GrupoMéxico

MCA900621K92

COMPLEJO MINERO DE BUENAVISTA DEL COBRE

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

RESUMEN

PROYECTO:
"OBRA DE CONTROL DE AVENIDAS EL ENCANTO Y SUS BANCOS DE PRÉSTAMO"

Municipio de Cananea, Sonora
Marzo 2022

RESUMEN EJECUTIVO
BUENAVISTA DEL COBRE, S.A. DE C.V.
MANIFESTACÓN DE IMPACTO AMBIENTAL - MODALIDAD PARTICULAR
PROYECTO *"OBRA DE CONTROL DE AVENIDAS EL ENCANTO Y SUS BANCOS DE PRÉSTAMO"*

CONTENIDO

DATOS GENERALES DEL PROYECTO 1
CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 2
PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO 3
IMPACTOS AMBIENTALES 6
MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 7
CONCLUSIONES 12

INDICE DE CUADROS

Cuadro R-1. Dimensiones de los Polígonos del Proyecto 1
Cuadro R-2. Actividades a realizar para cada una de las obras del Proyecto 2
Cuadro R-3. Cronograma de actividades del Proyecto 4
Cuadro R-4. Resumen de interacciones de los impactos ambientales a los diversos componentes 6
Cuadro R-5. Medidas de prevención, mitigación y compensación del Proyecto 7
Cuadro R-6. Resumen de los componentes físicos y sus características en los que se ubica el Proyecto 15

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., pretende llevar a cabo las obras y actividades inherentes a su operación actual, la construcción y operación de una obra de control de avenidas que contiene las siguientes obras y actividades: operación de dos bancos de arcilla (denominados como No. 1 y No. 2) para la construcción de la cortina del represo; operación de un banco de grava-arena para la construcción de la cortina del represo; operación de un banco de roca para la construcción de la cortina del represo; construcción y operación de una estación de bombeo en la presa de control de avenidas para el bombeo de las aguas hacia la tepetatera tinajas II; construcción y operación de camino y colocación de tubería de bombeo desde la estación de bombeo; habilitación y ampliación de caminos de acceso, específicamente entre los bancos de arcilla No. 1 y No. 2, de los bancos de arcilla hacia el represo, del represo al banco de grava-arena y del banco de grava-arena al banco de roca, todo ello en el contexto de las operaciones preexistentes en la Unidad minero-metalúrgica de Buenavista del Cobre de su propiedad, ubicada en predios rústicos, ubicados en el municipio de Cananea, en el estado de Sonora.

Todo lo anterior en una ocupación de superficie de 214.3063 ha, de las cuales 211.3105 ha cuentan con vegetación forestal.

La infraestructura preexistente en el Complejo Minero-Metalúrgico de Buenavista del Cobre será utilizada en las obras y actividades que se vinculan con el 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 campamentos, almacenes temporales, oficinas de obra, y parque de maquinaria, éstas se ubicarán en el sitio donde se construirá la cortina del represo denominado como "El Encanto".

Ubicación

El Proyecto se encuentra dentro del municipio de Cananea, en el estado de Sonora, específicamente al suroeste de la ciudad de Cananea, tomando la vialidad hacía la comunidad de Bacanuchi. Las obras se encuentran dentro de predios propiedad de **Buenavista del Cobre, S.A. de C.V**.

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

Cuadro R-1. Dimensiones de los Polígonos del Proyecto

POLÍGONO FORESTAL	OBRA / ACTIVIDAD	SUPERFICIE (HA)
1	Cortina de la obra de control de avenidas El Encanto y su obra de excedencias.	30.3318
	Vaso de almacenamiento máximo de aguas para control de avenidas.	14.5676
	Estación de bombeo, la tubería de	57.0838

	conducción hacia aguas arriba y su camino de acceso	
	Camino de Banco Arcilla No. 1 a la Cortina	12.2628
	Camino de acceso a banco de grava-arena	1.9115
	Banco grava-arena	7.9035
	Banco de roca	14.6138
	Camino de acceso a banco de roca	10.2732
	Banco de arcilla No. 1	16.1384
	Banco de arcilla No. 2	47.3452
	Camino de acceso banco de arcilla	1.8747
TOTAL		**214.3063**

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

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

Cuadro R-2. Actividades a realizar para cada una de las obras del Proyecto

Polígono envolvente por sección	Finalidad	Actividades
1 2 3	Construcción y operación de la cortina de la obra de control de avenidas El Encanto y su obra de excedencias. Vaso de almacenamiento máximo de aguas para control de avenidas. Estación de bombeo, la tubería de conducción hacia aguas arriba y su camino de acceso	**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 **ETAPA DE CONSTRUCCIÓN** Construcción de camino de acceso a la estación de bombeo Habilitación de línea eléctrica 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 e instalación de tubería dentro de la estación de bombeo Instalación de línea de conducción (tubería de HDPE) Instalación de obras especiales en la línea de conducción (venteos, drenes) en sitios permitidos y seguros **ETAPA DE OPERACIÓN Y MTTO** Operación de la obra para el control de avenidas provenientes aguas arriba, para su monitoreo y aprovechamiento en represo Tinajas 2
4 5 6 7 8	Operación de Banco grava-arena. Operación Banco de roca.	**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 OPERACIÓN Y MTTO** Explotación de banco de agregados para abastecer del material extraído a las obras de formación de la cortina de la Obra El Encanto

9 10 11	Operación de banco de arcilla No. 1. Operación de banco de arcilla No. 2 y su camino de acceso.	**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 OPERACIÓN Y MTTO** Explotación de banco de agregados para abastecer del material extraído a las obras de formación del núcleo de la cortina de la Obra El Encanto

PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

El Programa general de trabajo se presenta en el Cuadro R-3.

Cuadro R-3. Cronograma de actividades del Proyecto

PROGRAMA DE CONSTRUCCION Y OPERACION DEL PROYECTO "OBRA DE CONTROL DE AVENIDAS EL ENCANTO"														
ETAPA	ACTIVIDAD	AÑOS												
		1												2 a 50
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		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	Camino de acceso	■	■	■	■	■	■	■	■					
	Línea eléctrica					■	■	■	■	■	■			
	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 HDPE)				■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Instalación de obras especiales en la línea de conducción (venteos, drenes) en sitios permitidos y seguros									■	■	■	■	
Operación y mantenimiento	Operación y mantenimiento de la Obra de control de avenidas											■	■	■
	Operación de los bancos de préstamo de agregados (Banco de arcilla, banco de grava-arena y banco de roca)								■	■	■	■	■	■

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													

IMPACTOS AMBIENTALES

Los resultados obtenidos se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro R-4. Resumen de interacciones de los impactos ambientales a los diversos componentes

NO. DE INTERACCIONES	CANTIDAD
IMPACTOS ADVERSOS	164
IMPACTOS BENEFICOS	82
Total	246

INTERACCIONES POR FACTORES	
ABIOTICOS	74
BIOTICOS	8
SOCIOECO	146
PAISAJE	18
Total	246

DURACION	BENEFICOS	ADVERSOS	%
CORTO PLAZO	26	63	36.18
MEDIANO PLAZO	23	55	31.71
LARGO PLAZO	33	46	32.11
PERMANENTES	0	0	0.0
Total	82	164	100.0

IMPORTANCIA DE IMPACTOS	BENEFICOS	ADVERSOS	%
NO SIGNIFICATIVO	53	164	88.2
SIGNIFICATIVO	29	0	10.5
Total	82	164	100.0

MAGNITUD DEL IMPACTO	BENEFICO	ADVERSO	%
BAJA	58	160	88.6
MEDIA	24	4	11.4
ALTA	0	0	0.0
Total	82	164	100.0

Las conclusiones de la valoración de los impactos ambientales, son las siguientes:

1. Es cierto que por el desarrollo del proyecto se pueden generar impactos ambientales negativos moderadamente significativos, pero también es cierto que estos pueden ser prevenidos, mitigados y compensados mediante el uso de las herramientas que **Buenavista del Cobre, S.A. de C.V.**, ya tiene implementadas para cada uno de los factores bióticos y abióticos, el rescate de especies, rescate de suelos y programas de monitoreo, entre otros.

2. La vegetación y flora sufrirá impactos adversos, valoradas más a la luz de la acumulación que del propio efecto, ya que no se presentan especies de flora listadas en la Norma NOM-059-SEMARNAT-2010, y la vegetación no corresponde a ecosistemas frágiles o únicos, sino por el contrario el pastizal natural, la vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural y la la vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino tienen una amplia distribución en el área de estudio, en la cuenca, en el estado de Sonora y en México, mientras que la fauna será sujeta de ahuyentamiento y rescate.

3. El proyecto no comprometerá el sistema ambiental y por lo tanto puede ser factible de realizarse, siempre y cuando así se dictamine y resuelva.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el Cuadro R-5 se presentan las medidas de prevención, mitigación y compensación, indicando sus acciones a realizar y su tiempo de realización.

Cuadro R-5. Medidas de prevención, mitigación y compensación del Proyecto

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN
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
			Emisión de gases de combustión por la operación de maquinaria y vehículos	Aplicación de un Plan de Mantenimiento Preventivo de Maquinaria, Equipo y Vehículos.
			Emisión de ruido ocasionado por la circulación de maquinaria y vehículos	Aplicación de un Plan de Mantenimiento Preventivo de Maquinaria, Equipo y Vehículos.
Construcción	Aire	Construcción de cortina del represo de control de avenidas y su obra de excedencias Instalación de tubería para el bombeo del agua captada Construcción de infraestructura de la Estación de Bombeo Habilitación y ampliación de caminos existentes Construcción de caminos nuevos Bancos de agregados Construcción de línea eléctrica	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 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.
			Emisión de ruido ocasionado por la circulación de maquinaria y vehículos	Aplicación de un Plan de Mantenimiento Preventivo de Maquinaria, Equipo y Vehículos.

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN
Operación y mantenimiento	Aire	Operación y mantenimiento del represo y su obra de excedencias Tránsito por caminos de terracería y su mantenimiento Mantenimiento de la línea de conducción de agua bombeada Operación de los 4 bancos de agregados	Emisión de partículas de polvos por el movimiento de maquinaria y manejo de suelo durante el mantenimiento del represo El Encanto y su obra de excedencias, por el tránsito por los accesos de terracería hacia los bancos de agregados y hacia el represo, por el mantenimiento de la línea de conducción de agua bombeada y por la operación de los bancos de roca, grava-arena y arcilla	Humectar con agua los caminos y suelos desnudos por donde circulará la maquinaria y los vehículos del personal (terracerías), obteniendo el agua de sitios autorizados y calidad no potable. De igual forma, para los bancos de roca, grava-arena y arcillas se humectará el suelo para evitar la suspensión de partículas, hasta donde sea posible para la operación del mismo. 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
			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 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	Agua superficial 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.
	Agua subterránea	Despalme	Afectación a los escurrimientos naturales en las obras del proyecto, teniendo una infiltración menor hacia el subsuelo.	Implementar obras para la captación de agua para promover su cosecha.
	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

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN
	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.
Construcción	Agua superficial Escurrimientos	Construcción de la cortina del represo de control de avenidas y su obra de excedencias	Interrupción de los escurrimientos naturales	Implementar obras para la captación, desvío y reincorporación de los escurrimientos a cauces naturales.
Operación	Agua superficial Escurrimientos	Operación y mantenimiento del represo y su obra de control de avenidas y la operación de los bancos de agregados Almacenamiento de agua (represo)	Afectación a los escurrimientos naturales durante la operación de la cortina sobre el arroyo El Encanto, aun cuando es en menor cantidad por la distancia desde la tepetatera hacia la cortina	Implementar obras para la captación, desvío y reincorporación de los escurrimientos a cauces naturales.
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
			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.
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.
		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
			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 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.

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN
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.	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.
		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 en el Relleno Sanitario de Buenavista del Cobre, propiedad del Promovente.
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 en el Relleno Sanitario de Buenavista del Cobre, propiedad del Promovente.
Operación	Suelo	Operación del represo y su mantenimiento Operación de los bancos de agregados.	Afectación del relieve de los sitios de explotación	Asegurar la estabilidad de las paredes de los bancos de materiales de agregados, realizando prácticas operativas que permitan que los bancos presenten una topografía final estructuralmente estable que minimice los riesgos de deslizamiento o colapso de los taludes; y que facilite el drenaje natural del agua superficial, disminuyendo riesgos de erosión
		Almacenamiento temporal del material extraído de los bancos de roca, grava-arena y arcillas	Afectación temporal del relieve de los sitios de almacenamiento	No efectuar almacenamiento temporal del material extraído por períodos superiores a 3 meses
		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 en el Relleno Sanitario de Buenavista del Cobre, propiedad del Promovente.
		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.

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN
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 enviará a su sitio de disposición final 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.
Preparación del sitio	Flora	Desmonte	Remoción de la cubierta vegetal en donde se desarrollan los tipos de vegetación pastizal natural, vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	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.
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 la cubierta vegetal	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 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

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN
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.
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.
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
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 las diversas obras del proyecto	Humectar con agua los caminos y suelos desnudos por donde circulará la maquinaria, equipo y los vehículos del personal

CONCLUSIONES

El clima del sitio del proyecto es del tipo 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.

El área de estudio se ubica en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, y subprovincia fisiográfica Sierras y Valles del Norte, con sistema de Topoformas de Valle Intermontano (72.95%) y Sierra alta (27.05%).

Los tipos de suelo involucrados en el proyecto son Planosol eutrico, luvisol órtico y litosol. Estos tipos de suelo, en el Sistema Ambiental se encuentran distribuidos de igual forma.

Con la ejecución del proyecto, la erosión del suelo potencialmente se incrementará por el desmonte y la ocupación de las 211.3105 ha, hasta en 237.37 ton/ha, lo que representa una erosión total a mitigar de 37,438.52 ton totales. Sin embargo, se prevé realizar presas filtrantes y/o las obras necesarias a fin de garantizar que la perdida de suelo no será superior a la que se registra en la actualidad que es 11,266.57 ton/año.

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

La eliminación de la cubierta vegetal por el cambio de uso de suelo suscitará la reducción de la infiltración de agua de lluvia hacia las capas inferiores del subsuelo, dificultando la recarga del manto freático; asimismo, al desfavorecerse la infiltración, aumentará la escorrentía por la falta de una capa de vegetación protectora (eliminada por el desmonte), así como la falta de la capa superficial del suelo (extraída durante el despalme). En las superficies aledañas al proyecto es 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, por lo que se implementará la conformación de curvas de nivel, terrazas individuales (para las especies rescatadas-reubicadas y las del programa de reforestación) para la captación de agua, misma que se espera contar con la misma cantidad de retención (16,010.00 m3).

En términos de diversidad biológica, el proyecto se encuentra totalmente fuera de alguna área natural protegida con decreto por lo que el proyecto no limita ni condiciona las políticas de regulación y control encaminadas al desarrollo de dichas áreas de biodiversidad regional. Solo se ubica dentro del AICA 126 denominada como Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental, misma que según su política no se verá afectada por la implementación de las obras y actividades de cada una de las Etapas del presente Proyecto; así como también dentro de la Región Terrestre Prioritaria denominada como Cananea – San Pedro, misma que según su política no se verá afectada por la implementación de las obras y actividades de cada una de las Etapas del presente Proyecto.

El análisis de la vegetación identificada en el predio indica la ocurrencia pastizal natural, vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, de acuerdo a la Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación, Serie V del INEGI.

Los parámetros poblacionales medidos, tanto en el SA como en el área del proyecto están mejor representados en el SA que en los polígonos del proyecto, por lo que la distribución y abundancia de las especies que serán desmontadas para dar paso a las obras previstas, no comprometen la diversidad de especies en el sitio.

Se prevé como medida de mitigación de la remoción de vegetación con acciones de rescate y reubicación de especies susceptibles de ello. Debido a que no existen especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se prevé la reforestación, el rescate y reubicación de 4,331 ejemplares de los estratos arbóreo y arbustivo considerando la abundancia total de las especies involucradas.

Con el desmonte a realizar se verán afectados los sitios de alimentación y/o de paso de algunas de las especies de fauna silvestre, por lo que a fin de salvaguardar los recursos faunísticos de la zona, se cuenta con un programa de rescate y reubicación de fauna, el cual se encuentra actualmente en operación para las actividades actuales de la empresa. A nivel de predio, se estima encontrar la siguiente especie normada basada en el antecedente de los resultados obtenidos durante el muestreo en campo, con la aclaración

que el libre desplazamiento permitirá que muchas de estas especies se movilicen por sí mismas hacia el entorno inmediato, en hábitat similar a la distribución actual: Liebre cola negra (*Lepus californicus*).

Considerando las características del presente proyecto señaladas en el Capítulo II, la descripción del área de estudio en el Capítulo IV y el análisis de impactos del Capítulo V, podemos concluir que la afectación de este proyecto se restringe solamente al área del proyecto, sin trascender hacia las áreas vecinas, esto por la importancia de no requerir sustancias químicas peligrosas en todas las etapas del proyecto.

Asimismo, al considerar las diferentes medidas que la empresa implementará, aunado a las medidas de mitigación específicas para cada uno de los impactos identificados para el presente proyecto puede esperarse que las afectaciones que se generarán en sus diferentes etapas sean aún más controladas.

Los principales impactos causados son sobre la calidad del suelo, desmonte de vegetación, desplazamiento de fauna silvestre, modificación del paisaje y generación de polvos para la operación del Proyecto.

Técnica y ambientalmente se ha efectuado un análisis completo para determinar la viabilidad del presente proyecto, los resultados obtenidos muestran que aunque habrá una modificación en las condiciones actuales del área, éstas no serán críticas y que a mediano-largo plazo pudieran recuperarse con un apoyo eficiente y oportuno de aplicación de medidas preventivas, de restauración, compensación y mitigación.

Desde el punto de vista ecológico existe factibilidad tomando en cuenta que su realización no comprometerá la biodiversidad de la zona y que los impactos adversos son mitigables. Además de que de antemano ya existen medidas efectivas para contrarrestar o minimizar la magnitud de los impactos adversos que han sido identificados.

A nivel regional, la principal actividad productiva que se registra actualmente en la zona es la minería y la ganadería del tipo extensivo. La zona presenta un grado de conservación aceptable dado que no se realizan aprovechamientos forestales, con excepción de la extracción de leña muerta y postería, para el autoconsumo y mercado local. También se tiene la presencia de pocas y pequeñas parcelas de cultivo, sobre todo para el establecimiento de huertas familiares.

Dentro del uso actual del terreno se presenta un camino que une a la ciudad de Cananea con la comunidad de Bacanuchi, también se tiene la presencia de agostaderos en los predios aledaños al proyecto.

El proyecto representa un efecto detonador en la economía local, sobre todo por la continuidad de proyectos de crecimiento de la empresa promovente, al pasar de una exploración sistemática a reservas probadas para la explotación del mineral, lo cual

implica beneficios directos en las comunidades rurales inmediatas del municipio de Cananea.

De manera resumida, en el siguiente Cuadro R-6 se presenta un resumen de los componentes del Proyecto.

Cuadro R-6. Resumen de los componentes físicos y sus características en los que se ubica el Proyecto

COMPONENTE	CARACTERÍSTICA
Sistema Ambiental	Sierra Madre Occidental
Subsistema Ambiental	Sierras y Valles del Norte
Región hidrológica	Sonora Sur
Cuenca	Río Sonora
Subcuencas	Río Bacanuchi
Tipo de clima	Semiárido, templado *BS1k(x')*
Temperatura media anual	Entre los 12 y los 18°C
Precipitación media anual	Estación Cananea: 510.7 mm Estación Buenavista: 604.8 mm
Unidades de Escurrimiento	Menor a 10%
Inundación	Bajo riesgo
Agua subterránea	Acuífero Río Bacanuchi
Acuífero principal	Acuífero Río Bacanuchi
Condición de explotación	Sobreexplotación
Grado de interacción del proyecto con las aguas subterráneas	Nulo
Flora	Tipos de vegetación: Pastizal natural, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural. No se encontraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Fauna	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010: Liebre cola negra (*Lepus californicus*)
Medio socioeconómico	La población beneficiada directamente serán los trabajadores que serán contratados en las diferentes etapas del proyecto. El asentamiento humano cercano es la ciudad de Cananea Se analizó socioeconómicamente al municipio de Cananea
Tenencia de la Tierra	La tenencia de la tierra en el Proyecto es propiedad de Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., el Promovente
Aspectos culturales	El sitio del proyecto no es un punto de reunión, recreación o de aprovechamiento colectivo El sitio del proyecto no representa un patrimonio histórico
Étnicos y religiosos	En el área del proyecto no existen grupos étnicos y religiosos.

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 1
I.1 Proyecto 1
I.1.1 Nombre del Proyecto 3
I.1.2 Ubicación del Proyecto 3
I.1.3 Tiempo de vida útil del Proyecto 3
I.1.4 Presentación de la documentación legal 3
I.2 Promovente 4
I.2.1 Nombre o razón social 4
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente 5
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal 5
I.2.4 Dirección del Promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 5
I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 6
I.3.1 Nombre o razón social 6
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes RFC 6
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio 6
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio 6

INDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Localización del proyecto respecto al Municipio de Cananea 1
Figura I.2. Ubicación del proyecto por polígonos de obras 2

ÍNDICE DE CUADROS

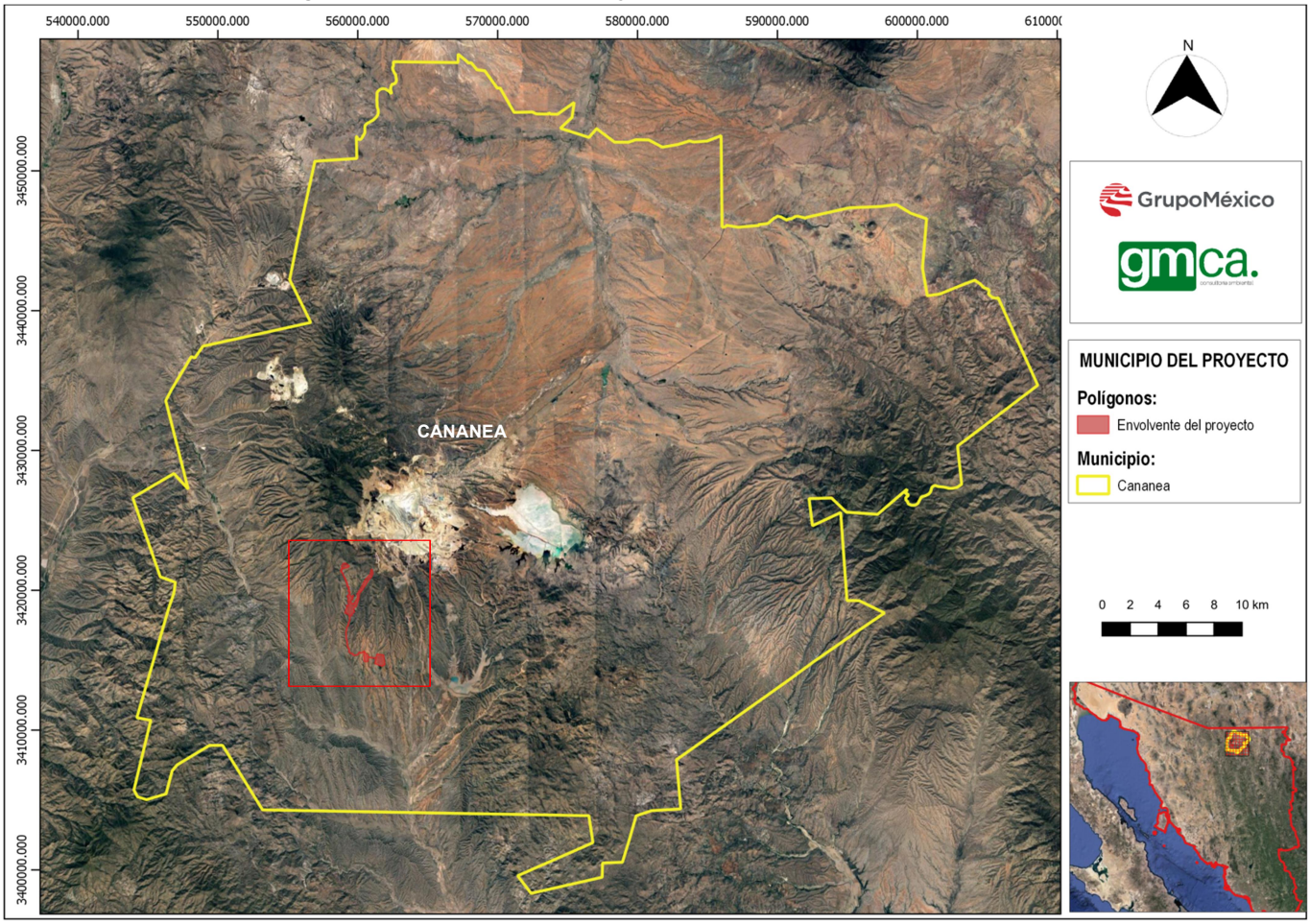
Cuadro I.1. Personas autorizadas para recibir notificaciones 5

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

I.1 Proyecto

El Proyecto se encuentra dentro del municipio de Cananea, en el estado de Sonora, específicamente al suroeste de la ciudad de Cananea, tomando la vialidad hacía la comunidad de Bacanuchi, como se observa en la siguiente figura:

Figura I.1. Localización del proyecto respecto al Municipio de Cananea



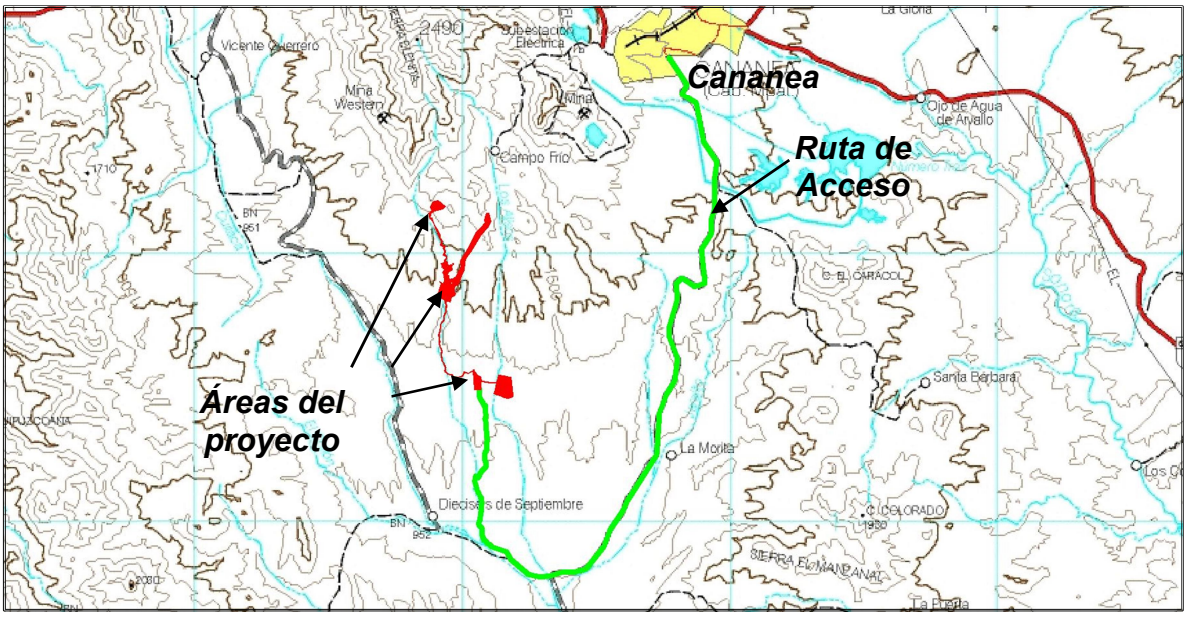
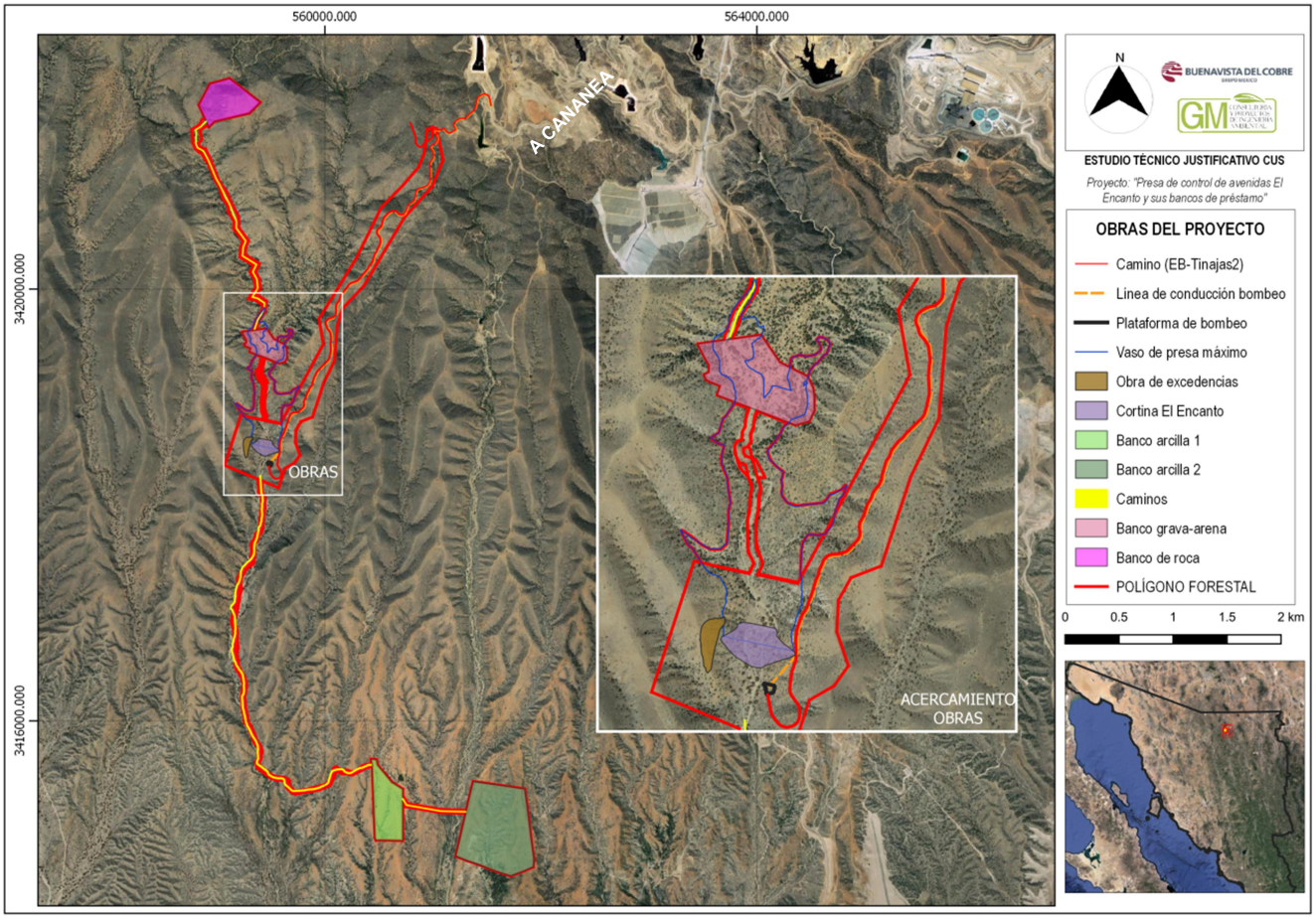


Figura I.2. Ubicación del proyecto por polígonos de obras



I.1.1 Nombre del Proyecto

"Obra de control de avenidas El Encanto", en el municipio de Cananea, Sonora.

I.1.2 Ubicación del Proyecto

Como se mencionó en el apartado I.1, el Proyecto se ubica dentro del Municipio de Cananea, Sonora. Específicamente al suroeste de la ciudad de Cananea, tomando el camino hacia la comunidad de Bacanuchi.

I.1.3 Tiempo de vida útil del Proyecto

La vida útil estimada para el Proyecto corresponde a 50 años, considerando las actividades de preparación del sitio, construcción y operación.

I.1.4 Presentación de la documentación legal

Parcela Número 1 Z1-P1

En Escritura Pública No. 1927, Volumen 7, de fecha 31 de marzo del año 2016, ante el Licenciado Eliseo Morales Rodríguez, Notario Público No. 94, en la ciudad de Cananea, Sonora, se celebra el Contrato de donación que otorgan a "la donataria" la moral denominada como Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., para un predio de 1,130.9724 hectáreas.

Parcela Número 2 Z1 P1

En Escritura Pública No. 1931, Volumen 7, de fecha 31 de marzo del año 2016, ante el Licenciado Eliseo Morales Rodríguez, Notario Público No. 94, en la ciudad de Cananea, Sonora, se celebra el Contrato de donación que otorgan a "la donataria" la moral denominada como Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., para un predio de 732.6898 hectáreas.

Parcela Número 3 Z1 P1

En Escritura Pública No. 1932, Volumen 7, de fecha 31 de marzo del año 2016, ante el Licenciado Eliseo Morales Rodríguez, Notario Público No. 94, en la ciudad de Cananea, Sonora, se celebra el Contrato de donación que otorgan a "la donataria" la moral denominada como Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., para un predio de 1,037.3898 hectáreas.

Parcela Número 4 Z1 P1

En Escritura Pública No. 1935, Volumen 7, de fecha 31 de marzo del año 2016, ante el Licenciado Eliseo Morales Rodríguez, Notario Público No. 94, en la ciudad de Cananea, Sonora, se celebra el Contrato de donación que otorgan a "la donataria" la moral denominada como Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., para un predio de 278.5275 hectáreas.

Parcela Número 9 Z1 P1

En Escritura Pública No. 1923, Volumen 7, de fecha 28 de marzo del año 2016, ante el Licenciado Eliseo Morales Rodríguez, Notario Público No. 94, en la ciudad de Cananea, Sonora, se celebra el Contrato de donación que otorgan a "la donataria" la moral denominada como Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., para un predio de 1,068.3795 hectáreas.

Parcela Número 35 Z1 P2/2

En Escritura Pública No. 15076, Volumen 178, de fecha 06 de marzo del año 2009, ante el Licenciado José Luis Yáñez Rodríguez, Notario Público No. 60, en la ciudad de Cananea, Sonora, se celebra el Contrato de donación que otorgan a "la donataria" la moral denominada como Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., para un predio de 169.7617 hectáreas.

En el Anexo 1.1 se presentan copias simples de las Escrituras de los seis predios en los que se establecerá el Proyecto.

I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Buenavista del Cobre, S.A. de C.V.

La empresa Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., es una empresa mexicana que tiene por objeto la industria Minero-Metalúrgica en general y, por consecuencia, podrá ejecutar cuantos actos sean necesarios o conducentes a la realización de ese objeto o que se relacionen con el mismo.

En Escritura Pública No. 56,226, Volumen 976, Página 174, celebrada el día 21 de junio del año 1990, ante el Licenciado Gerardo Correa Etchegaray, Notario Público No. 89, en la ciudad de México, D.F., se exhibe la constitución de la empresa denominada Mexicana

de Cananea, S.A. de C.V., misma que quedó registrada en el Registro Público de Comercio con registro mercantil número 133278, el día 17 de septiembre del año 1990 en México, Distrito Federal, ante el Licenciado Sergio Sandoval Hernández.

En la Escritura Pública No. 147,124, de Libro No. 3,586 de fecha 05 de noviembre del año 2010, en el Distrito Federal, se celebró ante el Licenciado Cecilio González Márquez, Titular de la Notaria Pública No. 151 del Distrito Federal, la protocolización de la Asamblea General Extraordinaria de Accionistas en la que se autoriza el cambio de denominación de la empresa Mexicana de Cananea, S.A. de C.V., por la de Buenavista del Cobre, S.A. de C.V.

En el Anexo 1.2 se presenta el instrumento jurídico mediante el cual se constituyó la empresa.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

El Registro Federal de Contribuyentes de Buenavista del Cobre, S.A. de C.V. es **MCA900621K92**

En el Anexo 1.3 se presenta copia simple del registro federal de contribuyentes de la promovente.

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Nombre: Mario Rojas Núñez

Personalidad que se acredita mediante Escritura Pública No. 143,718, Libro No. 3,499, donde Mexicana de Cananea, S.A. de C.V., a través de una Acta de Sesión del Consejo de Administración celebrada el día 04 de marzo de 2010, en la cual se dio Otorgamiento de poderes para representar a la empresa en la celebración de diversos actos al Señor Mario Rojas Núñez, para fungir como representante legal de la empresa; misma acta quedó inscrita en el Registro Público de Comercio en México, D.F. el día 28 de mayo de 2010, con Folio Mercantil No. 133278, la cual se contiene dentro del presente documento en el Anexo 1.4.

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

Personas autorizadas para recibir notificaciones

Cuadro I.1. Personas autorizadas para recibir notificaciones

NO.	NOMBRE(S)	PRIMER APELLIDO	SEGUNDO APELLIDO
1	Mario	Rojas	Núñez

2	Mario	Barrera	Bojorges
3	Juan Carlos	Villalobos	Cruz

Calle y número
Avenida Juárez No. 4

Colonia
Colonia Centro

Ciudad, municipio y estado
Cananea, Sonora, México

Código postal
C.P. 84620

Teléfono

Correo electrónico

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

I.3.1 Nombre o razón social

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes RFC

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 2
II.1 Información general del Proyecto 2
II.1.1 Naturaleza del Proyecto 9
II.1.2 Selección del sitio 11
II.1.3 Ubicación física del Proyecto y planos de localización 12
II.1.4 Inversión requerida 14
II.1.5 Dimensiones del Proyecto 14
II.1.6 Uso actual del suelo 36
II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 40
II.2 Características particulares del Proyecto 42
II.2.1 Programa general de trabajo 43
II.2.2 Preparación del sitio 48
II.2.3 Descripción de las obras y actividades provisionales del Proyecto 49
II.2.4 Etapa de construcción 49
II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento 52
II.2.6 Descripción de obras asociadas al Proyecto 53
II.2.7 Etapa de abandono del sitio 54
II.2.8 Utilización de explosivos 54
II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 55
II.2.10 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos 59

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del Proyecto

La presente **Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular** (**MIA-P**), se realiza a nombre de la empresa **Buenavista del Cobre, S.A. de C.V.** (**Promovente**) con la finalidad de presentarla ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (**SEMARNAT**), con el objeto de tramitar y en su caso obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental a que se refieren los Artículos 28 fracciones I y VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (**LGEEPA**) y Artículo 5º fracciones A) inciso I; y O) inciso II del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (**RLGEEPAMEIA**).

Ello en virtud de que la **Promovente**, pretende construir y operar una Obra de control de avenidas denominada como Obra "El Encanto" y sus bancos de agregados de préstamo para la formación de la cortina, todo esto en predios particulares dentro del municipio de Cananea, estado de Sonora, propiedad de Buenavista del Cobre. Los predios cuentan con contratos de donación notariados, como se presenta en el Capítulo I.1.4.

El polígono envolvente del proyecto tiene una superficie de 214.3063 hectáreas de las cuales 211.3105 son consideradas como vegetación forestal, mismas en el que se encuentran los tipos de vegetación pastizal natural, vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, según los resultados del muestreo de vegetación tomados en campo y según INEGI.

El proyecto se encuentra asociado con actividades ya en operación dentro del Complejo minero-metalúrgico de Buenavista del Cobre, ya que tendrá como finalidad la captación de agua pluvial proveniente de la tepetatera Tinajas, para así evitar el escurrimiento hacía el arroyo El Encanto aguas abajo, misma agua que contiene pequeñas cantidades de cobre y algunos otros minerales ferrosos (los resultados de las muestras se presentan en el Anexo 8), para conducirla a un sitio apropiado dentro de la mina (represo Tinajas 2) para su aprovechamiento y así cuidar los aspectos ambientales y ecológicos de la hidrografía regional. Es importante señalar que el represo será del tipo seco, es decir, se evitará el almacenamiento del agua pluvial proveniente de las Tepetateras.

El actual proyecto es una Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular (MIA-P) promovido por la empresa **Buenavista del Cobre S.A. de C.V.** con la finalidad de construir y operar una obra de control de avenidas y sus bancos de préstamo para la construcción de la cortina, que tendrá como función principal la captación de agua pluvial proveniente de Tepetatera Tinajas dentro de las instalaciones de la mina Buenavista del Cobre (BvC)

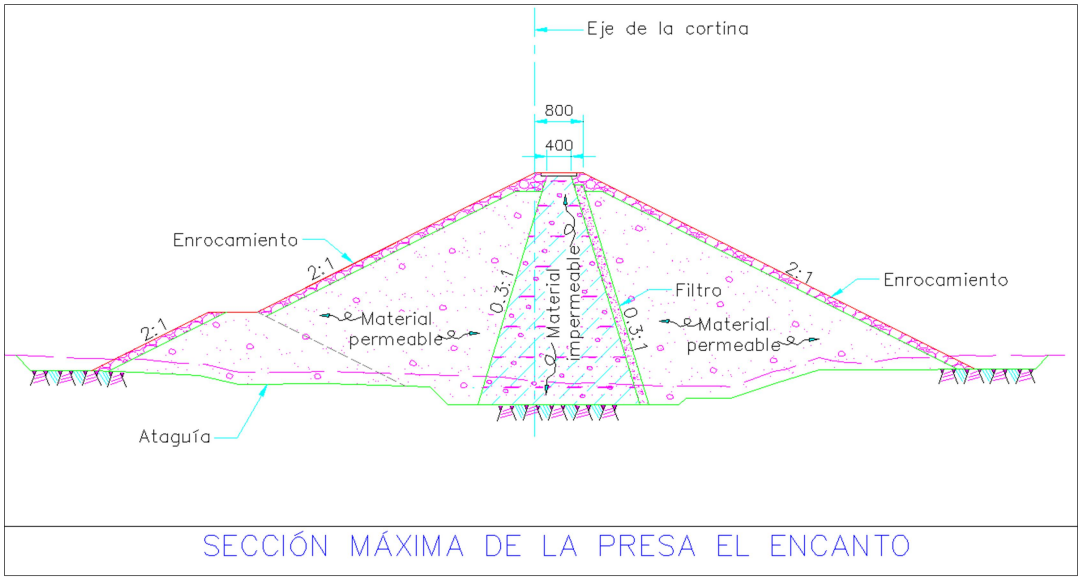
Para la construcción de las diversas capas de la cortina, se requerirá la operación de cuatro bancos de agregados, dos de ellos son de arcilla, uno de grava-arena y otro de roca.

Descripción de las obras y actividades

Cortina de Obra de control de avenidas El Encanto y vaso de almacenamiento

La Obra El Encanto – Tepetatera Tinajas contará con una altura máxima de 34.0 m y su eje tendrá una longitud de 276.0 m aproximadamente; para la construcción de esta obra es necesario contar con diversos materiales para la conformación de las diferentes capas de la cortina, como son el núcleo impermeable (material A), material de filtro (material B) y la chapa de protección impermeable (material C).

Figura II.1. Sección máxima de la obra El Encanto.

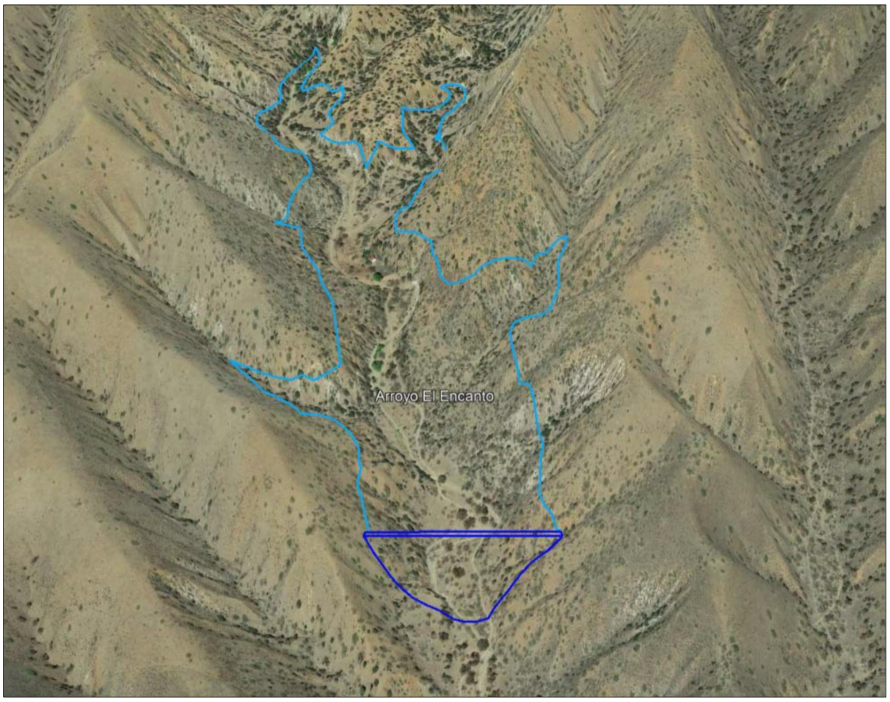


La zona del vaso de la obra quedará contenida a lo largo del cauce del arroyo El Encanto y otros arroyos tributarios importantes que se unen por la margen izquierda y drenajes menores por la margen derecha; el cual tiene una marcada orientación norte-sur, como se muestra en la figura II.2. Aunque es importante mencionar que esta será un **represo seco**, ya que se evitará que se almacene el agua pluvial.

Los cerros que limitan al arroyo están alargados, redondeados y de pendientes suaves, entre 20° y 30°, presentando una dirección norte-sur; al pie de los cerros se hallan depósitos de talud, producto del intemperismo y erosión de los materiales que conforman los cerros, que se acumulan en la parte baja; combinados en algunas zonas con terrazas aluviales.

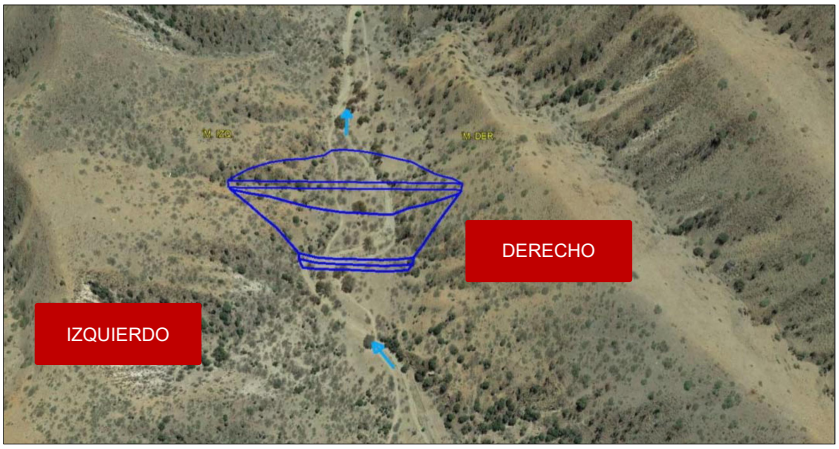
El sitio donde será desplantada la cortina de la obra, corresponde a un estrechamiento topográfico del arroyo El Encanto.

Figura II.2. Morfología en el vaso de la obra



En su parte central, la cortina quedará desplantada sobre el cauce y terrazas aluviales, mientras que en su margen izquierda se apoyará en la parte baja de la ladera conformada por conglomerados, con una pendiente de 20° y gracias a su topografía el drenaje local incidirá hacia la zona centro de la cortina. En su margen derecha, se apoyará en la parte baja de la otra ladera, también conformada por conglomerados, pero estos con una pendiente de 30°, sin presencia de drenaje aparente.

Figura II.3 Margen izquierdo y derecho de la Obra de control de avenidas El Encanto



Estación de bombeo, línea de conducción a aguas arriba y camino de acceso a la Obra de control de avenidas El Encanto

Como obra complementaria a la obra de la Obra de control de avenidas El Encanto, se tiene la estación de bombeo aguas abajo, misma que tendrá la finalidad de bombear el agua captada por la Obra (que se alimentará por la escorrentía de las tepetateras) hacia el represo de lixiviados Tinajas 2 que se encuentra aguas arriba en el complejo minero metalúrgico.

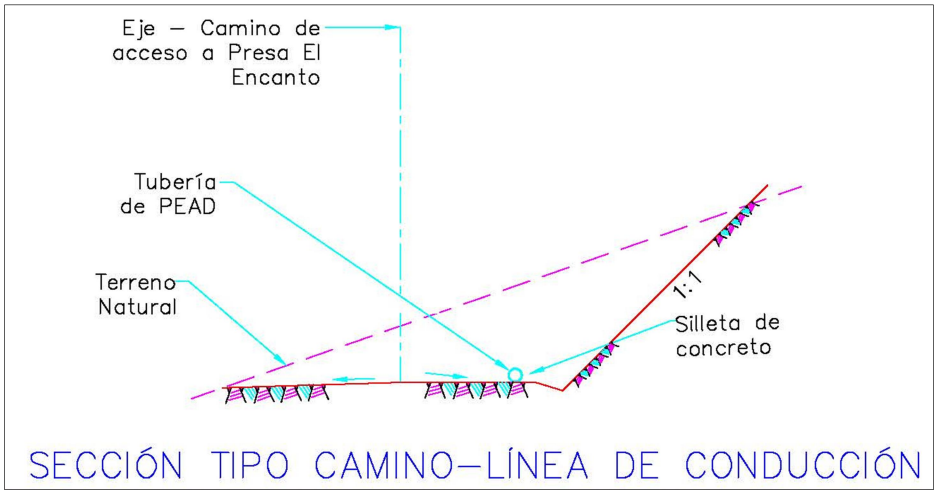
La estación de bombeo, como parte de su operación, contará con un cuarto de control donde se tendrá el sistema operativo de bombeo, las oficinas del personal de operación del sistema y sanitarios. La plataforma de bombeo tendrá un muro perimetral para evitar vandalismo de los equipos de bombeo.

También se tendrá la construcción de una subestación eléctrica que se conectará a la red de electricidad ya existente, propiedad de CFE. Esto para abastecer de energía eléctrica a la estación de bombeo. Para complementar esta obra, se tendrá la construcción del cuarto eléctrico.

Como parte de esta obra complementaria se habilitará un camino de acceso de terracería, mismo que será de aproximadamente 7 metros de ancho en una longitud de 4,700 metros, mismo que conectará a las vialidades internas del Complejo Minero-Metalúrgico de Buenavista del Cobre con la Estación de Bombeo en mención.

La sección tipo que llevará el camino y la línea de conducción superficial para el agua bombeada, se presenta en la figura II.4.

Figura II.4 Imagen de la sección tipo camino-línea de conducción

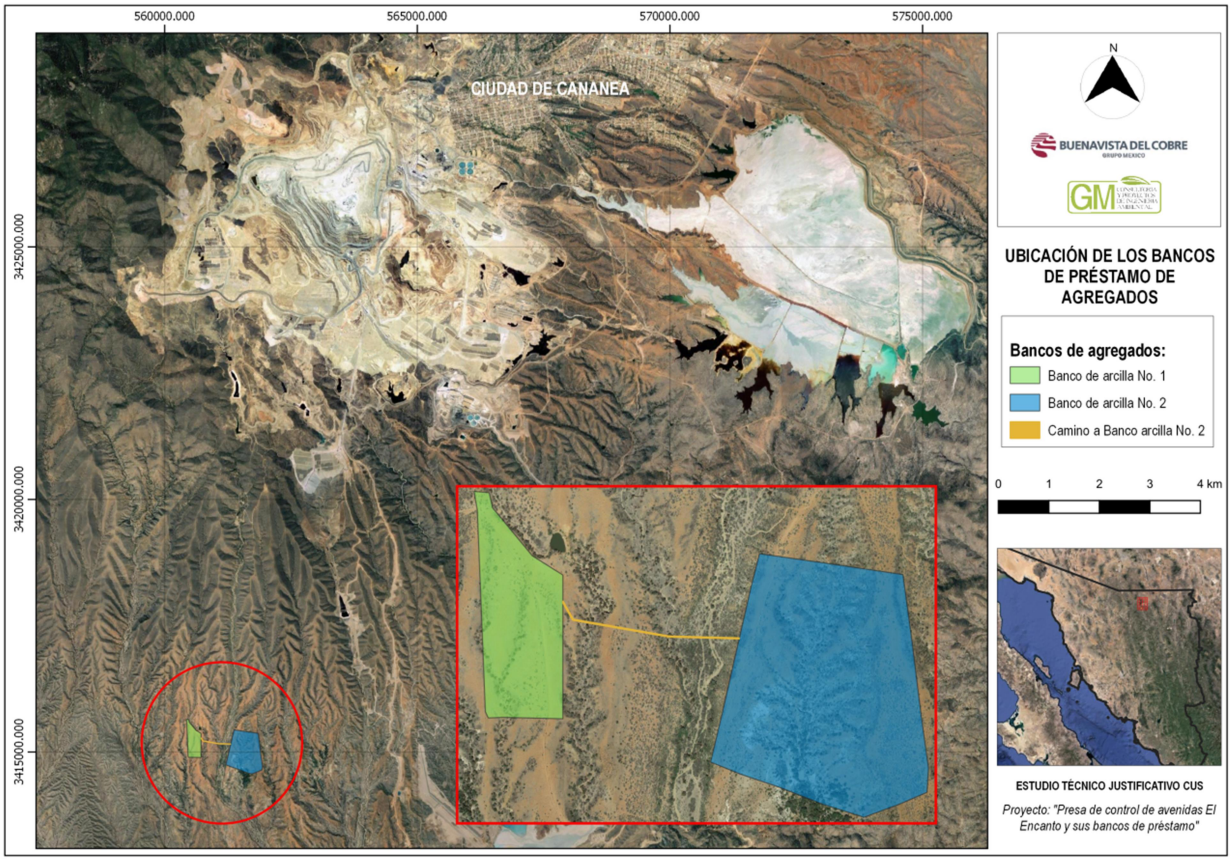


Bancos de préstamo de arcilla, grava-arena y roca

Banco de arcilla No. 1 y No. 2

Para identificar el material para la conformación del corazón impermeable, se considera explotar material de dos (2) sitios con potencial para la extracción de material fino, localizados al sur del vado de la obra, como se observa en la figura II.5.

Figura II.5 Ubicación de los Bancos de Arcilla No. 1 y No. 2



La distribución de las superficies destinadas a los bancos de préstamo de arcilla para la formación del núcleo central de la cortina, se presentan en el siguiente Cuadro.

Cuadro II.1. Superficies de los bancos de arcilla No. 1 y No. 2

BANCOS	SUPERFICIE (ha)
Banco de arcilla No. 1	16.1384
Banco de arcilla No. 2	47.3452
Camino de acceso al Banco de arcilla No. 2	1.8747
TOTAL	65.3583

En cada sitio se llevó a cabo una serie se sondeos superficiales, PCA, en complemento de sondeos cortos en la modalidad mixtos continuos, MC, así como de la inspección de taludes existentes, con el objeto de recuperar la mayor cantidad de muestras que en base a sus resultados de laboratorio definan si estos materiales cumplían con los requerimientos definidos anteriormente.

Estos bancos se encuentran al sureste del vaso de la cortina, a una distancia de entre 7.2 y 7.5 km, en un camino de terracería en regular a mal estado, abarcando un área de aprovechamiento de aproximadamente 100,000 m², esta zona comprende un lomerío de suaves pendientes.

Durante la selección del sitio, se llevaron a cabo seis (6) puntos inspección en donde este terreno es constituido por arcillas con arena fina a media y grava dispersa en forma aislada, de mediana a baja plasticidad, de textura rugosa, con grumos cementados del mismo material, presenta en superficie una cobertura vegetal que deberá ser retirada y abarca un espesor de entre 0.20 a 1.0 m; de acuerdo con la clasificación SUCS, esta unidad se definió como CL / SC.

Estos materiales presentan bajas velocidades geosísmicas, Vs, del orden de 200 a 500 m/seg.

De acuerdo con los ensayes físico-químicos, estos materiales presentan valores medios de pH de 8.3 a 8.9 unidades, mientras que los niveles de sulfatos resultaron del orden de 351 a 410 mg/kg, con ausencia de cloruros, por lo que estos materiales no son perjudiciales para su utilización.

Banco de grava-arena

Este banco se encuentra aguas abajo del vaso de la cortina, a una distancia de entre 0.2 km, sobre el eje del arroyo El Encanto, abarcando un área de aprovechamiento de aproximadamente 40,000 m², esta zona comprende un lomerío con suaves pendientes. En la figura II.6 se presenta el sitio de ubicación de este banco de préstamo.

La distribución de la superficie destinada al banco de préstamo de grava-arena para la formación del material de filtro de la cortina, se presenta en el siguiente Cuadro.

Cuadro II.2. Superficie forestal del banco de grava-arena

BANCOS	SUPERFICIE (ha)
Banco de grava-arena	7.9036
Camino de acceso a banco de grava-arena	0.6322
TOTAL	8.5358

Durante la selección del sitio, se llevaron a cabo tres (3) puntos inspección en donde este terreno es constituido por pedacería de roca, grava y arena fina a gruesa, de forma subangular a subredonda, mal graduada, con una fracción de arcilla y limo de entre el 8 hasta el 40%; presenta en superficie de una cobertura vegetal que deberá ser retirada, abarcando un espesor de entre 0.1 a 1.0 m; de acuerdo a la clasificación SUCS, esta unidad se definió como GC / SP-SC / SC.

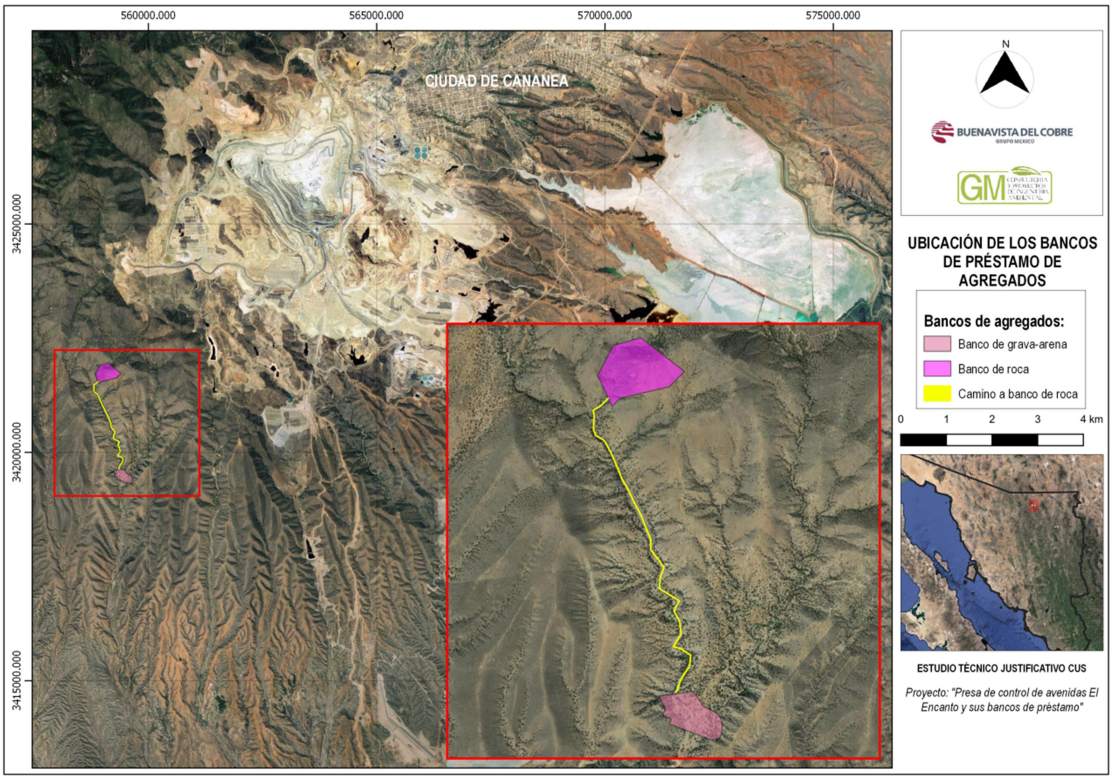
De acuerdo con los ensayes físico-químicos, estos materiales presentan valores medios de pH de 7.7 unidades, mientras que los niveles de sulfatos resultaron de 439 mg/kg, con ausencia de cloruros, por lo que estos materiales no son perjudiciales para su utilización.

Banco de Roca

Dentro del área de estudio, a 4.0 km al norte del vaso de la obra, se encuentra el área para la extracción de roca con características adecuadas para su uso como material de enrocamiento y respaldo.

En la figura II.6 se presenta el polígono del Banco de roca.

Figura II.6. Ubicación del Banco de grava-arena y Banco de roca



La distribución de la superficie destinada al banco de préstamo de roca para la formación de la chapa de protección impermeable, se presenta en el siguiente Cuadro.

Cuadro II.3. Superficie del banco de roca

BANCOS	SUPERFICIE (ha)
Banco de roca	14.6138
Nuevo camino de acceso a Banco de roca	10.2733
TOTAL	24.8871

Durante la selección del sitio, en esta área para el banco de roca fueron realizados dos sondeos exploratorios, hasta 25.0 m de profundidad, donde fue identificado en superficie material de Depósito de Talud constituido por arcillas arenosas empacando fragmentos de roca y grava fina a gruesa de la misma formación, con un espesor promedio de 1.20 m; bajo está cubierta se detectó la presencia de roca de origen ígneo intrusivo, que en sus primero 5.0 m presenta un alto grado de intemperismo y fracturamiento, de naturaleza diorítica [TpaD], que al profundizarse muestra mayor resistencia, una estructura masiva y fracturamiento aislado, en estado sano, poco alterado, con un índice de calidad de roca, RQD, mayor al 80%.

Este banco cuenta con un alto potencial de material de rezaga y de enrocamiento, constituido por roca ígnea intrusiva, de naturaleza diorítica, con distintos grados de alteración y fracturamiento, de buena a regular calidad y resistencia, que puede ser aprovechado para la conformación de la cortina de la Obra de control de avenidas.

Para aprovechar este material se retirará todo el material de cubierta (descapote) constituido por depósitos de talud. Así mismo, se elaborará un procedimiento de explotación mediante voladuras, para definir la separación de la malla de influencia a fin de obtener las diferentes granulometrías necesarias para conformar el material de respaldo como el de enrocamiento.

II.1.1 Naturaleza del Proyecto

Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., pretende llevar a cabo las obras y actividades inherentes a su operación actual, **la construcción y operación de una obra de control de avenidas que contiene las siguientes obras y actividades: operación de dos bancos de arcilla (denominados como No. 1 y No. 2) para la construcción de la cortina del represo; operación de un banco de grava-arena para la construcción de la cortina del represo; operación de un banco de roca para la construcción de la cortina del represo; construcción y operación de una estación de bombeo en la presa de control de avenidas para el bombeo de las aguas hacia la tepetatera tinajas II; construcción y operación de camino y colocación de tubería de bombeo desde la estación de bombeo; habilitación y ampliación de caminos de acceso,**

específicamente entre los bancos de arcilla No. 1 y No. 2, de los bancos de arcilla hacia el represo, del represo al banco de grava-arena y del banco de grava-arena al banco de roca, todo ello en el contexto de las operaciones preexistentes en la Unidad minero-metalúrgica de Buenavista del Cobre de su propiedad, ubicada en predios rústicos, ubicados en el municipio de Cananea, en el estado de Sonora.

Para realizar los proyectos que se mencionan, es necesaria una superficie de **214.3063** hectáreas distribuidas en **once** obras, los cuales se indican a continuación (Ver Cuadro II.4):

Cuadro II.4. Superficies en hectáreas de los polígonos del Proyecto

POLÍGONO FORESTAL	OBRA / ACTIVIDAD	SUPERFICIE (HA)	SUPERFICIE (HA) CUSTF
1	Cortina de la obra de control de avenidas El Encanto y su obra de excedencias.	30.3318	30.3318
	Vaso de almacenamiento máximo de aguas para control de avenidas.	14.5676	14.5676
	Estación de bombeo, la tubería de conducción hacia aguas arriba y su camino de acceso	57.0838	57.0838
	Camino de Banco Arcilla No. 1 a la Cortina	12.2628	10.5461
	Camino de acceso a banco de grava-arena	1.9115	0.6322
	Banco grava-arena	7.9035	7.9036
	Banco de roca	14.6138	14.6138
	Camino de acceso a banco de roca	10.2732	10.2733
	Banco de arcilla No. 1	16.1384	16.1384
	Banco de arcilla No. 2	47.3452	47.3452
	Camino de acceso banco de arcilla	1.8747	1.8747
TOTAL		**214.3063**	**211.3105**

Es de hacer mención que del total de la superficie requerida para el presente proyecto, **211.3105** hectáreas ya se solicitaron para la autorización en materia de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

La infraestructura preexistente en del Complejo Minero-Metalúrgico de Buenavista del Cobre será utilizada en las obras y actividades que se vinculan con el 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 campamentos, almacenes temporales, oficinas de obra, y parque de maquinaria, éstas se ubicarán en el sitio cercano a donde se construirá el represo de control de avenidas El Encanto.

II.1.2 Selección del sitio

Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., opera actualmente en el sitio una unidad minera dentro del marco legal y apegándose a lo establecido tanto en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente como en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

La naturaleza del proyecto se encuentra asociada con actividades ya en operación dentro de la unidad minera de Buenavista del Cobre, en este caso la tepetatera Tinajas II.

La selección del sitio propuesto se llevó a cabo por parte de BvC, considerando diversos aspectos como:

- Que se ubicara dentro de los terrenos propiedad de la empresa Buenavista del Cobre, S.A. de C.V.
- Establecer el sitio óptimo para garantizar el control de los escurrimientos provenientes de la Tepetatera Tinajas 2 y que estos puedan ser bombeados a los terreros de lixiviación para obtener el beneficio de cobre que se lleva a cabo en ese proceso.
- Utilizar las brechas ya existentes para acceder a las diferentes obras contempladas en el presente proyecto, mismas que conectan a diversas rancherías y otras poblaciones como Cuitaca.
- Que para la selección del sitio de los bancos de agregados se considere el "Estudio geotécnico, geológico y geofísico para la obra El Encanto – Tepetatera Tinajas, en Buenavista del Cobre, Municipio de Cananea, Sonora", realizado por un contratista de Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., en el cual se tuvo como propósito presentar los resultados de los trabajos geológicos, geotécnicos y geofísicos para la selección del material a utilizar en la cortina (Anexo 7).
- Los bancos de agregados se encuentran cercanos o dentro de caminos ya existentes, como es el caso de los bancos de arcilla y el banco de grava-arena.
- Que se encuentre alejado de los sitios previstos para crecimiento de las plantas de producción y áreas operativas.
- Que la superficie solicitada sea la más óptima para poder ejecutar la construcción y operación evitando un impacto ambiental mayor.

En relación a la vegetación existente en el sitio propuesto, ésta es medianamente escasa, además de ser medianamente representativa.

No obstante de los criterios considerados anteriormente, se realizaron visitas previas por parte de los encargados del proyecto ejecutivo, donde evaluaron en primera instancia sus condiciones físicas y su ubicación, ya que estos son factores determinantes en la selección de un sitio para la Obra de control de avenidas El Encanto, de tal manera que

se contara con más elementos para la toma de decisiones sobre si dicho sitio es el indicado.

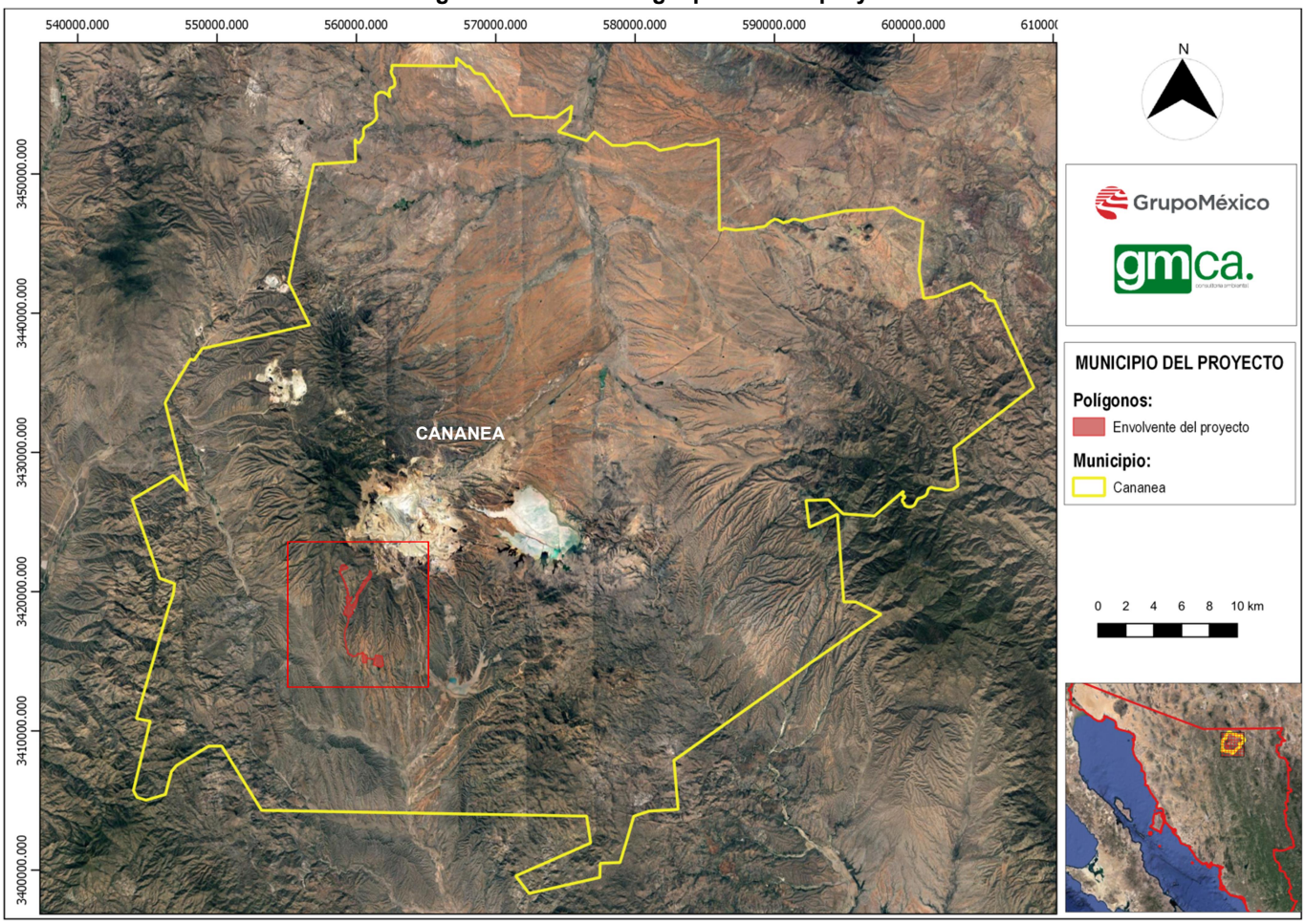
II.1.3 Ubicación física del Proyecto y planos de localización

Las obras del proyecto se localizan en 6 (seis) predios propiedad de la Unidad minera de Buenavista del Cobre, ubicadas aproximadamente a 7.4 kilómetros en línea recta desde el límite del polígono más cercano, en el municipio de Cananea, Sonora.

El sitio donde se ubicará la obra de control de avenidas se localiza al noreste, a una distancia aproximada de 306 km, respecto de la ciudad de Hermosillo, Sonora, contándose actualmente con varios caminos existentes que conectan a la ciudad de Cananea y a la localidad de Cuitaca con diversas rancherías y otros asentamientos humanos cercanos al sitio, pudiendo llegar desde Hermosillo hasta el sitio en un tiempo actual aproximado de 4:15 horas si se sigue la trayectoria preferida que es a través de la ciudad de Cuitaca, para un trayecto total por carretera tanto pavimentada como de terracería de aproximadamente 306 km en total, tomando para ello el tramo inicial de la carretera federal pavimentada No. 15 (Hermosillo-Nogales, tramo Hermosillo a Imuris en el estado de Sonora, México), después la carretera federal pavimentada No. 2 (Imuris-Cananea, en el estado de Sonora, México) y después tomar al sur por la vialidad desde Cuitaca hacia la comunidad de Bacanuchi.

