mephitis	Zorrillo listado	2	0.0541	-2.9178	-0.1577
Peromyscus boylii rowleyi	Ratón arbustero	6	0.1892	-1.6650	-0.3150
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	8	0.2432	-1.4137	-0.3439
TOTAL:		**34**	**1.0000**	**-11.8594**	**-1.6260**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.6260***
Riqueza (S) =					***6***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.7918***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.9075***

Los valores de H´ varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (Moreno, op. cit.)

La tabla anterior nos revela que en el área propuesta para CUSTF existe un valor bajo en

la diversidad de especies de mamíferos.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del grupo de reptiles de la tabla anterior, la liebre cola negra (*Lepus californicus*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.3243), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies mastozoológicas muestreado.

Grupo faunístico: Aves

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies del grupo faunístico de aves del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos (riqueza, diversidad máxima e índice de equidad), se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.70. Valores del índice de diversidad de las especies de aves registrados en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Callipepla gambelli	Codorniz de Gambel	5	0.0595	-2.8214	-0.1679
Cathartes aura	Zopilote aura	2	0.0238	-3.7377	-0.0890
Columbina passerina	Tórtola coquita	12	0.1548	-1.8659	-0.2888
Coragyps auratus	Zopilote común	5	0.0595	-2.8214	-0.1679
Corvus corax	Cuervo común	7	0.0952	-2.3514	-0.2239
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	5	0.0595	-2.8214	-0.1679
Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	12	0.1548	-1.8659	-0.2888
Quiscalus mexicanus	Chanate mexicano	10	0.1310	-2.0329	-0.2662
Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	11	0.1429	-1.9459	-0.2780
Zenaida macroura	Paloma huilota	9	0.1190	-2.1282	-0.2534
	TOTAL:	**78**	**1.0000**	**-24.3920**	**-2.1918**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***2.1918***
				Riqueza (S) =	***10***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***2.3026***
				Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.9519***

Los valores de H´ varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (op. cit.)

La tabla anterior nos revela que en el área del proyecto existe un valor bajo en la diversidad de especies de aves.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del grupo de reptiles de la tabla anterior, la tórtola (*Columbina passerina*) y el cenzontle norteño (*Mimus polyglottos*) son las especies que, debido a su densidad mayor, contribuyen con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.1548), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies ornitológicas muestreado.

En resumen se puede decir que en el área del proyecto existe una baja diversidad de especies de fauna silvestre lo cual posiblemente se deba a la presencia de actividades ganaderas y el constante tráfico de vehículos por los caminos vecinales del lugar, lo que hace más incierto el buen funcionamiento del hábitat y la dinámica de los ecosistemas propios y cercanos.

IV.2.2.3 Medio socioeconómico

El Proyecto se ubica dentro del municipio de Cananea. El municipio de Cananea se localiza al noreste del Estado de Sonora, en el paralelo 30°59'35" de latitud norte y el meridiano 110°18'02" de longitud oeste de Greenwich, a una altura de 1620 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con los municipios de Naco y Santa Cruz, al este con el municipio de Fronteras, al sur con los municipios de Bacoachi y Arizpe, y al oeste con el municipio de Imuris.

IV.2.2.3.1 Demografía

De acuerdo a los resultados que presenta el *Censo de Población y Vivienda 2020*, el municipio de Cananea cuenta con un total de 39,451 habitantes, como se puede corroborar en la siguiente tabla:

Cuadro IV.71. Población por género y totales en el municipio de Cananea, año 1990-2020

Municipio	Género	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Cananea	Hombres	13,561	14,681	16,063	16,022	16,415	17,759	19,610
	Mujeres	13,370	14,634	15,998	16,135	16,521	18,133	19,841
	Total	**26,931**	**29,315**	**32,061**	**32,157**	**32,936**	**35,892**	**39,451**

Del total de la población, en la Heroica Ciudad de Cananea vive el 96.61%, siendo esta la cabecera municipal.

LOCALIDAD	POBLACIÓN	% DE REPRESENTACIÓN
Heroica Ciudad de Cananea	38113	96.61%
Los Álamos	6	0.02%
Cowboy	1	0.00%
Cuitaca	364	0.92%
16 de Septiembre (Los Nogales)	18	0.05%
Emiliano Zapata	272	0.69%
Las Gallinas	17	0.04%

La Gloria	5	0.01%
Ignacio Zaragoza (La Mesa)	206	0.52%
José María Morelos y Pavón (Sauceda)	76	0.19%
La Matanza	2	0.01%
Ojo de Agua	6	0.02%
Palo Quemado (El Quemado)	1	0.00%
San Rafael	4	0.01%
El Sauz	2	0.01%
Los Tecolotes	6	0.02%
El Uno	2	0.01%
Vicente Guerrero	193	0.49%
El Pozo	2	0.01%
Las Tres Puertas	1	0.00%
Linda Vista	1	0.00%
El Tápiro	2	0.01%
Puerta el Encanto	1	0.00%
La Churea	1	0.00%
La Cieneguita	2	0.01%
Ojo de Agua de Arvallo	1	0.00%
Ojo de Agua de Arvallo (Salsipuedes)	2	0.01%
San Juan	2	0.01%
El Alazán	1	0.00%
El Chifón	1	0.00%
El Establo	7	0.02%
Ninguno [Zona de Tolerancia]	38	0.10%
Coplamar	1	0.00%
Ojo de Pima (El Cinco)	2	0.01%
La Milpa (El Uno)	7	0.02%
La Ciénega	6	0.02%
La Bellota Nueva	6	0.02%
La Cieneguita	1	0.00%
Los Dos Arbolitos (El Mavaris)	1	0.00%
La Hacienda (Los Nogales)	7	0.02%
Mi Ranchito (El Piojito)	4	0.01%
Minjares	4	0.01%
La Misión	5	0.01%
El Ranchito	11	0.03%
Hernández	1	0.00%
Rafael Maytorena	1	0.00%
El Águila	4	0.01%
Dos Cowboy	2	0.01%
Las Gaviotas	1	0.00%
Rancho Brena	2	0.01%
El Álamo	1	0.00%
Parque Industrial de Cananea	1	0.00%

San Juan	5	0.01%
Villa Verde	1	0.00%
Agua Caliente	2	0.01%
Café Ana	5	0.01%
El Chiltepín	3	0.01%
Unión Ganadera Local de Cananea	2	0.01%
Las 2 Gaviotas	3	0.01%
El Bellotal	3	0.01%
La Esperanza	2	0.01%
Mina María de Cananea	1	0.00%
TOTAL	**39451**	**100.00%**

El municipio de Cananea tiene una tasa media anual de crecimiento de 1.90 porciento.

Figura IV.50. Indicadores demográficos del municipio de Cananea

Tasa de crecimiento[1]	Edad mediana[2]	Índice de envegecimiento[3]	Razón de dependencia económica[4]			Fecundidad[5]	Mortalidad[6]
			Total	Infantil	Adultos mayores		
1.9%	29	43.8	55.5	42.8	12.7	2.09	5.64

Fuente: Consejo Estatal de Población, Indicadores demográficos y socioeconómicos 2020

IV. 2.2.3.2 Salud

Municipio de Cananea

En el rubro de Salud, 26,223 habitantes presentan condición de derechohabiente del IMSS, ISSSTE, ISSSTESON, etc., mientras que 6,532 habitantes no cuentan formalmente con derechohabiencia.

En Asistencia Social, interviene el DIF Municipal, quien atiende a grupos vulnerables, proveyéndoles de alimentos, atención psicológica, económica, educativa, de salud, también brinda atención a discapacitados; proporciona asesorías jurídicas y apoya a personas pertenecientes a INAPAM.

Población total según derechohabiencia a servicios de salud por sexo, 2010				
	Población total	Condición de derechohabiencia		
		Derechohabiente[1]	No	No

		Total	IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal[2]	Pemex, Defensa o Marina	Seguro popular o para una nueva generación	Institución privada	Otra institución[3]	derechohabiente	especificado
Hombres	16,415	12,689	5,044	833	562	3,642	14	311	2,514	3,621	105
Mujeres	16,521	13,534	5,001	1,045	689	4,334	20	316	2,390	2,911	76
Total	**32,936**	**26,223**	**10,045**	**1,878**	**1,251**	**7,976**	**34**	**627**	**4,904**	**6,532**	**181**

IV. 2.2.3.3 Vivienda

Municipio de Cananea

En el renglón vivienda, existen en el municipio un total de 9,032 viviendas de las cuales 9,026 son particulares y 6 son colectivas, concentrándose el mayor número de estas dentro de la cabecera municipal. Las viviendas tienen una densidad promedio de 3.65 habitantes por vivienda y generalmente predomina el tipo de vivienda de pared de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto, con techo de lámina metálica, lámina de asbesto, palma, paja, madera o tejamanil; con piso de cemento o firme.

Viviendas habitadas por tipo de vivienda, 2010		
Tipos de vivienda	**Número de viviendas habitadas**	**%**
Total viviendas habitadas[1]	9,032	100.00
Vivienda particular	9,026	99.93
Casa	8,883	98.35
Departamento en edificio	27	0.30
Vivienda o cuarto en vecindad	0	0
Vivienda o cuarto en azotea	0	0
Local no construido para habitación	3	0.03
Vivienda móvil	6	0.07
Refugio	1	0.01
No especificado	106	1.17
Vivienda colectiva	6	0.07

Un gran porcentaje de las viviendas cuentan con los servicios de agua (96.83%), drenaje (98.88%) y energía eléctrica (98.52%).

Viviendas particulares habitadas por tipo de servicios con los que cuentan, 2010		
Tipo de servicio	Número de viviendas particulares habitadas	%
Disponen de excusado o sanitario	8,870	98.76
Disponen de drenaje	8,880	98.88
No disponen de drenaje	62	0.69
No se especifica disponibilidad de drenaje	39	0.43
Disponen de agua entubada de la red pública	8,886	98.94
No disponen de agua entubada de la red pública	64	0.71
No se especifica disponibilidad de drenaje de agua entubada de la red pública	31	0.35
Disponen de energía eléctrica	8,848	98.52
No disponen de energía eléctrica	114	1.27
No se especifica disponibilidad de energía eléctrica	19	0.21
Disponen de agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica	8,696	96.83

En cuanto a bienes materiales por vivienda, en la siguiente tabla se muestran los porcentajes de bienes materiales por viviendas particulares habitadas.

Viviendas particulares habitadas según bienes materiales con los que cuentan, 2010		
Tipo de bien material	Número de viviendas particulares	%
Radio	8,461	93.74
Televisión	8,732	96.74
Refrigerador	8,661	95.96
Lavadora	8,183	90.66
Teléfono	5,266	58.34
Automóvil	6,969	77.21
Computadora	4,131	45.77
Teléfono celular	7,254	80.37

Viviendas particulares habitadas según bienes materiales con los que cuentan, 2010		
Tipo de bien material	Número de viviendas particulares	%
Internet	3,370	37.34
Sin ningún bien[1]	29	0.32

IV.2.2.3.4 Educación

Municipio de Cananea

La infraestructura educativa con que se cuenta asciende a 64 planteles escolares, de los cuales son 26 jardines de niños, 25 escuelas primarias, 9 escuelas secundarias y 4 bachilleratos. Se cuenta con una planta total de 480 maestros especializados para cada área de enseñanza.

Instalaciones de escuelas públicas por nivel educativo, 2010							
Nivel Educativo	Escuelas	Aulas					Promedio de aulas por escuela[2]
		Total	En uso	Adaptadas	Talleres	Laboratorios	
Preescolar	18	60	55	6	0	0	3
Primaria	17	152	136	7	0	0	9
Secundaria	6	76	62	1	0	0	13
Bachillerato	3	52	43	6	9	8	17

Instalaciones de escuelas privadas por nivel educativo, 2010							
Nivel Educativo	Escuelas	Aulas					Promedio de aulas por escuela[2]
		Total	En uso	Adaptadas	Talleres	Laboratorios	
Preescolar	8	22	19	0	0	0	3
Primaria	8	75	73	0	0	0	9
Secundaria	3	14	11	0	0	0	5
Bachillerato	1	3	3	0	1	1	3

IV.2.4.5 Marginación

Municipio de Cananea

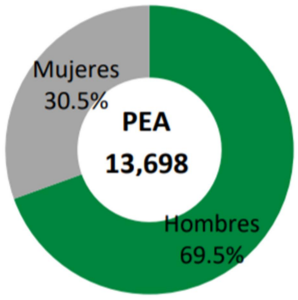
El municipio de Cananea posee un grado muy bajo de marginación, según el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED).

Indicadores de Marginación, 2015	
Indicador	**Valor**
Índice de marginación	-1.86700
Grado de marginación(*)	Muy Bajo
Lugar a nivel estatal	72
Lugar a nivel nacional	2442

IV.2.4.6 Economía

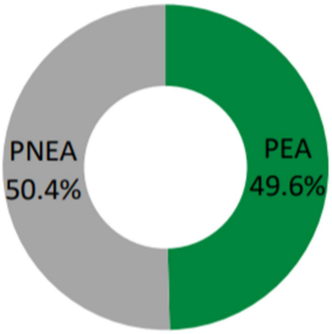
Municipio de Cananea

El municipio de Cananea al año 2015 presenta una Población Económicamente Activa (PEA) de 13,698 habitantes, de los cuales 9,520 corresponden a hombres y 4,178 a mujeres.

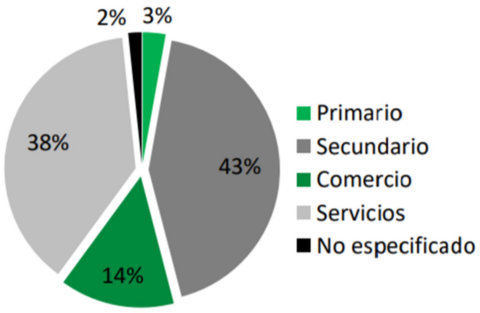


Para la población mayor de 12 años de edad, se tiene una población económicamente activa del 49.6%.

CONSULTA PÚBLICA



En cuanto a los sectores, en el municipio de Cananea el 3% de la población económicamente activa labora en el Sector Primario, el 43% en el Sector Secundario, el 14% en Sector Comercio, el 38% en Servicios y 2% no identificado.



Sector Primario

Agrícola

La agricultura es una actividad económica de baja importancia en el Municipio. En agricultura los principales cultivos son: maíz, papa, frijol, sorgo, trigo, alfalfa, cebada y manzano.

Ganadería

La ganadería que se desarrolla en el municipio es mixta, extensiva e intensiva. Se produce ganado bovino, principalmente en vacas, vaquillas y toros de las razas charoláis, hereford, angus, brangus y criollo corriente.

Sector Secundario

Minería

La minería es la actividad económica principal del municipio, tiene un amplio potencial en grandes escalas, ya que tiene regiones con alta concentración de cobre, siendo Buenavista del Cobre la mina más grande de la región y de México. La actividad está

orientada principalmente al área minero-metalúrgica y se desarrolla principalmente en México, sus productos son vendidos a diversos países.

Es importante mencionar que la empresa Promovente ha generado una gran cantidad de empleos que laboran directamente o indirectamente como proveedores de productos y servicios.

Sector de servicios y comercio

Para atender la demanda de la población, se cuenta con hoteles, algunos restaurantes y centros sociales, taller de reparación automotriz, gasolineras, abarrotes, zapaterías, farmacias, supermercados, asistencia profesional y esparcimiento.

Principales Atractivos Turísticos

Centros turísticos

Los sitios de interés turístico en este municipio son varios; entre ellos se encuentran las instalaciones de las residencias que fueron propiedad de la familia Green a principios del presente siglo, así mismo está el Museo de la Lucha Obrera que funcionara anteriormente como la Cárcel de Cananea; el Observatorio Astrofísico que se localiza en la sierra de la Mariquita, así como las instalaciones de la Minera de Cananea.

Gastronomía

Alimentos: Machaca, menudo, caldo de queso, cocido.

Dulces: Dulce de membrillo, cubierto de calabaza.

Bebidas: Bacanora.

Artesanías

Se elaboran en esta localidad diversos objetos de cobre tales como; ceniceros, pisapapeles, escudos, etcétera.

IV.2.2.4 Paisaje

Un paisaje se puede definir como una porción de espacio geográfico, homogéneo en cuanto a su fisonomía y composición, con un patrón de estabilidad temporal, resultante de la interacción compleja de clima, rocas, agua, suelos, flora, fauna y el ser humano, que es

reconocible y diferenciable de otras porciones vecinas, de acuerdo con el análisis espacio-temporal específico (Etter, 1990). En la mayoría de los casos, los paisajes originales han sido alterados en diversos grados por la acción humana, los cuales están compuestos por un mosaico de fragmentos de vegetación natural, agroecosistemas y etapas sucesionales de la vegetación. En este contexto, el término paisaje hace referencia a espacios territoriales amplios, conformados por coberturas vegetales naturales y transformadas (Halffter et al., 2001).

El concepto de paisaje puede englobar diversos significados que se transforman o cambian según las necesidades del que lo ve, cuando lo ve y cómo lo ve, de manera que, sencillamente, de él se pueden interpretar, entre otros, los siguientes tipos: [i] espaciales; [ii] naturales; [iii] ecosistemas; así como objetos estéticos, ideológicos y cultural-histórico, además de lugares (López y Cervantes, 2002).

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

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

Para evaluar el paisaje en el sitio del Proyecto se utilizó un método mixto, evaluando la visibilidad y la calidad del paisaje.

Análisis de visibilidad

La visibilidad o análisis de visualización consiste en realizar un análisis espacial del lugar, tomando en cuenta sus formas, vistas, etc. En otras palabras se analizan cuencas visuales (SERNATUR, 2006). La cuenca visual de un punto, se define como la zona que es visible desde ese punto. Es decir, corresponde a la superficie observada desde distintos puntos de observación, determinados en terrenos y que, en conjunto, permiten definir un área espacialmente autocontenida (SERNATUR, 2006). La accesibilidad visual a una porción del territorio tiene directa relación con los elementos físicos (relieve) y bióticos (vegetación) presentes en el paisaje y cómo éstos se transforman en barreras visuales para los usuarios del recurso. A esto, se deben sumar las posibilidades de

accesibilidad física (distancia) que tengan los observadores a las distintas porciones del territorio.

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.

Tomando como sitios de visión para el Proyecto la carretera que conecta a la ciudad de Cananea con la localidad de Bacoachi, se puede observar que la cuenca visual en el terreno está casi completamente limitada.

La vegetación en el sitio del Proyecto es clasificada como vegetación secundaria de bosque de encino y vegetación secundaria de pastizal natural. La mayoría de las especies arbustivas son de menor altura y de esta manera no actúan como una barrera visual.

Unidades y elementos de paisaje

El paisaje muestra un mosaico de diferentes elementos paisajísticos y varía con elementos naturales y artificiales. Dentro de la cuenca visual se observa un arroyo principal con dirección de Norte a Sur, mismo arroyo que traslada agua de manera temporal. Sus valles y laderas son cubiertos en su mayor parte por pastizal natural con vegetación secundaria arbustiva. El ecosistema de pastizal muestra indicios de sobrepastoreo, en forma de zonas erosionadas, veredas y dominancia de elementos arbustivos como especies invasoras. Especialmente las zonas planas y lomeríos con pendientes suaves, son usados como sitios de pastoreo.

En el paisaje existen varios elementos de origen humano, como la Presa de jales en operación (visible desde los puntos de observación de la cuenca visual), brechas, caminos, represos artificiales y sobre todo la carretera estatal Cananea – Bacoachi.

Pastizal natural e inducido presente en el sitio del Proyecto con alto grado de sobrepastoreo



Calidad del Paisaje

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.

La evaluación de la calidad paisajística en el sitio del Proyecto, se realizó utilizando el modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006). Este método define calidad paisajística como un método indirecto de evaluación que separa y analiza de forma independiente a los factores que conforman el paisaje (bióticos, abióticos, estéticos y humanos). Estos factores se estiman en relación a su forma, color, línea, textura, escala, conformación espacial, y grado de perturbación (SERNATUR, 2006). En el Cuadro siguiente se describen los criterios del modelo de Rojas y Kong (1998), los cuales se emplearon para valorar la calidad paisajística.

Criterios según el Modelo de Rojas y Kong, para valorar la calidad paisajística

Elemento valorado	Calidad paisajística		
	Alta	Media	Baja
Morfología o topografía	Pendiente de más de 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes, fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	Pendientes entre 15 y 30%, estructura morfológica de modelado suave u ondulado.	Pendiente entre 0 y 15%, dominancia del plano horizontal visualizando ausencia de estructuras de contraste y jerarquía.
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y alimentación.	Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos (ganado)	No hay presencia de fauna nativa. Sobre pastoreo o crianza masiva de animales domésticos.
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona. Masas arbóreas	Vegetación con un cubrimiento de suelo menor de 50%. Presencia de áreas con erosión, sin vegetación.

Elemento valorado	Calidad paisajística		
	Alta	**Media**	**Baja**
	contrastes cromáticos.	aisladas de baja dominancia visual.	Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpo de agua, pero sin jerarquía visual.	Ausencia de cuerpos de agua.
Acción humana	Libre de actividades humanas estéticamente no deseadas.	La calidad escénica está modificada por menor grado por obras, no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada.
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas. Contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua.	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.
Singularidad o rareza	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	Característico, pero similar a otros de la región.	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.

La calidad del paisaje es subjetiva; condicionada por la época del año y la visión del observador. De acuerdo con los criterios según el Modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006), se determinó que el sitio donde se llevará a cabo el Proyecto tiene una Calidad Paisajística es de media a baja.

Analizando los elementos por separado, y de acuerdo a las condiciones que prevalecen en el sitio, las acciones que ejercen las actividades humanas son las que más influyen en la Calidad Paisajística, especialmente la infraestructura de la carretera estatal Cananea - Bacoachi, que incluye un camino y postería para la transmisión de energía eléctrica, mismas que reducen la calidad de la cuenca visual desde el norte hacia el sur del sitio del Proyecto.

El Proyecto, que a grandes rasgos consiste en la instalación de líneas de tuberías para el acueducto superficial, en la instalación de una estación de bombeo (La Churea), habilitación de pozos, será poco visible dentro de la cuenca visual debido principalmente a los factores físicos (topografía y relieve) y visualización (compacidad), descritos en el modelo de Rojas y Kong (cuadro anterior), a lo angosto de las tuberías y de derecho de vía del camino existente. En conclusión, analizando los factores y características de la cuenca visual y calidad paisajística, se puede determinar que el Proyecto, afectará muy poco el factor paisaje al largo plazo, debido a la construcción del acueducto y la estación de bombeo La Churea. Para mitigar el efecto negativo debido a la calidad del paisaje, se recomiendan el uso de material con colores grises y cafés, a su vez evitar colores muy contrastantes que no existen en el paisaje.

IV.3 Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) en su Artículo 7, Fracción LXI define a los Servicios Ambientales como *"Beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano".*

De acuerdo a la definición de la LGDFS, los servicios ambientales que brindan los Ecosistemas Forestales de manera natural o por medio del Manejo Sustentable de los Recursos Forestales, se convierten en la capacidad que tienen los ecosistemas para generar productos útiles. Se puntualiza que los servicios ambientales involucrados en el proyecto actual sólo se afectan de manera local y sin repercusión regional.

Con el fin de complementar la información y análisis respecto a los servicios ambientales que presta el predio, se estimaron cuantitativamente las posibles implicaciones del cambio de uso de suelo del terreno forestal, considerando una escala de evaluación basada en los datos descriptivos de la Sistema Ambiental Regional y la caracterización del predio que permiten asignar valores a las condiciones que presenta el predio con respecto a los servicios ambientales que provee y que serán modificados por el cambio de uso de suelo en la cuenca hidrológico-forestal.

La escala de evaluación de estos parámetros se basa en la caracterización realizada en el predio, lo cual permite asignar valores a las condiciones que presentan los recursos forestales con respecto a los servicios ambientales que proveen, mismos que serán modificados por el cambio de uso de suelo. La escala de valoración de los resultados de tal interacción se pondera dentro de un rango de 0 a 4 para cada combinación resultante entre las condiciones de la vegetación con los servicios ambientales.

En el Cuadro siguiente se señalan los servicios ambientales que se afectarán con el proyecto, en apego al Artículo 7, Fracción LXI de la LGDFS. La escala aplicada es cualitativa y los valores para calificar el efecto de los posibles cambios sobre los procesos o servicios ambientales, corresponden a las características que se indican en tabla.

Valores para calificar los posibles efectos sobre los servicios ambientales

VALOR	DESCRIPCION
0	El efecto de la modificación del cambio de uso de suelo en los procesos

CONSULTA PÚBLICA

	naturales del sitio es nulo; por su baja magnitud, poca influencia y limitado alcance.
1	Efecto bajo sobre el proceso, la modificación es puntual y de baja magnitud.
2	Efecto medio sobre el proceso, modificación puntual pero amortiguada por las condiciones naturales circundantes.
3	Efecto alto sobre el proceso, sin embargo el alcance se limita a la superficie del sitio del proyecto.
4	Efecto alto sobre el proceso y el alcance sobrepasa los límites del sitio del proyecto.

*Metodología tomada de la siguiente página:
ftp://ftp.conagua.gob.mx/zapotillo/07.%20Estudios%20Ambientales/7.01.%20CUSTF/7.01.02.%20Estudios/ETJ%20P1FB-36.4%20ha/Capitulo%209%20Servicios%20Ambientales.pdf

Para la presente sección es de suma importancia identificar cuáles son los servicios ambientales que actualmente se encuentran prestando tanto el predio y las cuencas hidrológico-forestales correspondientes, así mismo cómo se verán afectados dichos servicios una vez se lleve a cabo el cambio de uso de suelo en el terreno forestal, para lo cual se establece lo siguiente:

Identificación de los servicios ambientales que presta el Predio

SERVICIO AMBIENTAL	Señalar si presta el Servicio Ambiental (X)
Provisión del agua en cantidad y calidad	X
Captura de Carbono, contaminantes y componentes naturales	X
Generación de oxigeno	X
Amortiguamiento del impacto de fenómenos naturales	-
La modulación o regulación climática	-
La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y de formas de vida	X
La protección y recuperación de suelos	-
El paisaje y la recreación	-

Afectación de los servicios ambientales con el desarrollo del proyecto en el predio

SERVICIO AMBIENTAL	Señalar si se afecta el Servicio Ambiental (X)
Provisión del agua en cantidad y calidad	X
Captura de Carbono, contaminantes y componentes naturales	X
Generación de oxigeno	X
Amortiguamiento del impacto de fenómenos naturales	-
La modulación o regulación climática	-
La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y de formas de vida	X
La protección y recuperación de suelos	-
El paisaje y la recreación	-

Con el desarrollo del proyecto para el predio obviamente se da una afectación a cada uno de los servicios ambientales que presta a nivel predio, sin embargo, el análisis efectuado se hace de manera que se determine la afectación a nivel la cuenca hidrológico-forestal (área de influencia del proyecto):

Identificación de los servicios ambientales que presta la cuenca hidrológico-forestal

SERVICIO AMBIENTAL	Señalar si presta el Servicio Ambiental (X)
Provisión del agua en cantidad y calidad	X
Captura de Carbono, contaminantes y componentes naturales	X
Generación de oxigeno	X
Amortiguamiento del impacto de fenómenos naturales	X
La modulación o regulación climática	X
La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y de formas de vida	X
La protección y recuperación de suelos	-
El paisaje y la recreación	-

Del análisis de afectación de los servicios ambientales con el desarrollo del proyecto a este nivel se determinó lo siguiente:

Identificación de la afectación a los servicios ambientales que presta la cuenca hidrológico-forestal

SERVICIO AMBIENTAL	Señalar si se afecta el Servicio Ambiental (X)
Provisión del agua en cantidad y calidad	**X**
Captura de Carbono, contaminantes y componentes naturales	-
Generación de oxigeno	-
Amortiguamiento del impacto de fenómenos naturales	-
La modulación o regulación climática	-
La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y de formas de vida	-
La protección y recuperación de suelos	-
El paisaje y la recreación	-

Desarrollo del análisis de afectación y ponderación:

La provisión del agua en cantidad y calidad

Debido a la naturaleza del proyecto en cuestión se puede asegurar que este podría tener una influencia sobre el agua subterránea, y no influirá negativamente en agua superficial ni en sus componentes flujo y calidad de agua a nivel local y regional. Se considerará tener un indicador de niveles estáticos y dinámicos de los pozos con respecto a las evaluaciones que se hicieron en los aforos, para así tener la certeza de que la extracción del agua subterránea es sostenible.

Considerando las características del proyecto podemos concluir lo siguiente:

- No habrá algún factor en ninguna de las etapas del proyecto que propicie la contaminación del agua tanto superficial como subterránea.
- Debido a que se considera minimizar el uso del agua para el complejo minero, se asume que continuará el nivel actual de disponibilidad en la región. Por otro lado, durante la operación del proyecto se utilizará agua fresca de pozos para el sistema de abastecimiento, lo cual influirá sobre el volumen de agua subterránea.
- Las condiciones de las cuencas hidrológicas relacionadas, así como la dimensión y desarrollo del propio proyecto, no propiciarán la modificación en ningún sentido de la provisión y calidad de agua.

- El desarrollo del proyecto implica sellamiento de suelo, sin embargo serán superficies que no se consideran amplias y se tendrán medidas de compensación que habilitarían el potencial de infiltración de agua de lluvia que pudiese ocurrir en el área de interés.

Para este aspecto y con fundamento en lo establecido en este apartado, se considera que existe afectación por el desarrollo del proyecto, así mismo se considera que se tomarán las medidas adecuadas para la prevención por el uso de hidrocarburos en maquinaria en las etapas concernientes al proceso de cambio de uso de suelo, lo cual será temporal. Por lo que se prevé que el agua superficial mantenga sus cualidades de disponibilidad y calidad como hasta el momento, en cambio el agua subterránea si pudiera tener efecto sobre su disponibilidad.

EL VALOR ASIGNADO SEGÚN LA ESCALA, ES DE 2

La captura de carbono, de contaminantes y de componentes naturales

La calidad del aire es un elemento esencial para la salud y bienestar humano y de los ecosistemas. Diversos fenómenos naturales, tales como el vulcanismo y los incendios forestales o la erosión ocasionada por el viento, alteran dicha calidad al introducir un variado número de contaminantes. Pero la dimensión de esta contribución a la contaminación severa del aire que caracteriza, sobre todo, a las áreas urbanas altamente industrializadas y con una gran densidad vehicular, es menor en general comparada con la contribución de las actividades humanas, ya sean domésticas, industriales, agrícolas o de otra índole (INE, 2007).

El servicio ambiental que prestan las zonas arboladas es la captura y absorción de estos contaminantes y partículas suspendidas como polvos a través del follaje. Para evaluar el grado de contaminación atmosférica, se han determinado escalas definidas a partir de los estándares internacionales establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), y de estudios toxicológicos, epidemiológicos y de experimentos controlados que se han realizado principalmente en el extranjero.

Tomando como referencia la naturaleza del proyecto, las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, dentro de sus respectivas obras y actividades se tendrán la generación de emisiones de partículas, que pudieran en su caso modificar en cierto grado los componentes naturales o incrementar la concentración de contaminantes en la atmósfera, además al ubicarse la obra en una zona rural, la funcionalidad de la vegetación en cuanto a la captación de contaminantes es prácticamente imperceptible.

El desmonte requerido por el proyecto, reduce la captación de carbono, reduciéndose este servicio ambiental aun cuando ocurra de manera local y de manera NO significativa.

Se tiene previsto que en las 1.7780 ha de ocupación para el proyecto se derribarán un total estimado de 554,807 individuos de las siguientes especies:

Número de individuos de las especies sujetas a derribo dentro del área del proyecto

TIPO DE OBRA	TIPO DE VEGETACION	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NO. DE INDIVIDUOS EN EL AREA DEL PROYECTO
Construcción de pozos	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	*Bouteloua gracilis*	Zacate navajita	1589
		Bouteloua repens	Navajita delgada	487
		Eragrostis superba	Zacate garrapata	498
		Hymenoclea monogyra	Jécota	15
		Juniperus deppeana	Táscale	20
		Opuntia thurberi	Choya tasajo	5
		Prosopis velutina	Mezquite	76
		Sporobolus airoides	Zacatón alcalino	1523
Construcción de pozos	Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	*Acacia constricta*	Mezquitillo	47
		Bouteloua gracilis	Zacate navajita	236
		Bouteloua repens	Navajita delgada	509
		Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	500
		Eragrostis superba	Zacate garrapata	66
		Mimosa biuncifera	Gatuña	170
		Panicum maximum	Zacate guinea	1886
		Prosopis velutina	Mezquite	38
		Yucca schottii	Yuca	9
Construcción de caminos	Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	*Acacia constricta*	Mezquitillo	590
		Bouteloua gracilis	Zacate navajita	140027
		Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	1455
		Dasylirion wheeleri	Sotol	39
		Eragrostis superba	Zacate garrapata	865
		Fouquieria splendens	Ocotillo	905
		Juniperus deppeana	Táscale	118
		Mimosa biuncifera	Gatuña	197
		Opuntia engelmannii	Nopal	79
		Opuntia thurberi	Choya tasajo	157
		Prosopis velutina	Mezquite	747
		Quercus arizonica	Encino blanco	39
		Yucca schottii	Yuca	118
Construcción de estación de bombeo y su acceso	Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	*Bouteloua curtipendula*	Mezquitillo	167349
		Bouteloua gracilis	Zacate navajita	143442
		Eragrostis superba	Zacate garrapata	89532

CONSULTA PÚBLICA

		Juniperus deppeana	Táscale	159
		Mimosa biuncifera	Gatuña	80
		Opuntia thurberi	Choya tasajo	40
		Prosopis velutina	Mezquite	1195
			TOTAL:	**554807**

El desmonte requerido por el proyecto reduce de manera NO significativa la captación de carbono, debido a que la vegetación existente se encuentra ampliamente distribuida en abundancia en los ecosistemas circundantes, por lo que la vegetación aledaña mantiene las mismas características que las del área propuesta para cambio de uso de suelo. Ahora, aun cuando al bióxido de carbono está presente de manera natural en la atmósfera, hay que considerar que sus niveles se ven incrementados por las actividades humanas ya sea desde fuentes fijas o móviles y, como es sabido, los altos niveles de concentración de este gas son perjudiciales para el hombre por eso necesitamos que la vegetación lo almacene, considerando que le sirve de alimento para el crecimiento de la biomasa vegetal por medio de la fotosíntesis. En particular, conviene destacar que todas las especies vegetales desempeñan un papel importante en el ciclo global del carbono al almacenar o capturar grandes cantidades de este gas tanto en su biomasa como en el suelo.

De acuerdo a lo anterior y a estudios realizados por diversos autores, se tiene que es necesario poder medir la biomasa cuando se considera la cuestión de los sumideros de carbono, puesto que las mediciones de la biomasa proveen una estimación de la cantidad de carbono contenida en la vegetación. Por lo tanto, la biomasa representa una medida indirecta de la cantidad de carbono que es almacenada por la vegetación leñosa. La estimación de la biomasa también permite establecer la cantidad de bióxido de carbono que puede ser removida de la atmósfera por la reforestación (Polzot, 2004).

De aquí la determinación de la baja prestación de este servicio del sitio en comento por el tipo de vegetación existente y la superficie que abarca.

Ahora bien una ponderación específica e interespecífica de factores de contenido de carbono de raíces, fuste, ramas y hojas arroja una aproximación cercana al 50%, sugiriendo que cerca de la mitad del peso anhidro de sus constituyentes sólidos es equivalente a contenido de carbono (Brown, 1997). Este factor de conversión también ha sido sugerido por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 1994) para estudios de captura de carbono y fue utilizado para el presente estudio.

Para una especie en general se considera 0.136 m^3/ha de lo cual se tiene de acuerdo a la literatura, que un árbol leñoso puede tener una densidad de 0.5 ton/m^3 dando un total de 0.068 ton /ha y el factor del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC 1994) es de 0.5 la fracción de carbono en biomasa, resultando:

*1.7780*0.068 = 0.1209*

Tc/ha = 0.1209*0.5 = 0.0605 ton de CO_2eq

Así, de manera confiable puede argumentarse que el desarrollo del proyecto y la remoción de la vegetación, considerando el tipo de la misma y su estado de conservación, se concluye que no compromete los servicios ambientales locales ni regionales que se refieren a la captura de carbono, ni la generación de contaminantes que afecten los componentes naturales de la región, por lo que no se compromete la estabilidad del ecosistema por la afectación a este servicio.

EL VALOR ASIGNADO SEGÚN LA ESCALA, ES DE 0

La generación de oxígeno

Mediante el proceso de fotosíntesis, las plantas (tanto terrestres como acuícolas) producen su propio alimento; como producto de este proceso se genera el oxígeno, elemento indispensable para la vida de los seres humanos y animales.

Figueroa y Redondo (2007), mencionan que un kilómetro cuadrado de bosque libera aproximadamente 1,000 toneladas de oxígeno al año al realizar la fotosíntesis, de tal manera que si tomamos esta referencia y la superficie fuera vegetación de bosque tendríamos que en las 1.7780 hectáreas se estarían generando 17 ton/año de oxígeno por lo que se considera como no significativo el impacto sobre el servicio ambiental, aunado a que se ubica en un área rural alejado de grandes poblaciones.

Este apartado está muy ligado al punto anterior, porque es valorado en términos del desmonte contemplado.

Considerando la superficie del predio en el que se pretende el cambio de uso suelo que es de 1.7880 ha, el impacto no es significativo dadas sus características de ubicación, extensión y tipos de vegetación existentes, por lo que la generación de oxigeno se considera un impacto temporal, considerando que la empresa promovente hará las actividades necesarias en términos de compensación de dicho recurso.

EL VALOR ASIGNADO SEGÚN LA ESCALA, ES DE 1

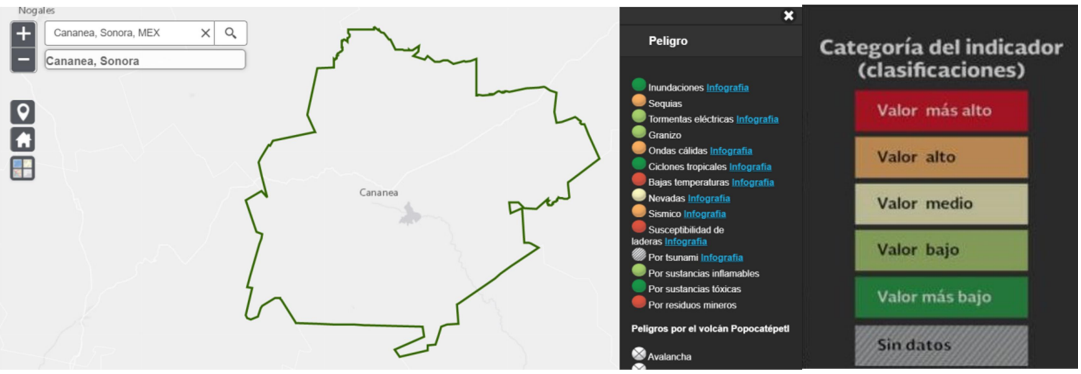
El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales

Los desastres tienen un efecto negativo sobre las condiciones de vida de la población y en el desenvolvimiento productivo de las regiones en que ocurren. Las secuelas de los desastres se prolongan más allá del corto plazo y con frecuencia, provocan cambios irreversibles tanto en las estructuras económicas y sociales como en el medio ambiente.

De acuerdo al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), en los Indicadores Municipales de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad del Atlas Nacional de Riesgos, para el caso del municipio de Cananea incluyendo la CHF del área del proyecto, se presentan bajas temperaturas, susceptibilidad de laderas y peligro por residuos mineros que pudieran afectar severamente el equilibrio ecosistémico, como se puede apreciar en la siguiente Figura:

CONSULTA PÚBLICA

Figura XI.51. Indicadores de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad del Municipio de Cananea, Son



http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/indicadores-municipales.html

Así, para el caso del Municipio de Cananea, Sonora, donde se incluye el área del proyecto se concluye lo siguiente de manera resumida:

Cuadro XI.72. Resumen de los indicadores de peligro, exposición y vulnerabilidad de los municipios de Cananea y Arizpe

PELIGRO	VALORES
Inundaciones	Valor más bajo
Sequías	Valor alto
Tormentas eléctricas	Valor medio
Granizo	Valor medio
Ondas cálidas	Valor alto
Ciclones tropicales	Valor más bajo
Bajas temperaturas	**Valor más alto**
Nevadas	Valor medio
Sísmico	Valor alto
Susceptible a laderas	**Valor más alto**
Por sustancias inflamables	Valor bajo
Por sustancias tóxicas	Valor más bajo
Por residuos mineros	**Valor más alto**

A continuación se presenta una descripción resumida de los peligros con los valores más altos encontrados en los Indicadores para el municipio de Cananea:

Por bajas temperaturas

Aunque en el municipio de Cananea se presenten bajas temperaturas, estas no afectarán al personal proyecto, en ninguna de sus etapas, debido a que la empresa Promovente y sus contratistas laboran aún con las temperaturas extremas en el complejo minero-metalúrgico, siempre y cuando tengan las prendas correspondientes para el frío.

Por susceptibilidad a laderas

Dentro del municipio de Cananea existen áreas con muy alta susceptibilidad a deslizamiento de laderas, esto al estar presente la sierra y áreas montañosas. Es importante mencionar que en el área del proyecto el riesgo es de menor intensidad o nula debido a la topografía del terreno, es una superficie más plana al tratarse de un valle intermontano (superficie baja entre montañas).

Por residuos mineros

La fuerte actividad minera en la región ha impactado de tal manera que los Indicadores de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad para este factor tengan valores altos.

Si bien es cierto que dentro del municipios de Cananea y en algunos municipios alrededor no existen fenómenos naturales que desencadenen en desastres naturales, existen algunos fenómenos como las sequias y las ondas gélidas las cuales afectan directamente a la población por lo que es importante destacar a las áreas arboladas ya que contribuyen de manera importante a amortiguar el impacto que pudiera presentarse a consecuencia de la ocurrencia de fenómenos naturales, ya que funcionan como esponjas absorbiendo y catalizando los efectos de dichos fenómenos como inundaciones, derrumbes, sequías, lluvias torrenciales, huracanes, etc.

Derivado del análisis anterior en el cual se concluye que dentro del municipio de Cananea, Sonora, NO existen fenómenos naturales los cuales pudieran desencadenar en desastres naturales, pero si fenómenos como la sequía y las ondas cálidas, debido a la naturaleza de la ubicación de la zona por el clima que lo compone. Es importante señalar que el presente proyecto no generará residuos mineros. También podemos asegurar que derivado del desarrollo del proyecto, no existe una probabilidad de modificar el servicio ambiental por la escasa remoción de vegetación en la superficie que se solicita, debido a que los tipos de vegetación se encuentran dispersos de una manera homogénea y con buena conservación de los mismos en la MHF y en general por las regiones aledañas; así mismo es importante destacar que la vegetación que se ubica dentro de la zona del proyecto actualmente cuenta con cierto grado de perturbación o impacto debido a las actividades de los pobladores en dichas zonas, como es el caso del camino existente que conecta a Cananea con Bacoachi.

EL VALOR ASIGNADO SEGÚN LA ESCALA, ES DE 0

La modulación o regulación climática

Como es de conocimiento general, el clima depende en gran medida del calentamiento de la tierra y los océanos, así mismo, el relieve y la temperatura también son determinantes ya que de estos elementos depende la condensación de los vientos.

El clima terrestre es producto de la constante y compleja interacción entre la atmósfera, los océanos, las capas de hielo y nieve, los continentes y muy importante, la vida en el planeta, incluyendo los ecosistemas forestales (CONAFOR, 2012).

Es importante aclarar que debido al incremento en la generación de gases producida por las actividades antropogénicas que se liberan a la atmósfera y la pérdida de bosques y vegetación en regiones muy amplias del planeta se ha disminuido la capacidad de remover gases efecto invernadero de la atmósfera y amortiguar la alteración climática.

Es importante concluir que no se espera que el proyecto limite la modulación o regulación climática, ya que derivado del desarrollo del mismo, no se espera el aumento de generación de gases ya que la remoción de la vegetación en el área del proyecto será mínima a nivel regional. Por lo que se puede destacar que no existen factores críticos ni relevantes en relación a la superficie que será ocupada por el proyecto, donde el tipo climático está ampliamente distribuido en la región.

Como conclusión se indica que la ejecución del presente proyecto, específicamente en el CUSTF, no modificará las condiciones climáticas, dado que la superficie de vegetación existente en la región es bastante extensa respecto a la extensión que abarcan los tipos de vegetación a nivel Sistema Ambiental Regional de análisis donde se ubica el proyecto. Esto comparado con la superficie que será sometida a cambio de uso de suelo de terreno forestal es baja y de manera puntual.

VALOR ASIGNADO SEGÚN LA ESCALA DE 0

<u>La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida</u>

La biodiversidad se refiere a la variabilidad de la vida, la cual incluye ecosistemas terrestres y acuáticos, así como, la diversidad de especies que albergan. La biodiversidad proporciona servicios como la fijación de nitrógeno, provisión de recursos alimenticios, degradación de desechos orgánicos, entre otros (SEMARNAT, 2010).

En general el término se refiere a lo que podríamos llamar "la vida en la Tierra". El nivel al que más usualmente alude el término biodiversidad o diversidad biológica es el de las especies vegetales, animales o de microorganismos que pueblan nuestro planeta pero hay otros dos niveles que también expresan el grado de variabilidad biológica presente en una región: el más elemental es el de la variabilidad genética que una especie presenta en las poblaciones de las que está compuesta y el más complejo es el de los ecosistemas (como un bosque de pinos, una selva o un palmar), que están conformados por las

especies de plantas, animales y microorganismos que los habitan y las variables fisicoquímicas con las que interactúan.

Los ecosistemas nos proporcionan servicios ambientales esenciales para la vida diaria, como la captura y el almacenamiento de agua en acuíferos, lagos y ríos; la producción de alimentos a partir de los ecosistemas agrícolas y pecuarios; la posibilidad de extraer del medio silvestre otros productos útiles, como medicinas y madera; la captura del bióxido de carbono producido por la actividad humana al quemar combustibles fósiles; la estabilidad climática por la regulación del ciclo hídrico y la regulación de la humedad y temperatura del aire, y el mantenimiento de suelos fértiles y el control de deslaves y arrastres masivos de suelo por el efecto de lluvias torrenciales.

Los polígonos del proyecto comprende tipos de vegetación de Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y Pastizal natural, los cuales se encuentran distribuidos de una manera amplia a nivel regional, por lo que el proyecto queda inmerso en un entorno con características ecosistémicas similares y, además, no se considera que el hábitat de una o más especies se encuentre amenazado o en riesgo, en virtud de que existen en las vecindades del proyecto áreas susceptibles de ser habitadas con las mismas condiciones.

Cabe destacar que si bien es cierto que para la realización del proyecto se llevarán a cabo las actividades de desmonte del terreno, se contará con un programa de rescate de flora y fauna el cual asegura la protección de la biodiversidad de todas las especies, aun que es importante destacar que la región mantiene una conservación de la vegetación en estatus de buena y mantiene las mismas características y homogeneidad en su estructura y composición.

La principal problemática ambiental detectada en la región donde está inmerso el proyecto, está relacionada con la actividad ganadera, los disturbios ocasionados en los diferentes hábitats que explora el ganado en busca de alimento y agua es evidente; así, se registró la presencia de ganado y/o excretas, siendo evidente la afectación a las especies de plantas silvestres que el ganado consume ya que representa una fuente de alimento, además de pisotear plántulas y ocasionar la erosión del suelo.

Para garantizar que este servicio ambiental no se vea comprometido, el promovente propone las siguientes medidas de mitigación, salvo que la autoridad determine otras opciones que considere más eficientes y efectivas para lograr el propósito que se pretende:

- Implementación de actividades de rescate y reubicación de especies de valor ecológico y especialmente las que estén bajo algún estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que en su momento se pudieren encontrar al momento de llevar a cabo el cambio de uso de suelo.

- Ahuyentamiento de fauna a través de medios sonoros como bocinas y silbatos a fin de alejarlos de la zona del sitio del proyecto.
- Desarrollar pláticas de concientización con todo el personal involucrado en la ejecución del proyecto para evitar el saqueo o colecta no autorizada con fines comerciales o de ornato.

Por otro lado, una buena estrategia de tipo ecológico para conocer el impacto de las acciones del proyecto sobre la diversidad biológica de los ecosistemas propios y circundantes, consiste en determinar el índice de diversidad para la cuenca hidrológico forestal correspondiente; así, si este índice resulta ser de mayor valor que el del área del proyecto, se puede concluir que las especies a ser afectadas están bien representadas en la cuenca y en los ecosistemas correspondientes de tal forma que no se pone en riesgo la pérdida de diversidad biológica por las acciones del Proyecto.

En relación a lo anterior, es importante mencionar que de acuerdo a lo establecido en el apartado IV.2.2.2 del presente documento los índices de diversidad estimados para la cuenca hidrológico-forestal correspondiente, se concluyó que, las especies vegetales de las áreas del proyecto están bien representadas dentro de la cuenca hidrológico-forestal afectada por lo que no se pone en riesgo la biodiversidad vegetal del ecosistema con el desarrollo del proyecto.

La comparación de resultados de los Índices, nos muestra que la diversidad de especies en la Cuenca Hidrológico-Forestal es mayor que la del área del proyecto por lo que la remoción de vegetación en el área del proyecto, no pone en riesgo la pérdida de diversidad biológica en los ecosistemas afectados.

EL VALOR ASIGNADO SEGÚN LA ESCALA, ES DE 1

La protección y recuperación de suelos

El suelo se ha definido como un cuerpo natural que consiste en capas de partículas (horizontes del suelo) compuestas de materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua. El suelo es el producto final de la influencia del tiempo y su combinación con el clima, topografía, organismos (flora, fauna y ser humano), de materiales parentales (rocas y minerales originarios). Como resultado, el suelo difiere de su material parental en su textura, estructura, consistencia, color y propiedades químicas, biológicas y físicas. El suelo es un componente esencial de la "Tierra" y "Ecosistemas". Ambos son conceptos más amplios que abarcan la vegetación, el agua y el clima en el caso de la tierra, y además abarca también las consideraciones sociales y económicas en el caso de los ecosistemas (FAO-UNESCO). El suelo puede concebirse como un sistema abierto que presenta intercambios de materia y energía con el medio, en él, se desarrollan diversos procesos físicos, químicos y biológicos, responsables de su morfología (forma), características y propiedades (Arnold, 1990).

Otras funciones que cumplen los suelos son:

1. Ser regulador de la calidad del agua y del aire ya que funcionan como un reactor, filtrando, amortiguando y transformando muchos compuestos, entre ellos los contaminantes;
2. Representa el hábitat de muchos organismos y es reserva genética;
3. Es el medio físico para sostener estructura socioeconómica, habitación, desarrollo industrial, sistemas de transporte, recreación, disposición de residuos etc.; y
4. Es fuente de materiales como arcilla, arena, grava, minerales etc. Y además es parte de nuestra herencia cultural que contiene tesoros arqueológicos y paleontológicos importantes para preservar la historia de la tierra y la humanidad.

Para este servicio se identifica como afectación directa la erosión de los suelos; de acuerdo al reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable se expone el concepto de erosión del suelo, como *el proceso de desprendimiento y arrastre de las partículas del suelo*.

Los servicios que se presentan en la zona del proyecto derivado del recurso suelo, se verán afectados de manera puntual por la actividad de remoción de la vegetación en la etapa de Preparación del Sitio.

Además de que las obras implícitas en el proyecto para la conservación del suelo implicarán lo siguiente:

- El cambio de uso de suelo que se propone se dará con los cuidados necesarios, propiciando la adecuada convivencia en el desarrollo de la región mediante el aprovechamiento sustentable de una superficie que hoy en día se encuentra sin uso evidente.
- Se considera que la vegetación del ecosistema proporciona nutrientes para un suelo sano y previenen las pérdidas de suelo a nivel local.
- Realizar prácticas vegetativas, tal actividad consiste en el manejo de biomasa, plantas afectadas y susceptibles de rescate y replantar en áreas aledañas al proyecto, luego de efectuado el CUSTF.

Con la ejecución de estas obras de conservación de suelos se puede aseverar que la realización del proyecto no provocará mayor erosión a la que actualmente se presenta en esta área, y se buscaría generar un grado de afectación nulo al servicio ambiental y cumpliendo así con uno de los criterios de excepción señalados en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

EL VALOR ASIGNADO SEGÚN LA ESCALA, ES DE 1

Paisaje y recreación

En lo que se refiere a la fragilidad del paisaje, el hecho que se pretenda desmontar la vegetación existente en el terreno, implica la modificación paisajística del sitio de manera poco significativa y localizada de manera puntual. A su vez, también ya se presentan condiciones de urbanización, como es el caso de la carretera estatal Cananea – Bacoachi, caminos internos a rancherías antiguas y prácticas de ganadería.

Por lo anterior se manifiesta que derivado del desarrollo del proyecto, si afectará este servicio ambiental, pero la repercusión de la actividad de desmonte se considera solamente puntual sin una repercusión regional; así mismo es importante destacar que el área regional no mantiene un valor recreativo por lo que no se verá afectado.

EL VALOR ASIGNADO SEGÚN LA ESCALA, ES DE 1

Afectaciones a los servicios ambientales

Para el caso de las afectaciones a los servicios ambientales que presta el área del proyecto, podemos asegurar que el desarrollo del proyecto NO afectará ninguno de esos servicios.

De manera resumida, en el siguiente cuadro se presentan los servicios ambientales con su valor asignado

Cuadro XI.73. Resumen de los valores asignados para cada servicio ambiental

SERVICIO AMBIENTAL	VALOR ASIGNADO
Provisión del agua en cantidad y calidad	2
Captura de Carbono, contaminantes y componentes naturales	0
Generación de oxigeno	1
Amortiguamiento del impacto de fenómenos naturales	0
La modulación o regulación climática	0
La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y de formas de vida	1
La protección y recuperación de suelos	1

El paisaje y la recreación	1

Por lo que se concluye que no se pondrán en riesgo los servicios ambientales por la implementación del presente proyecto en cada una de sus etapas.

SERVICIO AMBIENTAL	Señalar si presta el Servicio Ambiental (X)			
	Identificación de los servicios ambientales que presta el Predio	Afectación de los servicios ambientales con el desarrollo del proyecto en el predio	Identificación de los servicios ambientales que presta la cuenca hidrológico-forestal	Identificación de la afectación a los servicios ambientales que presta la cuenca hidrológico-forestal
Provisión del agua en cantidad y calidad	X	X	X	X
Captura de Carbono, contaminantes y componentes naturales	X	X	X	-
Generación de oxigeno	X	X	X	-
Amortiguamiento del impacto de fenómenos naturales	-	-	X	-
La modulación o regulación climática	-	-	X	-
La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y de formas de vida	X	X	X	-
La protección y recuperación de suelos	-	-	X	-
El paisaje y la recreación	-	-	X	-

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Tomando en consideración la recopilación, análisis y evaluación de la información disponible para el desarrollo del proyecto, presentada amplia y detalladamente en los Capítulos II (Descripción del proyecto), III (Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables) y IV (descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto), se estima que las técnicas idóneas para la identificación de impactos es mediante la Matriz de Leopold, la evaluación de impactos ambientales adaptada a las condiciones particulares del proyecto *"Acueducto La Churea"*.

Para realizar una identificación de impactos ambientales de manera efectiva, se determinó la índole y la magnitud de las perturbaciones que se generarán por el proyecto.

Los indicadores de impacto considerados son los elementos del medio ambiente afectados o potencialmente afectados por las acciones y actividades del proyecto. Para esto es necesaria la identificación de cada uno de los posibles indicadores de impacto de las interacciones más relevantes que se puedan generar y estos fueron seleccionados con referencia a lo expuesto en el marco ambiental presentado detalladamente en el Capítulo IV. Bajo esta perspectiva se considera a los indicadores como índices cuantitativos o cualitativos que permiten evaluar las dimensión de las alteraciones que podrían producirse como consecuencia del establecimiento del proyecto.

Cuadro V.74. Instrumento de gestión aplicable al Proyecto

INSTRUMENTO DE GESTIÓN	SECTOR
Documento Técnico Unificado modalidad B	Hidráulico (se define en el Capítulo III del presente documento)

V.1 Identificación de impactos

V.1.1 Indicadores de impacto ambiental

Los indicadores identificados y seleccionados fueron listados tomando como base la clasificación recomendada por Conesa-Fernandez (1997) y en común acuerdo por los definidos para la evaluación del impacto ambiental del proyecto por sus características de construcción y su localización geográfica.

En el siguiente Cuadro V.2 se muestra la lista indicativa de los Factores seleccionados aplicables para el presente Proyecto, así como sus sub-factores que más adelante nos servirán para definir nuestra matriz de Leopold.

Cuadro V.75. Factores aplicables para el Proyecto

No.	FACTORES	SUBFACTORES
1	Abióticos	Atmósfera, agua superficial y subterránea, suelo
2	Bióticos	Flora, fauna
3	Paisaje	Paisaje
4	Socioeconómicos	Servicios, población económica

Una vez definidos los factores y sub-factores, ahora se procede a identificar los componentes, para cada uno de estos sub-factores, que tendrán un impacto por la implementación del Proyecto en cada una de sus etapas para cada obra y/o actividad realizada.

En el Cuadro V.3 se presentan los componentes identificados para los factores abióticos, mismos que serán impactados en las diferentes etapas del proyecto (Preparación del sitio, construcción y operación). A su vez, en el Cuadro V.4 se presenta para los factores bióticos, en el Cuadro V.5 para el Paisaje y Cuadro V.6 para el factor socioeconómico.

Cuadro V.76. Componentes que serán impactados por la ejecución del Proyecto, para los factores abióticos

Componente	Impacto
Atmosfera	Contaminación por emisión de polvos
	Contaminación por ruido y vibraciones
	Contaminación por humos y olores
Agua superficial y subterránea	Escurrimientos superficiales
	Calidad de agua superficial
	Recarga de acuíferos
	Calidad de agua en acuíferos
Suelo	Afectación al relieve natural
	Uso actual
	Uso Potencial
	Calidad del suelo

Cuadro V.77. Componentes que serán impactados por la ejecución del Proyecto, para los factores bióticos

Componente	Impacto
Flora	Cubierta vegetal
	Especies protegidas o de interés especial
	Especies de interés especial

Fauna	Fauna silvestre
	Especies protegidas
	Especies de interés especial

Cuadro V.78. Componentes que serán impactados por la ejecución del Proyecto, para el factor paisaje

Componente	Impacto
Paisaje	Unidades y elementos de paisaje
	Calidad del paisaje

Cuadro V.79. Componentes que serán impactados por la ejecución del Proyecto, para los factores socioeconómicos

Componente	Impacto
Servicios	Generación de residuos sólidos
	Generación de residuos peligrosos
	Requerimiento de agua de suministro
	Generación de aguas residuales
Población	Impactos sobre la calidad de vida
	Gestión ambiental
	Empleo / Mano de obra
	Comercio

La técnica comúnmente más utilizada que ha sido considerada en algunos casos como método de evaluación de impactos es la Matriz de Leopold (Canter, 1998) con sus múltiples modificaciones y adaptaciones; en este caso no es la excepción, dada la naturaleza del proyecto y el constante uso de esta técnica en la evaluación de impactos ambientales de proyectos de esta índole, se utilizó esta matriz de causa efecto, para poder tener puntos de comparación en el ámbito regional.

Como se ha mencionado en el Capítulo II, el presente proyecto constituye una obra de acueducto subterráneo de entre 30" y 36" de diámetro (mismo que pudiera variar de acuerdo al proyecto ejecutivo final) de HDPE, a lo largo de aproximadamente 25.5 kilómetros para abastecer a la Estación de Bombeo Ojo de Agua que actualmente es operada y es de propiedad del Promovente.

V.1.2 Criterios

Los criterios utilizados en el proyecto se basan en la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales considerando las características del proyecto,

cubriendo cada una de sus diferentes etapas (Preparación del sitio, construcción y operación-mantenimiento).

Mediante una evaluación exhaustiva del proyecto, se elaboró el inventario de las actividades que intervienen, dando como resultado tres etapas del proyecto, que involucran un total de 20 actividades. La etapa de preparación del sitio presenta 5 actividades, la Construcción es la etapa que presentó una mayor cantidad de actividades diferentes analizadas con 12, mientras que la operación y mantenimiento presentó 3, mismas que se señalan en el Cuadro V.7. Es de hacer mención que la etapa de Abandono no fue considerada dado que el presente proyecto constituye una ampliación de obras y actividades que actualmente se operan en la empresa, de manera que se aplicará el Plan de Abandono o Cierre del Promovente.

Cuadro V.80. Actividades de las diversas etapas identificadas para la identificación de impactos

ETAPA	ACTIVIDADES	
Preparación del sitio	Delimitación de áreas	
	Ejecución de actividades de protección y conservación de flora y fauna silvestre	
	Desmonte	
	Despalme	
	Almacenamiento de arbustos y tierra suelta	
Construcción	Implementación de obras provisionales (patios de maquinaria, almacenes, sanitarios)	
	Nivelación de terreno (cortes, terraplenes y acarreos)	
	Obras de drenaje y subterráneas	
	Estación de Bombeo La Churea	Cimentación y estructuras
		Edificaciones dentro de la Estación
		Instalación de tuberías
		Instalación de equipo mecánico y tanque de almacenamiento
		Instalaciones eléctricas y de control
	Acueducto	Instalación de la línea de conducción (tubería de HDPE)
		Instalación de obras especiales en la línea de conducción (venteos, drenes) en sitios permitidos y seguros
	Pozos	Cimentación y estructuras
		Instalaciones eléctricas
Operación y mantenimiento	**Operación del Acueducto La**	Operación y mantenimiento del sistema de bombeo

	Churea	Tránsito vehicular diurno y nocturno
		Mantenimiento a la terracería, obras de drenaje, limpieza y reparación de señales.
Abandono	Retiro de capa de terracería, limpieza del sitio, descompactación del suelo, Reincorporación del material producto del despalme y desmonte (pica y dispersión), Desmantelamiento de instalaciones electromecánicas del sistema de bombeo, Acondicionamiento del sitio para reforestación.	

Los componentes del sitio fueron seleccionados tomando en consideración la estructura y el diagnóstico del Sistema Ambiental del proyecto. Los componentes están agrupados en medio físico, biológico, paisaje y socioeconómico, un total de 27 atributos ambientales, estos atributos son considerados los indicadores ambientales del proyecto, de acuerdo a lo señalado en el Cuadro siguiente:

Cuadro V.81. Componentes del sistema ambiental del proyecto

Ambiente físico	
Atmósfera	Generación de polvos
	Ruido y vibraciones
	Humos/gases/olores
Agua superficial y subterránea	Escurrimiento
	Calidad
	Recarga
	Calidad
Suelo	Relieve
	Uso actual
	Uso Potencial
	Calidad
Ambiente biológico	
Vegetación y flora	Cubierta vegetal
	Especies protegidas o de interés especial
	Especies de interés especial
Fauna	Fauna silvestre
	Especies protegidas
	Especies de interés especial
Ambiente socioeconómico	

Servicios	Residuos sólidos
	Residuos peligrosos
	Agua de suministro
	Aguas residuales
Población	Calidad de vida
	Gestión ambiental
	Empleo / Mano de obra
	Comercio
Paisaje	
Paisaje	Unidades y elementos de paisaje
	Calidad del paisaje

V.1.3 Metodología de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Matriz de cribado ambiental

La base del sistema de identificación de impactos ambientales lo constituye la matriz de cribado ambiental, en que las columnas son las acciones o actividades del proyecto que puedan alterar el medio ambiente, y las filas son los factores ambientales que pueden ser alterados. Con estas entradas de filas y columnas se pueden definir las interacciones existentes.

A modo de simplificación en este proyecto se operó una matriz tipo Leopold reducida, diseñada solo para aquellos factores ambientales y actividades del proyecto que interactúan entre si, donde los elementos (i,j), fueron calificados de acuerdo a:

Dirección del impacto.

Se hace referencia al sentido del impacto sobre el factor definiéndose como:

INDETERMINADO	Cuando no fue posible determinar en qué dirección el factor o recurso es influido por la actividad.
BENEFICO	Cuando la actividad influye al factor o recurso positivamente.
ADVERSO	Se describe cuando la actividad o proceso altera negativamente al recurso o factor.

Duración del impacto.

Se refiere al tiempo en que el recurso o factor recibirá los impactos provocados por la actividad o proceso, definiéndose como:

CORTO PLAZO	Cuando la duración del impacto sobre el factor es menor a un año
MEDIANO PLAZO	Cuando la duración del impacto sea de 1 a 10 años
LARGO PLAZO	El impacto durará más de 10 años
PERMANENTE	Cuando la actividad impacta al factor de manera definitiva o, en un lapso que no es posible definir por la gran extensión de tiempo que implica

Magnitud del impacto.

Se refiere a la cantidad o porcentaje del recurso o factor que es impactado por una actividad, definiéndose como:

BAJA	Cuando se calcula o predice que menos del 1% del recurso es afectado
MEDIA	Cuando se calcula o predice que de 1 a 10% del recurso o factor es impactado
ALTA	Cuando se calcula o predice que más del 10% del factor es impactado

Importancia del impacto.

Se hace referencia a la significancia del impacto sobre el factor.

SIGNIFICATIVO	Cuando se presente significancia sobre el factor.
NO SIGNIFICATIVO	Cuando NO se presente significancia sobre el factor.

Valores

Con el fin de evaluar el impacto en los cuatro puntos anteriores, se les asignó los siguientes valores:

V A L O R E S			
DIRECCION	**DURACION**	**MAGNITUD**	**IMPORTANCIA**
1- Indeterminado	1. Corto plazo	1. Baja	1. No significativo
2. Benéfico	2. Mediano plazo	2. Media	2. Significativo
3. Adverso	3. Largo plazo	3. Alta	
	4. Permanente		

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS:

Es importante considerar que el uso de matrices simples de dos dimensiones, en algunos casos y para algunos factores ambientales, puede ofrecer algunos inconvenientes, especialmente que el formato no permite representar las interacciones sinérgicas que ocurren en el medio, ni tomar en cuenta los efectos indirectos o secundarios que se presentan con frecuencia en los proyectos.

En realidad, ningún elemento ambiental queda sin interacción, sin embargo, algunas de las actividades no evidencian este hecho, razón por lo que los cuadros correspondientes aparecen en blanco.

En una primera etapa, correspondiente a la identificación de los impactos, la matriz se utiliza como lista, señalando con una "x" las interacciones detectadas. Posteriormente esta matriz es utilizada para evaluar los impactos identificados, asignando los valores de dirección, duración, magnitud e importancia, anteriormente descritos.

Una vez identificados y evaluados los impactos, se procede a diferenciar a los clasificados como significativos, adversos, benéficos y aquellos de magnitud/importancia relativa, agrupándolos en otra matriz conocida como matriz de cribado, en donde se enfatizan tanto las facciones operadoras, como los factores ambientales que serían impactados, para después diseñar las medidas de mitigación pertinentes.

En el Cuadro V.9 se presenta la matriz de identificación de los impactos ambientales ocasionados por las obras y actividades del Proyecto en cada una de sus etapas.