Los polígonos se localizan en la parte sur del municipio de Cananea (Ver Figura II.7), en predios de propiedad de la empresa, en el estado de Sonora.

Figura II.7. Ubicación geopolítica del proyecto



El presente proyecto consta de un envolvente de polígono de 214.3063 hectáreas en su totalidad. En el Cuadro II.5 se presenta la superficie de los predios donde se ubicará el Proyecto. Para llevar a cabo el proyecto será necesaria la remoción de la vegetación en 211.3105 hectáreas durante la vida útil del proyecto de 50 años.

II.1.4 Inversión requerida

II.1.5 Dimensiones del Proyecto

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

Cuadro II.5. Dimensiones del Proyecto

POLÍGONO FORESTAL	OBRA / ACTIVIDAD	SUPERFICIE (HA)
1	Cortina de la obra de control de avenidas El Encanto y su obra de excedencias.	30.3318
	Vaso de almacenamiento máximo de aguas para control de avenidas (se contempla que será seco en su totalidad)	14.5676
	Estación de bombeo, la tubería de conducción hacia aguas arriba y su camino de acceso	57.0838
	Camino de Banco Arcilla No. 1 a la Cortina	12.2628
	Camino de acceso a banco de grava-arena	1.9115
	Banco grava-arena	7.9035
	Banco de roca	14.6138
	Camino de acceso a banco de roca	10.2732
	Banco de arcilla No. 1	16.1384
	Banco de arcilla No. 2	47.3452
	Camino de acceso banco de arcilla	1.8747
TOTAL		**214.3063**

El total de superficie a ocupar por el proyecto es 214.3063 hectáreas.

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.

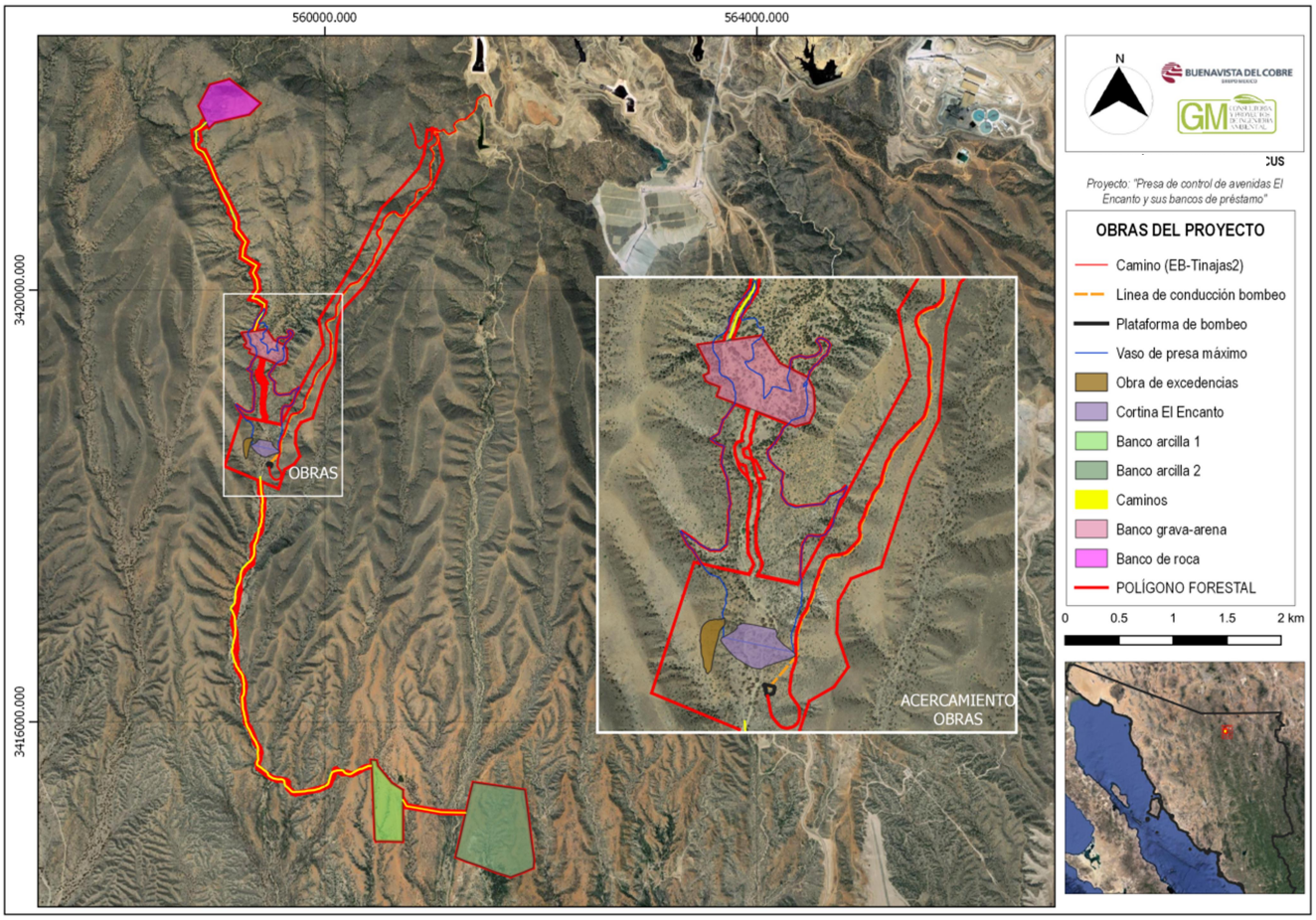


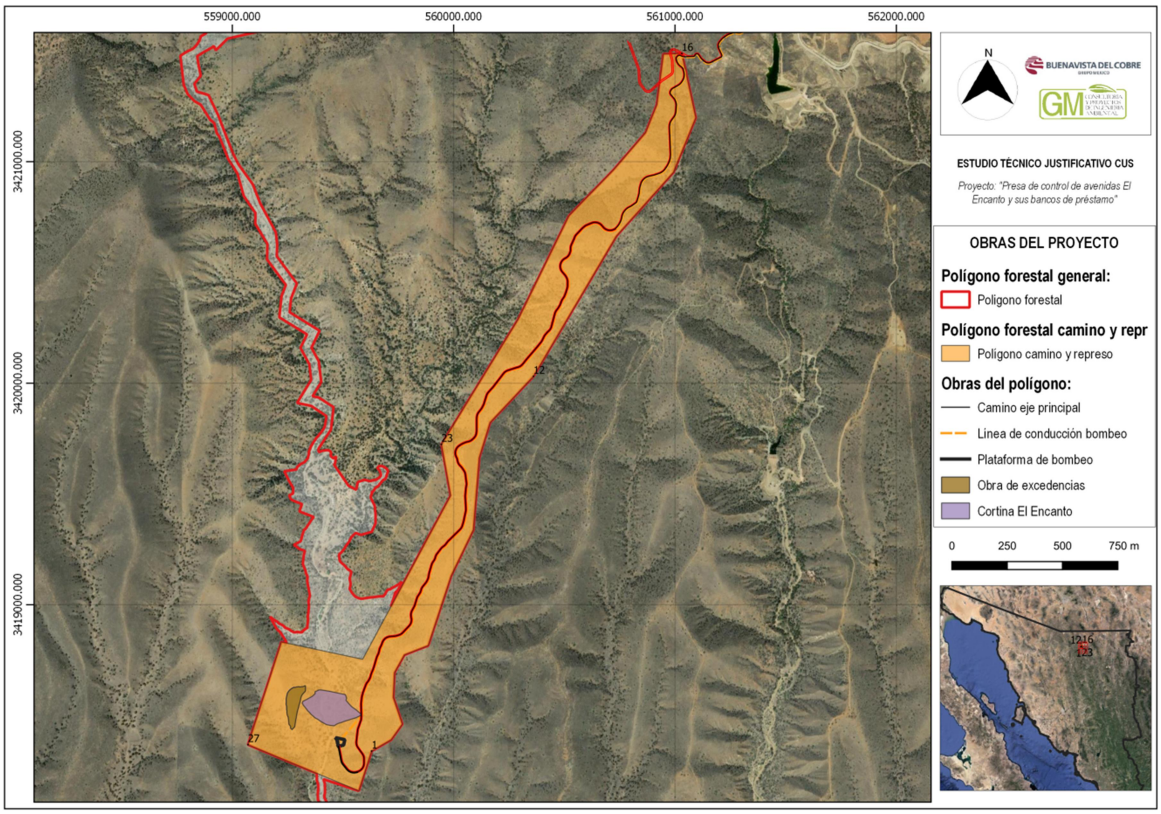
Figura II.8. Componentes del proyecto

Los cuadros de construcción (Coordenadas UTM WGS 84, Zona 12N) de cada una de las áreas anteriormente mencionadas son:

Polígono a (Camino y Presa El Encanto)

Cuadro II.6. Coordenadas UTM de la Presa El Encanto y su camino de acceso
(Coordenadas UTM WGS 84, Zona 12N)

CAMINO Y PRESA EL ENCANTO					
V	**X**	**Y**	**V**	**X**	**Y**
1	559,629.62	3,418,339.76	16	561,031.03	3,421,488.78
2	559,717.51	3,418,390.58	17	560,947.88	3,421,486.10
3	559,768.22	3,418,461.28	18	560,918.45	3,421,258.11
4	559,727.42	3,418,582.11	19	560,867.40	3,421,131.21
5	559,732.73	3,418,693.72	20	560,722.76	3,420,963.51
6	559,777.57	3,418,774.02	21	560,520.80	3,420,755.59
7	559,885.12	3,418,815.92	22	560,292.16	3,420,289.79
8	559,989.05	3,419,131.24	23	559,945.04	3,419,724.25
9	560,088.98	3,419,338.03	24	559,986.53	3,419,493.20
10	560,115.50	3,419,663.60	25	559,588.97	3,418,754.13
11	560,164.66	3,419,822.70	26	559,221.97	3,418,832.13
12	560,360.79	3,420,031.36	27	559,070.88	3,418,368.73
13	560,735.20	3,420,664.41	28	559,571.32	3,418,160.38
14	560,993.00	3,420,952.00	29	559,629.62	3,418,339.76
15	561,094.12	3,421,199.22			


559000.000
560000.000
561000.000
562000.000
3421000.000
3420000.000
3419000.000
N
BUENAVISTA DEL COBRE
ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO CUS
Proyecto: "Presa de control de avenidas El Encanto y sus bancos de préstamo"
OBRAS DEL PROYECTO
Polígono forestal general:
Polígono forestal
Polígono forestal camino y repr
Polígono camino y represo
Obras del polígono:
Camino eje principal
Linea de conducción bombeo
Plataforma de bombeo
Obra de excedencias
Cortina El Encanto
0
250
500
750 m
16
12
23
27
1
1216
123

Polígono b (Camino a banco de grava-arena)

Cuadro II.7 Coordenadas UTM del Camino a banco de grava-arena
(Coordenadas UTM WGS 84, Zona 12N)

CAMINO A BANCO DE GRAVA-ARENA					
V	X	Y	V	X	Y
1	559,443.462	3,419,362.552	56	559,416.495	3,418,790.787
2	559,444.668	3,419,367.680	57	559,446.232	3,418,784.466
3	559,416.390	3,419,378.482	58	559,449.337	3,418,790.172
4	559,415.019	3,419,372.654	59	559,453.901	3,418,799.756
5	559,411.349	3,419,365.085	60	559,457.896	3,418,807.237
6	559,407.989	3,419,354.432	61	559,461.025	3,418,817.317
7	559,406.178	3,419,343.975	62	559,462.858	3,418,828.077
8	559,403.625	3,419,332.792	63	559,459.138	3,418,841.449
9	559,402.752	3,419,316.227	64	559,452.886	3,418,854.349
10	559,401.752	3,419,309.203	65	559,447.454	3,418,864.734
11	559,398.815	3,419,303.182	66	559,444.297	3,418,873.803
12	559,392.868	3,419,291.660	67	559,441.897	3,418,883.911
13	559,390.996	3,419,272.480	68	559,441.419	3,418,893.795
14	559,392.360	3,419,263.206	69	559,441.818	3,418,903.510
15	559,388.900	3,419,262.028	70	559,441.601	3,418,918.662
16	559,375.702	3,419,258.116	71	559,441.017	3,418,934.215
17	559,365.673	3,419,242.342	72	559,440.378	3,418,948.449
18	559,367.145	3,419,214.338	73	559,440.491	3,418,962.767
19	559,372.944	3,419,198.727	74	559,440.896	3,418,976.831
20	559,382.263	3,419,181.971	75	559,443.697	3,418,988.159
21	559,398.971	3,419,175.868	76	559,447.303	3,418,998.428
22	559,403.384	3,419,174.355	77	559,448.346	3,419,011.734
23	559,404.594	3,419,170.041	78	559,449.303	3,419,023.399
24	559,408.332	3,419,154.407	79	559,449.699	3,419,039.187
25	559,413.063	3,419,134.364	80	559,450.276	3,419,056.934
26	559,418.412	3,419,119.454	81	559,452.581	3,419,073.487
27	559,421.021	3,419,108.200	82	559,456.267	3,419,083.319
28	559,424.511	3,419,099.333	83	559,455.490	3,419,095.751
29	559,425.642	3,419,092.394	84	559,453.603	3,419,107.330
30	559,425.926	3,419,087.847	85	559,449.746	3,419,117.130
31	559,423.326	3,419,080.912	86	559,447.241	3,419,127.935
32	559,420.343	3,419,059.498	87	559,441.872	3,419,142.901
33	559,419.711	3,419,040.051	88	559,437.520	3,419,161.341
34	559,419.333	3,419,025.002	89	559,433.637	3,419,177.581
35	559,418.442	3,419,014.132	90	559,431.060	3,419,186.772
36	559,417.701	3,419,004.674	91	559,424.213	3,419,198.928
37	559,414.917	3,418,996.748	92	559,408.983	3,419,204.150
38	559,411.002	3,418,980.910	93	559,403.051	3,419,206.317
39	559,410.494	3,418,963.318	94	559,400.272	3,419,211.313
40	559,410.372	3,418,947.893	95	559,396.863	3,419,220.489
41	559,411.043	3,418,932.979	96	559,396.210	3,419,232.904
42	559,411.609	3,418,917.885	97	559,398.004	3,419,233.436

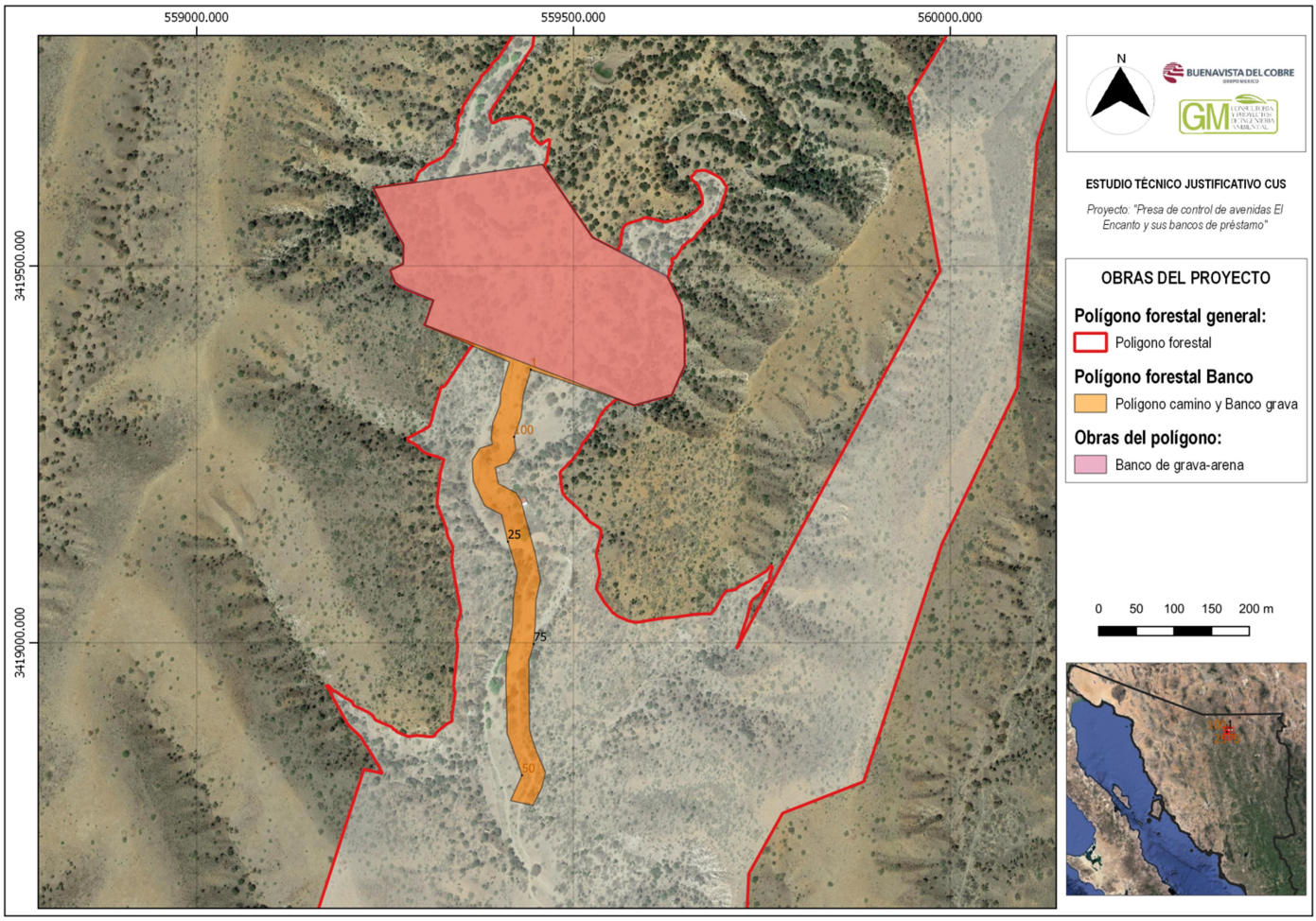
43	559,411.809	3,418,903.912	98	559,412.991	3,419,238.542
44	559,411.389	3,418,893.686	99	559,423.702	3,419,256.274
45	559,412.067	3,418,879.685	100	559,421.211	3,419,273.216
46	559,415.461	3,418,865.385	101	559,422.167	3,419,283.017
47	559,419.848	3,418,852.785	102	559,425.629	3,419,289.725
48	559,426.089	3,418,840.852	103	559,430.786	3,419,300.297
49	559,430.961	3,418,830.801	104	559,432.640	3,419,313.317
50	559,432.157	3,418,826.500	105	559,433.448	3,419,328.634
51	559,431.785	3,418,824.314	106	559,435.602	3,419,338.072
52	559,430.090	3,418,818.855	107	559,437.205	3,419,347.328
53	559,427.111	3,418,813.277	108	559,439.300	3,419,353.969
54	559,422.600	3,418,803.802	109	559,443.462	3,419,362.552
55	559,417.485	3,418,794.405			

Polígono c (Banco de grava-arena)

Cuadro II.8. Coordenadas UTM del Banco de grava-arena

(Coordenadas UTM WGS 84, Zona 12N)

BANCO DE GRAVA-ARENA		
V	**X**	**Y**
1	559,458.713	3,419,634.648
2	559,234.985	3,419,603.051
3	559,260.337	3,419,552.627
4	559,274.948	3,419,528.663
5	559,274.411	3,419,502.473
6	559,257.117	3,419,494.004
7	559,264.021	3,419,477.823
8	559,273.849	3,419,470.939
9	559,314.680	3,419,454.744
10	559,303.111	3,419,421.752
11	559,580.735	3,419,315.706
12	559,630.067	3,419,329.236
13	559,647.215	3,419,367.816
14	559,647.215	3,419,412.660
15	559,643.014	3,419,448.076
16	559,623.832	3,419,487.091
17	559,525.205	3,419,537.570
18	559,458.713	3,419,634.648


559000.000
559500.000
560000.000
3419500.000
3419000.000
N
BUENAVISTA DEL COBRE
GM
ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO CUS
Proyecto: "Presa de control de avenidas El Encanto y sus bancos de préstamo"
OBRAS DEL PROYECTO
Polígono forestal general:
Polígono forestal
Polígono forestal Banco
Polígono camino y Banco grava
Obras del polígono:
Banco de grava-arena
0 50 100 150 200 m
1
100
25
75
50

Polígono d (Camino a banco de roca)

Cuadro II.9. Coordenadas UTM del camino a banco de roca

(Coordenadas UTM WGS 84, Zona 12N)

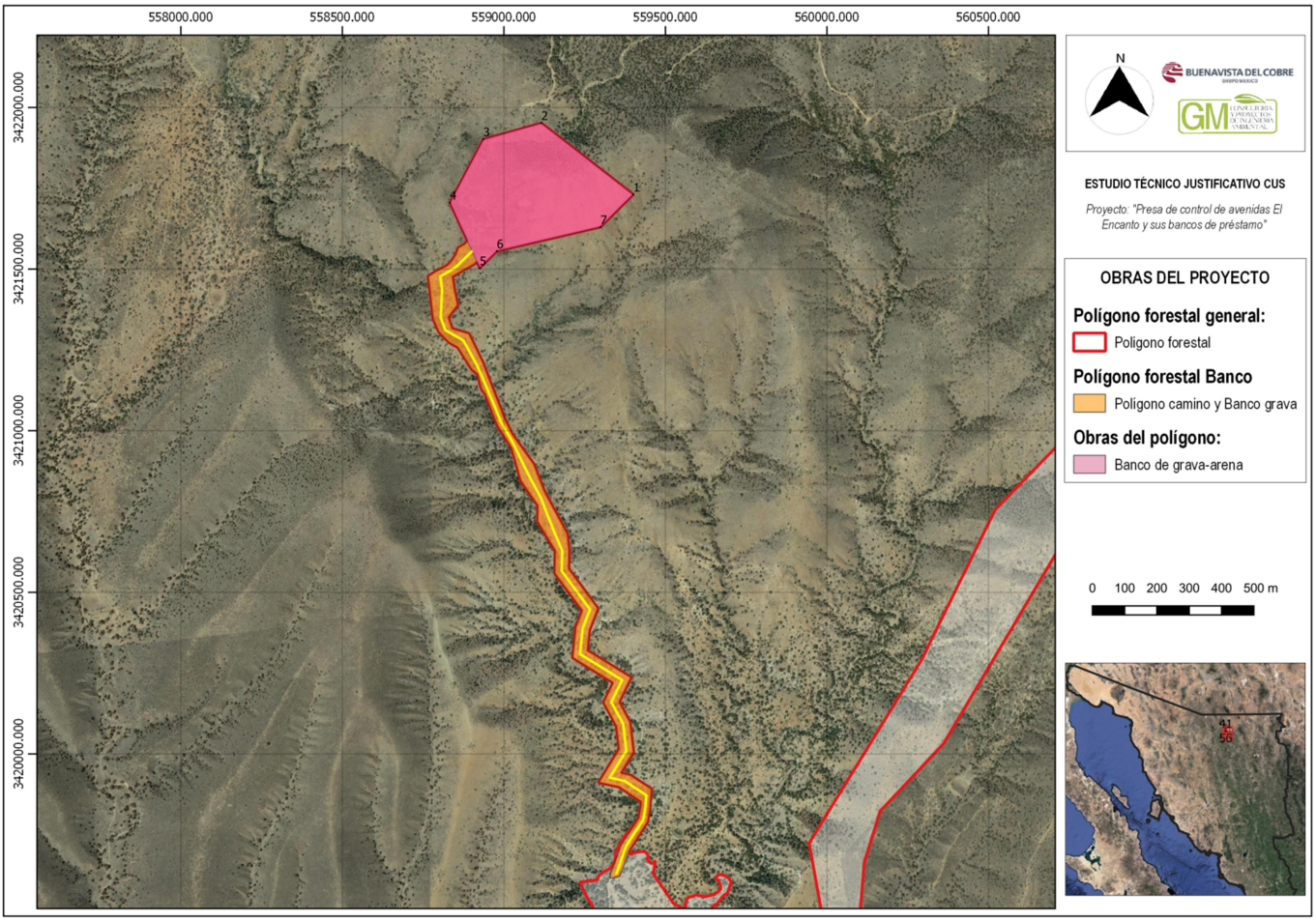
CAMINO A BANCO DE ROCA					
V	X	Y	V	X	Y
1	559,452.406	3,419,829.065	39	558,841.420	3,421,476.810
2	559,424.154	3,419,841.751	40	558,873.179	3,421,496.313
3	559,417.376	3,419,802.535	41	558,908.989	3,421,515.937
4	559,364.350	3,419,720.623	42	558,916.470	3,421,522.863
5	559,330.677	3,419,632.512	43	558,886.728	3,421,588.013
6	559,328.099	3,419,616.201	44	558,879.010	3,421,578.583
7	559,359.165	3,419,620.589	45	558,858.679	3,421,566.908
8	559,359.819	3,419,624.732	46	558,851.016	3,421,546.018
9	559,391.248	3,419,706.968	47	558,839.481	3,421,528.516
10	559,445.893	3,419,791.382	48	558,824.895	3,421,512.285
11	559,452.406	3,419,829.065	49	558,787.224	3,421,492.679
12	559,202.813	3,420,628.486	50	558,765.412	3,421,478.401
13	559,158.856	3,420,628.486	51	558,770.403	3,421,437.442
14	559,156.848	3,420,559.404	52	558,780.619	3,421,347.154
15	559,242.003	3,420,443.927	53	558,798.368	3,421,305.476
16	559,222.368	3,420,393.337	54	558,830.276	3,421,272.795
17	559,212.489	3,420,297.795	55	558,857.189	3,421,257.978
18	559,337.638	3,420,220.622	56	558,900.264	3,421,189.657
19	559,308.135	3,420,159.706	57	558,918.338	3,421,174.781
20	559,348.177	3,420,085.852	58	558,929.909	3,421,129.671
21	559,356.349	3,420,015.391	59	558,942.370	3,421,112.378
22	559,292.846	3,419,911.476	60	558,969.405	3,421,040.213
23	559,356.108	3,419,898.046	61	558,981.245	3,421,013.094
24	559,424.541	3,419,852.588	62	559,023.321	3,420,946.965
25	559,424.154	3,419,841.751	63	559,052.016	3,420,845.161
26	559,452.406	3,419,829.065	64	559,104.642	3,420,768.692
27	559,457.629	3,419,892.098	65	559,103.927	3,420,719.736
28	559,390.897	3,419,935.578	66	559,158.856	3,420,628.486
29	559,362.723	3,419,941.559	67	559,202.794	3,420,628.486
30	559,401.740	3,420,005.406	68	559,196.605	3,420,681.670
31	559,390.845	3,420,099.338	69	559,125.434	3,420,814.086
32	559,357.503	3,420,160.836	70	559,093.097	3,420,897.281
33	559,394.482	3,420,237.189	71	559,027.083	3,420,989.291
34	559,259.031	3,420,320.715	72	559,003.305	3,421,037.094
35	559,265.466	3,420,382.944	73	558,961.028	3,421,144.758
36	559,291.708	3,420,450.557	74	558,936.074	3,421,210.347
37	559,201.208	3,420,573.280	75	558,892.314	3,421,301.210
38	559,202.813	3,420,628.486	76	558,839.943	3,421,316.825
			77	558,828.793	3,421,351.319
			78	558,857.702	3,421,388.847
			79	558,847.119	3,421,439.525
			80	558,841.420	3,421,476.810

Polígono e (Banco de roca)

Cuadro II.10. Coordenadas UTM del banco de roca

(Coordenadas UTM WGS 84, Zona 12N)

BANCO DE ROCA		
V	**X**	**Y**
1	559,400.990	3,421,731.147
2	559,116.196	3,421,952.249
3	558,936.316	3,421,901.980
4	558,832.804	3,421,706.134
5	558,925.453	3,421,503.187
6	558,978.447	3,421,555.604
7	559,299.022	3,421,630.292
8	559,400.990	3,421,731.147


558000.000
558500.000
559000.000
559500.000
560000.000
560500.000
3422000.000
3421500.000
3421000.000
3420500.000
3420000.000
1
2
3
4
5
6
7
N
BUENAVISTA DEL COBRE
ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO CUS
Proyecto: "Presa de control de avenidas El Encanto y sus bancos de préstamo"
OBRAS DEL PROYECTO
Polígono forestal general:
Polígono forestal
Polígono forestal Banco
Polígono camino y Banco grava
Obras del polígono:
Banco de grava-arena
0 100 200 300 400 500 m

Polígono f (Camino represo El Encanto a Banco de arcilla No.1)

Cuadro II.11. Coordenadas UTM del Camino represo El Encanto a Banco de arcilla No.1

(Coordenadas UTM WGS 84, Zona 12N)

CAMINO BANCO DE ARCILLA NO. 1 A OBRA EL ENCANTO					
V	X	Y	V	X	Y
1	559381.96	3418208.52	184	560388.24	3415597.77
2	559382.01	3418239.20	185	560406.68	3415601.02
3	559411.99	3418226.71	186	560426.93	3415603.14
4	559411.97	3418212.95	187	560433.93	3415603.26
5	559417.98	3418193.15	188	560437	3415586
6	559418.68	3418171.05	189	560401.79	3415569.7
7	559417.17	3418155.06	190	560394.61	3415568.43
8	559416.08	3418140.33	191	560376.92	3415563.87
9	559416.84	3418128.22	192	560362.11	3415557.24
10	559426.09	3418109.88	193	560343.97	3415545.43
11	559434.19	3418091.14	194	560331.14	3415536.99
12	559446.00	3418071.26	195	560307.88	3415526.22
13	559445.82	3418046.96	196	560280.59	3415513.59
14	559443.85	3418025.37	197	560257.43	3415502.87
15	559442.57	3418006.81	198	560232.27	3415503.02
16	559446.99	3417983.08	199	560205.08	3415512.78
17	559441.42	3417961.31	200	560188.69	3415512.38
18	559435.36	3417940.48	201	560162.97	3415511.02
19	559435.97	3417926.90	202	560145.52	3415516.67
20	559434.85	3417905.54	203	560129.47	3415526.28
21	559430.48	3417873.81	204	560120.76	3415530.51
22	559428.02	3417855.30	205	560105.56	3415540.31
23	559426.08	3417831.13	206	560104.68	3415537.57
24	559425.27	3417806.53	207	560099.86	3415522.19
25	559423.64	3417781.50	208	560094.81	3415503.29
26	559419.18	3417758.51	209	560087.29	3415483.26
27	559411.59	3417744.78	210	560077.16	3415464.33
28	559396.99	3417728.99	211	560065.87	3415442.45
29	559386.65	3417719.74	212	560060.7	3415427.44
30	559386.44	3417712.02	213	560050.27	3415406.96
31	559382.44	3417694.50	214	559994.4	3415381.09
32	559374.10	3417675.94	215	559951	3415361
33	559363.96	3417659.28	216	559835.64	3415341.09
34	559350.99	3417641.21	217	559727.56	3415322.44
35	559346.64	3417629.43	218	559688.3	3415339.04
36	559346.98	3417623.95	219	559675.69	3415353.05
37	559349.15	3417608.61	220	559659.55	3415366.74
38	559353.44	3417562.47	221	559647.61	3415381.48
39	559348.38	3417542.78	222	559639.97	3415411.62
40	559346.28	3417525.43	223	559640.61	3415436.95
41	559347.09	3417504.78	224	559637.6	3415440.5
42	559344.20	3417490.53	225	559628.79	3415442.34

43	559344.91	3417478.91	226	559610.9	3415447
44	559343.64	3417468.55	227	559595.42	3415450.11
45	559337.29	3417454.79	228	559581.42	3415454.93
46	559313.66	3417437.81	229	559578.53	3415454.83
47	559298.26	3417429.81	230	559566.79	3415448.97
48	559283.35	3417418.62	231	559549.72	3415449.68
49	559270.87	3417401.88	232	559526.52	3415462.43
50	559260.04	3417386.65	233	559502.43	3415467.49
51	559246.24	3417359.71	234	559485.84	3415479.89
52	559233.02	3417337.60	235	559468.05	3415493.02
53	559223.78	3417312.26	236	559453.91	3415502.8
54	559223.84	3417293.00	237	559407.85	3415538.9
55	559222.48	3417263.41	238	559379.57	3415559.82
56	559225.31	3417247.78	239	559368.74	3415575.42
57	559227.95	3417217.69	240	559363.36	3415604.28
58	559220.12	3417189.22	241	559363.88	3415625.75
59	559210.63	3417160.12	242	559368.43	3415634.83
60	559211.09	3417142.72	243	559376.86	3415649.37
61	559207.59	3417118.93	244	559381.04	3415666.65
62	559200.16	3417094.05	245	559380.4	3415691.79
63	559197.87	3417064.62	246	559389.44	3415714.4
64	559192.34	3417036.24	247	559387.62	3415723.9
65	559182.24	3417005.87	248	559380.55	3415747.89
66	559176.92	3416983.63	249	559377.16	3415757.51
67	559169.16	3416949.38	250	559367.52	3415772.76
68	559165.06	3416930.65	251	559357.24	3415782.69
69	559166.51	3416907.87	252	559343.62	3415799.76
70	559175.36	3416880.32	253	559337.17	3415818.91
71	559181.19	3416855.61	254	559330.89	3415841.78
72	559185.69	3416834.00	255	559324.23	3415860.89
73	559188.63	3416812.70	256	559317.84	3415878.37
74	559189.90	3416788.11	257	559306	3415900.99
75	559190.09	3416764.49	258	559298.19	3415922.33
76	559191.33	3416729.48	259	559288.84	3415940.58
77	559194.94	3416688.42	260	559277.43	3415955.99
78	559194.45	3416668.66	261	559259.76	3415981.63
79	559187.94	3416645.83	262	559252.13	3416006.42
80	559184.37	3416626.85	263	559253.93	3416027.48
81	559186.42	3416605.07	264	559252.54	3416044.34
82	559192.45	3416582.35	265	559245.56	3416069.02
83	559197.89	3416556.82	266	559239.15	3416096.91
84	559198.10	3416541.69	267	559235.67	3416119.86
85	559197.56	3416522.59	268	559233.18	3416145.99
86	559204.19	3416497.11	269	559231.23	3416167.78
87	559216.35	3416479.14	270	559229.48	3416195.47
88	559230.77	3416453.85	271	559224.62	3416225.57
89	559240.98	3416435.68	272	559228.91	3416248.76
90	559251.70	3416419.15	273	559237.1	3416274.97
91	559261.90	3416390.99	274	559237.51	3416291.73

92	559268.61	3416370.34	275	559243.55	3416320.97
93	559273.71	3416338.69	276	559243.69	3416336.42
94	559273.52	3416317.77	277	559239.36	3416363.28
95	559267.43	3416288.31	278	559233.52	3416381.24
96	559267.00	3416270.03	279	559224.66	3416405.71
97	559258.08	3416241.54	280	559215.29	3416420.15
98	559255.07	3416225.23	281	559204.66	3416439.07
99	559259.33	3416198.81	282	559190.86	3416463.28
100	559261.15	3416170.06	283	559176.45	3416484.56
101	559263.05	3416148.75	284	559167.44	3416519.18
102	559265.46	3416123.54	285	559168.1	3416541.91
103	559268.64	3416102.52	286	559167.94	3416553.45
104	559274.63	3416076.47	287	559163.27	3416575.37
105	559282.20	3416049.71	288	559156.78	3416599.78
106	559284.04	3416027.43	289	559154.1	3416628.25
107	559282.52	3416009.67	290	559158.71	3416652.74
108	559287.08	3415994.86	291	559164.56	3416673.22
109	559301.84	3415973.43	292	559164.91	3416687.48
110	559314.42	3415956.45	293	559161.38	3416727.63
111	559325.73	3415934.37	294	559160.1	3416763.84
112	559333.50	3415913.16	295	559159.91	3416787.21
113	559345.34	3415890.53	296	559158.74	3416809.87
114	559352.49	3415870.97	297	559156.11	3416828.88
115	559359.55	3415850.70	298	559151.9	3416849.1
116	559365.88	3415827.68	299	559146.43	3416872.27
117	559370.37	3415814.34	300	559136.8	3416902.25
118	559379.49	3415802.91	301	559134.86	3416932.95
119	559390.95	3415791.83	302	559139.87	3416955.9
120	559404.33	3415770.67	303	559147.71	3416990.44
121	559409.10	3415757.12	304	559153.37	3417014.11
122	559416.81	3415730.97	305	559163.26	3417043.87
123	559420.55	3415711.41	306	559168.1	3417068.67
124	559410.55	3415686.38	307	559170.5	3417099.57
125	559411.13	3415663.44	308	559178.22	3417125.43
126	559404.99	3415638.08	309	559181.03	3417144.53
127	559394.84	3415620.57	310	559180.51	3417164.5
128	559393.71	3415618.32	311	559191.38	3417197.85
129	559393.43	3415606.69	312	559197.59	3417220.44
130	559397.06	3415587.24	313	559195.55	3417243.79
131	559401.39	3415580.99	314	559192.36	3417261.4
132	559426.03	3415562.77	315	559193.84	3417293.65
133	559471.72	3415526.96	316	559193.77	3417317.51
134	559485.49	3415517.43	317	559205.81	3417350.55
135	559503.73	3415503.97	318	559219.98	3417374.26
136	559515.08	3415495.48	319	559234.33	3417402.26
137	559537.06	3415490.87	320	559246.62	3417419.54
138	559558.00	3415479.37	321	559261.89	3417440.02
139	559560.31	3415479.27	322	559282.23	3417455.29
140	559571.00	3415484.61	323	559297.91	3417463.43

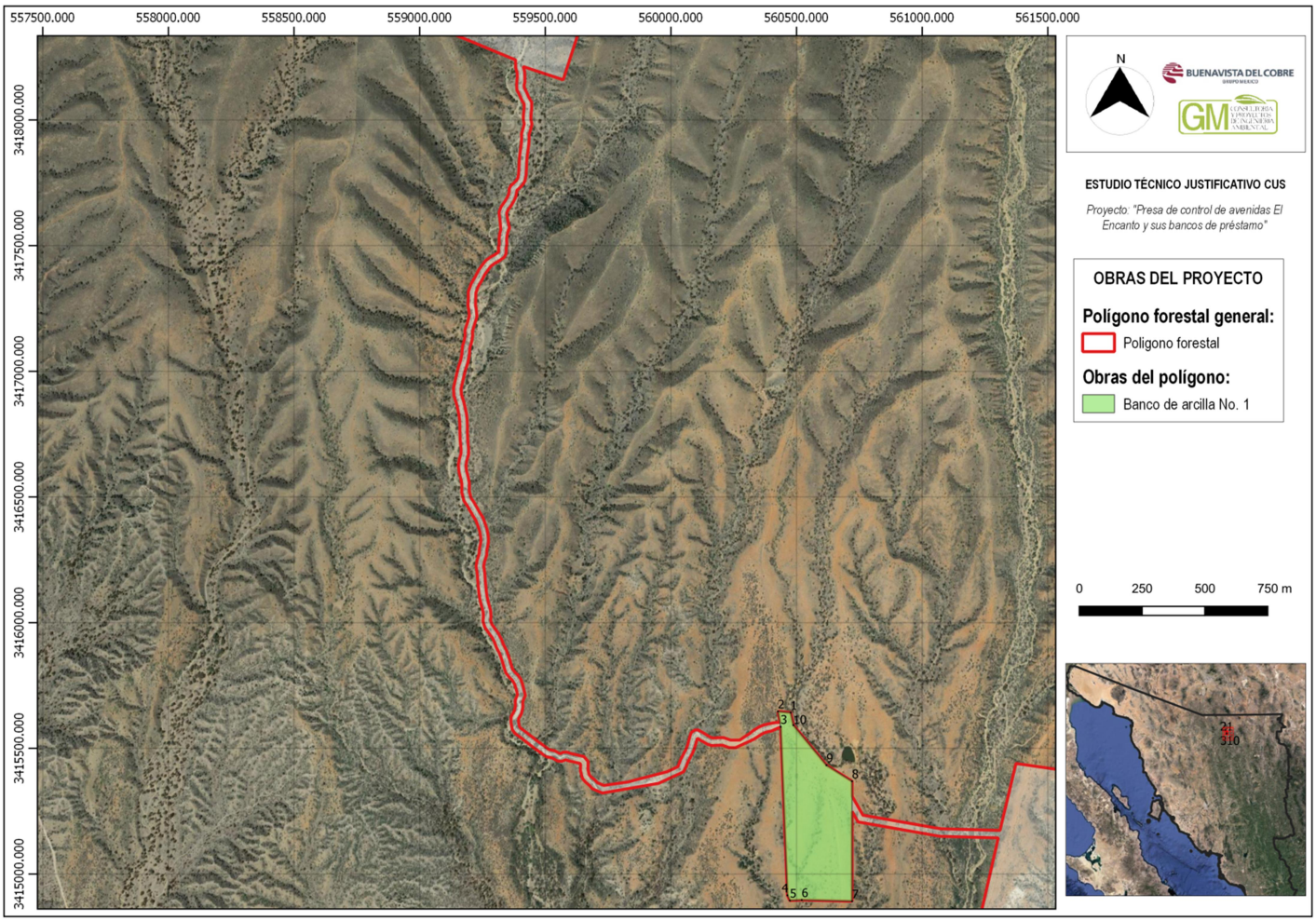
141	559585.96	3415485.09
142	559603.29	3415479.13
143	559617.65	3415476.24
144	559635.65	3415471.56
145	559653.80	3415467.76
146	559670.87	3415447.67
147	559670.65	3415438.22
148	559670.07	3415414.99
149	559675.07	3415395.24
150	559681.09	3415387.81
151	559696.64	3415374.62
152	559706.14	3415364.07
153	559733.11	3415352.66
154	559828.44	3415366.31
155	559852.43	3415372.87
156	559985.19	3415407.21
157	560028.04	3415427.41
158	560032.69	3415438.24
159	560038.21	3415454.28
160	560050.61	3415478.28
161	560059.90	3415495.66
162	560066.21	3415512.46
163	560071.04	3415530.55
164	560076.09	3415546.65
165	560081.53	3415563.54
166	560088.63	3415568.56
167	560096.21	3415573.46
168	560108.17	3415573.46
169	560116.64	3415568.87
170	560135.50	3415556.71
171	560143.76	3415552.70
172	560158.01	3415544.16
173	560166.93	3415541.27
174	560187.53	3415542.37
175	560209.95	3415542.90
176	560237.58	3415532.99
177	560258.15	3415532.86
178	560274.07	3415533.15
179	560291.54	3415544.79
180	560313.65	3415559.07
181	560326.02	3415569.55
182	560347.72	3415583.67
183	560366.98	3415592.28
324	559313.36	3417474.54
325	559314.43	3417476.87
326	559314.8	3417479.83
327	559314.02	3417492.63
328	559316.97	3417507.2
329	559316.2	3417526.65
330	559318.83	3417548.34
331	559323.09	3417564.89
332	559319.35	3417605.11
333	559317.11	3417620.91
334	559316.3	3417633.89
335	559324.25	3417655.41
336	559338.93	3417675.86
337	559347.5	3417689.94
338	559353.86	3417704.08
339	559356.84	3417727.4
340	559362.63	3417738.5
341	559362.63	3417738.5
342	559375.93	3417750.4
343	559387.1	3417762.48
344	559390.63	3417768.87
345	559393.83	3417785.35
346	559395.3	3417807.99
347	559396.12	3417832.83
348	559398.18	3417858.49
349	559400.76	3417877.84
350	559404.96	3417908.38
351	559405.94	3417927.02
352	559405.17	3417944.08
353	559412.47	3417969.22
354	559416.29	3417984.11
355	559412.38	3418005.07
356	559413.94	3418027.76
357	559415.83	3418048.44
358	559415.93	3418063.12
359	559407.41	3418077.48
360	559398.91	3418097.17
361	559387.28	3418120.2
362	559386.01	3418140.51
363	559387.28	3418157.58
364	559388.63	3418171.99
365	559388.12	3418188.24

Polígono g (Banco de arcilla No.1)

Cuadro II.12. Coordenadas UTM del Banco de arcilla No.1

(Coordenadas UTM WGS 84, Zona 12N)

BANCO ARCILLA NO. 1		
V	**X**	**Y**
1	560,476.786	3,415,642.473
2	560,426.136	3,415,647.088
3	560,437.000	3,415,586.003
4	560,463.929	3,414,915.345
5	560,473.686	3,414,894.576
6	560,520.797	3,414,896.804
7	560,721.195	3,414,891.943
8	560,721.195	3,415,369.282
9	560,619.488	3,415,433.231
10	560,487.819	3,415,592.698
11	560,476.786	3,415,642.473


557500.000
558000.000
558500.000
559000.000
559500.000
560000.000
560500.000
561000.000
561500.000
3418000.000
3417500.000
3417000.000
3416500.000
3416000.000
3415500.000
3415000.000
N
BUENAVISTA DEL COBRE
GM
ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO CUS
Proyecto: "Presa de control de avenidas El Encanto y sus bancos de préstamo"
OBRAS DEL PROYECTO
Polígono forestal general:
Poligono forestal
Obras del polígono:
Banco de arcilla No. 1
0
250
500
750 m

Polígono h (Camino represo Banco de arcilla No.2)

Cuadro II.13. Coordenadas UTM del Camino represo Banco de arcilla No.2

(Coordenadas UTM WGS 84, Zona 12N)

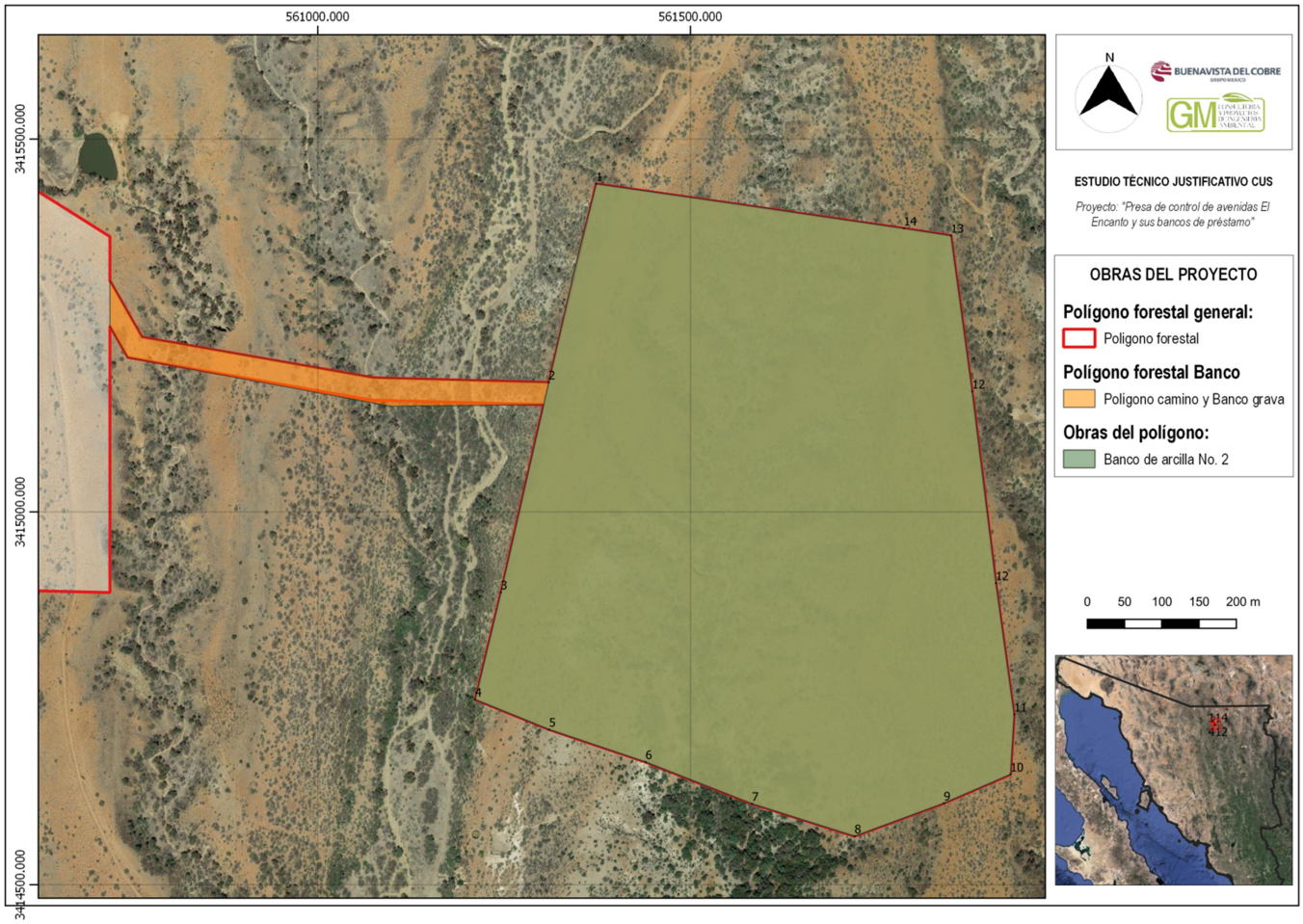
BANCO ARCILLA NO. 2		
V	**X**	**Y**
1	561,373.574	3,415,440.173
2	561,344.448	3,415,324.987
3	561,245.662	3,414,892.185
4	561,211.223	3,414,748.428
5	561,310.481	3,414,708.190
6	561,439.859	3,414,664.651
7	561,582.684	3,414,608.611
8	561,720.286	3,414,565.110
9	561,840.088	3,414,609.307
10	561,929.545	3,414,648.026
11	561,934.367	3,414,728.501
12	561,909.883	3,414,904.542
13	561,878.032	3,415,161.648
14	561,849.629	3,415,370.644
15	561,786.387	3,415,380.395
16	561,573.105	3,415,411.623
17	561,373.574	3,415,440.173

Polígono i (Banco de arcilla No.2)

Cuadro II.14. Coordenadas UTM del Banco de arcilla No. 2

(Coordenadas UTM WGS 84, Zona 12N)

CAMINO BA1-BA2		
V	**X**	**Y**
1	560721.195	3415310.092
2	560721.195	3415249.477
3	560745.140	3415207.436
4	561071.785	3415150.111
5	561303.138	3415143.999
6	561309.947	3415173.829
7	561074.791	3415180.042
8	560764.224	3415234.546
9	560721.195	3415310.092


561000.000
561500.000
3415500.000
3415000.000
3414500.000
N
BUENAVISTA DEL COBRE
ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO CUS
Proyecto: "Presa de control de avenidas El Encanto y sus bancos de préstamo"
OBRAS DEL PROYECTO
Polígono forestal general:
Polígono forestal
Polígono forestal Banco
Polígono camino y Banco grava
Obras del polígono:
Banco de arcilla No. 2
0 50 100 150 200 m

Polígono j (Espejo de agua del represo El Encanto)

Cuadro II.15. Coordenadas UTM del Espejo de agua del represo El Encanto
(Coordenadas UTM WGS 84, Zona 12N)

CORTINA DE PRESA (1ra PARTE)		
V	X	Y
1	559584.160	3418752.890
2	559600.310	3418777.120
3	559597.020	3418797.560
4	559602.720	3418835.870
5	559602.230	3418872.580
6	559606.330	3418899.580
7	559622.410	3418922.040
8	559638.150	3418927.680
9	559664.440	3418923.720
10	559689.79	3418934.05
11	559699.26	3418948.54
12	559712.83	3418968.42
13	559711	3418977.79
14	559741.52	3419055.94
15	559751.38	3419068.89
16	559760.27	3419104.39
17	559741.86	3419089.17
18	559704.65	3419072.21
19	559688.56	3419053.36
20	559677.49	3419039.26
21	559585.23	3419031.5
22	559555.16	3419039.33
23	559532.59	3419062.57
24	559530.68	3419078.06
25	559534.98	3419099.24
26	559530.59	3419123.24
27	559534.49	3419137.44
28	559537.15	3419152.96
29	559512.4	3419167.51
30	559493.45	3419189.73
31	559478.18	3419221.48
32	559482.09	3419233.27
33	559507.96	3419257.55
34	559530.99	3419289.25
35	559539.96	3419314.13
36	559556.01	3419323.76
37	559449.52	3419364.8
38	559436.82	3419338.62
39	559434.93	3419311.09
40	559423.14	3419291.26
41	559423.39	3419256.63

CORTINA DE PRESA (2da PARTE)		
V	X	Y
1	559416.910	3418791.840
2	559427.680	3418814.950
3	559432.700	3418826.970
4	559425.820	3418841.470
5	559417.910	3418854.280
6	559414.400	3418870.920
7	559411.950	3418881.440
8	559411.130	3418905.110
9	559410.910	3418944.180
10	559411.66	3418981.31
11	559417.63	3419003.57
12	559418.26	3419012.02
13	559417.39	3419021.94
14	559419.43	3419044.04
15	559421.31	3419065.85
16	559422.9	3419082.15
17	559425.87	3419088.12
18	559424.46	3419097.85
19	559420.74	3419108.45
20	559411.88	3419139.48
21	559393.41	3419151.36
22	559381.93	3419166.3
23	559376.51	3419181.58
24	559373.76	3419194.88
25	559368.33	3419211.81
26	559365.25	3419241.21
27	559375.5	3419259.54
28	559391.8	3419263.41
29	559391.09	3419273.31
30	559392.66	3419289.21
31	559401.52	3419312.44
32	559404.33	3419337.87
33	559407.41	3419349.26
34	559409.31	3419360.8
35	559416.21	3419379.03
36	559366.5	3419397.36
37	559333.96	3419347.2
38	559324.8	3419340.48
39	559308.92	3419288.86
40	559279.53	3419270.01
41	559288.5	3419261.79

42	559414.57	3419242.41
43	559420.16	3419224.11
44	559425.62	3419201.17
45	559429.05	3419191.7
46	559437.43	3419196.4
47	559473.11	3419130.86
48	559447.57	3419129.25
49	559456.61	3419095.19
50	559511.37	3419164.11
51	559449.21	3419057.53
52	559449.23	3419029.96
53	559445.25	3419006.02
54	559442.94	3418980.81
55	559441.85	3418949.8
56	559536.59	3418970.04
57	559441.9	3418875.45
58	559450.97	3418856.38
59	559457.83	3418841.23
60	559536.59	3418970.04
61	559459.34	3418809.64
62	559446.93	3418785.98

42	559299.67	3419254.85
43	559327.67	3419242.08
44	559318.25	3419206.57
45	559319.66	3419175.67
46	559340.12	3419126.79
47	559303.49	3419020.94
48	559351.41	3419039.91
49	559343.11	3419013.05
50	559343.35	3418963.97
51	559336.36	3418892.29
52	559315.69	3418873.95
53	559278.9	3418874.72
54	559250.02	3418889.84
55	559233.19	3418903.27
56	559214.31	3418921.26
57	559176.29	3418944.79
58	559182.41	3418925.3
59	559195.61	3418897.78
60	559204.87	3418886.83
61	559213.58	3418880.23
62	559201.89	3418879.69

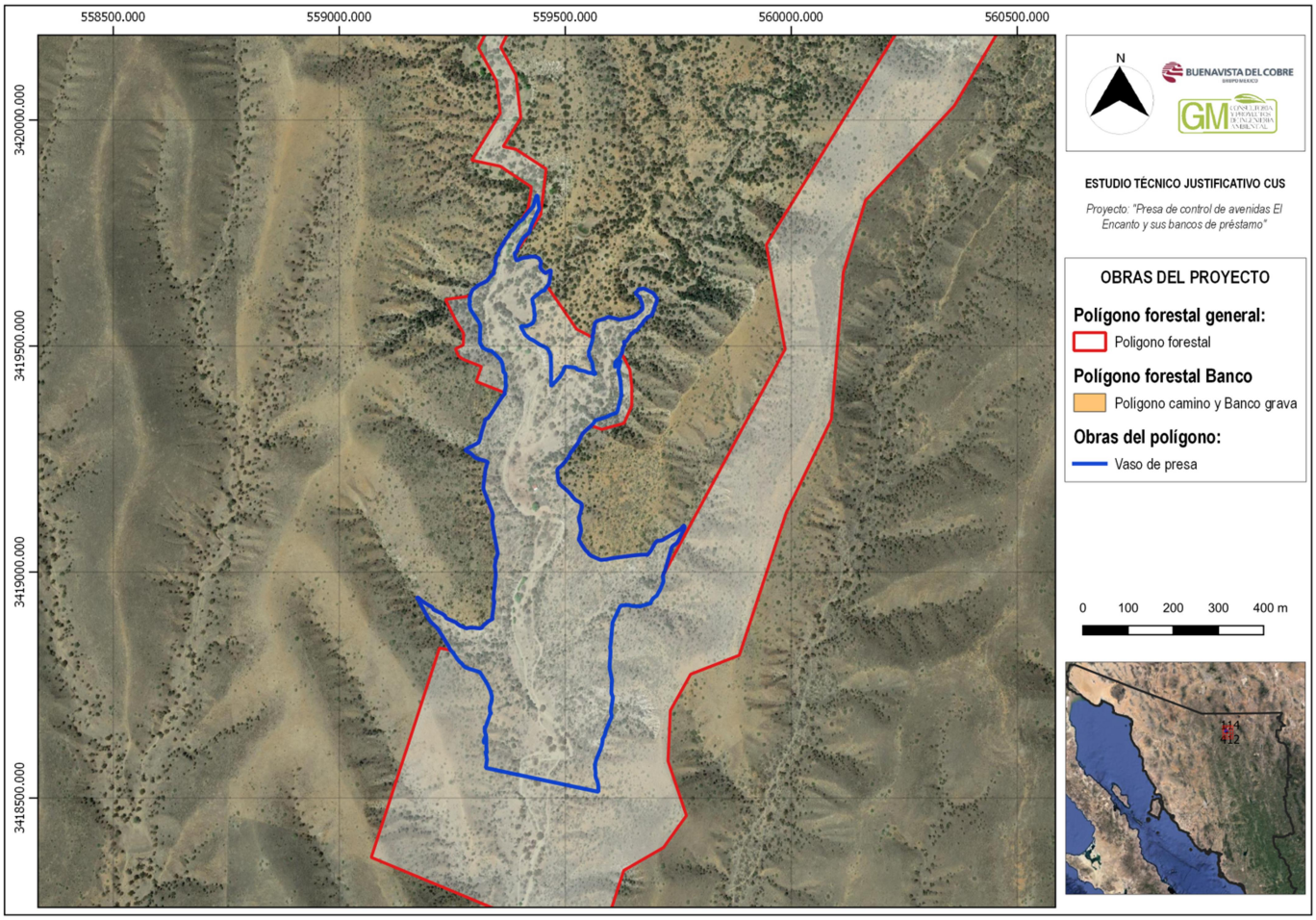
CORTINA DE PRESA (3ra PARTE)		
V	**X**	**Y**
1	559623.250	3419487.530
2	559626.630	3419494.810
3	559631.250	3419502.080
4	559629.340	3419509.480
5	559635.230	3419511.420
6	559644.810	3419526.280
7	559648.850	3419527.860
8	559650.110	3419531.560
9	559657.250	3419535.010
10	559661.93	3419539.36
11	559665.05	3419544.33
12	559668.42	3419549.33
13	559673.77	3419554.62
14	559677.84	3419559.31
15	559680.66	3419564.93
16	559689.94	3419567.72
17	559695.21	3419579.52
18	559700.06	3419594.71
19	559701.23	3419594.98
20	559704.08	3419605.09
21	559699.28	3419608.25
22	559691.93	3419618.59
23	559673.12	3419627.63
24	559665.43	3419226.77

CORTINA DE PRESA (4ta PARTE)		
V	**X**	**Y**
1	559391.760	3419679.610
2	559458.960	3419635.620
3	559460.180	3419632.250
4	559464.350	3419639.460
5	559467.550	3419663.310
6	559467.270	3419667.610
7	559456.710	3419662.570
8	559447.680	3419669.550
9	559444.660	3419675.110
10	559446.66	3419687.21
11	559441.44	3419693.71
12	559431.88	3419698.84
13	559428.53	3419697.31
14	559422.54	3419699.41
15	559409.86	3419694.71
16	559403.93	3419696.22
17	559393.73	3419690.02
18	559388.39	3419700.86
19	559359.28	3419625.38

CORTINA DE PRESA (5ta PARTE)		
V	**X**	**Y**
1	559328.020	3419616.270
2	559330.070	3419631.770

25	559660.45	3419625.19
26	559656.75	3419619.28
27	559659.56	3419612.44
28	559663.27	3419609.32
29	559669.63	3419594.56
30	559671.45	3419582.27
31	559651.88	3419566.01
32	559641.3	3419563.16
33	559619.11	3419558.98
34	559611.57	3419560.81
35	559594.37	3419564.75
36	559568.28	3419556.22
37	559564.46	3419550.09
38	559562.67	3419539.37
39	559562.08	3419533.25
40	559559.81	3419525.04
41	559560.59	3419517.61

3	559341.290	3419659.980
4	559357.650	3419703.110
5	559364.510	3419721.040
6	559330.140	3419715.310
7	559392.650	3419770.330
8	559388.840	3419763.710
9	559385.450	3419758.950
10	559377.41	3419752.97
11	559373.36	3419743.88
12	559362.04	3419726.91
13	559354.71	3419715.13
14	559352.21	3419708.73
15	559352.32	3419704.37
16	559347.88	3419699.48
17	559346.79	3419692.14
18	559344.99	3419685.43
19	559344.77	3419674.28
20	559342.03	3419668.74
21	559341.24	3419662.44
22	559336.73	3419657.21
23	559330.11	3419649.37
24	559324.72	3419643.72
25	559318.56	3419640.55
26	559305.68	3419634.05
27	559303.39	3419630.94
28	559294.52	3419625.34
29	559291.77	3419617.96
30	559289.19	3419610.81


558500.000
559000.000
559500.000
560000.000
560500.000
3420000.000
3419500.000
3419000.000
3418500.000
N
BUENAVISTA DEL COBRE
ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO CUS
Proyecto: "Presa de control de avenidas El Encanto y sus bancos de préstamo"
OBRAS DEL PROYECTO
Polígono forestal general:
Polígono forestal
Polígono forestal Banco
Polígono camino y Banco grava
Obras del polígono:
Vaso de presa
0 100 200 300 400 m

II.1.6 Uso actual del suelo

El tipo de uso del suelo que se manifiesta en el entorno que circunda las superficies de las obras del proyecto es forestal, mismos en los que se encuentran los siguientes tipos de vegetación, según INEGI (Cartografía de uso de suelo y vegetación):

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

A continuación, se describen cada uno de los tipos de vegetación que se encuentran presentes en el área del proyecto.

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.

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, 1999).

Figura IV.9. Imagen de un área mapeada por el INEGI como pastizal natural; nótese como los pastos nativos han sido reemplazados por otras especies ahora dominantes en abundancia



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, que son: Vegetación Secundaria herbácea, Vegetación Secundaria arbustiva y Vegetación Secundaria arbórea

En el caso del presente estudio, el manejo antropogénico en los bosques de encino y del pastizal natural (desmontes no planificados, pastoreo inadecuado), ocacionó el crecimiento de vegetación secundaria arbustiva en esos tipos de vegetación.

A continuación se presentan dos imágenes, la primera (Figura II.10) de la vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y la segunda (Figura II.11) de la vegetación secundaria abustiva de pastizal natural.

Figura II.10. Imagen parcial del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino en el área del proyecto



Figura II.11. Imagen parcial del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural en el área del proyecto



Áreas desprovistas de vegetación

Físicamente en el Sitio de encuentran áreas desprovistas de vegetación, es decir que ya sufrieron una modificación a su uso natural. Estas áreas corresponden a brechas existentes que conectan a la ciudad de Cananea con la localidad de Bacanuchi, Cuitaca, Ejidos cercanos y rancherías, misma vialidad que es de tipo terracería.

Una vez analizado lo anterior, se concluye que de las superficies correspondientes a cada una de las obras y actividades del proyecto, 214.3063 hectáreas, 211.3105 hectáreas tienen un uso de suelo forestal y requieren autorización en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

La infraestructura preexistente en del Complejo Minero-Metalúrgico de Buenavista del Cobre será utilizada en las obras y actividades que se vinculan con el proyecto.

Para el caso de los servicios auxiliares en la etapa de operación, se contará con agua de servicios proveída mediante pipas y almacenadas en recipientes de entre 1,000 y 5,000 litros para el servicio de los empleados, no se tendrán obras de drenaje de aguas residuales sanitarias ya que estas serán dispuestas en sanitarios portátiles. Para el caso de la energía eléctrica, se contempla en el proyecto contar con una red a la par del camino de acceso a la estación de bombeo aguas abajo del represo y también a la par de la tubería de bombeo, esto para suministrar la energía a la estación de bombeo.

En la etapa constructiva se destinará un área para campamentos, almacenes temporales, oficinas de obra, y parque de maquinaria, éstas se ubicarán en el sitio donde se construirá el represo de control de avenidas "El Encanto". En ese mismo sitio se tendrán recipientes para agua de calidad no potable para el servicio de los empleados y diversas obras de construcción, así como en caso de requerir energía eléctrica esta será mediante generador de energía portátil. Para las aguas residuales no se requerirá de infraestructura para el drenaje, sino que estas serán dispuestas en sanitarios portátiles.

Como se menciona en el Apartado II.1 del presente Capítulo, las obras del proyecto se localizarán de tal manera que se utilicen los caminos existentes, mismos que conectan a la ciudad de Cananea con la localidad de Cuitaca, algunos Ejidos y Rancherías. El camino es de terracería y tiene variaciones en cuanto a su ancho. En la figura II.12 se presenta una fotografía del camino existente en el sitio del Proyecto.

Figura II.12. Fotografía del camino existente de terracería



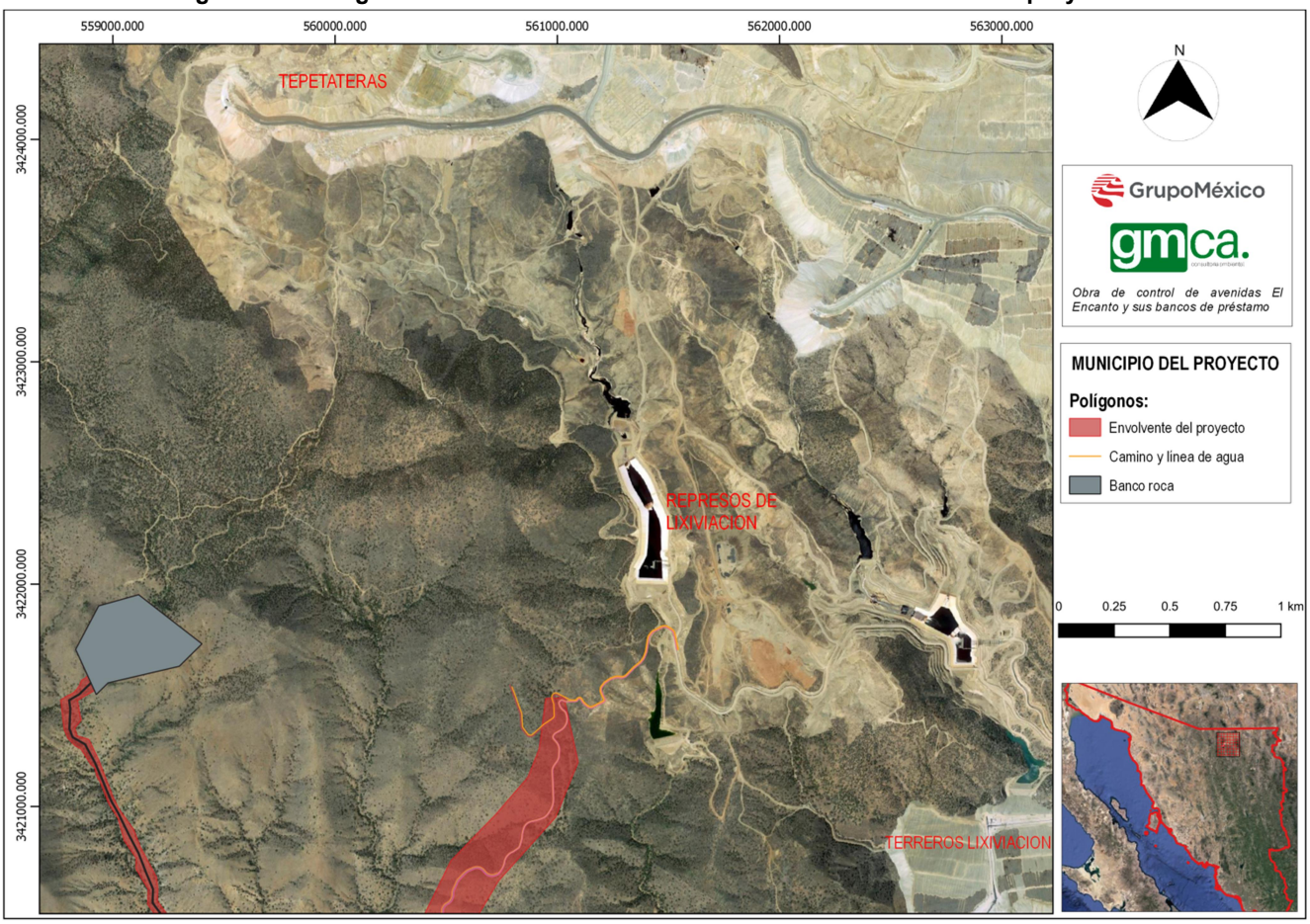
A su vez, también se puede observar cómo está delimitada la fracción de propiedad, indicando que se presentan diversas actividades pecuarias en la región.

Figura II.13. Fotografía de la delimitación de predios y brecha existente



Al norte del proyecto, se ubica la tepetatera denominada como Tinajas 2, que consiste en montículos de material de bajo valor para la minería los cuales tienen porcentajes de cobre muy bajos. De igual manera se presentan diversos caminos internos de la minería cercanos al sitio, así como terreros y represos de lixiviación, como se observa en la siguiente figura:

Figura II.14. Imagen satelital de la urbanización del área cercana al sitio del proyecto



II.2 Características particulares del Proyecto

El presente proyecto consta de un envolvente de polígono de 214.3063 hectáreas en su totalidad. En el Cuadro II.16 se presenta la superficie de los predios donde se ubicará el Proyecto.

Cuadro II.16. Finalidad de los polígonos que componen el Proyecto

POLÍGONO FORESTAL	OBRA / ACTIVIDAD
1	Cortina de la obra de control de avenidas El Encanto y su obra de excedencias.
	Vaso de almacenamiento máximo de aguas para control de avenidas.
	Estación de bombeo, la tubería de conducción hacia aguas arriba y su camino de acceso
	Camino de Banco Arcilla No. 1 a la Cortina
	Camino de acceso a banco de grava-arena
	Banco grava-arena
	Banco de roca
	Camino de acceso a banco de roca
	Banco de arcilla No. 1
	Banco de arcilla No. 2
	Camino de acceso banco de arcilla

En el siguiente apartado se describirá el programa general de trabajo, las obras y actividades a ejecutar durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y abandono, así como sus obras asociadas, para finalizar con la descripción de los residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera que se prevén por la ejecución del proyecto.