Cuadro V.82. Matriz de identificación de impactos

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS Proyecto "Acueducto La Churea"					PREPARACIÓN DEL SITIO				
					Delimitación de áreas	Protección y conservación de flora y fauna silvestre	Desmonte	Despalme	Almacena-miento de material vegetal y tierra fértil
FACTORES SUSCEPTIBLES DE IMPACTO AMBIENTAL	FACTORES ABIOTICOS	AIRE		Generación de polvos			X	X	X
				Ruido/Vibraciones			X	X	X
				Humos/gases			X	X	X
		AGUA	Superf	Escurrimiento				X	
				Calidad					
			Subter	Recarga				X	
				Calidad					
		SUELO		Relieve					
				Uso Actual			X	X	
				Uso Potencial					X
				Calidad					
	FACTORES BIOTICOS	FLORA		Cubierta Vegetal			X		
				Especies Protegidas		X			
				Especies Interés Especial		X			
		FAUNA		Fauna Silvestre		X	X		
				Especies Protegidas		X	X		
				Especies Interés Especial		X	X		
	FACTORES SOCIOECONOMICOS	SERVICIOS		Residuos Sólidos	X		X	X	
				Residuos Peligrosos					
				Agua de suministro	X		X	X	
				Aguas residuales	X		X	X	
				Paisaje			X	X	X
				Calidad de Vida			X	X	
				Gestión Ambiental	X	X	X	X	
				Empleo/Mano de Obra	X	X	X	X	X
				Comercio			X	X	

(Continuación) Matriz de identificación de impactos (etapa de construcción)

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS Proyecto "Proyecto "Acueducto La Churea""					CONSTRUCCIÓN						
					Construcción zanja acueducto	Habilitación de brechas existentes	Construcción de camino con asfalto EB-LaChurea	Construcción de infraestructura de la Estación de Bombeo La Churea	Perforación de pozos de agua fresca	Construcción de infraestructura en pozos	Construcción de línea eléctrica de 34.5 kV
FACTORES SUSCEPTIBLES DE IMPACTO AMBIENTAL	FACTORES ABIOTICOS	AIRE		Generación de polvos	X	X	X	X	X	X	X
				Ruido/Vibraciones	X	X	X	X	X	X	X
				Humos/gases	X	X	X	X	X	X	X
		AGUA	Superf	Escurrimiento	X						
				Calidad							
			Subter	Recarga							
				Calidad							
		SUELO		Relieve							
				Uso Actual							
				Uso Potencial							
				Calidad							
	FACTORES BIOTICOS	FLORA		Cubierta Vegetal							
				Especies Protegidas							
				Especies Interés Especial							
		FAUNA		Fauna Silvestre							
				Especies Protegidas							
				Especies Interés Especial							

	FACTORES SOCIOECONOMICOS	SERVICIOS	Residuos Sólidos	X	X	X	X	X	X	X
			Residuos Peligrosos							
			Agua de suministro	X	X	X	X	X	X	X
			Aguas residuales	X	X	X	X	X	X	X
			Paisaje	X		X	X			X
			Calidad de Vida	X	X	X	X	X	X	X
			Gestión Ambiental	X	X	X	X	X	X	X
			Empleo/Mano de Obra	X	X	X	X	X	X	X
			Comercio	X	X	X	X	X	X	X

(Cont) Matriz de identificación de impactos (operación y mantenimiento)

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS Proyecto "Acueducto La Churea"					OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						
					Operación y mantenimiento de acueducto	Tránsito por accesos de terracería y su mtto	Tránsito por accesos de asfalto y su mtto	Operación de la Estación de Bombeo La Chureaa y su mtto	Bombeo de pozos de agua fresca	Operación y mantenimiento de línea eléctrica de 34.5 kV	Mantenimiento de maquinaria y equipo
FACTORES SUSCEPTIBLES DE IMPACTO AMBIENTAL	FACTORES ABIOTICOS	AIRE		Generación de polvos	X	X					
				Ruido/Vibraciones	X	X					
				Humos/gases	X	X	X				
		AGUA	Superf	Escurrimiento							
				Calidad							
			Subter	Recarga					X		
				Calidad							
		SUELO		Relieve							
				Uso Actual							
				Uso Potencial							
				Calidad							
	FACTORES BIOTICOS	FLORA		Cubierta Vegetal							
				Especies Protegidas							
				Especies Interés Especial							
		FAUNA		Fauna Silvestre							
				Especies Protegidas							
				Especies Interés Especial							

	FACTORES SOCIOECONOMICOS	SERVICIOS	Residuos Sólidos	X	X	X	X	X	X	X
			Residuos Peligrosos							X
			Agua de suministro	X			X	X	X	X
			Aguas residuales	X			X	X	X	X
			Paisaje				X		X	
			Calidad de Vida	X			X	X	X	X
			Gestión Ambiental	X			X	X	X	X
			Empleo/Mano de Obra	X			X	X	X	X
			Comercio	X			X	X	X	X

(Cont) Matriz de identificación de impactos (abandono)

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS Proyecto "Acueducto La Churea"					ABANDONO				
					Retiro de infraestructura	Limpieza del sitio	Descompac-tación del suelo	Reincorpo-ración del material rescatado	Reforestación
FACTORES SUSCEPTIBLES DE IMPACTO AMBIENTAL	FACTORES ABIOTICOS	AIRE		Generación de polvos	X	X	X	X	
				Ruido/Vibraciones	X	X	X	X	
				Humos/gases	X	X	X	X	
		AGUA	Superf	Escurrimiento	X		X		X
				Calidad					
			Subter	Recarga					X
				Calidad					
		SUELO		Relieve					
				Uso Actual					
				Uso Potencial					X
				Calidad					X
	FACTORES BIOTICOS	FLORA		Cubierta Vegetal					X
				Especies Protegidas					
				Especies Interés Especial					
		FAUNA		Fauna Silvestre					X
				Especies Protegidas					
				Especies Interés Especial					
	FACTORES SOCIOECONOMICOS	SERVICIOS		Residuos Sólidos	X	X	X	X	X
				Residuos Peligrosos					
				Agua de suministro	X	X	X	X	X
				Aguas residuales	X	X	X	X	X
				Paisaje	X	X	X	X	X
				Calidad de Vida	X	X	X	X	X
				Gestión Ambiental	X	X	X	X	X
				Empleo/Mano de Obra	X	X	X	X	X
				Comercio	X	X	X	X	X

MATRICES DE VALORIZACIÓN

Una vez identificadas las interacciones de los impactos ambientales entre los componentes del Sistema Ambiental y las obras y actividades de todas las etapas del Proyecto, se procede a valorizar cada una de las interacciones, como se detalla en el Cuadro V.10, esto para cada etapa del proyecto (preparación del sitio y sus actividades; construcción y sus actividades; operación y sus actividades; abandono).

De manera general, la valorización consiste en identificar la dirección en que va el impacto, ya sea benéfico o adverso; también su magnitud, que puede ser baja, mediana y alta; otro rubro es la duración del impacto, que se divide en 4, siendo corto plazo, mediano plazo, largo plazo y permanente; por último, se valoriza su importancia, ya sea significativo o no significativo.

Cuadro V.83. Matriz de valorización de las interacciones identificadas en el Cuadro V.9

VALORES CUALITATIVOS SIMBOLOGIA

DIRECCION
1.0 INDETERMINADO
2.0 BENEFICIO
3.0 ADVERSO

MAGNITUD
1.0 BAJA
2.0 MEDIA
3.0 ALTA

DURACION DEL IMPACTO
1.0 CORTO PLAZO
2.0 MEDIANO PLAZO
3.0 LARGO PLAZO
4.0 PERMENENTE

IMPORTANCIA
1.0 NO SIGNI FICATIVA
2.0 SIGNIFICA TIVA

					PREPARACIÓN DEL SITIO											
					Delimitación de áreas		Protección y conservación de flora y fauna silvestre		Desmonte		Despalme		Almacena-miento de material vegetal y tierra fértil	
FACTORES SUSCEPTIBLES DE IMPACTO AMBIENTAL	FACTORES ABIOTICOS	AIRE		Generación de polvos					3	1	3	1	3	1
									1	1	1	1	1	1
				Ruido/vibraciones					3	1	3	1	3	1
									1	1	1	1	1	1
				Humos/gases					3	1	3	1	3	1
									1	1	1	1	1	1
		AGUA	Superf	Escurrimiento							3	1		
											1	1		
				Calidad										
			Subter	Recarga							3	1		
											1	1		
				Calidad										
		SUELO		Relieve										
				Uso Actual					3	3	3	3		
									1	1	1	1		
				Uso Potencial									2	3
													1	1
				Calidad										
	FACTORES BIOTICOS	FLORA		Cubierta Vegetal					3	3				
									1	2				
				Especies Protegidas			2	2						
							2	1						
				Especies Interés Especial			2	2						
							2	1						
		FAUNA		Fauna Silvestre			2	1	3	3				
							1	1	1	1				
				Especies Protegidas			2	1	3	3				
							1	1	1	1				
				Especies Interés Especial			2	1	3	3				
							1	1	1	1				
	FACTORES SOCIOECONOMICOS	SERVICIOS		Residuos Sólidos	3	1			3	1	3	1		
					1	1			1	1	1	1		
				Residuos Peligrosos										
				Agua de suministro	3	1			3	1	3	1		
					1	1			1	1	1	1		
				Aguas residuales	3	1			3	1	3	1		
					1	1			1	1	1	1		
				Paisaje					3	1	3	1	3	1
									1	1	1	1	1	1
				Calidad de Vida					3	1	3	1		
									1	1	1	1		
				Gestión Ambiental	2	1	2	1	2	1	2	1		
					1	1	1	1	1	1	1	1		
				Empleo/Mano de Obra	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
				Comercio					2	1	2	1		
									1	1	1	1		

Matriz de valorización de las interacciones identificadas en el Cuadro V.9 (construcción)

VALORES CUALITATIVOS SIMBOLOGIA

DIRECCION
1.0 INDETERMINADO
2.0 BENEFICIO
3.0 ADVERSO

MAGNITUD
1.0 BAJA
2.0 MEDIA
3.0 ALTA

DURACION DEL IMPACTO
1.0 CORTO PLAZO
2.0 MEDIANO PLAZO
3.0 LARGO PLAZO
4.0 PERMENENTE

IMPORTANCIA
1.0 NO SIGNIFICATIVA
2.0 SIGNIFICATIVA

					CONSTRUCCIÓN													
					Construcción zanja acueducto		Habilitación de brechas existentes		Construcción de camino con asfalto EB-LaChurea		Construcción de infraestructura de la Estación de Bombeo La Churea		Perforación de pozos de agua fresca		Construcción de infraestructura en pozos		Construcción de línea eléctrica de 34.5 kV	
FACTORES SUSCEPTIBLES DE IMPACTO AMBIENTAL	FACTORES ABIOTICOS	AIRE		Generación de polvos	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
				Ruido/vibraciones	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
				Humos/gases	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		AGUA	Superf	Escurrimiento	3	2												
					1	1												
				Calidad														
			Subter	Recarga														
				Calidad														
		SUELO		Relieve														
				Uso Actual														
				Uso Potencial														
				Calidad														
	FACTORES BIOTICOS	FLORA		Cubierta Vegetal														
				Especies Protegidas														
				Especies Interés Especial														
		FAUNA		Fauna Silvestre														
				Especies Protegidas														
				Especies Interés														

			Especial															
	FACTORES SOCIOECONOMICOS	SERVICIOS	Residuos Sólidos	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Residuos Peligrosos														
			Agua de suministro	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Aguas residuales	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Paisaje	3	2			3	2	3	2					3	2
				1	1			1	1	1	1					1	1
			Calidad de Vida	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Gestión Ambiental	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
				2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
			Empleo/Mano de Obra	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
				1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
			Comercio	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Matriz de valorización de las interacciones identificadas en el Cuadro V.9 (operación)

VALORES CUALITATIVOS SIMBOLOGIA

DIRECCION
1.0 INDETERMINADO
2.0 BENEFICIO
3.0 ADVERSO

MAGNITUD
1.0 BAJA
2.0 MEDIA
3.0 ALTA

DURACION DEL IMPACTO
1.0 CORTO PLAZO
2.0 MEDIANO PLAZO
3.0 LARGO PLAZO
4.0 PERMENENTE

IMPORTANCIA
1.0 NO SIGNIFICATIVA
0 SIGNIFICATIVA

				OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO													
				Operación y mantenimiento de acueducto		Tránsito por accesos de terracería y su mtto		Tránsito por accesos de asfalto y su mtto		Operación de la Estación de Bombeo La Churea y su mtto		Bombeo de pozos de agua fresca		Operación y mantenimiento de línea eléctrica de 34.5 kV		Mantenimiento de maquinaria y equipo	
FACTORES SUSCEPTIBLES DE IMPACTO AMBIENTAL	FACTORES ABIOTICOS	AIRE	Generación de polvos	3	3	3	3										
				1	1	1	1										
			Ruido/vibraciones	3	3	3	3										
				1	1	1	1										
			Humos/gases	3	3	3	3	3	3								
				1	1	1	1	1	1								
		AGUA Superf	Escurrimiento														
			Calidad														
		AGUA Subter	Recarga									3	3				
												2	2				
			Calidad														
		SUELO	Relieve														
			Uso Actual														
			Uso Potencial														
			Calidad														
	FACTORES BIOTICOS	FLORA	Cubierta Vegetal														
			Especies Protegidas														
			Especies Interés Especial														
		FAUNA	Fauna Silvestre														
			Especies Protegidas														
			Especies Interés														

			Especial															
	FACTORES SOCIOECONOMICOS	SERVICIOS	Residuos Sólidos	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Residuos Peligrosos													3	3
																1	1
			Agua de suministro	3	3					3	3	3	3	3	3	3	3
				1	1					1	1	1	1	1	1	1	1
			Aguas residuales	3	3					3	3	3	3	3	3	3	3
				1	1					1	1	1	1	1	1	1	1
			Paisaje							3	3			3	3		
										1	1			1	1		
			Calidad de Vida	2	3					2	3	2	3	2	3	2	3
				1	1					1	1	1	1	1	1	1	1
			Gestión Ambiental	2	3					2	3	2	3	2	3	2	3
				2	1					2	1	2	1	2	1	2	1
			Empleo/Mano de Obra	2	3					2	3	2	3	2	3	2	3
				1	2					1	2	1	2	1	2	1	2
			Comercio	2	3					2	3	2	3	2	3	2	3
				1	2					1	2	1	2	1	2	1	2

Matriz de valorización de las interacciones identificadas en el Cuadro V.9 (abandono)

VALORES CUALITATIVOS SIMBOLOGIA

DIRECCION
1.0 INDETERMINADO
2.0 BENEFICIO
3.0 ADVERSO

MAGNITUD
1.0 BAJA
2.0 MEDIA
3.0 ALTA

DURACION DEL IMPACTO
1.0 CORTO PLAZO
2.0 MEDIANO PLAZO
3.0 LARGO PLAZO
4.0 PERMENENTE

IMPORTANCIA
1.0 NO SIGNI FICATIVA
2.0 SIGNIFICA TIVA

					ABANDONO									
					Retiro de infraestructura		Limpieza del sitio		Descompac-tación del suelo		Reincorpo-ración del material rescatado		Reforesta-ción	
FACTORES SUSCEPTIBLES DE IMPACTO AMBIENTAL	FACTORES ABIOTICOS	AIRE		Generación de polvos	3	1	3	1	3	1	3	1		
					1	1	1	1	1	1	1	1		
				Ruido/vibraciones	3	1	3	1	3	1	3	1		
					1	1	1	1	1	1	1	1		
				Humos/gases/olores	3	1	3	1	3	1	3	1		
					1	1	1	1	1	1	1	1		
		AGUA	Superf	Escurrimiento	3	1			3	1			2	3
					1	1			1	1			1	1
				Calidad										
			Subter	Recarga									2	3
													1	1
				Calidad										
		SUELO		Relieve										
				Uso Actual										
				Uso Potencial									2	3
													2	2
				Calidad									2	3
													2	2
	FACTORES BIOTICOS	FLORA		Cubierta Vegetal									2	3
													2	2
				Especies Protegidas										
				Especies Interés Especial										
		FAUNA		Fauna Silvestre									2	3
													2	2
				Especies Protegidas										
				Especies Interés Especial										
	FACTORES SOCIOECONOMICOS	SERVICIOS		Residuos Sólidos	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
				Residuos Peligrosos										
				Agua de suministro	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
				Aguas residuales	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
				Paisaje	3	1	3	1	3	1	3	1	2	3
					1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
				Calidad de Vida	3	1	3	1	3	1	3	1	2	3
					1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
				Gestión Ambiental	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
				Empleo/Mano de Obra	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2
					1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
				Comercio	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

V.2 Caracterización de los impactos

Una vez identificados los impactos deberán ser descritos, para determinar sus características y contar con la información que nos permita conocer la magnitud del impacto.

FACTORES ABIOTICOS

AIRE

Preparación del sitio
Actividad: Desmonte y despalme del terreno, manejo de arbustos y tierra suelta

Emisión de partículas de polvos por la circulación de maquinaria y por erosión del suelo durante el desmonte y despalme del terreno y el almacenamiento y manejo de arbustos y tierra suelta.

> El impacto es en área abierta con facilidad de dispersión de las partículas, por lo que se considera un impacto adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

Emisión de gases de combustión por la operación de maquinaria durante el desmonte y despalme del terreno y el almacenamiento y manejo de arbustos y tierra suelta.

> El impacto es en área abierta con facilidad de dispersión de humos, gases y olores provenientes de la maquinaria, por lo que se considera un impacto adverso, de corto plazo, de baja magnitud y no significativo.

Emisión de ruido ocasionado por la circulación de maquinaria durante el desmonte y despalme del terreno y el almacenamiento y manejo de arbustos y tierra suelta.

> El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión del ruido, por lo que se considera un impacto adverso, de corto plazo, de baja magnitud y no significativo.

AIRE

Construcción
Actividad: Colocación de tubería del acueducto subterráneo, construcción de infraestructura de la Estación de Bombeo La Churea, construcción de infraestructura de los pozos de agua fresca, habilitación de caminos de terracería y colocación de postes para la línea eléctrica.
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea, Pozos de agua fresca, caminos de acceso, línea eléctrica.

Generación de emisiones provenientes principalmente de los gases de combustión interna (NOx, CO, SOx) de maquinaria de construcción (motoconformadora, retroexcavadora, vibrocompactador), grúas para el transporte y manejo de la tubería que conforma el acueducto y vehículos que serán utilizadas para el manejo de los diversos materiales de construcción para las obras de la Estación de Bombeo La Churea, la construcción de los Pozos de agua fresca, de la línea del Acueducto y de la línea eléctrica.

> El impacto es en área abierta con facilidad de dispersión de los gases, por lo que se considera un impacto adverso, de mediano plazo, de magnitud baja y no significativo.

Emisión de partículas de polvos por la circulación de maquinaria de construcción y vehículos de personal por las brechas de terracería existentes. Cabe señalar que actualmente se encuentra un camino existente que une a la ciudad de Cananea con la comunidad de Bacoachi, por lo que actualmente se puede presenciar tránsito de vehículos.

> Mencionado lo anterior, se considera que la emisión es en área abierta con facilidad de dispersión de las partículas, por lo que se considera un impacto adverso, de mediano plazo, de magnitud baja y no significativo.

El nivel de ruido que se generará por la operación de la maquinaria durante todo el proceso constructivo de la Estación de Bombeo La Churea, los pozos de agua fresca, las líneas de conducción y la línea eléctrica no rebasa el nivel máximo permitido establecido en la legislación aplicable en esta materia para el perímetro del predio. Se estiman niveles de ruido menores a los 60 dB.

> Sin embargo, el impacto será en área abierta con facilidad de dispersión del ruido, por lo que se considera un impacto adverso, de mediano plazo, de baja magnitud y no significativo.

AIRE

Operación

Actividad: Operación y mantenimiento del acueducto, tránsito por caminos de terracería y asfalto y su mantenimiento, operación de la Estación de Bombeo La Churea, bombeo de pozos de agua y operación y mantenimiento de línea eléctrica.
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea, Pozos de agua fresca, caminos de acceso y línea eléctrica.

En menor medida se tendrá la emisión de partículas de polvos al realizar el mantenimiento de la línea de conducción (acueducto) y el tránsito de vehículos por los caminos existentes de terracería. Cabe señalar que actualmente se encuentra un camino existente que une a la ciudad de Cananea con la comunidad de Bacoachi, por lo que actualmente se puede presenciar tránsito de vehículos.

Mencionado lo anterior, se considera que la emisión es en área abierta con facilidad de dispersión de las partículas, por lo que se considera un impacto adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.

En menor medida se tendrá la generación de emisiones provenientes principalmente de los gases de combustión interna (NOx, CO, SOx) de maquinaria de construcción durante las actividades de mantenimiento del acueducto y terracerías, así como por el tránsito de vehículos que serán utilizados por el personal operativo.

El impacto es en área abierta con facilidad de dispersión de los gases, por lo que se considera un impacto adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.

De igual forma, en menor medida el nivel de ruido que se generará por la operación de la maquinaria de mantenimiento y el tránsito de vehículos no rebasa el nivel máximo permitido establecido en la legislación aplicable en esta materia para el perímetro del predio. Se estiman niveles de ruido menores a los 60 dB.

Sin embargo, el impacto será en área abierta con facilidad de dispersión del ruido, por lo que se considera un impacto adverso, de largo plazo, de baja magnitud y no significativo.

AGUA SUPERFICIAL

Preparación del sitio
Actividad: Despalme del terreno
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea y Pozos de agua fresca.

Al momento de comenzar las actividades de despalme del terreno durante la etapa de preparación del sitio, se prevé la afectación a los escurrimientos naturales en las obras mencionadas, siendo diferentes las condiciones del terreno.

El impacto se considera un impacto adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

Construcción
Actividad: Construcción de zanja de acueducto
Obra: Acueducto.

Si bien la zanja del acueducto se construirá sobre el derecho de vía existente, se prevé la afectación a los escurrimientos naturales por la zanja ya que la carretera cuenta con obras de drenaje, siendo diferentes las condiciones del terreno. Una vez construido quedará bajo las mismas condiciones actuales.

El impacto se considera un impacto adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

AGUA SUBTERRÁNEA

Preparación del sitio

Actividad: Despalme del terreno
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea y Pozos de agua fresca.

Al momento de comenzar las actividades de despalme del terreno durante la etapa de preparación del sitio, se prevé la afectación a los escurrimientos naturales en las obras mencionadas, teniendo una infiltración menor hacia el subsuelo.

> El impacto se considera un impacto adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

Operación

Actividad: Operación del bombeo de los pozos de agua fresca.
Obra: Pozos de agua fresca.

La operación del presente proyecto consiste en la extracción de agua subterránea para el abastecimiento (mediante acueducto subterráneo) de las plantas Concentradoras de Cobre, operadas por el Promovente. Al tenerse la extracción de agua fresca (de pozo), se tendrá un impacto sobre su nivel y su capacidad de recarga.

> Mencinando lo anterior, el impacto se considera adverso, de largo plazo, de magnitud media y significativo.

SUELOS

Preparación del sitio

Actividad: Desmonte y despalme del terreno
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea, Pozos de agua fresca, habilitación de caminos de acceso y línea eléctrica.

El uso actual del suelo cambiará al momento de comenzar las actividades de desmonte y despalme del terreno durante la etapa de preparación del sitio, mismo que será impactado al no presentarse las características naturales.

> El impacto se considera un impacto adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.

Actividad: Almacenamiento de material vegetal y tierra fértil

El material producto del desmonte y despalme del terreno será almacenado en áreas específicas del proyecto para que estas puedan ser utilizadas después de la vida útil del proyecto, garantizando así el uso del mismo suelo.

El impacto se considera un impacto benéfico, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de construcción

No aplica. Durante esta etapa no se afectará el relieve ni su uso actual (será impactado durante la preparación del sitio), ni tampoco la calidad del suelo.

Etapa de operación

No aplica. Durante esta etapa no se afectará el relieve ni su uso actual (será impactado durante la preparación del sitio), ni tampoco la calidad del suelo.

RECURSOS BIOTICOS

FLORA

Etapa: Preparación del sitio
Actividad: Desmonte del terreno
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea, Pozos de agua fresca, habilitación de caminos de acceso y línea eléctrica.

Los trabajos de desmonte removerán la cubierta vegetal en un total de 1.7780 ha. De esa superficie, en el 98.20% se desarrolla el tipo de vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, mientras que en el 1.80% restante se desarrolla el tipo de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino.

El impacto respecto a la cobertura vegetal se considera adverso, de largo plazo, de media magnitud y no significativo.

De las especies encontradas en el área de estudio, ninguna se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Actividad: Protección y conservación de flora silvestre

Se prevé la ejecución del Programa de rescate de flora silvestre y de interés, en su caso, para realizar la reubicación de especies susceptibles a rescate dentro de las superficies que requieren Cambio de Uso de Suelo. Se garantizará la sobrevivencia del 80% de las especies y será evaluado mediante indicadores.

El impacto se considera benéfico, de mediano plazo, de baja magnitud y significativo.

Etapa de construcción

Sin afectación sobre la flora

Etapa de operación

Sin afectación sobre la flora

FAUNA

Preparación del sitio
Actividad: Desmonte del terreno
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea, Pozos de agua fresca, caminos de acceso y línea eléctrica.

Los trabajos de desmonte durante esta etapa, alterarán el hábitat de la fauna silvestre o de interés especial, en su caso, por la remoción de la cubierta vegetal. Los mamíferos, así como los reptiles, son los mejores de los grupos representados en la zona. La mayoría de los mamíferos que predominan son de talla pequeña.

> El impacto respecto a la fauna (por alteración del hábitat) se considera adverso, de largo plazo (ya que se relocalizarán en áreas aledañas de características similares), de magnitud baja y no significativo.

Actividad: Protección y conservación de fauna silvestre

Se prevé la ejecución del Programa de rescate, reubicación y/o ahuyentamiento de la fauna silvestre y de interés, en su caso, que se presenten dentro de los polígonos del presente proyecto y/o áreas aledañas.

> El impacto se considera benéfico, de corto plazo, de baja magnitud y no significativo.

FAUNA

Preparación del sitio

Sin afectación sobre la fauna. Durante la ejecución de las obras y actividades de esta etapa se generará ruido y por ende se ahuyentará a la fauna que realice un acercamiento a los sitios.

Operación

Sin afectación sobre la fauna.

FACTORES SOCIOECONÓMICOS
ASPECTOS SOCIALES

USO DE SERVICIOS

Preparación del sitio

Actividad: Delimitación de áreas, desmonte y despalme del terreno.
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea, Pozos de agua fresca, caminos de acceso y línea eléctrica.

Generación de residuos sólidos

Para las fase de preparación del sitio se generarán residuos de tipo doméstico, consistentes en restos de comida de los trabajadores, bolsas plásticas de papel y plástico, envases de PET, aluminio y vidrio. Estos residuos serán almacenados en recipiente cerrado y posteriormente llevados al relleno sanitario de Agua Prieta o al Relleno Sanitario de Buenavista del Cobre, propiedad del promovente.

> Por el requerimiento de servicios de manejo de residuos sólidos el impacto se considera adverso, de corto plazo, no significativo y de baja magnitud.

Agua de suministro

Se requerirá de agua de calidad no potable para la humectación de superficies así como para el servicio de empleados, misma agua que deberá de provenir de sitios autorizados por la autoridad competente.

> Por el requerimiento de servicios de suministro de agua (no potable) el impacto se considera adverso, de corto plazo, no significativo y de baja magnitud.

Generación de aguas residuales

Las aguas residuales a generar durante la etapa de preparación del sitio serán del servicio a empleados y se manejarán a través de sanitarios portátiles con disposición final en sitios autorizados para su tratamiento/disposición final.

> Por el requerimiento de servicios de manejo de sanitarios portátiles, el impacto se considera adverso, de corto plazo, no significativo y de baja magnitud.

Construcción

Actividad: Construcción de zanja y colocación de tubería del acueducto, construcción de infraestructura de la Estación de Bombeo La Churea, habilitación de brechas existentes, construcción de camino con asfalto hacia la Estación de Bombeo, perforación de pozos de agua fresca, construcción de infraestructura de los pozos de agua fresca y construcción de línea eléctrica.
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea, Pozos de agua fresca, caminos de acceso y línea eléctrica.

Generación de residuos sólidos

Se generarán residuos provenientes de la alimentación del personal, tales como desperdicios de comida, bolsas de plástico, envases de aluminio, envases de vidrio, papel y cartón. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su disposición final en el relleno sanitario de Agua Prieta o en el Relleno Sanitario de Buenavista del Cobre, propiedad del Promovente.

Por el requerimiento de servicios de manejo de residuos sólidos el impacto se considera adverso, de mediano plazo, no significativo y de baja magnitud.

Se generarán residuos de manejo especial consistentes en pedacería de tubería y aceros, madera remanente, otros residuos remanentes de la construcción como escombro, mismos que podrán ser reutilizados en otras obras y actividades de la empresa o su recolección por una empresa autorizada.

Por el requerimiento de servicios de manejo de residuos de manejo especial, el impacto se considera adverso, de mediano plazo, no significativo y de magnitud baja.

Agua de suministro

Se requerirá de agua de calidad no potable para la compactación de áreas, mezclas de concreto y otras actividades de construcción, así como para el servicio de empleados, misma agua que deberá de provenir de sitios autorizados por la autoridad competente.

Por el requerimiento de servicios de suministro de agua (no potable) el impacto se considera adverso, de mediano plazo, no significativo y de baja magnitud.

Generación de aguas residuales

Las aguas residuales a generar durante la etapa de construcción serán del servicio a empleados y se manejarán a través de sanitarios portátiles con disposición final en sitios autorizados para su tratamiento/disposición final.

Por el requerimiento de servicios de manejo de sanitarios portátiles, el impacto se considera adverso, de mediano plazo, no significativo y de baja magnitud.

Operación

Actividad: Operación y mantenimiento del acueducto, tránsito por caminos de terracería y asfalto y su mantenimiento, operación de la Estación de Bombeo La Churea, bombeo de pozos de agua y operación y mantenimiento de línea eléctrica.
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea, Pozos de agua fresca, caminos de acceso y línea eléctrica.

Generación de residuos sólidos

Se generarán residuos del tipo sólidos urbanos, ya que el personal de la empresa Promovente y sus contratistas generarán como residuos el papel, materiales de empaque, latas de aluminio y residuos orgánicos de comida, principalmente. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su disposición final en el relleno sanitario de Agua Prieta o en el Relleno Sanitario de Buenavista del Cobre, propiedad del Promovente, según sea el caso.

Por el requerimiento de servicios de manejo de residuos sólidos el impacto se considera adverso, de largo plazo, no significativo y de magnitud baja.

En las actividades de mantenimiento del Acueducto y de las edificaciones de la Estación de Bombeo La Churea, los Pozos y la línea eléctrica, se generarán residuos de manejo especial, tales como pedacería de metal, tubería, madera, cables, etc. proveniente de las actividades de mantenimiento de la infraestructura.

Por el requerimiento de servicios de manejo de residuos de manejo especial el impacto se considera adverso, de largo plazo, no significativo y de magnitud baja.

Generación de residuos peligrosos

En la actividad de mantenimiento de maquinaria y equipo operativo, así como mantenimiento de pintura se generarán residuos peligrosos, dependiendo del tipo de pintura a utilizar. Los residuos podrían ser remanentes de pintura, envases vacíos, sólidos impregnados con pintura, herramienta de pintura, rebajadores o solventes, en su caso. El producto resultante será considerado como residuo peligroso y enviado a sitio autorizado por la SEMARNAT.

Por el requerimiento de servicios de manejo de residuos peligrosos el impacto se considera adverso, de largo plazo, no significativo y de baja magnitud.

Suministro de agua

Se requerirá de agua proveniente de sitios autorizados para el servicio del personal y contratistas (sanitarios, comedor) que operen y den mantenimiento a todo el Sistema de abastecimiento de agua fresca objeto del proyecto Acueducto La Churea.

Por el requerimiento de servicios de suministro de agua el impacto se considera adverso, de largo plazo, no significativo y de baja magnitud.

Generación de aguas residuales

En esta etapa la generación de aguas residuales es de servicios sanitarios del personal directo y contratistas, mismas que serán manejadas a través de empresa autorizada con disposición en sitio autorizado.

Por el requerimiento de servicios de manejo de aguas residuales el impacto de considera adverso, de largo plazo, no significativo y de baja magnitud.

PAISAJE

Preparación del sitio
Actividad: Desmonte y despalme del terreno, manejo de arbustos y tierra suelta
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea, Pozos de agua fresca, caminos de acceso y línea eléctrica.

Modificación del entorno paisajístico por acciones de desmonte y despalme del terreno, en áreas cuyos aspectos visuales son de vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino.

Como bien se detalla en el **Capítulo IV.2.2.4** del presente documento, el acueducto subterráneo será instalado a un costado de la carretera de asfalto Cananea – Bacoachi, específicamente sobre el derecho de vía en su totalidad, de igual manera la línea de transmisión eléctrica, y se concluye que la preparación del sitio no modificará el aspecto visual que se tiene actualmente De igual manera, durante la preparación del sitio se tendrá maquinaria, equipo e insumos por lo que el impacto ambiental se considera adverso, de corto plazo, de baja magnitud y no significativo.

PAISAJE

Construcción

Actividad: Construcción de zanja y colocación de tubería del acueducto, construcción de infraestructura de la Estación de Bombeo La Churea, habilitación de brechas existentes, construcción de camino con asfalto hacia la Estación de Bombeo, perforación de pozos de agua fresca, construcción de infraestructura de los pozos de agua fresca y construcción de línea eléctrica.
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea y línea eléctrica.

Modificación del entorno paisajístico por la presencia de maquinaria, equipo, personal y por las acciones de construcción de toda la infraestructura que comprende la zanja del acueducto, la estación de bombeo La Churea y la infraestructura de los pozos y la línea eléctrica, en un área cuyas vecindades tienen un aspecto visual de vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural en su mayoría.

El acueducto subterráneo se instalará a un costado (sobre el derecho de vía) de la Carretera existente Cananea – Bacoachi, y una línea de transmisión eléctrica, y se concluye que la construcción, maquinaria y equipo presentes no modificarán en gran medida el aspecto visual que se tiene actualmente, ya que la carretera y su derecho de vía ya fueron impactados con anterioridad. El impacto ambiental se considera adverso, de mediano plazo, de baja magnitud y no significativo.

PAISAJE

Operación
Actividad: Operación de la estación de bombeo y de la línea eléctrica.
Obra: Estación de Bombeo La Churea y línea eléctrica.

Se tendrá un aspecto visual nuevo ya con la infraestructura correspondiente a la Estación de Bombeo La Churea y la línea eléctrica de 34.5 kV., mismas obras que estarán a un costado de la carretera de asfalto Cananea – Bacoachi, y se utilizará su derecho de vía para los postes tipo "H" de la línea eléctrica, por lo cual no se determina como una zona privilegiada o única visualmente.

Al no tratarse de un lugar único en la región en términos de calidad visual, y aunado a una capacidad de absorción visual media, el sitio puede soportar el impacto visual de todo el sistema de abastecimiento de agua.

El impacto ambiental se considera adverso, de largo plazo, de baja magnitud y no significativo.

CALIDAD DE VIDA

Preparación del sitio
Actividad: Desmonte y despalme del terreno.

Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea, Pozos de agua fresca, caminos de acceso y línea eléctrica.

La calidad de vida de los trabajadores y de los transeúntes ajenos a las actividades del Promovente podría verse afectada por las emisiones de polvos, y la generación de residuos (sólidos y peligrosos).

El impacto se considera adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de construcción

Actividad: Construcción de zanja y colocación de tubería del acueducto, construcción de infraestructura de la Estación de Bombeo La Churea, habilitación de brechas existentes, construcción de camino con asfalto hacia la Estación de Bombeo, perforación de pozos de agua fresca, construcción de infraestructura de los pozos de agua fresca y construcción de línea eléctrica.
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea, Pozos de agua fresca, caminos de acceso y línea eléctrica.

En este aspecto se verá afectada la calidad de vida de los trabajadores y de los transeúntes ajenos a las actividades del Promovente, por las acciones de movimiento de maquinaria, operación de equipo y actividades de construcción, teniéndose la emisión de polvos, gases, y la generación de residuos (sólidos y peligrosos) y residuos sanitarios.

El impacto se considera adverso, de mediano plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de operación

Actividad: Operación y mantenimiento de acueducto, mantenimiento de caminos de terracería y asfalto, operación de la estación de bombeo La Churea, operación y mantenimiento de pozos y de la línea eléctrica.
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea, Pozos de agua fresca, caminos de acceso y línea eléctrica.

En este aspecto la calidad de vida de los empleados se verá favorecida ya que la operación de todo el sistema de abastecimiento de agua conlleva la generación de empleos y la adecuación de los servicios que actualmente se carecen en esa región.

El impacto ambiental se considera benéfico, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.

GESTIÓN AMBIENTAL

Etapa de preparación del sitio

Actividad: Delimitación de áreas, protección y conservación de flora y fauna, desmonte y despalme del terreno.
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea, Pozos de agua fresca, caminos de acceso y línea eléctrica.

Un impacto benéfico importante que se tendrá en el aspecto de gestión ambiental, es el de concientización de los trabajadores en el aprovechamiento racional de los recursos naturales y el cumplimiento de la normatividad, con impacto sinérgico hacia sus actividades y labores cotidianas, ya sea en sus puestos de trabajo y en sus hogares.

El impacto ambiental se considera benéfico, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de construcción
Actividad: Construcción de zanja y colocación de tubería del acueducto, construcción de infraestructura de la Estación de Bombeo La Churea, habilitación de brechas existentes, construcción de camino con asfalto hacia la Estación de Bombeo, perforación de pozos de agua fresca, construcción de infraestructura de los pozos de agua fresca y construcción de línea eléctrica.
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea, Pozos de agua fresca, caminos de acceso y línea eléctrica.

En el aspecto de gestión ambiental se tendrá un impacto benéfico, que consiste en la concientización de los trabajadores en el aprovechamiento racional de los recursos naturales y el cumplimiento de la normatividad, con impacto sinérgico hacia sus actividades cotidianas.

El impacto ambiental se considera benéfico, de mediano plazo, de magnitud baja y significativo.

Etapa de operación
Actividad: Operación y mantenimiento de acueducto, mantenimiento de caminos de terracería y asfalto, operación de la estación de bombeo La Churea, operación y mantenimiento de pozos y de la línea eléctrica.
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea, Pozos de agua fresca, caminos de acceso y línea eléctrica.

El personal que dé operación y mantenimiento a todo el sistema de abastecimiento de agua, tendrá capacitación continua para la concientización en el aprovechamiento racional de los recursos naturales, la segregación y valorización de los residuos sólidos urbanos y manejo especial, y en general el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable en su operación, con impacto sinérgico hacia sus actividades y labores cotidianas, ya sea en sus puestos de trabajo y en sus hogares.

El impacto ambiental se considera benéfico, de largo plazo, de magnitud baja y significativo.

ASPECTOS ECONOMICOS

EMPLEO

Etapa de preparación del sitio

Actividad: Delimitación de áreas, protección y conservación de flora y fauna, desmonte y despalme del terreno y almacenamiento de material vegetal y tierra fértil.
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea, Pozos de agua fresca, caminos de acceso y línea eléctrica.

Generación de empleos temporales en algunas de las actividades de la preparación del sitio, y mantenimiento de sus empleos para el personal que ya labora actualmente en la empresa, ya sea con puesto directo o como contratista.

El impacto se considera benéfico, de corto plazo, de baja magnitud y no significativo.

Etapa de construcción

Actividad: Construcción de zanja y colocación de tubería del acueducto, construcción de infraestructura de la Estación de Bombeo La Churea, habilitación de brechas existentes, construcción de camino con asfalto hacia la Estación de Bombeo, perforación de pozos de agua fresca, construcción de infraestructura de los pozos de agua fresca y construcción de línea eléctrica.
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea, Pozos de agua fresca, caminos de acceso y línea eléctrica.

Generación de empleos temporales y permanentes en algunas de las actividades de la construcción, y mantenimiento de sus empleos para el personal que ya labora actualmente en la empresa, ya sea con puesto directo o como contratista.

El impacto se considera benéfico, de mediano plazo, de magnitud media y no significativo.

Etapa de operación

Actividad: Construcción de zanja y colocación de tubería del acueducto, construcción de infraestructura de la Estación de Bombeo La Churea, habilitación de brechas existentes, construcción de camino con asfalto hacia la Estación de Bombeo, perforación de pozos de agua fresca, construcción de infraestructura de los pozos de agua fresca y construcción de línea eléctrica.
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea, Pozos de agua fresca, caminos de acceso y línea eléctrica.

Generación de nuevos empleos permanentes en algunas de las actividades de la construcción, y mantenimiento de sus empleos para el personal que ya labora actualmente en la empresa, ya sea con puesto directo o como contratista.

El impacto se considera benéfico, de largo plazo, de magnitud media y no significativo.

COMERCIO Y SERVICIOS

Etapa de preparación del sitio

Actividad: Desmonte y despalme del terreno.
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea, Pozos de agua fresca, caminos de acceso y línea eléctrica.

Entre los impactos positivos debe citarse el efecto sobre la actividad económica de comercio y servicios que se requerirán para la ejecución de los trabajos de preparación del sitio.

El impacto se considera benéfico, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de construcción

Actividad: Construcción de zanja y colocación de tubería del acueducto, construcción de infraestructura de la Estación de Bombeo La Churea, habilitación de brechas existentes, construcción de camino con asfalto hacia la Estación de Bombeo, perforación de pozos de agua fresca, construcción de infraestructura de los pozos de agua fresca y construcción de línea eléctrica.
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea, Pozos de agua fresca, caminos de acceso y línea eléctrica.

En esta etapa se tendrá una derrama económica del orden de los $500 millones de pesos mexicanos, beneficiándose el comercio y prestadores de servicios del ramo de la construcción.

El impacto se considera benéfico, de mediano plazo, de magnitud media y significativo.

Etapa de operación

Actividad: Construcción de zanja y colocación de tubería del acueducto, construcción de infraestructura de la Estación de Bombeo La Churea, habilitación de brechas existentes, construcción de camino con asfalto hacia la Estación de Bombeo, perforación de pozos de agua fresca, construcción de infraestructura de los pozos de agua fresca y construcción de línea eléctrica.
Obra: Acueducto, Estación de Bombeo La Churea, Pozos de agua fresca, caminos de acceso y línea eléctrica.

Se requerirán de suministros de papelería, mantenimiento de la infraestructura y servicios para la operación del sistema de abastecimiento de agua fresca en todos sus componentes.

El impacto se considera benéfico, de largo plazo, de magnitud media y no significativo.

FACTORES DE RIESGO

No aplica. No se utilizarán materiales peligrosos durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

V.3 Valoración de los impactos

En este apartado se describen los componentes de los impactos adversos previstos en la matriz de interacción de impactos, para ser atendidos en el Capítulo 07 de la presente Manifestación de Impacto Ambiental – Modalidad Particular (MIA-P), en las medidas de mitigación.

Para valorizar cada uno de los impactos, es necesario realizar el análisis de la matriz de Leopold para la identificación de los impactos ambientales, dentro de la cual se identificaron los impactos para cada componente (aire, agua superficial y subterránea, suelo, flora, fauna, servicios, paisaje) durante cada una de las etapas (preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y abandono), en los cuales se enlistó cada obra y/o actividad que ocasiona el impacto y su descripción. Una vez teniendo esta información se realizó la valorización de los impactos ambientales identificados para este proyecto, según la metodología utilizada, que se encuentra resumida en forma de tabla en el Cuadro V.11.

Cuadro V.84. Resumen de impactos ambientales y su valoración con la metodología utilizada

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL MODIFICADO	OBRA O ACTIVIDAD QUE OCASIONARÁ EL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO O RIESGO	VALORACION DEL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL
Preparación del sitio	Atmósfera	Desmonte, despalme y el almacenamiento y manejo de material vegetal y tierra fértil rescatadas.	Emisión de partículas de polvos por la circulación de maquinaria y por erosión del suelo durante el desmonte y despalme del terreno y el almacenamiento y manejo de arbustos y tierra suelta	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
			Emisión de gases de combustión por la operación de maquinaria durante el desmonte y despalme del terreno y el almacenamiento y manejo de arbustos y tierra suelta.	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
			Emisión de ruido ocasionado por la circulación de maquinaria durante el desmonte y despalme del terreno y el almacenamiento y manejo de arbustos y tierra suelta.	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
Construcción	Atmósfera	Construcción de zanja de acueducto Construcción de caminos de acceso Construcción de infraestructura de la Estación de Bombeo La Churea Perforación de pozos de agua	Generación de emisiones provenientes principalmente de los gases de combustión interna (NOx, CO, SOx) de maquinaria de construcción (motoconformadora, retroexcavadora, vibrocompactador), grúas para el transporte y manejo de la tubería que conforma el acueducto y vehículos que serán utilizadas para el manejo de los diversos materiales de construcción para las obras de la Estación de Bombeo La Churea, la construcción de los Pozos de agua fresca, de la línea del Acueducto y de la línea eléctrica.	Adverso, de mediano plazo, de magnitud baja y no significativo.
			Emisión de partículas de polvos por la circulación de maquinaria de construcción y vehículos de personal por las brechas de terracería existentes. Cabe señalar que actualmente se encuentra un camino existente que une a la ciudad de Cananea	Adverso, de mediano plazo, de magnitud baja y no significativo.

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL MODIFICADO	OBRA O ACTIVIDAD QUE OCASIONARÁ EL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO O RIESGO	VALORACION DEL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL
		fresca Construcción de infraestructura de pozos	con la comunidad de Bacoachi, por lo que actualmente se puede presenciar tránsito de vehículos.	
			El nivel de ruido que se generará por la operación de la maquinaria durante todo el proceso constructivo de la Estación de Bombeo La Churea, los pozos de agua fresca, las líneas de conducción y la línea eléctrica no rebasa el nivel máximo permitido establecido en la legislación aplicable en esta materia para el perímetro del predio. Se estiman niveles de ruido menores a los 60 dB.	Adverso, de mediano plazo, de magnitud baja y no significativo.
Operación y mantenimiento	Atmósfera	Operación-mtto del Acueducto Tránsito por accesos de terracería y su mantenimiento	En menor medida se tendrá la emisión de partículas de polvos al realizar el mantenimiento de la línea de conducción (acueducto) y el tránsito de vehículos por los caminos existentes de terracería. Cabe señalar que actualmente se encuentra un camino existente que une a la ciudad de Cananea con la comunidad de Bacoachi, por lo que actualmente se puede presenciar tránsito de vehículos.	Adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.
			En menor medida se tendrá la generación de emisiones provenientes principalmente de los gases de combustión interna (NOx, CO, SOx) de maquinaria de construcción durante las actividades de mantenimiento del acueducto y terracerías, así como por el tránsito de vehículos que serán utilizados por el personal operativo.	Adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.
			En menor medida el nivel de ruido que se generará por la operación de la maquinaria de mantenimiento y el tránsito de vehículos no rebasa el nivel máximo permitido establecido en la legislación aplicable en	Adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL MODIFICADO	OBRA O ACTIVIDAD QUE OCASIONARÁ EL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO O RIESGO	VALORACION DEL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL
			esta materia para el perímetro del predio. Se estiman niveles de ruido menores a los 60 dB.	
Abandono	Atmósfera	Retiro de infraestructura, Limpieza del sitio, Descompactación del suelo y Reincorporación del material rescatado	Emisión de partículas de polvos por la circulación de maquinaria y por erosión del suelo durante el desmonte y despalme del terreno y el almacenamiento y manejo de arbustos y tierra suelta	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
			Emisión de gases de combustión por la operación de maquinaria durante el desmonte, despalme del terreno y manejo de material vegetal y tierra fértil	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
			Emisión de ruido ocasionado por la circulación de maquinaria	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
Preparación del sitio	Escurrimientos	Despalme	Al momento de comenzar las actividades de despalme del terreno durante la etapa de preparación del sitio, se prevé la afectación a los escurrimientos naturales en las obras mencionadas, siendo diferentes las condiciones del terreno	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
	Agua subterránea		Al momento de comenzar las actividades de despalme del terreno durante la etapa de preparación del sitio, se prevé la afectación a los escurrimientos naturales en las obras mencionadas, teniendo una infiltración menor hacia el subsuelo.	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL MODIFICADO	OBRA O ACTIVIDAD QUE OCASIONARÁ EL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO O RIESGO	VALORACION DEL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL
	Agua superficial	Todas las actividades	Generación de aguas residuales del servicio a empleados, cuyo manejo inadecuado podría causar contaminación del agua y suelo.	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
Construcción	Agua Escurrimientos	Obras de construcción (acueducto)	Interrupción de los escurrimientos naturales	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
Construcción Operación	Agua superficial y/o subterránea	Todas las obras/ actividades	Requerimiento de suministro de agua para el consumo y servicio de los operadores. Requerimientos de agua de calidad no potable para la humectación de caminos y suelos desnudos por donde transite la maquinaria y vehículos.	Adverso, de largo plazo, de magnitud media y significativo
			Generación de aguas residuales del servicio a empleados, cuyo manejo inadecuado podría causar contaminación del agua y suelo	Adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.
Operación	Agua subterránea	Bombeo de los pozos de agua fresca	La operación del presente proyecto consiste en la extracción de agua subterránea para el abastecimiento (mediante acueducto subterráneo) de las plantas Concentradoras de Cobre, operadas por el Promovente. Al tenerse la extracción de agua fresca (de pozo), se tendrá un impacto sobre su nivel y su capacidad de recarga.	Adverso, de largo plazo, de magnitud media y significativo.

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL MODIFICADO	OBRA O ACTIVIDAD QUE OCASIONARÁ EL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO O RIESGO	VALORACION DEL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL
Abandono	Agua superficial	Retiro de la infraestructura, Descompactación del suelo y Reincorporación del material rescatado	Modificación del drenaje natural de los sitios	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
		Todas las actividades	Requerimiento de suministro de agua para el consumo y servicio de los operadores. Requerimientos de agua de calidad no potable para la humectación de caminos y suelos desnudos por donde transite la maquinaria y vehículos.	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
			Generación de aguas residuales del servicio a empleados, cuyo manejo inadecuado podría causar contaminación del agua y suelo	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
Preparación del sitio	Suelo	Desmonte y despalme	El uso actual del suelo cambiará al momento de comenzar las actividades de desmonte y despalme del terreno durante la etapa de preparación del sitio, mismo que será impactado al no presentarse las características naturales.	Adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.
		Todas las actividades	Para las fase de preparación del sitio se generarán residuos de tipo doméstico, consistentes en restos de comida de los trabajadores, bolsas plásticas de papel y plástico, envases de PET, aluminio y vidrio. Estos residuos serán almacenados en recipiente cerrado y posteriormente llevados al relleno sanitario de Agua Prieta o al Relleno Sanitario de Buenavista del Cobre, propiedad del promovente	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL MODIFICADO	OBRA O ACTIVIDAD QUE OCASIONARÁ EL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO O RIESGO	VALORACION DEL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL
Construcción	Suelo	Todas las actividades	Se generarán residuos provenientes de la alimentación del personal, tales como desperdicios de comida, bolsas de plástico, envases de aluminio, envases de vidrio, papel y cartón. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su disposición final en el relleno sanitario de Agua Prieta o en el Relleno Sanitario de Buenavista del Cobre, propiedad del Promovente.	Adverso, de mediano plazo, de magnitud baja y no significativo.
			Se generarán residuos de manejo especial consistentes en pedacería de tubería y aceros, madera remanente, otros residuos remanentes de la construcción como escombro, mismos que podrán ser reutilizados en otras obras y actividades de la empresa o su recolección por una empresa autorizada.	Adverso, de mediano plazo, de magnitud baja y no significativo.
Operación	Suelo	Todas las actividades	Se generarán residuos del tipo sólidos urbanos, ya que el personal de la empresa Promovente y sus contratistas generarán como residuos el papel, materiales de empaque, latas de aluminio y residuos orgánicos de comida, principalmente. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su disposición final en el relleno sanitario de Agua Prieta o en el Relleno Sanitario de Buenavista del Cobre, propiedad del Promovente, según sea el caso.	Adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL MODIFICADO	OBRA O ACTIVIDAD QUE OCASIONARÁ EL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO O RIESGO	VALORACION DEL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL
		Mantenimiento	En las actividades de mantenimiento del Acueducto y de las edificaciones de la Estación de Bombeo La Churea, los Pozos y la línea eléctrica, se generarán residuos de manejo especial, tales como pedacería de metal, tubería, madera, cables, etc. proveniente de las actividades de mantenimiento de la infraestructura.	Adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.
			En la actividad de mantenimiento de maquinaria y equipo operativo, así como mantenimiento de pintura se generarán residuos peligrosos, dependiendo del tipo de pintura a utilizar. Los residuos podrían ser remanentes de pintura, envases vacíos, sólidos impregnados con pintura, herramienta de pintura, rebajadores o solventes, en su caso. El producto resultante será considerado como residuo peligroso y enviado a sitio autorizado por la SEMARNAT.	Adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.
Abandono	Suelo	Todas las actividades	Generación de residuos de tipo doméstico, consistentes en restos de comida de los trabajadores, bolsas plásticas de papel y plástico, envases de PET, aluminio y vidrio, cuyo manejo inadecuado podría causar contaminación del suelo	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
Preparación del sitio	Flora	Desmonte	Los trabajos de desmonte removerán la cubierta vegetal en un total de 1.7780 ha. De esa superficie, en el 98.20% se desarrolla el tipo de vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, mientras que en el 1.80% restante se desarrolla el tipo de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino.	Adverso, de largo plazo, de magnitud media y no significativo.

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL MODIFICADO	OBRA O ACTIVIDAD QUE OCASIONARÁ EL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO O RIESGO	VALORACION DEL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL
Preparación del sitio	Fauna	Desmonte	Los trabajos de desmonte durante esta etapa, alterarán el hábitat de la fauna silvestre o de interés especial, en su caso, por la remoción de la cubierta vegetal. Los mamíferos, así como los reptiles, son los mejores de los grupos representados en la zona. La mayoría de los mamíferos que predominan son de talla pequeña.	Adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.
Preparación del sitio	Paisaje	Desmonte y despalme del terreno, Almacenamiento de material vegetal y tierra fértil	Modificación del entorno paisajístico por acciones de desmonte y despalme del terreno, en áreas cuyos aspectos visuales son de vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino.	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
Construcción	Paisaje	Todas las actividades	Modificación del entorno paisajístico por la presencia de maquinaria, equipo, personal y por las acciones de construcción de toda la infraestructura que comprende la zanja del acueducto, la estación de bombeo La Churea y la infraestructura de los pozos y la línea eléctrica, en un área cuyas vecindades tienen un aspecto visual de vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural en su mayoría.	Adverso, de mediano plazo, de magnitud baja y no significativo.
Operación	Paisaje	Todas las actividades	Se tendrá un aspecto visual nuevo ya con la infraestructura correspondiente a la Estación de Bombeo La Churea y la línea eléctrica de 34.5 kV., mismas obras que estarán a un costado de la carretera de asfalto Cananea – Bacoachi, y se utilizará su derecho de vía para los postes tipo "H" de la línea eléctrica, por lo cual no se determina	Adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL MODIFICADO	OBRA O ACTIVIDAD QUE OCASIONARÁ EL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO O RIESGO	VALORACION DEL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL
			como una zona privilegiada o única visualmente.	
Preparación del sitio	Calidad de vida	Todas las actividades	La calidad de vida de los trabajadores y de los transeúntes ajenos a las actividades del Promovente podría verse afectada por las emisiones de polvos, y la generación de residuos (sólidos y peligrosos).	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
Operación	Calidad de vida	Todas las actividades	En este aspecto se verá afectada la calidad de vida de los trabajadores y de los transeúntes ajenos a las actividades del Promovente, por las acciones de movimiento de maquinaria, operación de equipo y actividades de construcción, teniéndose la emisión de polvos, gases, y la generación de residuos (sólidos y peligrosos) y residuos sanitarios.	Adverso, de mediano plazo, de magnitud baja y no significativo.

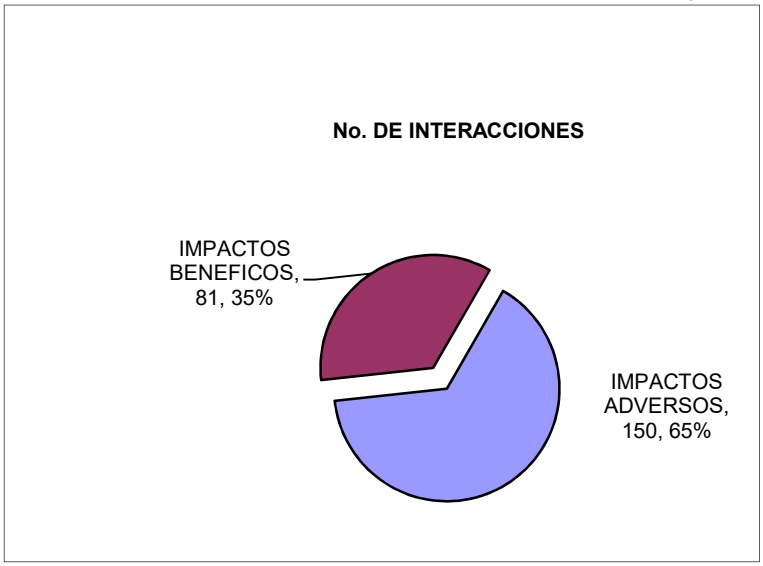
V.4 Conclusiones

Una vez identificados los impactos, se procede a caracterizarlos, considerando entre otros elementos, las estimaciones cualitativas o cuantitativas que se realizaron con anterioridad.

Los impactos ambientales que generarán las acciones del proyecto sobre los factores del medio ambiente, se muestran en la Matriz de Leopold adecuada a las características del ámbito natural, biótico, abiótico, socioeconómicos y paisaje. En ella se señalan las interacciones correspondientes a las etapas de preparación del sitio, construcción y operación-mantenimiento.

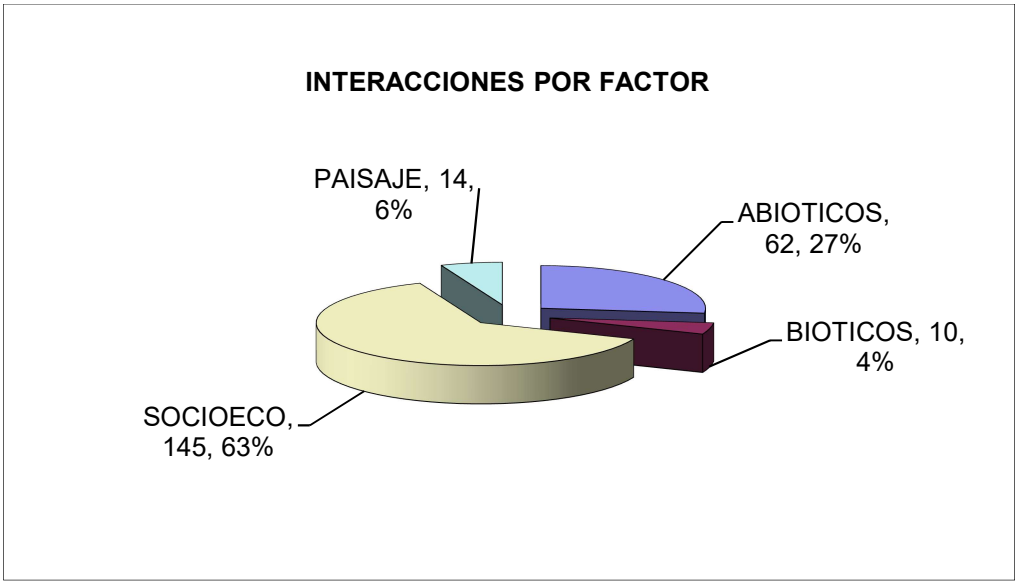
Dentro de la matriz se aprecian 231 interrelaciones, de las cuales 150 corresponden a impactos adversos y 81 a impactos benéficos, como se resume gráficamente en la Figura V.1.

Figura V.52. Número de interacciones de los impactos ambientales y su dirección



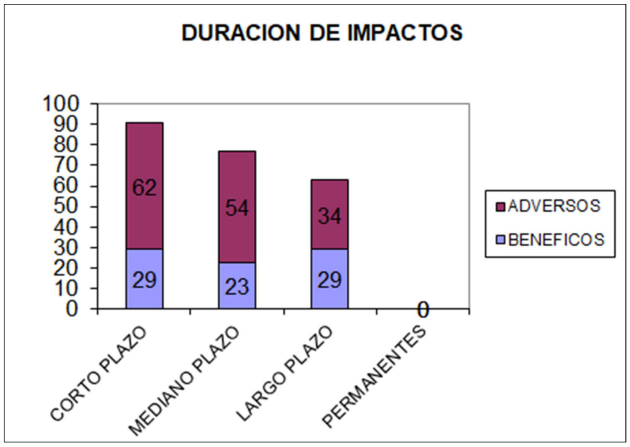
En cuanto a las interacciones por **FACTORES**, se tiene que el 63% del total corresponden a factores socioeconómicos, 27% a factores abióticos, 4% a factores bióticos y 6% al factor paisaje, como se presenta en la Figura V.2.

Figura V.53. Porcentaje de interacciones por cada factor aplicable al Proyecto



Analizado lo anterior, ahora se graficó la **DURACIÓN** de los impactos, mismos que se tiene que el 27.3% de los impactos son de largo plazo, 33.3% de mediano plazo y el 39.4% son de corto plazo (Ver Figura V.3). A su vez, se establece que en su mayoría los impactos adversos son de corto plazo, que corresponde a las etapas de preparación del sitio (donde se tiene la mayor cantidad de impactos) y al abandono del sitio, que son las etapas donde el tiempo de ejecución son menores, de ahí radica el factor corto plazo. De esta gráfica también se puede observar que los impactos adversos de mediano plazo figuran en la segunda plaza, esto por la etapa de construcción. Y por último, los impactos adversos de largo plazo corresponden a la etapa de operación y mantenimiento, que es donde se prevé la menor cantidad de impactos ambientales por la naturaleza de las actividades operativas.

Figura V.54. Gráfica de la duración, corto y largo plazo, de los impactos benéficos y adversos



De manera resumida, se establece que el 65% de los impactos identificados son adversos, y un 37% de éstos tienen repercusión directa en los componentes ambientales.

Por la naturaleza del proyecto que implica un cambio de uso del suelo, algunos impactos plantean la recuperación de los componentes afectados hasta el largo plazo. No obstante, los impactos son de carácter temporal, y de índole localizado, es decir, las probabilidades de que se extiendan más allá de los límites del sitio de cambio de uso del suelo son nulas.

Otro aspecto que favorece el desarrollo del proyecto desde el punto de vista ambiental es el carácter de reversibilidad de los impactos, que se presenta en un 100% de los casos, además, la recuperación o mitigación se prevé que puede lograrse en el mediano plazo. En este mismo sentido, la factibilidad de recuperación de los componentes ambientales es alta en este caso, una vez ejecutando las medidas de prevención, mitigación o compensación para cada impacto adverso.

Complementando lo anterior, se puede evidenciar que los componentes ambientales que serán principalmente afectados de manera negativa son: el agua (reducción de la infiltración y explotación del recurso subterráneo), el suelo (erosión y compactación), el paisaje (modificación del entorno natural), los componentes geológico y geomorfológico (alteración de los patrones topográficos), y la vegetación (reducción de poblaciones). En contraparte, los impactos positivos se tienen en su mayoría en los socioeconómicos.

Por otra parte, si bien la matriz cuantitativa evidencia la predominancia de impactos adversos moderados, se debe resaltar que en su mayoría los impactos repercutirán principalmente al interior del sitio de cambio de uso del suelo, con reducido alcance en la zona de influencia del proyecto y en el sistema ambiental en general dado que se trata de un cambio de uso del suelo en una superficie relativamente reducida. Así mismo, es claro que al interior del espacio que ocupa el proyecto los impactos pueden ser sólo parcialmente mitigados, pero es factible que la recuperación de los servicios ambientales afectados tenga lugar en la periferia del sitio del proyecto, con lo cual dicha pérdida puede ser compensada y de esta forma no se pone en riesgo inminente la continuidad de ninguno de los componentes del ecosistema y se respeta su integridad funcional.

Finalmente, es conveniente señalar que algunos de los impactos que serán generados durante el proyecto están teniendo lugar ya en la actualidad en el sistema ambiental y en la zona de influencia del sitio del proyecto, ya sea de manera natural, o inducidos por actividades antrópicas que se practican sin control y sin la aplicación de medidas de mitigación (entre éstos los cambios de uso del suelo para apertura de terrenos y brechas de rancherías, principalmente). En este sentido, el proyecto podrá incluso contribuir a la remediación de algunos de dichos impactos mediante las medidas de mitigación consideradas, coadyuvando con ello a la mejora del ambiente más allá de los límites del sitio de cambio de uso del suelo y de los terrenos del Acueducto La Churea y sus obras complementarias.

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

VI.1 Análisis de la biodiversidad

El proyecto para su desarrollo ocupará una superficie forestal de 3.4338 hectáreas las cuales se encuentran en su totalidad dentro de un Sistema Ambiental Regional (SAR) que abarca una superficie total estimada de 3,044.3380 ha, de tal forma que el área del proyecto corresponde al 0.11% del total del SAR, por lo que los cambios que se den en esta área del proyecto, seguramente no afectarán la dinámica natural ni el funcionamiento ecológico del sistema ambiental regional correspondiente.

Al igual que en el sistema ambiental, se determinó el índice de diversidad (Shanon-Wiener) para las especies de flora y fauna encontradas en los diferentes tipos de vegetación de las áreas propuestas para CUSTF. Así, a continuación se presentan los resutados de esas estimaciones.

VI.1.1 Flora

Analizando los índices para las especies de flora, por estrato para cada tipo de vegetación, en este caso dos: vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural. A continuación se describe el análisis realizado.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (VSABE)

Estrato arbóreo

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales arbóreas del ecosistema con VSABE del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.85. Valores del índice de diversidad de las poblaciones de especies arbóreas del ecosistema con VSABE del área del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Prosopis velutina	Mezquite	115	1.0000	0.0000	0.0000
	TOTAL:	**115**	**1.0000**	**0.0000**	**0.0000**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***0.0000***
				Riqueza (S) =	***1***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***0.0000***
				Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.0000***

Ahora bien, en el VSABE del SA del área de interés, se encontró al mezquite (*Prosopis velutina*) como única especie del estrato arbóreo y, en virtud de que los índices de diversidad no pueden definirse con solo una especie, al aplicarse las ecuaciones para su estimación se obtiene un valor igual a cero, como se presenta en la tabla anterior para esta especie.

Considerando que el índice de diversidad para la choya tasajo tiene un valor de 0.0 por ser especie única en el tipo de forma de vida que presenta, los atributos de diversidad máxima (*lnS*) y el de equidad (*J*), adquieren también un valor de 0.0.

Estrato arbustivo

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales arbustivas del ecosistema con VSABE del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.86. Valores del índice de diversidad de las especies arbustivas del ecosistema con VSABE del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Hymenoclea monogyra	Jécota	23	0.4286	-0.8473	-0.3631
Juniperus deppeana	Táscale	31	0.5714	-0.5596	-0.3198
	TOTAL:	**54**	**1.0000**	**-1.4069**	**-0.6829**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***0.6829***
				Riqueza (S) =	***2***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***0.6931***
				Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.9852***

Ahora bien, si queremos analizar los resultados de la tabla anterior veremos que, de acuerdo a Moreno (2001), la diversidad alfa a nivel de especies puede analizarse como la riqueza (número de especies distintas presentes en un ecosistema o área de interés) o la estructura (proporción de cada especie dentro de un ecosistema). Este segundo componente se refiere al grado de heterogeneidad dentro de los ecosistemas. Para ello, en ecología de poblaciones se han desarrollado distintas aproximaciones cuantitativas, la mayoría de ellas basadas en la teoría de la información. Por ejemplo, el análisis de la diversidad de especies en un ecosistema o región puede medirse con el índice de Shannon-Wiener o de Margalef, entre otros, haciendo referencia a la proporción de las densidades alcanzadas por las especies.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del estrato arbustivo de la tabla anterior, el táscale (*Juniperus deppeana*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.5714) y el mayor valor en diversidad obtenidos para ese grupo de especies arbustivas muestreado.

Estrato herbáceo

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales herbáceas del ecosistema con VSABE del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.87. Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas del ecosistema con VSABE del SA del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Bouteloua gracilis	Zacate navajita	2408	0.3879	-0.9471	-0.3673
Bouteloua repens	Navajita delgada	738	0.1190	-2.1290	-0.2533
Eragrostis superba	Zacate garrapata	754	0.1214	-2.1084	-0.2560
Sporobolus airoides	Zacatón alcalino	2308	0.3717	-0.9895	-0.3679
	TOTAL:	**6208**	**1.0000**	**-6.1740**	**-1.2445**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***1.2445***
				Riqueza (S) =	***4***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***1.3863***
				Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.8977***

Si analizamos los resultados del índice de diversidad para los elementos del estrato herbáceo de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), el zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.3879) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

Estrato cactáceo

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales cactáceas del ecosistema con VSABE del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.88. Valores del índice de diversidad de las especies de cactáceas del ecosistema con VSABE del SA del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Opuntia thurberi	Choya tasajo	8	1.0000	0.0000	0.0000
	TOTAL:	**8**	**1.0000**	**0.0000**	**0.0000**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	**0.0000**
				Riqueza (S) =	***1***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	**0.0000**
				Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	**0.0000**

En el VSABE del SA del área de interés se encontró a la choya tasajo (*Opuntia thurberi*) como única especie cactácea y, en virtud de que los índices de diversidad no pueden definirse con solo una especie, al aplicarse las ecuaciones para su estimación se obtiene un valor igual a cero, como se presenta en la tabla anterior para esta especie.

Considerando que el índice de diversidad para la choya tasajo tiene un valor de 0.0 por ser especie única en el tipo de forma de vida que presenta, los atributos de diversidad máxima (*lnS*) y el de equidad (*J*), adquieren también un valor de 0.0.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural (VSAPN)

Estrato arbóreo

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales arbóreas del ecosistema con VSAPN del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.89. Valores del índice de diversidad de las poblaciones de especies arbóreas del ecosistema con VSAPN del área del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Prosopis velutina	Mezquite	317	0.9754	-0.0249	-0.0243
Quercus arizonica	Encino blanco	8	0.0246	-3.7044	-0.0912
TOTAL:		**325**	**1.0000**	**-3.7293**	**-0.1155**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***0.1155***
Riqueza (S) =					***2***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***0.6931***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.1666***

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del estrato arbustivo de la tabla anterior, el mezquite (*Prosopis velutina*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.9754) y el mayor valor en diversidad obtenidos para ese grupo de especies arbóreas muestreado.

Estrato arbustivo

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales arbustivas del ecosistema con VSAPN del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.90. Valores del índice de diversidad de las especies arbustivas del ecosistema con VSAPN del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Acacia constricta	Mezquitillo	167	0.1200	-2.1205	-0.2544
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	750	0.5388	-0.6184	-0.3332
Dasylirion wheeleri	Sotol	8	0.0057	-5.1591	-0.0296
Fouquieria splendens	Ocotillo	192	0.1379	-1.9810	-0.2732
Juniperus deppeana	Táscale	42	0.0302	-3.5008	-0.1056
Mimosa biuncifera	Gatuña	200	0.1437	-1.9402	-0.2788
Yucca schottii	Yuca	33	0.0237	-3.7420	-0.0887
TOTAL:		**1392**	**1.0000**	**-19.0620**	**-1.3636**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.3636***
Riqueza (S) =					***7***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.9459***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.7007***

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del estrato arbustivo de la tabla anterior, el cósahui de vaina (*Calliandra eriophylla*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.5388) y el mayor valor en diversidad obtenidos para ese grupo de especies arbustivas muestreado.