II.2.1 Programa general de trabajo

En el Cuadro II.17 se presenta un resumen de los polígonos que comprende el proyecto, mismo donde se especifica la obra y las actividades en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

Cuadro II.17. Actividades a realizar para cada una de las obras del Proyecto

Polígono envolvente	Finalidad	Actividades
1	Construcción y operación de la cortina de la obra de control de avenidas El Encanto y su obra de excedencias. Vaso de almacenamiento máximo de aguas para control de avenidas. Estación de bombeo, la tubería de conducción hacia aguas arriba y su camino de acceso	**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 **ETAPA DE CONSTRUCCIÓN** Construcción de camino de acceso a la estación de bombeo Habilitación de línea eléctrica 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 e instalación de tubería dentro de la estación de bombeo Instalación de línea de conducción (tubería de HDPE) Instalación de obras especiales en la línea de conducción (venteos, drenes) en sitios permitidos y seguros

		ETAPA DE OPERACIÓN Y MTTO Operación de la obra para el control de avenidas provenientes aguas arriba, para su monitoreo y aprovechamiento en represo Tinajas 2
2	Operación de Banco grava-arena. Operación Banco de roca.	**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 OPERACIÓN Y MTTO** Explotación de banco de agregados para abastecer del material extraído a las obras de formación de la cortina de la Obra El Encanto
3	Operación de banco de arcilla No. 1. Operación de banco de arcilla No. 2 y su camino de acceso.	**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 OPERACIÓN Y MTTO** Explotación de banco de agregados para abastecer del material extraído a las obras de formación del núcleo de la cortina de la Obra El Encanto

PROGRAMA GENERAL 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 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**. Adicionalmente, la operación de dicha infraestructura del proyecto Obra de control de avenidas El Encanto se contempla para su operación un total de 50 años, de acuerdo a la tabla de actividades.

En el cuadro siguiente 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.18. Cronograma de Construcción y Operación del Proyecto

PROGRAMA DE CONSTRUCCION Y OPERACION DEL PROYECTO "OBRA DE CONTROL DE AVENIDAS EL ENCANTO"													
ETAPA	ACTIVIDAD	AÑOS											
		1											2 a 50
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	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	Camino de acceso	■	■	■	■	■	■	■	■				
	Línea eléctrica					■	■	■	■	■	■		
	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 HDPE)				■	■	■	■	■	■	■	■	
	Instalación de obras especiales en la línea de conducción (venteos, drenes) en sitios permitidos y seguros									■	■	■	
Operación y mantenimiento	Operación y mantenimiento de la Obra de control de avenidas											■	■
	Operación de los bancos de préstamo de agregados (Banco de arcilla, banco de grava-arena y banco de roca)								■	■	■	■	■

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													

II.2.1.1 Estudios de campo y gabinete

Como ya se mencionó las obras del presente proyecto están vinculadas a operaciones actuales que se encuentran debidamente autorizadas en materia de impacto ambiental y forestal y consisten en ampliaciones o modificaciones de las mismas, por lo que las diversas áreas de la Unidad Minera de Buenavista del Cobre se encuentran ya estudiadas en las materias en mención.

Estudios de flora y fauna

Se realizó estudio de flora y fauna para los diversos componentes del presente proyecto, cuyos resultados se presentan en el Capítulo IV del presente documento, los cuales consisten en información sobre la diversidad, equidad, entre otros factores.

Estudio geotécnico, geológico y geofísico

Para la cortina del represo El Encanto, se realizó un estudio ***"Geotécnico, geológico y geofísico para el Represo El Encanto – Tepetatera Tinajas"***, mismo que se presenta en el Anexo 7, el cual consistió en realizar un estudio y diseño de la obra de contención y búsqueda de los bancos de agregados (grava, arena, arcilla y roca) para la construcción de la cortina.

Dentro del propósito y alcance del Estudio Geotécnico, geológico y geofísico, se encontraron los siguientes aspectos:

- Descripción del levantamiento geológico realizado dentro del sitio de estudio
- Breve descripción de los trabajos de exploración geotécnica y geosísmica realizados en campo y laboratorio para establecer el modelo geotécnico de la boquilla de la cortina y del área de bombas, a partir de sus propiedades índice, mecánicas y geoeléctricas.
- Breve descripción de los materiales de bancos muestreados para definir el material del núcleo impermeable, material de filtro y de enrocamiento necesario para la conformación de la cortina del represo.
- Descripción general de la solución de cimentación y/o tratamiento requerido en la boquilla del represo.
- Evaluación de las condiciones de cimentación del terreno dentro del área de la planta de bombeo y la subestación, examinando soluciones del tipo superficial, definiendo tanto su profundidad, como sus valores de capacidad de carga admisible, hundimientos y módulos de reacción.

Estudio Técnico Justificativo para Cambio de uso de suelo

De manera previa a esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, se solicitó la autorización en materia de cambio de uso de suelo de terrenos forestales, para cada una de las superficies del proyecto.

II.2.2 Preparación del sitio

Las actividades de preparación del sitio en el área propuesta para la construcción y operación de la *Obra de control de avenidas El Encanto y sus bancos de préstamo*, consistirá en diversas actividades, lo cual se realizará conforme al avance en la instalación del equipo de maquinaria. Las actividades a realizar en esta etapa son las siguientes:

a) Delimitación de áreas

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

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

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

c) Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna

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.

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.

II.2.3 Descripción de las obras y actividades provisionales del Proyecto

Se requerirá de desarrollar de infraestructura u obras de apoyo temporal. Durante la etapa de Preparación del Sitio, se contará con:

- Servicios auxiliares de agua de servicios
- Drenaje sanitario
- Energía eléctrica

La infraestructura para esas 3 actividades se ubicará en la superficie debajo de la cortina, cercana al sitio donde se ubicará la estación de bombeo.

II.2.4 Etapa de construcción

Esta etapa corresponde a la descripción de las actividades de construcción de las obras del proyecto Obra de control de avenidas y sus bancos de préstamo.

Cortina de Obra de control de avenidas El Encanto, canal de excedencias y vaso de almacenamiento máximo

Se construirá la cortina de la Obra de control de avenidas El Encanto, misma que contará con una altura máxima de 34.0 m y su eje tendrá una longitud de 276.0 m aproximadamente.

Para la formación de la cortina de la Obra es necesario contar con diversos materiales para la conformación de las diferentes capas de la cortina, como son el núcleo impermeable (material A), material de filtro (material B) y la chapa de protección impermeable (material C). Estos materiales serán suministrados por los bancos de préstamo de agregados objeto del presente documento de Estudio Técnico Justificativo.

A un costado de la Obra, específicamente en su lado poniente, se construirá una obra de canal de excedencias, misma que servirá para desfogar en caso de que la Obra se llene en su totalidad y no afecte la estructura de la cortina.

Para la construcción de la cortina de la Obra y la obra de control de excedencias, se requerirá la siguiente maquinaria y equipo en cantidades variables:

- Camiones de acarreo de material tipo góndola
- Tractor D-9
- Motoconformadora
- Vibro-compactador

Estación de bombeo

Se hará la instalación de un tanque de almacenamiento de agua captada por la Obra, que esta se alimentará por la escorrentía de las tepetateras, para después ser bombeada aguas arriba hacia el represo Tinajas 2 para beneficio de cobre.

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 y sanitarios.

Una de las obras principales es la construcción del muro perimetral, ya que al estar en un área alejada de la concentración de personal de la empresa Promovente, se requiere esta obra para evitar daños a la propiedad y robos de los equipos que se encuentren dentro de la Estación de Bombeo.

También se tendrá la construcción de una subestación eléctrica que se conectará a la red de electricidad ya existente, propiedad de CFE. Esto para abastecer de energía eléctrica a la estación de bombeo. Para complementar esta obra, se tendrá la construcción del cuarto eléctrico.

Para ingresar a la Estación, se habilitará el camino de acceso, mismo que conectará a las vialidades internas del Complejo Minero-Metalúrgico de Buenavista del Cobre con la Estación de Bombeo en mención.

Para la construcción de la Estación de bombeo y subestación eléctrica se requerirá la siguiente maquinaria y equipo:

- Retroexcavadora
- Vibro-compactador
- Camiones de acarreo de material
- Revolvedora de concreto in situ

Línea de conducción de agua de la estación de bombeo al represo Tinajas 2

En esta etapa se realizará la instalación de toda la tubería de HDPE de diámetro variable a lo largo de aproximadamente 4,700 metros de longitud. Esta obra comenzará desde la estación de bombeo en la Obra El Encanto y se instalará a un costado del camino de terracería que se habilitará que conecta a la estación de bombeo y al represo Tinajas 2.

Para amortiguar el efecto del golpe de ariete en el acueducto, se colocarán válvulas de admisión y expulsión de aire a lo largo de la tubería, principalmente en los puntos altos, de acuerdo al diseño. También se instalará una válvula anticipadora de onda y un tanque amortiguador de pulsaciones de acero, así mismo se instalarán válvulas de drenaje en los puntos más bajos de la tubería, para usarse en caso de requerir drenarla.

Como se mencionó anteriormente, la tubería irá de manera superficial (todo el tramo) a un costado del camino que se habilitará, misma que se asentará sobre bases específicas. Se escarificará en un espesor de 0.20 m y se compactará el fondo donde se ubicarán las bases donde se asentará la tubería. Durante la etapa de construcción, instalación de la línea de conducción, se requerirá la siguiente maquinaria:

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

La maquinaria mencionada anteriormente se almacenará y dará mantenimiento, en caso de requerirse, dentro del polígono de la estación de bombeo.

Camino de acceso

En esta etapa se habilitará y construirá el camino de acceso de terracería, mismo que contará con un ancho de 7 metros máximo para el tránsito de ida y vuelta de vehículos del personal y la maquinaria a utilizar.

La maquinaria a utilizar, será la siguiente:

- Retroexcavadora
- Vibro-compactador
- Camión de volteo
- Motoconformadora

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

El material de agregado que se requiera para la construcción, se suministrará del banco de agregados que forman y motivan parte del presente Estudio Técnico Justificativo para Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

Cortina de Obra de control de avenidas El Encanto y canal de excedencias

En su operación, la Obra de control de avenidas tendrá como finalidad la captación de agua pluvial proveniente de la tepetatera Tinajas, para así evitar el escurrimiento hacía el arroyo El Encanto aguas abajo, misma agua que contiene pequeñas cantidades de cobre y algunos otros minerales ferrosos, para conducirla a un sitio apropiado dentro de la mina (represo Tinajas 2) para su aprovechamiento y así cuidar los aspectos ambientales y ecológicos de la hidrografía regional.

El canal de excedencias tiene como propósito el desfogue del agua pluvial captada una vez que el vaso de almacenamiento se encuentre a su máximo nivel en caso de presentarse lluvias extraordinarias, más bien funcionará como una obra de emergencia.

Estación de bombeo

La estación de bombeo, una vez construida tendrá el propósito de bombear el agua captada (misma que contiene bajas concentraciones de cobre) para su aprovechamiento, misma que será conducida hacía el represo Tinajas 2 para recircular hacia el proceso metalúrgico.

Se tendrá la subestación eléctrica y su cuarto eléctrico para suministrar de energía a la estación de bombeo.

Dentro de esta superficie, se tendrá estacionamiento, oficina para empleados y cuarto donde se tendrá el sistema de bombeo.

Para su acceso, se habilitará un camino de terracería que una del represo Tinajas 2 y la estación de bombeo, misma operación que se describe más adelante.

Línea de conducción de agua de la estación de bombeo al represo Tinajas 2

Como se mencionó anteriormente, en la etapa de operación el agua almacenada será bombeada por la estación de Bombeo hacia el represo Tinajas 2, mismo que se hará con una tubería de HDPE con diámetro aún no definido y con una distancia aproximada de 4,700 metros desde la estación de bombeo al represo Tinajas 2.

Camino de acceso

El camino de acceso en su etapa de operación tendrá la finalidad de conectar a la Estación de bombeo y las vialidades internas del complejo minero-metalúrgico de Buenavista del Cobre. Esto con la finalidad de transportar equipo, maquinaria, recurso humano y materiales para la preparación del sitio, construcción de la cortina (y sus obras complementarias) y en la operación de todo el proyecto.

Este camino será de terracería, con un ancho de aproximadamente 7 metros y una longitud de 4,700 metros.

Bancos de agregados para la formación de la cortina de la Obra El Encanto

Durante la operación, se tendrá la extracción de materiales no reservados a la federación, mismos con los que se suministrará el material a la obra de formación de la cortina contenedora de la Obra El Encanto, considerando cada una de sus capas. En este caso se extraerán arcillas para el interior de la cortina, grava y arena para la capa intermedia de la cortina y roca como última capa de la Obra.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al Proyecto

Se requerirá desarrollar infraestructura y obras de apoyo temporal en las etapas de Preparación del sitio y de Construcción de las obras.

Durante la etapa de Preparación del Sitio, se contará con servicios auxiliares de agua de servicios, drenaje sanitario y energía eléctrica, misma infraestructura que se ubicará debajo de la cortina del represo El Encanto, que es donde se utilizarán más insumos y por ende interactuará más el personal.

Durante la etapa de Construcción se destinará un área para campamentos, almacenes temporales, oficinas de obra, y parque de maquinaria, de igual manera debajo de la cortina del represo El Encanto.

II.2.7 Etapa de abandono del sitio

El presente proyecto se estima que tendrán una vida útil mínima de 50 años, por lo que, al momento de elaborar el presente estudio, no se contempla un programa de abandono específico. De manera general se establecen algunas de las acciones que se tomarán para las diversas obras.

Cortina de Obra de control de avenidas El Encanto y canal de excedencias

El programa de restauración será gradual conforme a lo establecido en plan integral de abandono del sitio que establecerá la empresa, lo anterior, en estricto apego al programa de Rescate y aplicación de medidas de mitigación y compensación.

Línea de conducción de agua de la estación de bombeo al represo Tinajas 2

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 50 años.

Caminos de acceso

El programa de restauración será gradual conforme a lo establecido en plan integral de abandono del sitio que establecerá la empresa, lo anterior, en estricto apego al programa de Rescate y aplicación de medidas de mitigación y compensación.

Bancos de agregados para la formación de la cortina de la Obra El Encanto

El programa de restauración será gradual conforme a lo establecido en plan integral de abandono del sitio que establecerá la empresa, lo anterior, en estricto apego al programa de Rescate y aplicación de medidas de mitigación y compensación.

II.2.8 Utilización de explosivos

La extracción o desprendimiento de la roca se realiza mediante uso de explosivo, cuyo servicio es prestado a través de compañía especializada y autorizada por la Secretaría de la Defensa Nacional, esta empresa proporciona todos los insumos necesarios por lo cual no hay almacenamiento de los mismos en el sitio del proyecto.

El proceso operativo del banco de roca consiste de las siguientes etapas:

1. Barrenación.- Mediante uso de perforadora trackdrill marca Ingersoll Rand de diámetro de 2.5" a 3.5" con un rendimiento entre 20 y 25 m/hr y perforadora

Hidrotrack sobre orugas con rendimiento de 30 a 40 m/hora, se efectúa la barrenación del terreno.

2. Colocación de explosivo.- Compañía especializada y autorizada proporciona la colocación de explosivo (mexamol o gel de emulsión), así como cañuelas, cordón detonante y retardadores de tiempo.
3. Detonación.- La compañía contratada efectúa el procedimiento de detonación, obteniéndose el desprendimiento de la roca.

II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

Residuos sólidos

Se generará suelo producto del 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.

Residuos Peligrosos

En caso de dar mantenimiento al equipo pesado en el sitio podría generarse aceite residual, mismo que 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.

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, mediante empresas y sitios autorizados para ese fin.

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 mediante renta con proveedores. La disposición final de las aguas residuales será realizada por una empresa autorizada.

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 colocación de la tubería de HDPE para el bombeo hacia las instalaciones de la mina para su aprovechamiento, 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.

Residuos Peligrosos

En caso de dar mantenimiento al equipo pesado en el sitio podría generarse aceite residual, mismo que 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.

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, mediante empresas y sitios autorizados para ese fin.

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 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.

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 mediante renta con proveedores. La disposición final de las aguas residuales será realizada por una empresa autorizada.

ETAPA DE OPERACIÓN

Residuos sólidos

Se generarán desechos domésticos por parte del personal operativo en las áreas operativas en la estación de bombeo y operación de los bancos de agregados. 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.

Emisiones a la atmósfera

Durante esta etapa se generarán polvos fugitivos originados por el tránsito de los vehículos del personal sobre la terracería que conecta al represo El Encanto y sus bancos de agregados con las áreas operativas del complejo minero de Buenavista del Cobre, 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 manejadas a través de sanitarios portátiles que se operarán en los sitios de trabajo mediante renta con proveedores. La disposición final de las aguas residuales será realizada por una empresa autorizada.

TODAS LAS ETAPAS DEL PROYECTO

Es de mencionar que el promovente, **Buenavista del Cobre, S.a. de C.V.**, actualmente 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.19).

Cuadro II.19. Estándares de Medio Ambiente que implementa Buenavista del Cobre

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
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.2.10 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

En los diferentes frentes de trabajo se contará con letrinas sanitarias para el manejo del agua residual proveniente de las necesidades fisiológicas de los trabajadores, el mantenimiento y limpieza será efectuado por empresa especializada con disposición final en sitio autorizado por las autoridades.

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

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

CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO1
III.1 Ordenamientos Ecológicos del Territorio 1
III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 1
III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora 6
III.2 Planes y Programas de Desarrollo Urbano 9
III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024 9
III.2.2 Plan Estatal de Desarrollo de Sonora 2021-2027 14
III.2.3 Plan de Desarrollo Municipal 2019-2021 del Municipio de Cananea 15
III.3 Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas 16
III.3.1 Ley de Aguas Nacionales 16
III.3.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) . 17
III.3.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Evaluación de Impacto Ambiental 18
III.3.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) 20
III.3.5 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). 21
III.3.6 Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento 22
III.3.7 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 23
III.3.8 Normas Oficiales Mexicanas 25
III.4 Áreas de Importancia 28
III.4.1 Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) 28
III.4.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves 29
III.4.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias 32
III.4.4 Regiones Terrestres Prioritarias 34
III.4.5 Sitios Prioritarios Terrestres 35
III.4.5 Sitios RAMSAR 37

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

III.1 Ordenamientos Ecológicos del Territorio

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

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. 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 APF 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. Todo ello, analizado y visualizado como un sistema, en el cual se reconozca que la acción humana tiene que estar armonizada con los procesos naturales.

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.

Mencionando lo anterior, las superficies CUSTF del presente proyecto se localizan en la Unidad Ambiental Biofísica 9 (Sierras y valles del norte) y a la Región Ecológica 12.30, que tiene una superficie de 42,685.87 km2 y abarcando un total de población de aproximadamente 78,700 habitantes, conforme al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (ver Figuras III.1 y III.2):

Figura III.1. POEGT ubicado en el Proyecto (UAB 9)

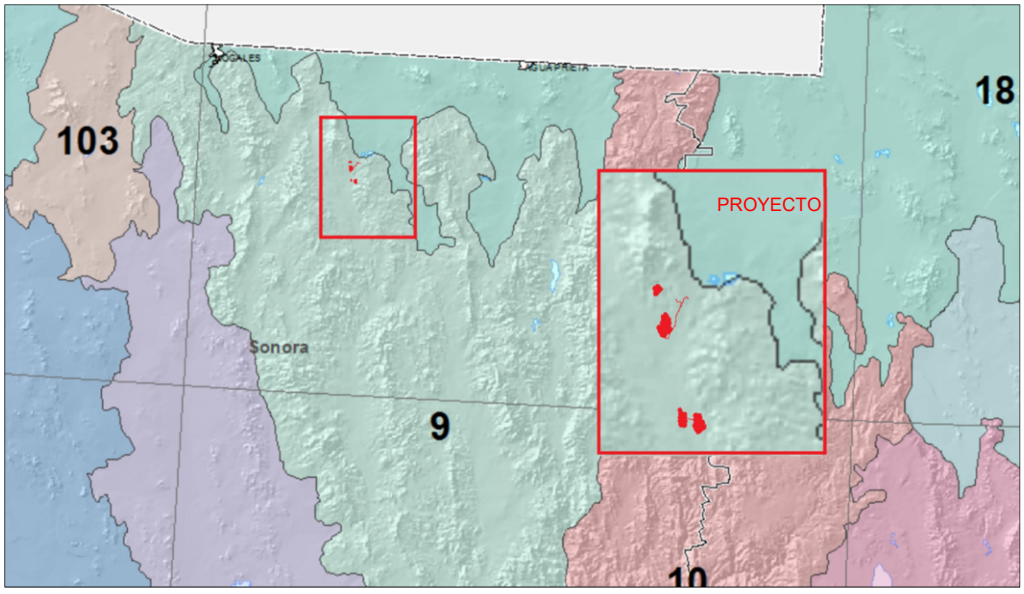
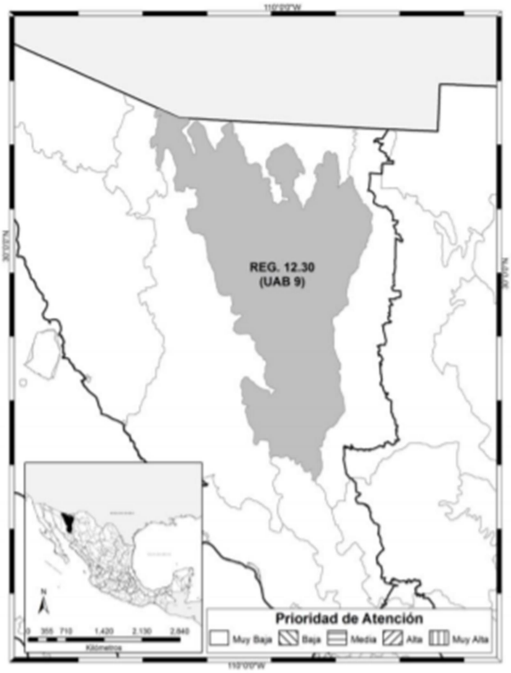


Figura III.2. Descripción de la Región Ecológica 12.30



REGION ECOLOGICA: 12.30

Unidades Ambientales Biofísicas que la componen:

9. Sierras y Valles del Norte

Localización:
Este de Sonora

Superficie en km²:	**Población Total:**	**Población Indígena:**
42,685.87	78,700 hab	Mayo-Yaqui

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

Cuadro III.1. Características de la Región Ecológica 12.30

DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICA
Unidad Ambiental Biofísica	09. Sierras y Valles del Norte
Estado actual del Medio Ambiente	Estable a medianamente estable
Conflicto sectorial	Bajo
Escenario al 2033	Medianamente estable a inestable
Política ambiental	Aprovechamiento sustentable
Prioridad de atención	Muy baja
Rectores de desarrollo	Minería – Preservación de flora y fauna
Coadyuvantes del desarrollo	Forestal
Asociados al desarrollo	Ganadería
Otros sectores de interés	Industria

La Unidad Ambiental Biofísica 9 tiene 26 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.2. Congruencia del proyecto con las Estrategias establecidas para la Región Ecológica 12.30

ESTRATEGIA	CONGRUENCIA CON EL PROYECTO
1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	La Promovente deberá asegurar que se cumpla con esta estrategia para conservar los ecosistemas y su biodiversidad, por lo cual se proponen las medidas de prevención, mitigación y compensación presentadas en el Capítulo 6 del presente documento.
2. Recuperación de especies en riesgo.	No corresponde al Promovente la recuperación de las especies en riesgo, sin embargo en caso de encontrarse fauna en categoría de riesgo se ahuyentará o se reubicará en superficies similares.
3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Esta estrategia corresponde al Estado, sin embargo al realizar la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, se tendrá información sobre conocimiento, análisis y monitoreo de la biodiversidad específicamente en el Capítulo 4.
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El proyecto no pretende realizar ningún tipo de aprovechamiento de recursos naturales.
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 y será compensada con las medidas que se proponen en el Capítulo 6.
8. Valoración de los servicios ambientales.	Se realizó la valoración de los servicios ambientales en el Capítulo 11 del Estudio Técnico Justificativo para cambio de uso de suelo del proyecto, por lo que se cuenta con el análisis valorativo de cada servicio ambiental.
9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados	Para propiciar lo mencionado, la empresa Promovente captará el agua pluvial para evitar mineralización del arroyo El Encanto y aprovechar esas aguas con contenidos de cobre.
10. Reglamentar para su protección, el uso de agua en las principales cuencas y acuíferos	Esta estrategia corresponde al Estado.
11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA	No aplica.
12. Protección de los ecosistemas.	El proyecto se vincula con esta estrategia, en el Capítulos 6 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 solicitante está en acuerdo para cumplir con el marco normativo ambiental que le aplique en cada una de sus actividades.
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.
28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico	Corresponde a las autoridades realizar dicha estrategia.
29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional	Corresponde a las autoridades realizar dicha estrategia, sin embargo el solicitante considera y utiliza el recurso hídrico como un recurso estratégico.
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.
33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza	Corresponde a las autoridades realizar dicha estrategia.
34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional	Corresponde a las autoridades realizar dicha 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.
42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El proyecto se ubicará en predios de la Promovente.
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	Para el proyecto no se requiere realizar tal estrategia.
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 los programas de ordenamiento, así como con la propuesta de medidas de mitigación a los impactos a generar por las actividades de construcción y operación del proyecto, permitirá no comprometer los recursos, no contraponiéndose a las políticas de la Región Ecológica establecida en el Programa.

III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora

En jurisdicción estatal, se ha publicado el Decreto para el Ordenamiento del Estado de Sonora, el 21 de mayo de 2015. En apego a lo anterior, el proyecto se ubica en la política de la UGA 100-0/01 llamada Sierra Alta y en la UGA 602-0/03 Valle intermontano con lomerío.

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).

En apego a lo anterior, el proyecto se ubica en la política de la UGA 100-0/01 denominada como Sierra Alta y la UGA 602-0/03 denominada como Valle intermontano con lomerío. La UGA 100-0/01 es la segunda unidad 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.

A continuación se describen las políticas de cada UGA en las que se encuentran inmersas las superficies CUSTF del proyecto y de manera gráfica se presenta en la Figura III.3.

UGA 100-0/01 Sierra Alta

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.

UGA 602-0/03 Valle intermontano con lomerío

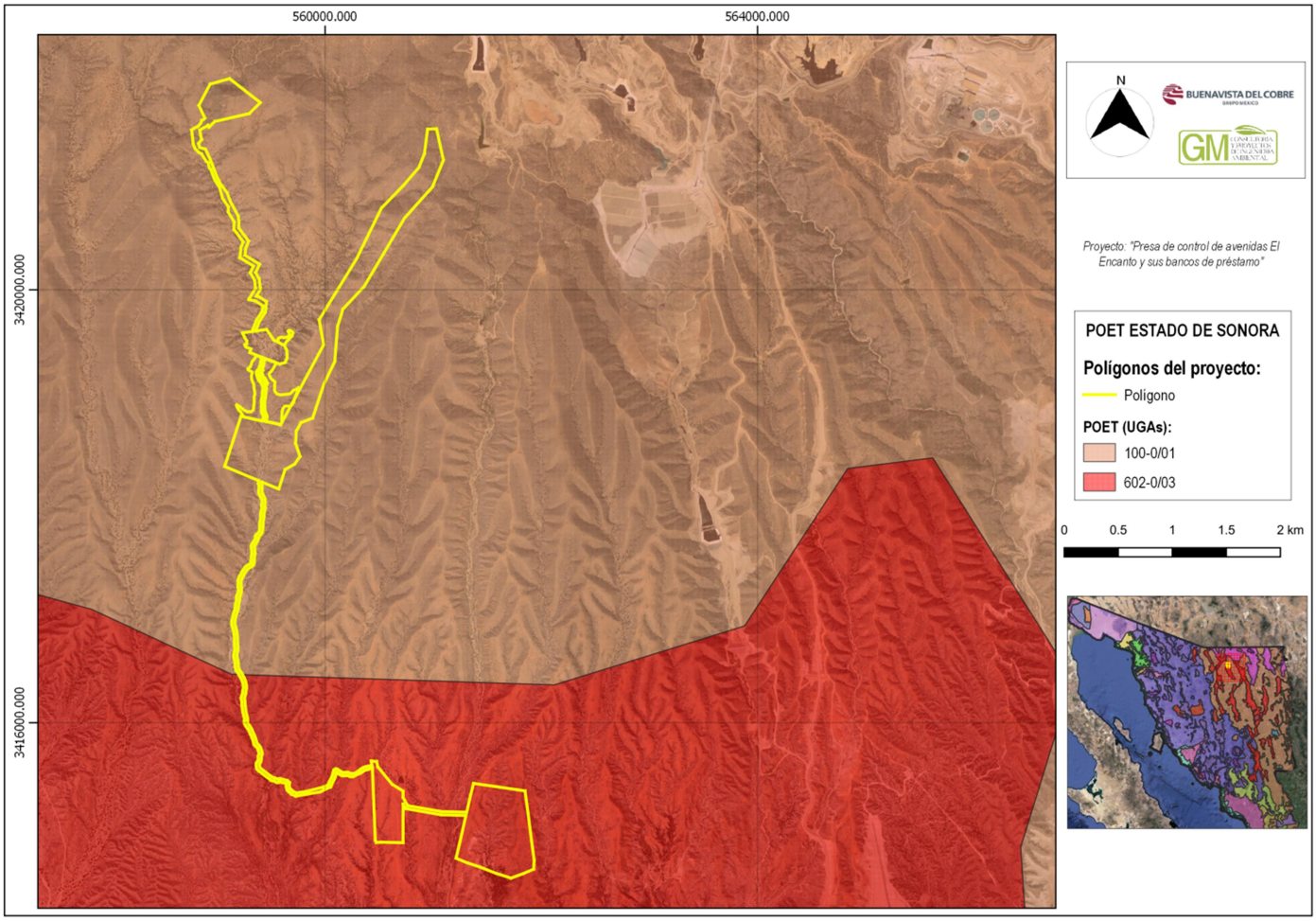
Un valle es "una depresión alargada e inclinada hacia el mar o una cuenca endorreica, generalmente ocupada por un río" (INEGI 2000). Cuando se encuentra entre dos cadenas montañosas y existen varios conjuntos de lomas se le denomina valle intermontano con lomerío. Esta unidad se encuentra representada 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 Suprovincia 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.

Figura III.3. Ubicación del proyecto en relación a las Unidades de Gestión Ambiental



Analizando lo anterior, se resalta que en ambas UGAs (100-0/01 y 602-0/03) una de las actividades económicas principales es la minería, específicamente la extracción de oro y cobre. A su vez, la minería puede presentar conflictos sectoriales, sin embargo es posible establecer negociaciones para mitigar los efectos de esta actividad económica ya que representa una gran importancia económica y social, porque la minería contribuye significativamente al PIB estatal y nacional. Mencionando lo anterior, se concluye que el presente proyecto no se contrapone con las políticas de las dos Unidades de Gestión Ambiental en las que está inmersa, esto al tratarse de obras complementarias al complejo minero-metalúrgico de Buenavista del Cobre que opera actualmente.

III.2 Planes y Programas de Desarrollo Urbano

III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024

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.3. Vinculación del proyecto con el Programa 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 2018 a 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. Por otro lado, tratándose el presente Proyecto como una obra complementaria a la minería, se hace mención de que la minería representa un alto porcentaje de los ingresos totales que genera esta actividad en el país y principalmente en Sonora. El presente proyecto, es necesario 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.2.2 Plan Estatal de Desarrollo de Sonora 2021-2027

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2021-2027

OBJETIVO 7. Sostenibilidad del desarrollo regional

ESTRATEGIA:
Impulsar una agenda institucional y social que promueva la adopción de una visión integral para Sonora en materia de cultura y cuidado medioambiental enfocada en el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, la conservación de la diversidad biológica y el óptimo desempeño ambiental de los sectores productivos de la economía estatal.

LÍNEAS DE ACCIÓN
9. Consolidar la coordinación con el gobierno federal para aplicar las directrices de los Programas Nacionales en materia de ordenamiento territorial, desarrollo urbano y ordenamiento ecológico general a fin de formular políticas públicas estatales que garanticen que el uso del suelo cumpla con la normatividad y su función socioambiental, predominando el interés público y colectivo..

OBJETIVO 9. Reactivación del crecimiento económico con finanzas sanas

ESTRATEGIA: Impulsar las ventajas competitivas de Sonora en sectores estratégicos para fomentar un desarrollo equilibrado y sostenible.

LÍNEAS DE ACCIÓN
2. Potenciar un mayor aprovechamiento de la producción minero-metalúrgica, particularmente de recursos emergentes como el litio, impulsando una mejora sustantiva en el desempeño ambiental del sector minero.

Cuadro III.4. Vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo 2021 - 2027

Vinculación jurídica con el Proyecto: Una vez analizado el Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027, se concluye que la operación de la instalación se vincula con el Plan Estatal de Desarrollo, por una parte, en el sentido de contribuir a generar empleos y derrama económica por la operación del mismo, y por otro, al estar asentado en un predio con baja densidad de elementos bióticos, con lo cual se actúa con responsabilidad al no afectar flora y fauna silvestre esencial para el ecosistema y no comprometer los servicios ambientales que da el medio para las generaciones futuras.

III.2.3 Plan de Desarrollo Municipal 2019-2021 del Municipio de Cananea

A la fecha no se ha publicado el Plan Municipal de Desarrollo del municipio de Cananea, o similar, correspondiente al trienio 2021 – 2024 por lo cual en la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular se analizará el correspondiente al período 2019-2021.

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.5. 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.3 Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas

III.3.1 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.6. Vinculación del proyecto con el Artículo 14 BIS 5 de la Ley de Aguas Nacionales

Vinculación jurídica con el proyecto: La operación del proyecto objeto del presente Estudio Técnico Justificativo, 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. Cabe mencionar que el Promovente cuenta con un Estándar interno denominado ***"Consumo de agua"****, con* ***Código EMA-BVC-002****, para el manejo adecuado del recurso.*

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.

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.7. 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. Se hace mención que el Promovente cuenta con un Estándar interno denominado **"Aguas residuales"**, con **Código EMA-BVC-007**, con el objetivo de prevenir la contaminación ambiental mediante la identificación e implementación de medidas de control de las descargas de aguas residuales y sus sistemas de tratamiento.*

III.3.2 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.

Sección V de la LGEEPA:

Evaluación del Impacto Ambiental

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.

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

En el siguiente cuadro se presenta la congruencia y vinculación que tiene el proyecto con el Artículo 28.

Cuadro III.8. 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., cuenta con una política interna en la cual es obligatorio dar cumplimiento a las disposiciones de las leyes en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo. La presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, y el Estudio Técnico Justificativo para Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales que a su vez se presentó, es prueba de lo mencionado anteriormente.

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

Cuadro III.9. Vinculación del proyecto con el Artículo 79 de la LGEEPA

Vinculación jurídica con el proyecto: Durante las actividades de Cambio de Uso de Suelo del proyecto, se contará con la ejecución de actividades para la protección y conservación de la flora y la fauna silvestre que se vean afectadas. Se hace mención que el Promovente cuenta con un Estándar interno denominado ***"Protección de flora y fauna"****, con* ***Código EMA-BVC-009****, con el objetivo de contribuir a la protección de flora y fauna silvestre que habita o circunda las operaciones mineras de Buenavista del Cobre S.A. de C.V.*

III.3.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Evaluación 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:

I. Presas de almacenamiento, derivadoras y de control de avenidas con capacidad mayor de 1 millón de metros cúbicos, jagüeyes y otras obras para la captación de aguas pluviales, canales y cárcamos de bombeo, con excepción de aquellas que se ubiquen fuera de ecosistemas frágiles, Áreas Naturales Protegidas y regiones consideradas prioritarias por su biodiversidad y no impliquen la inundación o remoción de vegetación arbórea o de asentamientos humanos, la afectación del hábitat de especies

Cuadro III.10. Vinculación del proyecto con el Artículo 5, inciso A, Fracción I del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental

Vinculación con el proyecto: La presente Manifestación corresponde al trámite para solicitar la autorización en materia de impacto ambiental por la actividad mencionada, ya que se trata de una obra de control de avenidas. Mencionado lo anterior, el proyecto requiere autorización en materia de impacto ambiental.

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;

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

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.11. Vinculación del proyecto con el Artículo 134 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental

Vinculación jurídica con el Proyecto: El Proyecto requiere apegarse a las disposiciones en materia ambiental, específicamente en la Manifestación de Impacto Ambiental para destinarlos a la construcción y operación de la Obra de control de avenidas El Encanto y sus bancos de agregados.

III.3.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

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.12. Vinculación del proyecto con el Artículo 69 de la LGDFS

Vinculación jurídica con el Proyecto: La superficie del Proyecto en total es de 214.3063 hectáreas, mismas en las que se requiere realizar el Cambio de Uso de Suelo en un total de 211.3105 hectáreas forestales. Para cumplir satisfactoriamente esta disposición, se presentó el Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Titulo Cuarto: De los Procedimientos en Materia Forestal; Sección Séptima: Del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales

Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar 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, la capacidad de almacenamiento de carbono, 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.

Tratándose de terrenos ubicados en territorios indígenas, la autorización de cambio de uso de suelo además deberá acompañarse de medidas de consulta previa, libre, informada, culturalmente adecuada y de buena fe, en los términos de la legislación aplicable. Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.

Cuadro III.13. 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 Obra de control de avenidas y sus bancos de préstamo por ello anteriormente se elaboró y se presentó el instrumento de gestión para dar cumplimiento en materia de CUSTF.

III.3.5 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

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

Capitulo Segundo. Del Cambio de Uso del Suelo en los Terrenos Forestales

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

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

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

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

Cuadro III.14. Vinculación del proyecto con los Artículos 120 y 121 del Reglamento de la LGDFS

Vinculación jurídica con el Proyecto: Se presentó a la autoridad el Estudio Técnico Justificativo con la finalidad de cumplir con los Artículos 120 y 121 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

III.3.6 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.15. Vinculación del proyecto con el Artículo 31 de la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento

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.

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.16. Vinculación del proyecto con el Artículo 58 de la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento

Vinculación jurídica con el Proyecto: En base al muestreo de Campo en el predio y sus colindancias no se encontró presencia de especies de flora enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

III.3.7 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.17. 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. Se hace mención que el Promovente cuenta con un Estándar interno denominado ***"Gestión***

***de Residuos de Manejo Especial"**, con **Código AGGG-006**, con el objetivo de 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.*

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.18. Vinculación del proyecto con el Artículo 40 de la LGPGIR

*Vinculación jurídica con el Proyecto: El Proyecto generará residuos peligrosos consistentes en sólidos impregnados y envases vacíos que contuvieron residuos peligrosos, 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 su disposición final. Se hace mención que el Promovente cuenta con un Estándar interno denominado **"Gestión de residuos peligrosos"**, con **Código EMA-BVC-06.2**, con el objetivo de prevenir la contaminación ambiental mediante la gestión integral de los residuos peligrosos generados por las operaciones del complejo minero.*

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.19. 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.

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.20. 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. Se hace mención que el Promovente cuenta con un Estándar interno denominado ***"Gestión de residuos peligrosos"****, con* ***Código EMA-BVC-06.2****, con el objetivo de prevenir la contaminación ambiental mediante la gestión integral de los residuos peligrosos generados por las operaciones del complejo minero. A su vez, también cuenta con un Estándar interno denominado* ***"Atención a fugas y/o derrames y contingencias ambientales"****, con* ***Código EMA-BVC-001****, con el objetivo de prevenir la contaminación ambiental mediante la identificación oportuna de situaciones potenciales de riesgo y su control, así como la atención oportuna y eficaz durante eventos de fugas o derrames de sustancias peligrosas.*

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.21. 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 y realizará las obligaciones para reparar los daños, conforme a las disposiciones legales correspondientes.

III.3.8 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.22. 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. Se hace mención que el Promovente cuenta con un Estándar interno denominado **"Aguas residuales"**, con **Código EMA-BVC-007**, con el objetivo de prevenir la contaminación ambiental mediante la identificación e implementación de medidas de control de las descargas de aguas residuales y sus sistemas de tratamiento.
AIRE	NOM-041-SEMARNAT-2006 NIVEL MAXIMO PERMISIBLE DE GASES CONTAMINANTES DE ESCAPES DE VEHICULOS QUE USAN GASOLINA	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-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.	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-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. Se hace mención que el Promovente cuenta con un Estándar interno denominado "**Gestión de residuos peligrosos"**, con Código **EMA-BVC-06.2**, con el objetivo de prevenir la contaminación ambiental mediante la gestión integral de los residuos peligrosos generados por las operaciones del complejo minero.
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 no se observaron especies de vida silvestre en alguna categoría de protección; no obstante 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. Se

		hace mención que el Promovente cuenta con un Estándar interno denominado **"Protección de flora y fauna"**, con **Código EMA-BVC-009**, con el objetivo de contribuir a la protección de flora y fauna silvestre que habita o circunda las operaciones mineras de Buenavista del Cobre S.A. de C.V.
	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.

De manera resumida, en el Cuadro III.23 se presenta la vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables

Cuadro III.23. Resumen de la vinculación del proyecto con toda la Normatividad aplicable

Vinculación de la Normatividad con el Proyecto: Durante todo el desarrollo del proyecto, hasta su operación, Buenavista del Cobre, S.A. de C.V. se apegará a lo establecido en la legislación y en las Normas Oficiales Mexicanas, tal como lo contempla el presente instrumento, así como el proyecto ejecutivo para la operación y mantenimiento de la Obra de control de avenidas El Encanto y sus bancos de préstamo.

III.4 Áreas de Importancia

III.4.1 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.

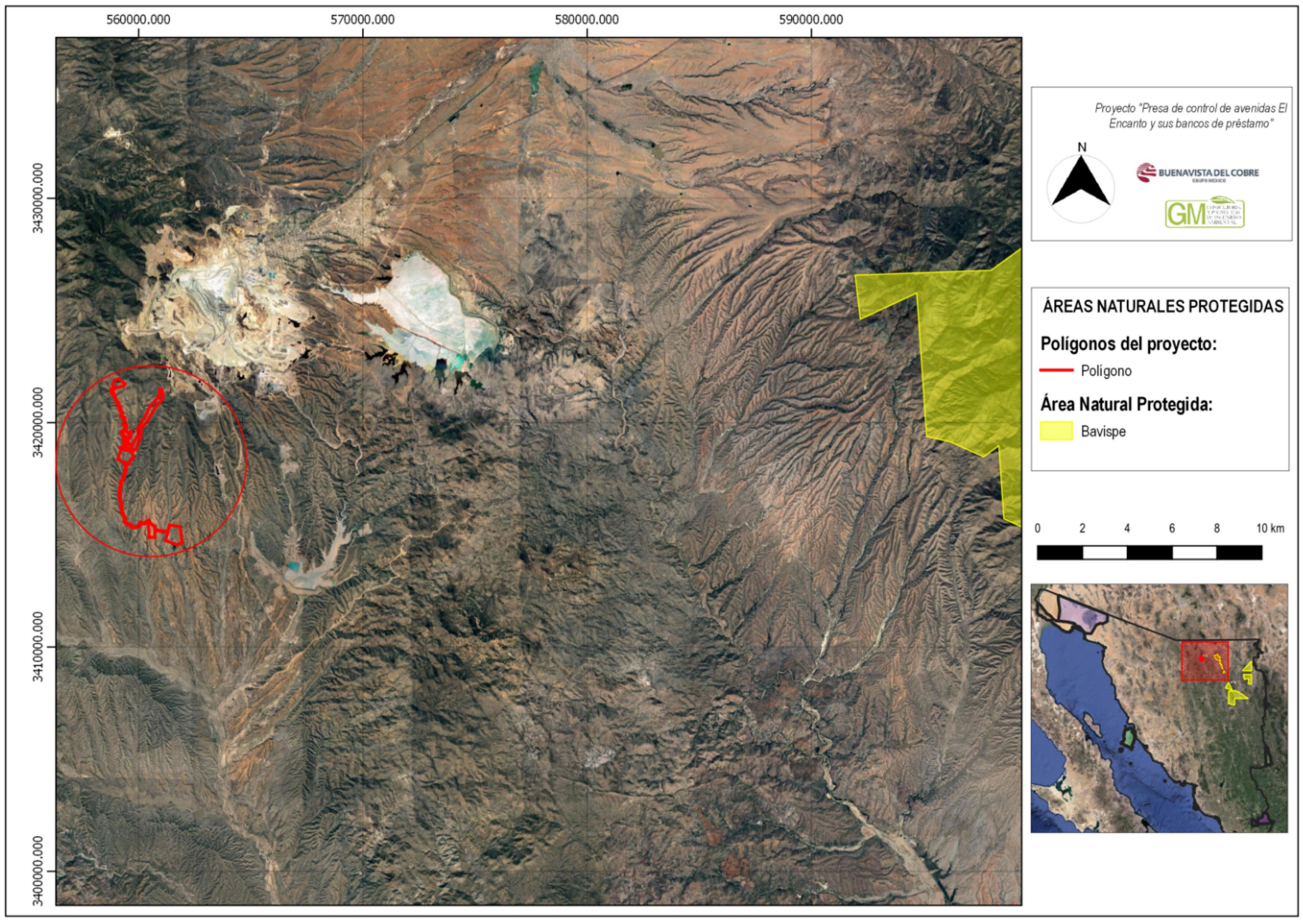
Entre las principales áreas protegidas de competencia federal en el Estado se señalan las siguientes:

- 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".

El proyecto queda totalmente 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 30.6 kilómetros al Este del proyecto. El proyecto no tiene relación alguna con dicha Reserva, como se observa en la figura III.4.

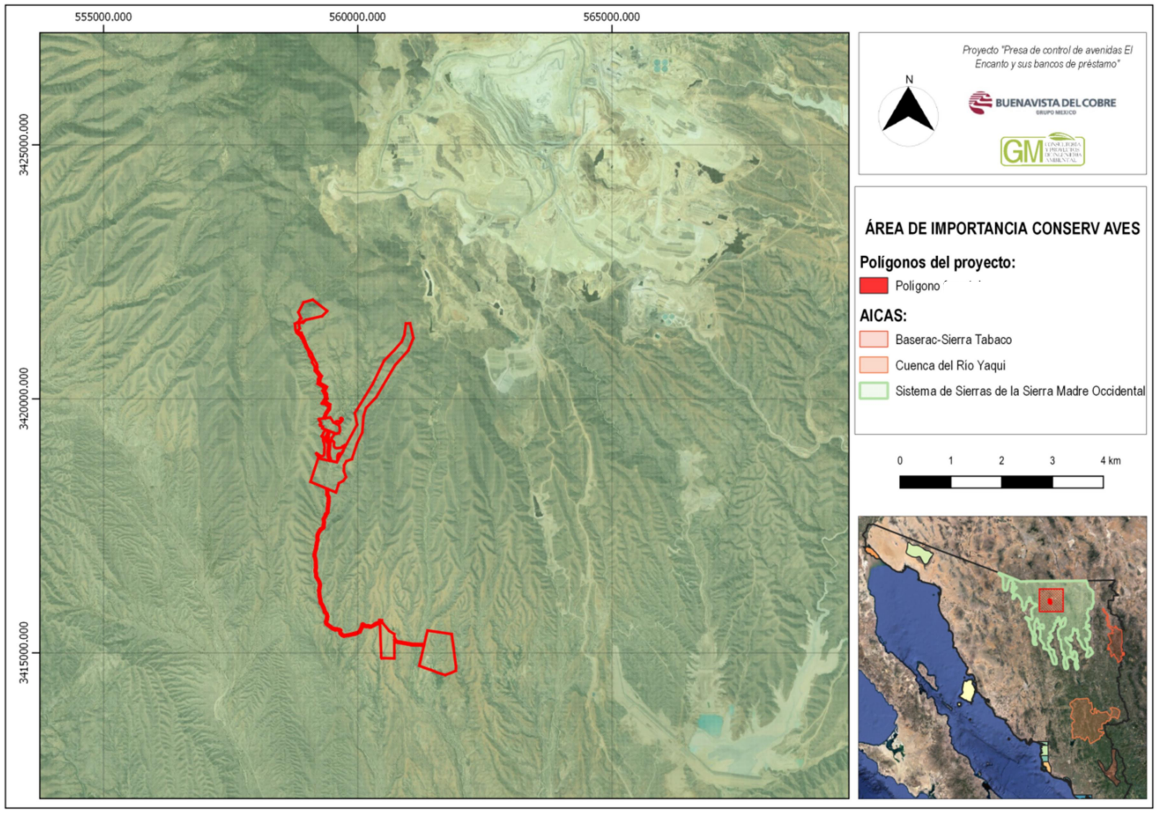
Figura III.4. Ubicación del Proyecto en relación a Áreas Naturales Protegidas Federales



III.4.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

Los polígonos que requiere y forman parte del presente proyecto, se encuentran dentro de un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs), siendo la número 126 denominada como "Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental", siendo una de las más grandes en ocupación superficial. 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.



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 0.0094% 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.24. 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.

Cuadro III.24. Avifauna presente en el sitio en relación con los criterios del AICA 126

ESPECIE	NOMBRE COMUN	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN	ENDEISMO	VULNERABILIDAD	RESIDENCIA
Callipepla gambelli	Codorniz de Gambel	No	Preocupación menor	No endémico	9	Residente
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca desértica	No	Preocupación menor	No endémico	12	Residente
Cathartes aura	Zopilote aura	No	Preocupación menor	No endémico	5	Residente
Columbina passerina	Tórtola coquita	No	Preocupación menor	No endémico	9	Residente
Coragyps atratus	Zopilote común	No	Preocupación menor	No endémico	4	Residente
Corvus corax	Cuervo común	No	Preocupación menor	No endémico	6	Residente
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	No	Preocupación menor	No endémico	9	Residente
Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	No	Preocupación menor	No endémico	8	Residente Migratorio invierno
Passer domesticus	Gorrión doméstico	No	Preocupación menor	Exótico	9	Residente
Picoides scalaris	Carpintero mexicano	No	Preocupación menor	No endémico	9	Residente
Quiscalus mexicanus	Chanate mexicano	No	Preocupación menor	No endémico	5	Residente
Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	No	Preocupación menor	No endémico	7	Residente Migratorio invierno
Zenaida macroura	Paloma huilota	No	Preocupación menor	No endémico	6	Residente Migratorio invierno
Zonotrichia leucophrys	Gorrión corona blanca	No	Preocupación menor	No endémico	7	Migratorio invierno

Fuente: CONABIO, Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental.

Una vez presentado el Cuadro anterior, se establece que el estatus "Preocupación Menor (LC, Least Concern por sus siglas en inglés)" según la UICN, una especie se considera bajo preocupación menor cuando, tras ser evaluada por la UICN, no cumple ninguno de los criterios de las categorías en peligro, en peligro crítico, vulnerable o casi amenazado de la Lista Roja elaborada por la organización. En consecuencia, la categoría

preocupación menor de la lista incluye a todos los taxones abundantes y de amplia distribución, que no se encuentran bajo amenaza de desaparecer en un futuro próximo, siendo por lo tanto el de menor riesgo en la lista.

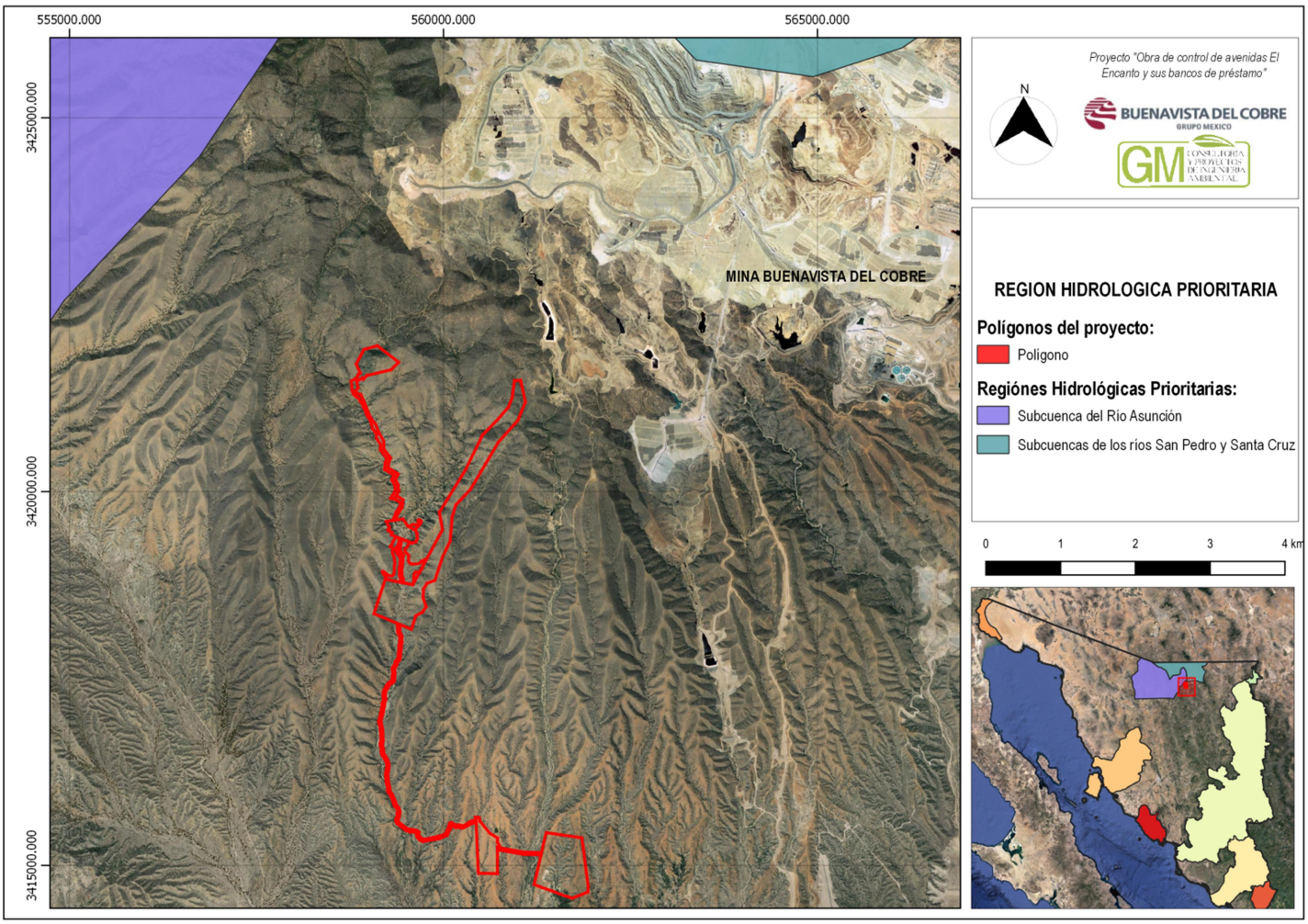
Cuadro III.25. Vinculación del proyecto con el AICA 126 "Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental"

Vinculación con el Proyecto: Una vez analizada el Cuadro III.24, se concluye que con la operación del proyecto "Obra de control de avenidas El Encanto y sus Bancos de préstamo" no se representa una amenaza para las especies encontradas en los monitoreos, ya que la empresa Promovente contempla realizar una serie de acciones para ahuyentar a las aves presentes en el sitio del proyecto, con el objetivo de promover su protección y conservación. A su vez, mediante los monitoreos realizados no se detectó la presencia de nidos activos, de hecho cuatro de las especies emigran en invierno, por lo que se considera que el emplazamiento del Proyecto tendrá una baja afectación en la fauna silvestre de este tipo. El AICA No. 126, abarca una superficie superior a la población de Cananea; la región es muy amplia y el Proyecto de interés se ubica en predios propiedad del promovente, con tráfico vehicular al ubicarse sobre caminos existentes que conectan a Cananea, Bacanuchi y otras poblaciones con diversas rancherías existentes en el sitio.

III.4.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias

Se hace mención que el sitio del proyecto no se ubica dentro de ninguna Región Hidrológica Prioritaria. Las Regiones más cercanas se ubican a aproximadamente 15 kilómetros al este (Subcuenca Río Asunción) y 15 kilómetros al norte (Subcuencas de los ríos San Pedro y Santa Cruz), como se observa en la siguiente figura:

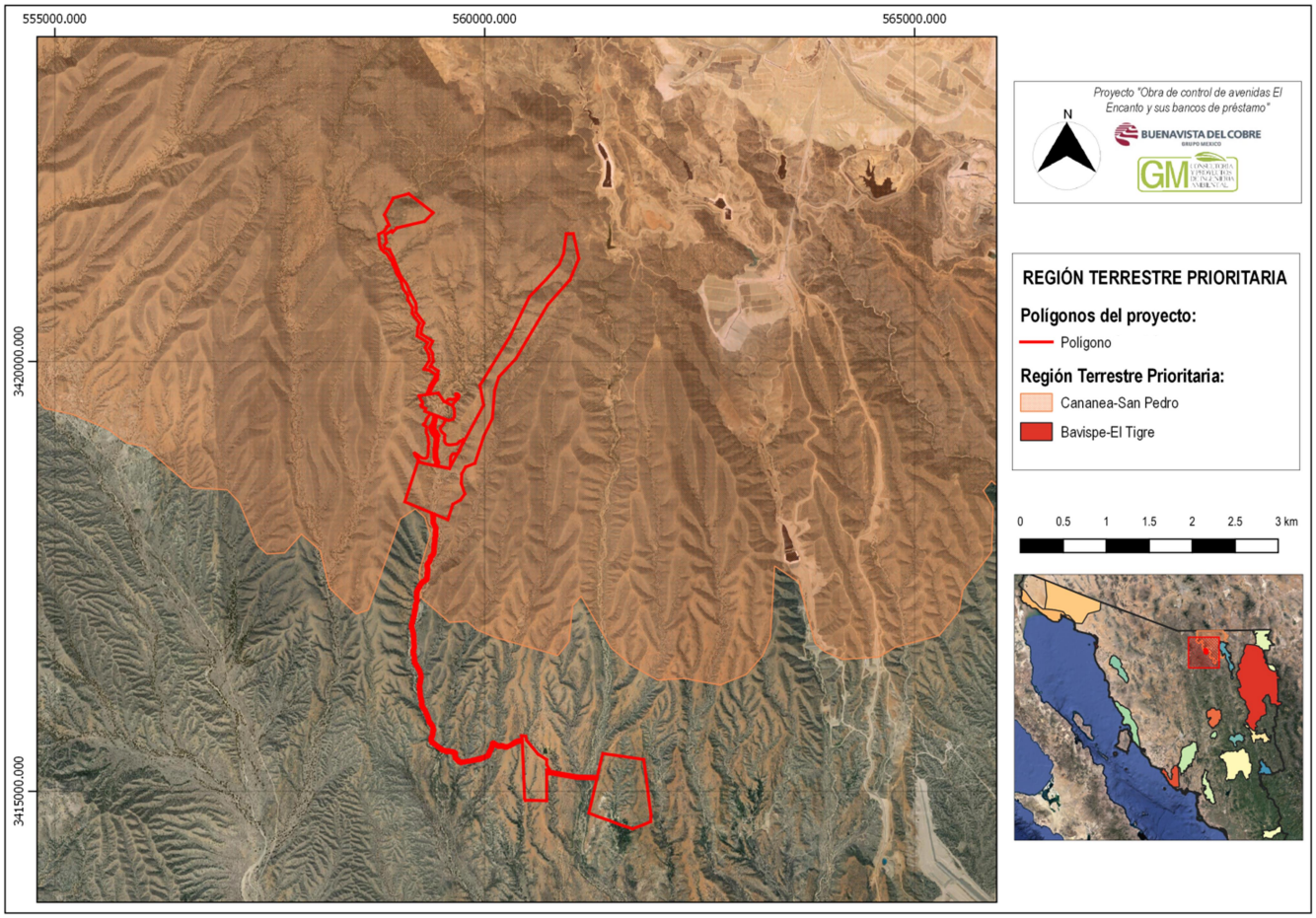
Figura III.5. Ubicación del Proyecto en relación a las Regiones Hidrológicas Prioritarias



III.4.4 Regiones Terrestres Prioritarias

Se hace mención que el sitio del proyecto se ubica dentro de la Región Terrestre Prioritaria, que es la denominada "Cananea-San Pedro", ubicándose en algunas superficies CUSTF del proyecto como se observa en la siguiente figura:

Figura III.6. Ubicación del Proyecto en relación a las Regiones Terrestres Prioritarias



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 endeismo son bajos, pero se encuentran muchas especies sujetas a régimen de protección, tales como Lampropeltis pyromelana (culebra real sonorense) y Crotalus willardii (cascabel de nariz surcada), 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.26. Vinculación del proyecto con la Región Terrestre Prioritaria 41 "Cananea-San Pedro"

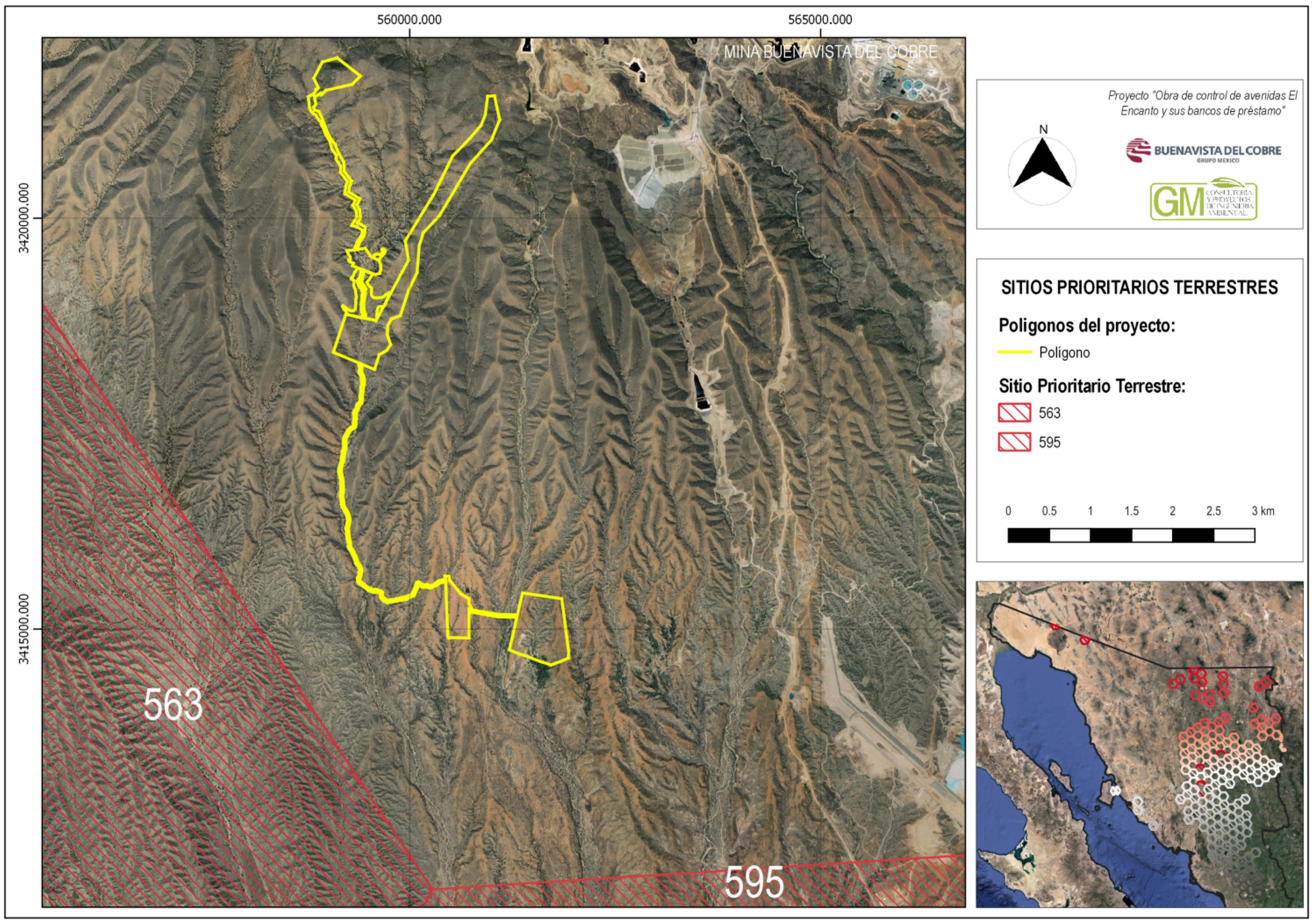
Vinculación con el Proyecto: Una vez analizados los párrafos anteriores, se concluye que con la operación del proyecto "Obra de control de avenidas El Encanto y sus bancos de préstamo" no se representa una amenaza para las especies encontradas en los monitoreos, ya que la empresa Promovente contempla realizar una serie de acciones para ahuyentar a la fauna terrestre que pudiera presentarse en el sitio del proyecto, con el objetivo de promover su protección y conservación. Como medida de prevención, en caso de avistamiento se tiene prohibida la caza de los ejemplares Lampropeltis pyromelana (culebra real sonorense) y Crotalus willardii (cascabel de nariz surcada), se tendrán pláticas previas a las etapas de preparación del sitio y construcción para promover la conservación de estas especies, las técnicas más efectivas de reubicación y evitar la caza y comercialización. Se hace del conocimiento que mediante los monitoreos realizados no se detectó la presencia de estas especies.

III.4.5 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-595 (CONABIO, 2007), como se observa en la Figura siguiente:

Figura III.7. Ubicación del Proyecto en relación a los Sitios Prioritarios Terrestres

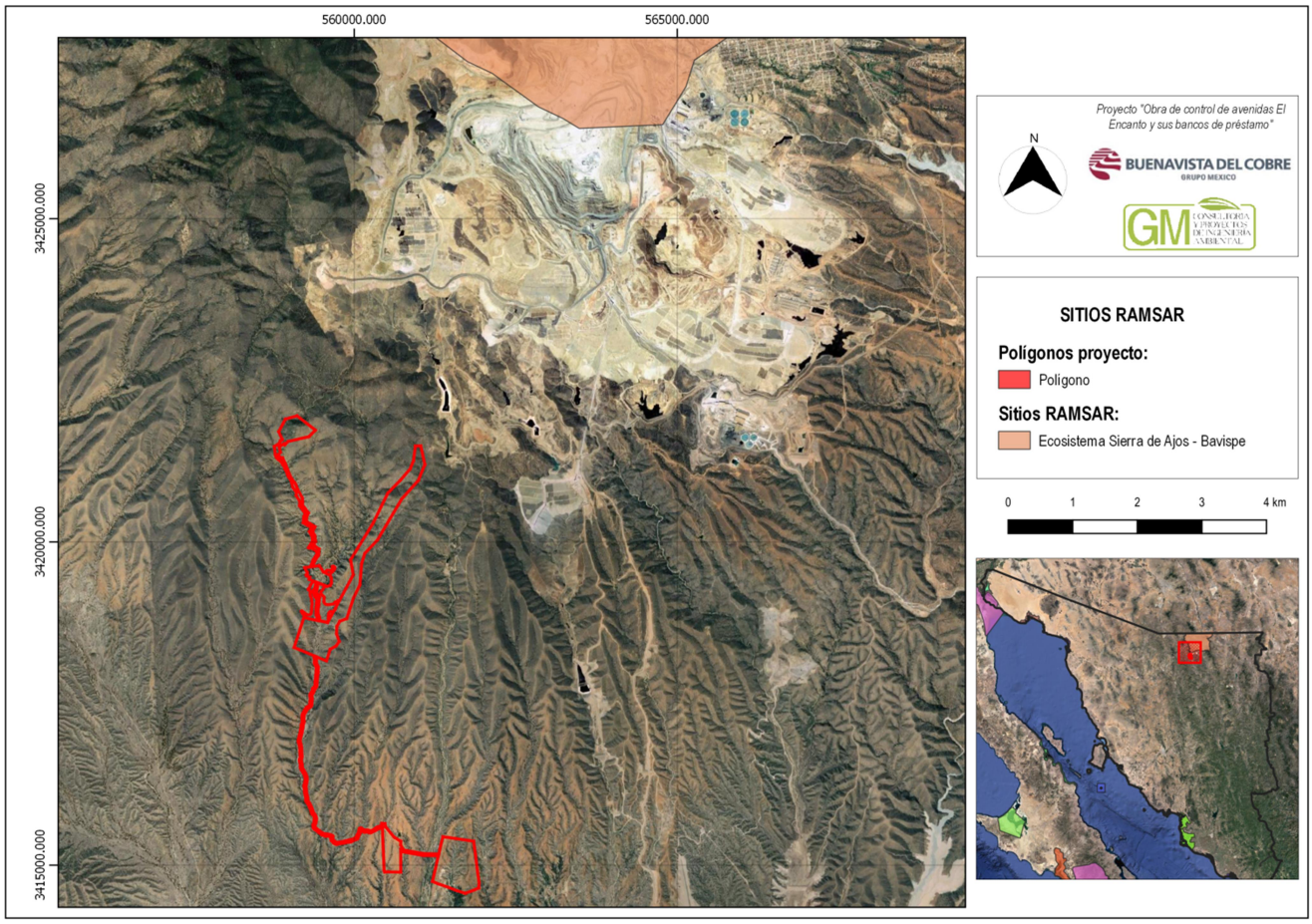


III.4.5 Sitios RAMSAR

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.8.

El sitio RAMSAR más cercano es el denominado *"Sistema Sierra de Ajos-Bavispe"*, ubicándose a 7.2 kilómetros del polígono envolvente.