Estrato herbáceo

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales herbáceas del ecosistema con VSAPN del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.91. Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas del ecosistema con VSAPN del SA del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Bouteloua curtipendula	Zacate banderilla	17500	0.2362	-1.4432	-0.3408
Bouteloua gracilis	Zacate navajita	44875	0.6056	-0.5015	-0.3037
Bouteloua repens	Navajita delgada	450	0.0061	-5.1039	-0.0310
Eragrostis superba	Zacate garrapata	9604	0.1296	-2.0432	-0.2648
Panicum maximum	Zacate Guinea	1667	0.0225	-3.7943	-0.0854
TOTAL:		**74096**	**1.0000**	**-12.8860**	**-1.0257**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.0257***
Riqueza (S) =					***5***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.6094***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.6373***

Si analizamos los resultados del índice de diversidad para los elementos del estrato herbáceo de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), el zacate navajita

(*Bouteloua gracilis*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.6056) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

Estrato cactáceo

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales cactáceas del ecosistema con VSAPN del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.92. Valores del índice de diversidad de las especies de cactáceas del ecosistema con VSAPN del SA del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Opuntia engelmannii	Nopal	17	0.3091	-1.1741	-0.3629
Opuntia thurberi	Choya tasajo	38	0.6909	-0.3697	-0.2555
TOTAL:		**55**	**1.0000**	**-1.5439**	**-0.6184**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					**0.6184**
Riqueza (S) =					***2***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					**0.6931**
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					**0.8921**

Si analizamos los resultados del índice de diversidad para las cactáceas de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), la choya tasajo (*Opuntia thurberi*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.6909) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

VI.1.2 Fauna

Para conocer la diversidad de los grupos faunísticos que habitan en el área del proyecto se utilizó el Indice de Shanon – Wiener. Los índices de diversidad estimados para las especies de los diferentes grupos faunísticos muestreados dentro del área propuesta para CUSTF (reptiles, mamíferos y aves), se muestran a continuación:

Grupo faunístico: Reptiles

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies del grupo faunístico reptiles del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos (riqueza, diversidad máxima e índice de equidad), se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.93. Valores del índice de diversidad de las especies de reptiles registrados en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Cnemidophorus burti	Huico manchado	1	0.1579	-1.8458	-0.2914
Cnemidophorus tigris	Huico tigre del NW	2	0.2105	-1.5581	-0.3280
Holbrookia maculata	Lagartija sorda	2	0.2105	-1.5581	-0.3280
Sceloporus jarrovii	Lagartija espinosa	4	0.4211	-0.8650	-0.3642
TOTAL:		**9**	**1.0000**	**-5.8271**	**-1.3117**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.3117***
Riqueza (S) =					***4***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.3863***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.9462***

Los valores de H´ varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (Moreno, 2001).

Como se observa en la tabla anterior, la diversidad de especies de reptiles es baja en el SAR del proyecto.

Si queremos analizar los resultados de la tabla anterior veremos que, de acuerdo a Moreno (Op. cit.), la diversidad alfa a nivel de especies puede analizarse como la riqueza (número de especies distintas presentes en un ecosistema o área de interés) o la estructura (proporción de cada especie dentro de un ecosistema). Este segundo componente se refiere al grado de heterogeneidad dentro de los ecosistemas. Para ello, en ecología de poblaciones se han desarrollado distintas aproximaciones cuantitativas, la mayoría de ellas basadas en la teoría de la información. Por ejemplo, el análisis de la diversidad de especies en un ecosistema o región puede medirse con el índice de Shannon-Wiener o de Margalef, entre otros, haciendo referencia a la proporción de las densidades alcanzadas por las especies.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del grupo de reptiles de la tabla anterior, la lagartija espinosa (*Sceloporus jarrovii*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.4211), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies herpetológicas muestreado.

Grupo faunístico: Mamíferos

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies del grupo faunístico de mamíferos del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos (riqueza, diversidad máxima e índice de equidad), se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.94. Valores del índice de diversidad de las especies de mamíferos registrados en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Ammospermophilus harrisii	Ardilla antílope de Son.	4	0.1081	-2.2246	-0.2405
Canis latrans	Coyote	3	0.0811	-2.5123	-0.2037
Lepus californicus	Liebre cola negra	11	0.3243	-1.1260	-0.3652
Mephitis mephitis	Zorrillo listado	2	0.0541	-2.9178	-0.1577
Peromyscus boylii rowleyi	Ratón arbustero	6	0.1892	-1.6650	-0.3150
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	8	0.2432	-1.4137	-0.3439
TOTAL:		**34**	**1.0000**	**-11.8594**	**-1.6260**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.6260***
Riqueza (S) =					***6***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.7918***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.9075***

Los valores de H´ varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (Moreno, op. cit.)

La tabla anterior nos revela que en el área propuesta para CUSTF existe un valor bajo en la diversidad de especies de mamíferos.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del grupo de reptiles de la tabla anterior, la liebre cola negra (*Lepus californicus*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.3243), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies mastozoológicas muestreado.

Grupo faunístico: Aves

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies del grupo faunístico de aves del área del proyecto, así como otros atributos ecológicos (riqueza, diversidad máxima e índice de equidad), se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro VI.95. Valores del índice de diversidad de las especies de aves registrados en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Callipepla gambelli	Codorniz de Gambel	5	0.0595	-2.8214	-0.1679
Cathartes aura	Zopilote aura	2	0.0238	-3.7377	-0.0890
Columbina passerina	Tórtola coquita	12	0.1548	-1.8659	-0.2888
Coragyps auratus	Zopilote común	5	0.0595	-2.8214	-0.1679
Corvus corax	Cuervo común	7	0.0952	-2.3514	-0.2239
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	5	0.0595	-2.8214	-0.1679
Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	12	0.1548	-1.8659	-0.2888
Quiscalus mexicanus	Chanate mexicano	10	0.1310	-2.0329	-0.2662
Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	11	0.1429	-1.9459	-0.2780

Zenaida macroura	Paloma huilota	9	0.1190	-2.1282	-0.2534
	TOTAL:	**78**	**1.0000**	**-24.3920**	**-2.1918**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***2.1918***
				Riqueza (S) =	***10***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***2.3026***
				Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.9519***

Los valores de H´ varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (op. cit.)

La tabla anterior nos revela que en el área del proyecto existe un valor bajo en la diversidad de especies de aves.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del grupo de reptiles de la tabla anterior, la tórtola (*Columbina passerina*) y el cenzontle norteño (*Mimus polyglottos*) son las especies que, debido a su densidad mayor, contribuyen con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.1548), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies ornitológicas muestreado.

En resumen se puede decir que en el área del proyecto existe una baja diversidad de especies de fauna silvestre lo cual posiblemente se deba a la presencia de actividades ganaderas y el constante tráfico de vehículos por los caminos vecinales del lugar, lo que hace más incierto el buen funcionamiento del hábitat y la dinámica de los ecosistemas propios y cercanos.

Análisis comparativo de los índices de diversidad para las especies de flora y fauna que habitan en el SAR y de las áreas propuestas para CUSTF, considerando los tipos de vegetación de ambas áreas

De acuerdo a los resultados del muestreo del predio, se efectuó la estimación del índice de diversidad de las comunidades vegetales de los tipos de vegetación del SAR y del área del proyecto (CUSTF), observándose que el índice de diversidad en el predio de interés es más bajo, lo cual indica que existe una riqueza de especies vegetales mayor en el SAR.

Flora

Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino

Para el caso del tipo de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, a continuación se presenta la comparación entre los valores estadísticos por estratos y formas de vida para la vegetación analizada.

Cuadro VI.96. Comparación de valores estadísticos por estratos y formas de vida de la vegetación analizada, calculados para el ecosistema con VSABE en el sistema ambiental regional y el área sujeta a CUSTF

ESTRATO/FORMA DE VIDA	AREA GEOGRAFICA	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER	NO. DE ESPECIES
Arbóreas	Area sujeta a CUSTF	0.0000	1
	Sistema Ambiental Regional	0.2977	2
Arbustivas	Area sujeta a CUSTF	0.6829	2
	Sistema Ambiental Regional	1.5454	6
Herbáceas	Area sujeta a CUSTF	1.2445	4
	Sistema Ambiental Regional	1.3464	6
Cactáceas	Area sujeta a CUSTF	0.0000	1
	Sistema Ambiental Regional	0.0000	1

Valores de diversidad ≤ 2 indican baja diversidad y valores ≥ 5 alta diversidad (Orellana-lara)

Como podemos observar en el cuadro VI.12, para las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas del tipo de vegetación VSABE, se tiene un mayor número de especies en el Sistema Ambiental Regional en comparación con el área sujeta a CUSTF, evidenciando que las especies analizadas se encuentran ampliamente distribuidas fuera de los sitios del proyecto. Para el caso de las cactáceas, el número de especies fue el mismo, evidenciando así que se tiene la presencia tanto dentro como fuera de las áreas de interés del proyecto.

Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural

Para el caso del tipo de vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, a continuación se presenta la comparación entre los valores estadísticos por estratos y formas de vida para la vegetación analizada.

Cuadro VI.97. Comparación de valores estadísticos por estratos y formas de vida de la vegetación analizada, calculados para el ecosistema con VSAPN en el sistema ambiental regional y el área sujeta a CUSTF

ESTRATO/FORMA DE VIDA	AREA GEOGRAFICA	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER	NO. DE ESPECIES
Arbóreas	Area sujeta a CUSTF	0.1155	2
	Sistema Ambiental Regional	0.2712	2
Arbustivas	Area sujeta a CUSTF	1.3636	7
	Sistema Ambiental Regional	1.3677	8

Herbáceas	Area sujeta a CUSTF	1.0257	5
	Sistema Ambiental Regional	1.4486	5
Cactáceas	Area sujeta a CUSTF	0.6184	2
	Sistema Ambiental Regional	0.6365	2

Como podemos observar en el cuadro VI.13, para las especies arbóreas, herbáceas y cactáceas del tipo de vegetación VSAPN, se tiene la misma cantidad de especies en el Sistema Ambiental Regional en comparación con el área sujeta a CUSTF, evidenciando que las especies analizadas se encuentran de igual manera distribuidas fuera de los sitios del proyecto. Para el caso de las arbustivas, el número de especies fue mayor en el SAR, evidenciando así que se tiene una presencia de las especies mayor fuera de las áreas de interés del proyecto.

Las tablas anteriores nos muestran que, aunque los índices de diversidad y la riqueza de especies son bajos, el sistema ambiental regional es ligeramente más rico en especies vegetales en todos los estratos ya que su número es superior al del área del proyecto y esa riqueza se manifiesta con un mayor índice de diversidad con lo cual se puede concluir que las especies de plantas del predio, en todos los estratos de los dos tipos de vegetación presentes, están bien representadas dentro de la superficie del SAR, lo cual asegura la conservación de la biodiversidad en los ecosistemas regionales una vez realizadas las obras del proyecto.

Esta baja riqueza de especies de plantas, además, conlleva a la formación de hábitats poco atractivos para el establecimiento de poblaciones de fauna silvestre de una manera permanente por lo que, la presencia de especies animales residentes en el predio es también muy baja y la mayoría de las especies de fauna silvestre incidentes en el área del proyecto ocurren de manera migratoria o de tráfico infrecuente.

De acuerdo a los resultados del muestreo de fauna, la riqueza de especies y el índice de diversidad calculado para el sistema ambiental regional es superior al del área del proyecto en todos los grupos faunísticos, por lo que puede concluirse que las especies de fauna silvestre del área del proyecto están bien representadas en el SAR correspondiente y, por esa razón, la biodiversidad animal no se pondrá en riesgo por la realización del proyecto.

Cuadro VI.98. Comparación de estadísticos calculados para los grupos faunísticos analizados en el sistema ambiental regional y el área sujeta a CUSTF

ESTRATO/FORMA DE VIDA	AREA GEOGRAFICA	ÍNDICE DE SHANNON – WIENER (H´)	NO. DE ESPECIES
Reptiles	Area sujeta a CUSTF	1.3117	4
	Sistema Ambiental	1.7540	7

	Regional		
Mamíferos	Area sujeta a CUSTF	1.6260	6
	Sistema Ambiental Regional	2.3016	12
Aves	Area sujeta a CUSTF	2.1918	10
	Sistema Ambiental Regional	2.7767	19

Valores de H´ varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (Moreno).

La tabla anterior nos indica que en todos los grupos de especies de fauna, el índice de diversidad es mayor en el SAR que en el área del proyecto debido a que existen mejores condiciones de vida para los animales en el sistema ambiental regional que en el área propuesta para CUSTF, lo cual se manifiesta con un número mayor de especies y por consiguiente una mayor riqueza de especies en el SAR.

De acuerdo a lo anterior se puede concluir que las especies de animales del área del proyecto están bien representadas dentro de la superficie del sistema ambiental regional, situación que grantiza que la biodiversidad animal no se pondrá en riesgo por la realización del proyecto.

Si bien se demuestra que no se comprometerá la biodiversidad con el desarrollo del proyecto, es importante destacar que se llevarán a cabo medidas de mitigación en cada una de las etapas del proyecto las cuales pretenden mantener en buenas condiciones la diversidad biológica del área del proyecto, entre las cuales destacan las siguientes:

- Delimitación de áreas
- Programa de rescate de flora y fauna
- Conservación de la flora aledaña al proyecto
- Se tendrá estrictamente prohibido la colectar, dañar o comercializar las especies vegetales dentro y fuera de las áreas de proyecto, así como efectuar quemas de material vegetal.
- Se prohibirá al personal cualquier uso o afectación de las áreas naturales y sus recursos dentro o fuera de las áreas del proyecto, así como colecta de ejemplares de flora.
- Operar programa de mantenimiento y seguimiento de especies rescatadas con el fin de garantizar la supervivencia de los individuos.
- Se prohibirá a todo el personal la caza, apropiación, daño o acoso a cualquier tipo de ejemplar de fauna en el desarrollo de cada etapa del proyecto.
- Ahuyentamiento de la fauna
- Reubicación de especies de fauna

Con dichas medidas de mitigación se pretende el rescate, reubicación y ahuyentamiento de las especies de fauna, así mismo para la vegetación se espera respetar toda la flora

aledaña con la delimitación de áreas, para mantener a la misma en las mejores condiciones y con esto disminuir el impacto que se tendrá en el área por el proceso de cambio de uso de suelo, de igual manera los trabajadores tendrán estrictamente prohibido el daño tanto a la vegetación como a la fauna que se encuentre en los alrededores.

VII. MEDIDAS DE PREVENCION Y MITIGACION DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES

VII.1 Descripción de las medidas de prevención y mitigación

De acuerdo con lo mencionado en el Capítulo V, en la valorización y evaluación de los impactos ambientales, y con base en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), a continuación se definen los tipos de medidas (prevención, mitigación y compensación) a aplicar para atenuar los efectos de los impactos generados por las obras y actividades de cada una de las etapas (preparación del sitio, construcción y operación-mantenimiento) del Proyecto *"Acueducto La Churea"*.

Es importante señalar que las medidas propuestas, se presentan de acuerdo a su importancia (ver Cuadro VII.1).

Cuadro VII.99. Tipos de medidas a aplicar para atenuar los efectos de los impactos generados por el Proyecto

TIPO DE MEDIDA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Prevención	P	Conjunto de disposiciones y actividades anticipadas para evitar o prevenir cualquier acción que pueda afectar adversamente a un recurso o atributo ambiental
Mitigación	M	Conjunto de acciones para reducir, corregir o minimizar la extensión o magnitud de los impactos que se llegara a causar con la realización de un proyecto.
Compensación	C	Acciones que no aluden la aparición del efecto, ni lo anulan, pero contrapesan la alteración, ya sea reemplazando, restaurando o sustituyendo los recursos afectados.

VII.1.2 Descripción de las medidas a implementar para el Proyecto

Una vez identificados los impactos ambientales que puede provocar el Proyecto, se proponen las medidas necesarias para que sean aplicables en cada etapa. Es importante mencionar, que todo proyecto provoca impactos en mayor o menor grado, por lo que el propósito del presente apartado es de identificar y señalar las medidas necesarias para corregir, mitigar, controlar y compensar los impactos que serían generados por el Proyecto.

Para llevar a cabo la identificación objetiva y viable de las medidas que se ejecutarán durante el Proyecto, se toma primero en cuenta a las actividades por desarrollar en el Proyecto. En el Cuadro VII.2, se presenta el listado de las medidas preventivas y de mitigación que se proponen para el Proyecto con base a los impactos ambientales identificados que serían producidos por las actividades del Proyecto. En dicha Tabla se indica el impacto que se pretenden mitigar, la etapa a ejecutar, el tipo de medida,

objetivo de la aplicación de la medida, su indicador y evidencia de cumplimiento de la aplicación.

Cabe mencionar que en el caso del indicador de cumplimiento cuando se señala una periodicidad de entrega, ésta es para requerimientos de cumplimiento y será evidencia que se integrará como parte de los informes anuales o semestrales que señale la autoridad y deberán ser entregados como parte del cumplimiento de los resolutivos de Autorización.

Las medidas de mitigación de impactos negativos como de optimización de impactos positivos, deberán construir un conjunto integrado de medidas y acciones que se complementen entre sí, para alcanzar metas de beneficio superior de la obra durante su preparación, construcción y operación, con especial énfasis en beneficios locales.

Las medidas de mitigación para el proyecto objeto de este informe, fueron establecidas por etapa, es decir:

- Etapa de preparación del sitio.
- Etapa de construcción del sitio.
- Etapa de operación y mantenimiento.
- Etapa de clausura y monitoreo

Es importante señalar que las medidas propuestas, se presentan de acuerdo a su importancia, las de "*Mitigación*" pueden disminuir impactos ambientales negativos ocasionados por la implementación del Proyecto.

Para llevar a cabo la identificación objetiva y viable de las medidas ambientales que se ejecutarán durante el Proyecto, se toman en cuenta las actividades a desarrollar. Los impactos residuales identificados son escasos y afectan únicamente a los componentes ambientales de flora, fauna y paisaje. Por lo tanto, estos impactos aunque se les aplicarán medidas preventivas y de mitigación, son los que realmente permanecen al final de la implementación del Proyecto, ya que no serán totalmente eliminados.

En el Cuadro VII.2 se presenta el listado con las medidas para cada componente ambiental, por etapa y actividad del Proyecto, indicando el impacto que pretenden mitigar, su indicador y observaciones aplicables. Cabe mencionar que en el caso del indicador de cumplimiento cuando se señala una periodicidad de entrega de información mensual, ésta es para requerimientos de cumplimiento internos para el Promovente como parte de su programa de vigilancia ambiental y éstos informes mensuales serán integrados como parte de los informes anuales o semestrales que señale la autoridad deban ser entregados.

Cuadro VII.100. Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos identificados para la ejecución del Proyecto

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA PROPUESTA	TIPO DE MEDIDA	OBJETIVO	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
VEGETACIÓN	Afectación de la vegetación aledaña al proyecto.	**PREPARACIÓN DE SITIO** **CONTRUCCIÓN** **OPERACIÓN** **POST OPERATIVA**	Realizar y ejecutar un **programa de trabajo en el que se especifiquen las acciones a realizar para delimitar físicamente el área a intervenir a fin de garantizar que el área circundante no se verá afectada con la ejecución del proyecto.**	**MP**	Mantener las zonas aledañas al proyecto, libres de cualquier impacto provocado por las diferentes etapas del proyecto.	• $\frac{SAI}{SA} = 0$; donde **SAI** se refiere a la superficie afectada aledaña al proyecto por falta de delimitación y **SA** es la superficie autorizada por CUSTF.	• Evidencia fotográfica, video gráfica y documental de las actividades correspondientes al seguimiento de dicho programa. • Plano de avance de actividad de cambio de uso de suelo e impacto ambiental del proyecto. • Matriz de identificación de no conformidades en recorridos de verificación; formato FMA-BVC-GN-13 • Bitácora de campo del seguimiento a los programas de conservación a la biodiversidad. • Informe avalados por el técnico forestal que se asigne al proyecto del seguimiento a los programas propuestos. • Lista de verificación de delimitación perimetral, formato FMA-BVC-RN-01
VEGETACIÓN	Eliminación de la vegetación por las actividades de desmonte y despalme. Modificación del paisaje	**PREPARACIÓN DE SITIO**	Previo a las actividades de desmonte y despalme, realizar y ejecutar un **programa de trabajo en el que se especifiquen las acciones a realizar para el rescate y reubicación de especies de flora silvestre de importancia en la zona donde se desarrollara el proyecto.**	**MM/MP**	Rescatar los individuos de especies florísticas presentes en el área del proyecto, considerando a las especies listadas dentro de la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**, y/o aquellas de difícil regeneración y lento	• $\frac{SR}{SA} \leq 1$; donde **SR** es la superficie donde se realizó la actividad de rescate de flora; **SA** es la superficie autorizada por CUSTF. en caso que este indicador	• Bitácora de registro de rescate y reubicación de flora silvestre; formato FMA-BVC-RN-04. • 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

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA PROPUESTA	TIPO DE MEDIDA	OBJETIVO	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
					crecimiento, aunado, a aquellas de interés biológico en el ámbito local o regional tendientes a la conservación, desarrollo y evolución de las especies, promoviendo la sustentabilidad de los recursos naturales, la biodiversidad y el equilibrio ecológico.	sea menor que 1 se debe de justificar técnicamente la causa. . • $\frac{\mathbf{ERe}}{\mathbf{ERs}} = \mathbf{1}$; donde **ERe** se refiere a los ejemplares reubicados**; ERs** se refiere a la cantidad total de ejemplares rescatados. • $\frac{\boldsymbol{ERL+ERIL}}{\mathbf{ERs}} \geq \mathbf{0.80}$; Donde **ERL** se refiere al número de ejemplares reubicados y liberados sanos, **ERIL** Se refiere al número total de ejemplares repuestos de invernadero y liberados sanos.	seguimiento a los programas propuestos. • Planos de avance de actividades de rescate y reubicación. • Evidencia fotográfica, video gráfica y documental de las actividades correspondientes al seguimiento de dicho programa. • Lista de verificacion de las especies rescatadas y reubicadas ; formato FMA-BVC-RN-05. • Registro de biometrias realizadas a especies de flora rescatadas y reubicadas; formato FMA-BVC-RN-06.

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA PROPUESTA	TIPO DE MEDIDA	OBJETIVO	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
						ERs se refiere al número total de ejemplares rescatados.	
VEGETACIÓN			Implementar un **programa de forestación y reforestación del complejo minero-metalúrgico de Buenavista del Cobre S.A. de C.V., enfocado a compensación de especies maderables**	**MC**	Compensar la pérdida de flora silvestre más representativa de la superficie ocupada por el proyecto donde no ha sido posible el manejo de especies maderables.	• $\frac{CER}{ER} = 1$; Dónde **CER** se refiere a cantidad de ejemplares reforestados y **ER** se refiere la cantidad de ejemplares a reforestar o forestar.	• Inventarios florísticos de las zonas • Planos referenciados de áreas seleccionadas para las actividades de compensación. • Bitácora de campo del seguimiento a los programas de conservación a la biodiversidad. • Informe avalados por el técnico forestal que se asigne al proyecto del seguimiento a los programas propuestos. • Evidencia fotográfica, video gráfica y documental de las actividades correspondientes al seguimiento de dicho programa.
	Aumento de la cobertura vegetal	**POST OPERATIVA** **ABANDONO**	Implementar un **programa de reforestación del complejo minero-metalúrgico de Buenavista del Cobre S.A. de C.V.,**	**MC/MM**	Aumentar la cobertura vegetal mediante actividades de reforestación de flora silvestre, que contribuyan al aumento de la biodiversidad, la sustentabilidad de los recursos naturales y el equilibrio ecológico.	• $\frac{\mathbf{ELV+ERM+ERL}}{ER} \geq \mathbf{0.80}$; Dónde ***ELV*** *se refiere a* ejemplares reforestados liberados vivos, ***ERM*** *se refiere a* ejemplares reforestados depredados, ***ERL*** *se refiere a* ejemplares repuestos liberados y **ER** se refiere la cantidad de ejemplares a	

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA PROPUESTA	TIPO DE MEDIDA	OBJETIVO	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
						reforestar.	
VEGETACIÓN **ATMÓSFERA** **SUELO**	Emisiones de GEI Disminución y degradación de las especies (arbóreas, herbáceas y arbustivas). Afectación a la calidad del suelo.	**PREPARACIÓN DE SITIO** **CONSTRUCCIÓN** **OPERACIÓN**	Prohibir el realizar fogatas y quemas en el total de la superficie del proyecto para evitar la pérdida de especies arbóreas, arbustivas y pastos nativos; así como utilizar fuentes de ignición (cerillos, encendedores, etc.).	**MP**	Eliminar la posibilidad de tener emisiones de gases de combustión a la atmósfera. Eliminar al 100% la posibilidad de perder las especies arbóreas y arbustivas por incendios.	• $\frac{SF}{SA} = 0$, Donde **SF** son las hectáreas afectadas por evidencia de quemas e incendios; **SA** es la superficie autorizada por CUSTF.	• Plano de avance de actividad de cambio de uso de suelo e impacto ambiental del proyecto. • Evidencia Fotográfica y Videografía de las actividades de Preparación de Sitio donde se muestra que no se utilizan químicos o actividades de quema para el desmonte de las zonas autorizadas. • Matriz de identificación de no conformidades en recorridos de verificación; formato FMA-BVC-GN-13.
FAUNA	Modificación del hábitat para la fauna silvestre.	**PREPARACIÓN DE SITIO** **CONTRUCCIÓN**	Previo a las actividades de desmonte y despalme, realizar y ejecutar un **programa de trabajo en el que se especifican las**	**MP**	Ahuyentar y/o reubicar mediante técnicas prácticas bajo condiciones que eviten o	• $\frac{SRF}{SA} \leq 1$; Donde ***SRF*** se refiere a la superficie donde se realizaron	• Bitácora de campo del seguimiento a los programas de conservación a la biodiversidad. • Informes avalados por el técnico

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA PROPUESTA	TIPO DE MEDIDA	OBJETIVO	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
		OPERACIÓN	**acciones a realizar para el ahuyentamiento, rescate y protección de especies de fauna silvestre.** El desmonte y despalme se deberá de realizar de manera direccionada y paulatina, esto con el objetivo de permitir el desplazamiento de la fauna hacia zonas menos perturbadas.		disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre) de las especies de fauna silvestre que se presenten en el área del proyecto, consideradas o no bajo algún estatus de protección con base a los listados de la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**.	actividades de Ahuyentamiento y/o rescate de fauna silvestre; **SA** es la superficie autorizada por CUSTF. en caso que este indicador sea menor que 1 se debe de justificar técnicamente la causa. • $\sum(\boldsymbol{ASA}) = \mathbf{0}$; $Donde$ ***ASA*** se refiere al número de observaciones, huellas y presencia de fauna silvestre en la superficie donde ya se realizaron las actividades de Cambio de Uso de Suelo. En caso de que este indicador sea mayor a 0, se deberá reforzar las actividades de ahuyentamiento. • $\frac{\boldsymbol{ERF}}{\boldsymbol{ELF}} = \mathbf{1}$; Donde ***ERF*** se refiere a los ejemplares de fauna	forestal que se asigne al proyecto del seguimiento a los programas propuestos. • Evidencia fotográfica, video gráfica y documental de las actividades correspondientes al seguimiento de dicho programa. • Matriz de identificación de no conformidades en recorridos de verificacion; formato FMA-BVC-GN-13. • Bitácora de registro de rescate y reubicación de fauna silvestre; formato FMA-BVC-RN-07 • Lista de registro de verificación y mantenimiento de bebederos para fauna silvestre; formato FMA-BVC-RN-09 • Registro de captura de fauna silvestre para reubicación; formato FMA-BVC-RN-10.

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA PROPUESTA	TIPO DE MEDIDA	OBJETIVO	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
						silvestre rescatados dentro de la superficie del proyecto autorizado; ***ELF*** se refiere a la cantidad de ejemplares reubicados y liberados fuera del proyecto, una vez valorados por el médico veterinario zootecnista de la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre Buenavista del Cobre.	
SUELO	Pérdida y Degradación de las principales capas del suelo.	**PREPARACIÓN DE SITIO** **CONTRUCCIÓN** **OPERACIÓN** **POST OPERATIVA**	Realizar y ejecutar **programa de trabajo en el que se especifican las acciones a implementar y ejecutar con el fin de reducir la degradación de los suelos forestales.**	**MM/MC**	• Establecer como medida de compensación técnicas prácticas que ayuden en su caso a disminuir, detener y/o prevenir la degradación del suelo, disminuir la velocidad de las escorrentías y	• $\frac{\mathbf{CSC}}{\mathbf{CSE}} = \mathbf{1}$; donde **CSC** se refiere a la cantidad de suelo captado mediante obras implementadas, **CSE** se refiere a la cantidad de suelo estimado captar con las obras implementadas.	• Bitácora de campo del seguimiento a los programas de conservación a la biodiversidad. • Informe avalados por el técnico forestal que se asigne al proyecto del seguimiento a los programas propuestos. • Evidencia fotográfica, video gráfica y documental de las actividades correspondientes al seguimiento de dicho programa. • Matriz de identificación de no

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA PROPUESTA	TIPO DE MEDIDA	OBJETIVO	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
					aumentar la infiltración de agua. • Realizar un diagnóstico objetivo y descriptivo de los grados o índices de alteración mediante el Método Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) en las microcuencas de los sitios que resulten seleccionados para la construcción de obras de conservación de suelos. • Estimar el volumen de captación de azolves para cada obra implementada (m^3).		conformidades en recorridos de verificacion; formato FMA-BVC-GN-13. • Lista de verificación de obras de captación de suelo; formato FMA-BVC-RN-02.
VEGETACIÓN	Retiro de las especies vegetales arbóreas,	**PREPARACIÓN DE SITIO**	Realizar y ejecutar un **programa de trabajo para la extracción,**	**MP/MM**	• Extraer el 100% de las especies	• $\frac{\mathbf{EME}}{\mathbf{EMI}} \leq \mathbf{1}$; donde **EME** se refiere a los	• Bitácora de campo del seguimiento a los programas de conservación a la

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA PROPUESTA	TIPO DE MEDIDA	OBJETIVO	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
SUELO	arbustivas, y pastos nativos, así como retiro de la capa de suelo rica en nutriente.		**almacenamiento y utilización del suelo fértil y especies maderables recuperadas en los polígonos autorizados para cambio de uso de suelo.**		arbóreas (maderables) y el suelo fértil (rico en materia orgánica, siempre y cuando sea susceptible a rescate) con la finalidad de transportarlos a los bancos de suelo y material vegetal; sitios donde se almacenaran para su correcto aprovechamiento, empleando técnicas viables.	m^3 de Especies Maderables Extraídas, **EMI** se refiere a los m^3 de Especies Maderables inventariadas en el Estudio Tecnico Justificativo del proyecto, en caso que este indicador sea menor que 1 se debe de justificar técnicamente la causa. • $\frac{CSR}{CSE} \leq 1$; donde **CSR** se refiere a la cantidad de suelo extraído, **CSE** se refiere a la cantidad de suelo estimado de acuerdo a los perfiles que se observaron, en caso que este indicador sea menor que 1 se debe de justificar técnicamente la causa.	biodiversidad. • Informe avalados por el técnico forestal que se asigne al proyecto del seguimiento a los programas propuestos. • Evidencia fotográfica, video gráfica y documental de las actividades correspondientes al seguimiento de dicho programa. • Plano de avance de actividad de cambio de uso de suelo del proyecto. • Matriz de identificación de no conformidades en recorridos de verificacion; formato FMA-BVC-GN-13.

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA PROPUESTA	TIPO DE MEDIDA	OBJETIVO	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
AGUA	Interrupción de los escurrimientos naturales	**PREPARACIÓN DE SITIO** **CONSTRUCCIÓN** **OPERACIÓN** **POST OPERATIVA**	Implementar obras para la captación, desvío y reincorporación de los escurrimientos a cauces naturales.	**MP**	Mantener y garantizar el flujo de agua superficial que se integra al medio en los escurrimientos naturales (incluidos los intermitentes).	• $\frac{\mathbf{ODC}}{\mathbf{ODD}} = \mathbf{1}$, Donde **OCD** se refiere al número de obras de conducción o desvío construidas; **ODP** se refiere al número de obras de conducción o desvío diseñadas para asegurar la reincorporación del flujo de agua a su cauce natural.	• Memoria de cálculo de escurrimiento, garantizando la capacidad de las obras de conducción o desvío. • Evidencia fotográfica, video gráfica y documental de las actividades correspondientes al seguimiento de dicho medida propuesta.
AGUA	Una modificación en la infiltración hacia los acuíferos por las actividades de retiro de capa vegetal y suelo.	**PREPARACIÓN DE SITIO** **CONTRUCCIÓN** **OPERACIÓN**	Realizar y ejecutar un **programa para captación e infiltración de agua de lluvia que contribuya a la recarga hídrica de acuíferos.**	**MC**	Establecer como medida de compensación técnicas prácticas que ayuden en su caso a disminuir y/o prevenir la perdida de la cantidad del agua, disminuir la velocidad de las escorrentías e incrementar año con año la recarga hídrica en la(s) cuencas y microcuencas donde el complejo minero tiene sus operaciones	• $\frac{\boldsymbol{OcAp}}{\boldsymbol{OcApV}} = \mathbf{1}$; Donde ***OcAp*** Se refiere a la cantidad de obras de captación construidas equivalentes al volumen requerido para la cosecha de agua de lluvia; ***OcApV*** se refiera a obras de captación diseñadas para la cosecha de agua de lluvia con respecto al volumen requerido por proyecto.	• Bitácora de campo del seguimiento a los programas de conservación a la biodiversidad. • Informe avalados por el técnico forestal que se asigne al proyecto del seguimiento a los programas propuestos. • Evidencia fotográfica, video gráfica y documental de las actividades correspondientes al seguimiento de dicho programa. • Lista de verificación de obras construidas para la captura de agua de lluvia; formato FMA-BVC-AG-03.