Figura III.8. Ubicación del Proyecto en relación a los Sitios RAMSAR



CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL 1
IV.1 Delimitación del área de estudio 1
IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental 4
IV.2.1 Aspectos abióticos 4
Geomorfología y Fisiografía 25
IV.2.2 Aspectos bióticos 69
IV.2.3 Paisaje 140
IV.2.4 Medio socioeconómico 147
IV.2.5 Diagnóstico ambiental 155

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV.1. Delimitación hidrológica del SA donde se ubicará el proyecto 3
Figura IV.1. Tipo de clima presente en el SA..... 6
Figura IV.3. Tipo de clima presente en los polígonos del proyecto..... 8
Figura IV.4. Geología (tipo de roca) presente en el Sistema Ambiental 13
Figura IV.5. Provincia fisiográfica presente en el SA 15
Figura IV.6. Subprovincia fisiográfica presente en el SA 17
Figura IV.7. Regionalización sísmica en la república mexicana 18
Figura IV.8. Sistemas de topoformas presentes en el SA..... 20
Figura IV.8. Geología (tipo de roca) presente en los polígonos del proyecto 24
Figura IV.9. Provincia fisiográfica en los polígonos del proyecto 25
Figura IV.10. Subprovincia fisiográfica en los polígonos del proyecto 27
Figura IV.11. Regionalización sísmica en la república mexicana..... 28
Figura IV.13. Sistemas de topoformas presentes en los polígonos del proyecto..... 30
Figura IV.14. Tipos de suelos presentes en el SA 34
Figura IV.15. Mapa de degradación de suelos en el SA..... 37
Figura IV.16. Tipos de suelos presentes en los polígonos del proyecto 40
Figura IV.17. Mapa de degradación de suelos en las superficies del proyecto 42
Figura IV.18. Evidencia fotográfica de la situación del suelo presente en el área del proyecto..... 44
Figura IV.19. Región hidrológica en el SA 55
Figura IV.20. Cuenca donde se ubica el SA 56
Figura IV.21. Subcuenca donde se ubica el SA..... 57
Figura IV.22. Hidrología subterránea presente en el SA..... 58
Figura IV.23. Región hidrológica en los sitios del proyecto..... 60
Figura IV.24. Cuenca donde se ubican los polígonos del proyecto 61
Figura IV.25. Subcuenca donde se ubican los polígonos del proyecto..... 62
Figura IV.26. Hidrología subterránea en los polígonos del proyecto..... 63
Figura IV.27. Regiones o zonas biogeográficas de México 70
Figura IV.28. 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. 71
Figura IV.29. Ubicación del Sistema Ambiental del proyecto en relación a las provincias biogeográficas 72
Figura IV.30. Ubicación del SA del proyecto en relación a las provincias florísticas del país 73
Figura IV.31. Tipo de vegetación del Sistema Ambiental según el INEGI, Versión Serie VI..... 74
Figura IV.32. Ejemplificación básica del proceso para establecer el área mínima de muestreo..... 80
Figura IV33. Expresión gráfica de la curva área de muestreo vs número de especies..... 80
Figura IV.34. Distribución espacial de los sitios de muestreo del SA del proyecto 86
Figura IV.35. Tipos de vegetación de los polígonos del proyecto según clasificación del INEGI, versión Serie VI 97
Figura IV.36. Imagen de un área mapeada por el INEGI como pastizal natural; nótese como los pastos nativos han sido reeplazados por otras especies ahora dominantes en abundancia..... 98
Figura IV.37. Imagen parcial del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino en el área del proyecto 100
Figura IV.38. Imagen parcial del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural en el área del proyecto 100
Figura IV.39. Sitios de muestreo de vegetación en el área del proyecto 102
Figura IV.40. Sitios de muestreo de fauna silvestre en el Sistema Ambiental 115
Figura IV.41. Sitios de muestreo de fauna en el área del proyecto..... 129
Figura IV.42. Sitios de visión de la Cuenca visual 142
Figura IV.43. Visualización de los tipos de vegetación en el Proyecto 143
Figura IV.44. Pastizal natural presente en el sitio del Proyecto con alto grado de sobrepastoreo..... 145
Figura IV.31. Indicadores demográficos del municipio de Cananea 149

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro IV.1. Datos de estación meteorológica No. 26013 5
Cuadro IV.2. Datos de estación meteorológica No. 26013 7
Cuadro IV.3. Temperaturas máximas, mínimas y medias, registradas de las estaciones meteorológicas Cananea y Buenavista 9
Cuadro IV.4. Precipitación mensual registrada en las estaciones Cananea y Buenavista 10
Cuadro IV.5. Evaporación promedio mensual reportada por las estaciones Buenavista 10
Cuadro IV.6. Vientos dominantes registrados en la estación Buenavista 10
Cuadro IV.7. Promedio mensual de días con lluvia, niebla, granizo y tormentas que se registraron en la Estación Cananea, ubicada dentro del Proyecto (Registros de 1971 a 2000) 11
Cuadro IV.8. Erosión eólica para el predio con y sin proyecto 54
Cuadro IV.9. Balance entre pérdida de infiltración y medidas para revertir afectación al balance hídrico 69
Cuadro IV.10. Tipos de vegetación y su cobertura en el Sistema Ambiental del proyecto 74
Cuadro IV.11. Ventajas y desventajas de las parcelas para muestreo de vegetación 78
Cuadro IV.12. Coordenadas de los sitios de muestreo de vegetación del SA del proyecto 86
Cuadro IV.13. Valores de algunos atributos de las poblaciones de especies arbóreas del pastizal natural del SA 88
Cuadro IV.14. Valores del índice de diversidad de especies arbustivas del pastizal natural del SA 89
Cuadro IV.15. Valores del índice de diversidad de especies herbáceas del Pastizal natural en el SA 89
Cuadro IV.16. Valores del índice de diversidad de las especies de cactáceas del área de pastizal natural del SA 90
Cuadro IV.17. Valores del índice de diversidad (Shannon-Wiener) de las especies de especies arbóreas del área con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino del SA 91
Cuadro IV.18. Valores del índice de diversidad de las especies arbustivas del área con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino del SA 91
Cuadro IV.19. Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas del área con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino del SA 92
Cuadro IV.20. Valores del índice de diversidad de las especies de cactáceas del área con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino del SA 92
Cuadro IV.21. Valores del índice de diversidad (Shannon-Wiener) de las especies de especies arbóreas del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural del SA 93
Cuadro IV.22. Valores del índice de diversidad de las especies arbustivas del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural del SA 94
Cuadro IV.23. Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural del SA 94
Cuadro IV.24. Valores del índice de diversidad de las especies de cactáceas del área del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural del SA 95
Cuadro IV.25. Tipos de vegetación y su cobertura en el área del proyecto 97
Cuadro IV.26. Obras a realizarse en los polígonos del proyecto y sus sitios muestrales 101
Cuadro IV.27. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo dentro del área del proyecto 103
Cuadro IV.28. Coordenadas UTM de los vértices de los sitios de muestreo del área del proyecto 104
Cuadro IV.29. Valores del índice de diversidad (Shannon-Wiener) de especies arbóreas del ecosistema con pastizal natural del área del proyecto 106
Cuadro IV.30. Valores del índice de diversidad de las especies arbustivas del ecosistema con pastizal natural del área del proyecto 107
Cuadro IV.31. Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas del ecosistema con pastizal natural del área del proyecto 108
Cuadro IV.32. Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas del ecosistema con pastizal natural del área del proyecto 108
Cuadro IV.33. Valores del índice de diversidad (Shannon-Wiener) de las especies de especies arbóreas del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino del área del proyecto 109

Cuadro IV.34. Valores del índice de diversidad de las especies arbustivas del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino del área del proyecto 110
Cuadro IV.35. Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino del área del proyecto 110
Cuadro IV.36. Valores del índice de diversidad de las especies de cactáceas del área del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino del área del proyecto 111
Cuadro IV.37. Valores del índice de diversidad (Shannon-Wiener) de las especies de especies arbóreas del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural del área del proyecto 111
Cuadro IV.38. Valores del índice de diversidad de las especies arbustivas del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural de las superficies del proyecto 112
Cuadro IV.39. Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural de los polígonos del proyecto 113
Cuadro IV.40. Valores del índice de diversidad de las especies de cactáceas del área del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural de los polígonos del proyecto 113
Cuadro IV.41. Coordenadas de los sitios de muestreo de vegetación del SA del proyecto 114
Cuadro IV.42. Especies de reptiles observadas en el sistema ambiental y su estado de protección bajo las normas oficiales 117
Cuadro IV.43. Densidades por hectárea de las especies de reptiles encontradas en los muestreos dentro del Sistema Ambiental del proyecto 117
Cuadro IV.44. Valores de los atributos ecológicos de las especies de reptiles que habitan en el Matorral Desértico Micrófilo del Sistema Ambiental del proyecto 118
Cuadro IV.45. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de reptiles del SA 118
Cuadro IV.46. Especies de mamíferos encontrados en el sistema ambiental 119
Cuadro IV.47. Densidades de las especies de mamíferos encontrados en el SA 119
Cuadro IV.48. Valores de los atributos ecológicos de las especies de mamíferos que habitan en el sistema ambiental del proyecto 120
Cuadro IV.49. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de mamíferos del SA 121
Cuadro IV.50. Listado de especies de aves encontradas en el sistema ambiental 121
Cuadro IV.51. Densidades de especies aves encontradas en el sistema ambiental 122
Cuadro IV.52. Valores de los atributos ecológicos de las especies de aves que habitan en el sistema ambiental del proyecto 123
Cuadro IV.53. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de aves del SA 124
Cuadro IV.54. Valores del índice de diversidad de las especies de reptiles registrados en el SA del área del proyecto 125
Cuadro IV.55. Valores del índice de diversidad de las especies de mamíferos registrados en el SA del área del proyecto 126
Cuadro IV.56. Valores del índice de diversidad de las especies de aves registrados en el SA del área del proyecto 126
Cuadro IV.57. Especies de reptiles observadas en el área del proyecto y su estado de protección bajo las normas oficiales 131
Cuadro IV.58. Densidades (abundancia absoluta) de las especies de reptiles encontrados en el área del proyecto 131
Cuadro IV.59. Valores de los atributos ecológicos de las especies de reptiles que habitan en el área del proyecto 131
Cuadro IV.60. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de reptiles del área del proyecto 131
Cuadro IV.61. Especies de mamíferos encontrados en el área del proyecto indicando su posición taxonómica y su estatus de protección por las normas oficiales 132
Cuadro IV.62. Densidades (abundancia absoluta) de las especies de mamíferos encontrados en el área del proyecto 133
Cuadro IV.63. Valores de los atributos ecológicos de las especies de mamíferos que habitan en el área del proyecto 133
Cuadro IV.64. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de mamíferos del área del proyecto 134

Cuadro IV.65. Especies de aves encontradas en el área del proyecto indicando su posición taxonómica y su estatus de protección por las normas oficiales 135
Cuadro IV.66. Densidades (abundancia absoluta) de las especies de aves encontradas en el área del proyecto 135
Cuadro IV.67. Valores de los atributos ecológicos de las especies de aves que habitan en el área del proyecto 136
Cuadro IV.68. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de aves del área del proyecto 136
Cuadro IV.69. Valores del índice de diversidad de las especies de reptiles registrados en el sitio del proyecto 137
Cuadro IV.70. Valores del índice de diversidad de las especies de mamíferos registrados en el área del proyecto 138
Cuadro IV.71. Valores del índice de diversidad de las especies de aves registrados en el área del proyecto 139
Cuadro IV.72. Criterios según el Modelo de Rojas y Kong, para valorar la calidad paisajística 145
Cuadro IV.24. Población por género y totales en el municipio de Cananea, año 1990-2020 147
Cuadro IV.74. Ubicación del proyecto respecto a las áreas de conservación y planeación 157
Cuadro IV.75 Arreglo comparativo de la fauna presente en el polígono del proyecto y el SA..... 158
Cuadro IV.76. Síntesis del Inventario Ambiental..... 159
Cuadro IV.77. Componentes físicos aplicables al Proyecto 160

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

En el presente capítulo, se analiza la descripción del Sistema Ambiental para el Proyecto, basándose principalmente en la descripción y análisis de sus características físicas y bióticas, grado de conservación y sus componentes sociodemográficos que se tienen en el área de estudio.

Para la elaboración del presente proyecto, se llevaron a cabo visitas de trabajo al sitio para obtener las observaciones correspondientes y los datos de campo. Posteriormente, dicha información se contrastó con la emitida por el INEGI (a través de sus diferentes cartas temáticas), por CONABIO, CONAGUA, INE, así como de distintas fuentes bibliográficas especializadas. La integración de la información se realizó tomando como base las características de los elementos descritos por INEGI, complementando con la información de campo.

Los componentes y subcomponentes evaluados para la delimitación del Sistema Ambiental como parte de la caracterización ambiental del sitio del Proyecto, se presentan en el Apartado **IV.1**. Para esto, ha sido importante definir en primera instancia al Sistema Ambiental dentro del cual está inmerso el sitio del Proyecto.

IV.1 Delimitación del área de estudio

Para la elaboración del presente proyecto, se llevaron a cabo visitas de trabajo al sitio para obtener las observaciones correspondientes y los datos de campo. Posteriormente, dicha información se contrastó con la emitida por el INEGI (a través de sus diferentes cartas temáticas), por CONABIO, CONAGUA, INE, así como de distintas fuentes bibliográficas especializadas. La integración de la información se realizó tomando como base las características de los elementos descritos por INEGI, complementando con la información de campo.

Los componentes y subcomponentes evaluados para la delimitación del Sistema Ambiental como parte de la caracterización ambiental del sitio del Proyecto, se presentan continuación; para esto, ha sido importante definir en primera instancia al Sistema Ambiental dentro del cual está inmerso el sitio del Proyecto.

Sistema Ambiental (SA)

El Sistema Ambiental (en lo sucesivo: SA) se define como un espacio geográfico delimitado a partir de la interacción homogénea de los componentes ambientales abióticos, bióticos y socioeconómicos.

La delimitación del SA para la zona en donde se encuentra el sitio del Proyecto, se realizó al sobreponer cartas temáticas en un Sistema de Información Geográfica (SIG), tomando como base a los componentes: bióticos (tipo de vegetación y uso del suelo); abióticos (topografía, clima, hidrología y fisiografía); y socioeconómicos (municipios y comunidades cercanas). Esta información fue manejada por el programa de Sistema de Información Geográfica QGIS y las cartas temáticas de cada componente, mismo que fueron obtenidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

De forma resumida, a continuación se presentan los componentes y sus subcomponentes que se evaluaron en el presente proyecto para la delimitación de su Sistema Ambiental.

Componentes y subcomponentes evaluados para la delimitación del SA

COMPONENTE	SUBCOMPONENTE
TIPO DE VEGETACIÓN Y USO DE SUELO	Agricultura de temporal anual
	Bosque de mezquite
	Pastizal natural
	Sin Vegetación Aparente
	Vegetación secundaria Arbustiva de bosque de encino
	Vegetación secundaria Arbustiva de pastizal natural
SUELOS	Planosol eutrico
	Luvisol órtico
	Litosol
CLIMA	Semiárido templado
FISIOGRAFÍA	Provincia fisiográfica: *Sierra Madre Occidental*
	Subprovincia fisiográfica: *Sierras y Valles del Norte*
HIDROLOGÍA	Región Hidrológica: *Sonora Sur*
	Cuenca Hidrológica: *Río Sonora*
	Subcuenca Hidrológica: *Río Bacanuchi*
SOCIOECONOMÍA	Municipio de Cananea

A lo largo de este capítulo se presenta a detalle cada uno de los componentes y subcomponentes vinculados con el SA considerado para el proyecto, al igual que cada uno de sus mapas temáticos donde se observa la ubicación de las obras en relación a cada subcomponente, esto para tener la certeza de la ubicación en cada componente.

Una vez presentada la información de los componentes y subcomponentes que interactúan en el Sistema Ambiental, obtenemos que la superficie total que abarca el SA considerado, es de aproximadamente 5,314.07 ha, mientras que la superficie que ocupa

el sitio del Proyecto corresponde a 214.3063 ha, lo que indica que el sitio del Proyecto ocupa un 4.02% con respecto a la superficie total del SA.

La totalidad del SA determinado para el Proyecto, se encuentra dentro de la Provincia "Sierra Madre Occidental", el gran sistema montañoso formado por la acumulación de material volcánico con espesores que oscilan entre 1,500 y 1,800 m, y que se extiende con dirección Noroeste-Sureste, con prominencias de hasta 3,000 msnm.

En la superficie del SA predominan cinco tipos de suelo, el tipo Planosol eutrico, Luvisol órtico y Litosol.

El SA se encuentra incluido en la Región Hidrológica Sonora Sur (Cuenca Río Sonora, 100%; y Subcuenca Río Bacanuchi, 100%); dentro de la cual se encuentra el sitio del Proyecto. En el SA se encuentra solamente una Cuenca Hidrológica: la Cuenca Hidrológica Río Sonora. El clima presentado es del tipo semiárido templado, abarcando un 100% del área.

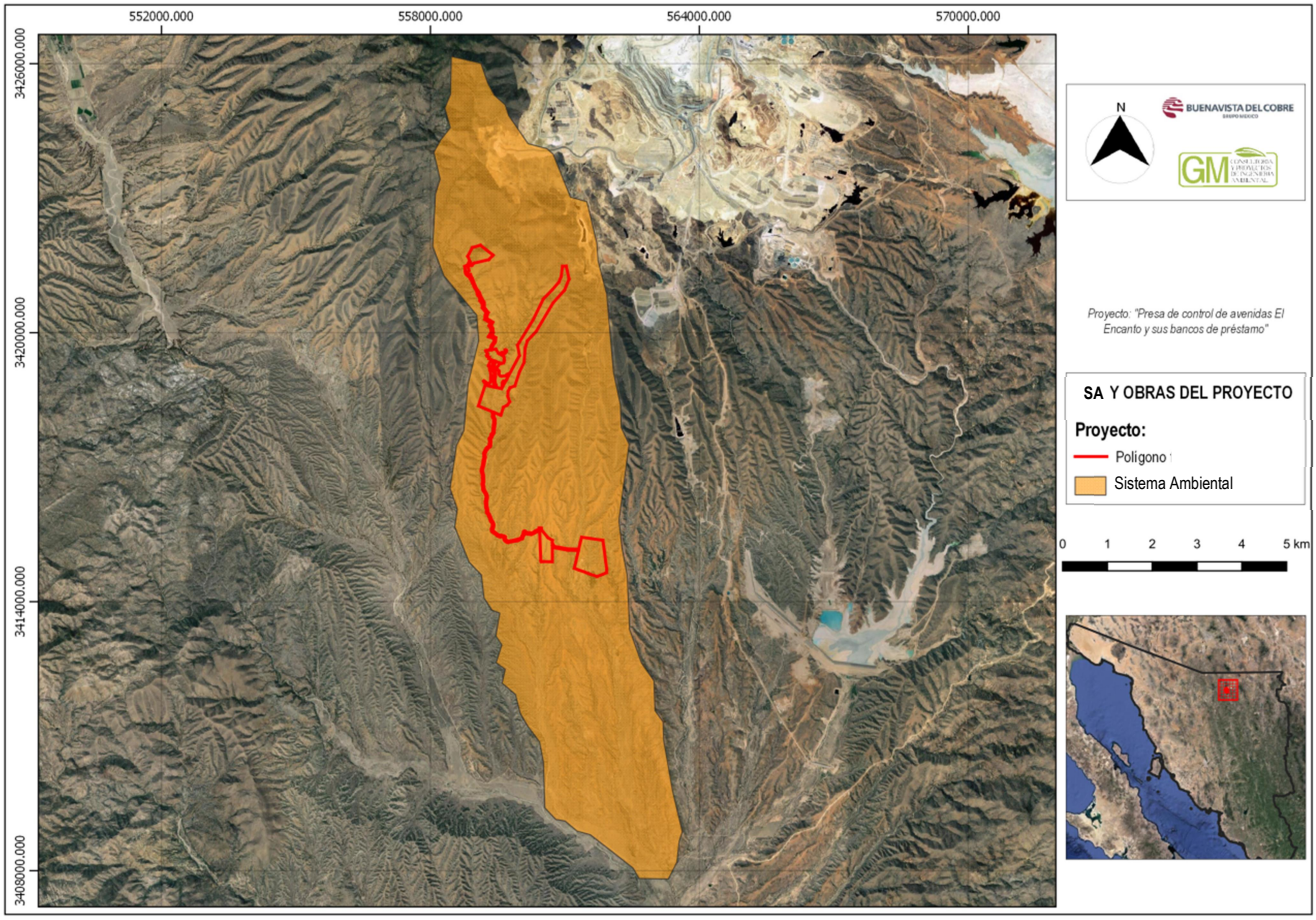
Los tipos de vegetación predominantes en el SA corresponden en su mayoría a Pastizal natural (37.52%), seguido de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino (23.99%) y vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural (23.70%), complementando con Bosque de mezquite (10.39%), sin vegetación aparente (3.62%) y agricultura de temporal anual (0.78%).

El SA se encuentra delimitado por los siguientes rasgos geomorfológicos:

PUNTO CARDINAL	LÍMITES
Al norte	Tepetatera Tinajas 2 del complejo minero de Buenavista del Cobre, propiedad del Promovente.
Al este	Los límites se encuentran con obras del complejo minero de Buenavista del Cobre, como son Terreros de lixiviación y represos de lixiviación.
Al sur	Limita con el Ejido 16 de Septiembre
Al oeste	Limita con un sistema de sierras, formando un valle intermontano del otro lado de la sierra.

En la siguiente Figura se presenta gráficamente la localización del Sistema Ambiental delimitado para el proyecto, así como la ubicación de sus obras y los sitios cercanos mencionados en el Cuadro anterior.

Figura IV.1. Delimitación hidrológica del SA donde se ubicará el proyecto



IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.2.1 Aspectos abióticos

a) Clima

Clima presente en el SA

En el apartado de Clima, de acuerdo a la clasificación de INEGI 2003, para el Sistema Ambiental (en lo sucesivo "SA") 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 que oscila entre los 12°C y los 18°C a lo largo del año y en las diferentes estaciones, contando con una temperatura del mes más frío que oscila entre -3°C y 18°C, y con una temperatura media del mes más caliente menor de 22°C. Las lluvias de verano reportan ser mayores al 18% de la precipitación que se tiene en el año, en pocas palabras las lluvias se encuentran distribuidas en todo el año, contando de igual manera con un porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total 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 del Sistema Ambiental 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.1. Datos de estación meteorológica No. 26013

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

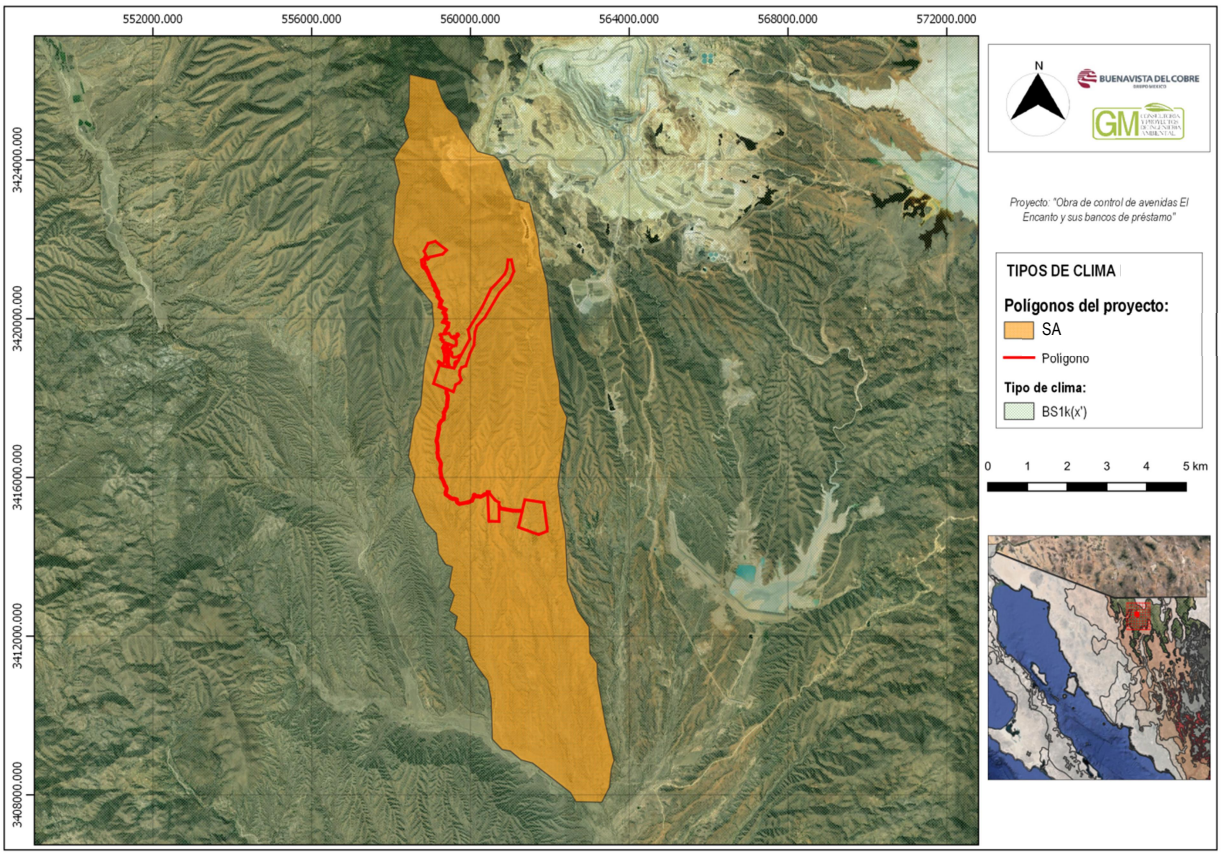
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	23.0	28.0	29.0	39.0	39.0	45.0	42.0	39.0	40.0	33.0	29.4	27.0	45.0
Temp. máx. media (°C)	14.5	16.2	17.9	22.7	26.6	31.7	30.7	29.6	27.9	24.4	18.3	14.4	22.9
Temp. media (°C)	8.5	10.0	11.4	15.5	19.3	23.9	23.9	23.4	21.4	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

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.

Figura IV.2. Tipo de clima presente en el SA



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.

A la fecha 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 del SA 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.2. 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

En este apartado de presenta el tipo de clima, la temperatura, precipitación, vientos dominantes y otros fenómenos climatológicos que pudieran presentarse en los polígonos del proyecto *"Obra de control de avenidas El Encanto y sus bancos de préstamo"*.

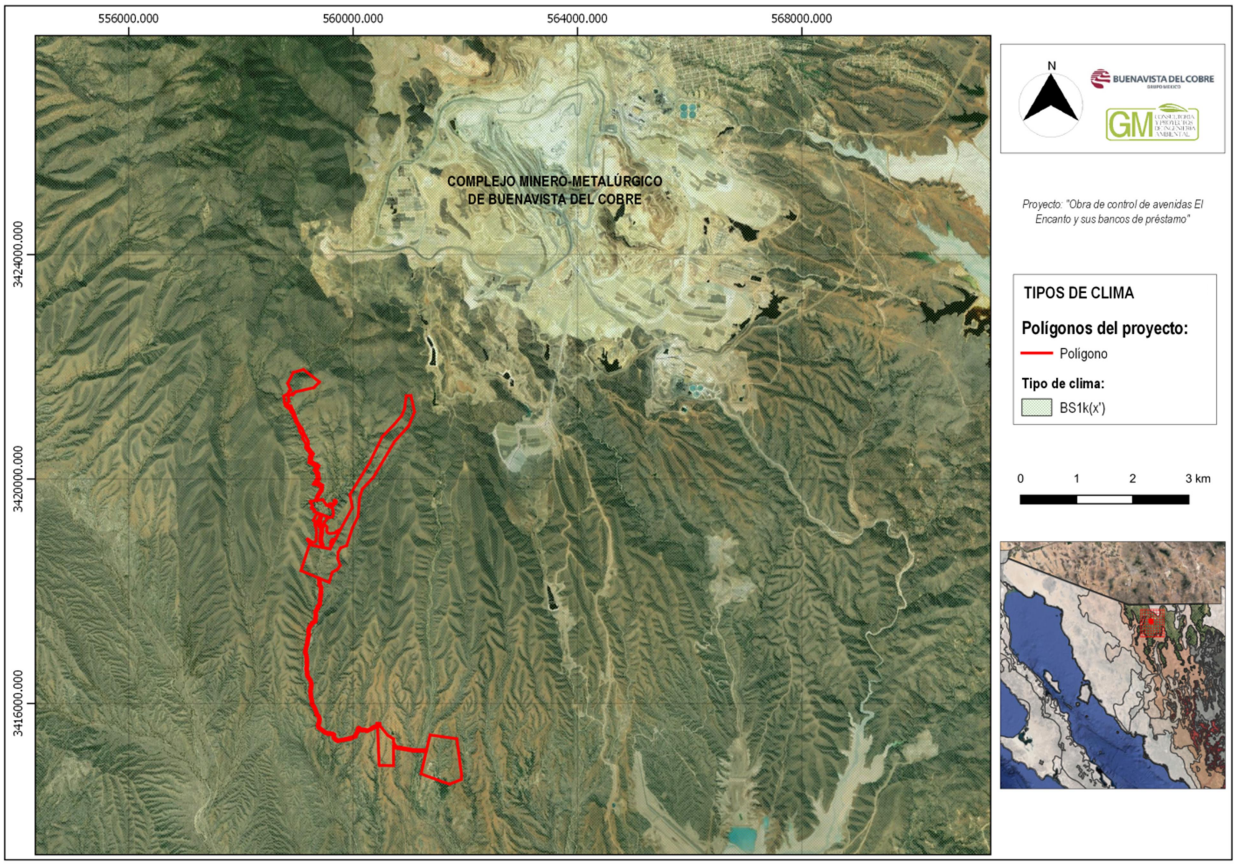
Tipo de clima

Analizando este apartado mediante la cartografía de INEGI, se observó que en el sitio donde se ubican los polígonos del proyecto, ubicado en el municipio de Cananea que cuenta con un clima Semiárido, templado BS1k(x'), con una temperatura media anual que oscila entre los 12°C y los 18°C a lo largo del año y en las diferentes estaciones, contando con una temperatura del mes más frío que oscila entre -3°C y 18°C, y con una temperatura media del mes más caliente menor de 22°C. Las lluvias de verano reportan ser mayores al 18% de la precipitación que se tiene en el año, en pocas palabras las

lluvias se encuentran distribuidas en todo el año, contando de igual manera con un 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.1), donde se presenta la cartografía del Tipo de Climas presentes en el sitio del proyecto.

Figura IV.3. Tipo de clima presente en los polígonos del proyecto



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 los polígonos del proyecto 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.

Temperatura

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.3. 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. 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.5). 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.4. 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.5. 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.6.

Cuadro IV.6. 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

Fenómenos climatológicos

Fenómenos climatológicos

En los polígonos del proyecto se presentan lluvia, neblina, granizo y tormentas eléctricas. Con base a registros de la estación Cananea, en el Cuadro IV.7 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.7. Promedio mensual de días con lluvia, niebla, granizo y tormentas que se registraron en la Estación Cananea, ubicada dentro 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

b) Geología y geomorfología

En el SA

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 desde el Proterozoico medio hasta el Cuaternario, representadas por rocas metamórficas intrusivas, sedimentarias y volcánicas.

La secuencia de rocas expuestas en la región se menciona a continuación, de la unidad más antigua a la más reciente:

Paleozoico

En el área se encuentra representado por una secuencia detrítico-carbonatada que fue depositada en un ambiente de plataforma somera, cuyas edades varían del Cámbrico al Pérmico. Del Cámbrico al Ordovícico existe una graduación en las facies de plataforma, ya que en el norte del Estado, estas facies son de plataforma externa, mientras que al sur son de facies de plataforma interna. Del Carbonífero al Pérmico, las secuencias carbonatadas presentan facies más homogéneas en todo el estado. Tanto el contacto

superior como el inferior de las secuencias paleozoicas se consideran discordantes con las rocas mesozoicas y precámbricas respectivamente.

En la Sierra los Ajos se reporta una secuencia compuesta por calizas arcillosas y dolomitizadas con lentes arenosos y pedernal (EmCCz) del Cámbrico Medio-Carbonífero, correlacionable con Formación Arrojos.

Mesozoico

El Mesozoico de Sonora está representado por una secuencia marina, con depósitos zoneados calcáreos, arcillo-calcáreos y arcillo-arenosos y otra continental areno-conglomerática. Afloran también rocas ígneas intrusivas y extrusivas de composición ácida a intermedia.

Triásico

Está representado por areniscas, calizas, limonitas y micro conglomerados, (TRsCz-Ar) que afloran al sureste de Hermosillo (Sierra La Flojera), Rodríguez (1981) encontró pelecípodos a los que se les determinó una edad del Triásico Medio – Superior.

Paleoceno

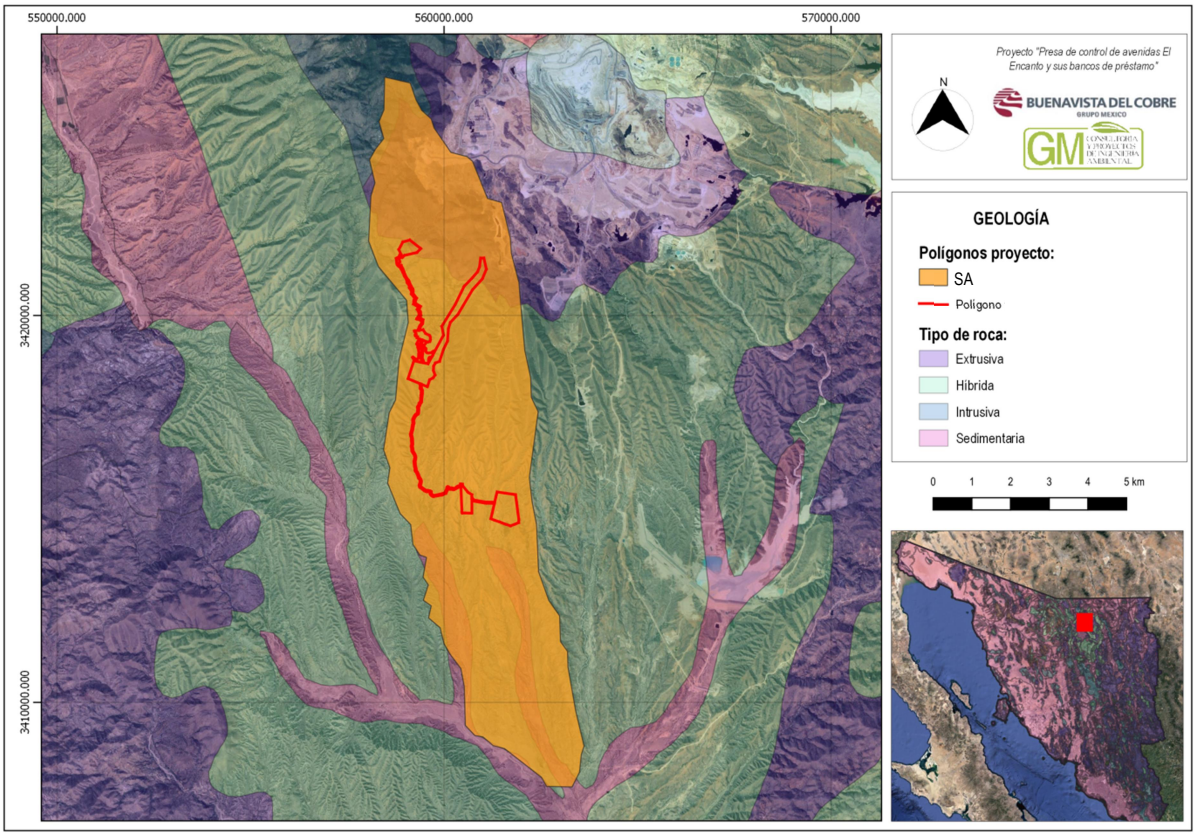
Se caracteriza por una serie de eventos vulcano-plutónicos, localizados en la región centro-noreste de Sonora, cuya alineación es NNW–SSE, desde Cananea a Nacozari. Estos afloramientos de rocas del Paleógeno y Neógeno abarcan más de dos terceras partes del acuífero, están constituidos principalmente por rocas volcánicas como son: riolitas, ignimbritas y andesitas, y rocas plutónicas, que corresponden a monzogranitos o pórfidos monzoníticos, en menor proporción con respecto al resto de las rocas cenozoicas. También se reportan rocas sedimentarias clásticas (Dumble, 1900 y King 1939) que afloran a lo largo de toda la cuenca, conformadas por conglomerados polimícticos, en algunos lugares afloran areniscas del mismo evento que pertenecen a la parte distal del abanico aluvial.

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".

Figura IV.4. Geología (tipo de roca) presente en el Sistema Ambiental



Los tipos de roca presentes en a lo largo de el Sistema Ambiental, son los presentados en la figura IV.2, que son la roca Extrusiva e Intrusiva en su parte alta, Híbrida en todo el centro y Sedimentaria al sur del SA. A continuación se describen de manera general los tipos de roca donde se ubica la totalidad del SA del presente proyecto, para conocer sus composiciones.

Rocas Extrusivas

Las rocas extrusivas se forman sobre la superficie del terreno natural, esto debido a que la lava en su momento se enfrió rápidamente a medida que emergió a la superficie. Las rocas ígneas extrusivas se enfrían mucho más rápido que las rocas intrusivas. El tiempo de enfriamiento rápido no permite que se formen cristales grandes. Así las rocas ígneas extrusivas tienen cristales más pequeños que las rocas ígneas intrusivas. Las rocas ígneas extrusivas también son llamadas rocas volcánicas.

Rocas Intrusivas

Las rocas ígneas intrusivas se enfrían bajo tierra, específicamente en la profundidad de la corteza, esto hace que el magma se enfríe lentamente en su momento. El enfriamiento lento le da la oportunidad de crecer a los cristales. Las rocas intrusivas ígneas tienen cristales relativamente grandes que los hace fáciles de ver. Las rocas ígneas intrusivas también se llaman plutónicas. Una roca plutónica es un cuerpo rocoso que se forma entre la corteza.

El granito es la roca ígnea intrusiva más común.

Rocas sedimentarias

Son rocas que se han ido formando, a través del tiempo, por acumulación de sedimentos. Estos se han formado a partir de partículas de diversos tamaños transportadas por el agua, el hielo o el viento, y son sometidos a procesos físicos y químicos (diagénesis), que dan lugar a materiales consolidados. Las rocas sedimentarias pueden formarse a las orillas de los ríos, en el fondo de barrancos, valles, lagos, mares, y en las desembocaduras de los ríos. Se hallan dispuestas formando capas o estratos.

En este sentido, se puede observar que las rocas sedimentarias se ubican en orillas y desembocaduras de los arroyos, como se aprecia en la Figura IV.2.

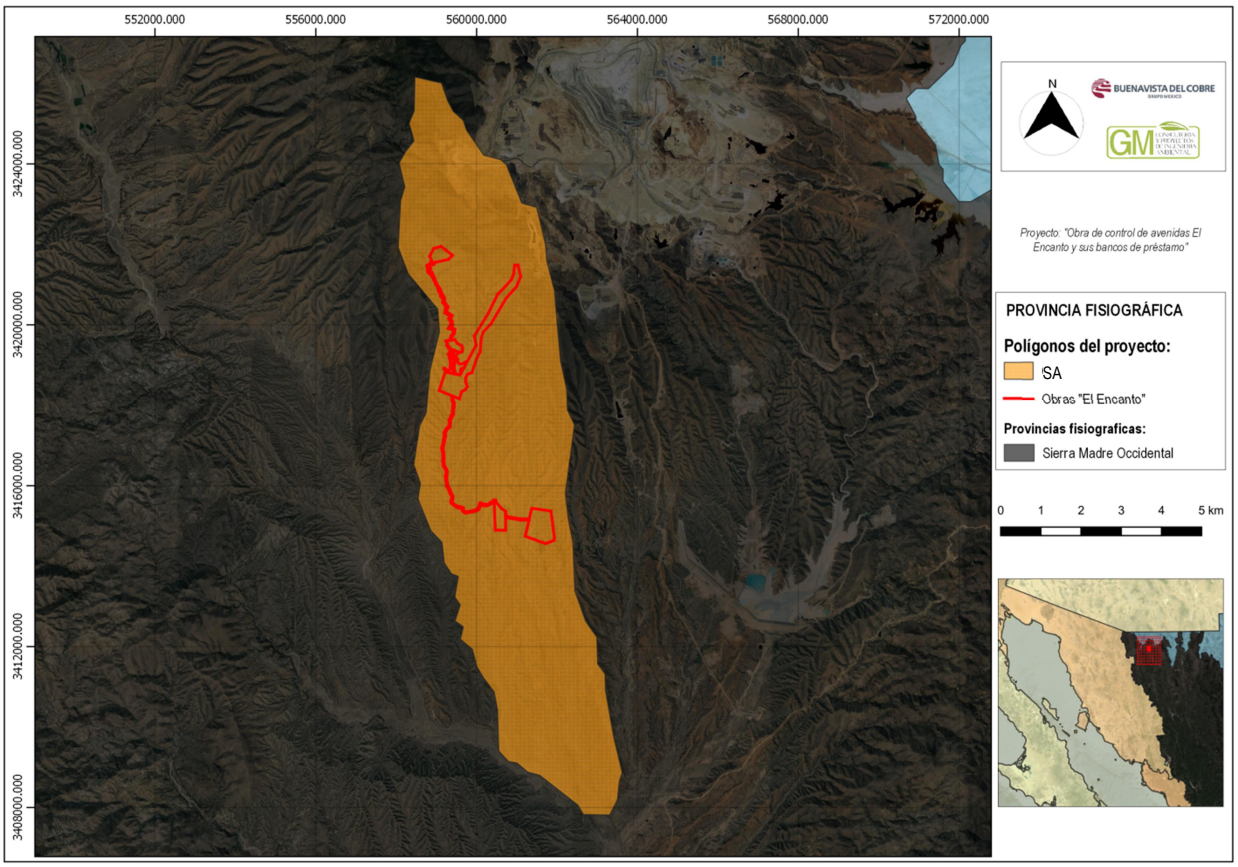
Provincias fisiográficas

Las provincias fisiográficas se propusieron con la intención de establecer un marco de referencia para lograr una representación cartográfica de los recursos naturales en México. En toda la extensión territorial del país se presta una variedad de formas del relieve del terreno, integrando diversos conjuntos paisajísticos, mismos conjuntos que conservan una unidad de paisajes sobre extensiones muy grandes.

Dentro de las Provincias fisiográficas, una de las de mayor extensión en todo el territorio nacional es la Sierra Madre Occidental, contando con mesetas y cañones como los rasgos más sobresalientes de este relieve.

Mencionando lo anterior, y utilizando el mapa cartográfico de las Provincias Fisiográficas en México, se observa que el Sistema Ambiental se encuentra en su totalidad dentro de la Provincia fisiográfica denominada *"Sierra Madre Occidental"*.

Figura IV.5. Provincia fisiográfica presente en el SA



A continuación se describe la provincia fisiográfica donde se ubica el proyecto, que es la denominada Sierra Madre Occidental.

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

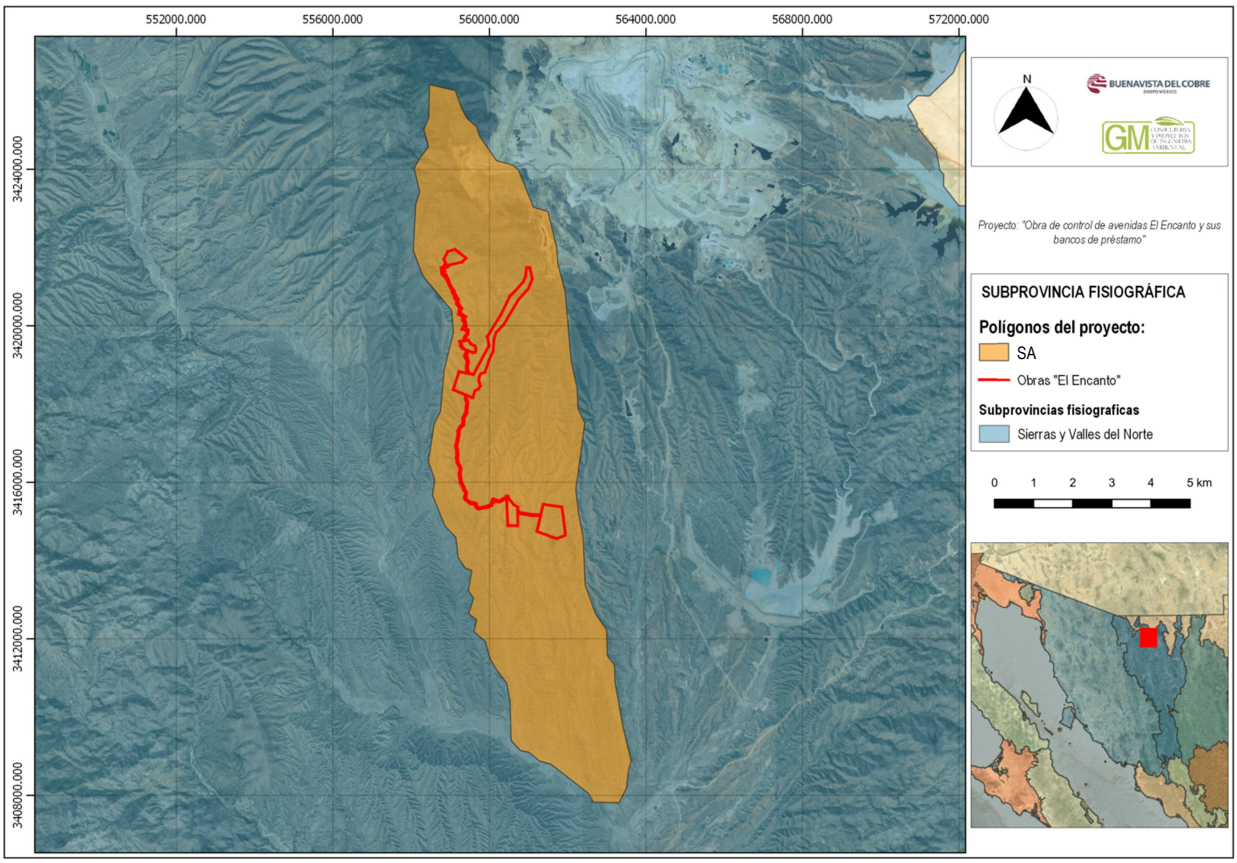
La vegetación de este sistema montañoso varía con la temperatura y la humedad. Predomina un clima templado, por lo que la vegetación de las tierras altas consiste fundamentalmente en bosques de pinos y robles. En algunas laderas expuestas a fuertes vientos, por encima de la zona de pinos (sobre los 1.980 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.

Subprovincias fisiográficas

Las provincias fisiográficas a su vez están formadas por Subprovincias fisiográficas para una mejor delimitación territorial, esto debido a los diversos tipos de relieves que se pueden encontran en una sola provincia. En este sentido, la Subprovincia fisiográfica que se encuentra presente (en su totalidad) en el Sistema Ambiental es la denominada *"Sierras y valles del norte"*, misma que forma parte de la Sierra Madre Occidental.

Figura IV.6. Subprovincia fisiográfica presente en el SA



Sierras y valles del norte

Esta subprovincia se encuentra únicamente en el estado de Sonora, específicamente en los siguientes municipios: Imuris, Aconchi, Agua Prieta, Arizpe, Bacoachi, Banamichi, Bavispe, Baviacora, Cajeme, **Cananea**, Cucurpe, Cumpas, Divisaderos, Onavas, Fronteras, Granados, Guaymas, Huasabas, Huepac, La Colorada, Magdalena, Mazatan, Moctezuma, Naco, Nacozari de Garcia, Nogales, Opodepe, Rayon, RosaRío, San Felipe de Jesus, San Javier, San Pedro de la Cueva, Santa Ana, Santa Cruz, Santa Cruz, Soyopa, Suaqui Grande, Tepache, Ures, Villa Hidalgo, Villa Pesqueira.

Abarca la mayoría de la porción este del estado, desde el norte al sur, como se aprecia en la figura IV.4 presentada anteriormente

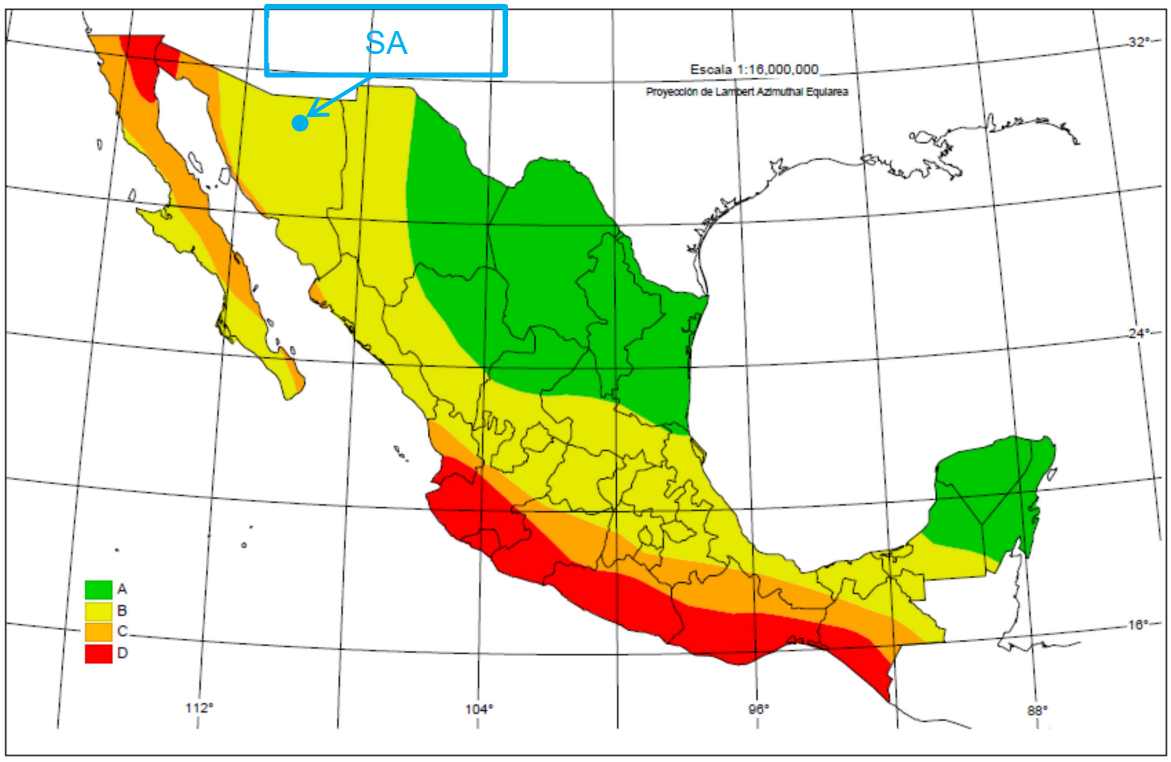
Susceptibilidad del terreno a la sismicidad

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.7. 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.

a) Susceptibilidad a deslizamientos: No se contempla, el terreno donde atraviesa el proyecto, es semi plano con una pendiente 0.73%.

b) Derrumbes: No existe registro de derrumbes en el Sistema Ambiental, esto tomando en cuenta la naturaleza de las rocas que conforman el basamento del área del proyecto.

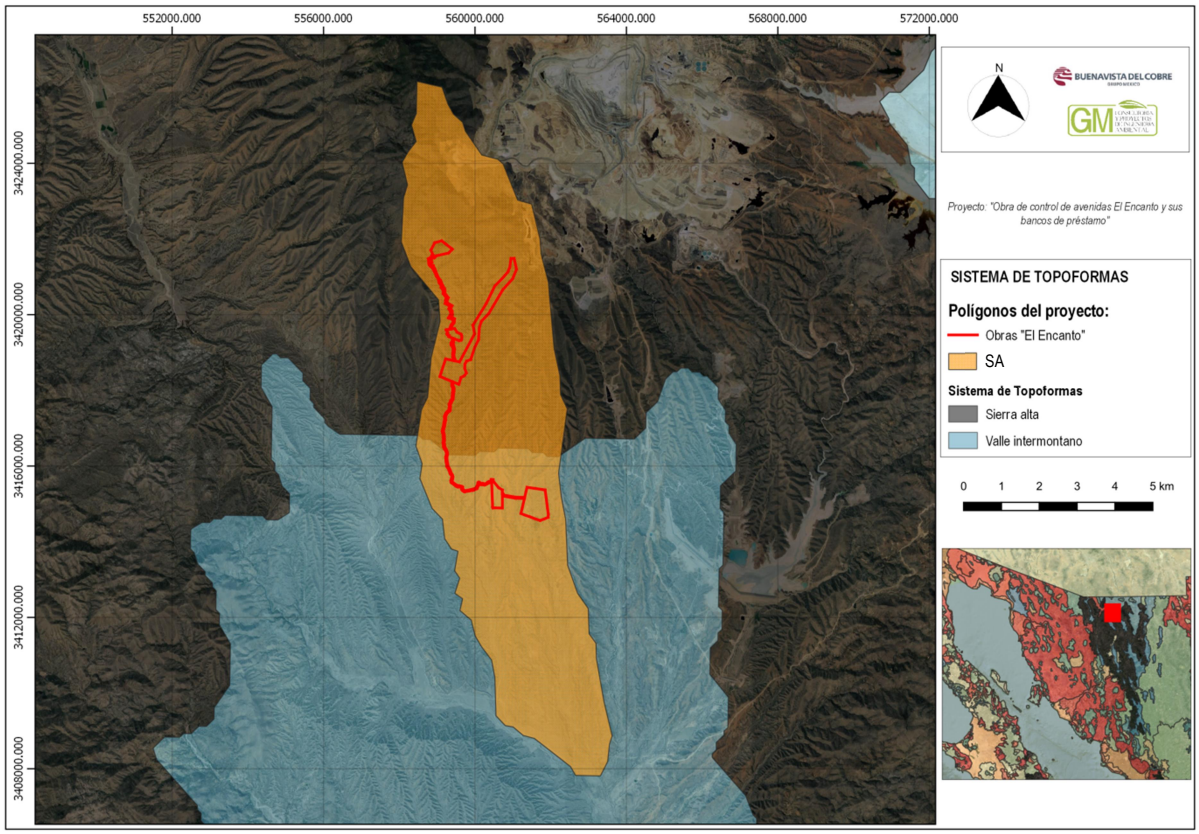
c) Inundaciones: El SA no es susceptible a inundaciones y encharcamientos debido a que su configuración fisiográfica y topográfica propicia el flujo de escurrimientos pluviales desde las zonas altas hacia los valles y planicies (del norte hacia el sur) a manera de escurrimientos locales, dada la topografía con presencia de pendiente del 0.73%.

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.

Sistema de topoformas y condiciones del relieve

El relieve que se encuentra en el Sistema Ambiental (SA) posee dos grupos de topoformas, las cuales son las denominadas Sierra Alta y el Valle Intermontano, como se observa en la figura IV.8.

Figura IV.8. Sistemas de topoformas presentes en el SA



De manera general, a continuación se describen los rasgos geográficos presentes en estos dos tipos de Topoformas que conforman al SA:

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.

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.

Componentes relevantes que favorecen el proceso de degradación y pérdida de suelo

Al ser una región donde se presentan pastizales, tanto natural como inducido, los componentes que pueden resultar relevantes al proceso de degradación y pérdida de suelo, es la escasa cobertura natural, así como suelos primarios presentes a lo largo y ancho del SA, siendo suelos susceptibles a la erosión dentro del SA por ser suelos pedregosos, suelos someros, sin desarrollo del perfil.

ÁREA DEL PROYECTO

Geología regional

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

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

La secuencia de rocas expuestas en la región se menciona a continuación, de la unidad más antigua a la más reciente:

Paleozoico

En el área se encuentra representado por una secuencia detrítico-carbonatada que fue depositada en un ambiente de plataforma somera, cuyas edades varían del Cámbrico al Pérmico. Del Cámbrico al Ordovícico existe una graduación en las facies de plataforma, ya que en el norte del Estado, estas facies son de plataforma externa, mientras que al sur son de facies de plataforma interna. Del Carbonífero al Pérmico, las secuencias carbonatadas presentan facies más homogéneas en todo el estado. Tanto el contacto superior como el inferior de las secuencias paleozoicas se consideran discordantes con las rocas mesozoicas y precámbricas respectivamente.

En la Sierra los Ajos se reporta una secuencia compuesta por calizas arcillosas y dolomitizadas con lentes arenosos y pedernal (EmCCz) del Cámbrico Medio-Carbonífero, correlacionable con Formación Arrojos.

Mesozoico

El Mesozoico de Sonora está representado por una secuencia marina, con depósitos zoneados calcáreos, arcillo-calcáreos y arcillo-arenosos y otra continental areno-conglomerática. Afloran también rocas ígneas intrusivas y extrusivas de composición ácida a intermedia.

Triásico

Está representado por areniscas, calizas, limonitas y micro conglomerados, (TRsCz-Ar) que afloran al sureste de Hermosillo (Sierra La Flojera), Rodríguez (1981) encontró pelecípodos a los que se les determinó una edad del Triásico Medio – Superior.

Paleoceno

Se caracteriza por una serie de eventos vulcano-plutónicos, localizados en la región centro-noreste de Sonora, cuya alineación es NNW–SSE, desde Cananea a Nacozari. Estos afloramientos de rocas del Paleógeno y Neógeno abarcan más de dos terceras partes del acuífero, están constituidos principalmente por rocas volcánicas como son: riolitas, ignimbritas y andesitas, y rocas plutónicas, que corresponden a monzogranitos o pórfidos monzoníticos, en menor proporción con respecto al resto de las rocas cenozoicas. También se reportan rocas sedimentarias clásticas (Dumble, 1900 y King 1939) que afloran a lo largo de toda la cuenca, conformadas por conglomerados polimícticos, en algunos lugares afloran areniscas del mismo evento que pertenecen a la

parte distal del abanico aluvial.

Tipos de roca presentes

Los tipos de roca presentes en las superficies del proyecto, son los presentados en la figura IV.8, que son la roca Extrusiva e Intrusiva en su parte alta, Híbrida en todo el centro y Sedimentaria al sur. A continuación se describen de manera general los tipos de roca donde se ubica la totalidad de los polígonos del presente proyecto, para conocer sus composiciones.

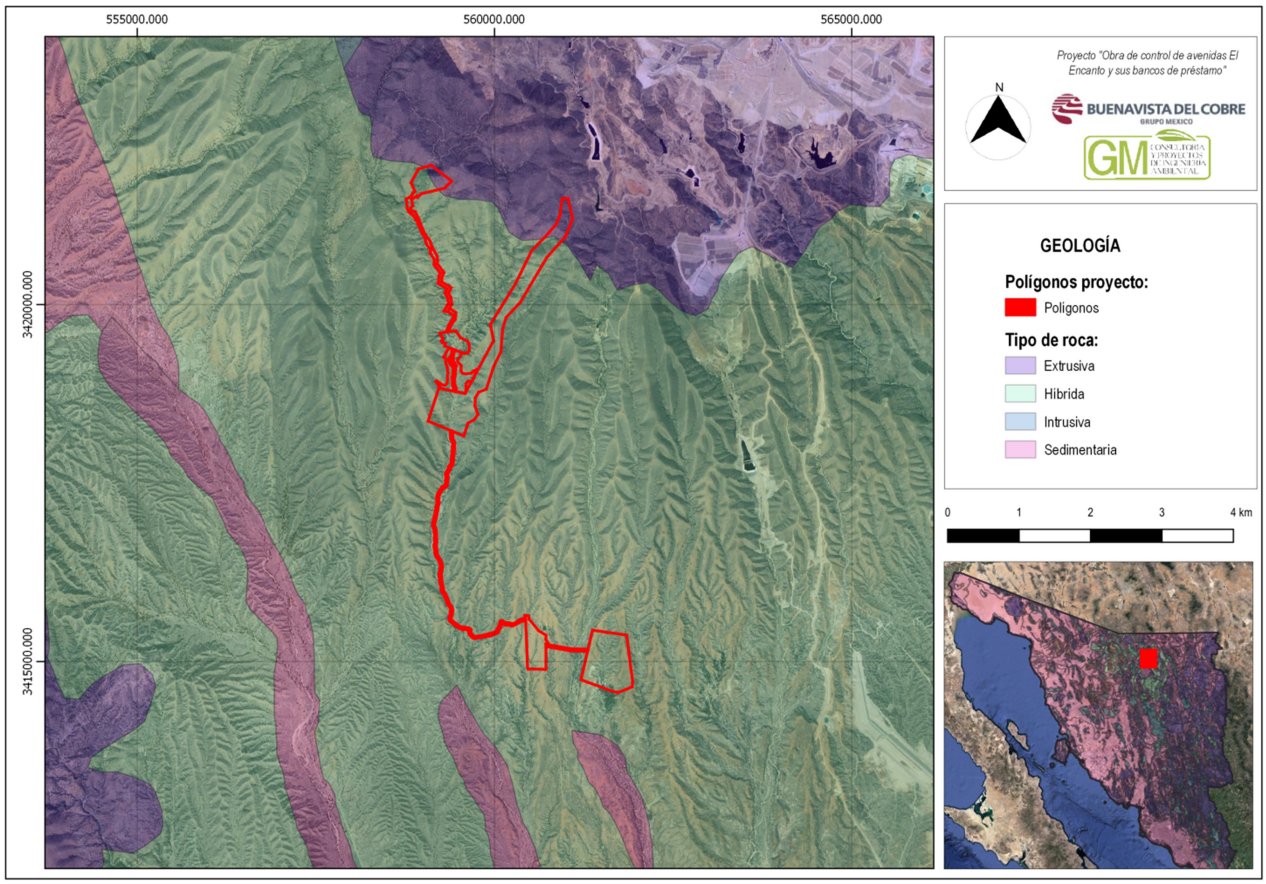
Rocas Extrusivas

Las rocas extrusivas se forman sobre la superficie del terreno natural, esto debido a que la lava en su momento se enfrió rápidamente a medida que emergió a la superficie. Las rocas ígneas extrusivas se enfrían mucho más rápido que las rocas intrusivas. El tiempo de enfriamiento rápido no permite que se formen cristales grandes. Así las rocas ígneas extrusivas tienen cristales más pequeños que las rocas ígneas intrusivas. Las rocas ígneas extrusivas también son llamadas rocas volcánicas.

Rocas Híbridas

Este tipo de roca se presenta en la mayoría de las superficies del proyecto. Las rocas híbridas presentes en el sitio del proyecto corresponden a la unión o mezcla de dos tipos de magma, específicamente roca extrusiva con otro tipo, que puede ser sedimentaria o intrusiva, que son las que se ubican cercanas al proyecto, como se aprecia en la Figura IV.8.

Figura IV.9. Geología (tipo de roca) presente en los polígonos del proyecto



Como se mencionó anteriormente, en el área de estudio se encuentran afloramientos de origen extrusiva 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 los polígonos) y en el distrito minero de Cananea (dentro de los polígonos 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".

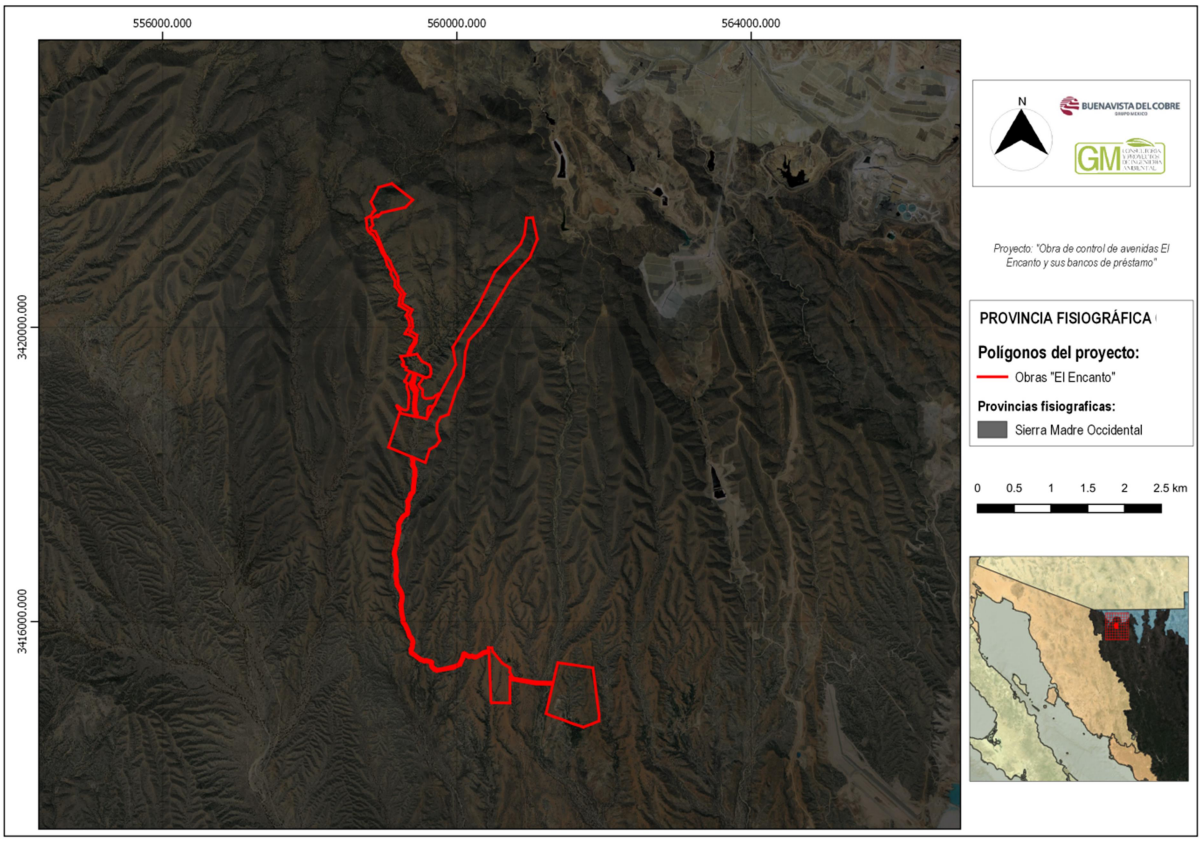
Geomorfología y Fisiografía

Los polígonos del proyecto se localizan al norte de la Provincia Fisiográfica "Sierra Madre Occidental" (Raíz, 1959; CONAGUA, 2002b), casi en el límite con la Provincia Fisiográfica "Sierras y Llanuras del Norte". 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

Las superficies del proyecto se encuentran en su totalidad dentro de la Provincia fisiográfica denominada *"Sierra Madre Occidental"*, como se muestra en la Figura IV.9.

Figura IV.10. Provincia fisiográfica en los polígonos del proyecto



Sierra Madre Occidental

Los polígonos 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.

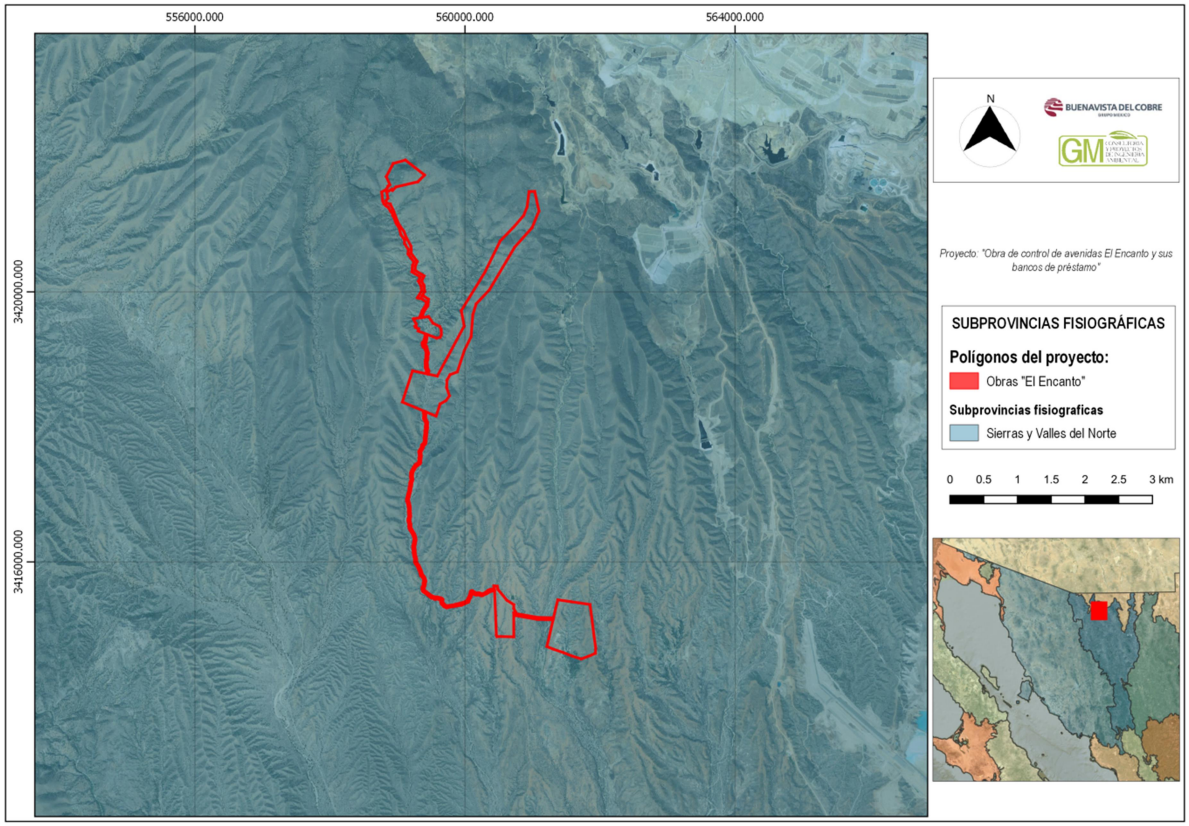
Esta provincia fisiográfica, limita al Norte con Estados Unidos y la provincia de las Sierras y Llanuras del Norte; al Este, tiene límites con las provincias de la Sierras y Llanuras del Norte y la provincia de la Mesa del Centro; por el Sur, limita con la provincia del Eje Neovolcánico; y en la porción 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".

Subprovincias fisiográficas

En cuanto a las Subprovincias fisiográficas, los polígonos del proyecto se encuentra en su totalidad dentro de la denominada *"Sierras y valles del norte"*, como se presenta en la figura IV.10.

Figura IV.11. Subprovincia fisiográfica en los polígonos del proyecto



Sierras y valles 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.

Susceptibilidad del terreno a la Sismicidad

En cuanto a la Sismisidad en el sitio del proyecto, 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.12. 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 proyecto en estudio dentro de la zona B, la cual es una zona intermedia donde se registran sismos de baja frecuencia.

a) Susceptibilidad a deslizamientos: No se contempla, el terreno donde atraviesa el proyecto, es semi plano y en algunos sitios si se encuentran pendientes pronunciadas.

b) Derrumbes: No existe registro de derrumbes en los polígonos del proyecto toda vez la naturaleza de las rocas que conforman el basamento del área del proyecto.

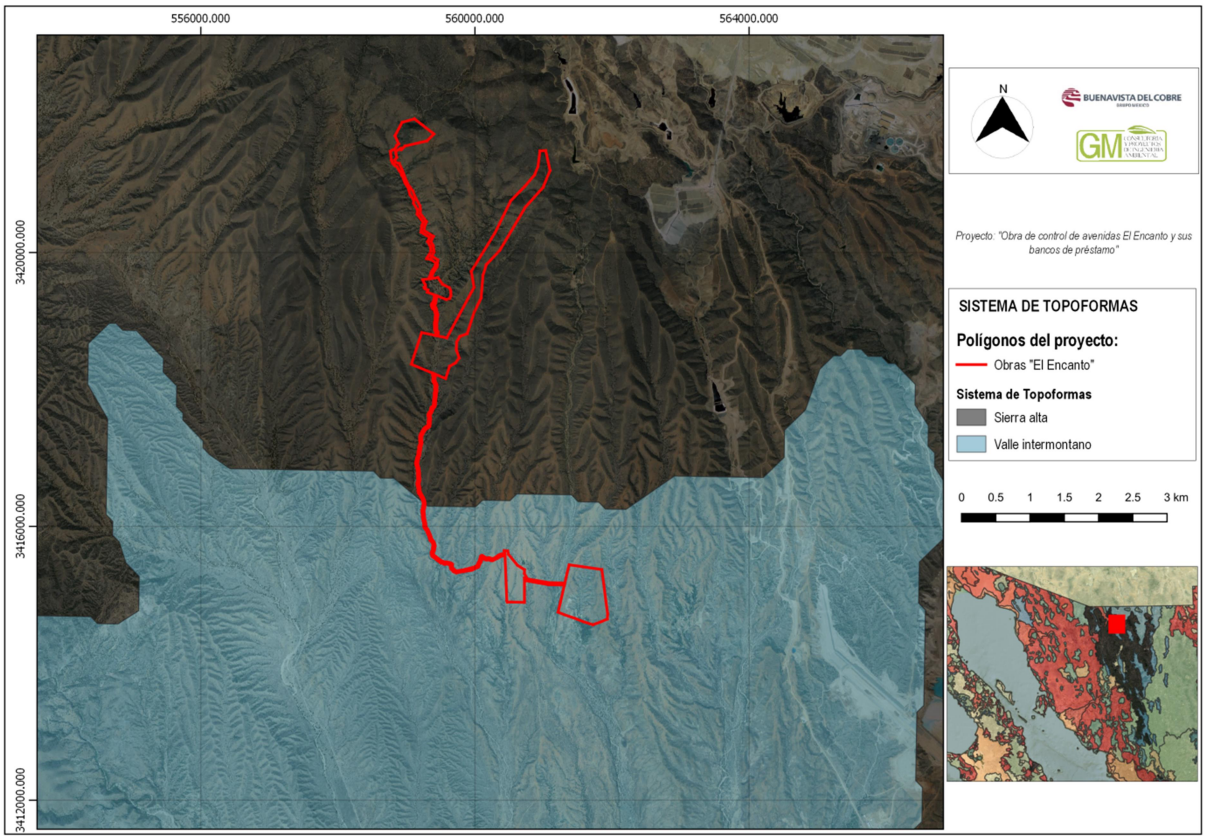
c) Inundaciones: Los polígonos del proyecto no son susceptibles a inundaciones y encharcamientos debido a que su configuración fisiográfica y topográfica propicia el flujo de escurrimientos pluviales desde las zonas altas hacia los valles y planicies a manera de escurrimientos locales dada la topografía.

d) Otros (Actividad volcánica): En la parte norte, 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.

Sistema de topoformas y condiciones del relieve

El relieve del terreno en los polígonos del proyecto posee dos grupos de topoformas, los cuales son en su mayoría el Valle Intermontano (72.95%) y Sierra Alta (27.05%), como se observa en la siguiente figura:

Figura IV.13. Sistemas de topoformas presentes en los polígonos del proyecto



A continuación se describen las Topoformas presentes en el sitio del proyecto mencionadas anteriormente, especificando sus características principales.

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.

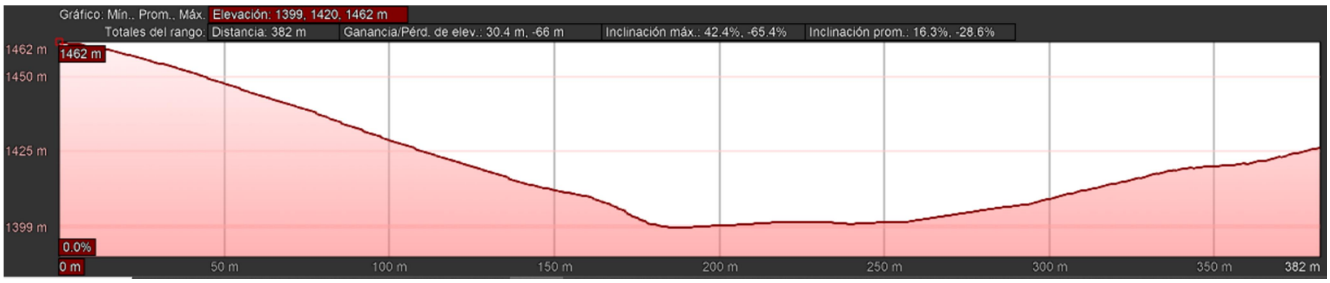
Sierra Alta

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 de elevación", se logró obtener una simulación del eje, obteniendo los datos de totales de Rangos del perfil. La información obtenida fue la siguiente:

Obra de control de avenidas y sus obras complementarias



Estas obras tienen un rango de elevaciones, de acuerdo al gráfico, de mínimo 1,399 msnm y máximo 1,462 msnm, siendo una diferencia de 63 metros a lo largo de aproximadamente 382 metros. La inclinación promedio ronda entre los 16.3% y los 28.6%, situándose la pendiente entre este rango.

Camino de acceso a la obra de control de avenidas desde Tinajas 2



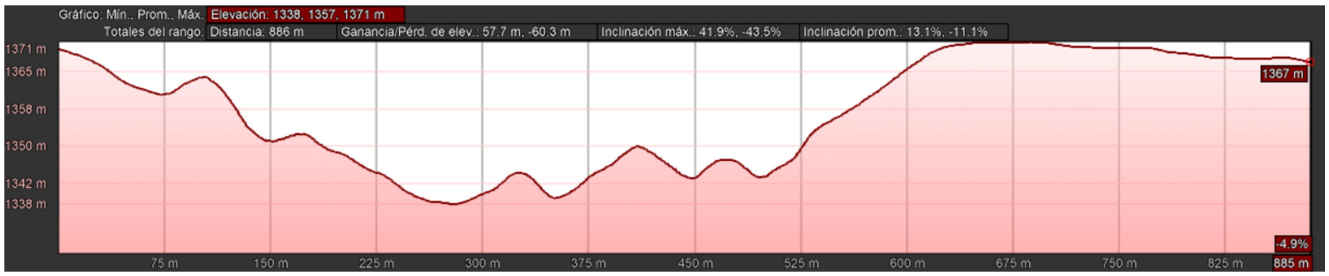
Estas obras tienen un rango de elevaciones, de acuerdo al gráfico, de mínimo 1,429 msnm y máximo 1,584 msnm, siendo una diferencia de 155 metros a lo largo de aproximadamente 2.84 kilómetros. La inclinación promedio ronda entre los 11.1% y -9%, situándose la pendiente entre este rango.

Banco de arcilla 1



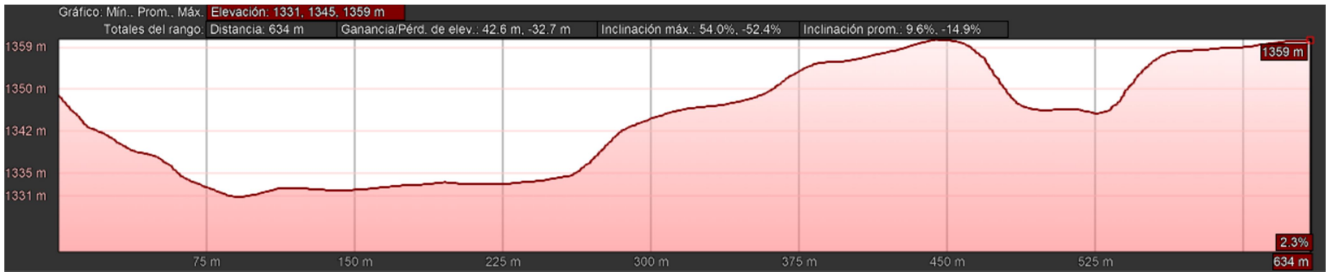
Esta obra tiene un rango de elevaciones, de acuerdo al gráfico, de mínimo 1,352 msnm y máximo 1,373 msnm, siendo una diferencia de 21 metros a lo largo de aproximadamente 750 metros. La inclinación promedio ronda entre los 2.2% y -3.6%, situándose la pendiente entre este rango.

Banco de arcilla 2



Esta obra tiene un rango de elevaciones, de acuerdo al gráfico, de mínimo 1,338 msnm y máximo 1,371 msnm, siendo una diferencia de 33 metros a lo largo de aproximadamente 886 metros. La inclinación promedio ronda entre los 13.1% y -11.1%, situándose la pendiente entre este rango.

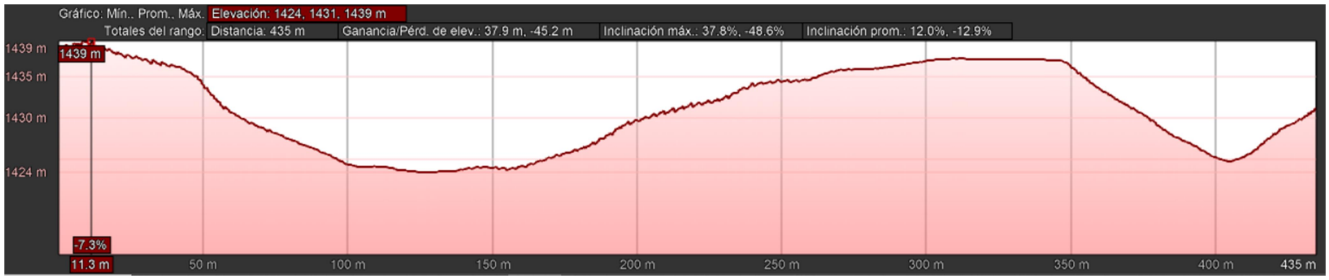
Camino entre bancos de arcilla 1 y 2



Esta obra tiene un rango de elevaciones, de acuerdo al gráfico, de mínimo 1,331 msnm y máximo 1,359 msnm, siendo una diferencia de 28 metros a lo largo de aproximadamente

634 metros. La inclinación promedio ronda entre los 9.6% y -14.9%, situándose la pendiente entre este rango.

Banco de grava-arena



Esta obra tiene un rango de elevaciones, de acuerdo al gráfico, de mínimo 1,424 msnm y máximo 1,439 msnm, siendo una diferencia de 15 metros a lo largo de aproximadamente 435 metros. La inclinación promedio ronda entre los 12% y -12.9%, situándose la pendiente entre este rango.

Banco de roca



Esta obra tiene un rango de elevaciones, de acuerdo al gráfico, de mínimo 1,551 msnm y máximo 1,663 msnm, siendo una diferencia de 112 metros a lo largo de aproximadamente 576 metros. La inclinación promedio ronda entre los 6.7% y -29.6%, situándose la pendiente entre este rango.

Componentes relevantes que favorecen el proceso de degradación y pérdida de suelo

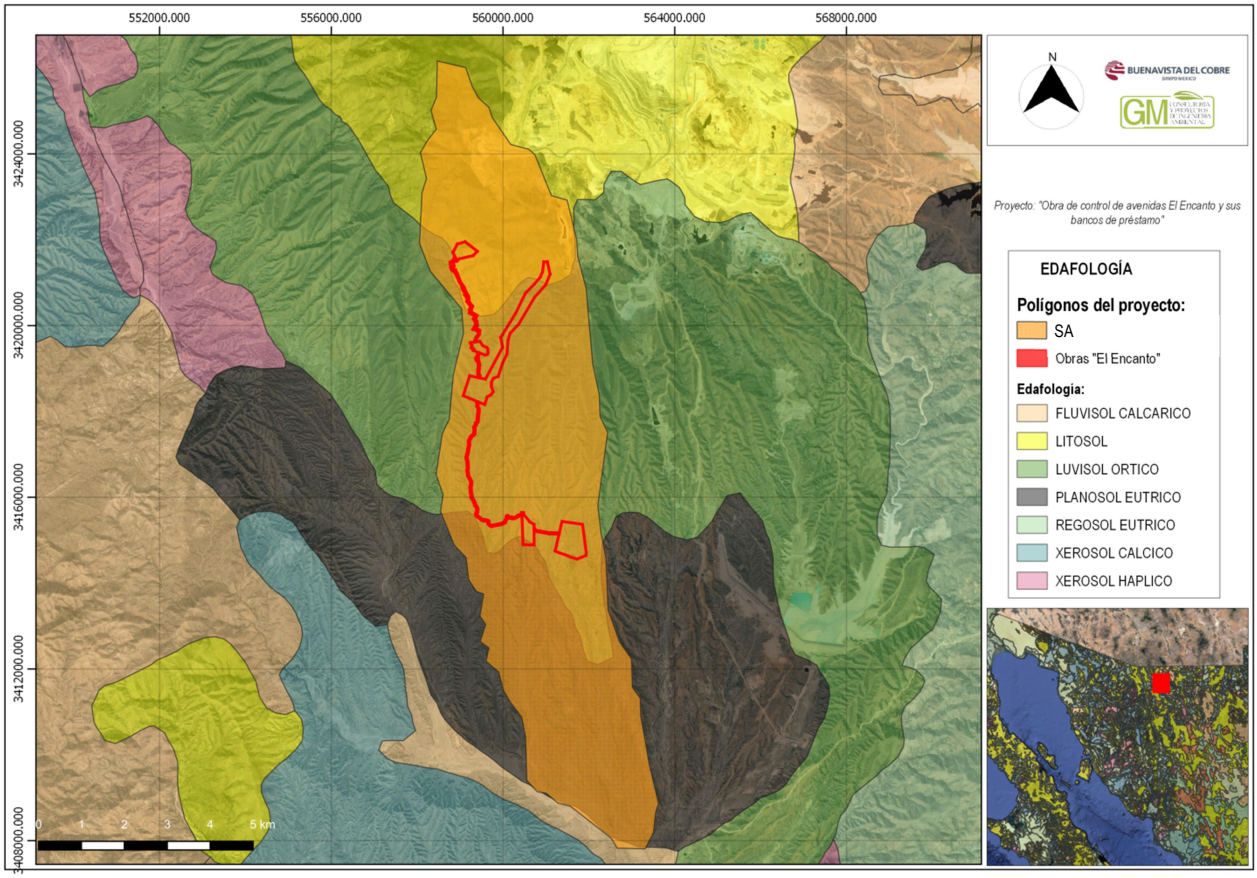
Al ser un terreno donde se presenta pastizal natural y vegetaciones secundarias arbustivas de pastizal natural y de bosque de encino, los componentes que pueden resultar relevantes al proceso de degradación y pérdida de suelo, es la escasa cobertura natural, así como suelos primarios presentes en los polígonos del proyecto, siendo suelos susceptibles a la erosión por ser suelos pedregosos, suelos someros, sin desarrollo del perfil.

c) Suelos

SA

Los tipos de suelo principales que se ubican en el Sistema Ambiental, son Litosol, Luvisol órtico, Planosol eutrico y una pequeña franja al final del SA es de fluvisol calcárico, como se observa en la figura IV.14.

Figura IV.14. Tipos de suelos presentes en el SA



Las principales características de los suelos con mayor representación se muestran a continuación.

Fluvisol: (Clasificación FAO-Unesco, 1989)

El término fluvisol deriva del vocablo latino "fluvius" que significa río, haciendo alusión a que estos suelos están desarrollados sobre depósitos aluviales. El material original lo constituyen depósitos, predominantemente recientes, de origen fluvial, lacustre o marino.

Se encuentran en áreas periódicamente inundadas, a menos que estén protegidas por diques, de llanuras aluviales, abanicos fluviales y valles pantanosos. Aparecen sobre todos los continentes y cualquier zona climática.

El perfil es de tipo AC con evidentes muestras de estratificación que dificultan la diferenciación de los horizontes, aunque es frecuente la presencia de un horizonte Ah muy conspicuo. Los rasgos redoximórficos son frecuentes, sobre todo en la parte baja del perfil.

Los Fluvisoles suelen utilizarse para cultivos de consumo, huertas y, frecuentemente, para pastos. Es habitual que requieran un control de las inundaciones, drenajes artificiales y que se utilicen bajo regadío. Cuando se drenan, los Fluvisoles tiónicos sufren una fuerte acidificación acompañada de elevados niveles de aluminio.

Luvisol (Clasificación FAO-Unesco, 1989)

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

El perfil es de tipo ABtC. Sobre el horizonte árgico puede aparecer un álbico, en este caso son intergrados hacia los albeluvisoles. El amplio rango de materiales originales y condiciones ambientales, otorgan una gran diversidad a este Grupo.

Cuando el drenaje interno es adecuado, presentan una gran potencialidad para un gran número de cultivos a causa de su moderado estado de alteración y su, generalmente, alto grado de saturación.

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.

Litosol (Clasificación FAO-Unesco, 1989)

Son suelos muy delgados, de un espesor inferior a 25 cm y antes de llegar a la capa rocosa pueden ser más profundos, con alto contenido de rocas o grava. Es uno de los grupos de suelos que deben su formación a condiciones topográficas, ya que se crean en zonas montañosas con pendientes pronunciadas. Así como también a orillas de ríos que depositan más grava que material fino o en planicies con base rocosa calcárea.

El perfil de los litosoles o leptosoles es poco desarrollado, al tratarse de suelos en formación y de escasa profundidad. En algunos casos solo consisten en un horizonte A directamente sobre la roca madre. Asimismo, se puede presentar entre el horizonte A y la roca madre, un horizonte B poco desarrollado calcáreo o no, y con abundantes rocas. Existen varios horizontes diagnósticos superficiales o epipedones, que se pueden encontrar en los litosoles o leptosoles.

Estado de conservación del suelo

En este apartado se analiza el estado y/o grado de conservación del suelo, mismo que puede ser afectado por fenómenos antropogénicos, es decir por la actividad humana que impacta sobre la calidad del suelo, y metereológicos, como es el caso de las acciones realizadas por el viento y las escorrentías locales, estos dos fenómenos generan una erosión.

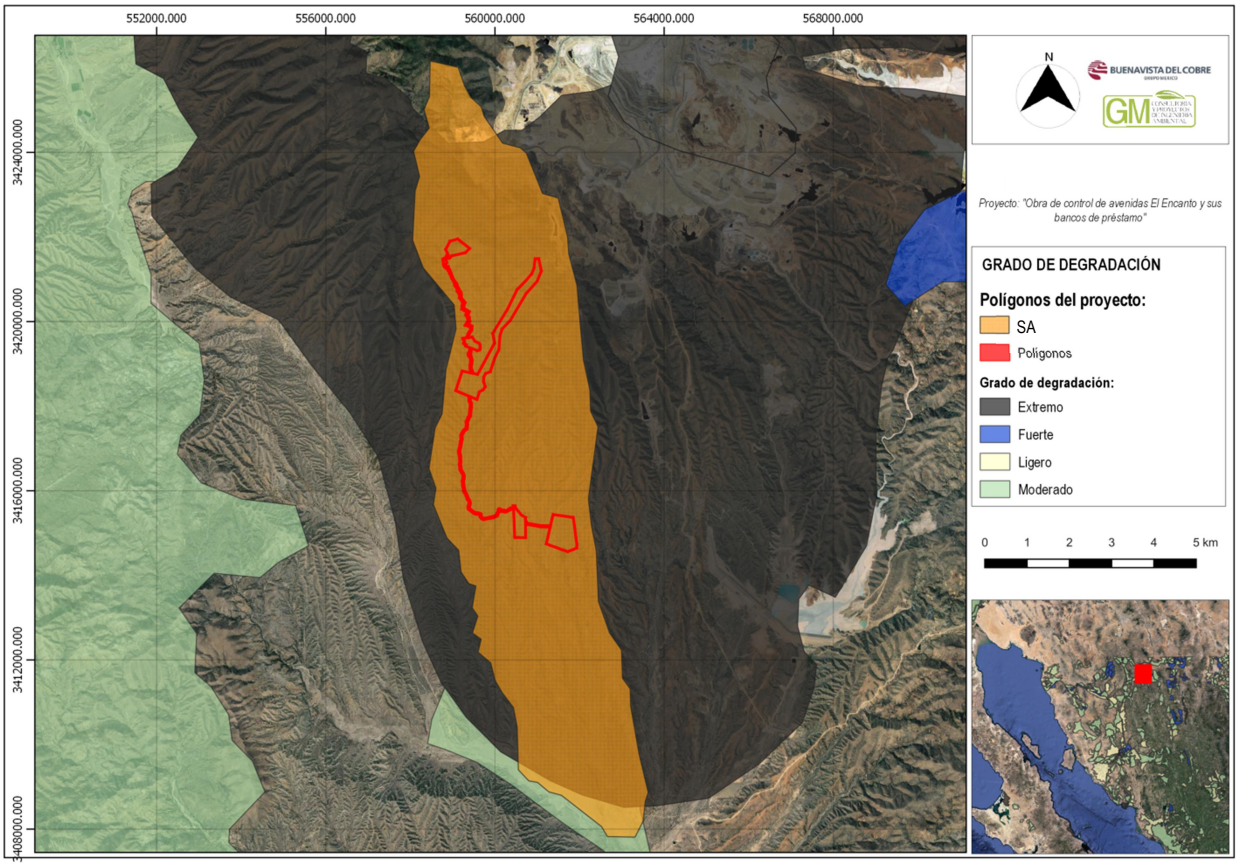
La erosión del suelo por fenómenos antropogénicos (actividad humana), puede ser por la agricultura, ganadería, minería y otras actividades económicas.

A su vez, para el caso de fenómenos metereológicos 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. La erosión hídrica es la que remueve y transporta las partículas del suelo a través de escorrentía de aguas superficiales por las lluvias que se presenten en un lugar determinado.

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 Sistema Ambiental, 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).

Se generaron, mediante la cartografía de CONABIO, los mapas de degradación del suelo presentados para esta región, específicamente en donde se encuentra el Sistema Ambiental del proyecto, mismo mapa que se presenta en la Figura IV.5.

Figura IV.15. Mapa de degradación de suelos en el SA



Como se observa en la figura IV.5, en el Sistema Ambiental se presentan dos tipos de degradación de suelo, *grado extremo* y *grado moderado*, que a continuación se describen:

<u>Degradación Extrema</u>

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 o por factores metereológicos, como es el caso de las escorrentías, debido a que son partes altas de la Sierra Madre Occidental y por ende se presentan pendientes muy pronunciadas propiciando el transporte de las partículas del suelo.

Degradación moderada

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. En la zona se pueden observar actividades de ganadería.

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 e hídrica, dada la topografía.

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 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.

En el SA en una zona cercana al proyecto se presenta el tipo de vegetación pastizal natural, mismo que físicamente presenta una degradación en cuanto a la cubierta vegetal. En la siguiente figura se presenta una imagen dónde se observa la baja presencia de

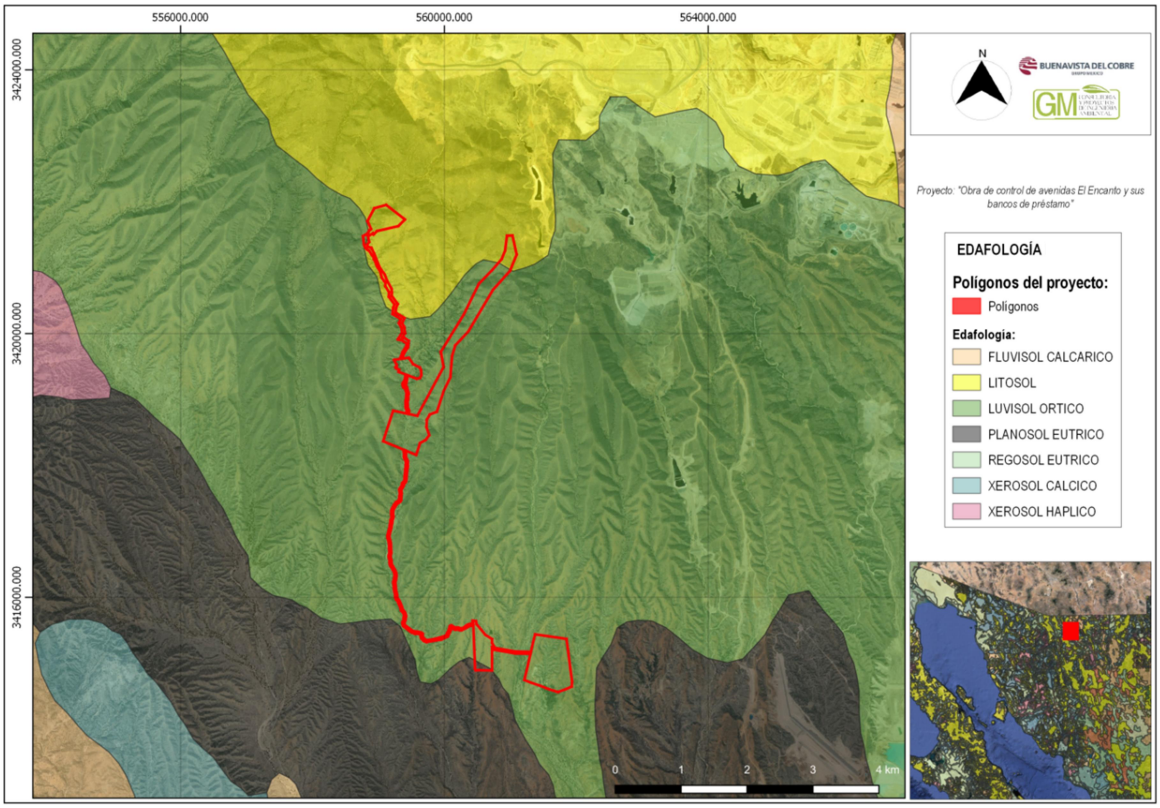
especies arbóreas, en el sentido de que algunas actividades económicas de la zona es la ganadería.



ÁREA DEL PROYECTO

Dentro de los polígonos del proyecto se encuentran diferentes tipos de suelo principales como son el Litosol, Luvisol órtico y una pequeña porción en Planosol eutrico, como se observa en la cartografía presentada en la figura IV.16.

Figura IV.16. Tipos de suelos presentes en los polígonos del proyecto



Las principales características de los suelos con mayor representación se muestran a continuación:

Litosol (Clasificación FAO-Unesco, 1989)

Son suelos muy delgados, de un espesor inferior a 25 cm y antes de llegar a la capa rocosa pueden ser más profundos, con alto contenido de rocas o grava. Es uno de los grupos de suelos que deben su formación a condiciones topográficas, ya que se crean en zonas montañosas con pendientes pronunciadas. Así como también a orillas de ríos que depositan más grava que material fino o en planicies con base rocosa calcárea.

El perfil de los litosoles o leptosoles es poco desarrollado, al tratarse de suelos en formación y de escasa profundidad. En algunos casos solo consisten en un horizonte A directamente sobre la roca madre. Asimismo, se puede presentar entre el horizonte A y la roca madre, un horizonte B poco desarrollado calcáreo o no, y con abundantes rocas. Existen varios horizontes diagnósticos superficiales o epipedones, que se pueden encontrar en los litosoles o leptosoles.

Luvisol (Clasificación FAO-Unesco, 1989)

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

El perfil es de tipo ABtC. Sobre el horizonte árgico puede aparecer un álbico, en este caso son intergrados hacia los albeluvisoles. El amplio rango de materiales originales y condiciones ambientales, otorgan una gran diversidad a este Grupo.

Cuando el drenaje interno es adecuado, presentan una gran potencialidad para un gran número de cultivos a causa de su moderado estado de alteración y su, generalmente, alto grado de saturación.

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.

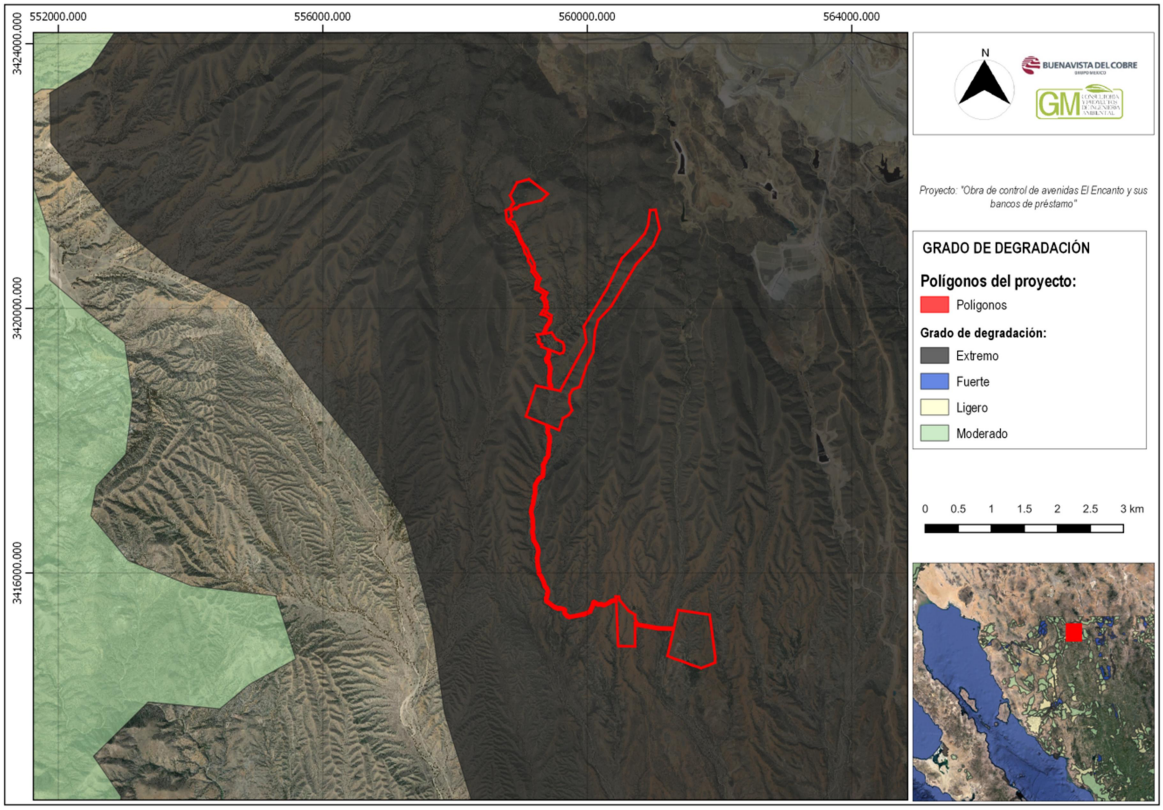
Estado de conservación del suelo

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).

Como se observa en la figura IV.17, según la CONABIO en las superficies del proyecto se presenta un tipo de degradación de suelo, que es el *grado extremo*, abarcando la totalidad de las superficies y gran parte aledaños a ellos.

Figura IV.17. Mapa de degradación de suelos en las superficies del proyecto



A continuación se describe, de manera general, cuáles son las características de la degradación extrema y lo presenciado durante los recorridos de campo en los polígonos del proyecto.

Degradación Extrema

Se tiene degradación física por pérdida de la función productiva, esto debido a la urbanización que se encuentra aguas arriba del proyecto, por diversas actividades

económicas que se instalan en el lugar, y principalmente por ser una zona donde los pastizales abundan por las actividades ganaderas ajenas al Promovente, ya que en estos sitios anteriormente estuvieron diversas rancherías que actualmente no se encuentran en el sitio. Otro factor son las pendientes que se encuentran, esto porque en las superficies al norte del proyecto se encuentran en el sistema de Topoformas Sierra Alta, mismas que permiten el rápido y fácil escurrimiento de las aguas pluviales y por ende aumentando la erosión hídrica.

La erosión eólica e hídrica son los principales procesos que afectan el suelo, son estos factores los que se tienen reportado dentro de Buenavista del Cobre en las partes más altas y abruptas se tiene una pérdida de suelo de más de 200 toneladas por hectárea por año, debido a la erosión hídrica, pero también debido a los distintos tipos de suelos y a la baja cubierta vegetal en algunas zonas, en el caso se tiene una alta perdida de material por causas de la erosión eólica.

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. Sin embargo, en la valoración de erosión del suelo para el proyecto, se considera un sitio con una degradación alta según INEGI y por lo encontrado y visualizado en el terreno.

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 los polígonos del proyecto, se presenta 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.

Según el INEGI, en la zona del proyecto se presenta los tipos de vegetación pastizal natural, vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, mismo que físicamente presenta una degradación en cuanto a la cubierta vegetal. En la siguiente figura se presenta una imagen dónde se observa el pastizal.

Figura IV.18. Evidencia fotográfica de la situación del suelo presente en el área del proyecto



Fuente: Archivo fotográfico de GM Consultoría y Proyectos de Ingeniería Ambiental

Existen algunos 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 que estará 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
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 las Unidades Edafológicas presentes de Luvisol Ortico (Lo) y Planosol eutrico (Pl), que son las unidades de suelo que más superficie ocupan 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 en fase 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:

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 entre 8% y 30% en los polígonos del proyecto, se considera CATOP de 3.50.

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 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	3.5	3.5
CAUSO	0.12	0.4
Tasa de erosión por hectárea	3.1650	10.5502
Tasa de erosión en el Sitio del Proyecto	622.4289	2074.8023

Se observa que la erosión por hectárea sin el proyecto (sin impactar aún) es de 3.1650 toneladas al año por hectárea, misma que según la tabla es considerada como categoría *"ligera"*, al estar por debajo de 12.00.

A su vez, con proyecto (desmonte) da como resultado 10.5502 toneladas al año por hectárea, misma que se acerca a la categoría *"moderada"* al ser un valor cercano al 12.00.

Por lo que se tendría el siguiente incremento de la erosión hídrica en el área que estará sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF):

2074.8023 ton – 622.4289 ton = **1452.3734 toneladas**

En el Anexo 4.5 se presenta la hoja de cálculo en formato Excel de la cantidad de erosión hídrica sujeta al cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 196.66 has restando el área donde no se realizará desmonte (vaso de la presa).

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.

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 de 15.4%, de acuerdo a un promedio de cada polígono de obra aplicando la siguiente formula:

$$S = [(Hf – Hi) / L] * 100$$

Dónde:
Hf = Altura de la cota mayor
Hi = Altura de la cota menor
L = Longitud de la pendiente

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 promedio = 500 m
S = Pendiente media del terreno = 15.4%
m = Parámetro cuyo valor es 0.5

Sustituyendo los valores, se obtiene lo siguiente:

LS = (500^0.5) * (0.0138 + (0.00965 * (15.4) + (0.00138 * (15.4^2))
LS = 10.9498

Donde el resultado obtenido para la Longitud y grado de pendiente (LS) es 10.95.

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		
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:

$$\boldsymbol{E = (R) * (K) * (LS) * (C)}$$
$$E = (1428.3237) * (0.013) * (10.9498) * (0.1)$$
$$E = 20.3319$$

Una vez obtenido el resultado, se concluye que la estimación de erosión eólica actual en el predio es de 20.33 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 encima del nivel máximo permisible, esto al presentarse elevaciones y pendientes pronunciadas al tratarse de una topoforma de Sierra Alta.

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:

$$E = (R) * (K) * (LS)$$
$$E = (1428.3237) * (0.013) * (10.9498)$$
$$E = 203.32$$

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 203.32 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.

$$E = (R) * (K) * (LS) * (P)$$
$$E = (1428.3237) * (0.013) * (10.9498) * (0.1)$$
$$E = 20.3319$$

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. Cabe recalcar que la obra de control de avenidas (obra principal del proyecto) considera la captación de agua y suelo en grandes cantidades, por lo que se espera que el valor de retención de suelo será mucho mayor, no requiriendo en sí la realización de una cantidad elevada de obras de conservación de suelo.

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.8. Erosión eólica para el predio con y sin proyecto

EROSIÓN EÓLICA EN SUELO	CANTIDAD (ton/ha/año)	CANTIDAD (ton/proyecto)
Erosión eólica sin proyecto	20.3319	3,998.47
Erosión eólica con proyecto	203.3185	39,984.62
Erosión eólica con prácticas de conservación	20.3319	3,998.47
Erosión eólica con proyecto con prácticas de conservación	0.0000	0.0000

d) Hidrología superficial y subterránea

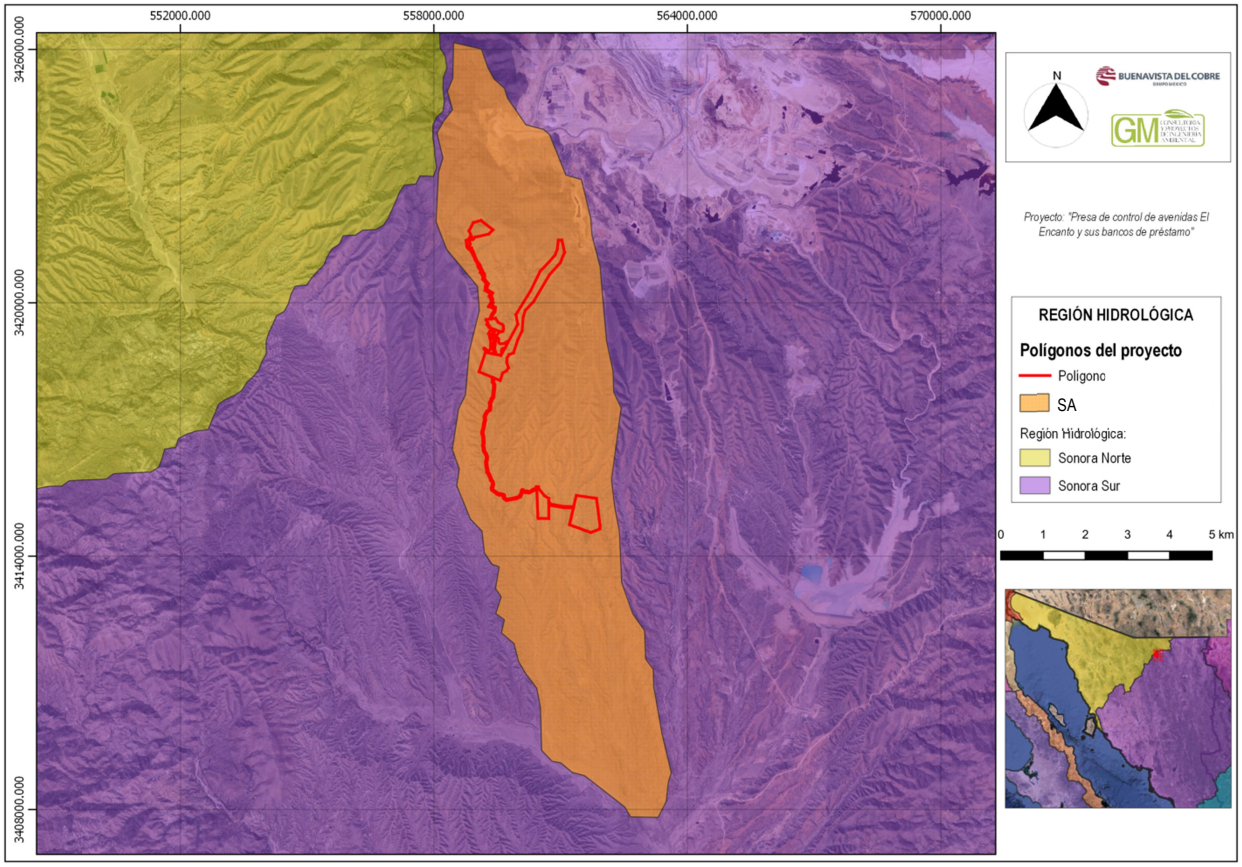
SA

Hidrología superficial

Región Hidrológica

El Sistema Ambiental en la cual se encuentran inmersos los polígonos 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.19. Región hidrológica en el SA



Cuenca hidrológica

La Cuenca donde se ubica el Sistema Ambiental, 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.20. Cuenca donde se ubica el SA



Cuenca del Río Sonora

Esta cuenca se ubica en la porción centrooccidental del Estado, en la región hidrológica RH-9 Sonora Sur (Figura IV.19). Su rasgo hidrográfico más notable es el río Sonora, que nace al oriente de Cananea a una altitud de 2,400 msnm, cuyas aguas eran captadas anteriormente por la presa Abelardo L. Rodríguez, siendo en la actualidad la presa Rodolfo Félix Valdez (El Molinito) la que las almacena. Por su margen derecha se le une el río San Miguel, al cual se une, a su vez, el río Zanjón, corriendo ambos de N a S.

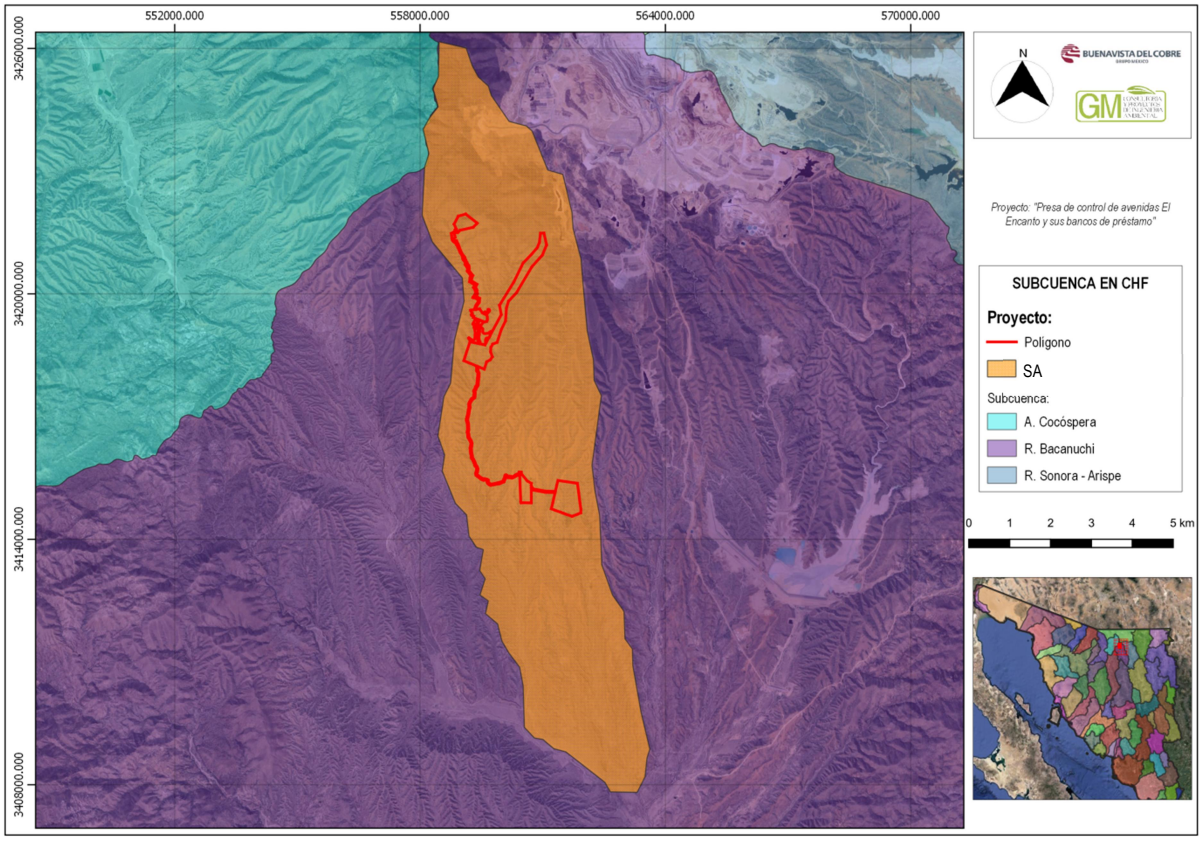
La cuenca del río Sonora tiene una extensión de 26,010 km^2, con una precipitación media anual de 460 mm; la temperatura media es de 21°C y la evaporación potencial media

anual es de 2,031 mm, registrándose el valor más alto, de 2,936 mm, en la estación Presa Abelardo L. Rodríguez, y el más bajo, de 1,151 mm, en la estación Huépac.

Subcuenca hidrológica

El Sistema Ambiental donde se ubica el proyecto, se encuentra en la subcuenca del Río Bacanuchi, ubicándose sobre la región alta de la subcuenca, como se observa en la siguiente figura.

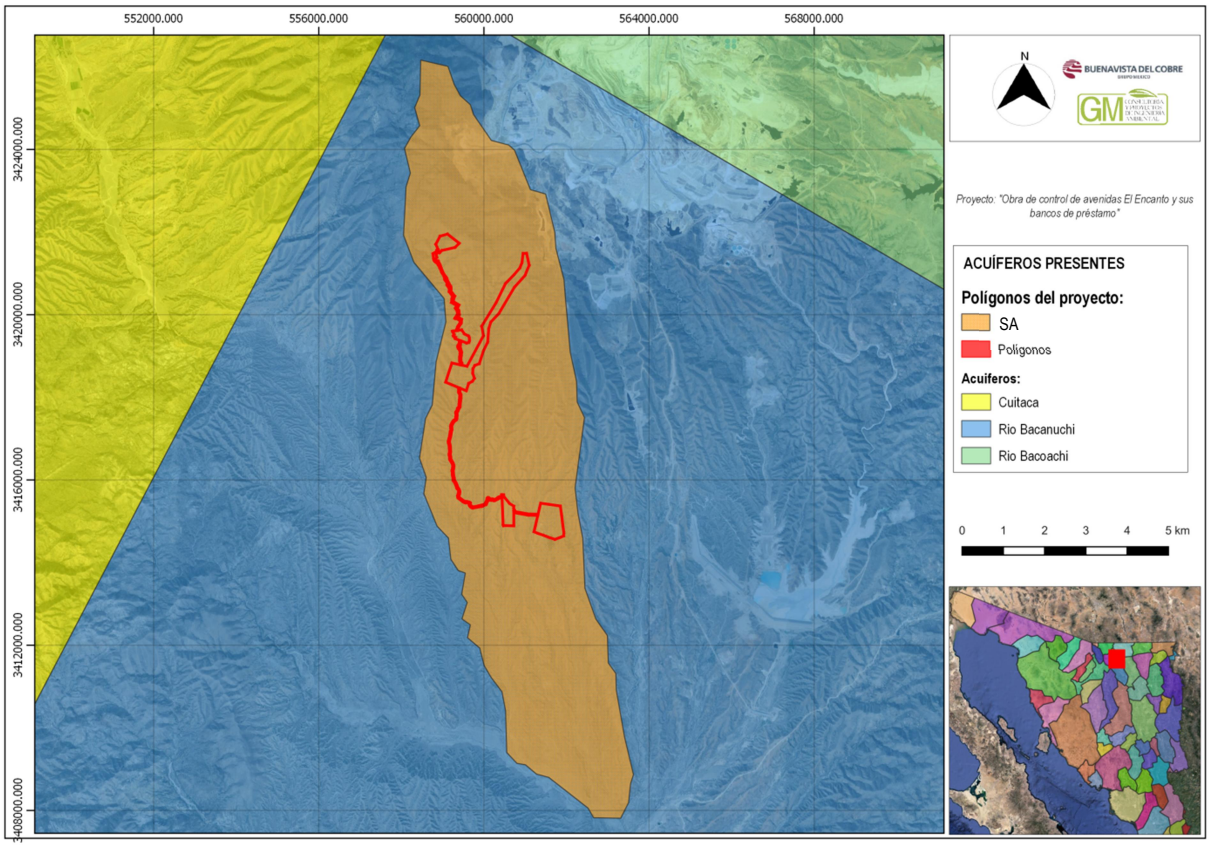
Figura IV.21. Subcuenca donde se ubica el SA



Hidrología subterránea

El Sistema Ambiental se ubica dentro de un acuífero importante en la Sierra Alta de Sonora, que es el caso del Acuífero del Río Bacanuchi, específicamente se encuentra en la parte norte del acuífero donde delimita con el acuífero Cuitaca y Río Bacoachi, como se observa en la siguiente figura:

Figura IV.22. Hidrología subterránea presente en el SA



Acuífero Río Bacanuchi

El acuífero Río Bacanuchi, definido con la clave 2628 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la porción norte del Estado de Sonora, entre las coordenadas geográficas 30° 18' y 30° 59' de latitud norte, y 110° 05' y 110° 34' de longitud oeste, cubriendo una superficie de 1776 km2.

Colinda al norte con el acuífero Cuitaca, al este con Río Bacoachi, al sur con Río Sonora, al oeste con Río San Miguel y al noroeste con el acuífero Cocóspera, todos ellos pertenecientes al estado de Sonora.

Geopolíticamente cubre parcialmente territorio de los municipios Cananea, Arizpe, Bacoachi e Imuris.

De acuerdo con las unidades hidrogeológicas identificadas, es posible definir la presencia de un acuífero heterogéneo y anisotrópico, de tipo libre que presenta condiciones locales de semiconfinamiento debido a la presencia de lentes de sedimentos arcillosos. Está conformado, en porción superior, por depósitos aluviales y conglomerados; y en su porción inferior por rocas sedimentarias y volcánicas fracturadas, que en conjunto presenta un espesor promedio de 150 m.

Considerando las posibilidades de las rocas de contener agua, tomando en cuenta sus características físicas, litológicas y estructurales, además de la influencia en el comportamiento geohidrológico dentro de cada unidad y según los materiales que constituyen las unidades, se determinaron dos grupos: consolidados y no consolidados.

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.

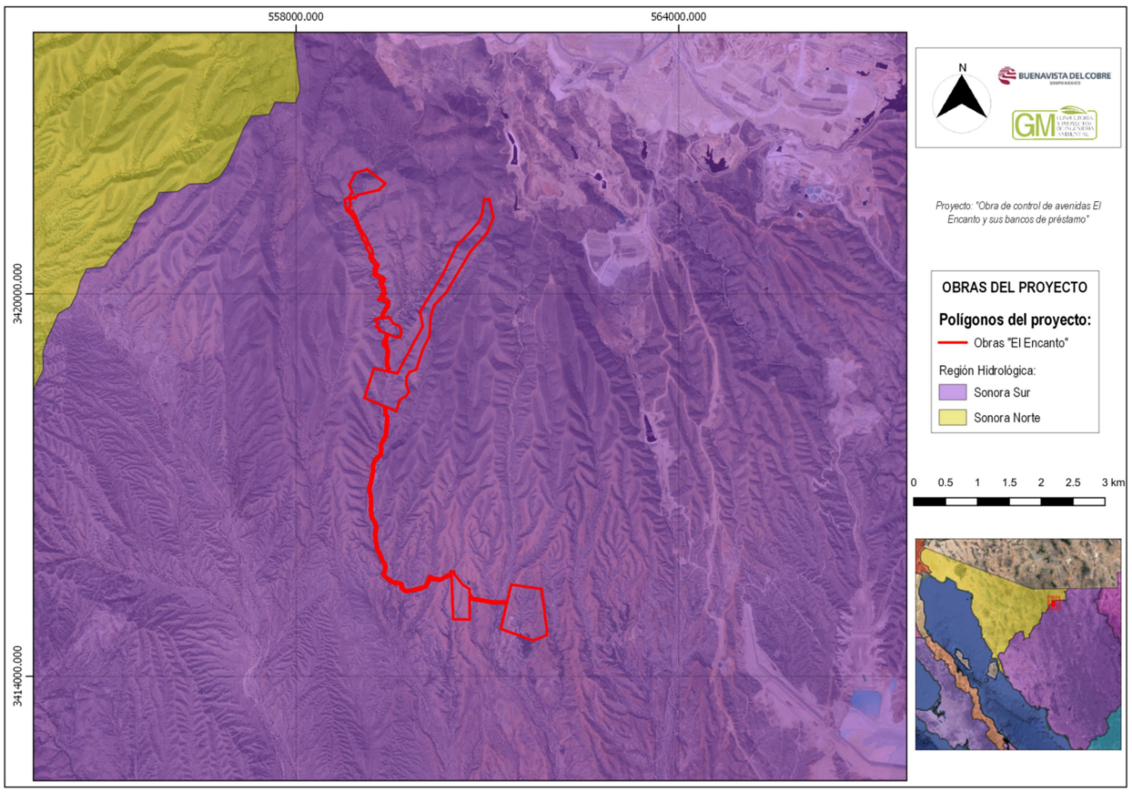
ÁREA DEL PROYECTO

Hidrología superficial

Región Hidrológica

Las superficies del proyecto se ubican en su totalidad dentro de la región hidrológica RH09 Sonora Sur y cercano a la región Sonora Norte, como se puede observar en la siguiente figura.

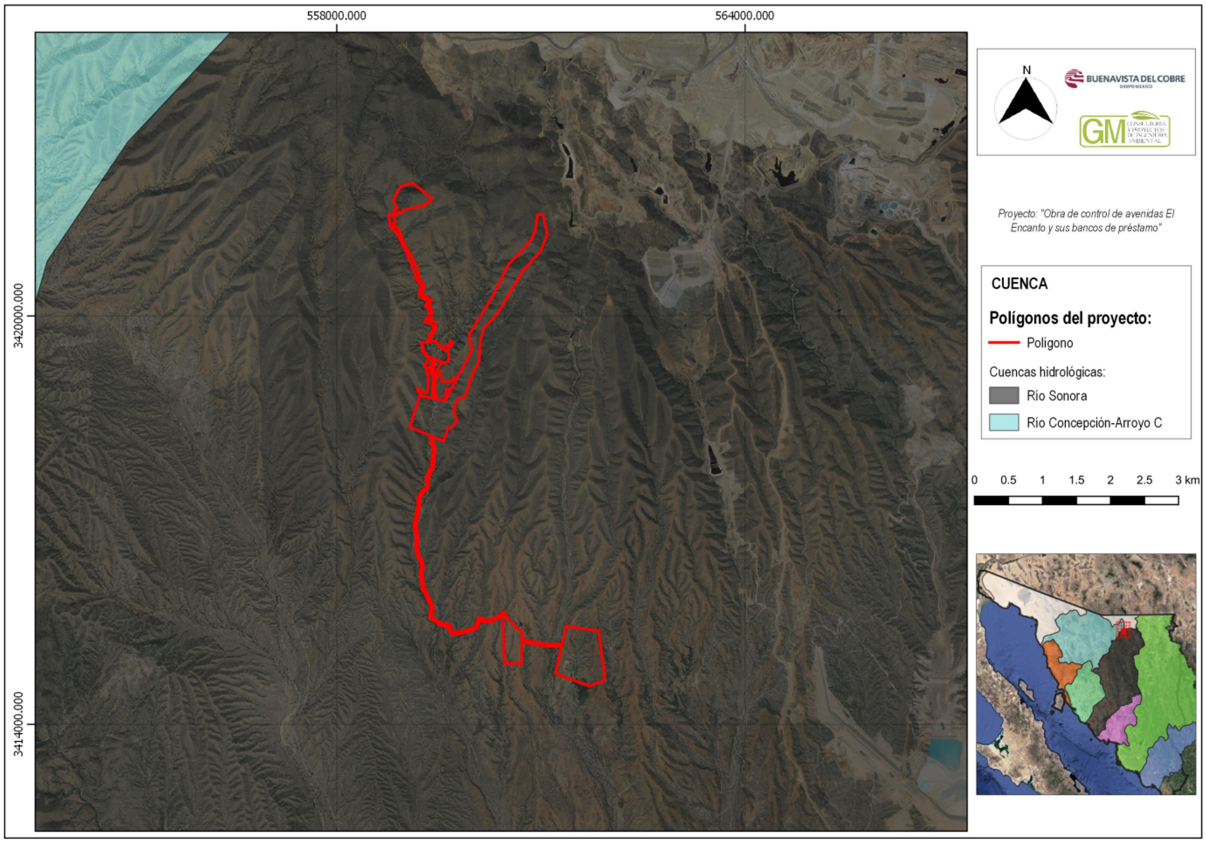
Figura IV.23. Región hidrológica en los sitios del proyecto



Cuenca hidrológica

Los polígonos 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.

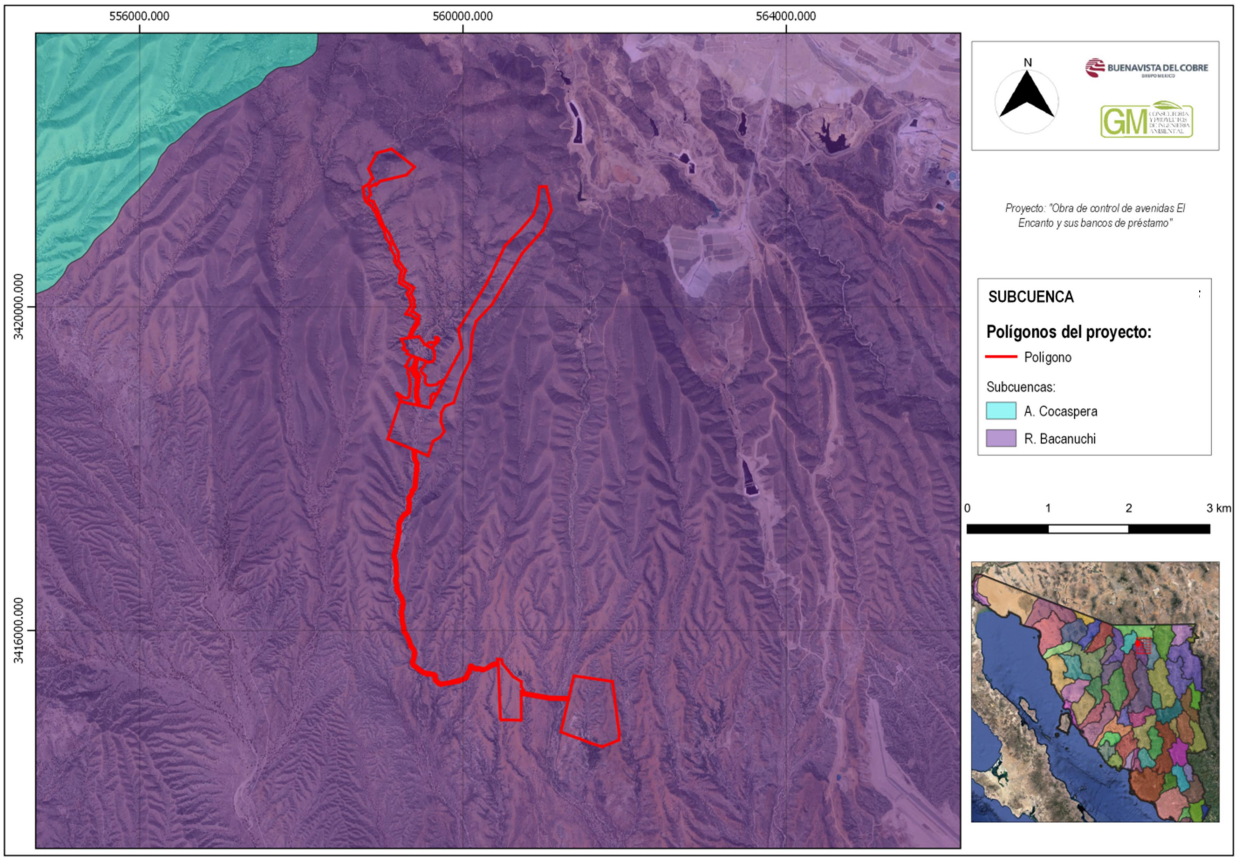
Figura IV.24. Cuenca donde se ubican los polígonos del proyecto



Subcuenca hidrológica

La totalidad de los polígonos del presente proyecto, se ubica sobre la Subcuenca del Río Bacanuchi, como se puede observar en la figura IV.25.

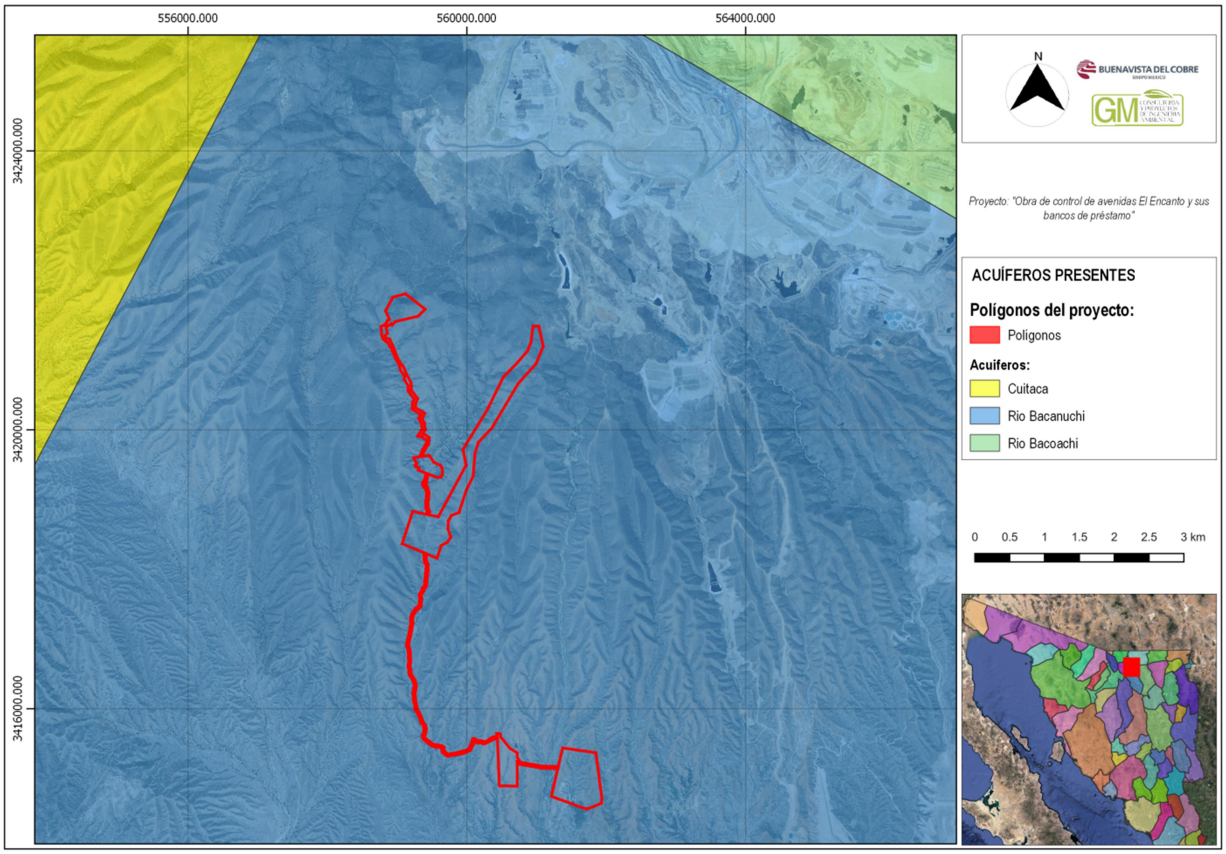
Figura IV.25. Subcuenca donde se ubican los polígonos del proyecto



Hidrología subterránea

Los polígonos del proyecto se ubican dentro de un acuífero importante en la Sierra Alta de Sonora, denominado como Acuífero del Río Bacanuchi, como se observa en la siguiente figura:

Figura IV.26. Hidrología subterránea en los polígonos del proyecto



Acuífero Río Bacanuchi

El acuífero Río Bacanuchi, definido con la clave 2628 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la porción norte del Estado de Sonora, entre las coordenadas geográficas 30° 18' y 30° 59' de latitud norte, y 110° 05' y 110° 34' de longitud oeste, cubriendo una superficie de 1776 km2.

Colinda al norte con el acuífero Cuitaca, al este con Río Bacoachi, al sur con Río Sonora, al oeste con Río San Miguel y al noroeste con el acuífero Cocóspera, todos ellos pertenecientes al estado de Sonora.

Geopolíticamente cubre parcialmente territorio de los municipios Cananea, Arizpe, Bacoachi e Imuris.

De acuerdo con las unidades hidrogeológicas identificadas, es posible definir la presencia de un acuífero heterogéneo y anisotrópico, de tipo libre que presenta condiciones locales de semiconfinamiento debido a la presencia de lentes de sedimentos arcillosos. Está conformado, en porción superior, por depósitos aluviales y conglomerados; y en su porción inferior por rocas sedimentarias y volcánicas fracturadas, que en conjunto presenta un espesor promedio de 150 m.

Considerando las posibilidades de las rocas de contener agua, tomando en cuenta sus características físicas, litológicas y estructurales, además de la influencia en el comportamiento geohidrológico dentro de cada unidad y según los materiales que constituyen las unidades, se determinaron dos grupos: consolidados y no consolidados.

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.

Según el estudio *"Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Río Bacanuchi (2628), Estado de Sonora"*, de la Comisión Nacional del Agua – Subdirección General Técnica, y utilizando la metodología para definir la Disponibilidad de Aguas Subterráneas (DAS), el acuífero tiene un volumen adicional de 10'290,142 m^3 anuales para otorgar nuevas concesiones.

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 de 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

$$Ve = 0.5107 * 1'966,632 * 0.1232$$
$$Ve = 123,701.54\ m^3/año$$

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			

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 donde se realizará el desmonte en los predios sujetos a CUSTF tiene una superficie de 196.66 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 = 1'966,632

$$VpCUSTF = 0.5107 * 1'966,632$$
$$VpCUSTF = 1',004,358.96\ m^3/año$$

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:

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

Dónde:
ETR = Evapotranspiración
P = Precipitación (m/año)
X = 1 / (0.8+0.14t)
t = Temperatura media anual

$$X = 1 / (0.8 + 0.14\ (16.2))$$
$$X = 0.3259$$

Se calcula ETR

$$ETR = 0.5107 – (0.3259)*0.5107^2$$
$$ETR = 0.4257\ m/año$$

A su vez, se calcula en volumen multiplicando por el área del terreno en m^2.

$$ETR = 0.4257\ m/año * 1'966,632\ m2 = 837,195.24\ m^3/año$$

ETR = 837,173.13 m^3/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):

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

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 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	1',004,358.96	100
Volumen ETR	837,173.13	83.35
Escurrimiento	123,701.54	12.32
Infiltración	43,484.29	4.33

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

Para realizar la estimación del volumen de agua que se dejaría de infiltrar bajo el escenario de haber realizado el CUSTF, se utilizó la misma metodología y los mismos parámetros, con excepción del valor de K en el proceso de obtención del escurrimiento, el cual ahora fue de 0.30 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	1',004,358.96	100
Volumen ETR	837,173.13	83.35
Escurrimiento	139,711.35	13.91
Infiltración	27,474.48	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, ya que se realizarán los desmontes en las superficies en las que se esté trabajando. A su vez, se contempla realizar 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.9. 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	43,484.29	27,474.48	16,009.81	6,156.24	10,404.25	16,560.49	550.68

Lo tabla anterior indica que los rescates y reubicación de la flora silvestre, así como la reforestación que se tendrá con el proyecto de la obra de control de avenidas y sus obras complementarias en las áreas aledañas, satisface completamente la variable de infiltración.

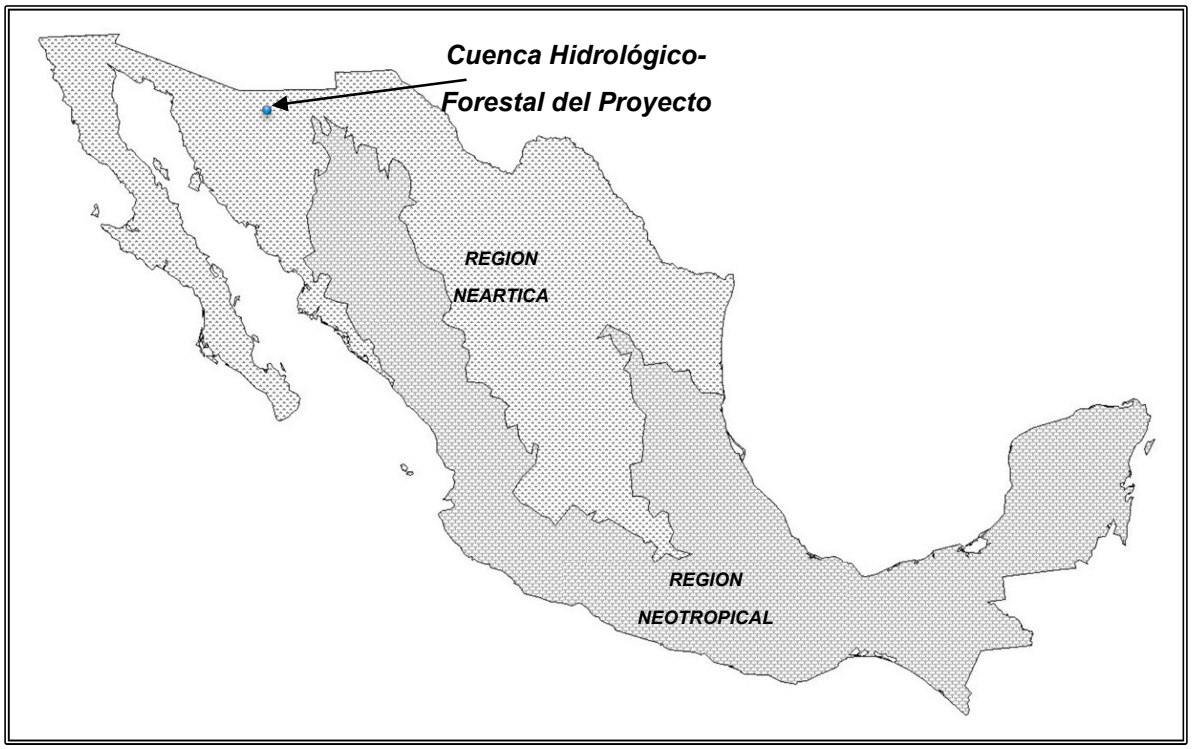
IV.2.2 Aspectos bióticos

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 13, el SA del proyecto se localiza de la Región Neártica.

Figura IV.27. Regiones o zonas biogeográficas de México



Morrone, Juan J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. Revista mexicana de biodiversidad, 76(2), 207-252.

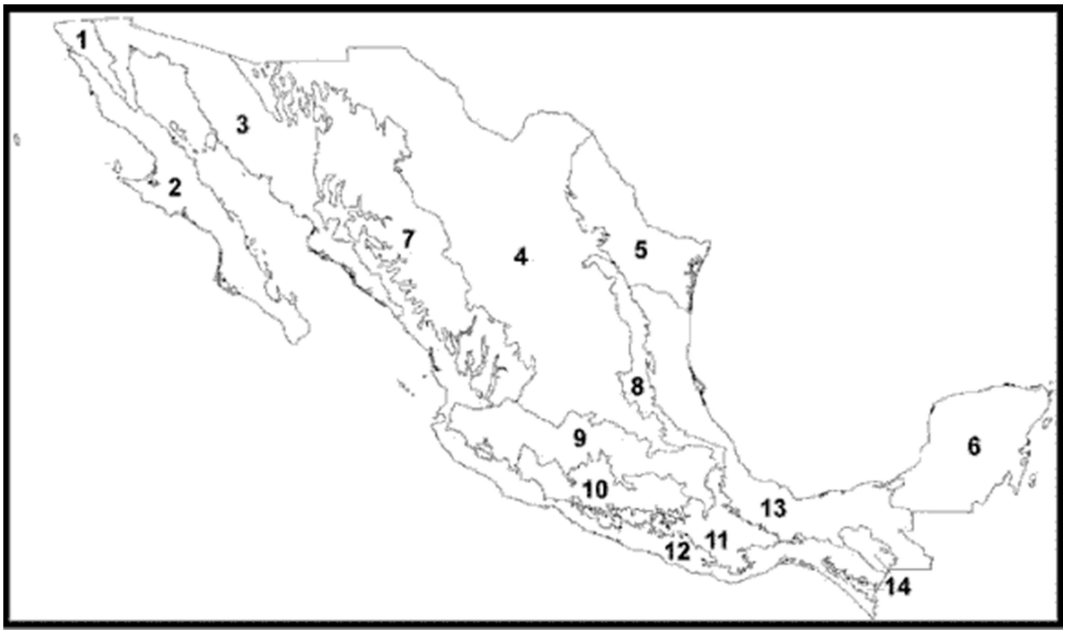
Región Neártica

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

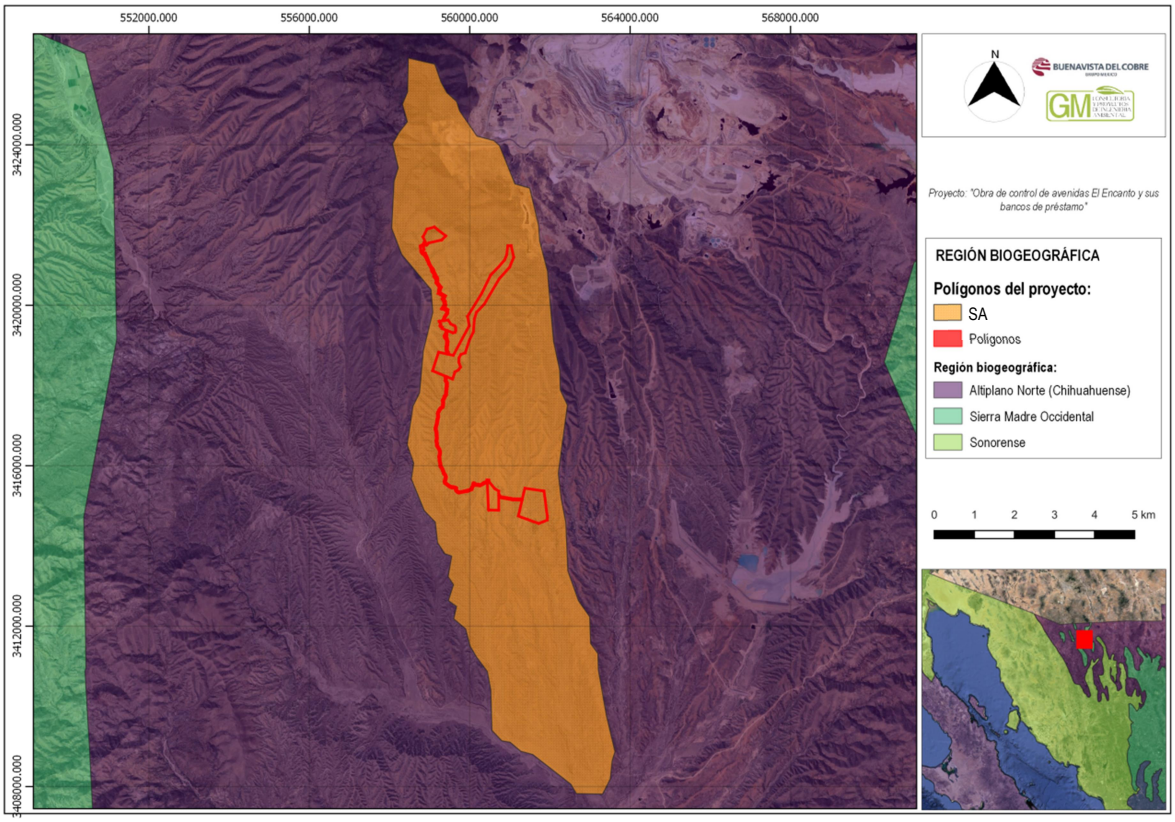
América; ellas fueron asignadas a la subregión Pacífica Norteamericana. De acuerdo con varios análisis recientes, es posible agrupar estas provincias en 2 componentes bióticos, tratados como los dominios Californiano y Neártico Continental. El dominio Neártico Californiano comprende las provincias de 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.