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA PROPUESTA	TIPO DE MEDIDA	OBJETIVO	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
						• $\frac{\sum (Cap1, Cap2, Cap2 \ldots n)}{VAC} \mathbf{1}$; Donde ***Cap*** se refiere al volumen de agua captado mediante obras implementadas; ***VAC*** se refiere al volumen de agua estimado a captar con las obras implementadas.	
AGUA	Generación de aguas residuales domésticas por las necesidades fisiológicas de los trabajadores	**PREPARACIÓN DE SITIO** **CONTRUCCIÓN** **OPERACIÓN** **POST OPERATIVA**	Implementar infraestructura apropiada para la captura, almacenamiento y/o tratamiento de las aguas residuales domésticas	**MP**	Evitar la posibilidad de contaminación por agua residual a los elementos naturales	• $\frac{\mathbf{FT}}{\mathbf{LI}} = \mathbf{15}$; donde **FT** se refiere a fuerza de trabajo; **LI** se refiere a las instalaciones sanitarias con las que cuenta el proyecto o planta; por lo que se deberá de contar con 1 instalación sanitaria por cada 15 personas. • $\frac{\mathbf{CSR}}{\mathbf{CSP}} = \mathbf{1}$; donde **CSR** se refiere a la cantidad de servicios realizados, **CSP** se refiere a la cantidad	• Lista de verificación de instalaciones sanitarias; formato FMA-BVC-AG-02. • Evidencia fotográfica, video gráfica y documental de las actividades correspondientes al seguimiento de dicha medida propuesta. • Contrato con empresa recolectora de residuos sanitarios y su permiso sanitario emitido por el municipio. • En su caso, evidencia de construcción, operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales. • Matriz de identificación de no conformidades en recorridos de verificacion; formato FMA-BVC-GN-13. • Resultados de monitoreos del agua tratada, conforme a la NOM-001-SEMARNAT-1996

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA PROPUESTA	TIPO DE MEDIDA	OBJETIVO	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
						de servicios programados de acuerdo a la propia naturaleza del proyecto.	
ATMÓSFERA	Emisiones de partículas sólidas, gases, neblinas y humos a la atmosfera.	**PREPARACIÓN DE SITIO** **CONSTRUCCIÓN** **OPERACIÓN** **POST OPERATIVA**	Realizar y ejecutar un programa de trabajo para el monitoreo de emisiones a la atmósfera en el complejo minero metalúrgico de Buenavista del Cobre, S.A. de C.V.	**MP/MM**	• Realizar el total de monitoreos necesarios para dar cumplimiento con las Normas Oficiales Mexicanas, en materia de atmósfera, considerando el cumplimiento con la periodicidad y los métodos establecidos para la toma de muestras, trabajos en laboratorio y registro de información. • Evaluar la eficiencia de los sistemas de control de emisiones que el	• $\frac{KR)(fR)}{(KP)(fP)} = 1$; donde KR se refiere a los kilómetros reales de riego; **fR** se refiere a la frecuencia real; **KP** se refiere a los kilómetros programados para riego; **fP** se refiere a la frecuencia programada de riego. Cuando el indicador sea menor o mayor a 1 se deberá justificar la causa. • $\frac{R_A}{LMP} \leq 1$; donde **RA** se refiere a los resultados de los parámetros monitoreados de acuerdo al programa de monitoreo; **LMP**	• Memoria fotográfica de riego de caminos. • Planos en los que se señalan los caminos regados. • Informes de resultados de monitoreos donde se incluyan bitácoras, evidencia videográfica, fotográfica, etc. • Matriz de identificación de no conformidades en recorridos de verificacion; formato FMA-BVC-GN-13 • Bitácora de registro de riego de caminos; formato FMA-BVC-AM-01. • Programa de riego de caminos; formato FMA-BVC-AM-02. • Inventario de fuentes fijas de emisiones a la atmosfera; formato FMA-BVC-AM-03 • Reporte de paro de equipo de control de emisiones; formato FMA-BVC-AM-04 • Lista de verificación de sistemas de control de emisiones a la atmósfera (neblinas y gases); formato FMA-BVC-AM-05 • Lista de verificación de sistemas de

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA PROPUESTA	TIPO DE MEDIDA	OBJETIVO	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
					complejo implementa para que san la base de la toma de decisiones operativas que se traduzcan en la prevención y control de las emisiones dentro de sus procesos operativos y áreas de servicio y como consecuencia resulte en un cumplimiento normativo.	se refiere a los límites Máximos Permisibles de las normas: NOM-085-SEMARNAT-2011, NOM-081-SEMARNAT-1994, NOM-043-SEMARNAT-1993 y NOM-025-SSA1-1993. • $\boldsymbol{E_R \geq 80\%}$; donde $\boldsymbol{E_R}$ se refiere a la eficiencia real del sistema de control de emisiones, para lo cual los sistemas de control deben de tener un 80% de eficiencia como mínimo	control de emisiones a la atmósfera (partículas); formato FMA-BVC-AM-06.
ATMÓSFERA **SUELO**	Emisiones de gases de combustión por el uso de Equipo, Maquinaria y Vehículos.	**PREPARACIÓN DE SITIO,** **CONTRUCCIÓN,** **OPERACIÓN,** **POST OPERATIVA.**	Aplicación de un Plan de Mantenimiento Preventivo de Maquinaria, Equipo y Vehículos.	**MM**	Reducir las emisiones de gases de combustión por el uso de Equipo, Maquinaria y Vehículos	• $\boldsymbol{PMP = 100\%}$; Donde **PMP** se refiere a la ejecución del programa de mantenimiento preventivo programado.	• Evidencia documental de la ejecución del programa de mantenimiento preventivo de todos los equipos empleados en el proyecto. • Programa de mantenimiento preventivo a equipo y maquinaria; formato FMA-BVC-GN-06. • Matriz de identificación de no

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA PROPUESTA	TIPO DE MEDIDA	OBJETIVO	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
							conformidades en recorridos de verificacion; formato FMA-BVC-GN-13.
RESIDUOS/AGUA/ SUELO	Generación de residuos en sus tres categorías: • Residuos Sólidos Urbanos • Residuos de Manejo Especial • Residuos Peligrosos	**PREPARACIÓN DE SITIO** **CONTRUCCIÓN** **OPERACIÓN** **POST OPERATIVA**	Implementación de los Estándares de Medio Ambiente y Planes de Manejo de Residuos con los que ya cuenta el complejo minero.	**MP**	Manejar adecuado de los residuos en sus tres categorías siempre buscando la reducción de los mismos y su valorización, conforme a las medidas señaladas en los Estándares de Medio Ambiente y Planes de Manejo de Residuos autorizados.	• $\frac{\mathbf{ASO}}{\mathbf{ASE}} \geq \mathbf{1}$, donde **ASO** se refiere a número de áreas de segregación operando, **ASE** se refiere a número de áreas de segregación estimadas operar, dicho se modificará conforme avance la fuerza de trabajo. • $\frac{\mathbf{RPLBG-RPG}}{\mathbf{RPLBG}} \leq \mathbf{0.10}$; Dónde: RPLBG se refiere a la cantidad de generación registrada como línea base; RPG se refiere a los residuos peligrosos generados en el periodo y/o año en curso y 0.10 se refiere a que del total	• Bitácoras de generación y recepción en los centros de acopio de cada residuo. • Evidencias documentales del manejo de registros por los generadores en sus tres modalidades. • Informe Bimestrales sobre el manejo de los residuos una vez que salen del complejo, soportado con la evidencia necesaria (Manifiestos, Facturas, etc) • Matriz de identificación de no conformidades en recorridos de verificacion; formato FMA-BVC-GN-13. • Lista de verificación de áreas de segregación de residuos; formato FMA-BVC-RS-01

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA PROPUESTA	TIPO DE MEDIDA	OBJETIVO	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
						de residuos generados que se debe de reducir la generación en un 10% como mínimo. • $\frac{\mathbf{RPV}}{\mathbf{RPG}} \geq \mathbf{0.80}$; Dónde: RPV se refiere a la cantidad de residuos peligrosos valorizados; RPG se refiere al total de residuos peligrosos generados y el 0.80 se refiere a que el total de residuos peligrosos generados que se deben de valorizar en un 80% como mínimo. • $\frac{\mathbf{RPG}-\mathbf{RPP,D}-\mathbf{RPV}}{\mathbf{RPG}} \leq \mathbf{0.10}$; Dónde: RPG se refiere al total de residuos peligrosos generados; RPP,D se refiere al total de residuos peligrosos que se previno o	

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA PROPUESTA	TIPO DE MEDIDA	OBJETIVO	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
						disminuyo su generación; RPV se refiere a los residuos peligrosos valorizados y el 0.10 se refiere a que el total de residuos peligrosos generados que su disposición final debe ser un 10% como mínimo. • $\frac{\mathbf{RSUV}}{\mathbf{RSUG}} \geq \mathbf{0.20}$; donde **RSUV** se refiere a los kg de residuos solivos urbanos valorizados, **RSUG** se refiere a la cantidad total de residuos sólidos urbanos generados; **0.20** se refiere que del total de residuos sólidos urbanos generados se tiene como objetivo valorizar el 20%. • $\frac{\mathbf{RMEV}}{\mathbf{RMEG}} \geq \mathbf{0.75;}$ donde **RMEV** se	

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA PROPUESTA	TIPO DE MEDIDA	OBJETIVO	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
						refiere a los kilogramos de residuos de manejo especial valorizados; **RMEG** se refiere a la cantidad total de residuos de manejo especial generados; 0.75 se refiere que del total de residuos de manejo especial, de acuerdo a los planes de manejo se tiene que valorizar mínimo el 75%.	
AGUA/ SUELO	Mal manejo de materiales peligrosos y residuos peligrosos, provocando contaminación al suelo o al agua. Contaminación de suelo y agua por un mal manejo de los residuos generados.	**PREPARACIÓN DE SITIO** **CONTRUCCIÓN** **OPERACIÓN** **POST OPERATIVA**	Manejar los materiales peligrosos o residuos peligrosos de acuerdo a la Normas Oficiales Mexicanas aplicables tanto en su almacenamiento, identificación, transporte y manipulación.	**MP**	Disminuir la posibilidad de presentar una contingencia ambiental por un mal manejo de materiales peligrosos y residuos peligrosos.	• $\boldsymbol{CESP = 0;}$ se refiere a la cantidad de eventos en los que se tuvo la fuga o derrame de una sustancia peligrosa o residuo peligroso menor a Un Metro Cubico. • $\boldsymbol{CESPM = 0;}$ se refiere a la cantidad de eventos en los que se tuvo la fuga o derrame de una sustancia peligrosa o	• Lista de verificación de transporte de residuos; formato FMA-BVC-RS-03. • Inspección a envases vacíos para reusó; formato FMA-BVC-RS-04. • Lista de verificación de pisos; formato FMA-BVC-RA-01. • Lista de verificación de subestaciones; formato FMA-BVC-RA-02. • Lista de verificación de los sistemas de almacenamiento de soluciones de proceso; formato FMA-BVC-RA-03. • Lista de verificación de polvorines; formato FMA-BVC-RA-04. • Lista de verificación de estaciones de combustible; formato FMA-BVC-RA-

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA PROPUESTA	TIPO DE MEDIDA	OBJETIVO	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
						residuo peligroso mayor a Un Metro Cubico. • $\boldsymbol{CSM = 0}$; Donde **CSM** se refiere a la cantidad en kg de suelo contaminado por mal manejo Materiales Peligrosos. • $\boldsymbol{CAM = 0}$; Donde **CAM** se refiere a la cantidad de agua en m^3 contaminada por mal manejo de Materiales Peligrosos. • $\boldsymbol{CSC = 0}$; Donde **CSC** se refiere a cantidad en kg de suelo contaminado por mal manejo de Residuos Peligrosos. • $\boldsymbol{CAC = 0}$; **CAC** se refiere a cantidad en m^3 de agua contaminada por mal manejo de Residuos Peligrosos.	05. • Lista de verificación de transporte de materiales peligrosos; formato FMA-BVC-RA-06. • Inspección de canaletas y registros de conducción de materiales peligrosos; formato FMA-BVC-RA-07. • Inventario de materiales peligrosos; formato FO-OM-GSE-005-002. • Inspección de áreas de almacenamiento de materiales peligrosos; formato FO-OM-GSE-005-003. • Inspección de tanques de almacenamiento de materiales peligrosos y diques; formato FO-OM-GSE-005-004. • Inspección de áreas de descarga de materiales peligrosos; formato FO-OM-GSE-005-005. • Evidencia documental y fotográfica de señalética instalada. • Matriz de identificación de no conformidades en recorridos de verificacion; formato FMA-BVC-GN-13. • Formato de aviso de derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de materiales peligrosos o residuos peligrosos; formato PROFEPA-03-

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA PROPUESTA	TIPO DE MEDIDA	OBJETIVO	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
							017-A. • Formato de aviso de derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de materiales peligrosos o residuos peligrosos; formato PROFEPA-03-017-B.
AGUA	Pérdida de agua proveniente de los pozos por ruptura de la tubería, provocando un mal uso del recurso.	**OPERACIÓN**	Implementar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo periódico para detectar y reparar las posibles anomalías en el sistema de casa de bombas y líneas de conducción de agua fresca.	**MP**	Evitar la pérdida de agua fresca.	• $\frac{AR}{CT} \geq PAR$; donde **AR** se refiere a la cantidad de agua manejada en el proyecto; **CT** consumo total de agua en el proyecto; **PAR** se refiere al porcentaje estimado de agua que se puede valorizar, de acuerdo a la naturaleza del proyecto.	• Evidencia fotográfica, video gráfica y documental de las actividades correspondientes al seguimiento de dicha medida propuesta. • Matriz de identificación de no conformidades en recorridos de verificacion; formato FMA-BVC-GN-13. • Lista de verificación de sistemas de distribución y suministro de agua; formato FMA-BVC-AG-01.
TODOS LOS COMPONENTES	Mal desempeño ambiental del proyecto si se tiene falta de supervisión del mismo	**PREPARACIÓN DE SITIO** **CONTRUCCIÓN** **OPERACIÓN** **POST**	Contar con la supervisión de personal técnico preparado y capacitado ambientalmente, para que se supervise la implementación de todas las medidas propuestas para el buen desempeño ambiental del	**MP**	Asegurar el cumplimiento y seguimiento de cada una de las medidas propuestas para la ejecución del proyecto	• $SPVMA = 100\%$; donde **SPVMA** se refiere a seguimiento al programa de vigilancia y monitoreo ambiental.	• Matriz de entrega y recepción de evidencia documental del cumplimiento al programa de vigilancia y monitoreo ambiental; formato FMA-BVC-GN-01. • Matriz de identificación de no conformidades en recorridos de

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA PROPUESTA	TIPO DE MEDIDA	OBJETIVO	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
		OPERATIVA	proyecto. Implementar un programa de monitoreo y vigilancia ambiental				verificación; formato FMA-BVC-GN-13.
TODOS LOS COMPONENTES	Afectación de los componentes del ambiente por faltas de comunicación, capacitación y concientización.	**PREPARACIÓN DE SITIO** **CONTRUCCIÓN** **OPERACIÓN** **ABANDONO**	Implementar un programa de concientización ambiental, el cual involucre la capacitación a los actores involucrados de todos los temas de importancia tales como el conocer los propios procedimientos o estándares ambientales con que ya se cuentan para asegurar el desempeño ambiental, dando a conocer las restricciones y precauciones que se deben de tener a lo largo del proyecto y en sus diferentes etapas	**MP**	Que todos los involucrados en el proyecto por mínima que sea su aportación conozcan los lineamientos ambientales que se deben de seguir en todas las etapas del proyecto	• $\boldsymbol{DRVA = 0}$; donde **DRVA** se refiere a desviaciones, hallazgos o áreas de oportunidad detectadas en los recorridos de verificación ambiental. • $\boldsymbol{\frac{HCR}{HCP} \geq 1}$; donde **HCR** se refiere a horas de capacitación registradas; **HCR** se refiere a horas de capacitación programadas.	• Calendario de programación de pláticas ambientales; formato FMA-BVC-GN-05. • Pláticas de 5 minutos de ecología, seguridad e higiene; formato FO-OM-GSE-001. • Matriz de identificación de no conformidades en recorridos de verificación; formato FMA-BVC-GN-13. • Evidencia fotográfica de la implementación del programa de concientización ambiental.
SOCIOECONÓMICO	Aumento del índice de empleo	**PREPARACIÓN DE SITIO** **CONTRUCCIÓN** **OPERACIÓN** **ABANDONO**	Contemplar la contratación de mano de obra y servicios de las comunidades o localidades cercanas.	**MC**	Mayor derrama económica en la localidad y comunidades cercanas al proyecto.	• $\boldsymbol{CFT \geq CFTE}$; donde **CFT** se refiere a la cantidad de fuerza de trabajo contratada en las diferentes etapas del proyecto; **CFTE** se refiere a la cantidad de fuerza de trabajo	• Resumen de fuerza de trabajo; formato FMA-BVC-GN-03.

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA PROPUESTA	TIPO DE MEDIDA	OBJETIVO	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
						estimada en cada etapa del proyecto.	
VEGETACION Y FAUNA	Tráfico ilegal de especies de flora y fauna por falta de información a todo el personal que participe de manera directa e indirecta en el proyecto. Afectación a Fauna silvestre por velocidades altas. Afectación a Flora, Fauna, Suelo y Agua por la dispersión de basura en el sitio del proyecto y áreas aledañas a este.	**PREPARACIÓN DE SITIO CONTRUCCIÓN OPERACIÓN**	Colocar señalización para prohibir la cacería, captura, colecta, consumo, comercialización, tráfico y la extracción de especies de flora y fauna silvestres, tanto en el área del Proyecto, como en sus caminos de acceso y colindancias, por el personal que labore en el mismo. Colocar señalamientos de velocidad conforme al área del proyecto. Colocar señalamiento de la correcta segregación y depósito de residuos en sus tres categorías.	**MP**	La conservación de las especies de flora y faunas silvestres nativas de la región; así como el respetar los límites de velocidad y la correcta segregación de residuos, con la final de evitar daños adversos al medio ambiente.	• $NTLI = NTE$; **NTLI** se refiere al número total de letreros instalados; **NTE** se refiere al número total de letreros estimados, el cual dependerá de las necesidades y dimensiones del proyecto.	• Evidencia fotográfica de colocación de señalización. • Evidencia fotográfica del buen estado de la señalización instalada en el sitio del proyecto. • Matriz de identificación de no conformidades en recorridos de verificación; formato FMA-BVC-GN-13.

Ahora bien, para cada etapa del proyecto, específicamente para cada obra y/o actividad, se evaluó la medida correctiva o de mitigación, indicando también la duración de la medida para garantizar que los impactos no sean de mayor magnitud comparando a no tener medidas de mitigación.

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
Preparación del sitio	Aire	Desmonte, despalme y el almacenamiento y manejo de material vegetal y tierra fértil rescatadas.	Emisión de partículas de polvos por la circulación de maquinaria y vehículos y por manejo del suelo	Humectar con agua los caminos y suelos desnudos por donde circulará la maquinaria y los vehículos del personal, obteniendo el agua de sitios autorizados y calidad no potable. Aplicar programa de uso eficiente del agua de acuerdo al Estándar de medio ambiente que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado Consumo de agua, con Código EMA-BVC-002 Efectuar restricciones de velocidad de los vehículos	El primer año (12 meses)
			Emisión de gases de combustión por la operación de maquinaria y vehículos	Aplicación de un Plan de Mantenimiento Preventivo de Maquinaria, Equipo y Vehículos.	El primer año (12 meses)
			Emisión de ruido ocasionado por la circulación de maquinaria y vehículos	Aplicación de un Plan de Mantenimiento Preventivo de Maquinaria, Equipo y Vehículos.	El primer año (12 meses)
Construcción	Aire	Construcción de zanja de acueducto Construcción de caminos de acceso	Emisión de partículas de polvos por la circulación de maquinaria y vehículos	Humectar con agua los caminos y suelos desnudos por donde circulará la maquinaria y los vehículos del personal al ejecutar la construcción de infraestructura, obteniendo el agua de	El primer año (12 meses)

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
		Construcción de infraestructura de la Estación de Bombeo La Churea Perforación de pozos de agua fresca Construcción de infraestructura de pozos		sitios autorizados y calidad no potable. Aplicar programa de uso eficiente del agua de acuerdo al Estándar de medio ambiente que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado Consumo de agua, con Código EMA-BVC-002 Efectuar restricciones de velocidad de los vehículos	
			Emisión de gases de combustión por la operación de maquinaria y vehículos	Aplicación de un Plan de Mantenimiento Preventivo de Maquinaria, Equipo y Vehículos.	El primer año (12 meses)
			Emisión de ruido ocasionado por la circulación de maquinaria y vehículos	Aplicación de un Plan de Mantenimiento Preventivo de Maquinaria, Equipo y Vehículos.	El primer año (12 meses)
Operación y mantenimiento	Aire	Operación-mtto del Acueducto Tránsito por accesos de terracería y su mantenimiento	Emisión de partículas de polvos por el movimiento de maquinaria y manejo de suelo durante el mantenimiento del acueducto, por el tránsito por los accesos de terracería hacia los pozos de agua fresca	Humectar con agua los caminos y suelos desnudos por donde circulará la maquinaria y los vehículos del personal (terracerías hacia los pozos), obteniendo el agua de sitios autorizados y calidad no potable. De igual forma para el mantenimiento del acueducto se humectarán los sitios para la zanja. Aplicar programa de uso eficiente del agua de acuerdo al Estándar de medio ambiente que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado Consumo de agua, con Código EMA-BVC-002	30 años de vida útil

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
				Efectuar restricciones de velocidad de los vehículos	
			Generación de emisiones de gases de combustión interna (NOx, CO, SOx) de maquinaria, equipo y vehículos	Aplicación de un Plan de Mantenimiento Preventivo de Maquinaria, Equipo y Vehículos que se utilizarán durante la operación de las actividades	
			Emisión de ruido ocasionado por la maquinaria y equipo	Aplicación de un Plan de Mantenimiento Preventivo de Maquinaria, Equipo y Vehículos.	
Abandono	Aire	Retiro de infraestructura, Limpieza del sitio, Descompactación del suelo y Reincorporación del material rescatado	Emisión de partículas de polvos por la circulación de maquinaria y manejo de suelos	Humectar con agua los caminos y suelos desnudos por donde circulará la maquinaria y los vehículos del personal, obteniendo el agua de sitios autorizados y calidad no potable. Aplicar programa de uso eficiente del agua de acuerdo al Estándar de medio ambiente que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado Consumo de agua, con Código EMA-BVC-002 Efectuar restricciones de velocidad de	Un año

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
				los vehículos	
			Generación de emisiones de gases de combustión interna (NOx, CO, SOx) de maquinaria, equipo y vehículos	Aplicación de un Plan de Mantenimiento Preventivo de Maquinaria, Equipo y Vehículos.	
			Emisión de ruido ocasionado por la operación de maquinaria, equipo y vehículos	Aplicación de un Plan de Mantenimiento Preventivo de Maquinaria, Equipo y Vehículos.	
Preparación del sitio	Escurrimientos	Despalme	Modificación del drenaje natural de los sitios donde se tendrá despalme de terreno.	Implementar obras para la captación, desvío y reincorporación de los escurrimientos a cauces naturales.	11 meses (a partir del 2do mes de inicio)
	Agua superficial y/o subterránea	Todas las actividades	Requerimiento de suministro de agua para el consumo y servicio de los operadores. Requerimientos de agua de calidad no potable para la humectación de caminos y suelos desnudos por donde transite la maquinaria y vehículos.	Efectuar suministro de agua, para el consumo y servicios de empleados, de sitios autorizados. Efectuar suministro de agua no potable, para la humectación de áreas de tránsito y manejo de suelos, de sitios autorizados. Aplicar programa de uso eficiente del agua de acuerdo al Estándar de medio ambiente que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado Consumo de agua, con Código EMA-BVC-002	El primer año (12 meses)

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
	Agua superficial		Generación de aguas residuales del servicio a empleados, cuyo manejo inadecuado podría causar contaminación del agua y suelo.	Manejo de aguas residuales de servicio a empleados a través de sanitarios portátiles con disposición final en sitios autorizados para su tratamiento/disposición final. Lo anterior de acuerdo al Estándar de medio ambiente que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado Consumo de agua, con Código EMA-BVC-002.	El primer año (12 meses)
Construcción	Escurrimientos	Obras de construcción (acueducto)	Interrupción de los escurrimientos naturales	Implementar obras para la captación, desvío y reincorporación de los escurrimientos a cauces naturales.	6 meses
Construcción Operación	Agua superficial y/o subterránea	Todas las obras/ actividades	Requerimiento de suministro de agua para el consumo y servicio de los operadores. Requerimientos de agua de calidad no potable para la humectación de caminos y suelos desnudos por donde transite la maquinaria y vehículos.	Efectuar suministro de agua, para el consumo y servicios de empleados, de sitios autorizados. Efectuar suministro de agua no potable, para la humectación de áreas de tránsito y manejo de suelos, de sitios autorizados. Aplicar programa de uso eficiente del agua de acuerdo al Estándar de medio ambiente que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado Consumo de agua, con Código EMA-BVC-002	1 año durante la construcción y 30 años durante la vida útil del proyecto
			Generación de aguas residuales del servicio a empleados, cuyo manejo	Manejo de aguas residuales de servicio a empleados a través de sanitarios	

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
			inadecuado podría causar contaminación del agua y suelo	portátiles con disposición final en sitios autorizados para su tratamiento/disposición final. Lo anterior de acuerdo al Estándar de medio ambiente que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado Consumo de agua, con Código EMA-BVC-002.	
Abandono	Agua superficial	Retiro de la infraestructura, Descompactación del suelo y Reincorporación del material rescatado	Modificación del drenaje natural de los sitios	Implementar obras para la captación, desvío y reincorporación de los escurrimientos a cauces naturales.	Un año
		Todas las actividades	Requerimiento de suministro de agua para el consumo y servicio de los operadores. Requerimientos de agua de calidad no potable para la humectación de caminos y suelos desnudos por donde transite la maquinaria y vehículos.	Efectuar suministro de agua, para el consumo y servicios de empleados, de sitios autorizados. Efectuar suministro de agua no potable, para la humectación de áreas de tránsito y manejo de suelos, de sitios autorizados. Aplicar programa de uso eficiente del agua de acuerdo al Estándar de medio ambiente que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado Consumo de agua, con Código EMA-BVC-002	Un año
			Generación de aguas residuales del servicio a empleados, cuyo manejo inadecuado podría causar	Manejo de aguas residuales de servicio a empleados a través de sanitarios portátiles con disposición final en sitios autorizados para su	Un año

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
			contaminación del agua y suelo	tratamiento/disposición final. Lo anterior de acuerdo al Estándar de medio ambiente que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado Consumo de agua, con Código EMA-BVC-002.	
Operación	Agua subterránea	Bombeo de los pozos de agua fresca	Extracción de agua subterránea proveniente de los pozos	Ejecutar un programa para la construcción de obras de captación e infiltración de agua pluvial que contribuya a la recarga hídrica. Mantener el monitoreo de los pozos para garantizar la disponibilidad del recurso del acuífero, lo cual es benéfico para la Promovente ya que así mantendrá sus operaciones. En el Cuadro 8 se presentan las concesiones con las que cuenta la Promovente para la explotación, otorgado por la CONAGUA	30 años, durante su vida útil
Preparación del sitio	Suelo	Desmonte y despalme	Cambio del uso actual del suelo al no presentarse las características naturales	Rescatar suelo fértil en aquellas zonas que presenten al menos un horizonte de 20 cm de espesor. El material del desmonte a excepción de troncos, se triturará y depositará junto con el suelo vegetal para promover la permanencia de germoplasma en el suelo rescatado. Diseñar y ejecutar un programa de trabajo en el que se especifican las acciones a implementar y ejecutar con el fin de reducir la degradación de los suelos forestales.	11 meses del proyecto, a partir del segundo mes

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
		Todas las actividades	Generación de residuos de tipo doméstico, consistentes en restos de comida de los trabajadores, bolsas plásticas de papel y plástico, envases de PET, aluminio y vidrio, cuyo manejo inadecuado podría causar contaminación del suelo	Dar manejo a los residuos sólidos urbanos de acuerdo al Estándar de medio ambiente que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, con Código AGGG-07, que tiene como objetivo *Prevenir la contaminación ambiental mediante la gestión integral de los residuos sólidos urbanos generados por las operaciones del complejo minero*. Una vez aplicado dicho estándar, se enviará a su sitio de disposición final con ubicación en Agua Prieta o, en su caso, en el Relleno Sanitario de Buenavista del Cobre, propiedad del Promovente.	12 meses
Construcción	Suelo	Todas las actividades	Generación de residuos de tipo doméstico, consistentes en restos de comida de los trabajadores, bolsas plásticas de papel y plástico, envases de PET, aluminio y vidrio, cuyo manejo inadecuado podría causar contaminación del suelo	Dar manejo a los residuos sólidos urbanos de acuerdo al Estándar de medio ambiente que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, con Código AGGG-07, que tiene como objetivo *Prevenir la contaminación ambiental mediante la gestión integral de los residuos sólidos urbanos generados por las operaciones del complejo minero*. Una vez aplicado dicho estándar, se enviará a su sitio de disposición final con ubicación en Agua Prieta o, en su caso, en el Relleno Sanitario de Buenavista del Cobre, propiedad del Promovente.	12 meses

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
Operación	Suelo	Todas las actividades	Generación de residuos de tipo doméstico, consistentes en restos de comida de los trabajadores, bolsas plásticas de papel y plástico, envases de PET, aluminio y vidrio, cuyo manejo inadecuado podría causar contaminación del suelo	Dar manejo a los residuos sólidos urbanos de acuerdo al Estándar de medio ambiente que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, con Código AGGG-07, que tiene como objetivo *Prevenir la contaminación ambiental mediante la gestión integral de los residuos sólidos urbanos generados por las operaciones del complejo minero*. Una vez aplicado dicho estándar, se enviará a su sitio de disposición final con ubicación en Agua Prieta o, en su caso, en el Relleno Sanitario de Buenavista del Cobre, propiedad del Promovente.	30 años, vida útil
		Mantenimiento de maquinaria y equipo	Generación de residuos peligrosos por ocasional servicios de mantenimiento a equipo y maquinaria en el sitio, cuyo manejo inadecuado podría causar contaminación del suelo	Dar el manejo adecuado a los residuos peligrosos consistentes en aceites, filtros y sólidos impregnados de acuerdo al Estándar de medio ambiente que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado Gestión de Residuos Peligrosos, con Código EMA-BVC-06.2.	30 años, vida útil
Abandono	Suelo	Todas las actividades	Generación de residuos de tipo doméstico, consistentes en restos de comida de los trabajadores, bolsas plásticas de papel y plástico, envases de PET, aluminio y vidrio, cuyo manejo inadecuado podría causar contaminación del suelo	Dar manejo a los residuos sólidos urbanos de acuerdo al Estándar de medio ambiente que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, con Código AGGG-07, que tiene como objetivo *Prevenir la contaminación ambiental mediante la gestión integral de los residuos sólidos urbanos generados por las operaciones del complejo minero*. Una vez aplicado dicho estándar, se	Un año

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
				enviará a su sitio de disposición final con ubicación en Agua Prieta o, en su caso, en el Relleno Sanitario de Buenavista del Cobre, propiedad del Promovente. Retirar toda la maquinaria y equipo que se haya utilizado para las actividades de operación; así como también de dejar totalmente el área del proyecto libre de cualquier residuo o instalación.	

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
Preparación del sitio	Flora	Desmonte	Remoción de la cubierta vegetal en donde se desarrollan los tipos de vegetación pastizal natural, pastizal inducido, mezquital xerófilo, bosque de mezquite y vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural.	Delimitar físicamente el área a intervenir a fin de garantizar que el área circundante no se verá afectada con la ejecución del proyecto. Rescatar los individuos de especies florísticas presentes en el área del proyecto, considerando a las especies listadas dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 que pudieran encontrarse, y/o aquellas de difícil regeneración y lento crecimiento, aunado, a aquellas de interés biológico en el ámbito local o regional. Compensar la pérdida de flora silvestre más representativa de la superficie ocupada por el proyecto donde no ha sido posible el manejo de especies maderables, mediante la ejecución de un programa de forestación y reforestación. Prohibir el realizar fogatas y quemas en el total de la superficie del proyecto para evitar la pérdida de especies arbóreas, arbustivas y pastos nativos.	11 meses, a partir del segundo mes
Preparación del sitio	Fauna	Desmonte	Alteración del hábitat de la fauna por la remoción de la cubierta vegetal. Alteración del hábitat de la fauna protegida o de interés biológico por la remoción de	Previo a las actividades de desmonte y despalme ahuyentar y/o reubicar mediante técnicas prácticas bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta las características de	11 meses, a partir del segundo mes

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
			la cubierta vegetal	las especies de fauna silvestre que se presenten en el área del proyecto, consideradas o no bajo algún estatus de protección con base a los listados de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Lo anterior mencionado y en apego al Estándar de medio ambiente que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado Protección de flora y fauna, con Código EMA-BVC-009, que tiene como objetivo contribuir a la protección de flora y fauna silvestre que habita o circunda las operaciones mineras y/o complementarias. El desmonte y despalme se deberá de realizar de manera direccionada y paulatina a efecto de permitir el desplazamiento de la fauna hacia zonas menos perturbadas	
Preparación del sitio	Paisaje	Desmonte y despalme del terreno, Almacenamiento de material vegetal y tierra fértil	Modificación del entorno paisajístico	Sin medida Inmediatamente empieza la etapa de construcción	---
Construcción	Paisaje	Todas las actividades	Modificación del entorno paisajístico natural	Garantizar que las especies rescatadas y reubicadas, así como las que formen parte de la reforestación, sean acorde al tipo de vegetación donde se ubiquen, así como buscar materiales para la construcción de la diversa infraestructura del proyecto que sean amigables con el entorno paisajístico.	1 año

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
Operación	Paisaje	Todas las actividades	Nuevo paisaje por la infraestructura del proyecto	Diseñar la infraestructura para que sea acorde al entorno paisajístico de la zona de cada obra.	30 años
Preparación del sitio	Calidad de vida	Todas las actividades	Afectación de la calidad de vida por las emisiones de polvos	Humectar con agua los caminos y suelos desnudos por donde circulará la maquinaria, equipo y los vehículos del personal	El primer año (12 meses)
Operación	Calidad de vida	Todas las actividades	Afectación de la calidad de vida por las emisiones de polvos por el tránsito de la terracería, mantenimiento de acueducto	Humectar con agua los caminos y suelos desnudos por donde circulará la maquinaria, equipo y los vehículos del personal	30 años

Descripción de las medidas propuestas

Una vez identificadas las actividades susceptibles de generar impactos sobre el área del proyecto y establecidas las medidas de mitigación, es importante mencionar que el desarrollo de este proyecto no generará impactos acumulativos, ya que estos, comprenden un amplio espectro de impactos a diferentes escalas espaciales y temporales. Es decir, los impactos acumulativos, resultan de los efectos combinados de diferentes tipos de proyectos sobre un mismo recurso. En este contexto, con la operación de las diversas Obras del proyecto no se considera generar impactos acumulativos, ya que, comparativamente con las actividades que Buenavista del Cobre realiza, las etapas del Proyecto tienen impactos adversos puntuales.

Es importante que todas las medidas de mitigación se realicen para garantizar que la ejecución del Proyecto impacte lo menos posible al ecosistema.

Medidas para el factor atmósfera

Etapa de preparación del sitio

Partículas suspendidas

Humectar con agua los caminos y suelos desnudos por donde circulará la maquinaria y los vehículos del personal para evitar la dispersión de partículas suspendidas a la atmósfera. Esto en las actividades de desmonte y despalme del terreno donde se construirán los pozos, la infraestructura de la Estación de Bombeo La Churea, la zanja del acueducto. Medida durante 1 año.

Gases/humos

Dar mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria y equipo a utilizar durante las diversas actividades de esta etapa, con la finalidad de reducir la cantidad de emisiones a la atmósfera por los gases de combustión interna. De igual forma se dará mantenimiento a los vehículos que utilice el personal para transporte a los sitios. Medida durante 1 año.

Ruido

Dar mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria y equipo a utilizar durante las diversas actividades de esta etapa, con la finalidad de reducir los niveles de emisión de ruido. De igual forma se dará mantenimiento a los vehículos que utilice el personal para transporte a los sitios. Medida durante 1 año.

Etapa de construcción

Partículas suspendidas

Humectar con agua los caminos y suelos desnudos por donde circulará la maquinaria y los vehículos del personal para evitar la dispersión de partículas suspendidas a la atmósfera. Esto en las actividades de construcción de la infraestructura de los pozos, la de la Estación de Bombeo La Churea, la zanja del acueducto y los caminos de acceso. Duración: el primer año (12 meses).

Gases/humos

Dar mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria y equipo a utilizar durante las diversas actividades de esta etapa, con la finalidad de reducir la cantidad de emisiones a la atmósfera por los gases de combustión interna. De igual forma se dará mantenimiento a los vehículos que utilice el personal para transporte a los sitios. Duración: el primer año (12 meses).

Ruido

Dar mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria y equipo a utilizar durante las diversas actividades de esta etapa, con la finalidad de reducir los niveles de emisión de ruido. De igual forma se dará mantenimiento a los vehículos que utilice el personal para transporte a los sitios. Duración: el primer año (12 meses).

Operación

Partículas suspendidas

Humectar con agua los caminos y suelos desnudos por donde circulará la maquinaria y los vehículos del personal para evitar la dispersión de partículas suspendidas a la atmósfera con la operación de las actividades de los caminos/accesos de terracería, y el mantenimiento del acueducto. Duración: 30 años.