Figura IV.28. 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 del proyecto se ubica dentro de provincia biogeográfica 4, Altiplano Mexicano, como se aprecia en la siguiente figura:

Figura IV.29. Ubicación del Sistema Ambiental del proyecto en relación a las provincias biogeográficas

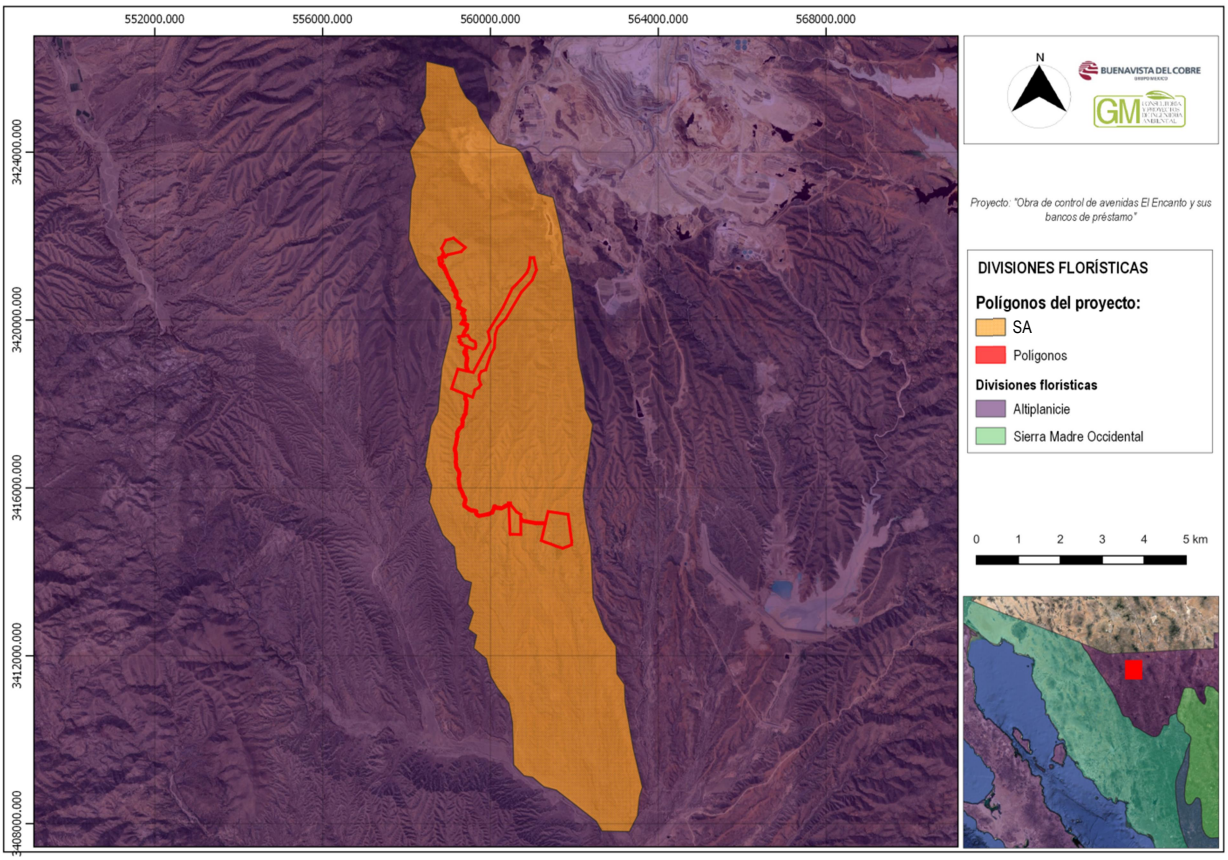


Provincia del Altiplano Mexicano

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 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.30).

Figura IV.30. Ubicación del SA del proyecto en relación a las provincias florísticas del país



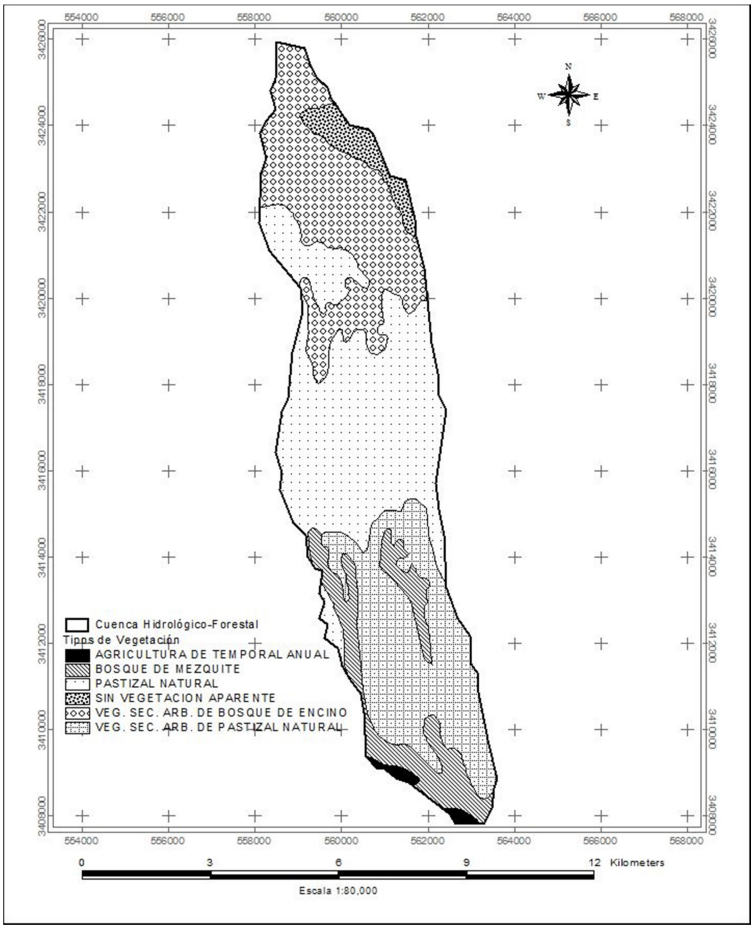
Fuente: *CONABIO. 2008. Capital Natural de México: Volumen 1. Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 620 p.*

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 el Sistema Ambiental 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 Sistema Ambiental, están definidos por 6 categorías: Agricultura de Temporal Anual, Bosque de Mezquite, Pastizal Natural, Sin Vegetación Aparente, Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino y Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural.

En el siguiente plano cartográfico (Ver Figura IV.31) se presenta la distribución de los tipos de vegetación dentro del Sistema Ambiental:

Figura IV.31. Tipo de vegetación del Sistema Ambiental según el INEGI, Versión Serie VI



En el cuadro IV.10 se pueden apreciar las proporciones, en porcentaje, de los tipos de vegetación en el SA según la cartografía del INEGI.

Cuadro IV.10. Tipos de vegetación y su cobertura en el Sistema Ambiental del proyecto

TIPO DE VEGETACIÓN	COBERTURA (ha)	RELACION (%)
Agricultura de temporal anual	41.6660	0.78
Bosque de mezquite	552.1750	10.39
Pastizal natural	1993.7750	37.52
Sin Vegetación Aparente	192.2430	3.62
Vegetación secundaria Arbustiva de bosque de encino	1274.9080	23.99
Vegetación secundaria Arbustiva de pastizal natural	1259.3060	23.70
TOTAL:	**5,314.0730**	**100**

A continuación se describen cada uno de los tipos de vegetación que se encuentran presentes en el Sistema Ambiental del presente proyecto objeto de solicitud de autorización en materia de impacto ambiental.

Agricultura de Temporal Anual

Se clasifica como tal al tipo de agricultura en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, por lo que su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua; su clasificación como anual se refiere a los cultivos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año o menos, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo, incluyendo los que reciben agua invernal como el garbanzo.

Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola (INEGI, 2017).

Bosque de Mezquite

Comunidad arbórea con especies de Prosopis que se desarrolla en suelos aluviales de fondo de valle y depresiones en las planicies, donde el manto freático se mantiene a poca profundidad, es también común a lo largo de los arroyos y ríos intermitentes en las regiones semiáridas, como en la Llanura de Río Verde, S.L.P., en el Valle de Aguascalientes, Ags., o partes del Bajío en Guanajuato. En Baja California estos bosques de mezquite se presentan a lo largo de arroyos intermitentes, destacando sobre la vegetación circundante. Frecuentemente forman comunidades arbóreas de entre 5 y 20 m de altura. La distribución de este tipo de comunidad es muy amplia en el país, pero muy fragmentada por sus requerimientos ecológicos (INEGI, 2017).

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.

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, 1999).

Sin Vegetación Aparente

Considera las áreas en donde no es visible o detectable alguna comunidad vegetal. Se incluyen los eriales, depósitos litorales, bancos de ríos y aquellas áreas donde algún factor ecológico no permite o limita el desarrollo de la cubierta vegetal como falta de suelo, elevado nivel de salinidad o sodicidad y climas extremos (muy fríos o muy áridos).

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

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. Establecimiento del tamaño de las unidades de muestreo
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 (ver Cuadro IV.11):

Cuadro IV.11. Ventajas y desventajas de las parcelas para 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 cobertura de especies que los otros tipos de parcelas	Más recomendable en mediciones de cobertura de especies que el círculo pero menos que el rectángulo	Recomendado en estudios de cobertura y producción 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 cuadrantes (parcelas cuadradas) en los muestreos de vegetación.

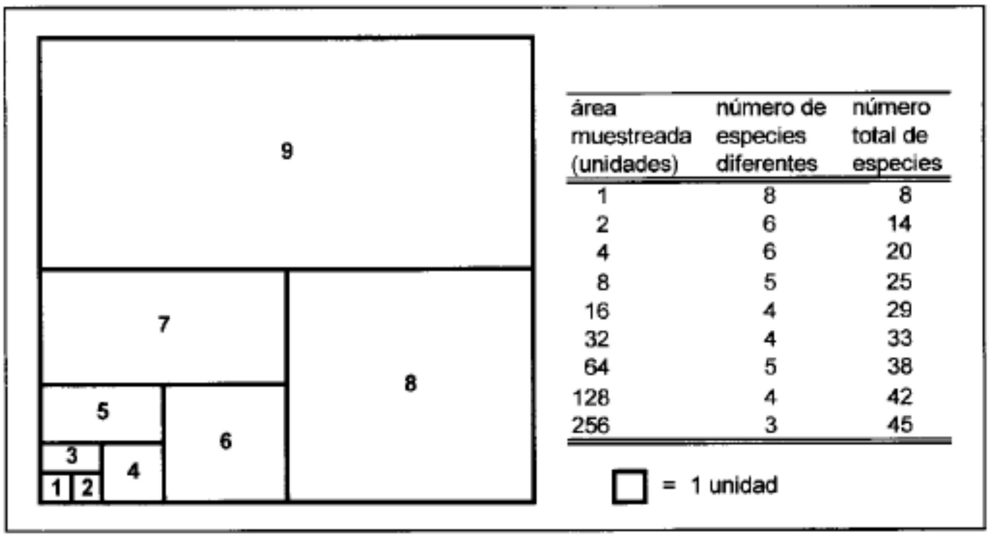
2. Establecimiento del tamaño de las unidades de muestreo

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:

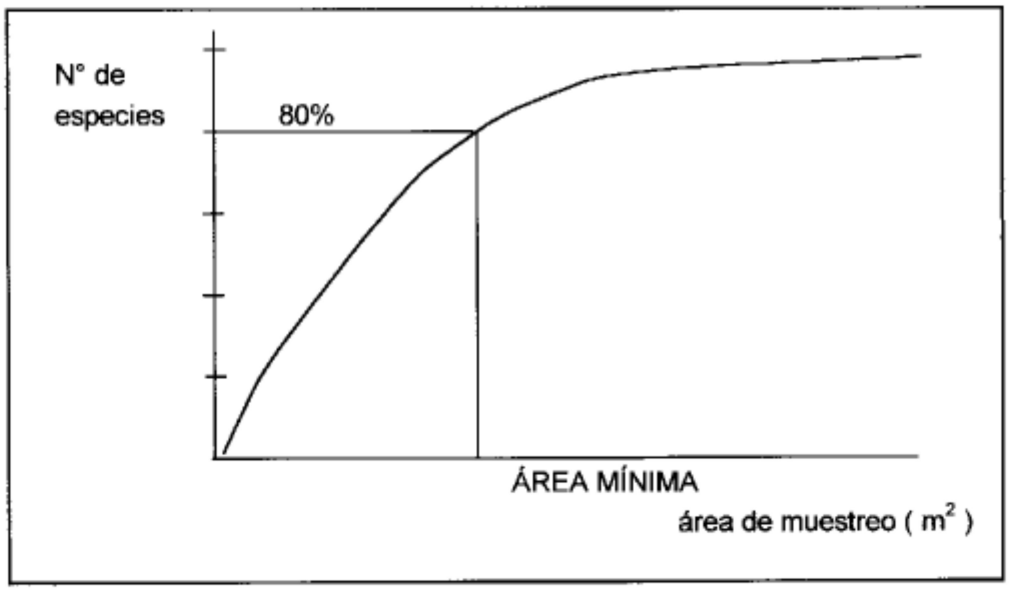
Figura IV.32. Ejemplificación básica del proceso para establecer el área mínima de muestreo



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

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 (Ver figura IV.33).

Figura IV33. 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 SA fue de 900 m^2 representada por cuadrantes de 30 m por 30 m de lado, 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 SA del presente proyecto (5,314.0720 ha) con una intensidad de muestreo de 1%, necesitaría hacer mediciones en un total de 5,314.0720 ha con un número de 54 unidades de muestreo de 30 x 30 metros, lo cual resulta incosteable en tiempo y en recursos económicos.

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%. Si adoptáramos ese criterio para muestrear la vegetación en las 5,314.0720 ha del Sistema Ambiental correspondiente al proyecto, se tendría que muestrear una superficie de 79.7111 ha que corresponde al 1.5% del área del SA debería aplicar una intensidad de muestreo equivalente a 9 sitios de muestreo con cuadrantes de 30m por 30m como unidades muestrales para determinar que las especies del área del proyecto están bien representadas en el SA y que no se pone en riesgo la biodiversidad del ecosistema con el desarrollo del proyecto.

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 están los propuestos por Mostacedo y Fredericksen (2000) y Gaillard y Pece (2011).

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.

Gaillard, C. y M.G. Pece. 2011. Muestreo y Técnicas de Evaluación en Vegetación y Fauna. Serie didáctica Nº 27. Facultad de Ciencias Forestales Ingeniero Néstor René Ledesma. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina. 77p.

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 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

*El coeficiente de variación (***CV***) deriva de la ecuación:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{X}}$$

Donde:
CV = Coeficiente de variación
****s =*** Desviación estándar
$\overline{X}$ = Valor promedio

*El valor de la desviación estándar (***s***) deriva de la ecuación:

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma d^2 - \frac{(\Sigma d)^2}{N}}{N - 1}}$$

Donde:
d = es el valor de densidad que en este caso se tomó como parámetro para obtener el valor de ***n***.

El método consiste en realizar un muestreo piloto y, con los datos obtenidos, aplicar la formula propuesta por el autor. En este ejercicio se utilizaron los resultados de un muestreo piloto con 5 mediciones de densidad y se consideró una N de 590 de unidades muestreales obtenida por el método de Frith y Ubiera (2001); los resultados obtenidos muestran el siguiente valor de n:

CUADRANTE	DENSIDAD	DENSIDAD AL CUADRADO
1	23	529
2	27	729
3	22	484
4	32	1024
5	35	1225
SUMA =	**139**	**3991**
PROMEDIO =	**28**	
***s* =**	**5.6**	
***CV (%)* =**	**20.3**	
***t* =**	**2.7765**	
***E (%)* =**	**20**	
***N* =**	**590**	
***n* =**	**8**	

Como puede observarse, el valor de n es menor que el número de sitios de muestreo establecidos en el sistema ambiental (13 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.

Criterio basado en la recomendación de la SEMARNAT

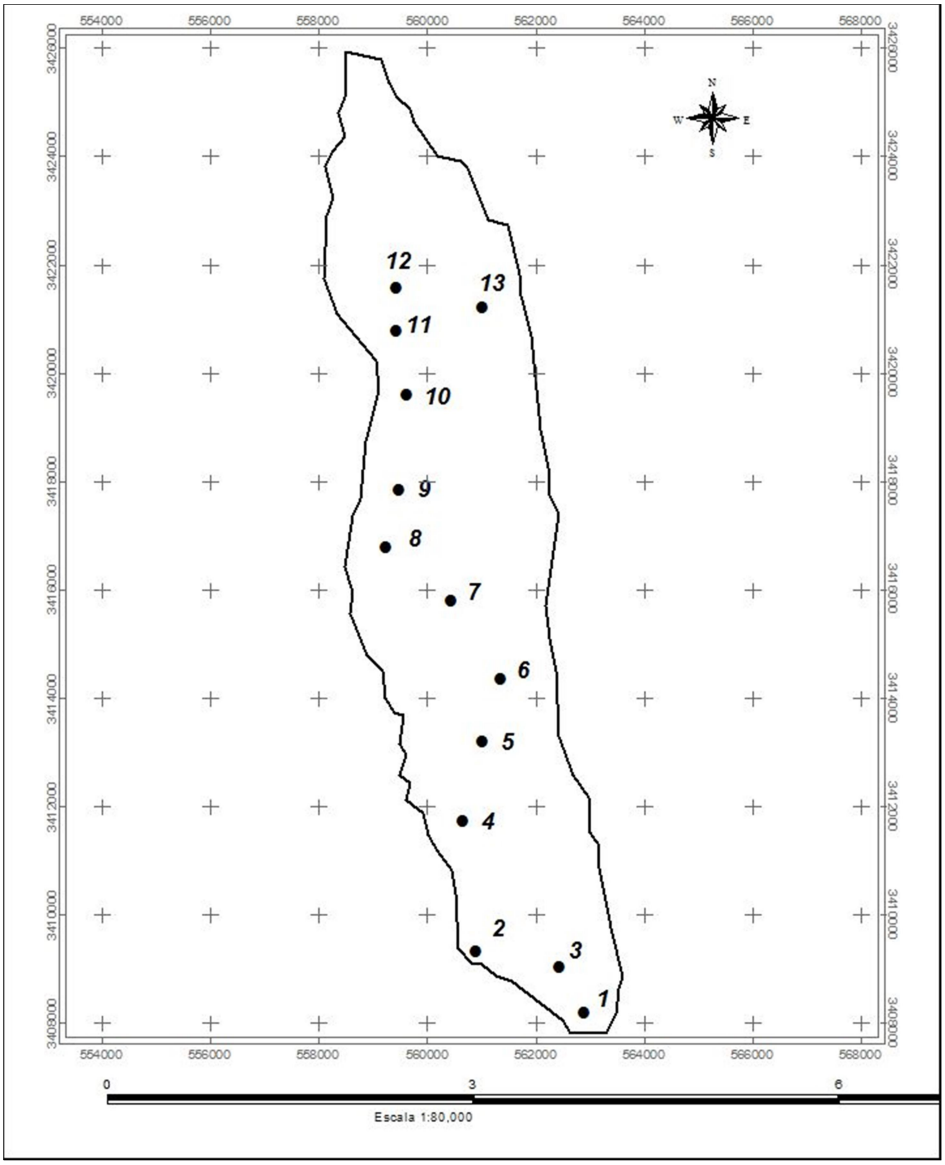
Tomando en cuenta la recomendación o el criterio establecido por la SEMARNAT de que el muestreo en el SA debe servir para determinar que las especies del área del proyecto están bien representadas en ella y que no se pone en riesgo la biodiversidad del ecosistema, el número de sitios de muestreo deberá 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 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, entre otros.

El procedimiento consiste en hacer primeramente el muestreo en los polígonos 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 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 de los polígonos del proyecto; en otras palabras, se trata de elaborar una curva de acumulación de especies hasta lograr la representatividad de las especies del área del proyecto dentro del SA correspondiente para así asegurarse de que las especies del área del proyecto están representadas en el SA y no se pone en riesgo la biodiversidad.

Durante el trabajo de campo del SA se establecieron 13 estaciones de muestreo tomando en consideración las variaciones detectadas en la topografía, tipos de suelos, rasgos geológicos y cambios en la vegetación, principalmente. El siguiente plano cartográfico (Figura IV.34) muestra la distribución geográfica de los puntos de muestreo a lo largo del Sistema Ambiental:

Figura IV.34. Distribución espacial de los sitios de muestreo del SA del proyecto



La posición geográfica de los sitios de muestreo en el área del SA fue tomada y registrada con un GPS en coordenadas con proyección UTM bajo el Datum WGS84 – Zona 12N. En el Cuadro IV.12 se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo y sus áreas correspondientes.

Cuadro IV.12. Coordenadas de los sitios de muestreo de vegetación del SA del proyecto

SITIO	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	562907	3408175
2	560880	3409334
3	562443	3409028
4	560647	3411756

5	560998	3413251
6	561336	3414420
7	560406	3415881
8	559205	3416873
9	559452	3417944
10	559582	3419722
11	549404	3420926
12	559401	3421736
13	560991	3421356

Análisis de diversidad de la vegetación

Metodología

Índice de Diversidad de Especies

Otro de los atributos 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, 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.

Pastizal natural

Especies arbóreas

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales arbóreas del área del pastizal natural del SA, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro IV.13. Valores de algunos atributos de las poblaciones de especies arbóreas del pastizal natural del SA

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	232	0.86	-0.1554	-0.1330
Quercus arizonica	Encino blanco	33	0.12	-2.1056	-0.2564
Quercus emoryi	Bellota	6	0.02	-3.8104	-0.0844
TOTAL:		**271**	**1.00**	**-2.2610**	**-0.3894**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***0.3894***
Riqueza (S) =					***3***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.0986***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.3545***

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 juliflora var. velutina*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 0.86) obtenida para ese grupo de especies arbóreas muestreado.

Especies arbustivas

En el Cuadro IV.14 se presentan los valores de los análisis de diversidad de las poblaciones de las especies arbustivas presentes en este tipo de suelo.

Cuadro IV.14. Valores del índice de diversidad de especies arbustivas del pastizal natural del SA

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Acacia constricta	Mezquitillo	42	0.06	-2.8430	-0.1656
Baccharis sarothroides	Romerillo	3	0.00	-5.4820	-0.0228
Chilopsis linearis	Mimbre	6	0.01	-4.7889	-0.0399
Dasylirion wheeleri	Sotol	6	0.01	-4.7889	-0.0399
Erythrina flabelliformis	Chilicote	31	0.04	-3.1467	-0.1353
Eysenhardtia orthocarpa	Palo dulce	313	0.43	-0.8344	-0.3622
Fouquieria splendens	Ocotillo	31	0.04	-3.1467	-0.1353
Juniperus deppeana	Táscale	65	0.09	-2.4063	-0.2169
Krameria grayi	Cósahui	31	0.04	-3.1467	-0.1353
Mimosa biuncifera	Gatuña	31	0.04	-3.1467	-0.1353
Mimosa laxiflora	Uña de gato	6	0.01	-4.7889	-0.0399
Senecio longilobus	Senecio	144	0.20	-1.6108	-0.3217
Yucca baccata	Dátil	6	0.01	-4.7889	-0.0399
Yucca schottii	Yuca	6	0.01	-4.7889	-0.0399
TOTAL:		**721**	**1.00**	**-49.7075**	**-1.8297**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.8297***
Riqueza (S) =					***14***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***2.6391***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.6933***

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del estrato arbustivo de la tabla anterior, el palo dulce (*Eysenhardtia orthocarpa*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 0.43) obtenida para ese grupo de especies arbustivas muestreado.

Especies herbáceas

En el Cuadro IV.15 se presentan los valores de los análisis de diversidad de las poblaciones de las especies herbáceas presentes en este tipo de suelo.

Cuadro IV.15. Valores del índice de diversidad de especies herbáceas del Pastizal natural en el SA

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	94	0.09	-2.3584	-0.2230
Sporobolus airoides	Zacatón	900	0.91	-0.0993	-0.0899
TOTAL:		**994**	**1.00**	**-2.4578**	**-0.3130**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***0.3130***
Riqueza (S) =					***2***

Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***0.6931***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.4515***

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 zacatón (*Sporobolus airoides*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 0.91) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

Especies cactáceas

En el Cuadro IV.16 se presentan los valores de los análisis de diversidad de las poblaciones de las especies cactáceas presentes en este tipo de suelo.

Cuadro IV.16. Valores del índice de diversidad de las especies de cactáceas del área de pastizal natural del SA

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Coryphantha recurvata	Cabeza de viejo amarillo	3	0.25	-1.3863	-0.3466
Echinocereus rigidissimus	Pitahayita	3	0.25	-1.3863	-0.3466
Opuntia engelmannii	Nopal	3	0.25	-1.3863	-0.3466
Opuntia thurberi	Choya tasajo	3	0.25	-1.3863	-0.3466
TOTAL:		**12**	**1.00**	**-5.5452**	**-1.3863**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.3863***
Riqueza (S) =					***4***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.3863***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***1.0000***

En el pastizal natural del SA del área de interés se encontraron las cuatro especies con la misma densidad por hectárea, a su vez la proporcionalidad poblacional (pi = 0.25) es el mismo valor para las cuatro, debido a que se presentan 3 para cada especie, misma información que fue obtenida durante los trabajos de campo.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales arbóreas del área con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino del SA, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Especies arbóreas

En el Cuadro IV.17 se presentan los valores de los análisis de diversidad de las poblaciones de las especies arbóreas presentes en este tipo de suelo.

Cuadro IV.17. Valores del índice de diversidad (Shannon-Wiener) de las especies de especies arbóreas del área con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino del SA

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	82	0.59	-0.5349	-0.3133
Quercus arizonica	Encino blanco	50	0.36	-1.0296	-0.3677
Quercus emoryi	Bellota	8	0.06	-2.8622	-0.1636
TOTAL:		**140**	**1.00**	**-1.5645**	**-0.6810**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***0.6810***
Riqueza (S) =					***3***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.0986***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.6199***

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 juliflora var. velutina*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 0.59) obtenida para ese grupo de especies arbóreas muestreado.

Especies arbustivas

En el Cuadro IV.18 se presentan los valores de los análisis de diversidad de las poblaciones de las especies arbustivas presentes en este tipo de suelo.

Cuadro IV.18. Valores del índice de diversidad de las especies arbustivas del área con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino del SA

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Acacia constricta	Mesquitillo	56	0.06	-2.7892	-0.1715
Agave palmeri	Agave	19	0.02	-3.8701	-0.0807
Acrtospaphylos pungens	Manzanita	8	0.01	-4.7351	-0.0416
Dasylirion wheeleri	Sotol	8	0.01	-4.7351	-0.0416
Erythrina flabelliformis	Chilicote	42	0.05	-3.0769	-0.1419
Eysenhardtia orthocarpa	Palo dulce	200	0.22	-1.5162	-0.3329
Juniperus deppeana	Táscale	75	0.08	-2.4971	-0.2056
Mimosa biuncifera	Gatuña	408	0.45	-0.8033	-0.3598
Mimosa laxiflora	Uña de gato	8	0.01	-4.7351	-0.0416
Nolina microcarpa	Palmilla	8	0.01	-4.7351	-0.0416
Rhus choriophylla	Saladito	17	0.02	-3.9813	-0.0743
Yucca schottii	Yuca	20	0.02	-3.8188	-0.0838
TOTAL:		**869**	**1.00**	**-44.3701**	**-1.7585**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.7585***
Riqueza (S) =					***13***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***2.5649***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.6856***

Una vez analizados los resultados del Cuadro IV.18, específicamente del índice de diversidad para los elementos del estrato arbustivo de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), la uña de gato (*Mimosa biuncifera*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 0.45), la cual se refleja en el valor mas alto del índice de diversidad (0.3598) obtenido para ese grupo de especies muestreado.

Especies herbáceas

En el Cuadro IV.19 se presentan los valores de los análisis de diversidad de las poblaciones de las especies herbáceas presentes en este tipo de suelo.

Cuadro IV.19. Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas del área con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino del SA

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	59	0.23	-1.4793	-0.3370
Sporobolus airoides	Zacatón alcalino	200	0.77	-0.2585	-0.1996
	TOTAL:	**259**	**1.00**	**-1.7378**	**-0.5366**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***0.5366***
				Riqueza (S) =	***2***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***0.6931***
				Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.7742***

Analizando los resultados anteriores, del índice de diversidad para los elementos del estrato herbáceo de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), el zacatón (*Sporobolus airoides*) es la especies que, debido a su densidad mayore, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 0.77) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

Especies cactáceas

En el Cuadro IV.20 se presentan los valores de los análisis de diversidad de las poblaciones de las especies cactáceas presentes en este tipo de suelo.

Cuadro IV.20. Valores del índice de diversidad de las especies de cactáceas del área con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino del SA

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Coryphantha recurvata	Cabeza de viejo	43	0.64	-0.4435	-0.2846
Opuntia engelmannii	Nopal	4	0.06	-2.8184	-0.1683
Opuntia fulgida	Choya	8	0.12	-2.1253	-0.2538
Opuntia thurberi	Choya tasajo	12	0.18	-1.7198	-0.3080
	TOTAL:	**67**	**1.00**	**-7.1069**	**-1.0147**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***1.0147***

Riqueza (S) =	***4***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***1.3863***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.7319***

Si analizamos los resultados del índice de diversidad para las especies de cactáceas de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), veremos que la cabeza de viejo (*Coryphantha recurvata*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 0.64) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural

Especies arbóreas

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales arbóreas del área del ecosistema con Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural del SA, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro IV.21. Valores del índice de diversidad (Shannon-Wiener) de las especies de especies arbóreas del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural del SA

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	459	1.00	0.0000	0.0000
TOTAL:		**459**	**1.00**	**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 ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural del SA del área de interés se encontró al mezquite (*Prosopis juliflora var. velutina*) como única especie árbórea 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 el mezquite 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.

Especies arbustivas

En el Cuadro IV.22 se presentan los valores de los análisis de diversidad de las poblaciones de las especies arbustivas presentes en este tipo de suelo.

Cuadro IV.22. Valores del índice de diversidad de las especies arbustivas del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural del SA

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Acacia constricta	Mezquitillo	28	0.11	-2.1932	-0.2447
Baccharis sarothroides	Romerillo	2	0.01	-4.8323	-0.0385
Dasylirion wheeleri	Sotol	4	0.02	-4.1392	-0.0660
Fouquieria splendens	Ocotillo	21	0.08	-2.4809	-0.2076
Juniperus deppeana	Táscale	29	0.12	-2.1582	-0.2493
Krameria grayi	Cósahui	21	0.08	-2.4809	-0.2076
Mimosa biuncifera	Gatuña	21	0.08	-2.4809	-0.2076
Senecio longilobus	Senecio	96	0.38	-0.9611	-0.3676
Yucca schottii	Yuca	4	0.02	-4.1392	-0.0660
TOTAL:		**226**	**1.00**	**-28.1725**	**-1.8845**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.8845***
Riqueza (S) =					***10***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***2.3026***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.8184***

Si analizamos los resultados del índice de diversidad para los elementos del estrato arbustivo de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), el senecio (*Senecio longilobus*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 0.38), la cual se refleja en el valor mas alto del índice de diversidad (0.3678) obtenido para ese grupo de especies muestreado.

Especies herbáceas

En el Cuadro IV.23 se presentan los valores de los análisis de diversidad de las poblaciones de las especies herbáceas presentes en este tipo de suelo.

Cuadro IV.23. Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural del SA

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	13	0.02	-3.8871	-0.0797
Gutierrezia sarothrae	Hierba de la flecha	21	0.03	-3.4075	-0.1129
Sporobolus airoides	Zacatón	600	0.95	-0.0551	-0.0522
TOTAL:		**634**	**1.00**	**-7.3497**	**-0.2447**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***0.2447***

Riqueza (S) =	***3***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***1.0986***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.2228***

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 zacatón (*Sporobolus airoides*) es la especies que, debido a su densidad mayore, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 0.95) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

Especies cactáceas

En el Cuadro IV.24 se presentan los valores de los análisis de diversidad de las poblaciones de las especies cactáceas presentes en este tipo de suelo.

Cuadro IV.24. Valores del índice de diversidad de las especies de cactáceas del área del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural del SA

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Echinocereus rigidissimus	Pitahayita	8	0.20	-1.6341	-0.3189
Opuntia engelmannii	Nopal	4	0.10	-2.3273	-0.2271
Opuntia spinosior	Choya	4	0.10	-2.3273	-0.2271
Opuntia thurberi	Choya tasajo	25	0.61	-0.4947	-0.3016
TOTAL:		**41**	**1.00**	**-6.7834**	**-1.0746**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.0746***
Riqueza (S) =					***4***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.3863***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.7752***

Si analizamos los resultados del índice de diversidad para las especies de cactáceas de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), veremos que la choya tasajo (*Opuntia thurberi*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 0.61) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

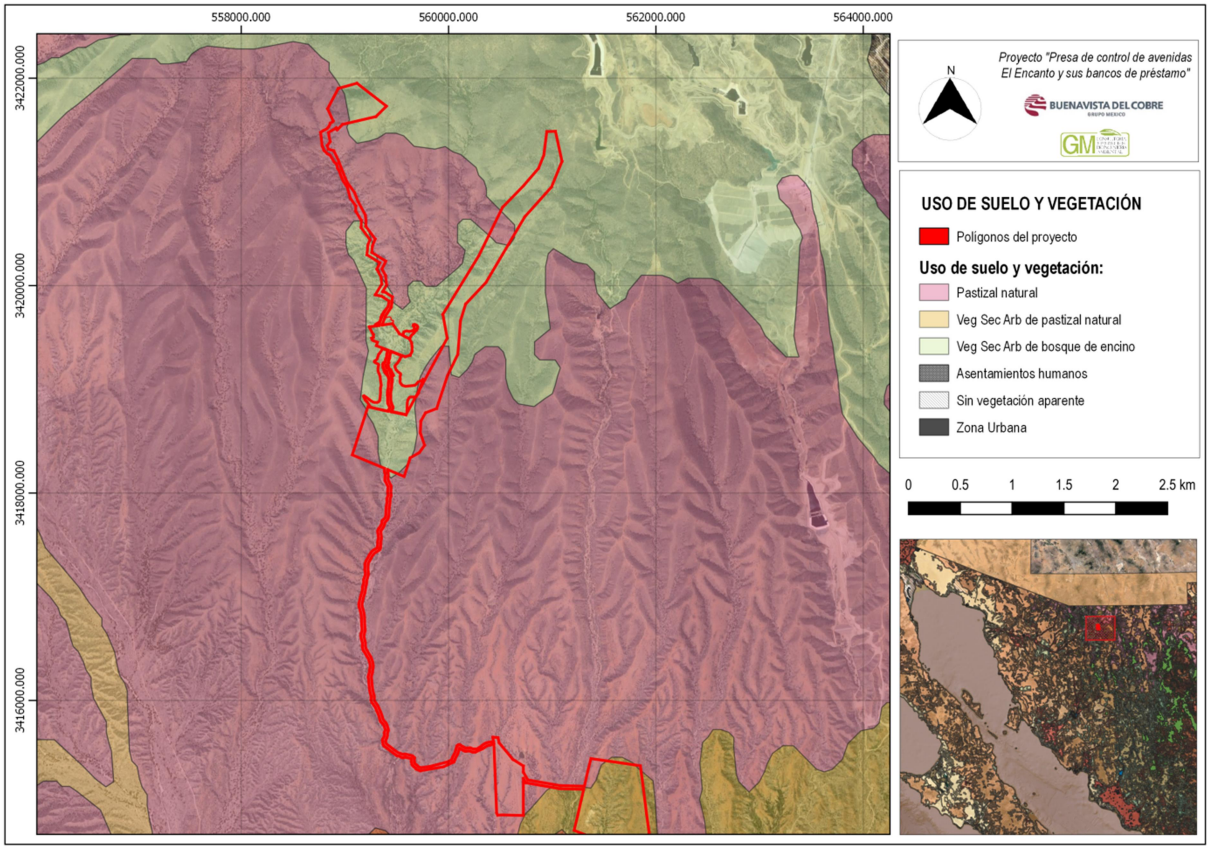
ÁREA DEL PROYECTO

Tipos de vegetación por afectar

De acuerdo a registros bibliográficos (COTECOCA, 1974) y a versiones de los pobladores locales, la vegetación del área del proyecto y en general de toda la región, por muchos años ha sido aprovechada en actividades ganaderas sin seguir buenas prácticas de manejo de los agostaderos generando con ello situaciones de sobrepastoreo y de invasión de especies agresivas provenientes de ecosistemas adyacentes; por esa razón, el INEGI tiene clasificadas dentro de las áreas del proyecto ecosistemas con "vegetación secundaria", es decir, comunidades vegetales que actualmente han perdido su composición florística de vegetación primaria u original.

De los diferentes tipos de vegetación de la cartografía del INEGI (Serie VI, escala 1:250,000) que abarca la superficie de los plígonos del proyecto, solo tres de ellos serían los ecosistemas que se afectarán con el desarrollo del proyecto: Pastizal inducido, Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural y Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino.

Figura IV.35. Tipos de vegetación de los polígonos del proyecto según clasificación del INEGI, versión Serie VI



En el cuadro IV.25 se pueden apreciar las proporciones de los tipos de vegetación del área del proyecto que serán afectadas por las acciones del desmonte.

Cuadro IV.25. Tipos de vegetación y su cobertura en el área del proyecto

Tipo de vegetación	Superficies		Porcentaje de Superficie
	m^2	ha	
Pastizal natural	701,008.7822	70.1008	33.17%
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	451,304.5740	45.1305	21.36%
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	960,792.0240	96.0792	45.47%
TOTAL	**2'113,105.3802**	**211.3105**	**100.0%**

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.

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, 1999).

Figura IV.36. Imagen de un área mapeada por el INEGI como pastizal natural; nótese como los pastos nativos han sido reeplazados por otras especies ahora dominantes en abundancia



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, que son: Vegetación Secundaria herbácea, Vegetación Secundaria arbustiva y Vegetación Secundaria arbórea

En el caso del presente estudio, el manejo antropogénico en los bosques de encino y del pastizal natural (desmontes no planificados, pastoreo inadecuado), ocacionó el crecimiento de vegetación secundaria arbustiva en esos tipos de vegetación.

Figura IV.37. Imagen parcial del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino en el área del proyecto



Figura IV.38. Imagen parcial del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural en el área del proyecto



Sin Vegetación Aparente

Considera las áreas en donde no es visible o detectable alguna comunidad vegetal. Se incluyen los eriales, depósitos litorales, bancos de ríos y aquellas áreas donde algún factor ecológico no permite o limita el desarrollo de la cubierta vegetal como falta de suelo, elevado nivel de salinidad o sodicidad y climas extremos (muy fríos o muy áridos).

Localización de los sitios de muestreo

Con el fin de muestrear en forma representativa la totalidad del área de interés, se establecieron 42 estaciones de muestreo a lo largo de las áreas de interés (14 sitios con cuadrantes de 20x20 metros de lado y 28 estaciones con unidades de 30x30 m de lado), como se muestra en el siguiente Cuadro:

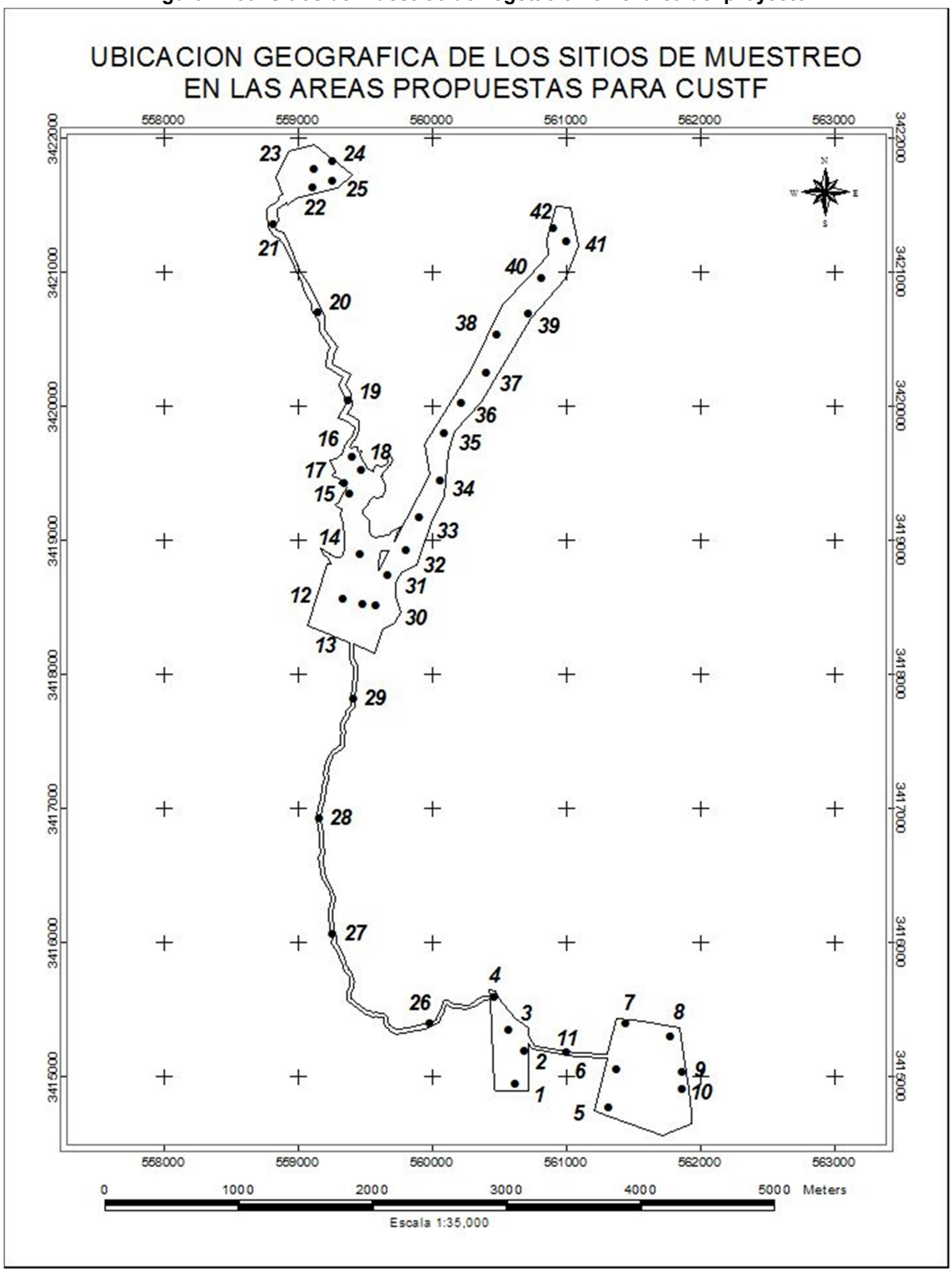
Cuadro IV.26. Obras a realizarse en los polígonos del proyecto y sus sitios muestrales

TIPO DE OBRA	No. SITIOS MUESTRALES			
	Dimensiones	Area (m^2)	Dimensiones	Area (m^2)
	20X20m	400	30X30m	900
Camino principal y línea bombeo	5	2000	8	7200
Vaso del represo (máxima)	3	1200	2	1800
Cortina del represo				
Obras de excedencias del represo				
Banco grava-arena	2	800	0	0
Banco arcilla No. 1	0	0	4	3600
Banco arcilla No. 2	1	400	5	4500
Camino a banco de arcilla No. 2	1	400	0	0
Banco de roca	2	800	2	1800
Camino a banco de rocas	0	0	3	2700
Camino banco de arcilla No. 1 a represo	0	0	4	3600
TOTAL:	**14**	**5600**	**28**	**25200**

En la tabla anterior se observa la totalidad de los sitios de muestreo suman un superficie muestreada de 30,800 m^2.

Las unidades muestrales quedaron distribuidas como se muestra en la siguiente figura IV.39:

Figura IV.39. 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.27. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo dentro del área del proyecto

SITIOS	FORMA	AREA (m^2)	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	Cuadrada	900	560625	3414948
2	Cuadrada	900	560691	3415190
3	Cuadrada	900	560570	3415350
4	Cuadrada	900	560460	3415595
5	Cuadrada	900	561312	3414765
6	Cuadrada	900	561372	3415058
7	Cuadrada	900	561440	3415393
8	Cuadrada	900	561775	3415294
9	Cuadrada	900	561865	3415034
10	Cuadrada	400	561867	3414909
11	Cuadrada	400	561005	3415177
12	Cuadrada	400	559340	3418559
13	Cuadrada	900	559487	3418526
14	Cuadrada	400	559462	3418898
15	Cuadrada	400	559388	3419352
16	Cuadrada	900	559405	3419623
17	Cuadrada	400	559342	3419427
18	Cuadrada	400	559477	3419527
19	Cuadrada	900	559375	3420040
20	Cuadrada	900	559151	3420703
21	Cuadrada	900	558813	3421360
22	Cuadrada	900	559113	3421630
23	Cuadrada	400	559117	3421768
24	Cuadrada	400	559255	3421827
25	Cuadrada	900	559262	3421682
26	Cuadrada	900	559978	3415392
27	Cuadrada	900	559261	3416065
28	Cuadrada	900	559155	3416930
29	Cuadrada	900	559411	3417819
30	Cuadrada	400	559577	3418516
31	Cuadrada	900	559666	3418735
32	Cuadrada	400	559805	3418922
33	Cuadrada	900	559905	3419167
34	Cuadrada	400	560058	3419450
35	Cuadrada	900	560088	3419800
36	Cuadrada	400	560214	3420024
37	Cuadrada	900	560400	3420250
38	Cuadrada	900	560486	3420535
39	Cuadrada	400	560720	3420689

40	Cuadrada	900	560815	3420951
41	Cuadrada	900	561000	3421235
42	Cuadrada	400	560908	3421330

Con el fin de establecer referencias geográficas que nos ayuden a visitar los sitios de muestreo con mayor precisión en visitas futuras a esos lugares y con el propósito de hacer verificaciones de los resultados de los muestreos realizados, en cada estación de muestreo se registraron con un GPS las coordenadas de los vértices de los cuadrantes en UTM, Datum WGS84; tales coordenadas se muestran en el Cuadro IV.28.

Cuadro IV.28. Coordenadas UTM de los vértices de los sitios de muestreo del área del proyecto

SITIO	VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	NE	560642	3414959
	SE	560636	3414926
	SW	560610	3414942
	NW	560612	3414963
2	NE	560701	3415203
	SE	560706	3415171
	SW	560675	3415169
	NW	560675	3415201
3	NE	560593	3415355
	SE	560588	3415338
	SW	560554	3415338
	NW	560566	3415372
4	NE	560463	3415618
	SE	560488	3415596
	SW	560466	3415576
	NW	560445	3415593
5	NE	561330	3414771
	SE	561322	3414743
	SW	561297	3414760
	NW	561303	3414786
6	NE	561391	3415068
	SE	561382	3415041
	SW	561352	3415050
	NW	561366	3415079
7	NE	561458	3415403
	SE	561453	3415375
	SW	561427	3415379
	NW	561430	3415409
8	NE	561789	3415299
	SE	561788	3415271
	SW	561761	3415278
	NW	561759	3415310
9	NE	561883	3415050
	SE	561883	3415019
	SW	561849	3415022
	NW	561850	3415048

10	NE	561880	3414919
	SE	561872	3414898
	SW	561852	3414897
	NW	561858	3414916
11	NE	561016	3415179
	SE	561013	3415161
	SW	560996	3415166
	NW	560996	3415186
12	NE	559363	3418562
	SE	559355	3418551
	SW	559341	3418549
	NW	559346	3418568
13	NE	559504	3418535
	SE	559493	3418513
	SW	559471	3418512
	NW	559481	3418539
14	NE	559473	3418908
	SE	559468	3418885
	SW	559451	3418889
	NW	559451	3418907
15	NE	559399	3419361
	SE	559398	3419341
	SW	559371	3419339
	NW	559382	3419363
16	NE	559413	3419639
	SE	559423	3419615
	SW	559395	3419603
	NW	559387	3419626
17	NE	559351	3419432
	SE	559351	3419412
	SW	559336	3419420
	NW	559336	3419432
18	NE	559488	3419531
	SE	559481	3419515
	SW	559464	3419521
	NW	559469	3419533
19	NE	559421	3420932
	SE	559417	3420899
	SW	559390	3420916
	NW	559395	3420945
20	NE	559124	3421632
	SE	559118	3421616
	SW	559102	3421624
	NW	559107	3421641
21	NE	559128	3421771
	SE	559126	3421753
	SW	559108	3421762
	NW	559110	3421782
22	NE	559267	3421830
	SE	559262	3421814
	SW	559244	3421822
	NW	559248	3421837

23	NE	559280	3421686
	SE	559275	3421661
	SW	559243	3421675
	NW	559254	3421701
24	NE	559582	3418529
	SE	559587	3418510
	SW	559569	3418503
	NW	559566	3418522
25	NE	559816	3418932
	SE	559816	3418911
	SW	559794	3418911
	NW	559794	3418932
26	NE	560075	3419449
	SE	560069	3419424
	SW	560049	3419441
	NW	560060	3419461
27	NE	560228	3420027
	SE	560220	3420011
	SW	560200	3420016
	NW	560211	3420039
28	NE	560740	3420696
	SE	560727	3420680
	SW	560713	3420695
	NW	560726	3420711
29	NE	560923	3421330
	SE	560916	3421310
	SW	560897	3421321
	NW	560908	3421337

Indices de diversidad

Los valores de índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales del área del proyecto en los diferentes tipos de vegetación y de acuerdo a los estratos en que se ubican por sus formas de vida, así como otros atributos ecológicos, se muestran en los párrafos siguientes.

Pastizal Natural

Especies arbóreas

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales arbóreas del área del ecosistema con Pastizal Natural de las superficies del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro IV.29. Valores del índice de diversidad (Shannon-Wiener) de especies arbóreas del ecosistema con pastizal natural del área del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)

Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	244	0.99	-0.0090	-0.0090
Quercus arizonica	Encino blanco	2	0.01	-4.7095	-0.0424
TOTAL:		**246**	**1.00**	**-4.7186**	**-0.0514**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***0.0514***
Riqueza (S) =					***2***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***0.6931***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.0741***

Si analizamos 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 mezquite (*Prosopis juliflora var. velutina*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 0.99) obtenida para ese grupo de especies arbóreas muestreado.

Especies arbustivas

En el Cuadro IV.25 se presentan los valores de los análisis de diversidad de las poblaciones de las especies arbustivas presentes en este tipo de suelo.

Cuadro IV.30. Valores del índice de diversidad de las especies arbustivas del ecosistema con pastizal natural del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Acacia constricta	Mezquitillo	7	0.01	-4.3529	-0.0560
Baccharis sarothroides	Romerillo	17	0.03	-3.5419	-0.1026
Dasylirion wheeleri	Sotol	4	0.01	-4.8637	-0.0376
Erythrina flabelliformis	Chilicote	2	0.00	-5.5568	-0.0215
Eysenhardtia orthocarpa	Palo dulce	176	0.31	-1.1832	-0.3624
Fouquieria splendens	Ocotillo	2	0.00	-5.5568	-0.0215
Juniperus deppeana	Táscale	14	0.03	-3.6850	-0.0925
Krameria grayi	Cósahui	18	0.03	-3.4466	-0.1098
Mimosa biuncifera	Gatuña	129	0.22	-1.4993	-0.3348
Mimosa laxiflora	Uña de gato	139	0.24	-1.4190	-0.3433
Senecio longilobus	Senecio	65	0.11	-2.1809	-0.2463

Yucca baccata	Dátil	1	0.00	-6.6554	-0.0086
	TOTAL:	**576**	**1.00**	**-43.9416**	**-1.7367**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***1.7367***
				Riqueza (S) =	***12***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***2.4849***
				Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.6989***

Si analizamos los resultados del índice de diversidad para los elementos del estrato arbustivo de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), el palo dulce (*Eysenhardtia orthocarpa*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 0.31) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

Especies herbáceas

En el Cuadro IV.31 se presentan los valores de los análisis de diversidad de las poblaciones de las especies herbáceas presentes en este tipo de suelo.

Cuadro IV.31. Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas del ecosistema con pastizal natural del área del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	953	0.99	-0.0052	-0.0052
Sporobolus airoides	Zacatón	5	0.01	-5.2550	-0.0274
	TOTAL:	**958**	**1.00**	**-5.2602**	**-0.0326**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***0.0326***
				Riqueza (S) =	***2***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***0.6931***
				Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.0471***

Si analizamos los resultados del índice de diversidad para los elementos del estrato arbustivo de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), el cósahui de vaina (*Calliandra eriophylla*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 0.99) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

Especies cactáceas

En el Cuadro IV.32 se presentan los valores de los análisis de diversidad de las poblaciones de las especies cactáceas presentes en este tipo de suelo.

Cuadro IV.32. Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas del ecosistema con pastizal natural del área del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Coryphantha recurvata	Cabeza de viejo	1	0.25	-1.3987	-0.3454

	amarillo				
Echinocereus rigidissimus	Pitahayita	1	0.25	-1.3987	-0.3454
Opuntia engelmannii	Nopal	1	0.25	-1.3987	-0.3454
TOTAL:		**3**	**1.00**	**-4.1962**	**-1.0361**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.0361***
Riqueza (S) =					***3***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.0986***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.9431***

Analizando los resultados del índice de diversidad de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001) para las especies de cactáceas del área del proyecto con pastizal natural, notaremos que todas las especies debido a que presentan la misma densidad en sus poblaciones, contribuyen con la misma proporcionalidad poblacional (pi = 0.25) por lo cual tienen también el mismo valor en los índices de diversidad y el índice de equidad muy cercano a 1.0000.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino

Especies arbóreas

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales arbóreas del área del ecosistema con Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural de las superficies del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro IV.33. Valores del índice de diversidad (Shannon-Wiener) de las especies de especies arbóreas del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino del área del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	210	0.86	-0.1459	-0.1261
Quercus arizonica	Encino blanco	26	0.11	-2.2430	-0.2381
Quercus emoryi	Bellota	7	0.03	-3.5181	-0.1043
TOTAL:		**243**	**1.00**	**-5.9070**	**-0.4685**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***0.4685***
Riqueza (S) =					***3***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.0986***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.4265***

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 juliflora var. velutina*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 0.86) obtenida para ese grupo de especies arbóreas muestreado.

Especies arbustivas

En el Cuadro IV.34 se presentan los valores de los análisis de diversidad de las poblaciones de las especies arbustivas presentes en este tipo de suelo.

Cuadro IV.34. Valores del índice de diversidad de las especies arbustivas del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Acacia constricta	Mezquitillo	1	0.00	-6.1885	-0.0127
Agave palmeri	Agave	5	0.01	-4.7748	-0.0403
Dasylirion wheeleri	Sotol	16	0.03	-3.5574	-0.1014
Erythrina flabelliformis	Chilicote	8	0.01	-4.2113	-0.0624
Eysenhardtia orthocarpa	Palo dulce	126	0.23	-1.4780	-0.3371
Juniperus deppeana	Táscale	65	0.12	-2.1357	-0.2524
Mimosa biuncifera	Gatuña	149	0.27	-1.3108	-0.3534
Mimosa laxiflora	Uña de gato	158	0.29	-1.2532	-0.3579
Nolina microcarpa	Palmilla	2	0.00	-5.6131	-0.0205
Yucca baccata	Dátil	14	0.02	-3.7036	-0.0912
Yucca schottii	Yuca	6	0.01	-4.5791	-0.0470
TOTAL:		**551**	**1.00**	**-43.8953**	**-1.7077**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.7077***
Riqueza (S) =					***12***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***2.4849***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.6872***

Si analizamos los resultados del índice de diversidad para los elementos del estrato arbustivo de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), la uña de gato (*Mimosa laxiflora*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 0.29) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

Especies herbáceas

En el Cuadro IV.35 se presentan los valores de los análisis de diversidad de las poblaciones de las especies herbáceas presentes en este tipo de suelo.

Cuadro IV.35. Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino del área del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	94	0.19	-1.6565	-0.3161
Sporobolus airoides	Zacatón alcalino	400	0.81	-0.2117	-0.1713
TOTAL:		**494**	**1.00**	**-1.8682**	**-0.4874**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***-0.4874***
Riqueza (S) =					***2***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***0.6931***

Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.7032***

Analizando los resultados del índice de diversidad para los elementos del estrato arbustivo de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), el zacatón (*Sporobolus airoides*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 0.81) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

Especies cactáceas

En el Cuadro IV.36 se presentan los valores de los análisis de diversidad de las poblaciones de las especies cactáceas presentes en este tipo de suelo.

Cuadro IV.36. Valores del índice de diversidad de las especies de cactáceas del área del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Opuntia engelmannii	Nopal	3	0.68	-0.3795	-0.2597
Opuntia fulgida	Choya	2	0.32	-1.1527	-0.3640
TOTAL:		**5**	**1.00**	**-1.5322**	**-0.6237**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***0.6237***
Riqueza (S) =					***2***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***0.6931***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.8997***

Si analizamos los resultados del índice de diversidad de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001) para las especies de cactáceas del área del proyecto con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, notaremos que el nopal (*Opuntia engelmannii*) contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 0.68) obtenida para ese grupo de especies muestreado

Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural

Especies arbóreas

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales arbóreas del área del ecosistema con Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural de las superficies del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro IV.37. Valores del índice de diversidad (Shannon-Wiener) de las especies de especies arbóreas del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural del área del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	336	1.00	0.0000	0.0000
TOTAL:		**336**	**1.00**	**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 ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural del área del proyecto se encontró al mezquite (*Prosopis juliflora var. velutina*) como única especie árbórea 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 el mezquite 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.

Especies arbustivas

En el Cuadro IV.38 se presentan los valores de los análisis de diversidad de las poblaciones de las especies arbustivas presentes en este tipo de suelo.

Cuadro IV.38. Valores del índice de diversidad de las especies arbustivas del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural de las superficies del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Acacia constricta	Mezquitillo	5	0.01	-4.2357	-0.0613
Baccharis sarothroides	Romerillo	16	0.05	-3.1007	-0.1396
Dasylirion wheeleri	Sotol	2	0.01	-5.0466	-0.0325
Fouquieria splendens	Ocotillo	20	0.06	-2.8494	-0.1649
Juniperus deppeana	Táscale	9	0.03	-3.6604	-0.0942
Krameria grayi	Cósahui	118	0.34	-1.0764	-0.3669
Mimosa biuncifera	Gatuña	167	0.48	-0.7258	-0.3512
Senecio longilobus	Senecio	7	0.02	-3.9480	-0.0762
TOTAL:		**344**	**1.00**	**-29.6897**	**-1.3191**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***-1.3191***
Riqueza (S) =					***9***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***2.1972***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.6004***

Si analizamos los resultados del índice de diversidad para los elementos del estrato arbustivo de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), la uña de gato (*Mimosa biuncifera*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 0.48) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

Especies herbáceas

En el Cuadro IV.39 se presentan los valores de los análisis de diversidad de las poblaciones de las especies herbáceas presentes en este tipo de suelo.

Cuadro IV.39. Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural de los polígonos del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	953	1.00	0.0000	0.0000
	TOTAL:	**953**	**1.00**	**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***

Una vez analizados los resultados del índice de diversidad para los elementos del estrato arbustivo de la tabla anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), el cósahui de vaina (*Calliandra eriophylla*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 1.00) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

Especies cactáceas

En el Cuadro IV.40 se presentan los valores de los análisis de diversidad de las poblaciones de las especies cactáceas presentes en este tipo de suelo.

Cuadro IV.40. Valores del índice de diversidad de las especies de cactáceas del área del ecosistema con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural de los polígonos del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Echinocereus rigidissimus	Pitahayita	2	1.00	0.0000	0.0000
	TOTAL:	**2**	**1.00**	**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***

Considerando que el índice de diversidad para la pitahayita (*Echinocereus rigidissimus*) 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.

b) Fauna

SA

Sitios de muestreo

En todo tipo de proyecto que se requiera la transformación de ecosistemas por el desmonte y despalme, 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 en el SA con el fin de asegurar que no se pone en riesgo la diversidad de especies faunísticas con las obras del proyecto de interés.

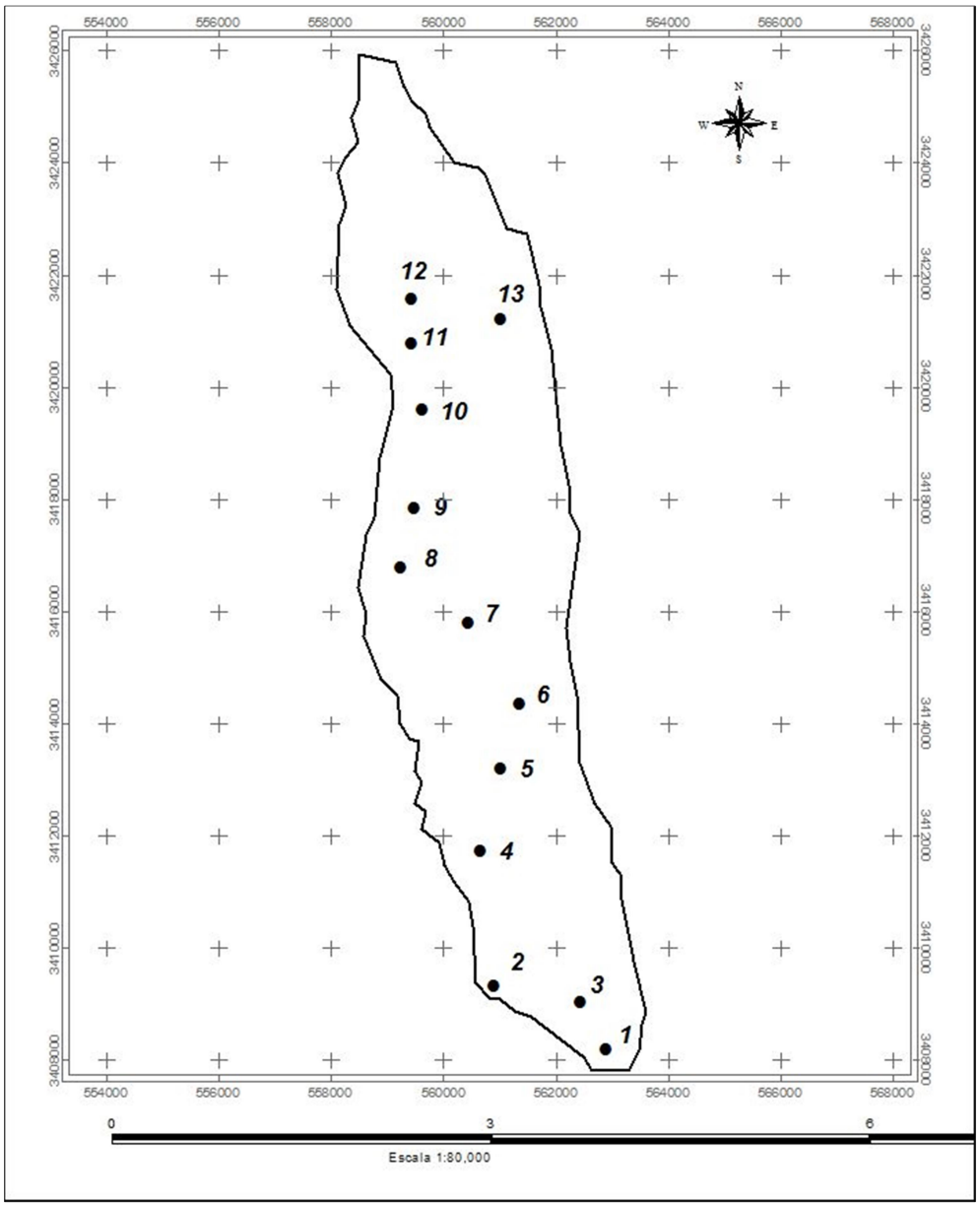
Los sitios de muestreo para la fauna del SA se realizaron en los mismos sitios (cuadrantes) utilizados en los muestreos de vegetación del mismo Sistema en los cuales, además de registrar avistamientos, se tomaron evidencias de presencia de fauna como anidaciones, excretas, huellas, etcétera (Figura IV.23).

La posición geográfica de los sitios de muestreo en el área del SA fue tomada y registrada con un GPS en coordenadas con proyección UTM bajo el Datum WGS84 – Zona 12N. El Cuadro IV.41 muestra las coordenadas de los sitios de muestreo y sus áreas correspondientes.

Cuadro IV.41. Coordenadas de los sitios de muestreo de vegetación del SA del proyecto

SITIO	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	562907	3408175
2	560880	3409334
3	562443	3409028
4	560647	3411756
5	560998	3413251
6	561336	3414420
7	560406	3415881
8	559205	3416873
9	559452	3417944
10	559582	3419722
11	549404	3420926
12	559401	3421736
13	560991	3421356

Figura IV.40. Sitios de muestreo de fauna silvestre en el Sistema Ambiental



La escasa riqueza de especies vegetales y sus bajas densidades de población en la región del proyecto, han contribuido para que la fauna silvestre propia de los ecosistemas existentes sea baja y las condiciones de hábitat no sean las óptimas 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 o cuadrantes 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 los ejemplares 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. El área total muestreada para anfibios y reptiles por el método de cuadrantes fue de 400 m^2 por cuadrante.

Las observaciones en los cuadrantes se hicieron cada vez que se muestreaba la vegetación en ellos. En la zona del SA 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 64 potenciales (10.9%) para el área de interés. Del siguiente listado se consultó la norma oficial NOM-059-SEMARNAT-2010 y los anexos de la CITES encontrándose que ninguna de las especies se encuentran en estatus de protección.

Cuadro IV.42. Especies de reptiles observadas en el sistema ambiental y su estado de protección bajo las normas oficiales

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES
SQUAMATA	Teiidae	*Cnemidophorus burti*	Huico manchado	-	-
	Teiidae	*Cnemidophorus tigris*	Huico tigre del NW	-	-
	Phrynosomatidae	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda	-	-
	Colubridae	*Masticophis bilineatus*	Culebra chirrionera	-	-
	Phrynosomatidae	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija espinosa	-	-
	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija espinosa de pastizal	-	-
	Phrynosomatidae	*Urosaurus ornatus*	Lagartija de árbol norteña	-	-

Cuadro IV.43. Densidades por hectárea de las especies de reptiles encontradas en los muestreos dentro del Sistema Ambiental del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/HA
1	*Cnemidophorus burti*	Huico manchado	6
2	*Cnemidophorus tigris*	Huico tigre del NW	7
3	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda	4
4	*Masticophis bilineatus*	Culebra chirrionera	6
5	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija espinosa	3
6	*Sceloporus scalaris*	Lagartija espinosa de pastizal	8
7	*Urosaurus ornatus*	Lagartija de árbol norteña	11
		TOTAL:	**44**

Los resultados de los valores de los atributos ecológicos de las especies de reptiles obtenidos de los muestreos arrojaron los siguientes resultados:

Cuadro IV.44. Valores de los atributos ecológicos de las especies de reptiles que habitan en el Matorral Desértico Micrófilo del Sistema Ambiental del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	DR	FR	V.I.	CLASE
1	*Cnemidophorus burti*	Huico manchado	12.50	9.41	14.29	36.20	4
2	*Cnemidophorus tigris*	Huico tigre del NW	15.63	14.71	17.86	48.19	3
3	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda	9.38	5.29	10.71	25.38	5
4	*Masticophis bilineatus*	Culebra chirrionera	12.50	9.41	3.57	25.48	5
5	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija espinosa	6.25	2.35	10.71	19.32	6
6	*Sceloporus scalaris*	Lagartija espinosa de pastizal	18.75	21.18	14.29	54.21	2
7	*Urosaurus ornatus*	Lagartija de árbol norteña	25.00	37.65	28.57	91.22	1
			100	100	100	300	

En la tabla anterior podemos observar que el lagartija de árbol norteña, Urosaurus ornatus, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies de reptiles del SA; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos de su hábitat natural.

En el cuadro IV.45 se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de reptiles presentes en el Sistema Ambiental y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Cuadro IV.45. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de reptiles del SA

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Estrato de distribución
Cnemidophorus burti	Huico manchado	No endémica	Residente	Poco común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Cnemidophorus tigris	Huico tigre del NW	No endémica	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Holbrookia maculata	Lagartija sorda	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Masticophis bilineatus	Culebra chirrionera	No endémica	Residente	Poco común	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Sceloporus jarrovii	Lagartija espinosa	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Sceloporus scalaris	Lagartija de pastizal	No endémica	Residente	Abundante	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Urosaurus ornatus	Lagartija de árbol	No endémica	Residente	Abundante	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, 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 (15.6 %) de un total potencial de 77 especies, representando 4 órdenes y 9 familias. Por observación directa se registraron las ardillas *Ammospermophilus harrisii* y *Sciurus arizonensis*, el conejo (*Silvilagus 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.

Cuadro IV.46. Especies de mamíferos encontrados en el sistema ambiental

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS	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	-	-
		Sciurus arizonensis	Ardilla gris de Arizona	-	-
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.

Cuadro IV.47. Densidades de las especies de mamíferos encontrados en el SA

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/HA
1	*Ammospermophilus harrisii*	Ardilla antílope de Sonora	3
2	*Canis latrans*	Coyote	3
3	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	7
4	*Lynx rufus*	Gato montés	1
5	*Mephitis mephitis*	Zorrillo listado	1
6	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	7
7	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar	3
8	*Peromyscus boylii rowleyi*	Ratón arbustero	4
9	*Procyon lotor*	Mapache	1
10	*Spermophilus variegatus*	Ardillón de las rocas	3
11	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	6
12	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	1
		TOTAL:	**40**

Los valores de los atributos ecológicos que resultaron mediante los cálculos correspondientes de las especies de mamíferos en el Sistema Ambiental del proyecto, arrojaron los siguientes resultados:

Cuadro IV.48. Valores de los atributos ecológicos de las especies de mamíferos que habitan en el sistema ambiental del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	DR	FR	V.I.	CLASE
1	*Ammospermophilus harrisii*	Ardilla antílope de Sonora	6.90	4.21	6.90	18.00	4
2	*Canis latrans*	Coyote	6.90	4.21	6.90	18.00	4
3	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	17.24	26.32	17.24	60.80	1
4	*Lynx rufus*	Gato montés	3.45	1.05	3.45	7.95	5
5	*Mephitis mephitis*	Zorrillo listado	3.45	1.05	3.45	7.95	5
6	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	17.24	26.32	17.24	60.80	1
7	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar	6.90	4.21	6.90	18.00	4
8	*Peromyscus boylii rowleyi*	Ratón arbustero	10.34	9.47	10.34	30.16	3
9	*Procyon lotor*	Mapache	3.45	1.05	3.45	7.95	5
10	*Spermophillus variegatus*	Ardillón de las rocas	6.90	4.21	6.90	18.00	4
11	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	13.79	16.84	13.79	44.43	2
12	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	3.45	1.05	3.45	7.95	5
			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 del SA; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos de su hábitat natural.

En el cuadro IV.49 se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de mamíferos presentes en el SA y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Cuadro IV.49. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de mamíferos del SA

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Estrato de distribución
Ammospermophilus harrisii	Ardilla antílope de Son.	No endémica	Residente	Común	Solitario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Canis latrans	Coyote	No endémica	Residente	Común	Solitario	Omnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Lepus californicus	Liebre cola negra	Endémica	Residente	Abundante	Solitario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Lynx rufus	Gato montés	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Mephitis mephitis	Zorrillo listado	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	No endémica	Residente	Poco común	Gregario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Pecari tajacu	Pecarí de collar	No endémica	Residente	Poco común	Solitario	Omnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Peromyscus boylii rowleyi	Ratón arbustero	No endémica	Residente	Común	Solitario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Procyon lotor	Mapache	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Spermophilus variegatus	Ardillón de las rocas	No endémica	Residente	Poco común	Gregario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	No endémica	Residente	Rara	Gregario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo

Método de muestreo de aves

Para el muestreo de aves en el sistema ambiental, 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. Las observaciones en los cuadrantes se hicieron cada vez que se muestreaba la vegetación y los otros grupos faunísticos en ellos.

Para la identificación de los ejemplares se utilizó la observación directa con binoculares y se detectó el sonido de sus cantos.

De un total potencial de 244 especies que pueden encontrarse dentro del Sistema Ambiental, se muestrearon un total de 19 especies (7.8% del total) mismas que están distribuidas en 7 órdenes y 12 familias (Cuadro IV.50).

Cuadro IV.50. Listado de especies de aves encontradas en el sistema ambiental

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
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
	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico
	Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca desértica
Piciformes	Picidae	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano

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 los anexos de la CITES.

Cuadro IV.51. Densidades de especies aves encontradas en el sistema ambiental

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	8
4	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	3
5	*Carpodacus mexicanus*	Pinzón mexicano	4
6	*Cathartes aura*	Zopilote aura	3
7	*Columbina passerina*	Tórtola coquita	11
8	*Coragyps auratus*	Zopilote común	6
9	*Corvus corax*	Cuervo común	4
10	*Dendroica coronata*	Chipe coronado	4
11	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	3
12	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	6
13	*Molothrus aeneus*	Tordo ojo rojo	4
14	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	7
15	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	7
16	*Quiscalus mexicanus*	Chanate mexicano	4
17	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas	14
18	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	4
19	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión corona blanca	6
		TOTAL:	**106**

Los valores de los atributos ecológicos que resultaron mediante los cálculos

correspondientes de las especies de aves en el Sistema Ambiental del proyecto, arrojaron los siguientes resultados:

Cuadro IV.52. Valores de los atributos ecológicos de las especies de aves que habitan en el sistema ambiental del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	DR	FR	V.I.	CLASE
1	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	1.32	0.26	2.02	3.59	7
2	*Callipepla gambelli*	Codorniz de Gambel	6.58	6.41	4.44	17.42	4
3	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca desértica	7.89	9.23	6.21	23.34	3
4	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	2.63	1.03	3.55	7.21	6
5	*Carpodacus mexicanus*	Pinzón mexicano	3.95	2.31	4.44	10.69	5
6	*Cathartes aura*	Zopilote aura	2.63	1.03	1.77	5.43	7
7	*Columbina passerina*	Tórtola coquita	10.53	16.41	9.76	36.69	2
8	*Coragyps auratus*	Zopilote común	5.26	4.10	4.44	13.80	5
9	*Corvus corax*	Cuervo común	3.95	2.31	4.44	10.69	5
10	*Dendroica coronata*	Chipe coronado	3.95	2.31	3.55	9.80	6
11	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	2.63	1.03	4.03	7.69	6
12	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	5.26	4.10	8.06	17.43	4
13	*Molothrus aeneus*	Tordo ojo rojo	3.95	2.31	5.32	11.58	5
14	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	6.58	6.41	7.10	20.09	3
15	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	6.58	6.41	7.10	20.09	3
16	*Quiscalus mexicanus*	Chanate mexicano	3.95	2.31	3.55	9.80	6
17	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas	13.16	25.64	9.76	48.56	1
18	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	3.95	2.31	6.05	12.30	5
19	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión corona blanca	5.26	4.10	4.44	13.80	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 muestreada dentro del SA; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos de su hábitat natural.

En el cuadro IV.53 se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de aves presentes en el Sistema Ambiental y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Cuadro IV.53. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de aves del SA

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Estrato de distribución
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Callipepla gambelli	Codorniz de Gambel	No endémica	Residente	Común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca desértica	No endémica	Residente	Común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Carpodacus mexicanus	Pinzón mexicano	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Cathartes aura	Zopilote aura	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Columbina passerina	Tórtola coquita	No endémica	Residente	Abundante	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Coragyps atratus	Zopilote común	No endémica	Residente	Poco común	Gregario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Corvus corax	Cuervo común	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Dendroica coronata	Chipe coronado	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	No endémica	Residente	Poco común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Molothrus aeneus	Tordo ojo rojo	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Passer domesticus	Gorrión doméstico	No endémica	Residente	Común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Picoides scalaris	Carpintero mexicano	No endémica	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Quiscalus mexicanus	Chanate mexicano	No endémica	Residente	Común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	No endémica	Residente	Abundante	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Zenaida macroura	Paloma huilota	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Zonotrichia leucophrys	Gorrión corona blanca	No endémica	Residente	Poco común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo

Un índice de diversidad sirve como guía para indicar el estado de salud de un sistema natural y conocer la diversidad natural que se encuentra distribuida dentro de un área natural. Para el estudio de la fauna del SA se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´), el cual considera que todos los individuos se muestrean al azar a partir de una población "indefinidamente grande", esto es, una población efectivamente infinita, donde todas las especies están representadas en la muestra. Este índice está basado en la densidad absoluta de las especies y se determina con la siguiente expresión matemática:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \left(\ln \left(p_i\right)\right)$$

Dónde:

$p_i = ni/N$ y $\boldsymbol{N} = \sum ni$

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.

Los índices de diversidad estimados para las especies de los diferentes grupos faunísticos muestreados dentro del Sistema Ambiental correspondiente, se muestran en las siguientes tablas:

Cuadro IV.54. Valores del índice de diversidad de las especies de reptiles registrados en el SA 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	6	0.1250	-2.0794	-0.2599
Cnemidophorus tigris	Huico tigre del NW	7	0.1563	-1.8563	-0.2900
Holbrookia maculata	Lagartija sorda	4	0.0938	-2.3671	-0.2219
Masticophis bilineatus	Culebra chirrionera	6	0.1250	-2.0794	-0.2599
Sceloporus jarrovii	Lagartija espinosa	3	0.0625	-2.7726	-0.1733
Sceloporus scalaris	Lagartija espinosa de pastizal	8	0.1875	-1.6740	-0.3139
Urosaurus ornatus	Lagartija de árbol norteña	11	0.2500	-1.3863	-0.3466
	TOTAL:	**44**	**1.0000**	**-14.2152**	**1.8656**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***1.8656***
				Riqueza (S) =	***7***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***1.9459***
				Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.9587***

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 SA 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 de árbol norteña (*Urosaurus ornatus*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (p_i = 0.2500), 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 correspondiente, se muestra en la siguiente tabla:

Cuadro IV.55. Valores del índice de diversidad de las especies de mamíferos registrados en el SA 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 Sonora	3	0.0690	-2.6741	-0.1844
Canis latrans	Coyote	3	0.0690	-2.6741	-0.1844
Lepus californicus	Liebre cola negra	7	0.1724	-1.7579	-0.3031
Lynx rufus	Gato montés	1	0.0345	-3.3673	-0.1161
Mephitis mephitis	Zorrillo listado	1	0.0345	-3.3673	-0.1161
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	7	0.1724	-1.7579	-0.3031
Pecari tajacu	Pecarí de collar	3	0.0690	-2.6741	-0.1844
Peromyscus boylii rowleyi	Ratón arbustero	4	0.1034	-2.2687	-0.2347
Procyon lotor	Mapache	1	0.0345	-3.3673	-0.1161
Spermophilus variegatus	Ardillón de las rocas	3	0.0690	-2.6741	-0.1844
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	6	0.1379	-1.9810	-0.2732
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	1	0.0345	-3.3673	-0.1161
TOTAL:		**40**	**1.0000**	**-31.9312**	**-2.3162**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***2.3162***
Riqueza (S) =					***12***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***2.4849***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.9321***

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

La tabla anterior nos revela que en la cuenca existe un valor bajo en la diversidad de especies de mamíferos.

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

Cuadro IV.56. Valores del índice de diversidad de las especies de aves registrados en el SA 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	0.0132	-4.3307	-0.0570
Callipepla gambelli	Codorniz de Gambel	7	0.0658	-2.7213	-0.1790
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca desértica	8	0.0789	-2.5390	-0.2004
Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo	3	0.0263	-3.6376	-0.0957
Carpodacus mexicanus	Pinzón mexicano	4	0.0395	-3.2321	-0.1276
Cathartes aura	Zopilote aura	3	0.0263	-3.6376	-0.0957
Columbina passerina	Tórtola coquita	11	0.1053	-2.2513	-0.2370
Coragyps auratus	Zopilote común	6	0.0526	-2.9444	-0.1550
Corvus corax	Cuervo común	4	0.0395	-3.2321	-0.1276
Dendroica coronata	Chipe coronado	4	0.0395	-3.2321	-0.1276
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	3	0.0263	-3.6376	-0.0957
Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	6	0.0526	-2.9444	-0.1550
Molothrus aeneus	Tordo ojo rojo	4	0.0395	-3.2321	-0.1276
Passer domesticus	Gorrión doméstico	7	0.0658	-2.7213	-0.1790
Picoides scalaris	Carpintero mexicano	7	0.0658	-2.7213	-0.1790
Quiscalus mexicanus	Chanate mexicano	4	0.0395	-3.2321	-0.1276
Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	14	0.1316	-2.0281	-0.2669
Zenaida macroura	Paloma huilota	4	0.0395	-3.2321	-0.1276
Zonotrichia leucophrys	Gorrión corona blanca	6	0.0526	-2.9444	-0.1550
	TOTAL:	**106**	**1.0000**	**-58.4518**	**-2.8160**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***2.8160***
				Riqueza (S) =	***19***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***2.9444***
				Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.9564***

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

La tabla anterior nos revela que en la cuenca existe un valor bajo en la diversidad de especies de aves.

En resumen se puede decir que en el SA 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

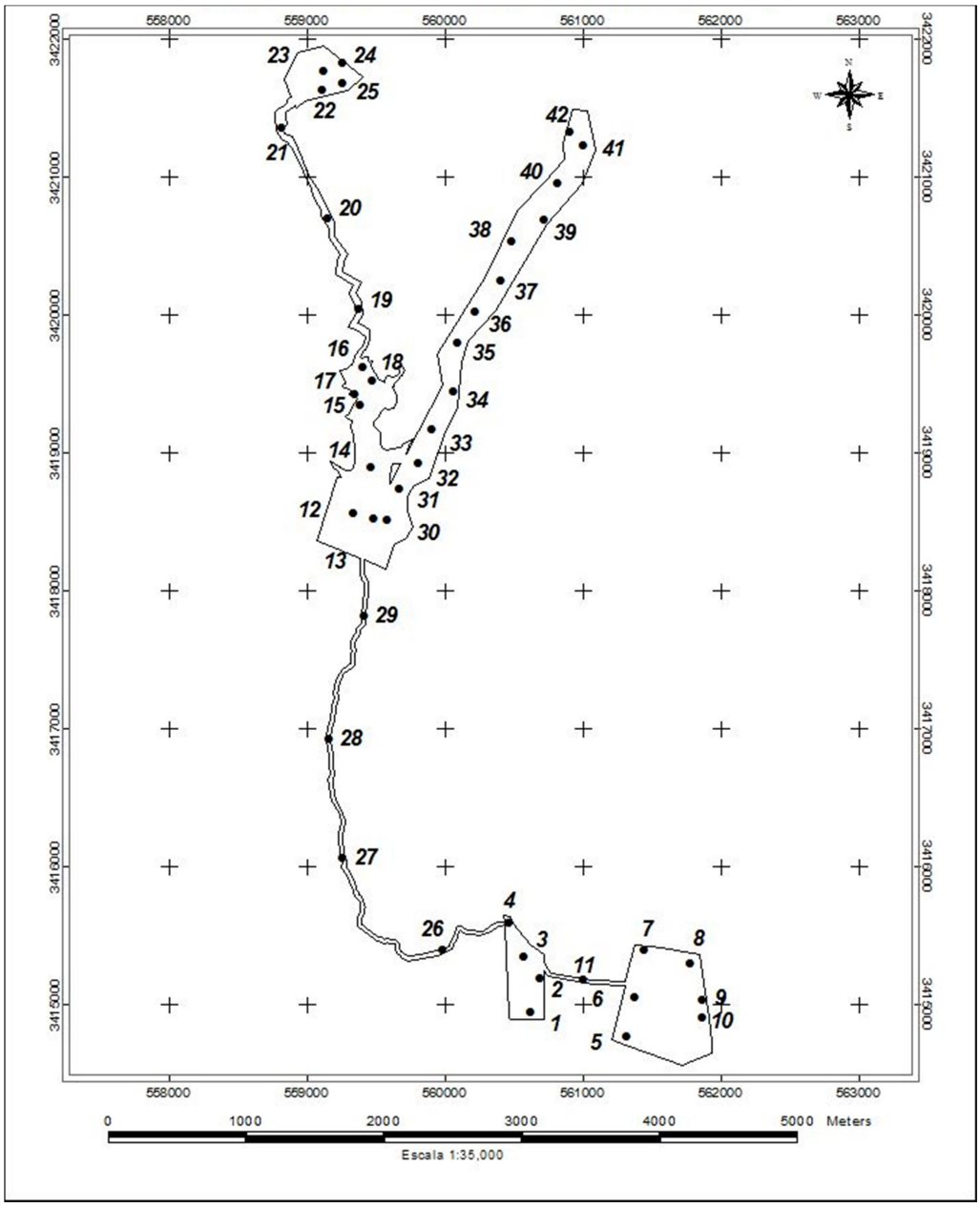
asegurar la continuidad de las especies silvestres de flora y fauna nativas para el bien de los ecosistemas y de las generaciones futuras de la humanidad. Por esa razón, hubo que relizar muestreos de fauna con el fin de asegurar que no se pone en riesgo la diversidad de especies faunísticas con las obras 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 (Figura IV.41).

Figura IV.41. Sitios de muestreo de fauna en el área del proyecto



Método de muestreo de reptiles

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 los ejemplares 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.

En las superficies del proyecto 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. Para determinar el estatus de protección de las especies muestreadas se consultaron la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES, no encontrándose especies categorizadas en esas listas oficiales.

Cuadro IV.57. 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	*Cnemidophorus burti*	Huico manchado	-	-
	Teiidae	*Cnemidophorus tigris*	Huico tigre del NW	-	-
	Phrynosomatidae	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda	-	-
	Phrynosomatidae	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija espinosa	-	-
	Phrynosomatidae	*Urosaurus ornatus*	Lagartija de árbol	-	-

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

Cuadro IV.58. Densidades (abundancia absoluta) de las especies de reptiles encontrados en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/HA
1	*Cnemidophorus burti*	Huico manchado	5
2	*Cnemidophorus tigris*	Huico tigre del NW	6
3	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda	7
4	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija espinosa	8
5	*Urosaurus ornatus*	Lagartija de árbol	3
		Total:	**29**

Cuadro IV.59. Valores de los atributos ecológicos de las especies de reptiles que habitan en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	AR	DR	FR	V.I.	CLASE
1	*Cnemidophorus burti*	Huico manchado	16.85	12.94	13.43	43.23	4
2	*Cnemidophorus tigris*	Huico tigre del NW	20.22	18.63	19.40	58.26	3
3	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda	24.72	27.83	23.88	76.43	2
4	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija espinosa	28.09	35.94	34.33	98.36	1
5	*Urosaurus ornatus*	Lagartija de árbol	10.11	4.66	8.96	23.73	5
			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 lagartija espinosa, *Sceloporus jarrovii*, es la especie que domina (V.I. = 98.36) 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.

En el Cuadro IV.60 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.

Cuadro IV.60. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de reptiles del área del proyecto

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Estrato de distribución
Cnemidophorus burti	Huico manchado	No endémica	Residente	Poco común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo

Cnemidophorus tigris	Huico tigre del NW	No endémica	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Holbrookia maculata	Lagartija sorda	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Sceloporus jarrovii	Lagartija espinosa	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Urosaurus ornatus	Lagartija de árbol	No endémica	Residente	Abundante	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 400 y 900 m2 (los mismos utilizados en los muestreos de reptiles), donde se registró la presencia de especies de mamíferos observada en cada 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.

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 8 especies pertenecientes a 4 órdenes y 6 familias. Por observación directa se registraron las ardillas *Ammospermophilus harrisii* y *Spermophilus variegatus*, 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 regular por el tráfico de vehículos no permite el asentamiento de la fauna silvestre.

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.

Cuadro IV.61. 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	-	-

Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	-	-
Rodentia	Muridae	*Peromyscus boylii rowleyi*	Ratón arbustero	-	-
Rodentia	Sciuridae	*Ammospermophilus harrisii*	Ardilla antílope de Sonora	-	-
Rodentia	Sciuridae	*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:

Cuadro IV.62. Densidades (abundancia absoluta) de las especies de mamíferos encontrados en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/HA
1	*Ammospermophilus harrisii*	Ardilla antílope de Son.	3
2	*Canis latrans*	Coyote	2
3	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	3
4	*Mephitis mephitis*	Zorrillo listado	5
5	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	6
6	*Peromyscus boylii rowleyi*	Ratón arbustero	6
7	*Spermophilus variegatus*	Ardillón de las rocas	7
8	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	5
		Total:	**37**

Cuadro IV.63. Valores de los atributos ecológicos de las especies de mamíferos que habitan en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	AR	DR	FR	V.I.	CLASE
1	*Ammospermophilus harrisii*	Ardilla antílope de Son.	7.02	3.44	7.02	17.48	4
2	*Canis latrans*	Coyote	6.14	2.63	6.14	14.92	5
3	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	7.89	4.35	7.89	20.14	4
4	*Mephitis mephitis*	Zorrillo listado	12.28	10.54	12.28	35.10	3
5	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	17.54	21.51	17.54	56.59	2
6	*Peromyscus boylii rowleyi*	Ratón arbustero	16.67	19.41	16.67	52.74	2
7	*Spermophilus variegatus*	Ardillón de las rocas	19.30	26.02	19.30	64.62	1
8	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	13.16	12.10	13.16	38.41	3
			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.

En el Cuadro IV.64 se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de mamíferos presentes en el Sistema Ambiental y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Cuadro IV.64. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de mamíferos del área del proyecto

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Estrato de distribución
Ammospermophilus harrisii	Ardilla antílope de Son.	No endémica	Residente	Común	Solitario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Canis latrans	Coyote	No endémica	Residente	Común	Solitario	Omnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Lepus californicus	Liebre cola negra	Endémica	Residente	Abundante	Solitario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Mephitis mephitis	Zorrillo listado	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	No endémica	Residente	Poco común	Gregario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Peromyscus boylii rowleyi	Ratón arbustero	No endémica	Residente	Común	Solitario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Spermophilus variegatus	Ardillón de las rocas	No endémica	Residente	Poco común	Gregario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	No endémica	Residente	Rara	Gregario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo

Método de muestreo de aves

Para el muestreo de aves en las superficies del proyecto, se utilizaron los mismos cuadrantes del muestreo de reptiles y mamíferos. 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 14 especies pertenecientes a 6 órdenes y 10 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.

Se consultaron las listas de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES no encontrándose especies en estatus de protección en esas listas oficiales. (Ver Cuadro IV.65).

Cuadro IV.65. 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	-	-
Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca desértica	-	-
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	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	-	-
Piciformes	Picidae	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	-	-
Passeriformes	Emberizidae	*Quiscalus mexicanus*	Chanate mexicano	-	-
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas	-	-
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	-	-
Passeriformes	Emberizidae	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión corona blanca	-	-

En el área de estudio se registraron un total de 127 ejemplares pertenecientes a 14 especies. 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.

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

Cuadro IV.66. Densidades (abundancia absoluta) de las especies de aves encontradas en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/HA
1	*Callipepla gambelli*	Codorniz de Gambel	6
2	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca desértica	5
3	*Cathartes aura*	Zopilote aura	6
4	*Columbina passerina*	Tórtola coquita	16
5	*Coragyps atratus*	Zopilote común	11
6	*Corvus corax*	Cuervo común	10
7	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	3
8	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	14
9	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	13
10	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	10
11	*Quiscalus mexicanus*	Chanate mexicano	8
12	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas	10
13	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	8
14	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión corona blanca	7
		Total:	**127**

Cuadro IV.67. Valores de los atributos ecológicos de las especies de aves que habitan en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	DR	FR	V.I.	CLASE
1	*Callipepla gambelli*	Codorniz de Gambel	4.82	2.83	4.17	11.82	5
2	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca desértica	3.81	1.77	6.25	11.82	5
3	*Cathartes aura*	Zopilote aura	5.08	3.14	2.08	10.30	5
4	*Columbina passerina*	Tórtola coquita	12.18	18.09	10.42	40.69	1
5	*Coragyps atratus*	Zopilote común	8.38	8.55	8.33	25.26	3
6	*Corvus corax*	Cuervo común	7.87	7.54	6.25	21.66	3
7	*Geococcyx californianus*	Correcaminos	2.03	0.50	4.17	6.70	6
8	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño	11.17	15.20	8.33	34.70	2
9	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	10.41	13.20	10.42	34.02	2
10	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	7.61	7.07	8.33	23.01	3
11	*Quiscalus mexicanus*	Chanate mexicano	6.60	5.31	8.33	20.24	4
12	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas	8.12	8.04	8.33	24.49	3
13	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	6.60	5.31	6.25	18.16	4
14	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión corona blanca	5.33	3.46	8.33	17.13	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.

En el Cuadro IV.68 se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de aves presentes en el sitio del proyecto y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Cuadro IV.68. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de aves del área del proyecto

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Estrato de distribución
Callipepla gambelli	Codorniz de Gambel	No endémica	Residente	Común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca desértica	No endémica	Residente	Común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Cathartes aura	Zopilote aura	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Columbina passerina	Tórtola coquita	No endémica	Residente	Abundante	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Coragyps atratus	Zopilote común	No endémica	Residente	Poco común	Gregario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Corvus corax	Cuervo común	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	No endémica	Residente	Poco común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Passer domesticus	Gorrión doméstico	No endémica	Residente	Común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Picoides scalaris	Carpintero mexicano	No endémica	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo

Quiscalus mexicanus	Chanate mexicano	No endémica	Residente	Común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	No endémica	Residente	Abundante	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Zenaida macroura	Paloma huilota	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
Zonotrichia leucophrys	Gorrión corona blanca	No endémica	Residente	Poco común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo

Análisis de diversidad de fauna

Para la determinación de diversidad de las especies de fauna del área del proyecto se utilizó el Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´), el cual considera que todos los individuos se muestrean al azar a partir de una población "indefinidamente grande", esto es, una población efectivamente infinita, donde todas las especies están representadas en la muestra (Moreno, 2001).

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.

DIVERSIDAD EN REPTILES

Los índices de diversidad de Shannon-Wiener estimados para las especies de los diferentes grupos faunísticos muestreados dentro del área de interés, se muestran en los siguientes Cuadros:

Cuadro IV.69. Valores del índice de diversidad de las especies de reptiles registrados en el sitio del proyecto

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Cnemidophorus burti	Huico manchado	5	0.1685	-1.7806	-0.3001
Cnemidophorus tigris	Huico tigre del NW	6	0.2022	-1.5983	-0.3232
Holbrookia maculata	Lagartija sorda	7	0.2472	-1.3976	-0.3455
Sceloporus jarrovii	Lagartija espinosa	8	0.2809	-1.2698	-0.3567
Urosaurus ornatus	Lagartija de árbol	3	0.1011	-2.2914	-0.2317
TOTAL:		**29**	**1.0000**	**-8.3376**	**-1.5572**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.5572***
Riqueza (S) =					***5***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.6094***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.9675***

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.

Analizando los resultados del Cuadro IV.69 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 = 0.2809), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies herpetológicas muestreado.

DIVERSIDAD EN MAMÍFEROS

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

Cuadro IV.70. Valores del índice de diversidad de las especies de mamíferos registrados en el área del proyecto

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Canis latrans	Coyote	3	0.0702	-2.6568	-0.1864
Lepus californicus	Liebre cola negra	2	0.0614	-2.7903	-0.1713
Mephitis mephitis	Zorrillo listado	3	0.0789	-2.5390	-0.2004
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	5	0.1228	-2.0971	-0.2575
Peromyscus boylii rowleyi	Ratón arbustero	6	0.1754	-1.7405	-0.3053
Ammospermophilus harrisii	Ardilla antílope de Son.	6	0.1667	-1.7918	-0.2986
Spermophilus variegatus	Ardillón de las rocas	7	0.1930	-1.6452	-0.3175
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	5	0.1316	-2.0281	-0.2669
	TOTAL:	**37**	**1.0000**	**-17.2887**	**-2.0041**
				Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	***2.0041***
				Riqueza (S) =	***8***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***2.0794***
				Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.9638***

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 mamíferos.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del grupo de reptiles de la tabla anterior, el ardillón de las rocas (*Spermophilus variegatus*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 0.1930), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies herpetológicas muestreado.

DIVERSIDAD EN AVES

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

Cuadro IV.71. Valores del índice de diversidad de las especies de aves registrados en el área del proyecto

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Callipepla gambelli	Codorniz de Gambel	6	0.0482	-3.0319	-0.1462
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca desértica	5	0.0381	-3.2683	-0.1244
Cathartes aura	Zopilote aura	6	0.0508	-2.9806	-0.1513
Columbina passerina	Tórtola coquita	16	0.1218	-2.1051	-0.2565
Coragyps atratus	Zopilote común	11	0.0838	-2.4798	-0.2077
Corvus corax	Cuervo común	10	0.0787	-2.5424	-0.2000
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	3	0.0203	-3.8969	-0.0791
Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	14	0.1117	-2.1922	-0.2448
Passer domesticus	Gorrión doméstico	13	0.1041	-2.2628	-0.2355
Picoides scalaris	Carpintero mexicano	10	0.0761	-2.5752	-0.1961
Quiscalus mexicanus	Chanate mexicano	8	0.0660	-2.7183	-0.1794
Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	10	0.0812	-2.5106	-0.2039
Zenaida macroura	Paloma huilota	8	0.0660	-2.7183	-0.1794
Zonotrichia leucophrys	Gorrión corona blanca	7	0.0533	-2.9318	-0.1563
TOTAL:		**128**	**1.0000**	**-38.2141**	**-2.5605**
Indice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***2.5605***
Riqueza (S) =					***14***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***2.6391***
Indice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.9702***

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 coquita (*Columbina passerina*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 0.1218), 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 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 el camino actual, lo que hace más incierto el buen funcionamiento del hábitat y la dinámica de los ecosistemas propios y cercanos.

IV.2.3 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: 1. Espaciales; 2. Naturales; y 3. Ecosistemas; así como objetos estéticos, ideológicos y cultural-histórico, además de lugares (López y Cervantes, 2002).

Para evaluar el paisaje existen tres métodos: los métodos directos, los métodos indirecto; y 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.

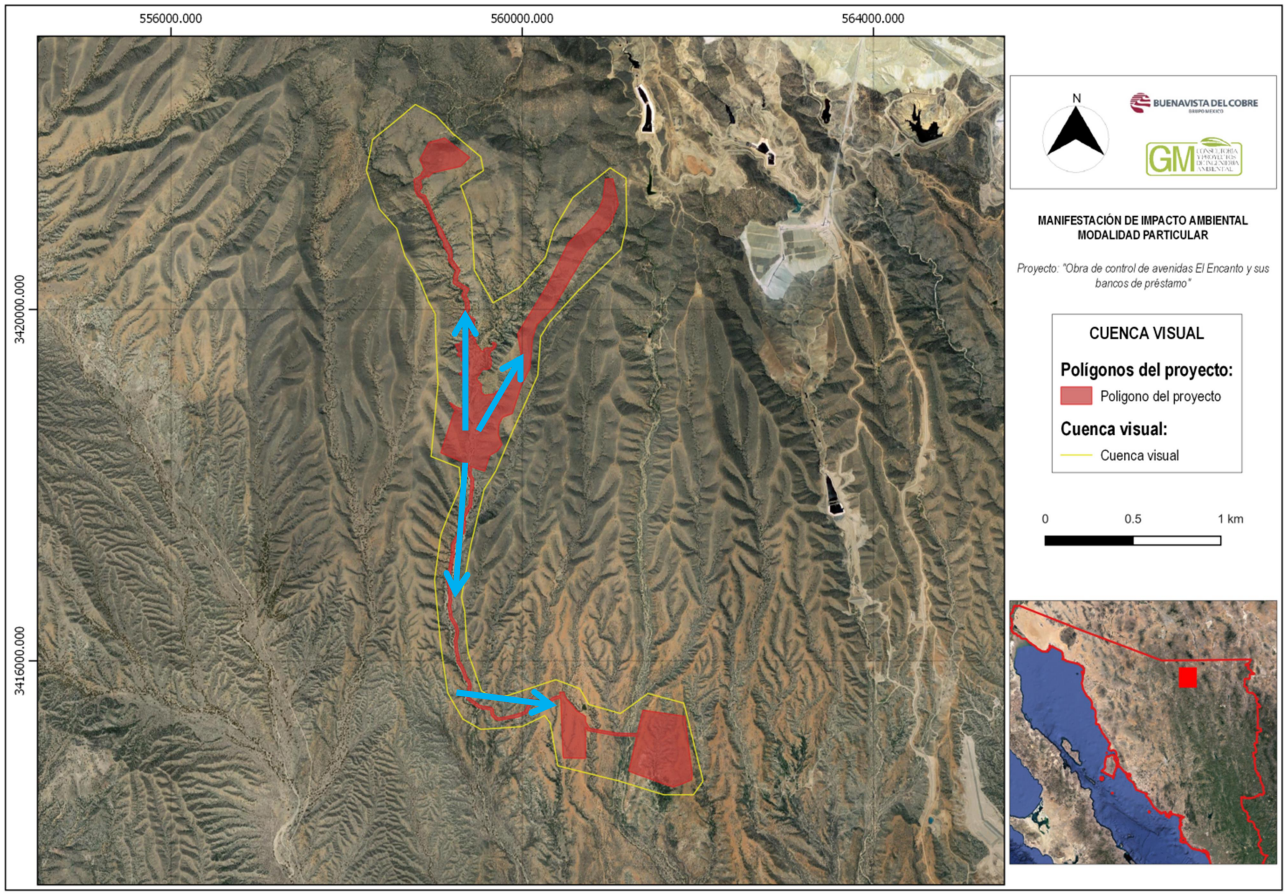
Análisis de visibilidad

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 los diversos caminos que conectan a la ciudad de Cananea con diversas rancherías, Ejidos, Cuitaca, entre otros sitios de interés para los pobladores locales, se puede observar que la cuenca visual en el terreno está casi limitada. En la Figura IV.42 se muestra, de manera gráfica, la cuenca visual del Sitio del Proyecto y sus puntos de visión (flechas en color azul), desde el sitio donde estará ubicada la cortina.

Figura IV.42. Sitios de visión de la Cuenca visual



En su parte norte, la cuenca visual está formada por sierra alta con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y pastizal natural. Observando desde el centro hacia el sur del Proyecto se tiene un valle intermontano con tipo de vegetación Pastizal natural y Vegetación segundaria arbustiva de pastizal natural; se observa un arroyo intermitente, un camino de terracería que conecta a Cananea/Bacanuchi con Cuitaca y otros sitios de interés para los pobladores locales (Figura IV.43).

Figura IV.43. Visualización de los tipos de vegetación en el Proyecto







El tipo de vegetación en el sitio del Proyecto es clasificada como Pastizal natural, vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino. La mayoría de las especies arbustivas en el pastizal natural son de menor altura y de esta manera no actúan como una barrera visual. Mientras que en algunas zonas de las vegetaciones secundarias arbustivas tanto de bosque de encino como pastizal natural, se pueden observar que son mayores a los 2 m y pueden ser una barrera al observador sobre todo si se sitúa en las partes bajas.

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 (El Encanto) 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. Las partes más altas en el paisaje, al norte de la cuenca visual, son cubiertas por vegetación del tipo pastizal natural.

En el paisaje existen varios elementos de origen humano, como los caminos existentes de terracería, rancherías y otros asentamientos humanos (visibles desde los puntos de observación de la cuenca visual), represos artificiales y al norte de los límites del polígono de las obras del proyecto se visualiza la Tepetatera Tinajas 2.

Figura IV.44. Pastizal natural 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 IV.70 se describen los criterios del modelo de Rojas y Kong (1998), los cuales se emplearon para valorar la calidad paisajística.

Cuadro IV.72. Criterios según el Modelo de Rojas y Kong, para valorar la calidad paisajística

Elemento	Calidad paisajística

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

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 los caminos existentes de terracería y diversas rancherías, 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 construcción de una cortina para un represo denominado como El Encanto y sus obras auxiliares, así como la ampliación de brechas existentes y operación de bancos de agregados para utilizar esos materiales en la formación de la cortina, será 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 IV.72). En conclusión, analizando los factores y características de la cuenca visual y calidad paisajística, se puede determinar que el Proyecto, afectará poco el factor paisaje al largo plazo, debido a la construcción de la cortina y los bancos de agregados (mismos que una vez construida la cortina dejarán de operar), sumando como un impacto pasiajístico benéfico la visualización de un espejo de agua en el Represo El Encanto. 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.2.4 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.2.4.1 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.73. 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.45. 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.2.4.2 Salud

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.2.4.3 Vivienda

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
Internet	3,370	37.34

Viviendas particulares habitadas según bienes materiales con los que cuentan, 2010		
Tipo de bien material	Número de viviendas particulares	%
Sin ningún bien[1]	29	0.32

IV.2.4.4 Educación

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

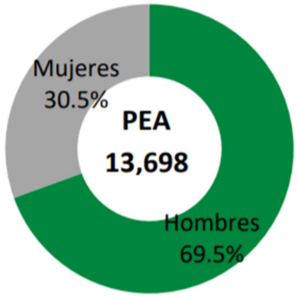
IV.2.4.5 Marginación

El municipio de Cananea posee un grado muy bajo de marginación, según el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED).

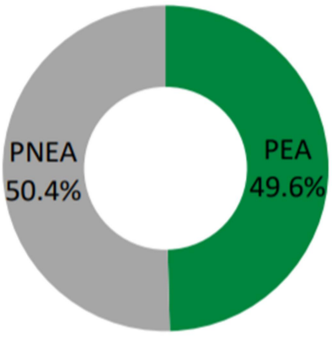
Indicadores de Marginación, 2015	
Indicador	**Valor**
Índice de marginación	-1.86700
Grado de marginación(*)	Muy Bajo
Lugar a nivel estatal	72
Lugar a nivel nacional	2442

IV.2.4.6 Economía

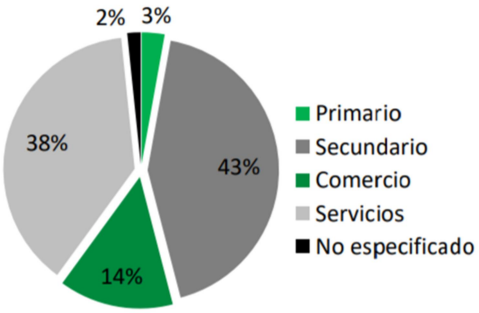
El municipio de Cananea al año 2015 presenta una Población Económicamente Activa (PEA) de 13,698 habitantes, de los cuales 9,520 corresponden a hombres y 4,178 a mujeres.



Para la población mayor de 12 años de edad, se tiene una población económicamente activa del 49.6%.



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.2.5 Diagnóstico ambiental

Con base en todo lo antes expuesto en este capítulo, se analizan enseguida los principales componentes físicos, bióticos y socioeconómicos, del SA y sitio del Proyecto, haciendo énfasis en el grado de conservación mediante un análisis de valoración de los diferentes componentes y sus capacidades de asimilar probables impactos ambientales (homeostasis y resiliencia).

En general, se puede mencionar que existen diversos agentes de presión sobre el SA, tales como la presencia de actividad humana, que lleva consigo acciones como el establecimiento de infraestructura, apertura y ampliación de caminos, presencia de ganado, entre otros.

IV.2.5.1 Integración e interpretación del inventario ambiental

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

Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., pretende llevar a cabo las obras y actividades inherentes a la integración a los procesos de minería en su operación actual, la cual corresponde a un represo para el control de avenidas denominado como "El Encanto", una estación de bombeo aguas abajo, línea de conducción de agua bombeada, caminos nuevos y ampliación de caminos existentes, así como bancos de grava, arena, roca y arcilla, y una línea eléctrica para alimentar de energía a la estación de bombeo. Para realizar los proyectos que se mencionan, es necesaria una superficie de 214.3063 hectáreas.

El ecosistema semiárido-templado al cual pertenece el proyecto se encuentra distribuido en la porción serrana, de las cuales 214.3063 ha serán ocupadas por el proyecto, por lo que la obra no restringe por este motivo, los flujos de comunidades allí existentes. En particular, todo el Sistema Ambiental de referencia posee un arreglo ecosistémico similar. Los atributos del predio del proyecto se encuentran ampliamente representados a nivel del Sistema Ambiental por lo que no se comprometen dichos recursos en el entorno inmediato, que a su vez, presentan mayor calidad en su entorno.

En términos de diversidad biológica, el proyecto se encuentra totalmente fuera de alguna área natural protegida con decreto por lo que el proyecto no limita ni condiciona las políticas de regulación y control encaminadas al desarrollo de dichas áreas de biodiversidad regional. A continuación se muestra la tabla resumen de las distancias de interés a las regiones de conservación.

Cuadro IV.74. Ubicación del proyecto respecto a las áreas de conservación y planeación

SE ENCUENTRA EN:	SI/NO	COMENTARIOS
Área Natural Protegida	NO	El ANP más cercano es Ajos-Bavispe ubicado a 35 kilómetros aproximadamente.
Área de Importancia para la Conservación de las Aves	SI	Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental (AICA 126) La superficie del proyecto representa el 0.00166% del AICA
Región Terrestre Prioritaria	NO	La Región más cercana, que se ubica a aproximadamente 3 kilómetros al este del proyecto, es la Región Cananea – San Pedro (RTP 41).
Región Hidrológica Prioritaria	NO	La Región más cercana, que se ubica a aproximadamente 15 kilómetros al noroeste del proyecto, es la Subcuenca Río Asunción
Unidad de Manejo Ambiental	NO	Se ubica a aproximadamente 15 kilómetros de la UMA de Buenavista del Cobre
RAMSAR	NO	El sitio RAMSAR más cercano, que se ubica a aproximadamente 16.2 kilómetros al norte del proyecto, es el Ecosistema Sierra de Ajos - Bavispe

Fauna silvestre

El efecto sobre la fauna está vinculado en un inicio a su ahuyentamiento debido a las actividades del proyecto, por el ruido generado por parte de la maquinaria y por la simple presencia humana, que potencialmente provocará la huida de la fauna no solo del área del proyecto sino de los sitios adyacentes cercanos hacia los lugares más apartados de la región, provocando alteración en la abundancia y diversidad local. No obstante este efecto no será permanente. A continuación se presenta de manera concentrada la información sobre estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las familias taxonómicas, el número de especies, densidades por hectárea, el Índice de diversidad de Shannon-Weiner y la Equidad, por grupos faunísticos tanto como en los polígonos del proyecto como en el Sistema Ambiental:

Cuadro IV.75 Arreglo comparativo de la fauna presente en el polígono del proyecto y el SA

Grupo Faunístico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Familias taxonómicas (No.)		Especies (No.)		Densidad/ha		Índice de diversidad de Shannon-Weiner		Equidad	
	Polígono proyecto	SA	Polígono proyecto	SA	Polígono proyecto	SA	Polígono proyecto	SA	Polígono proyecto	SA	Polígono proyecto	SA
Mamífero	1	1	8	9	8	12	37	40	2.0041	2.3162	0.9638	0.9321
Aves	-	-	11	12	14	19	128	106	2.5605	2.8160	0.9702	0.9564
Reptiles	-	-	2	3	5	7	29	44	1.5572	1.8656	0.9675	0.9587
Anfibios	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	1	21	24	27	38	194	190				

Dichas especies serán desplazadas del sitio, hacia áreas inmediatas con mejores condiciones de hábitat para su supervivencia.

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

Tipos de vegetación y flora

La vegetación es uno de los factores más afectados durante la ejecución de la etapa de preparación del sitio del presente proyecto, en tanto que se eliminará por completo del área del proyecto. Por lo anterior, la magnitud del daño sobre este factor debe ser analizado en virtud de sus atributos y condiciones en el área.

En este orden de ideas, los parámetros poblacionales medidos, tanto en el SA como en el polígono del proyecto están mejor representados en el SA que en el polígono del proyecto, por lo que la distribución y abundancia de las especies que serán desmontadas para dar paso a las obras previstas, no comprometen la diversidad de especies en el sitio.

Comparación de valores estadísticos de la flora analizada, calculados para los diferentes tipo de vegetación en el SA y en el área del proyecto

Estrato	Tipo de vegetación	Riqueza de especies (S)		Abundancia (Ind/ha)		Índice de diversidad de Shannon-Weiner (H´)		Equidad de Pielou (J)	
		Polígono proyecto	SA	Polígono proyecto	SA	Polígono proyecto	SA	Polígono proyecto	SA
Arbóreo	Pastizal natural	2	3	246	271	0.0514	0.3894	0.0741	0.3545
	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	3	3	243	140	0.4685	0.6810	0.4265	0.6199
	Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	1	1	336	459	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Arbustivo	Pastizal natural	12	14	576	721	1.7367	1.8297	0.6989	0.6933
	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	12	13	551	869	1.7077	1.7585	0.6872	0.6856
	Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	9	10	344	226	1.3191	1.8845	0.6004	0.8184
Herbáceo	Pastizal natural	2	2	958	994	0.0326	0.3130	0.0471	0.4515
	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	2	2	494	259	0.4874	0.5366	0.7032	0.7742
	Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	1	3	953	634	0.0000	0.2447	0.0000	0.2228
Cactáceas	Pastizal natural	3	4	3	12	1.0361	1.3863	0.9431	1.000
	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	2	4	5	67	0.6237	1.0147	0.8997	0.7319
	Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	1	4	2	41	0.0000	1.0746	0.0000	0.7752
		50	63	4711	4693				

Se prevé como medida de mitigación de la remoción de vegetación con acciones de rescate y reubicación de especies susceptibles dello.

Se pondrá en operación un programa de rescate y reubicación de flora que considere las especies susceptibles de ser rescatadas, a partir del conjunto de especies que conforman la vegetación natural del área del proyecto.

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.

a. Síntesis del inventario ambiental.

Cuadro IV.76. Síntesis del Inventario Ambiental

FACTORES AMBIENTALES	COMPONENTES AMBIENTALES	ESTADO AMBIENTAL	GRADO DE AFECTACIÓN
CLIMA	MICROCLIMA	CAMBIO	BAJO
	CARACTERÍSTICAS ATMOSFÉRICAS	AFECTACIÓN DE VISIBILIDAD EMISIONES DE POLVO	BAJO
GEOLOGÍA Y MORFOLOGÍA	ESTRUCTURA	AFECTACIÓN DE CONTINUIDAD LITOLÓGICA	MEDIO
	RELIEVE	CAMBIOS TOPOGRÁFICOS	MEDIO

		PAISAJE	MEDIO A BAJO
SUELOS	PROPIEDADES	PERDIDA DE SUSTRATO	MEDIO
	INFILTRACIÓN	PERDIDA DE CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN – EROSIÓN	BAJO
HIDROLOGÍA	AGUA SUBTERRÁNEA	AFECTACIÓN DE MANTOS	BAJO
	CORRIENTES SUPERFICIALES	LEVE AFECTACIÓN	BAJO
VEGETACIÓN	DIVERSIDAD	AFECTACIÓN	BAJO
	COBERTURA	PERDIDA DE DENSIDADES POBLACIONALES	MEDIO
FAUNA	HÁBITAT	AFECTACIÓN DE NICHOS	BAJO
	POBLACIÓN	REDUCCIÓN POR DESPLAZAMIENTO	BAJO
POBLACIÓN	CALIDAD DE VIDA	APOYO AL DESARROLLO DE LA ZONA	MEDIO
	ALTERNATIVAS ECONÓMICAS	OFERTA DE CONTINUIDAD DE EMPLEOS	MEDIO

Los resultados de integración e interpretación de los componentes del inventario ambiental, se fundamentaron en el análisis de los factores ambientales de mayor relevancia.

De esta forma, se analizaron siete factores ambientales, 14 componentes y 15 posibles elementos impactables, identificándose 7 con grado de afectación media (2 positivos), 8 afectaciones bajas (negativas).

De esta interpretación se derivan o se reconocieron los impactos críticos, que obtuvieron la calificación más alta y que merecen la mayor atención en el sitio del proyecto, a efecto de evitar la sinergia de los mismos.

Cuadro IV.77. Componentes físicos aplicables al Proyecto

COMPONENTE	CARACTERÍSTICA
Sistema Ambiental	Sierra Madre Occidental
Subsistema Ambiental	Sierras y Valles del Norte
Región hidrológica	Sonora Sur
Cuenca	Río Sonora
Subcuencas	Río Bacanuchi
Tipo de clima	Semiárido, templado *BS1k(x')*
Temperatura media anual	Entre los 12 y los 18°C
Precipitación media anual	Estación Cananea: 510.7 mm Estación Buenavista: 604.8 mm
Unidades de Escurrimiento	Menor a 10%
Inundación	Bajo riesgo
Agua subterránea	Acuífero Río Bacanuchi
Acuífero principal	Acuífero Río Bacanuchi

Condición de explotación	Sobreexplotación
Grado de interacción del proyecto con las aguas subterráneas	Nulo
Flora	Tipos de vegetación: Pastizal natural, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural. No se encontraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Fauna	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010: Liebre cola negra (*Lepus californicus*)
Medio socioeconómico	La población beneficiada directamente serán los trabajadores que serán contratados en las diferentes etapas del proyecto. El asentamiento humano cercano es la ciudad de Cananea Se analizó socioeconómicamente al municipio de Cananea
Tenencia de la Tierra	La tenencia de la tierra en el Proyecto es propiedad de Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., el Promovente
Aspectos culturales	El sitio del proyecto no es un punto de reunión, recreación o de aprovechamiento colectivo El sitio del proyecto no representa un patrimonio histórico
Étnicos y religiosos	En el área del proyecto no existen grupos étnicos y religiosos.

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 1

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 1

V.1.1 Indicadores de Impacto 1

V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto 1

V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación 3

V.1.4 Identificación y descripción de los impactos y riesgos ambientales que generará la obra o actividad a desarrollar 10

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Una vez realizada toda la recopilación, análisis y evaluación de la información disponible para el desarrollo del proyecto *"Obra de control de avenidas El Encanto y sus bancos de préstamo"*, presentada amplia y detalladamente según la Guía en los Capítulos 2 (Descripción del proyecto), 3 (Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables) y 4 (Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región), se estima que las técnicas idóneas para la identificación de impactos es mediante la Matriz de Leopold, la evaluación de impactos ambientales adaptada a las condiciones particulares del proyecto.

V.1.1 Indicadores de Impacto

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 éstos fueron seleccionados con referencia a lo expuesto en el marco ambiental presentado detalladamente en el Capítulo 4. Bajo esta perspectiva se considera a los indicadores como índices cuantitativos o cualitativos que permiten evaluar las dimensión de las alteraciones que podrían producirse como consecuencia del establecimiento del proyecto, por otra parte, los indicadores elegidos se apegaron a lo solicitado en la guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental del sector Hidráulico, en su modalidad particular (SEMARNAT, 2002).

Cuadro V.1. Instrumento de gestión aplicable al Proyecto

INSTRUMENTO DE GESTIÓN	SECTOR
Manifestación de Impacto Ambiental – Modalidad Particular	Hidráulico (se define en el Capítulo III del presente documento)

V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

Los indicadores identificados y seleccionados fueron listados tomando como base la clasificación recomendada por Conesa-Fernandez (1997) y en común acuerdo por los definidos en la MIA del proyecto 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.2. 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.3. Componentes que serán impactados por la ejecución del Proyecto, para los factores abióticos

Atmosfera	Generación de polvos
	Ruido y vibraciones
	Humos y olores
Agua superficial y subterránea	Escurrimiento
	Calidad
	Recarga
	Calidad
Suelo	Relieve
	Uso actual
	Uso Potencial
	Calidad

Cuadro V.4. Componentes que serán impactados por la ejecución del Proyecto, para los factores bióticos

Flora	Cubierta vegetal
	Especies protegidas o de interés especial
	Especies de interés especial

Fauna	Fauna silvestre
	Especies protegidas
	Especies de interés especial

Cuadro V.5. Componentes que serán impactados por la ejecución del Proyecto, para el factor paisaje

Paisaje	Unidades y elementos de paisaje
	Calidad del paisaje

Cuadro V.6. Componentes que serán impactados por la ejecución del Proyecto, para los factores socioeconómicos

Servicios	Residuos sólidos
	Residuos peligrosos
	Agua de suministro
	Aguas residuales
Población	Calidad de vida
	Gestión ambiental
	Empleo / Mano de obra
	Comercio

V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

La técnica comúnmente más utilizada que ha sido considerada en algunos casos como método de evaluación de impactos es la Matriz de Leopold (Canter, 1998) con sus múltiples modificaciones y adaptaciones; en este caso no es la excepción, dada la naturaleza del proyecto y el constante uso de esta técnica en la evaluación de impactos ambientales de proyectos de esta índole, se utilizó esta matriz de causa efecto, para poder tener puntos de comparación en el ámbito regional.

Como se ha mencionado en el Capítulo 2, el presente proyecto constituye una Obra de control de avenidas, que consiste en un represo el cual va a almacenar el agua pluvial con cantidades menores de cobre proveniente de la Tepetatera Tinajas 2 para después ser bombeada a los procesos del complejo minero y que pueda ser aprovechada la extracción del cobre. A su vez, también contempla la operación de bancos de agregados para el enchapado y formación de la cortina, siendo de los materiales: grava, arena, arcilla y roca.

V.1.3.1 Criterios

Los criterios utilizados en el proyecto se basan en la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales considerando las características del proyecto, cubriendo 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 35 actividades. La etapa de preparación del sitio presenta 5 actividades, la etapa de Construcción es la etapa que presentó una mayor cantidad de actividades diferentes analizadas con 16, mientras que la operación y mantenimiento presentó 14, 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 con que ya se cuenta.

Cuadro V.7. 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)	
	Obras de drenaje y subterráneas	
	Cortina del represo de control de avenidas y su obra de excedencias	Desplante sobre el cauce
		Apoyo sobre laderas
		Construcción de la cortina con material A, B y C
		Construcción de la obra de excedencias
	Instalación de tubería para el bombeo del agua captada	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
	Estación de bombeo en la cortina	Cimentación y estructuras
		Edificación dentro de la instalación
		Instalación de equipo mecánico y tanque de almacenamiento
	Bancos de agregados	No requiere de construcción

	Habilitación y ampliación de caminos existentes	Habilitación y mantenimiento de las brechas existentes
		Ampliación de brechas existentes de terracería que interactúan entre los polígonos del proyecto
	Construcción de caminos nuevos	Cortes y terraplenes del terreno natural
		Obras de drenaje
Operación y mantenimiento	**Operación del represo y su obra de excedencias**	Tránsito vehicular diurno
		Mantenimiento a la cortina y la obra de excedencias
	Tránsito por caminos de terracería	Tránsito de vehículos ligero y pesado
		Mantenimiento de los caminos de terracería
	Operación de la Estación de Bombeo aguas abajo	Operación y mantenimiento del sistema de bombeo
		Tránsito vehicular diurno
	Almacenamiento en el vaso del represo	Será presa seca, lo cual se considerará mínimo almacenamiento
	Mantenimiento de la línea de conducción de agua bombeada	Sustitución de líneas que cumplieron su vida útil
		Cambios de válvulas y otros equipos de la línea de conducción
	Operación y mantenimiento de línea eléctrica	Mantenimiento de la línea eléctrica
	Operación de los bancos de agregados	Extracción de grava
		Extracción de arena
		Extracción de arcillas
		Extracción de roca
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.8. 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.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

V.1.3.2.1 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.

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. 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.9. Matriz de identificación de impactos en la etapa de Preparación del sitio

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS Proyecto "Obra de control de avenidas El Encanto y sus bancos de préstamo"					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	X		
				Especies Protegidas					
				Especies Interés Especial					
		FAUNA		Fauna Silvestre		X	X		
				Especies Protegidas		X	X		
				Especies Interés Especial					
	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	

Matriz de identificación de impactos (etapa de construcción)

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS Proyecto "Obra de control de avenidas El Encanto y sus bancos de préstamo"					CONSTRUCCIÓN						
					Cortina del represo de control de avenidas y su obra de excedencias	Instalación de tubería para el bombeo del agua captada	Estación de bombeo en la cortina	Habilitación y ampliación de caminos existentes	Construcción de caminos nuevos	Bancos de agregados	Construcción de línea eléctrica
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					X	
				Calidad							
			Subter	Recarga							
				Calidad							
		SUELO		Relieve	X					X	
				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	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

Matriz de identificación de impactos (operación y mantenimiento)

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS Proyecto "Obra de control de avenidas El Encanto y sus bancos de préstamo"											
				OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO							
				Operación y mantenimiento del represo y su obra de excedencias	Tránsito por caminos de terracería y su mantenimiento	Operación de la Estación de Bombeo aguas abajo y su mtto	Almacenamiento de agua (espejo de agua) Será represo seco	Mantenimiento de la línea de conducción de agua bombeada	Operación y mantenimiento de línea eléctrica	Operación de los bancos de agregados
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				X			
		AGUA Subter	Recarga	X						
			Calidad				X			
		SUELO	Relieve	X						X
			Uso Actual	X						
			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
			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	X
			Gestión Ambiental	X	X	X		X	X	X
			Empleo/Mano de Obra	X	X	X		X	X	X
			Comercio		X	X		X	X	X

(Cont) Matriz de identificación de impactos (abandono)

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS Proyecto "Obra de control de avenidas El Encanto y sus bancos de préstamo"										
					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
				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.10. Matriz de valorización de las interacciones identificadas en el Cuadro V.9 (Preparación del sitio)

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

				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										
		AGUA 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	3	3				
						1	2	1	2				
			Especies Protegidas										
			Especies Interés Especial										
		FAUNA	Fauna Silvestre			3	1	3	3				
						1	1	1	1				
			Especies Protegidas			3	1	3	3				
						1	1	1	1				
			Especies Interés Especial										
	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													
					Cortina del represo de control de avenidas y su obra de excedencias		Instalación de tubería para el bombeo del agua captada		Construcción de infraestructura Estación de bombeo en la cortina		Habilitación y ampliación de caminos existentes		Construcción de caminos nuevos		Bancos de agregados		Construcción de línea eléctrica	
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	3	2												
					1	1												
				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	3	2
				1	1			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 del represo y su obra de excedencias		Tránsito por caminos de terracería y su mantenimiento		Operación de la Estación de Bombeo aguas abajo y su mtto		Almacenamiento de agua (espejo de agua) – Represo seco		Mantenimiento de la línea de conducción de agua bombeada		Operación y mantenimiento de línea eléctrica		Operación de los bancos de agregados	
FACTORES SUSCEPTIBLES DE IMPACTO AMBIENTAL	FACTORES ABIOTICOS	AIRE	Generación de polvos	3	3	3	3					3	3			3	3
				1	1	1	1					1	1			1	2
			Ruido/vibraciones	3	3	3	3					3	3			3	3
				1	1	1	1					1	1			1	1
			Humos/gases	3	3	3	3					3	3			3	3
				1	1	1	1					1	1			1	1
		AGUA Superf	Escurrimiento	3	3					3	3					3	3
				1	1					1	2					1	1
			Calidad							3	1						
										1	1						
		AGUA Subter	Recarga	2	3												
				1	1												
			Calidad							3	1						
										1	1						
		SUELO	Relieve	3	3											3	3
				1	1											1	1
			Uso Actual	3	3												
				1	1												
			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
				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	2	3			3	3	3	3
				1	1			1	1	1	1			1	1	1	1
			Calidad de Vida	2	3	2	3	2	3			2	3	2	3	2	3
				1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1
			Gestión Ambiental	2	3	2	3	2	3			2	3	2	3	2	3
				2	1	1	1	1	1			2	1	2	1	2	1
			Empleo/Mano de Obra	2	3	2	3	2	3			2	3	2	3	2	3
				1	2	1	1	1	1			1	2	1	2	1	2
			Comercio			2	3	2	3			2	3	2	3	2	3
						1	1	1	1			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			2	3
									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.1.4 Identificación y descripción de los impactos y riesgos ambientales que generará la obra o actividad a desarrollar

El sistema ambiental se ha separado para fines de análisis en cuatro conjuntos principales de factores ambientales: abióticos, bióticos, socioeconómicos y paisaje. A continuación se hace una relatoría de la interacción e impacto esperado entre las acciones del proyecto y los factores ambientales para las etapas correspondientes a la preparación, construcción y operación - mantenimiento del proyecto.

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 Cortina del represo de control de avenidas y su obra de excedencias, instalación de tubería para el bombeo del agua captada, estación de bombeo en la cortina, habilitación y ampliación de caminos existentes, construcción de nuevos caminos, banco de agregados y construcción de línea eléctrica.

Generación de emisiones provenientes principalmente de los gases de combustión interna (NOx, CO, SOx) de maquinaria de construcción (motoconformadora, retroexcavadora, vibrocompactador, tractor), grúas para el transporte y manejo de la tubería de conducción de agua y vehículos que serán utilizados para el manejo de los diversos materiales de construcción para las obras de la Obra de control de avenidas y los cuatro bancos de préstamo, sus caminos 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 el cual se va a ampliar, 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 cortina del represo El Encanto, la 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: Colocación de Cortina del represo de control de avenidas y su obra de excedencias, instalación de tubería para el bombeo del agua captada, estación de bombeo en la cortina, habilitación y ampliación de caminos existentes, construcción de nuevos caminos y construcción de línea eléctrica.

En menor medida se tendrá la emisión de partículas de polvos al realizar el mantenimiento de la línea de conducción de agua bombeada y el tránsito de vehículos por los caminos existentes de terracería. Cabe señalar que actualmente se encuentran brechas existentes, 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 de la línea de conducción, de la cortina del represo El Encanto y de las 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.

Actividad: Operación del banco de grava-arena, banco de roca y de los bancos de arcilla No. 1 y No. 2

Se tendrá la emisión de partículas de polvos al realizar la operación de los cuatro bancos de préstamo para la construcción de la cortina.

> 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 media y no significativo.

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 explotación de los bancos de grava-arena, roca y arcilla.

> 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.

De igual forma, en menor medida el nivel de ruido que se generará por la operación de la maquinaria 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.

> 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.

AGUA SUPERFICIAL

Preparación del sitio

Actividad: Despalme del terreno

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 la cortina del represo de control de avenidas y su obra de excedencias.

Se prevé la afectación a los escurrimientos naturales durante la construcción de la cortina sobre el arroyo El Encanto, aun cuando es en menor cantidad por la distancia desde la tepetatera hacia la cortina.

> El impacto se considera un impacto adverso, de mediano plazo, de magnitud baja y no significativo.

Operación

Actividad: Operación y mantenimiento del represo y su obra de control de avenidas y la operación de los bancos de agregados.

Se prevé la afectación a los escurrimientos naturales durante la operación de la cortina sobre el arroyo El Encanto, aun cuando es en menor cantidad por la distancia desde la tepetatera hacia la cortina. A su vez, también se prevé la afectación por la operación de los bancos de grava-arena, roca y arcillas.

> El impacto se considera un impacto adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.

Actividad: Almacenamiento de agua (represo)

Se prevé la afectación a los escurrimientos naturales durante la captación del agua pluvial proveniente de las tepetateras, aun cuando el recurso hídrico presenta contenidos de cobre.

> El impacto se considera un impacto adverso, de largo plazo, de magnitud media y no significativo.

Se prevé la afectación a la calidad del agua durante la captación del agua pluvial proveniente de las tepetateras, aunque en menor medida ya que rápidamente será bombeado a las operaciones mineras. Se recalca que será un represo del tipo seco, es decir, no se espera contar con espejo de agua en ningún momento (es la finalidad del represo), por lo cual el impacto se considera de corto plazo.

> El impacto se considera un impacto adverso, de corto plazo, de magnitud media y no significativo.

AGUA SUBTERRÁNEA

Preparación del sitio

Actividad: Despalme del terreno en las superficies del proyecto

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 del proyecto, 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 y mantenimiento del represo y su obra de control de avenidas.

Se prevé la recarga de agua subterránea por la operación de las obras de captación de agua propuestas como medidas de compensación, teniendo un impacto positivo.

> El impacto se considera un impacto benéfico, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.

Actividad: Almacenamiento de agua (represo)

Aun cuando no se prevé que se almacene agua dentro del represo de control de avenidas al tratarse de un represo seco, en caso de que se almacene una cantidad mínima del agua pluvial podría tener un impacto adverso sobre el agua subterránea, específicamente afectando su calidad. Sin embargo, al tratarse de un represo que se mantendrá seco, el impacto se considerará de corto plazo.

> El impacto se considera un impacto adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

SUELOS

Preparación del sitio

Actividad: Desmonte y despalme del terreno

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

Actividad: Construcción de la cortina del represo

Se tendrá afectación al relieve por la construcción de la cortina del represo El Encanto.

El impacto se considera un impacto adverso, de mediano plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de operación

Actividad: Operación del represo y su mantenimiento y operación de los bancos de agregados.

Se tendrá afectación al relieve durante la operación y mantenimiento del represo y su obra de excedencias, así como la operación de los bancos de agregados.

El impacto se considera un impacto adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.

Actividad: Operación del represo y su mantenimiento.

Durante la operación el uso actual se considera positivo ya que evitará que los escurrimientos provenientes de la tepetatera tinajas 2 sigan su curso aguas abajo ya que presenta contenidos de cobre.

El impacto se considera un impacto adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.

RECURSOS BIOTICOS

FLORA

Etapa de preparación del sitio

Actividad: Desmonte del terreno

Los trabajos de desmonte removerán la cubierta vegetal correspondiente en un total de 211.3165 hectáreas, para las cuales está en evaluación la autorización en materia de cambio de uso de suelo de terrenos forestales.

> 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

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.

Construcción

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.

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 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: Todas las actividades

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 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: Todas las actividades

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 Buenavista del Cobre, propiedad del Promovente.

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 de la estación de bombeo y la línea de conducción de agua bombeada 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 en la tubería 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 al represo El Encanto, la estación de bombeo, los caminos de acceso, la operación de los bancos de agregados y mantenimiento de las brechas.

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

Modificación del entorno paisajístico por acciones de desmonte y despalme del terreno, en áreas cuyos aspectos visuales son de pastizal natural, 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, para las obras del represo El Encanto, la operación de las nuevas brechas, operación de los bancos de préstamo y la línea de transmisión eléctrica, 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.

Construcción

Actividad: Represo El Encanto, estación de bombeo, nuevos caminos, bancos de agregados 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 comprenden las actividades mencionadas, en un área cuyas vecindades tienen un aspecto visual de vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino en su mayoría.

> En el **Capítulo IV.2.2.4** del presente documento se concluye que la construcción, maquinaria y equipo presentes no modificarán en gran medida el aspecto visual que se tiene actualmente, ya que serán puntuales en su mayoría y se aprovecharán caminos existentes. El impacto ambiental se considera adverso, de mediano plazo, de baja magnitud y no significativo.

PAISAJE

Operación
Actividad: Represo El Encanto, estación de bombeo, nuevos caminos, bancos de agregados y línea eléctrica.

Se tendrá un aspecto visual nuevo ya con la infraestructura correspondiente a la Cortina del represo El Encanto, la estación de bombeo, los caminos nuevos, bancos de agregados y la línea eléctrica, mismas obras que estarán sobre brechas existentes y en áreas que ya sufrieron un sobrepastoreo identificándose pastos y otras especies consideradas invasoras, 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 la operación del proyecto.

> El impacto ambiental se considera adverso, de largo plazo, de baja magnitud y no significativo.

Operación
Actividad: Almacenamiento de agua (espejo de agua)

Se tendrá un aspecto visual nuevo una vez que se almacene el agua proveniente de los terreros de lixiviación, generando el aspecto de un represo en el cual se podrá ver fauna presente consumiendo el recurso. 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 la operación del proyecto.

> El impacto ambiental se considera benéfico, de largo plazo, de baja magnitud y no significativo.

CALIDAD DE VIDA

Preparación del sitio

Actividad: Desmonte y despalme del terreno.

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: 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).

> El impacto se considera adverso, de mediano plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de operación

Actividad: Todas las actividades

En este aspecto la calidad de vida de los empleados se verá favorecida ya que la operación de todo el proyecto 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.

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: Todas las actividades

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: Todas las actividades

El personal que dé operación y mantenimiento al sistema de bombeo, la línea eléctrica, la operación de los bancos de agregados y la línea de agua bombeada 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.

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, corto plazo, baja magnitud, no significativo.

Etapa de construcción

Actividad: Todas las actividades

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: Todas las actividades

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.

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: Todas las actividades

En esta etapa se tendrá una derrama económica del orden de los $30 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: Todas las actividades

Se requerirán de suministros de papelería, mantenimiento de la infraestructura y servicios para la operación del proyecto 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.

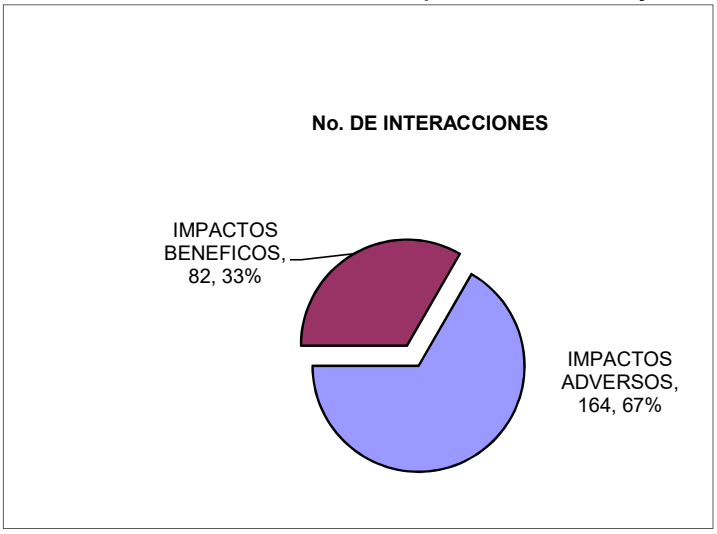
CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS

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.

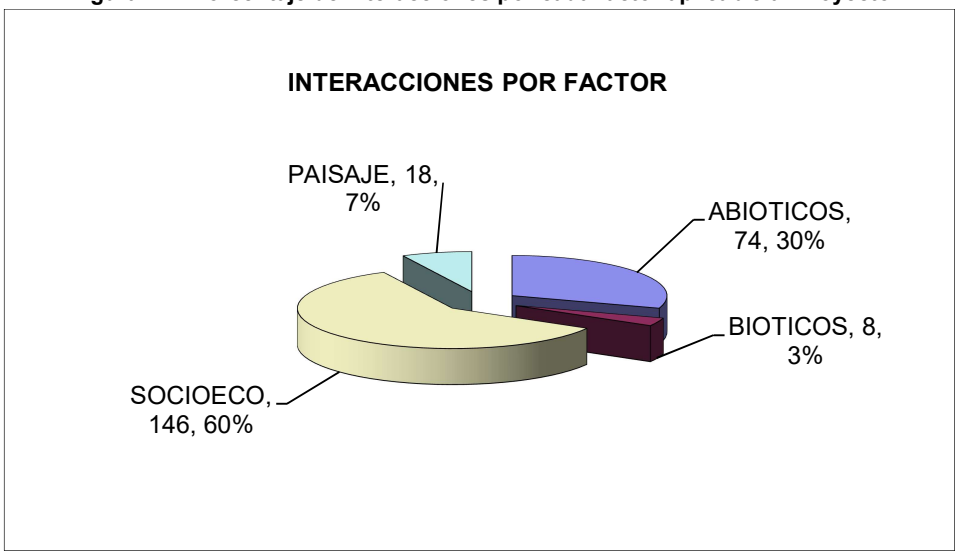
Dentro de la matriz se aprecian 246 interrelaciones, de las cuales 164 corresponden a impactos adversos y 82 a impactos benéficos, como se resume gráficamente en la Figura V.1.

Figura V.1. Número de interacciones de los impactos ambientales y su dirección



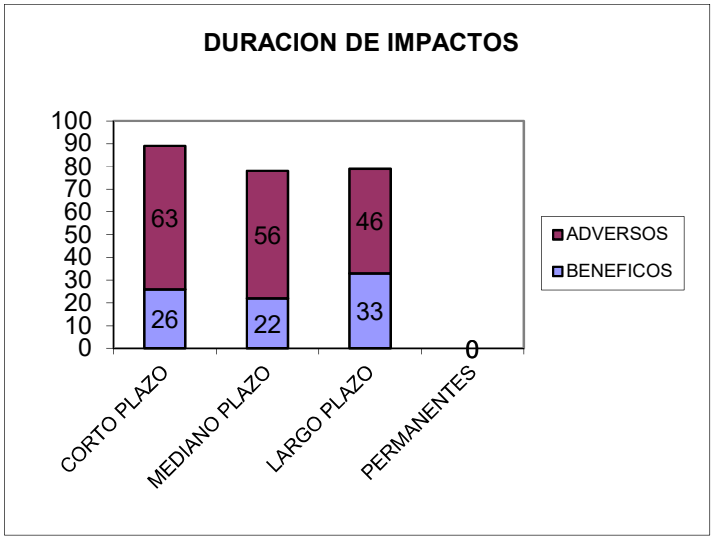
En cuanto a las interacciones por **FACTORES**, se tiene que el 60% del total corresponden a factores socioeconómicos, 30% a factores abióticos, 3% a factores bióticos y 7% al factor paisaje, como se presenta en la Figura V.2.

Figura V.2. Porcentaje de interacciones por cada factor aplicable al Proyecto



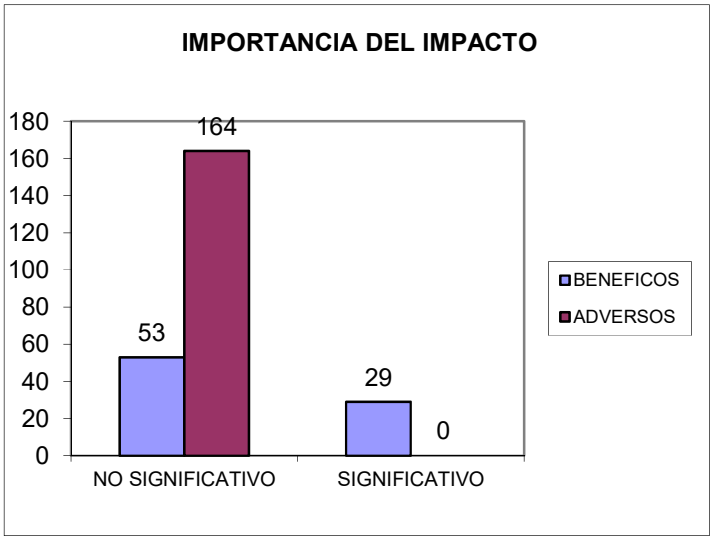
Analizado lo anterior, ahora se graficó la **DURACIÓN** de los impactos, mismos que se tiene que el 36.2% de los impactos son de corto plazo, 31.7% de mediano plazo y el 32.1% son de largo plazo (Ver Figura V.3).