Gases/humos

Dar mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria y equipo a utilizar durante las diversas obras y actividades de esta etapa, con la finalidad de reducir la cantidad de emisiones a la atmósfera por los gases de combustión interna. De igual forma se dará mantenimiento a los vehículos que utilice el personal para transporte a los sitios. Se tendrá un programa calendarizado para el servicio y mantenimiento preventivo y correctivo. Duración: 30 años.

Ruido

Dar mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria y equipo a utilizar durante las diversas actividades de esta etapa, con la finalidad de reducir los niveles de emisión de ruido. De igual forma se dará mantenimiento a los vehículos que utilice el personal para transporte a los sitios. Se tendrá un programa calendarizado para el servicio y mantenimiento preventivo y correctivo. Duración: 30 años.

Abandono

Partículas suspendidas

Humectar con agua los caminos y suelos desnudos por donde circulará la maquinaria y los vehículos del personal para evitar la dispersión de partículas suspendidas a la

atmósfera durante el retiro de infraestructura, limpieza del sitio, descompactación del suelo y reincorporación del material rescatado, durante 1 año.

Gases/humos

Dar mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria y equipo a utilizar durante las diversas obras y actividades de esta etapa, con la finalidad de reducir la cantidad de emisiones a la atmósfera por los gases de combustión interna. De igual forma se dará mantenimiento a los vehículos que utilice el personal para transporte a los sitios. Se tendrá un programa calendarizado para el servicio y mantenimiento preventivo y correctivo. Duración: 1 año.

Ruido

Dar mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria y equipo a utilizar durante las diversas actividades de esta etapa, con la finalidad de reducir los niveles de emisión de ruido. De igual forma se dará mantenimiento a los vehículos que utilice el personal para transporte a los sitios. Se tendrá un programa calendarizado para el servicio y mantenimiento preventivo y correctivo. Duración: 1 año.

Medidas para el factor suelo

Etapa de preparación del sitio

Suelo Fértil

Rescatar suelo fértil en aquellas zonas que presenten al menos un horizonte de 20 cm de espesor. El material del desmonte a excepción de troncos, se triturará y depositará junto con el suelo vegetal para promover la permanencia de germoplasma en el suelo rescatado.

Diseñar y ejecutar un programa de trabajo en el que se especifican las acciones a implementar y ejecutar con el fin de reducir la degradación de los suelos forestales.

Generación de residuos sólidos

Dar manejo a los residuos sólidos urbanos consistentes en restos de comida de los trabajadores, bolsas plásticas de papel y plástico, envases de PET, aluminio y vidrio, de acuerdo al **Estándar de medio ambiente** que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado **Gestión de Residuos Sólidos Urbanos**, con **Código AGGG-07**, que tiene como objetivo *Prevenir la contaminación ambiental mediante la gestión integral de los residuos sólidos urbanos generados por las operaciones del complejo minero*. Una vez aplicado dicho estándar, se enviará a su sitio de disposición final con ubicación en Agua Prieta o, en su caso, en el Relleno Sanitario de Buenavista del Cobre, propiedad del Promovente.

Erosión del suelo

Se prevé la ejecución de presas 6 filtrantes de piedra acomodada, ejecutadas mediante la metodología de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) o las obras de conservación de suelo que mejor se adapten a las condiciones del sitio (terrazas, curvas de nivel u otras), siempre garantizando la captación de suelo estimada para el proyecto, buscando que la retención esté por encima de la pérdida de suelo para generar un residual positivo.

En particular, el dimensionamiento de las presas filtrantes de piedra acomodada, representan en lo individual, un ancho de aproximadamente 4 metros, buscando una altura efectiva máxima de 1 metro y un espejo de retención de 5 metros de largo, con la posibilidad de captar un volumen de 20 ton. Por lo que las presas filtrantes o las obras de conservación de suelo previstas, se considera que retendrán un total de 960 toneladas de suelo al año. De igual manera, en caso de requerirse más presas filtrantes a falta de completar la retención de suelo a compensar por la pérdida realizada por el CUS, se contemplará la construcción de más presas para que la retención sea mayor a la pérdida de suelo.

Con la ejecución del proyecto, la erosión potencialmente se incrementa por el desmonte y la ocupación de las 1.7780 ha que se solicitarán para el CUSTF, hasta en 55.46 ton/ha (aportado en 1.0550 ton/ha por erosión hídrica y 54.40 ton/ha por erosión eólica), lo que representa una erosión total a mitigar de 98.61 ton totales, en apego a las metodologías correspondientes.

Resumen Erosión hídrica y eólica en proyecto

		Escenario 1	**Escenario 2**
Erosión		**Sin proyecto**	**Con proyecto**
Hídrica	Erosión/ha	0.3165	1.0550
	Erosión CUSTF	0.5627	1.8758
Eólica	Erosión/ha	5.44	54.40
	Erosión CUSTF	9.67	96.72
		5.7565	55.46

En un escenario 3 se prevé la construcción de presas filtrantes en las cárcavas ya existentes a un costado la línea del acueducto, dentro de predio del Promovente, y se espera tener una retención de 110 toneladas de suelo, alcanzándose a revertir el proceso potencialmente con una retención por encima de la afectación para generar un residual positivo de 1.17 ton de retención de suelo.

Resumen Erosión hídrica y eólica en el proyecto con los tres escenarios analizados

		Escenario 1	Escenario 2			Escenario 3	
Erosión		Sin proyecto	Con proyecto	Erosión a mitigar por tipo	Total a mitigar	Mitigación por obras (ton)	Residual (ton)
Hídrica	Erosión/ha	0.3165	1.0550	2.44	108.83	110	1.17
	Erosión CUSTF	0.5627	1.8758				
Eólica	Erosión/ha	5.44	54.40	106.39			
	Erosión CUSTF	9.67	96.72				
		5.76	55.46				

El programa de monitoreo ambiental durante la vida útil del proyecto contempla muestreos periódicos al agua superficial y sedimentos de arroyos, con el fin de detectar y corregir cualquier alteración que pudiera atribuirse a las operaciones del proyecto.

Posteriormente al desmonte, se continúa con el despalme del terreno durante el cual se rescata el suelo vegetal de las zonas más propicias de acuerdo a los reconocimientos previos de la zona. Se recomienda rescatar suelo fértil en aquellas zonas que presenten al menos un horizonte de 20 cm de espesor. El material del desmonte a excepción de troncos, se triturará y depositará junto con el suelo vegetal para promover la permanencia de germoplasma en el suelo rescatado.

Etapa de construcción

Generación de residuos sólidos

Dar manejo a los residuos sólidos urbanos consistentes en restos de comida de los trabajadores, bolsas plásticas de papel y plástico, envases de PET, aluminio y vidrio, de acuerdo al **Estándar de medio ambiente** que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado **Gestión de Residuos Sólidos Urbanos**, con **Código AGGG-07**, que tiene como objetivo *Prevenir la contaminación ambiental mediante la gestión integral de los residuos sólidos urbanos generados por las operaciones del complejo minero*. Una vez aplicado dicho estándar, se enviará a su sitio de disposición final con ubicación en Agua Prieta o, en su caso, en el Relleno Sanitario de Buenavista del Cobre, propiedad del Promovente. Duración: 12 meses.

Operación y mantenimiento

Generación de residuos sólidos

Dar manejo a los residuos sólidos urbanos consistentes en restos de comida de los trabajadores, bolsas plásticas de papel y plástico, envases de PET, aluminio y vidrio, de acuerdo al **Estándar de medio ambiente** que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado **Gestión de Residuos Sólidos Urbanos**, con **Código AGGG-07**, que

tiene como objetivo *Prevenir la contaminación ambiental mediante la gestión integral de los residuos sólidos urbanos generados por las operaciones del complejo minero*. Una vez aplicado dicho estándar, se enviará a su sitio de disposición final con ubicación en Agua Prieta o, en su caso, en el Relleno Sanitario de Buenavista del Cobre, propiedad del Promovente.

Generación de residuos peligrosos

En caso de mantenimiento ocasional de los equipos y vehículos del personal de las diversas obras del proyecto, se generarán residuos peligrosos consistentes en aceites, filtros y sólidos impregnados. El producto resultante será considerado como residuo peligroso y enviado a sitio autorizado por la SEMARNAT. Todos los residuos peligrosos serán manejados de acuerdo al **Estándar de medio ambiente** que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado **Gestión de Residuos Peligrosos**, con **Código EMA-BVC-06.2**.

Abandono

Dar manejo a los residuos sólidos urbanos consistentes en restos de comida de los trabajadores, bolsas plásticas de papel y plástico, envases de PET, aluminio y vidrio, de acuerdo al **Estándar de medio ambiente** que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado **Gestión de Residuos Sólidos Urbanos**, con **Código AGGG-07**, que tiene como objetivo *Prevenir la contaminación ambiental mediante la gestión integral de los residuos sólidos urbanos generados por las operaciones del complejo minero*. Una vez aplicado dicho estándar, se enviará a su sitio de disposición final con ubicación en Agua Prieta o, en su caso, en el Relleno Sanitario de Buenavista del Cobre, propiedad del Promovente.

Retirar toda la maquinaria y equipo que se haya utilizado para las actividades de operación; así como también de dejar totalmente el área del proyecto libre de cualquier residuo o instalación.

Medidas para el factor agua (superficial y subterránea)

Preparación del sitio

Captación de agua

Para las obras y actividades que se ejecutarán en esta etapa, con la finalidad de no ocasionar una disminución en la captación de agua, al tratarse de una zona de terreno propensa a inundaciones y por ende la baja efectividad de estas obras, se implementará la conformación de curvas de nivel para la compensación de agua, misma que se espera contar con la misma cantidad de retención (144.74 m3). Todo esto a lo largo del acueducto y el camino existente que une Cananea con Bacoachi.

Se prevé la construcción de 147 terrazas individuales de las especies rescatadas (con captación de agua de 0.25 m3 c/u), la construcción de 4 zanjas bordo (18.00 m3 c/u),

curvas de nivel (500 m3), así como reforestación de 1,020 especies del sitio (0.25 m3 c/u) para garantizar la captación de agua estimada para el proyecto, mismo que será ejecutado mediante medios mecánicos y maquinaria, por un total de aproximadamente 10 personas, teniendo un volumen de infiltración esperado de 1,763.25 m^3, teniendo un residual de 0.07 m^3/anuales.

Balance hídrico con la aplicación de medidas de mitigación

VARIABLE	TIEMPO DE EJECUCIÓN	SIN CUSTF (m^3)	CON CUSTF (m^3)	VOLUMEN A MITIGAR (m^3)	RESCATE Y REUBICACIÓN (m^3)	CAPTACIÓN OBRAS DE RESTAURACIÓN (m^3)	TOTAL MITIGADO (m^3)	RESIDUAL POSITIVO (m^3)
Infiltración	12 meses	393.13	248.39	144.74	144.75	0.00	144.74	0.00

Suministro de agua

En todas las actividades efectuar suministro de agua, para el consumo y servicios de empleados, de sitios autorizados durante los primeros 12 meses.

En todas las actividades efectuar suministro de agua no potable, para la humectación de áreas de tránsito y manejo de suelos, de sitios autorizados, medida durante 12 meses.

Operar bitácora de consumo de agua y buscar la optimización de este recurso en las actividades mencionadas mediante capacitación al personal. Lo anterior de acuerdo al **Estándar de medio ambiente** que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado **Consumo de agua**, con **Código EMA-BVC-002** con el objetivo de hacer uso eficiente del recurso agua, optimizando su aprovechamiento mediante mejora continua en los procesos y actividades.

Generación de aguas residuales

Las aguas residuales a generar durante la etapa de preparación del sitio serán del servicio a empleados y deberán ser manejados a través de sanitarios portátiles con disposición final en sitios autorizados para su tratamiento/disposición final. Lo anterior de acuerdo al **Estándar de medio ambiente** que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado **Consumo de agua**, con **Código EMA-BVC-002**.

Interrupción de los escurrimientos naturales

Implementar obras para la captación, desvío y reincorporación de los escurrimientos a cauces naturales.

Construcción

Interrupción de los escurrimientos naturales

Durante la construcción de la zanja del acueducto implementar obras para la captación, desvío y reincorporación de los escurrimientos a cauces naturales, medida durante 6 meses.

Suministro de agua

En todas las actividades efectuar suministro de agua, para el consumo y servicios de empleados, de sitios autorizados durante los primeros 12 meses.

En todas las actividades efectuar suministro de agua no potable, para la humectación de áreas de tránsito y manejo de suelos, de sitios autorizados, medida durante 12 meses.

Operar bitácora de consumo de agua y buscar la optimización de este recurso en las actividades mencionadas mediante capacitación al personal. Lo anterior de acuerdo al **Estándar de medio ambiente** que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado **Consumo de agua**, con **Código EMA-BVC-002** con el objetivo de hacer uso eficiente del recurso agua, optimizando su aprovechamiento mediante mejora continua en los procesos y actividades.

Generación de aguas residuales

Las aguas residuales a generar durante la etapa de preparación del sitio serán del servicio a empleados y deberán ser manejados a través de sanitarios portátiles con disposición final en sitios autorizados para su tratamiento/disposición final. Lo anterior de acuerdo al **Estándar de medio ambiente** que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado **Consumo de agua**, con **Código EMA-BVC-002**.

Operación y mantenimiento

Suministro de agua

Durante la operación, con duración de 30 años, efectuar el suministro de agua para el consumo y servicios de empleados, mismos que deberán de provenir de sitios autorizados.

Requerimientos de agua de calidad no potable para la humectación de caminos y suelos desnudos por donde transite la maquinaria y vehículos, durante los 30 años de vida útil del proyecto.

Operar bitácora de consumo de agua y buscar la optimización de este recurso en las actividades mencionadas mediante capacitación al personal. Lo anterior de acuerdo al **Estándar de medio ambiente** que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado **Consumo de agua**, con **Código EMA-BVC-002** con el objetivo de hacer uso eficiente del recurso agua, optimizando su aprovechamiento mediante mejora continua en los procesos y actividades.

Extracción de agua subterránea proveniente de los pozos

Ejecutar un programa para la construcción de obras de captación e infiltración de agua pluvial que contribuya a la recarga hídrica.

Durante la vida útil del proyecto (30 años), se deberá de mantener el monitoreo de los pozos para garantizar la disponibilidad del recurso del acuífero, lo cual es benéfico para la Promovente ya que así mantendrá sus operaciones.

En el Cuadro 8 de la presente información adicional se presentan las concesiones con las que cuenta la Promovente para la explotación y uso, otorgado por la Comisión Nacional del Agua, así como en el Anexo 3 se presentan los títulos de concesión otorgados.

Generación de aguas residuales

En esta etapa la generación de aguas residuales es de servicios sanitarios del personal directo y contratistas, mismas que serán manejadas a través de empresa autorizada con disposición en sitio autorizado. Lo anterior de acuerdo al **Estándar de medio ambiente** que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado **Consumo de agua**, con **Código EMA-BVC-002**.

Interrupción de los escurrimientos naturales

Implementar obras para la captación, desvío y reincorporación de los escurrimientos a cauces naturales.

Infiltración de agua

Realizar y ejecutar un programa donde se establezcan las obras para la captación e infiltración de agua de lluvia para que contribuya a la recarga hídrica de acuíferos.

Abandono

Para el abandono se deberá de efectuar suministro de agua, para el consumo y servicios de empleados que ejecuten las actividades de retiro de infraestructura, descompactación del suelo y la reincorporación del material rescatado. El agua deberá provenir de sitios autorizados. La medida tendrá una duración de 1 año.

Efectuar suministro de agua no potable, para la humectación de áreas de tránsito y manejo de suelos. El agua deberá provenir de sitios autorizados. La medida tendrá una duración de 1 año.

Generación de aguas residuales

En esta etapa la generación de aguas residuales es de servicios sanitarios del personal directo y contratistas, mismas que serán manejadas a través de empresa autorizada con disposición en sitio autorizado. Lo anterior de acuerdo al **Estándar de medio ambiente** que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado **Consumo de agua**, con **Código EMA-BVC-002**.

Medidas para el factor flora

Preparación del sitio

Delimitar físicamente el área a intervenir a fin de garantizar que el área circundante no se verá afectada con la ejecución del proyecto.

Rescatar los individuos de especies florísticas presentes en el área del proyecto, considerando a las especies listadas dentro de la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**, y/o aquellas de difícil regeneración y lento crecimiento, aunado, a aquellas de interés biológico en el ámbito local o regional.

Es claro que no todas las especies pueden ser susceptibles de ser rescatadas y reubicadas en virtud de sus características biológicas o físicas, de ahí que para seleccionar las especies objetivo se aplicarán los siguientes criterios:

a) Que se trate de especies que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010;
b) Que sean de difícil regeneración;
c) Que tengan posibilidad de sobrevivir a la extracción y reubicación;
d) Que se encuentren en el área del proyecto y no hubieran sido detectadas en todo el SA;
f) Que dado su tamaño, sea técnicamente posible su extracción sin afectar al ejemplar; y
g) Que dado su tamaño, sea económicamente factible su extracción.

Al reubicarse los especímenes identificados en este proyecto, se tratará de no afectar la dinámica de los ecosistemas, es decir, el flujo de energía, hidrológico y de nutrientes, así como las relaciones entre las comunidades. El sitio donde se llevará a cabo el replante estará ubicado en zonas circundantes, donde se promoverá que los organismos se adapten al área y que no sean perturbados por agentes externos.

Compensar la pérdida de flora silvestre más representativa de la superficie ocupada por el proyecto donde no ha sido posible el manejo de especies maderables, mediante la ejecución de un programa de forestación y reforestación.

Prohibir el realizar fogatas y quemas en el total de la superficie del proyecto para evitar la pérdida de especies arbóreas, arbustivas y pastos nativos.

Medidas para el factor fauna

Preparación del sitio

Previo al desmonte y despalme ahuyentar y/o reubicar mediante técnicas prácticas bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta las características de las especies de fauna silvestre que se presenten en el área del proyecto, consideradas o no bajo algún estatus de protección con base a los listados de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Lo anterior mencionado y en apego al **Estándar de medio ambiente** que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado **Protección de flora y fauna**, con **Código EMA-BVC-009**, que tiene como objetivo contribuir a la protección de flora y fauna silvestre que habita o circunda las operaciones mineras y/o complementarias.

El desmonte y despalme se deberá de realizar de manera direccionada y paulatina a efecto de permitir el desplazamiento de la fauna hacia zonas menos perturbadas.

Medidas para el factor paisaje

Preparación del sitio

Para la modificación del entorno paisajístico no se tiene medida de mitigación, ya que inmediatamente se inicia la etapa de construcción.

Construcción

Garantizar que las especies rescatadas y reubicadas, así como las que formen parte de la reforestación, sean acorde al tipo de vegetación donde se ubiquen, así como buscar materiales para la construcción de la diversa infraestructura del proyecto que sean amigables con el entorno paisajístico.

Operación y mantenimiento

Diseñar la infraestructura para que sea acorde al entorno paisajístico de la zona de cada obra.

Medidas para el factor Calidad de vida

Preparación del sitio

Para minimizar la generación de polvos humectar con agua los caminos y suelos desnudos por donde circulará la maquinaria, equipo y los vehículos del personal

Operación y mantenimiento

Para minimizar la generación de polvos humectar con agua los caminos y suelos desnudos por donde circulará la maquinaria, equipo y los vehículos del personal

Otras medidas

Manejar los materiales peligrosos o residuos peligrosos de acuerdo a la Normas Oficiales Mexicanas aplicables tanto en su almacenamiento, identificación, transporte y manipulación, a efecto de disminuir la posibilidad de presentar una contingencia ambiental por un mal manejo.

Contar con la supervisión de personal técnico preparado y capacitado ambientalmente, para que se supervise la implementación de todas las medidas propuestas para el buen desempeño ambiental del proyecto.

Implementar un programa de monitoreo y vigilancia ambiental para asegurar el cumplimiento y seguimiento de cada una de las medidas propuestas para la ejecución del proyecto.

Implementar un programa de concientización ambiental, el cual involucre la capacitación a los actores involucrados de todos los temas de importancia tales como el conocer los propios procedimientos o estándares ambientales con que ya se cuentan para asegurar el desempeño ambiental, dando a conocer las restricciones y precauciones que se deben de tener a lo largo del proyecto y en sus diferentes etapas, a efecto de evitar la afectación de los componentes del ambiente por faltas de comunicación, capacitación y concientización.

Colocar señalización para prohibir la cacería, captura, colecta, consumo, comercialización, tráfico y la extracción de especies de flora y fauna silvestres, tanto en el área del Proyecto, como en sus caminos de acceso y colindancias, por el personal que labore en el mismo. Así como también señalamientos de límite de velocidad.

Contemplar la contratación de mano de obra y servicios de comunidades o localidades cercanas, a efecto de tener mayor derrama económica en las localidades cercanas.

VII.2 Impactos residuales

Tal y como lo establece la fracción V del Artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de evaluación de Impacto Ambiental, se deberán identificar, evaluar y describir los impactos residuales, es por ello que se dedica una sección especial para el análisis.

Es sabido que aún con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impacto que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del SA, reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales.

Es de carácter fundamental la identificación y la valoración de este tipo de impactos ambientales, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente.

Derivado de lo mencionado anteriormente, se tiene que el proyecto generará el impacto residual de la pérdida de cobertura vegetal, pérdida de ejemplares florísticos, pérdida de carbono vegetal, reducción del hábitat y la modificación del paisaje en una superficie de 1.7780 hectáreas. La totalidad del proyecto consiste en una superficie de 16.6270 hectáreas, de las cuales 1.7780 solo requerirán el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, los cuales representan un 10.69% del proyecto. Otro factor importante es que el sitio del proyecto, específicamente donde se ejecutará el cambio de uso de suelo, es dentro de los tipos de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural.

VII.3 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

Conforme al artículo 131 y 135, penúltimo párrafo de la LGEEPA y 51, en sus fracciones II y IV del reglamento en materia de evaluación de impacto ambiental, a fin de garantizar que ante la ocurrencia de daños graves al ambiente y sus ecosistemas, especialmente en zonas de alta vulnerabilidad ambiental, la empresa Promovente lleve a cabo las medidas de prevención, mitigación o compensación ambiental propuestas en el presente estudio, se debe presentar de manera previa a la ejecución de las obras y actividades una propuesta de garantía para su análisis y validación de la autoridad.

Es por ello que, a continuación se presenta una estimación de los costos de implementación de las estrategias de prevención y mitigación de los impactos ambientales del proyecto.

La inversión de capital inicial total que se hará para el proyecto es de $570,000,000.00 (quinientos setenta millones de pesos 00/100 M.N.).

Algunas de las opciones de garantías financieras existentes incluyen seguros, fianzas, fideicomisos, fondos, cartas de crédito y el aval. Se consideraron las características de cada uno de los diferentes instrumentos de garantía y para este caso se considera la Fianza, ya que es el instrumento financiero más adecuado para asegurar la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y/o control ambiental.

Para este caso en particular, se excluye la contratación de un seguro ya que lo que se pretende asegurar es el cumplimiento de medidas de mitigación, prevención y compensación establecidas en el presente documento técnico unificado. Adicionalmente, no existe un riesgo que asegurar ya que las actividades que se ejecutarán no son consideradas riesgosas por la legislación ambiental, y en todo caso, sería muy complejo determinar el interés asegurable, ya que se trata de recursos bióticos y abióticos.

Los montos de inversión del presente proyecto se presentan a continuación:

ACTIVIDAD	MONTO	ETAPA
Construcción de la infraestructura objeto del presente proyecto (acueducto, estación de bombeo, caminos nuevos, pozos de agua fresca, línea de distribución de media tensión) y preparación del sitio (actividades de protección y conservación de flora y fauna silvestre y conservación de suelo y agua)	$ 500,000,000.00 MXN	Preparación del sitio Construcción
Operación y mantenimiento de acueducto, pozos, caminos, estación de bombeo	$ 50,000,000.00 MXN	Operación Mantenimiento
Cierre y abandono del proyecto, consistente en desmantelamiento de infraestructura, reforestación y monitoreos.	$ 20,000,000.00 MXN	Cierre Abandono

Como es por su naturaleza, durante la preparación del sitio y construcción se destinará la mayor parte del presupuesto (cerca del 87.7% del total), esto por su naturaleza, ya que es donde se tendrá toda la construcción de la infraestructura destinada al proyecto donde también se contempla la ejecución de actividades de protección y conservación de flora y fauna silvestre, suelos y agua.

Durante la operación y mantenimiento del acueducto, de la red de pozos, caminos y la estación de bombeo La Churea, se destinará aproximadamente un 8.7% del presupuesto total.

Por otro lado para cumplir con las actividades de cierre y abandono del proyecto, mismas que consisten en el desmantelamiento de infraestructura, reforestación, entre otras, será de aproximadamente el 3.6% del total presupuestado.

VII.4 Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo

Estimación económica de la flora y fauna:

Considerando los servicios ambientales que prestan los recursos forestales existentes en el terreno proyectado y, utilizando valores arbitrarios calculados en base al valor de importancia ecológico de todas las especies vegetales muestreadas, se tiene que esos recursos pueden valorarse por un total de **$157,563.48**.

Valor económico de las especies vegetales en el área solicitada para CUSTF de acuerdo a los servicios ambientales que ellas prestan al ecosistema

TIPO DE OBRA	TIPO DE VEGETACION	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	IVI	VALOR UNITARIO (pesos por unidad de VI)	VALOR POR SP
Construcción de pozos	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	*Bouteloua gracilis*	Zacate navajita	67.22	$100.00	$6,722.00
		Bouteloua repens	Navajita delgada	25.99	$100.00	$2,599.00
		Eragrostis superba	Zacate garrapata	41.97	$100.00	$4,197.00
		Hymenoclea monogyra	Jécota	5.46	$100.00	$546.00
		Juniperus deppeana	Táscale	8.82	$100.00	$882.00
		Opuntia thurberi	Choya tasajo	3.87	$100.00	$387.00
		Prosopis velutina	Mezquite	102.38	$100.00	$10,238.00
		Sporobolus airoides	Zacatón alcalino	44.30	$100.00	$4,430.00
Construcción de pozos	Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	*Acacia constricta*	Mezquitillo	10.69	$100.00	$1,069.00
		Bouteloua gracilis	Zacate navajita	27.09	$100.00	$2,709.00
		Bouteloua repens	Navajita delgada	27.14	$100.00	$2,714.00
		Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	64.69	$100.00	$6,469.00
		Eragrostis superba	Zacate garrapata	19.28	$100.00	$1,928.00
		Mimosa biuncifera	Gatuña	28.76	$100.00	$2,876.00
		Panicum maximum	Zacate guinea	87.20	$100.00	$8,720.00
		Prosopis velutina	Mezquite	28.18	$100.00	$2,818.00
		Yucca schottii	Yuca	6.97	$100.00	$697.00
Construcción de caminos	Vegetación Secundaria	*Acacia constricta*	Mezquitillo	14.81	$100.00	$1,481.00
		Bouteloua gracilis	Zacate navajita	118.82	$100.00	$11,882.00

	Arbustiva de Pastizal Natural	*Calliandra eriophylla*	Cósahui de vaina	9.96	$100.00	$996.00
		Dasylirion wheeleri	Sotol	5.13	$100.00	$513.00
		Eragrostis superba	Zacate garrapata	5.80	$100.00	$580.00
		Fouquieria splendens	Ocotillo	22.31	$100.00	$2,231.00
		Juniperus deppeana	Táscale	15.47	$100.00	$1,547.00
		Mimosa biuncifera	Gatuña	7.48	$100.00	$748.00
		Opuntia engelmannii	Nopal	9.18	$100.00	$918.00
		Opuntia thurberi	Choya tasajo	14.64	$100.00	$1,464.00
		Prosopis velutina	Mezquite	49.29	$100.00	$4,929.00
		Quercus arizonica	Encino blanco	16.50	$100.00	$1,650.00
		Yucca schottii	Yuca	10.62	$100.00	$1,062.00
Construcción de estación de bombeo y su acceso	Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	*Bouteloua curtipendula*	Mezquitillo	56.68	$100.00	$5,668.00
		Bouteloua gracilis	Zacate navajita	55.40	$100.00	$5,540.00
		Eragrostis superba	Zacate garrapata	48.34	$100.00	$4,834.00
		Juniperus deppeana	Táscale	43.79	$100.00	$4,379.00
		Mimosa biuncifera	Gatuña	10.06	$100.00	$1,006.00
		Opuntia thurberi	Choya tasajo	10.03	$100.00	$1,003.00
		Prosopis velutina	Mezquite	75.70	$100.00	$7,570.00
					TOTAL:	**$120,002.00**

Considerando los servicios ambientales que prestan los recursos faunísticos existentes en el terreno proyectado y, utilizando valores arbitrarios calculados en base al valor de importancia ecológico de todas las especies de los grupos de fauna, se tiene que esos recursos pueden valorarse por un total de **$141,135.07**, como se ve en la siguiente tabla.

Valor económico de las especies de fauna silvestre del área solicitada para CUSTF de acuerdo a los servicios ambientales que ellas prestan al ecosistema

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	VI	VALOR UNITARIO (pesos por unidad de VI)	VALOR POR SP
REPTILES				
Aspidoscelis burti	Huico manchado	2.4903	$100.00	$249.03
Aspidoscelis tigris	Huico tigre del NW	3.4055	$100.00	$340.55
Holbrookia maculata	Lagartija sorda	3.4055	$100.00	$340.55
Sceloporus jarrovii	Lagartija espinosa	7.4917	$200.00	$1,498.34
			Subtotal para reptiles:	**$2,428.46**
AVES				
Callipepla gambelli	Codorniz de Gambel	9.7900	$200.00	$1,958.01
Cathartes aura	Zopilote aura	3.4055	$100.00	$340.55
Columbina passerina	Tórtola coquita	34.3033	$700.00	$24,012.30
Coragyps atratus	Zopilote común	9.7900	$200.00	$1,958.01
Corvus corax	Cuervo común	17.7062	$400.00	$7,082.47
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	9.7900	$200.00	$1,958.01
Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	34.3033	$700.00	$24,012.30
Quiscalus mexicanus	Chanate mexicano	27.1539	$500.00	$13,576.96
Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	30.6435	$600.00	$18,386.11
Zenaida macroura	Paloma huilota	23.8345	$500.00	$11,917.25
			Subtotal para aves:	**$105,201.97**
MAMIFEROS				

Ammospermophilus harrisii	Ardilla antílope de Son.	7.4917	$200.00	$1,498.34
Canis latrans	Coyote	5.3635	$100.00	$536.35
Lepus californicus	Liebre cola negra	30.6435	$600.00	$18,386.11
Mephitis mephitis	Zorrillo listado	3.4055	$100.00	$340.55
Peromyscus boylii rowleyi	Ratón arbustero	14.8973	$300.00	$4,469.19
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	20.6853	$400.00	$8,274.10
			Subtotal para mamíferos:	**$33,504.63**
			TOTAL:	**$141,135.07**

En resumen, el valor económico total de los recursos biológicos forestales prestados por el predio sujeto a CUSTF es de **$1,790,676.53**, como se observa en la siguiente tabla:

Valor económico de los recursos biológicos forestales del área del proyecto

RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES	VALOR ECONOMICO ESTIMADO
Maderables	$10,337.85
No Maderables	$786,896.61
Recursos Faunísticos	$732,305.00
Servicios Ambientales (vegetación)	$120,002.00
Servicios Ambientales (fauna)	$141,135.07
TOTAL:	**$1,790,676.53**

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

VIII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

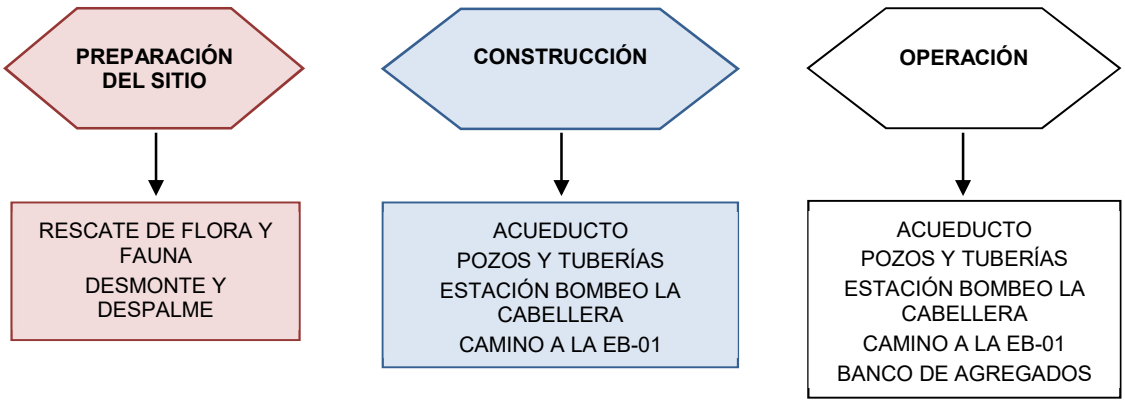
Se presenta el análisis del escenario resultante al introducir el proyecto en el sitio y se identifican las acciones que pueden provocar impactos a cada uno de los componentes ambientales o consolidación de los procesos de cambio existentes. Para construir el escenario resultante, se hace una descripción de cómo la combinación de los impactos del proyecto modificará el entorno. En caso de que algunos impactos pudieran provocar daños permanentes al ambiente o contribuir en la consolidación de los procesos de cambio existente, se señalará durante esta descripción.

La función de pronóstico define la intensidad de los impactos en el medio ambiente, resultante de la gama de alternativas que se considere en el estudio (de localización, de opciones de las características de las obras, etc. y facilita el análisis de los proyectos alternativos en términos de la magnitud y la localización de los lugares en donde pueden ocurrir los impactos.

Una de las maneras de analizar sus componentes es a través de un análisis de sistemas para comprender los aspectos de tecnología, socioeconómicos, ambientales y de gestión ambiental que existen a su alrededor no necesariamente en forma lineal o secuencial. Por ello generar el diagrama de flujo del proyecto permite comprender la estructura del sistema e inferir sobre los aspectos negativos para poder mitigar sus efectos en el proyecto.

El Diagrama de Flujo, es el diagrama característico de la Dinámica de Sistemas. Básicamente consiste en la clasificación de los elementos del sistema (Ver figura siguiente:

Diagrama de flujo de las actividades principales



En primer lugar hay que identificar el problema con claridad, y describir los impactos adversos del estudio con precisión, que son los que deseamos revertir. Aunque sea obvio, es muy importante una definición correcta del problema real ya que todas las etapas siguientes gravitaran sobre ello.

Una vez definido el núcleo del problema, se ha de completar su descripción en base a la aportación de conocimientos del tema por parte de los expertos, documentación básica sobre el tema, etc. El resultado de esta fase ha de ser una primera percepción de los "elementos" que tienen relación con el problema planteado, las hipotéticas relaciones existentes entre ellos, y su comportamiento histórico.

A continuación se describe un enfoque para interpretar la realidad. Muy posiblemente no existe la que podríamos llamar "forma correcta" o "la mejor manera" de observar la realidad, puesto que es imposible señalar a una sola dirección como la mejor o la más correcta.

El conjunto de los elementos que tienen relación con nuestro problema y permiten en principio explicar el comportamiento observado, junto con las relaciones entre ellos, en muchos casos de retroalimentación, forman el Sistema. El Diagrama Causal es un diagrama que recoge los elementos clave del Sistema y las relaciones entre ellos. Una vez conocidas globalmente las variables del sistema y las hipotéticas relaciones causales existentes entre ellas, se pasa a la representación gráfica de las mismas. En este diagrama, las diferentes relaciones están representadas por flechas entre las variables afectadas por ellas.

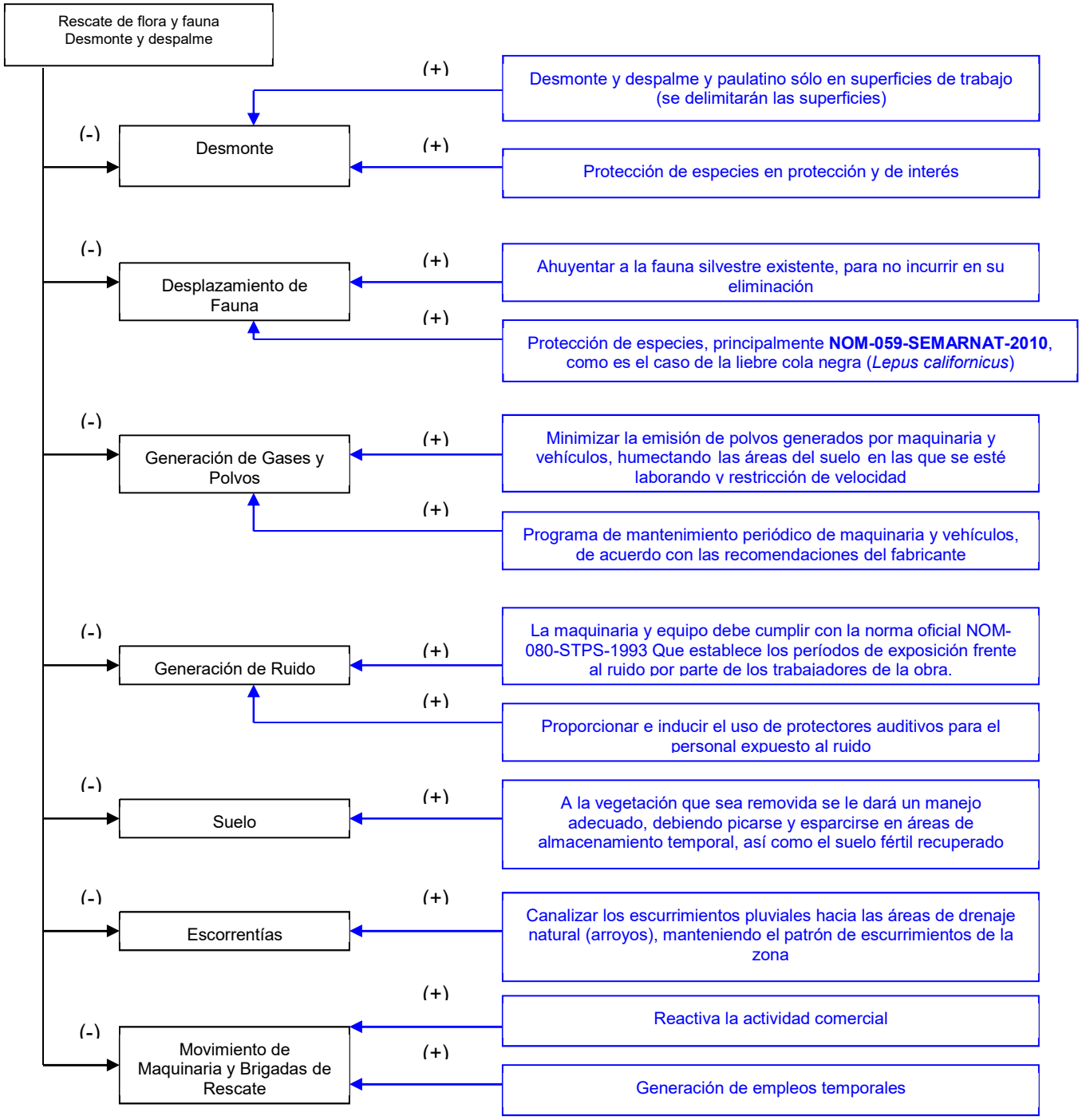
Aun cuando la relación proyecto-recurso es positiva, el proyecto del sistema de abastecimiento de agua fresca presenta impactos adversos concentrados en las etapas del proyecto de preparación del sitio, construcción y operación.

Las relaciones causales negativas del proyecto que intervienen son varias, que se destacan más adelante con las medidas de corrección en su caso aplicables.

Así, en la preparación del sitio lo más relevante resulta la necesidad del desmonte de las diversas áreas del proyecto, con la consecuente eliminación de suelo fértil y vegetación, la generación de ruido, polvos y humos durante la operación. Estas actividades son necesarias pero se verán atenuadas y revertidas una vez que se apliquen medidas de rescate, compensación y restauración.

PREPARACIÓN DEL SITIO

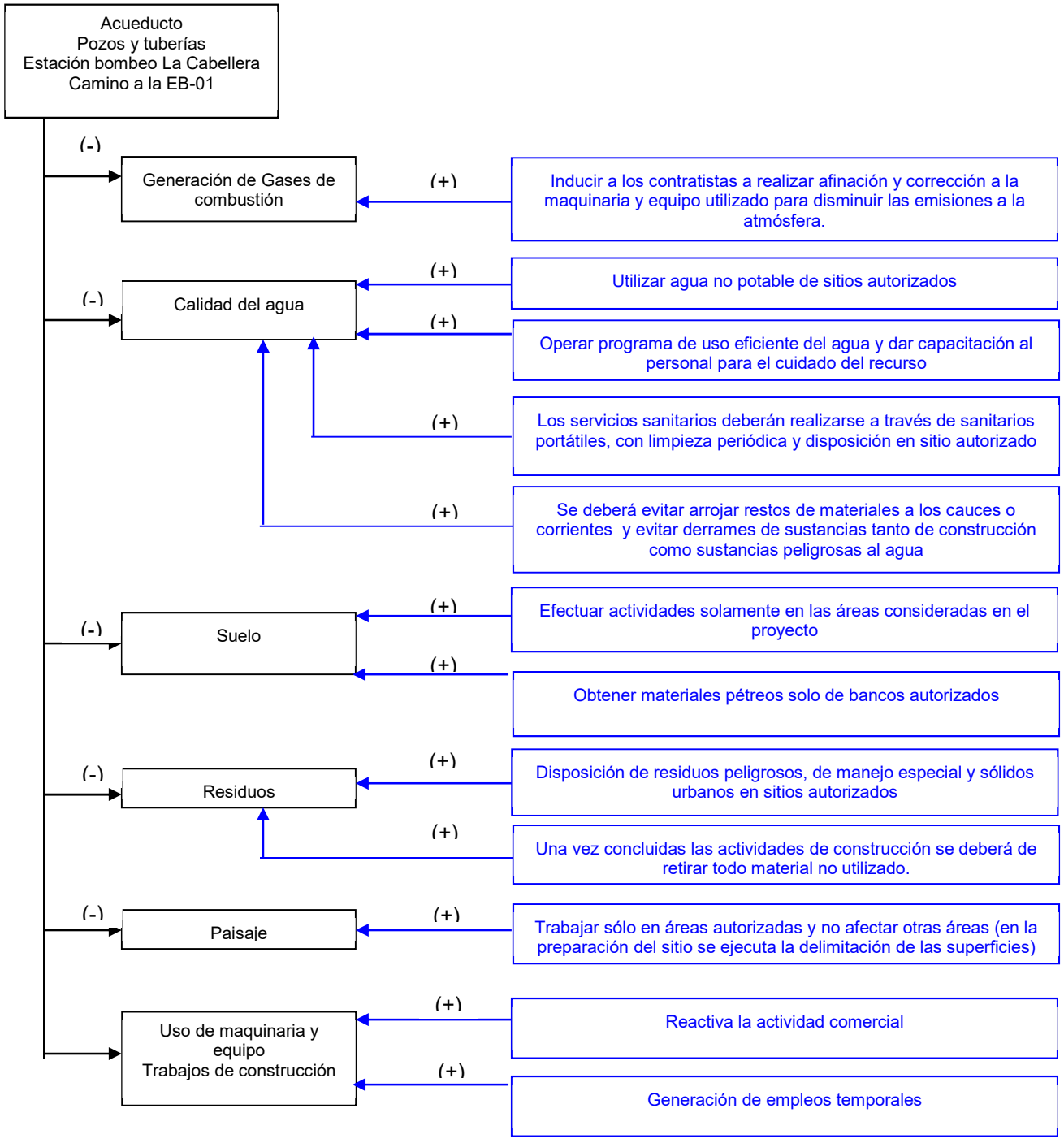
Figura VII.55. Diagrama causal de los impactos ambientales y sus medidas a aplicarse para cada actividad en la Preparación del sitio



VIII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.

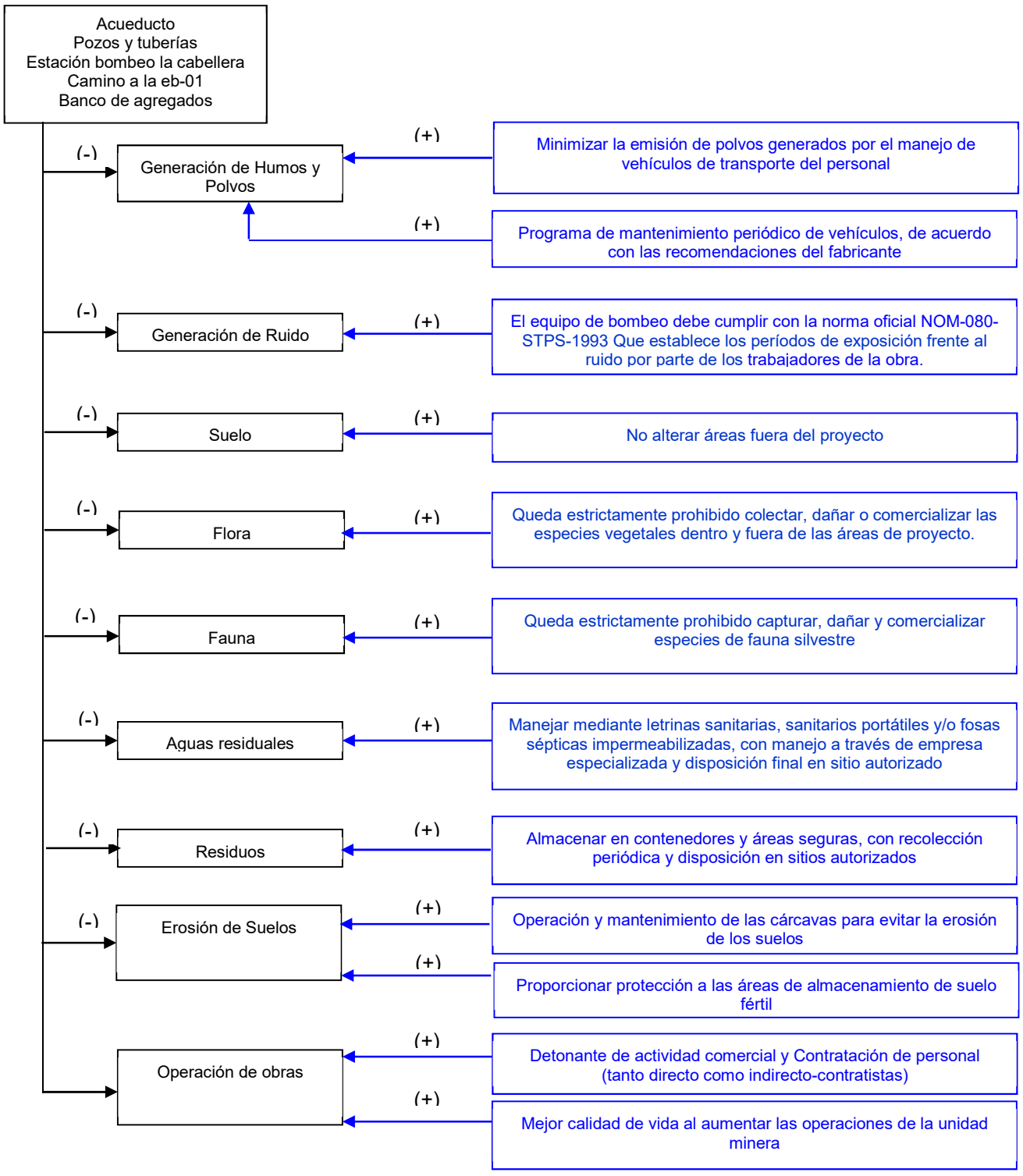
CONSTRUCCIÓN

Figura VII.56. Diagrama causal de los impactos ambientales y sus medidas a aplicarse para cada actividad en la construcción del Proyecto



OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Figura VII.57. Diagrama causal de los impactos ambientales y sus medidas a aplicarse para cada actividad en la Operación y mantenimiento



VIII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

Con la autorización del proyecto y con la aplicación de las medidas de mitigación propuestas podríamos obtener que, si bien sabemos que en la región existen yacimientos mineros que datan de siglos atrás, podrían tenerse una disminución de los impactos en comparación de la antigua minería y obras complementarias.

Para los diagramas de árbol que se presentan en los apartados VIII.1 y VIII.2, se propone ejecutar las siguientes medidas de mitigación de los impactos para cada componente ambiental:

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO
Preparación del sitio	Aire	Emisión de partículas de polvos por la circulación de maquinaria y vehículos y por manejo del suelo
		Emisión de gases de combustión por la operación de maquinaria y vehículos
		Emisión de ruido ocasionado por la circulación de maquinaria y vehículos
Construcción	Aire	Emisión de partículas de polvos por la circulación de maquinaria y vehículos
		Emisión de gases de combustión por la operación de maquinaria y vehículos
		Emisión de ruido ocasionado por la circulación de maquinaria y vehículos
Operación y mantenimiento	Aire	Emisión de partículas de polvos por el movimiento de maquinaria y manejo de suelo durante el mantenimiento del acueducto, por el tránsito por los accesos de terracería hacia los pozos de agua fresca
		Generación de emisiones de gases de combustión interna (NOx, CO, SOx) de maquinaria, equipo y vehículos
		Emisión de ruido ocasionado por la maquinaria y equipo
Abandono	Aire	Emisión de partículas de polvos por la circulación de maquinaria y manejo de suelos
		Generación de emisiones de gases de combustión interna (NOx, CO, SOx) de maquinaria, equipo y vehículos
		Emisión de ruido ocasionado por la operación de maquinaria, equipo y vehículos

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO
Preparación del sitio	Escurrimientos	Modificación del drenaje natural de los sitios donde se tendrá despalme de terreno.
	Agua superficial y/o subterránea	Requerimiento de suministro de agua para el consumo y servicio de los operadores. Requerimientos de agua de calidad no potable para la humectación de caminos y suelos desnudos por donde transite la maquinaria y vehículos.
	Agua superficial	Generación de aguas residuales del servicio a empleados, cuyo manejo inadecuado podría causar contaminación del agua y suelo.
Construcción	Escurrimientos	Interrupción de los escurrimientos naturales
Construcción Operación	Agua superficial y/o subterránea	Requerimiento de suministro de agua para el consumo y servicio de los operadores. Requerimientos de agua de calidad no potable para la humectación de caminos y suelos desnudos por donde transite la maquinaria y vehículos.
		Generación de aguas residuales del servicio a empleados, cuyo manejo inadecuado podría causar contaminación del agua y suelo
Abandono	Agua superficial	Modificación del drenaje natural de los sitios
		Requerimiento de suministro de agua para el consumo y servicio de los operadores. Requerimientos de agua de calidad no potable para la humectación de caminos y suelos desnudos por donde transite la maquinaria y vehículos.
		Generación de aguas residuales del servicio a empleados, cuyo manejo inadecuado podría causar contaminación del agua y suelo
Operación	Agua subterránea	Extracción de agua subterránea proveniente de los pozos
Preparación del sitio	Suelo	Cambio del uso actual del suelo al no presentarse las características naturales

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO
		Generación de residuos de tipo doméstico, consistentes en restos de comida de los trabajadores, bolsas plásticas de papel y plástico, envases de PET, aluminio y vidrio, cuyo manejo inadecuado podría causar contaminación del suelo
Construcción	Suelo	Generación de residuos de tipo doméstico, consistentes en restos de comida de los trabajadores, bolsas plásticas de papel y plástico, envases de PET, aluminio y vidrio, cuyo manejo inadecuado podría causar contaminación del suelo
Operación	Suelo	Generación de residuos de tipo doméstico, consistentes en restos de comida de los trabajadores, bolsas plásticas de papel y plástico, envases de PET, aluminio y vidrio, cuyo manejo inadecuado podría causar contaminación del suelo
		Generación de residuos peligrosos por ocasional servicios de mantenimiento a equipo y maquinaria en el sitio, cuyo manejo inadecuado podría causar contaminación del suelo
Abandono	Suelo	Generación de residuos de tipo doméstico, consistentes en restos de comida de los trabajadores, bolsas plásticas de papel y plástico, envases de PET, aluminio y vidrio, cuyo manejo inadecuado podría causar contaminación del suelo

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO
Preparación del sitio	Flora	Remoción de la cubierta vegetal en donde se desarrollan los tipos de vegetación pastizal natural, pastizal inducido, mezquital xerófilo, bosque de mezquite y vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural.
Preparación del sitio	Fauna	Alteración del hábitat de la fauna por la remoción de la cubierta vegetal.
		Alteración del hábitat de la fauna protegida o de interés biológico por la remoción de la cubierta vegetal
Preparación del sitio	Paisaje	Modificación del entorno paisajístico
Construcción	Paisaje	Modificación del entorno paisajístico natural
Operación	Paisaje	Nuevo paisaje por la infraestructura del proyecto
Preparación del sitio	Calidad de vida	Afectación de la calidad de vida por las emisiones de polvos
Operación	Calidad de vida	Afectación de la calidad de vida por las emisiones de polvos por el tránsito de la terracería, mantenimiento de acueducto

Sumado a lo anterior, se efectuará el pago al Fondo Forestal Mexicano como medida compensatoria por el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, conforme a los

lineamientos que establecen las diferencias entre materia de impacto ambiental y la forestal respecto al cambio de uso de suelo.

Previo a la introducción de maquinaria y equipo, se realizarán recorridos por las zonas donde se efectuará el desmonte, con la intención de hacer sonidos ruidosos para que la fauna presente emigre a zonas de mayor tranquilidad y poder ponerse fuera de peligro.

Se prevé la aplicación de riego en los caminos de terracería más frecuentados, para evitar que se tengan partículas suspendidas en gran magnitud. Con esto se prevé la disminución de un 80% de las emisiones a la atmosfera por las partículas suspendidas.

VIII.4 Pronóstico ambiental

El proyecto tendrá una duración de 30 años de operación,

VIII.5 Programa de Manejo Ambiental

Programa de Seguimiento y Vigilancia Ambiental

Existen diversas políticas y criterios para el cuidado del medio ambiente que la empresa promovente actualmente opera para la Unidad de Buenavista del Cobre, mismos que se aplicarán también en todas las etapas del presente proyecto. Aunado a lo anterior, el proyecto contará con un programa de monitoreo en el cual se integrarán las diversas medidas de mitigación resultantes de la evaluación de la presente manifestación por parte de la autoridad.

En el Cuadro siguiente se presentan las medidas de prevención, mitigación y compensación, indicando sus acciones a realizar y su tiempo de realización.

Medidas de prevención, mitigación y compensación del Proyecto a integrar en el Programa de Vigilancia Ambiental de Buenavista del Cobre

MEDIDAS	ELEMENTOS IMPACTADOS	ACCIONES	TIEMPO DE REALIZACIÓN
Prevención	Vegetación	Realizar y ejecutar un programa de trabajo en el que se especifiquen las acciones a realizar para delimitar físicamente el área a intervenir a fin de garantizar que el área circundante no se verá afectada con la ejecución del proyecto.	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y post-operativa
	Vegetación Atmósfera, Suelo	Prohibir el realizar fogatas y quemas en el total de la superficie del proyecto para evitar la pérdida de especies arbóreas, arbustivas y pastos nativos; así como utilizar fuentes	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación-

		de ignición (cerillos, encendedores, etc.).	mantenimiento
	Fauna	Previo a las actividades de desmonte y despalme, realizar y ejecutar un programa de trabajo en el que se especifican las acciones a realizar para el ahuyentamiento, rescate y protección de especies de fauna silvestre. El desmonte y despalme se deberá de realizar de manera direccionada y paulatina, esto con el objetivo de permitir el desplazamiento de la fauna hacia zonas menos perturbadas.	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación-mantenimiento
	Vegetación Fauna	Colocar señalización para prohibir la cacería, captura, colecta, consumo, comercialización, tráfico y la extracción de especies de flora y fauna silvestres, tanto en el área del Proyecto, como en sus caminos de acceso y colindancias, por el personal que labore en el mismo. Colocar señalamientos de velocidad conforme al área del proyecto. Colocar señalamiento de la correcta segregación y depósito de residuos en sus tres categorías.	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación-mantenimiento
	Agua	Implementar obras para la captación, desvío y reincorporación de los escurrimientos a cauces naturales.	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y post-operativa
		Implementar infraestructura apropiada para la captura, almacenamiento y/o tratamiento de las aguas residuales domésticas	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y post-operativa
		Implementar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo periódico para detectar y reparar las posibles anomalías en el sistema de casa de bombas y líneas de conducción de agua fresca o recuperada.	Durante la etapa de operación
	Residuos Agua Suelo	Implementación de los Estándares de Medio Ambiente y Planes de Manejo de Residuos con los que ya cuenta el complejo minero.	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y post-operativa
	Agua Suelo	Manejar los materiales peligrosos o residuos peligrosos de acuerdo a la Normas Oficiales Mexicanas aplicables tanto en su almacenamiento, identificación, transporte y manipulación.	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y post-operativa
	Geoforma Paisaje	Implementar las técnicas apropiadas para asegurar una estabilidad adecuada (Realizar la sección tipo de corte con bermas o banquetas). Asegurar la estabilidad de taludes en la mina (bancos) conforme a las características geotécnicas determinadas en el estudio de detalle por Fase de Minado. Asegurar la estabilidad de obras construidas a partir del relleno con material tipo tepetate, en particular caminos y plataformas.	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación-mantenimiento
	Todos los componentes	Contar con la supervisión de personal técnico preparado y capacitado ambientalmente, para que se supervise la implementación de todas las medidas propuestas para el buen desempeño ambiental del proyecto. Implementar un programa de monitoreo y vigilancia ambiental	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y post-operativa
		Implementar un programa de concientización ambiental, el cual involucre la capacitación a los actores involucrados de todos los temas de importancia tales como el conocer los propios procedimientos o estándares ambientales con que ya se cuentan para asegurar el desempeño ambiental, dando a conocer las restricciones y precauciones que se deben de	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y abandono

		tener a lo largo del proyecto y en sus diferentes etapas	
Prevención y Mitigación	Vegetación	Previo a las actividades de desmonte y despalme, realizar y ejecutar un programa de trabajo en el que se especifiquen las acciones a realizar para el rescate y reubicación de especies de flora silvestre de importancia en la zona donde se desarrollara el proyecto.	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación-mantenimiento
	Vegetación Suelo	Realizar y ejecutar un programa de trabajo para la extracción, almacenamiento y utilización del suelo fértil y especies maderables recuperadas en los polígonos autorizados para cambio de uso de suelo.	Durante la etapa de preparación del sitio
	Atmósfera	Realizar y ejecutar un programa de trabajo para el monitoreo de emisiones a la atmósfera en el complejo minero metalúrgico de Buenavista del Cobre, S.A. de C.V.	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y post-operativa
Mitigación	Atmósfera Suelo	Aplicación de un Plan de Mantenimiento Preventivo de Maquinaria, Equipo y Vehículos.	Todas las etapas del Proyecto
Mitigación y Compensación	Vegetación	Implementar un programa de reforestación del complejo minero-metalúrgico de Buenavista del Cobre S.A. de C.V.,	Durante las etapas de Post-operación y abandono
	Suelo	Realizar y ejecutar programa de trabajo en el que se especifican las acciones a implementar y ejecutar con el fin de reducir la degradación de los suelos forestales.	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y post-operativa
	Paisaje	Implementar un programa de abandono de manera paulatina en bancos de agregados.	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y post-operativa
Compensación	Vegetación	Implementar un programa de forestación y reforestación del complejo minero-metalúrgico de Buenavista del Cobre S.A. de C.V., enfocado a compensación de especies maderables	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación-mantenimiento
	Agua	Realizar y ejecutar un programa para captación e infiltración de agua de lluvia que contribuya a la recarga hídrica de acuíferos.	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y post-operativa
	Socioeconómico	Contemplar la contratación de mano de obra y servicios de las comunidades o localidades cercanas.	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y abandono

VIII.6 Seguimiento y control

Para el seguimiento y control, se ejecutarán las siguientes actividades:

Los residuos generados en el sitio del proyecto serán almacenados temporalmente, entregados a una empresa autorizada para la recolección de ellos, su transporte, reuso y reciclado (en su caso) o destino final.

La maquinaria y los vehículos del personal estarán sujetos a un calendario de mantenimiento por talleres especializados ubicados fuera del sitio del proyecto, para que no se generen residuos peligrosos en sitio.

El sitio estará libre de derrames líquidos y dispersión de residuos sólidos, se tendrán evidencias fotográficas para cumplimiento de lo mencionado. A su vez, se contará con los depósitos correspondientes para el manejo independiente de los residuos sólidos.

Para el caso de las aguas residuales, se contará con sanitarios portátiles para el servicio del personal de la empresa y de visitantes, en su caso. La empresa propietaria de las letrinas llevará a cabo la limpieza de ellas y dará una adecuada disposición final de las aguas residuales, contando con autorización para ello.

Todas las obras e instalaciones deberán de contar con señalizaciones correctamente visibles. Se presentarán las evidencias fotográficas correspondientes.

El rescate y reubicación de la fauna se llevará a cabo de acuerdo a lo descrito en el presente estudio. Además, se colocarán letreros alusivos a la protección de la flora y fauna del lugar.

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

IX.1 Presentación de la información

El Proyecto *"Acueducto La Churea",* se presentará acorde a la Guía para la presentación del Documento Técnico Unificado modalidad B.

IX.2 Cartografía

Para la cartografía del proyecto, se proporcionan los cuadros de construcción correspondiente en coordenadas UTM WGS84, además se efectúa su georeferenciación.

IX.3 Fotografías

Ver en el Anexo 8 la memoria fotográfica.

IX.4 Videos

No se tomaron vídeos para este proyecto.

IX.2 Otros anexos

1.1 Propiedad de los predios del Proyecto
1.2 Acta constitutiva del Promovente
1.3 Cédula Fiscal del Promovente
1.4 Acreditación del representante legal
2.1 Oficio junta local de caminos
2.2 Planos del proyecto y coordenadas
3 Cálculos de flora
4 Cálculos de fauna
8 Memoria fotográfica

Bibliografía

Alvarez-Castañeda, S. T.; Salinas Zavala, C. A.; De Lachica, F. 1995. Análisis biogeográfico del Noreste de México con énfasis en la variación climática y mastozoológica. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México, núm. 66, pp. 59-86.

Alvarez-Castañeda, S.T. y J.L. Patton (1999). Mamíferos del Noroeste de México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz, B.C.S. México. 873 p.

Arita, H.T. y G. Ceballos. 2006. Los mamíferos de México: Distribución y estado de conservación. Instituto de Ecología, Uiversidad Nacional Autónoma de México. https://www.researchgate.net/publication/266883275

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Escala de trabajo 1:1´000,000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Bonham, C.D. 1989. Measurements for Terrestrial Vegetation. John Wiley & Sons. New York. 338 p.

Castillo-Gámez, R., J.P. Gallo-Reynoso, J. Egido-Villarreal y W. Caire. 2010. Los Mamíferos. En Molina-Freaner, F.E. y T.R. van Devender (editores). Diversidad biológica de sonora. Instituto de Ecología. U.N.A.M. 500 p.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO. Fondo de Cultura Económica. México. 981p.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), The Nature Conservancy - Programa México (TNC), Pronatura. (2007). "Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad". Mapa Escala 1: 1000000. D.F., México.

CONABIO. 2008. Capital Natural de México: Volumen 1. Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 620 p.

Enderson, E.F., A. Quijada-Mascareñas, D.S. Turner, P.C. Rosen and R.L. Bezy. 2009. The herpetofauna of Sonora, Mexico, with comparisons to adjoining states. Check List 5(3): 632–672. Drylands Institute.Tucson, AZ.USA.

Enderson, E.F., A. Quijada-Mascareñas, D.S. Turner, R.L. Bezy y P.C. Rosen. 2010. Una sinopsis de la herpetofauna con comentarios sobre las prioridades en investigación y conservación. En Molina-Freaner, F.E. y T.R. van Devender (editores). Diversidad biológica de sonora. Instituto de Ecología. U.N.A.M. 500 p.

Ezcurra, E. 2006. Global Deserts Outlook. Division of Early Warning and Assessment (DEWA). United Nations Environment Programme (UNEP). Nairobi, Kenya. 165 p.

FAO. 2004. Carbon sequestration in dryland soils. World soils resources reports 102. Roma.

Faustino, J. y F. Jiménez. 2000. Manejo de Cuencas Hidrográficas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica. 35 p.

Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna of Mexico: Distribution and Endemism. In Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (editors). 1993. Biological Diversity of Mexico: Origins and distribution. Oxford University Press, New York. 812 p.

Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), vol. 20, núm. 2, Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México. pp. 115-144.

Font Quer, P. 1973. Diccionario de Botánica. Editorial Labor, S.A. México. 1244 p.

Frith, M. y F. Ubiera. 2001. Normas Técnicas para Planes de Manejo Forestal. Normas Técnicas Forestales. Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Santo Domingo. República Dominicana. 48 p.

García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). México. 252 p.

Gómez-Pompa, A. y R. Dirzo. Coords. 1995. Reservas de la biosfera y otras áreas naturales protegidas de México. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

INEGI. 1999. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Sonora (SIGE). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 88 p.

INEGI. 2017. Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250, 000: serie VI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 204 p.

Leopold, A.S. (2000). Fauna Silvestre de México. Editorial Pax México. México. 671 p.

Mellink, E. y A. Orozco-Meyer. 2001. Anfibios y reptiles del noroeste de México; con mapas de distribución de las especies encontradas en Sonora, Sinaloa y Nayarit. Informe Técnico. Comunicaciones Académicas, Serie Ecología CTECT20014, CICESE. Ensenada, B.C. 62 p.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.

Morrone, J.J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. Revista mexicana de biodiversidad, 76(2), 207-252.

Mostacedo, B. y T.S. Fredericksen. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz. Bolivia. 92 p.

Orellana-Lara, J. 2009. Determinación de Indices de Diversidad Florística Arbórea en las Parcelas Permanentes de Muestreo del Valle de Sacta. Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Simón. Bolivia. 49 p.

Rosengaus-Moshinsky, M., M. Jiménez-Espinosa y M.T. Vázquez-Conde. 2014. Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México. CENAPRED-IMTA. México. 106 p.

Ruiz, R. y H. Torres. 2008. Manual de Procedimientos de Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas. Caso: América del Sur. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). UICN-SUR. Lima, Perú. 39 p.

Ruiz-Campos, G. et al. 2009. Manual de procedimientos para la evaluación de poblaciones de fauna silvestre de interés cinegético en baja california. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. 306 p.

Russell, S.M. and G. Monson. 1998. The Birds of Sonora. The University of Arizona Press. 360 p.

Rzedowski, J. 1994. Vegetación de México. LIMUSA - Noriega Editores. México. 432 p.

Sánchez, O. 2009. Evaluación y monitoreo de poblaciones silvestres de reptiles. En "Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México" por Óscar Sánchez, Pablo Zamorano, Eduardo Peters y Héctor Moya (editores). SEMARNAT. Pp. 83-120.

Villaseñor-Gómez, J.F., O. Hinojosa-Huerta, E. Gómez-Limón, D. Krueper y A. Flesch. 2010. Avifauna. En Molina-Freaner, F.E. y T.R. van Devender (editores). Diversidad biológica de sonora. Instituto de Ecología. U.N.A.M. 500 p.

Waddell, D.R. 1989. Estimating Load Weights With Huber's Cubic Volume Formula: A Field Trial. Research Note PNW-RN-484. Forest Service. United States Department of Agriculture. Portland, Oregon, U.S.A. 12p.

Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer. (2002). 'Aguas Continentales y diversidad biológica de México'. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Escala 1: 4000 000. México.

Canter, L. W. 1999. Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto. Madrid: McGraw-Hill.

Casas Andreu, G., Reyna Trujillo, T. (1990). Provincias herpetofaunísticas. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Clasificación de Provincias en el Estado de Sonora. Fuente INEGI.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (2004). 'Regiones Terrestres Prioritarias'. Escala 1:1000000. México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1999). "Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO". Escala 1: 10000 00. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1997). "Provincias biogeográficas de México". Escala 1:4000000. México.

GÓMEZ O., D. 2003. Evaluación del impacto ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Madrid: Mundi-Prensa.

Helena Cotler Ávalos, Comp. 2010. Las Cuencas Hidrográficas de México. Diagnóstico y Priorización. SEMARNAT. México. ISBN 978-607-765-507-7

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, México). 2009. Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250,000: Serie III.

INEGI, 2015. Censo de Población y Vivienda.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) -Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) - Instituto Nacional de Ecología (INE). (2008). Ecorregiones terrestres de México (2008) Catálogo de metadatos geográficos

NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo. DOF. 30 diciembre 2010.

Referencias consultadas en la web

http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/NO-38.html

http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/717/cap1.pdf

http://inah.gob.mx/images/zonas/lista/pagina.html

http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom.html

https://es.wikipedia.org/

https://www.termiser.com/conglomerado-definicion-usos-y-como-se-forma/

http://www2.ssn.unam.mx/website/jsp/region_sismica_mx.jsp

http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/indicadores-municipales.html
http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion_internacional/doctos/db_mexico.html

ftp://ftp.conagua.gob.mx/zapotillo/07.%20Estudios%20Ambientales/7.01.%20CUSTF/7.01.02.%20Estudios/ETJ%20P1FB-36.4%20ha/Capitulo%209%20Servicios%20Ambientales.pdf

Plan Nacional de Desarrollo 2018 - 2024

Plan Estatal de Desarrollo 2016 – 2021

Plan Municipal de Desarrollo para el municipio de Cananea, periodo 2018-2021

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora

Ramírez-Pulido, J y Castro-Campillo, A. (1990). Regiones y Provincias Mastogeográficas. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

Rzedowski, J. y Reyna-Trujillo, T. (1990). Divisiones florísticas Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso d e la Biodiversidad

Rzedowski, J. (1994). "Vegetación Potencial". III.8.2. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México

Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves CIPAMEX Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO, (1999). 'Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves'. Escala 1:250000. México. Financiado por CONABIO-FMCN-CCA. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.

Toledo, Victor Manuel y María de Jesús Ordóñez. (2009). Zonas ecológicas de México Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.