Figura V.3. Gráfica de la duración, corto y largo plazo, de los impactos benéficos y adversos



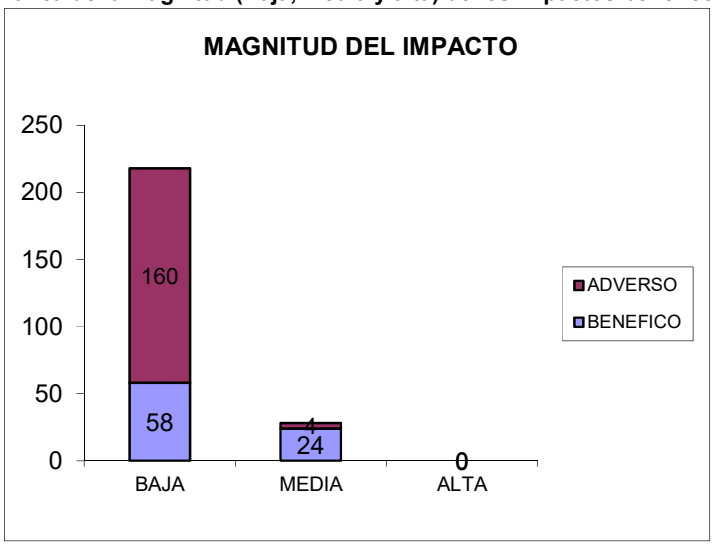
Ahora bien, en cuanto a la **IMPORTANCIA** de los impactos se tiene que el 88.2% de los impactos son no significativos y el 11.8% restante son significativos, gráfica presentada en la Figura V.4.

Figura V.4. Gráfica de la Importancia (No significativo y significativo) de los impactos benéficos y adversos



Finalmente, en cuanto a la **MAGNITUD** de los impactos se tiene que el 88.6% de los impactos son de baja magnitud y el 11.4% de mediana magnitud (Ver Figura V.5).

Figura V.5. Gráfica de la Magnitud (Baja, media y alta) de los impactos benéficos y adversos



V.1.4.1 Resumen de descripción de los impactos

A continuación se describen los componentes de los impactos adversos previstos en la matriz de interacción de impactos, para ser atendidos en el Capítulo 06 de la presente Manifestación de Impacto Ambiental – Modalidad Particular (MIA-P), en las medidas de mitigación.

Cuadro V.11. 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	Aire	Desmonte y despalme	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.
		Desmonte y despalme	Emisión de gases de combustión por la operación de maquinaria durante el desmonte y despalme del terreno	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
		Desmonte y despalme	Emisión de ruido ocasionado por la circulación de maquinaria	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
Construcción	Aire	Construcción de infraestructura y operación de maquinaria y equipo	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 Obra de control de avenidas, construcción de caminos, línea de conducción de agua bombeada y bancos de agregados	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
		Manejo del material de construcción y operación de maquinaria y equipo	Emisión de partículas de polvos por la circulación de maquinaria de construcción y vehículos de personal	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
		Operación de maquinaria y equipo	El nivel de ruido que se generará 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 corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
Preparación del sitio	Agua	Servicio a empleados	Generación de aguas residuales del servicio a empleados	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 del proyecto, teniendo una infiltración menor hacia el subsuelo.	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
Construcción	Agua	Compactación de áreas y suministro a empleados	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	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
		Servicio a empleados	Generación de aguas residuales por el servicio a empleados (sanitarios portátiles)	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
		Agua superficial	Se prevé la afectación a los escurrimientos durante la construcción de la cortina sobre el arroyo El Encanto, aun cuando es en menor cantidad por la	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
			distancia desde la tepetatera hacia la cortina	
Operación	Agua	Agua superficial	Se prevé la afectación a los escurrimientos naturales durante la operación de la cortina sobre el arroyo El Encanto, aun cuando es en menor cantidad por la distancia desde la tepetatera hacia la cortina. A su vez, también se prevé la afectación por la operación de los bancos de grava-arena, roca y arcillas.	Adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo
			Se prevé la afectación a la calidad del agua durante la captación del agua pluvial proveniente de las tepetateras, aunque en menor medida ya que rápidamente será bombeado a las operaciones mineras. Se recalca que será un represo del tipo seco, es decir, no se espera contar con espejo de agua en ningún momento (es la finalidad del represo), por lo cual el impacto se considera de corto plazo.	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo
		Agua subterránea	Aun cuando no se prevé que se almacene agua dentro del represo de control de avenidas al tratarse de un represo seco, en caso de que se almacene una cantidad mínima del agua pluvial podría tener un impacto adverso sobre el agua subterránea, específicamente afectando su calidad. Sin embargo, al tratarse de un represo que se mantendrá seco, el impacto se considerará de corto plazo.	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo
		Servicios	Se requerirá de agua proveniente de sitios autorizados para el servicio del personal y	Adverso, de largo plazo, de magnitud

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
			contratistas (sanitarios y comedor)	baja y no significativo.
		Servicios	Generación de aguas residuales por el servicio a empleados (sanitarios y comedor)	Adverso, de largo 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, mismo que será impactado al no presentarse las características naturales.	Adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.
		Desmonte y despalme Ejecución de actividades de conservación de flora y fauna	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 Buenavista del Cobre	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
			En caso de requerir actividades de reparación o mantenimiento de maquinaria, se tendrá la generación de residuos peligrosos (aceites y filtros)	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
Construcción	Suelo	Construcción	Se generarán residuos provenientes de la alimentación del personal, tales como desperdicios de comida, bolsas de plástico, envases de aluminio,	Adverso, de corto plazo, de magnitud

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
			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 Buenavista del Cobre	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 corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
			En caso de presentarse mantenimientos a los vehículos de manera no calendarizada se generarán residuos de aceites y sólidos impregnados. El producto resultante será considerado como residuo peligroso y enviado a sitio autorizado por la SEMARNAT.	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.
Operación	Suelo	Operación de la obra de control de avenidas	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	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
			semana para su disposición final en el relleno sanitario de Buenavista del Cobre	
		Mantenimiento	En las actividades de mantenimiento de la línea de conducción de agua bombeada, estación de bombeo y línea eléctrica se generarán residuos de manejo especial, tales como pedacería de metal, tubería, cable, etc. proveniente de las actividades de mantenimiento de la infraestructura	Adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.
			En caso de presentarse mantenimientos a los vehículos de manera no calendarizada se generarán residuos de aceites y sólidos impregnados. 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.
Preparación del sitio	Flora	Desmonte	Los trabajos de desmonte removerán la cubierta vegetal en un total de 99,199.01 m3 de biomasa. En los polígonos del Proyecto se desarrollan los tipos de vegetación Bosque de mezquite, mezquital xerófilo, pastizal natural, pastizal inducido y vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural.	Adverso, de largo plazo, de magnitud baja y significativo.
Preparación del sitio	Fauna	Desmonte	Los trabajos de desmonte durante esta etapa, alterarán el hábitat de la fauna 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	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
			talla pequeña.	
			En el área del proyecto transita por ahí la siguiente especie bajo la categoría de protección especial, considerada en la NOM-059-SEMARNAT-2010: Liebre cola negra (*Lepus californicus*) Protección especial (Pr)	Adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

CONTENIDO

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES . 1

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

VI.2 Impactos residuales 80

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

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

La identificación de las medidas de prevención o mitigación de los impactos ambientales están sustentados principalmente en la premisa de que siempre es mejor no producirlos, que establecer las medidas correctivas pertinentes. Para este proyecto, las medidas para la protección ambiental propuestas estarán clasificadas como de prevención, mitigación y compensación.

Primeramente vamos a definir cada una de las medidas. Las medidas de prevención, como su nombre lo indica, se aplican antes de la implementación de la actividad que causará un impacto negativo en el ambiente y están encargadas de proteger el entorno y los diferentes elementos del ambiente. Las medidas de mitigación están enfocadas en la corrección de los efectos generados por las actividades del proyecto una vez que se produjo el impacto sobre los elementos ambientales, siendo su implementación después que ha ocurrido la acción. Por último, las medidas de compensación son las actividades que corrigen las acciones del proyecto para alcanzar una mejor integración ambiental, modificando los procesos e integrando elementos no previstos inicialmente.

VI.1.1 Descripción de los tipos de medidas a implementar

Para describir los tipos de medidas a implementar es importante tomar en cuenta lo mencionado en el Capítulo 5, 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 *"Obra de control de avenidas El Encanto y sus bancos de préstamo"*.

Es importante señalar que las medidas propuestas, se presentan de acuerdo a su importancia (ver Cuadro VI.1).

Cuadro VI.1. 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.

VI.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 VI.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.

De manera general en el Cuadro VI.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 VI.2. Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos identificados para la ejecución del Proyecto

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
• Desmonte. • Despalme. • Corte y relleno. • Tránsito de maquinaria fuera de áreas autorizadas.	Deforestación y degradación del suelo en zonas no autorizadas.	Remoción de la vegetación forestal en zonas sin autorización ambiental. Afectación de la vegetación que se encuentra en áreas no autorizadas para CUSTF.	• Flora. • Fauna.	• Preparación de sitio. • Construcción. • Operación. • Post operativa.	Diseñar e implementar un programa de trabajo en el que se especifiquen las acciones a realizar para delimitar físicamente el área autorizada en materia de CUSTF y/o Impacto Ambiental.	MP	Mantener los servicios ambientales el mayor tiempo posible. Garantizar que el área circundante no sea afectada con la ejecución del proceso.	• $AF = 0$; Donde AF se refiere al área aledaña no autorizada en materia de CUSTF la cual presenta afectaciones derivadas del desarrollo del proceso.	Evidencia fotográfica de las actividades correspondientes al seguimiento del programa de delimitación perimetral. Lista de verificación de delimitación perimetral. Plano de avance de actividad de cambio de uso de suelo e impacto ambiental del proyecto. Matriz de verificación ambiental. Bitácora de campo del seguimiento a los programas de conservación a la biodiversidad. Informes avalados por el

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
									técnico forestal que se asigne al proyecto del seguimiento a los programas propuestos.
• Operación de equipo y maquinaria. • Actividades de corte y soldadura. (Soldadura eléctrica, oxicorte). • Almacenamiento de hidrocarburos.	Incendios forestales.	Disminución y degradación de las especies arbóreas, herbáceas y arbustivas. Emisiones de gases de efecto invernadero. Daños a la fauna silvestre, perdida de individuos. Aumento de la erosión del suelo por perdida de cobertura	• Flora. • Atmosfera. • Suelo. • Fauna.	• Preparación de sitio. • Construcción. • Operación. • Post operativa.	Prohibir el realizar fogatas y quemas. Diseñar e implementar un instrumento para la prevención y atención de incendios forestales.	MP	Reducir al mínimo la posibilidad de que se presenten eventos que puedan derivar en un incendio forestal.	• $\frac{AI}{AA} = 0;$ Donde AI se refiere a las hectáreas del proyecto afectada por incendios o quemas; AA se refiere al área autorizada para el proyecto.	Matriz de verificación ambiental. Evidencia fotográfica de señalamientos alusivos a la prohibición de fogatas, fumar, etc. Lista de verificación de extintores.

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
		vegetal.							
• Desmonte. • Despalme.	Remoción de la vegetación forestal y suelo en sitios autorizados.	Deforestación y perdida de individuos de flora silvestre. Perdida de suelo orgánico.	• Flora. • Suelo.	• Preparación de sitio.	Diseñar e implementar un programa calendarizado con base a las necesidades del proceso el cual permita ejecutar paulatinamente las actividades de desmonte y despalme en áreas que sean factibles, la recuperación de suelo orgánico y material maderable exclusivamente de las zonas requeridas para el desarrollo del proceso.	MM	Extraer las cantidades estimadas de material maderable y suelo orgánico (adjuntar datos ETJ) que se encuentre en zonas topográficamente viables dentro del área a intervenir, con el afán de almacenar el material en bancos de acopio para su posterior uso en actividades de restauración.	• $\frac{AADm}{AA} \leq 1;$ Donde *AADm* se refiere al área autorizada desmontada, *AA* se refiere a la superficie autorizada. • $\frac{AADp}{AA} \leq 1;$ Donde *AADp* se refiere al área autorizada despalmada, *AA* se refiere a la superficie autorizada. • $\frac{EME}{EMI} \leq 1;$ Donde *EME* se refiere a los m³ de Especies Maderables Extraídas, EMI se refiere a los m3 de Especies Maderables inventariadas para extraer.	Bitácora de campo del seguimiento a los programas de conservación a la biodiversidad. Informes avalados por el técnico forestal que se asigne al proyecto del seguimiento a los programas propuestos. Lista de verificación de delimitación perimetral. Plano de avance de actividad de cambio de uso de suelo e impacto ambiental del proyecto. Evidencia fotográfica.

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
								• $\frac{CSE}{CSER} \leq 1;$ Donde *CSE* se refiere a la cantidad de suelo extraído, *CSER* se refiere a la cantidad de suelo estimado a recuperar.	Matriz de verificación ambiental. Boletas de control de acarreos de suelo y maderable.
• Desmonte. • Despalme.	Remoción de la vegetación forestal y suelo en sitios autorizados.	Eliminación de la vegetación por las actividades de desmonte y despalme. Modificación del paisaje.	• Flora. • Suelo.	• Preparación de sitio. • Construcción. • Operación. • Post operativa.	Implementar un programa de forestación y/o reforestación del complejo minero-metalúrgico de Buenavista del Cobre S.A. de C.V.	MC	Aumentar la cubertura vegetal mediante programas de reforestación de flora silvestre, que contribuyan al aumento de la biodiversidad, la sustentabilidad de los recursos naturales y el equilibrio ecológico. Compensar la pérdida de flora silvestre más representativa de la superficie ocupada por el	• $EPR = 80\%$ Donde EPR se refiere a la ejecución del Programa de reforestación.	Informes avalados por el técnico forestal que se asigne al proyecto del seguimiento a los programas propuestos. Evidencia fotográfica, video gráfica y documental de las actividades correspondientes al seguimiento de dicho programa.

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
							proyecto.		
• Deposición de materiales.	Eliminación de la vegetación forestal en sitios autorizados.	Deforestación y perdida de individuos de flora silvestre.	• Flora.	• Preparación de sitio.	Diseñar e implementar un programa en el cual se compense a través de la reforestación la proporcionalidad de vegetación que fue removida o que no pudo ser extraída o recuperada de los sitios sujetos a CUS.	MC	Compensar la vegetación forestal del sitio en el cual se desarrollará el proceso y que no pudo ser rescatada o recuperada.	• $EPC = 80\%$ Donde EPC Ejecución del Programa de Compensación.	Informes avalados por el técnico forestal que se asigne al proyecto del seguimiento a los programas propuestos. Evidencia fotográfica, video gráfica y documental de las actividades correspondientes al seguimiento de dicho programa.
• Desmonte. • Despalme.	Remoción o eliminación de la vegetación forestal.	Reducción de la diversidad de flora silvestre.	• Flora.	• Preparación de sitio.	Diseñar e implementar un programa para el rescate y reubicación de especies de flora silvestre de importancia en la zona donde se desarrollará el	MM	Rescatar y reubicar de manera paulatina con un 80% de sobrevivencia los individuos de las especies de flora silvestre susceptibles a rescate presentes	• $\frac{AR}{AA} \leq 1$; Donde *AR* es el área donde se requirió realizar la actividad de rescate de flora debido al avance del proyecto; *AA* es la superficie autorizada para CUSTF, en caso de que este indicador sea menor	Bitácora de campo del seguimiento a los programas de conservación a la biodiversidad. Informes avalados por el técnico forestal que se asigne al proyecto del seguimiento a los programas propuestos.

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
					proceso.		en las áreas que serán necesarias para la ejecución del proceso, priorizando todas aquellas especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las consideradas de lento crecimiento y propagación. (Adjuntar datos ETJ).	que 1 se debe de justificar técnicamente la causa. • $\frac{ER}{EER} = 1;$ Donde ER se refiere a los ejemplares rescatados; EER se refiere a la cantidad total de ejemplares estimados a rescatar. • $\frac{(ERL+ERIL)}{EER} \geq 80;$ 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; EER se refiere al número total de ejemplares estimados a rescatar.	Planos de avance de actividades de rescate y reubicación. Evidencia fotográfica. Lista de verificación de las especies rescatadas y reubicadas. Registro de biometrías realizadas a especies de flora rescatadas y reubicadas. Bitácora de registro de rescate y reubicación de flora silvestre.
• Desmonte. • Despalme. • Tránsito de	Invasión del hábitat de la	Perdida y perturbación de	• Fauna.	• Preparación de sitio. • Construcció	Diseñar e implementar un programa para	MP	Mitigar los impactos generados hacia	• $\frac{ARF}{ARA} \geq 1;$ Donde ARF se refiere al	Bitácora de campo del seguimiento a los programas de conservación a la

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
maquinaria y unidades • Construcción y acondicionamiento de nueva infraestructura. • Operaciones unitarias del proceso productivo y servicios auxiliares.	fauna silvestre.	fauna silvestre.		n. • Operación.	el ahuyentamiento, rescate, reubicación, y protección de la fauna silvestre que pueda verse afectada por el desarrollo del proceso.	MM	la fauna silvestre derivados de las actividades para el desarrollo del proceso.	área donde se realizaron actividades de Ahuyentamiento y/o rescate de fauna silvestre previo a la ejecución de la preparación de sitio; *ARA* es el área requerida para el avance del proyecto. • $\frac{ELF}{ERF} = 1,$ Donde *ERF* se refiere a los ejemplares de fauna silvestre ahuyentados y/o rescatados dentro de la superficie requerida para el avance del proyecto autorizado o planta operativa; *ELF* se refiere a la cantidad de ejemplares reubicados y liberados en un área libre de perturbación fuera del área proyecto.	biodiversidad. Informes avalados por el técnico forestal que se asigne al proyecto del seguimiento a los programas propuestos. Evidencia fotográfica, video gráfica y documental de las actividades correspondientes al seguimiento de dicho programa. Bitácora de registro de rescate y reubicación de fauna silvestre; formato. Lista de registro de verificación y mantenimiento de bebederos para fauna silvestre. Registro de captura de fauna silvestre para reubicación.

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
								• $EA = 0;$ Donde EA se refiere al número de ejemplares afectados (heridos, muertos) directamente por las actividades del proyecto o planta operativa. • $\frac{FAEI}{FAEE} = 1$ Donde FAEI Fuentes de agua Externas Instaladas; FAEE Fuentes de Agua externas estimadas a instalar. • $\frac{AAI}{AAE} = 1$ Donde AAI Ahuyentadores de aves instalados; AAE Ahuyentadores de aves estimados a instalar.	Registro de recorridos de ahuyentamiento y rescate de fauna en el proyecto. Recepción de especies de fauna silvestre rescatada.
• Desmonte. • Despalme. • Tránsito de maquinaria.	Perdida de la cobertura superficial del suelo.	Aumento de los parámetros naturales de erosión y	• Suelo.	• Preparación del sitio. • Construcción. • Operación.	Diseñar e implementar un programa para la reducción de	MP MM	Disminuir, detener y/o prevenir el aumento de la	• $\frac{OCEC}{ONCE} = 1;$ Donde $OCEC$ se refiere a la cantidad de obras construidas para el	Bitácora de campo del seguimiento a los programas de conservación a la biodiversidad.

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
• Corte y relleno.		perdida de suelo.			la erosión y la conservación de suelo.		taza de degradación y perdida del suelo por encima de la presentada naturalmente en la zona. (Adjuntar datos del ETJ y MIA).	control de la erosión, ONCE se refiere a las obras necesarias para el control de la erosión. • $\frac{AC+AM+AR}{PS} \geq 1$ Dónde AC es el área total construida del proceso que a su vez reduce la erosión; AM es el área con trabajos de mitigación; AR es el área con trabajos de restauración; PS área con preparación de sitio realizada.	Informes avalados por el técnico forestal que se asigne al proyecto del seguimiento a los programas propuestos. Evidencia fotográfica y documental de las actividades correspondientes al seguimiento de dicho programa. Lista de verificación de obras de retención y captación de suelo. Lista de verificación de la construcción total y mantenimiento de la infraestructura del proceso que a su vez reduce la erosión.
• Desmonte. • Despalme. • Deposición de	Modificación en los patrones naturales de	Erosión hídrica.	• Agua. • Suelo.	• Preparación de sitio. • Construcció	Diseñar e implementar un programa para	MM	Reincorporar los escurrimientos pluviales hacia	• $\frac{OCD}{ENA} = 1$ Donde *OCD* se refiere al número de escorrentías	Lista de verificación de infraestructura construida.

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
materiales. • Corte y relleno. • Tránsito de maquinaria fuera de áreas autorizadas. • Construcción y acondicionamiento de nueva infraestructura.	escurrimiento.	Aumento en los volúmenes superficiales de escurrimiento.		n. • Operación.	la canalización y control de escorrentías seleccionando y construyendo la cantidad adecuada de obras para el control y re direccionamiento de escorrentías hacia los cauces naturales.		los cauces naturales, así como permitir el flujo de agua en los cauces que se vean afectados dentro del área ocupada por el proceso. (Adjuntar datos ETJ y MIA).	con obras de conducción o desvío, *ENA* se refiere al número de escorrentías naturales afectadas. En caso de que esta relación sea menor a 1 se deberá justificar la causa. • $\frac{OCD}{OCDF} = 1$ Donde *OCD* se refiere al número de obras de conducción o desvío, *OCDF* se refiere al número de obras de conducción o desvío funcionales.	Evidencia fotográfica y documental de las actividades correspondientes al seguimiento de dicho programa. Lista de verificación de obras de desvió de agua pluvial. Programa de mantenimiento. Bitácora de campo del seguimiento a los programas de conservación a la biodiversidad. Informes avalados por el técnico forestal que se asigne al proyecto del seguimiento a los programas propuestos.
• Desmonte. • Despalme.	Sello y compactación	Disminución de la capacidad de	• Agua.	• Preparación de sitio.	Diseñar e implementar un	MM	Mitigar y compensar la	• $\frac{\text{OcAp}}{\text{OcApV}} = 1;$ Donde OcAp se refiere a	Bitácora de campo del seguimiento a los programas

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
• Deposición de materiales. • Corte y relleno. • Construcción y acondicionamiento de nueva infraestructura.	del terreno.	captación e infiltración del agua.		• Construcción. • Operación.	programa para la micro captura de agua e infiltración.	MC	pérdida de la cantidad del agua, e incrementar año con año la recarga hídrica en la(s) cuencas y microcuencas del área donde se ubica el proceso.	la cantidad de obras de captación construidas equivalentes al volumen requerido para la cosecha de agua de lluvia; OcApV se refiere a obras de captación a implementar para la cosecha de agua de lluvia con respecto al volumen requerido por proyecto. • $\frac{\sum(cap1,cap2,cap3...n)}{VAC} = 1;$ Donde cap'n se refiere al volumen de agua captado mediante obras implementadas; VAC se refiere al volumen de agua estimado a captar con las obras implementadas.	de conservación a la biodiversidad. Informes avalados por el técnico forestal que se asigne al proyecto del seguimiento a los programas propuestos. Evidencia fotográfica y documental de las actividades correspondientes al seguimiento de dicho programa. Lista de verificación de obras construidas para la captura de agua de lluvia.
• Despalme. • Circulación en caminos. • Cribado. • Trituración.	Emisiones de partículas. Emisiones de	Contaminación a la atmosfera.	• Atmósfera	• Preparación de sitio. • Construcción. • Operación.	Diseñar e implementar un instrumento donde se especifiquen los	MP MM	Prevenir la contaminación atmosférica mediante el aseguramiento	• $\frac{FE_c}{FE_g} = 1;$ Donde FE_C se refiere a las Fuentes de emisión conducidas; FE_g se	Evidencia fotográfica. Capacitación. Planos y/o evidencia del cierre

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
• Operación de equipo y maquinaria.	humos. Emisiones de gases de efecto invernadero.			• Post operativa.	controles de ingeniería y operativos para la prevención, control y mitigación de emisiones durante la operación de una fuente de emisión, que incluya por lo menos: a) Establecer y difundir los límites de velocidad adecuados por tipo de camino. b) Priorizar el uso de caminos pavimentar, clausura de caminos temporales. c) Ejecutar las		de las condiciones aceptables en la calidad del aire determinadas por la normatividad aplicable, considerando en su caso la mejora continua de procesos y controles de ingeniería.	refiere a las fuentes de emisión generadas, a excepción de las fuentes móviles de emisión. • $\frac{FR_e}{FR_p} = 1$; Donde FR_e se refiere a las Frecuencia de riego ejecutada; FR_p se refiere a la frecuencia de riego programada. • $\frac{CA/CS_u}{CA/CS_p} = 1$; Donde CA/CS_u se refiere al consumo de agua y/o supresor usado; CA/CS_p se refiere a la cantidad de agua y/o supresor planeado usarse. • $\frac{Hr_{eq}}{Hr_{fe}} = 1$ Donde Hr_{eq} se refiere a las horas operadas del o los equipos de control; Hr_{fe} se refiere a las	de caminos temporales (aplica también para la ejecución paulatina de despalmes y desmontes). Programa de mantenimiento preventivo y su ejecución. Croquis, programa de riego de caminos y bitácora. Evidencia de programa de mantenimiento de caminos que incluya desde la limpieza de camino, canaletas y barrido. Inventario de fuentes de emisión a la atmósfera. Informe de las mediciones para cumplimiento normativo y en caso de alguna desviación, seguimiento al programa de trabajo establecido para volver a cumplimiento. Programa de mantenimiento preventivos de equipos de

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
					actividades de despalme y desmonte de manera paulatina. d) Programa de mantenimiento preventivo de las fuentes de emisión. e) Programa de mantenimiento preventivos de equipos de combustión. f) Implementar un programa de riego de caminos (evaluando			horas operadas de la o las fuentes de emisión. • $\frac{Os_{ejec}}{R_v} = 1$ Donde Os_{ejec} se refiere a las órdenes de trabajo cerradas en SAP, como resultado de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo (listas de verificación); R_v se refiere a los registros identificados como un área de oportunidad en las listas de verificación aplicadas como parte del programa de mantenimiento preventivo. Todo esto aplica tanto para la fuente de emisión como para sus sistemas de control. • $\frac{\frac{\sum_{i=1}^{n} E_R}{n}}{E_c} \geq 1$ Donde n es el número	combustión.

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
					el uso de supresores donde sea posible). g) Implementar un programa de mantenimiento de caminos que incluya el barrido, limpieza de azolves, etc. h) Canalización de las emisiones. i) Implementar controles de ingeniería (incluye sistemas de control de emisiones para fuentes			total de plantas en un complejo, o bien el número de operaciones unitaria o actividades que generan la emisión en un proceso productivo; E_R es la eficiencia real de los sistemas de control calculada a partir factores de emisión determinados a partir de mediciones directas y el análisis de varias variables; E_C se refiere a la eficiencia condicionada ya sea por la Licencia Ambiental Única para el control de emisiones las actividades de tránsito en caminos sin pavimentar, actividades de extracción de mineral, trituración, etc., o bien la eficiencia para el control de cualquier emisión ,	

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
					fijas), que nos aseguren el controlar por lo menos el 80% de las emisiones generadas, y con los Límites Máximos Permisibles que apliquen por tipo de fuente de emisión. j) Implementar un programa de mantenimiento preventivo de las fuentes de emisión y			condicionada por cualquier resolutivo ambiental. • $\frac{R_m}{LMP} \leq 1$ Donde R_m, se refiere al resultado del monitoreo de un contaminante normado; LMP se refiere al límite Máximo Permisible establecido en la Norma Oficial Mexicana aplicable, dentro de las cuales están: NOM-025-SSA1-2021-, NOM-043-SEMARNAT-1993, NOM-085-SEMARNAT-2010 y las que apliquen según el contaminante involucrado en la fuente de emisión.	

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
					sus controles.				
• Operación de equipo y maquinaria. • Construcción y acondicionamiento de nueva infraestructura. • Mantenimiento en general. • Operaciones unitarias del proceso productivo y servicios auxiliares[1].	Manejo, transporte y almacenamiento de sustancias y materiales peligrosos.	Contaminación de suelo. Contaminación del agua. Contaminación a la atmosfera.	• Suelo y subsuelo. • Agua • Atmósfera	• Preparación de sitio. • Construcción. • Operación. • Post operativa.	Diseñar e implementar un instrumento donde se especifiquen los controles de ingeniería y operativos para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias y materiales peligrosos.	MP	Prevenir y proteger la seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, a través de la implementación de controles durante el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias y materiales peligrosos en cualquier estado físico.	• $E = 0$ Donde E se refiere a el número de eventos que se presenten considerando un volumen mayor a 1 metro cúbico y que impacte directamente a algún componente ambiental.	Lista de verificación de pisos de áreas de manejo y almacenamiento de sustancias, materiales o residuos peligrosos. Lista de verificación de áreas de almacenamiento de sustancias o materiales peligrosos. Lista de verificación de estaciones de combustible. Lista de verificación de tanques de almacenamiento de sustancias, materiales o

[1] Servicios auxiliares: oficinas, transporte de personal, comedores y baños, sistemas de drenaje a aguas residuales domésticas, sistemas de tratamiento de agua residual doméstica, mantenimiento general, almacén de materiales, refacciones y sustancias o materiales peligrosos, almacenamiento de material explosivo, almacenamiento temporal de residuos, disposición final de residuos, subestaciones eléctricas, consultorio médico, reparación y recarga de extintores, sistemas de bombeo de agua, movimiento interno de concentrado, laboratorio de calidad del aire, desarrollo de ingeniería y construcción, estaciones de servicio para el almacenamiento y distribución de combustibles, tratamiento de aceite gastado, invernadero, Unidad de Manejo Animal.

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
									residuos peligrosos y diques de contención. Lista de verificación de unidades de distribución de sustancias o materiales peligrosos. Inventario mensual de sustancias y materiales peligrosos. N026 Revisión de tuberías
• Despalme. • Desmonte. • Tránsito de maquinaria y unidades. • Cribado. • Trituración. • Extracción de material. • Operación de	Emisión de ruido ambiental.	Perturbación a la fauna silvestre. Perturbación auditiva a la población más cercana	• Fauna. • Social.	• Preparación de sitio. • Construcción. • Operación. • Post operativa.	Diseñar e implementar un instrumento donde se especifiquen los controles de ingeniería y operativos para la prevención, control y	MM	Prevenir la contaminación por ruido mediante el aseguramiento de las condiciones aceptables determinadas por la	• $\frac{R_m}{LMP} \leq 1$ Donde R_m, se refiere al resultado del monitoreo diurno y nocturno; LMP se refiere al límite Máximo Permisible establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994.	Análisis del resultado de las mediciones, interpretación del indicador, en caso de alguna desviación seguimiento al programa de trabajo establecido para volver a cumplimiento.

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
equipo y maquinaria.					mitigación de emisiones durante la operación de una fuente de emisión.		normatividad aplicable, considerando en su caso la mejora continua de procesos y controles de ingeniería.		
• Operación de equipo y maquinaria. • Construcción y acondicionamiento de nueva infraestructura. • Mantenimiento en general. • Operaciones unitarias de los proceso productivo y servicios auxiliares.	Generación de Residuos Peligrosos. Generación de Residuos de Manejo Especial. Generación de Residuos Sólidos Urbanos	Contaminación al suelo. Contaminación al agua.	• Agua. • Suelo y subsuelo.	• Preparación de sitio. • Construcción. • Operación. • Post operativa.	Diseñar e implementar los instrumentos donde se especifique la gestión para el manejo de los residuos en sus tres categorías. Integración de los planes de manejo donde se dé prioridad a la prevención de su generación, posteriormente a la valorización y por último a	MP MM	Prevenir la contaminación y privilegiar la prevención de la generación de residuos realizando cambios operativos o de ingeniería cuando sea posible, y aumentando la valorización de los residuos para disminuir la sobre explotación de los recursos	• $\frac{ASO}{ASE} \geq 1$; Donde ASO se refiere a número de áreas de segregación operando, ASE se refiere a número de áreas de segregación estimadas operar. • $\frac{RP_{LBG}-RP_G}{RP_{LBG}} \geq 0.10$; Donde RP_{LBG} se refiere a la línea base calculada a partir de las generaciones anuales; RP_G se refiere a los residuos peligrosos generados en el periodo y/o año en curso y 0.10 se refiere a la fracción de residuos que como	Evidencia fotográfica del buen manejo de residuos. Capacitación. Lista de verificación de áreas de segregación de residuos. Boletas de recepción de residuos y/o registro de generación de residuos. Informes bimensuales sobre el análisis de indicadores de desempeño del manejo integral de residuos, soportado por

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
					una disposición final, todo en cumplimiento con el marco legislativo aplicable.		naturales.	meta se debe de reducir su generación. • $\frac{RP_V}{RP_G} \geq 0.80$ Donde RP_V se refiere a los residuos peligrosos valorizados a través de un reusó, reciclaje o coprocesamiento; RP_G se refiere a los residuos peligrosos generados en el periodo y/o año en curso; 0.80 se refiere a la fracción mínima del total de residuos generados que se debe de valorizar • $\frac{RP_{DF}}{RP_G} \leq 0.20$ Donde RP_{DF} se refiere a los residuos peligrosos enviados a disposición final; RP_G se refiere a los residuos peligrosos generados en el periodo y/o año en curso y 0.20 es la fracción máxima	manifiestos de entrega, transporte y recepción de residuos y certificados de disposición. Inventario de equipos electrónicos (transformadores, balastros y/o capacitores).

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
								del total de residuos generados que se enviara a disposición final. • $EQE_{BPCs} = 0$ Donde *EQEBPCs* se refiere a la generación de Equipos eléctricos que contengan BPCs, en una concentración mayor a 50 partes por millón • $\frac{RSU_V}{RSU_G} \geq 0.20$ Donde RSU_V se refiere a la cantidad de residuos sólidos urbanos valorizados a través de un reusó, reciclaje o coprocesamiento; RSU_G se refiere a los residuos sólidos urbanos generados en el periodo y/o año en curso y 0.20 se refiere a la fracción mínima del total de	

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
								residuos generados que se debe de valorizar • $\frac{RME_V}{RME_G} \geq 0.75$ Donde RME_V se refiere a la cantidad de residuos de manejo especial valorizados a través de un reusó, reciclaje o coprocesamiento; RME_G se refiere a los residuos de manejo especial generados en el periodo y/o año en curso y 0.75 se refiere a la fracción mínima del total de residuos generados que se debe de valorizar.	
• Operaciones unitarias del proceso productivo y Servicios auxiliares.	Generación de aguas residuales domésticas.	Contaminación de elementos naturales.	• Agua. • Suelo y subsuelo. • Fauna. • Flora. • Social. • Atmósfera.	• Preparación de sitio. • Construcción. • Operación. • Post operativa.	Diseñar e implementar un instrumento donde se especifiquen los controles de ingeniería y operativos para el manejo de	MM	Prevención de la contaminación.	• $\frac{CSRI}{CSPI} = 1;$ Donde CSRI se refiere a la cantidad de servicios realizados a letrinas y/o fosas; CSPI se refiere a la cantidad de servicios programados de acuerdo con la propia naturaleza del proceso.	Lista de verificación de instalaciones sanitarias. Permiso de descarga de aguas residuales. Evidencia fotográfica, y/o documental.

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
					aguas residuales, que contenga por lo menos: • Sistemas eficientes para el manejo, transporte y almacenamiento de las aguas residuales, en base a la capacidad de usuarios que marca la norma 006 CONAGUA.			• $CNU \leq \mathrm{CT}$ CNU es la capacidad nominal de usuarios (cantidad máxima de personas), CT capacidad de trabajo(m3). Este indicador se calcula en base a la norma NOM-006-CONAGUA-1997 TABLA 1.	En su caso, evidencia de construcción, operación y mantenimiento de sistemas de tratamientos. Matriz de verificación ambiental.
• Despalme. • Desmonte. • Tránsito de maquinaria y unidades. • Cribado.	Falta de comunicación, capacitación y concientización.	Afectación de los componentes del ambiente.	• Agua. • Suelo y subsuelo. • Fauna. • Flora.	• Preparación de sitio. • Construcción. • Operación. • Post operativa.	Implementar un programa de concientización y capacitación al personal en cada uno de los	MP	Que todos los involucrados en el desarrollo de un proceso conozcan los lineamientos	• $\frac{HCR}{HCP} \geq 1;$ Donde HCR se refiere a horas de capacitación registradas; HCP se refiere a horas de capacitación	Programa de capacitación. Registro de asistencia a capacitación (presenciales y virtuales). Evidencia fotográfica.

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
• Trituración. • Operación de equipo y maquinaria.			• Social. • Atmósfera.		temas ambientales, así como en la difusión de las actividades y programas de conservación y de las obligaciones est ablecidas en los estándares ambientales de la empresa.		ambientales que se deben de seguir en todas sus etapas, previniendo con ello afectaciones al ambiente y/o incumplimientos legales y otros requisitos.	programadas.	Evidencia de difusión visual de temas ambientales.
• Operación de equipo y maquinaria. • Construcción y acondicionamiento de nueva infraestructura. • Mantenimiento en general. • Operaciones unitarias de los procesos productivos y servicios auxiliares.	Emergencia y/o contingencia ambiental	Contaminación del Suelo. Contaminación al agua. Contaminación a la atmosfera. Perturbación a la fauna silvestre.	• Agua. • Suelo y subsuelo. • Fauna. • Flora. • Social. • Atmósfera.	• Preparación de sitio. • Construcción. • Operación. • Post operativa.	Diseñar e implementar un instrumento donde se especifique la metodología para realizar la atención oportuna y eficaz durante situaciones de emergencias y/o contingencias ambientales por liberación de	ME MM	Control oportuno de alguna situación de emergencia y/o contingencia ambiental para prevenir y/o reducir los impactos generados.	• $E_P = E_R$ Donde E_P se refiere a un evento de emergencia o contingencia ambiental que se presentó, pueden ser: i) donde se involucra más de 20 litros de una sustancia, material o residuo peligroso, ii) incendios forestales; E_R se refiere a un evento de emergencia o contingencia ambiental que se presentó y se	Aviso inmediato de derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de sustancias, materiales o residuos peligroso. Evidencias de la ejecución del plan de trabajo de las acciones que se implementen para el control y prevención del evento.

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
		Afectación de la vegetación. Perturbación a la población. Generación de residuos.			sustancias, materiales o residuos peligrosos, así mismo contar con el Programa de Prevención de Accidentes.			registró para su seguimiento, donde se involucra más de 20 litros una sustancia, material o residuo peligroso • $PA = 0$ Donde PA se refiere a pasivos ambientales, los cuales no deben de presentarse por la atención oportuna de emergencias y contingencias ambientales. • $E_{PT} = 100\%$ Donde E_{PT} se refiere a la ejecución del plan de trabajo de las acciones determinadas como parte del análisis de causa raíz.	
• Almacenamiento de hidrocarburos.	Modificación de la calidad del agua	Contaminación de los elementos naturales del	• Agua	• Operación. • Post operativa.	Diseñar e implementar un programa en el	MP	Realizar el total de monitoreos necesarios,	• $\frac{R_A}{Lb} \leq 1$ Donde R_A se refiere a los resultados de los	Resultados de los monitoreos realizados por un laboratorio acreditado.

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
• Operaciones unitarias del proceso productivo y servicios auxiliares.	superficial y/o agua subterránea.	agua.			cual se plasme el plan de monitoreo de agua subterránea y superficial para determinar si existen variaciones y con ello implementar acciones para disminuir la posibilidad de cambios en la calidad del agua.		cumpliendo con los métodos establecidos para la toma de muestras, trabajos en laboratorio y registro de información. Determinar si existen variaciones espaciales de la calidad del agua tanto superficial y subterránea, para así tomar las medidas correspondientes en caso de que se encuentre alguna alteración en el agua. Los monitoreos deberán ser con Laboratorio Certificado y en	parámetros monitoreados de manera semestral; Lb se refiere a los límites máximos obtenidos en la línea base del proyecto utilizando el laboratorio acreditado por la EMA y aprobado por la CNA. • $P = 0$ Donde P se refiere a procedimientos administrativos por efecto de contaminación. • $Lb \leq Ec$ Donde Lb se refiere a los límites máximos obtenidos en la línea base del proyecto utilizando el laboratorio acreditado por la EMA y aprobado por la CNA;	Evidencia documental y/o fotográfica de los pozos, cuerpos de agua o escurrimientos monitoreados.

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
							los sitios establecidos para tal fin. Disminuir la posibilidad de cambios en la calidad del agua tanto subterránea como superficial.	Ec se refiere a la evolución de los parámetros analizados con el paso del tiempo.	
• Despalme. • Desmonte. • Tránsito de maquinaria y unidades. • Cribado. • Trituración. • Operación de equipo y maquinaria.	Mal desempeño ambiental	Incumplimiento al marco legislativo, resoluciones ambientales y/o los que la organización se suscriba.	• Agua. • Suelo y subsuelo. • Fauna. • Flora. • Social. • Atmósfera.	• Preparación de sitio. • Construcción. • Operación. • Post operativa.	Diseñar, implementar y mantener actualizado un Programa de Vigilancia y Monitoreo ambiental para evaluar el desempeño ambiental de los procesos, dándole seguimiento a: • Los aspectos	MP MC MM	Darles continuidad a los procesos de una manera sustentable, minimizando la posibilidad de la implementación de procesos administrativos por parte de las autoridades competentes.	• $CPVMA \geq 95\%$; Donde CPVMA se refiere al cumplimiento al programa de vigilancia y monitoreo ambiental.	Matriz de requisitos legales y otros requisitos. Matriz de evaluación del PVMA. Matriz de Verificación Ambiental. Registro y seguimiento no conformidades. Informe de desempeño

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
					ambientales y a las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos que se derivan de ellos. • Cumplir en tiempo y forma con todos los requisitos legales y otros requisitos pertinentes				ambiental.
• Despalme. • Desmonte. • Tránsito de maquinaria y unidades. • Cribado.	Falta de comunicación, capacitación y concientización.	Afectación a Fauna silvestre por velocidades altas. Afectación a	• Agua. • Suelo y subsuelo • Fauna. • Flora. • Social.	• Preparación de sitio. • Construcción. • Operación. • Post operativa.	• Colocar señalización para prohibir la cacería, captura, colecta,	MP	La conservación de las especies de flora y faunas silvestres nativas de la región; así como el respetar	$NTLI = NTE$; NTLI se refiere al número total de letreros instalados; NTE se refiere al número total de letreros estimados, el cual	Evidencia fotográfica de colocación de señalización. Evidencia fotográfica del buen estado de la señalización

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
• Trituración. • Operación de equipo y maquinaria.		Flora, Fauna, Suelo y Agua por la dispersión de basura en el sitio del proyecto y áreas aledañas a este.	• Atmósfera.		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		los límites de velocidad y la correcta segregación de residuos, con la final de evitar daños adversos al medio ambiente.	dependerá de las necesidades y dimensiones del proyecto.	instalada en el sitio del proyecto. Matriz de Verificación Ambiental. Registro y seguimiento no conformidades.

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
					proyecto. • Colocar señalamiento de la correcta segregación y depósito de residuos en sus tres categorías.				
• Tránsito de maquinaria y unidades. • Cribado. • Trituración. • Operación de equipo y maquinaria. • Explotación y extracción de material de préstamo y agregado.	Alteración del paisaje.	Afectación a los patrones de escurrimiento natural. Afectación de los componentes del ambiente.	• Agua. • Suelo. • Fauna. • Flora. • Atmósfera.	• Preparación de sitio. • Construcción. • Operación.	• Implementar las técnicas apropiadas para asegurar una estabilidad adecuada (Realizar la sección tipo de corte con bermas o banquetas). • Asegurar la estabilidad de taludes	MP MC MM	mantener la estabilidad física (el corte, ángulo de inclinación y pendiente gobernadora) en el sitio del proyecto, con la finalidad de no tener afectaciones al medio ambiente por erosión hídrica o eólica, así como a la flora y fauna aledañas al	• $AMC \leq 25\ metros$; Donde AMC se refiere a la altura máxima de corte de los bancos. • $AI = 1.5{:}1$ Donde AI se refiere al ángulo de inclinación uniforme. $PG = 0.5\%$; Donde PG se refiere a la pendiente gobernadora, para el respeto del drenaje original.	Plano topográfico donde se demuestra la pendiente gobernadora, la altura de los bancos y el ángulo. Así como una memoria fotográfica de la construcción de los taludes con los parámetros adecuados. Memoria fotográfica del retiro de maquinaria, equipo, instalaciones y residuos del sitio del proyecto cuando este llegue a su etapa de abandono.

Actividades que contribuyen a la generación del impacto	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Componente ambiental que afecta	Etapa del Proyecto del proyecto en el que se presenta el impacto	Medida propuesta	Tipo de medida	Objetivo	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento y/o seguimiento
					en los bancos conforme a las características geotécnicas		proyecto. En el sitio del proyecto se deberá de retirar toda la maquinaria y equipo que se utilizará para las actividades de operación; así como también de dejar totalmente el área del proyecto libre de cualquier residuo o instalación.	$\boldsymbol{RME = 0}$; Donde RME se refiere al retiro de maquinaria y equipo que se utilizó en el proyecto durante la etapa de operación. $\boldsymbol{LSP = 0}$; Donde LSP se refiere a la Limpieza del Sitio del Proyecto, en la cual no deberá de quedar ninguna instalación, residuos, maquinaria o equipo, en la etapa de operación y abandono del sitio del proyecto.	Matriz de Verificación Ambiental. Registro y seguimiento no conformidades.

Una vez presentadas las medidas de manera general del Cuadro VI.2, en el Cuadro VI.3 se presentan de manera puntual para cada caso, es decir, para cada obra y/o actividad del proyecto, que en este caso corresponden a las siguientes:

- Represo El Encanto y su obra de excedencias
- Estación de bombeo aguas abajo
- Línea de conducción de agua bombeada hacia la Tepetatera Tinajas 2
- Construcción de nuevos caminos
- Habilitación y ampliación de caminos existentes de terracería
- Banco de roca
- Banco de grava-arena
- Bancos de arcilla (1 y 2)

En el Cuadro VI.3 se indican las medidas de prevención, mitigación o compensación en relación a cada impacto y/o riesgo ocasionado por cada obra/actividad y para cada componente ambiental (atmósfera, agua superficial/subterránea, suelo, flora silvestre, fauna silvestre y paisaje) por etapas (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento), así como la duración que tendrá la medida.

Cuadro VI.3. Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos identificados para la ejecución del Proyecto

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 cortina del represo de control de avenidas y su obra de excedencias Instalación de tubería para el bombeo del agua captada Construcción de infraestructura de la Estación de Bombeo	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 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	El primer año (12 meses)

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
		Habilitación y ampliación de caminos existentes Construcción de caminos nuevos Bancos de agregados Construcción de línea eléctrica		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 y mantenimiento del represo y su obra de excedencias Tránsito por caminos de terracería y su mantenimiento Mantenimiento de la línea de conducción de agua bombeada Operación de los 4 bancos de agregados	Emisión de partículas de polvos por el movimiento de maquinaria y manejo de suelo durante el mantenimiento del represo El Encanto y su obra de excedencias, por el tránsito por los accesos de terracería hacia los bancos de agregados y hacia el represo, por el mantenimiento de la línea de conducción de agua bombeada y por la operación de los bancos de roca, grava-arena y arcilla	Humectar con agua los caminos y suelos desnudos por donde circulará la maquinaria y los vehículos del personal (terracerías), obteniendo el agua de sitios autorizados y calidad no potable. De igual forma, para los bancos de roca, grava-arena y arcillas se humectará el suelo para evitar la suspensión de partículas, hasta donde sea posible para la operación del mismo. 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	50 años de vida útil

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
			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 los vehículos	Un año, después de los 50 años de vida útil
			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.	

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
Preparación del sitio	Agua superficial 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.	Los primeros 10 meses
	Agua subterránea	Despalme	Afectación a los escurrimientos naturales en las obras del proyecto, teniendo una infiltración menor hacia el subsuelo.	Implementar obras para la captación de agua para promover su cosecha.	Los primeros 3 años
	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)
	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)

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
Construcción	Agua superficial Escurrimientos	Construcción de la cortina del represo de control de avenidas y su obra de excedencias	Interrupción de los escurrimientos naturales	Implementar obras para la captación, desvío y reincorporación de los escurrimientos a cauces naturales.	Del mes 2 al 12
Operación	Agua superficial Escurrimientos	Operación y mantenimiento del represo y su obra de control de avenidas y la operación de los bancos de agregados Almacenamiento de agua (represo)	Afectación a los escurrimientos naturales durante la operación de la cortina sobre el arroyo El Encanto, aun cuando es en menor cantidad por la distancia desde la tepetatera hacia la cortina	Implementar obras para la captación, desvío y reincorporación de los escurrimientos a cauces naturales.	Durante la vida útil del proyecto
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	Durante la vida útil del proyecto
			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	

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
				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, después de los 50 años de vida útil
		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, después de los 50 años de vida útil
			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 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.	Un año, después de los 50 años de vida útil

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
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.	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.	Los primeros 10 meses
		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 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	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*	12 meses

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
			del suelo	*los residuos sólidos urbanos generados por las operaciones del complejo minero*. Una vez aplicado dicho estándar, se enviará a su sitio de disposición final en el Relleno Sanitario de Buenavista del Cobre, propiedad del Promovente.	
Operación	Suelo	Operación del represo y su mantenimiento Operación de los bancos de agregados.	Afectación del relieve de los sitios de explotación	Asegurar la estabilidad de las paredes de los bancos de materiales de agregados, realizando prácticas operativas que permitan que los bancos presenten una topografía final estructuralmente estable que minimice los riesgos de deslizamiento o colapso de los taludes; y que facilite el drenaje natural del agua superficial, disminuyendo riesgos de erosión	50 años Durante la vida útil del proyecto
		Almacenamiento temporal del material extraído de los bancos de roca, grava-arena y arcillas	Afectación temporal del relieve de los sitios de almacenamiento	No efectuar almacenamiento temporal del material extraído por períodos superiores a 3 meses	50 años Durante la vida útil del proyecto
		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 en el Relleno Sanitario de Buenavista del Cobre, propiedad del Promovente.	50 años Durante la vida útil del proyecto

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
		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.	50 años Durante la vida útil del proyecto
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 enviará a su sitio de disposición final 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.	Un año, después de los 50 años de vida útil
Preparación del sitio	Flora	Desmonte	Remoción de la cubierta vegetal en donde se desarrollan los tipos de vegetación pastizal natural, vegetación secundaria	Delimitar físicamente el área a intervenir a fin de garantizar que el área circundante no se verá afectada con la ejecución del proyecto.	Los primeros 10 meses

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
			arbustiva de pastizal natural y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	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.	Los primeros 4 meses
				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.	Los primeros 10 meses
				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.	Los primeros 12 meses
Preparación del sitio	Fauna	Desmonte	Alteración del hábitat de la fauna por la remoción de la cubierta vegetal.	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 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	Los primeros 10 meses
			Alteración del hábitat de la fauna protegida o de interés biológico por la remoción de la cubierta vegetal		

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
				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	Los primeros 10 meses
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
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.	50 años, durante la vida útil
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	Humectar con agua los caminos y suelos desnudos por donde circulará la maquinaria, equipo y los vehículos del personal	50 años, durante la vida útil

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA ACTIVIDAD	IMPACTO Y/O RIESGO OCASIONADO	MEDIDA CORRECTIVA O MITIGACIÓN	DURACIÓN
			las diversas obras del proyecto		

OTRAS MEDIDAS A APLICAR DURANTE TODAS LAS ETAPAS DEL PROYECTO
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.
Colocar señalamientos de límites de velocidad conforme al área del proyecto.
Colocar señalamiento de la correcta segregación y depósito de residuos.
Contemplar la contratación de mano de obra y servicios de las comunidades o localidades cercanas, a efecto de tener mayor derrama económica en la localidad y comunidades cercanas al proyecto.

Descripción detallada de las medidas a implementar

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.

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

En las actividades de desmonte y despalme del terreno donde se ubicarán los polígonos del Represo El Encanto, caminos nuevos, ampliación de caminos existentes, estación de bombeo, línea de conducción de agua bombeada y los cuatro bancos de agregados, se humectarán con agua las áreas a trabajar para evitar la dispersión de partículas suspendidas a la atmósfera. De igual forma se humectarán los caminos donde circulará la maquinaria y los vehículos del personal. La eficiencia de esta medida corresponde al 80% de las emisiones. La duración en esta etapa será de 12 meses del primer año.



Fotografía de ejemplo de riego de caminos

Gases/humos

Se dará mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria 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 los vehículos. De igual forma se dará mantenimiento a los vehículos que utilice el personal para transporte a los sitios. La duración en esta etapa será de 12 meses del primer 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. La duración en esta etapa será de 12 meses del primer año.

Etapa de construcción

Partículas suspendidas

En las actividades de construcción del Represo El Encanto, caminos nuevos, ampliación de caminos existentes, estación de bombeo, línea de conducción de agua bombeada y los cuatro bancos de agregados, se humectarán con agua las áreas a trabajar para evitar la dispersión de partículas suspendidas a la atmósfera. De igual forma se humectarán los caminos donde circulará la maquinaria y los vehículos del personal. La duración en esta etapa será de 12 meses del primer año.

Gases/humos

Se dará mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria 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 los vehículos. De igual forma se dará mantenimiento a los vehículos que utilice el personal para transporte a los sitios. La duración en esta etapa será de 12 meses del primer 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. Duración: el primer año (12 meses).

Etapa de 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, el Banco de Agregados y el mantenimiento de las diversas obras. La duración de esta medida será durante la vida útil, que para este proyecto corresponde a 50 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. La duración de esta medida será durante la vida útil, que para este proyecto corresponde a 50 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. La duración de esta medida será durante la vida útil, que para este proyecto corresponde a 50 años.

Etapa de 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. El sitio donde se almacenará el suelo rescatado estará cercano a los polígonos autorizados.

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.

Erosión del suelo

Con la ejecución del proyecto, la erosión potencialmente se incrementa por el desmonte de 196.66 has y su ocupación para dar paso al desmonte y despalme, hasta en 237.3671 ton/ha, lo que representa una erosión total a mitigar de 37,438.5234 ton totales, en apego a las metodologías seguidas.

Los cálculos correspondientes se presentan en el Capítulo 4 del presente documento, en donde la erosión para el escenario 1 corresponde a las condiciones del sitio actuales, es decir, sin la injerencia del proyecto aún, así como una vez que se realice el desmonte y despalme del terreno (escenario 2), se obtuvo que la erosión total a mitigar (erosión hídrica: 319.5685; erosión eólica: 10,947.00) en las 211.3105 hectáreas fue de un total de 11,266.5725 toneladas, como se resume en el Cuadro siguiente.

Cuadro VI.4. Resumen Erosión hídrica y eólica en proyecto "Obra de control de avenidas El Encanto y sus Bancos de préstamo"

		Escenario 1	Escenario 2		
Erosión		**Sin proyecto**	**Con proyecto**	**Erosión a mitigar por tipo**	**Total a mitigar**
Hídrica	Erosión/ha	0.6067	2.1101	319.5685	11,266.5725
	Erosión proyecto	126.3178	445.8863		
Eólica	Erosión/ha	5.76	57.56	10,947.00	
	Erosión proyecto	1,216.33	12,163.33		
		9.15	87.52		

Ahora bien, para mitigar la pérdida de suelo que se presentaría al establecerse el proyecto (desmonte y despalme), se tendrá el escenario 3 el cual consiste en la ejecución de obras de mitigación para los impactos adversos sobre el suelo.

Dentro del Programa, se establecen los siguientes objetivos:

Objetivos

- Mitigar y/o en su caso, restaurar la pérdida de cantidad y calidad de suelo, ocasionada por las actividades de nivelación y excavaciones.
- Determinar las áreas susceptibles a conservar y restaurar, cumpliendo con criterios de que se encuentre cerca del área de influencia.
- Elegir la obra o practica de conservación y restauración de suelos que se pueda ejecutar dadas las características de los terrenos seleccionados.
- Evitar el uso de herbicidas o cualquier sustancia que mate o seque la vegetación en el proceso de desmonte.
- Documentar los resultados obtenidos con la aplicación de estas obras e informar a la autoridad competente.

Metas

- Restaurar, conservar y reducir la pérdida de suelo ocasionada por las diferentes etapas del proyecto, además de reducir los procesos de erosión hídrica y eólica que pudieran ocasionarse en las etapas de nivelación y excavación.
- Realizar presas filtrantes y/o las obras necesarias a fin de garantizar que la perdida de suelo no será superior a la que se registra en la actualidad que es 11,266.57 ton/año.

Metodología Presas filtrantes

Las presas filtrantes son estructuras en forma de media luna levantadas sobre curvas a nivel para disminuir la velocidad del agua evitar pérdida de suelo en áreas donde se han producido cárcavas.

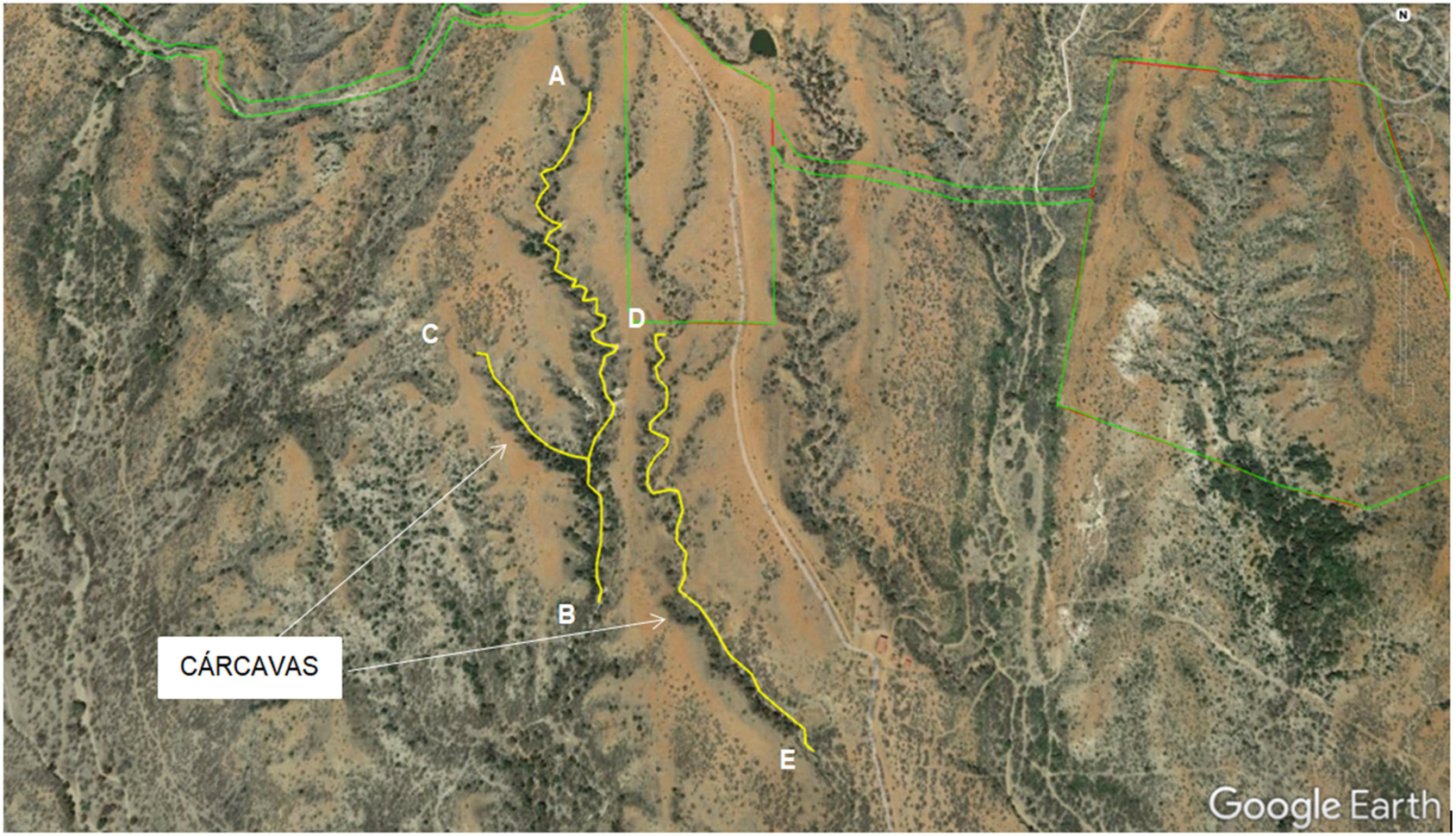
Para la construcción de una presa filtrante se utilizan diferentes materiales: piedra, madera, sacos de arena, llantas y otros materiales disponibles (las técnicas empleadas se eligieron tomando en cuenta los procedimientos de construcción de la CONAFOR). Los pasos para la construcción de las presas filtrantes son:

1. Marcar el área donde se ubicarán las presas filtrantes, visualizar con que material se cuenta en el área para la construcción de las presas filtrantes.
2. Excavar una zanja en el fondo y partes laterales de la cárcava para obtener el empotramiento o cimentación. Dependiendo de las dimensiones de la presa se establece la profundidad de la zanja.
3. Acercar el material con el que se construirán las presas filtrantes.
4. Colocar de forma transversal el material a utilizar a lo ancho de la cárcava. Las dimensiones y distancia entre presas dependen de la profundidad y pendiente de la cárcava.

Selección y ubicación de los sitios

Se seleccionarán sitios cercanos al área del proyecto y con buenas condiciones para llevar a cabo las actividades del programa de conservación de suelos, específicamente que estén sobre cárcavas. En la siguiente imagen se observa la ubicación de la cárcava donde se ubicarán las presas filtrantes.

Ubicación del sitio propuesto para la construcción de presas filtrantes de piedra acomodada



Coordenadas del sitio para la construcción de presas filtrantes

POLÍGONO	X	Y
A	560376	3415351
B	560422	3414385
C	560195	3414828
D	560534	3414885
E	560778	3414163

Se considera la construcción de presas filtrantes y/o las obras de retención de suelo que mejor se adapten a las condiciones del sitio. En particular, para las presas filtrantes, el dimensionamiento de las presas filtrantes de piedra acomodada se consideran de un ancho de aproximadamente 6 metros, buscando una altura efectiva máxima de 1 metro y un espejo de retención de 8 metros de largo, con la posibilidad de captar un volumen de 48 toneladas en promedio por cada una. Por lo que las presas filtrantes o las obras de conservación de suelo previstas a ejecutar en el proyecto se considera que retendrán un total de 11,266 toneladas de suelo. De igual manera, en caso de requerirse más presas filtrantes y/o las obras de retención de suelo a ejecutar a falta de completar la retención de suelo a compensar por la pérdida realizada por el CUS, se contemplará la construcción de más presas u obras para que la retención sea mayor a la pérdida de suelo.

Mencionando lo del párrafo anterior, en el Cuadro VI.5 observamos el Escenario 3 que comprende la ejecución de las medidas de mitigación de las presas filtrantes de piedra acomodada, para tener un residual de 0.

Cuadro VI.5. 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	0.6067	2.1101	319.5685	11,266.5725	11,267	0.0
	Erosión proyecto	126.3178	445.8863				
Eólica	Erosión/ha	5.76	57.56	10,947.00			
	Erosión proyecto	1,216.33	12,163.33				
		9.15	87.52				

Las presas filtrantes (con un promedio de 48 toneladas de retención de suelo) de piedra acomodada serán ubicadas en predios pertenecientes a Buenavista del Cobre, S.A. de C.V. Se realizarán recorridos para monitorear captaciones, además de visualizar las obras que requieran mantenimiento o reconstrucción, para programar la rehabilitación de las mismas. Como manera de ejemplo se tiene la siguiente Tabla donde se indicará la capacidad y captación de azolve por cada presa filtrante:

PRESA (identificación interna)	CAPACIDAD DE CAPTACIÓN DE AZOLVE (toneladas)	AZOLVE RETENIDO (toneladas)	PORCENTAJE DE CAPTACIÓN (%)

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 (tomando como base la NOM-001-SEMARNAT-1996) 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.

Cabe destacar que el desmonte y despalme se ejecutará por partes propiciando el sellamiento de suelo para evitar su pérdida en cantidad y calidad, mismo que se ejecutará en los primeros 10 meses de proyecto, y una vez transcurrido ese tiempo se ejecutarán las obras previstas, disminuyendo así la taza de erosión eólica e hídrica.

Generación de residuos sólidos

Se prevé la generación de residuos sólidos urbanos consistentes en restos de comida de los trabajadores, bolsas plásticas de papel y plástico, envases de PET, aluminio y vidrio, mismos que serán manejados 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 en el relleno sanitario de Buenavista del Cobre.

Generación de residuos peligrosos

En caso de requerir actividades de reparación o mantenimiento de maquinaria, se tendrá la generación de residuos peligrosos (aceites y filtros), mismos que 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**, que tiene como objetivo Prevenir la contaminación ambiental mediante la gestión integral de los residuos peligrosos generados por las operaciones

del complejo minero. Una vez aplicado dicho estándar, se enviará a su sitio de disposición final con autorización por la SEMARNAT.

Etapa de construcción

Generación de residuos sólidos

Se prevé la generación de residuos sólidos urbanos consistentes en restos de comida de los trabajadores, bolsas plásticas de papel y plástico, envases de PET, aluminio y vidrio, mismos que serán manejados 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**. Una vez aplicado dicho estándar, se enviará a su sitio de disposición final en el relleno sanitario de Buenavista del Cobre.

Generación de residuos de manejo especial

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. Estos residuos serán manejados de acuerdo al **Estándar de medio ambiente** que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado **Gestión de Residuos de Manejo Especial**, con **Código AGGG-06**.

Generación de residuos peligrosos

En caso de requerir actividades de reparación o mantenimiento de maquinaria, se tendrá la generación de residuos peligrosos (aceites y filtros), mismos que 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**.

Etapa de operación y mantenimiento

Generación de residuos sólidos

Se prevé la generación de residuos 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, mismos que serán manejados 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**. Una vez aplicado dicho estándar, se enviará a su sitio de disposición final en el relleno sanitario de Buenavista del Cobre.

Generación de residuos de manejo especial

En las actividades de mantenimiento de la línea de conducción de agua bombeada y de las edificaciones de la Estación de Bombeo, se generarán residuos de manejo especial, tales como pedacería de metal, tubería, cable, etc. proveniente de las actividades de mantenimiento de la infraestructura, mismos que podrán ser reutilizados en otras obras y actividades de la empresa o su recolección por una empresa autorizada. Estos residuos serán manejados de acuerdo al **Estándar de medio ambiente** que ejecuta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., denominado **Gestión de Residuos de Manejo Especial**, con **Código AGGG-06**.

Generación de residuos peligrosos

En la actividad de mantenimiento de la 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. 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**.

Relieve

Asegurar la estabilidad de las paredes de la cortina del represo El Encanto y de los bancos de materiales (roca, grava, arena y arcillas), realizando prácticas operativas que permitan que los bancos presenten una topografía final estructuralmente estable que minimice los riesgos de deslizamiento o colapso de los taludes; y que facilite el drenaje natural del agua superficial, disminuyendo riesgos de procesos erosivos

No efectuar almacenamiento temporal del material extraído del banco de agregados por períodos superiores a 3 meses, con duración de la medida de 50 años, es decir durante la vida útil del proyecto.

Etapa de 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 en el relleno sanitario de Buenavista del Cobre.

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

Se tendrá el Programa de Cosecha de agua, en el cual se especificarán las acciones a realizar para garantizar la cosecha de agua pluvial a un volumen anual similar a la que se registra en la actualidad (sin proyecto).

Una vez calculados los escenarios en el Capítulo 4, la infiltración para el escenario 1 donde son las condiciones del sitio actuales, es decir, sin la injerencia del proyecto aún, así como una vez que se realice el desmonte y despalme del terreno (escenario 2), se obtuvo que la infiltración total a mitigar en las 211.3105 hectáreas fue de un total de 16,009.81 m^3, como se resume en el Cuadro siguiente.

Cuadro VI.6. Balance hídrico con la aplicación de medidas de mitigación

VARIABLE	TIEMPO DE EJECUCIÓN	SIN PROYECTO (m^3)	CON PROYECTO (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	43,484.29	27,474.48	16,009.81	7,485.50	8,525.00	16,010.50	0.69

Ahora bien, para mitigar la pérdida de infiltración que se presentaría al establecerse el proyecto (desmonte y despalme), se tendrá el escenario 3 el cual consiste en la ejecución de obras de mitigación para los impactos adversos sobre la captación de agua.

Se prevé la ejecución de 7,371 terrazas individuales de las especies rescatadas y compensadas (captación de 0.5 m^3 de agua c/u) con una captación de 3,685.50 m^3, la construcción de 100 zanjas bordo (18.00 m3 c/u) teniendo una captación de 1,800 m^3, curvas de nivel (6,725 m^3), así como terrazas individuales por la reforestación de 7,600 especies del sitio (0.5 m3 c/u) teniendo un total de captación de 3,800 m^3, para garantizar la captación de agua estimada para el proyecto, que se estima que sea de 16,010.50 m^3.

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

La medida se considera implementar obras para la captación, desvío y reincorporación de los escurrimientos a cauces naturales momentáneos, es decir, en lo que se da paso a la construcción.

Etapa de construcción

Interrupción de los escurrimientos naturales

Durante la construcción de la Cortina del represo de control de avenidas y su obra de excedencias y los bancos de agregados implementar obras para la captación, desvío y reincorporación de los escurrimientos a cauces naturales, medida durante 6 meses.

Suministro de agua no potable

Se utilizará agua (no potable) para la humectación de áreas de tránsito y manejo de suelos con la finalidad de evitar las emisiones a la atmósfera, así como también para servicio del personal (sanitarios) y formación de concretos. Se deberá de contar con una 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**.

Generación de aguas residuales

Las aguas residuales a generar durante la etapa de construcción 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**.

Etapa de operación y mantenimiento

Suministro de agua

Durante la operación, con duración de 50 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 50 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.

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

Para este caso se considera la ejecución de 7,371 terrazas individuales de las especies rescatadas y compensadas (captación de 0.5 m^3 de agua c/u) con una captación de 3,685.50 m^3, la construcción de 100 zanjas bordo (18.00 m3 c/u) teniendo una captación de 1,800 m^3, curvas de nivel (6,725 m^3), así como terrazas individuales por la reforestación de 7,600 especies del sitio (0.5 m3 c/u) teniendo un total de captación de 3,800 m^3, para garantizar la captación de agua estimada para el

proyecto, que se estima que sea de 16,010.50 m^3, mismas que totalizan una retención superior a los 16,009.81 m3/anuales, teniendo un residual positivo de 0.69 m3/anuales.

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

Se contempla el rescate y trasplante de flora de 4,331 individuos de los cuales 1,487 son de la especie *Dasylirion wheeleri*, siendo esta la que más aporta en cantidad. El número de individuos y especies susceptibles a rescate en relación al predio del cual se solicita autorización se indican en el Cuadro siguiente.

Cuadro VI.7. Número de individuos por especie, de flora a rescatar en el predio

Especie	Nombre científico	Nombre común	Total de individuos a rescatar
1	*Coryphantha recurvata*	Cabeza de viejo amarillo	50
2	*Dasylirion wheeleri*	Sotol	1487
3	*Echinocereus rigidissimus*	Pitahayita	124
4	*Yucca baccata*	Dátil	1402
5	*Agave palmeri*	Maguey	496
6	*Nolina microcarpa*	Palmilla	200
7	*Opuntia engelmannii*	Nopal	124
8	*Opuntia fulgida*	Choya	150
9	*Yucca schottii*	Yuca	298
		Total	4331

Las especies que no se incluyen para ser rescatadas se consideran plantas que, debido a su agresividad natural para propagarse, se encuentran ampliamente distribuidas dentro del Sistema Ambiental del proyecto y en general en todos los ecosistemas de la región, de tal forma que no se consideran especies de prioridad para ser consideradas en el programa de rescate.

Rescate de especies vegetales

Criterios de elegibilidad de especies de flora a rescatar y transplantar

De acuerdo a los muestreos realizados en el trabajo de campo se determinó la presencia de 14 especies de flora nativa, sin embargo no todas estas especies deberán ser consideradas en las actividades de rescate, de tal forma que para discriminar aquellas especies no susceptibles de ser rescatadas, se siguieron los siguientes criterios:

- Presencia de especies en estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010
- Endemismo a la región Desierto Sonorense
- Cactáceas poco comunes
- Otras especies susceptibles de rescate (porte arbustivo o arbóreo o de importancia ecológica local y regional)

Como ya se comentó en párrafos anteriores, no existen especies en el área del proyecto que están listadas en categorías de protección en la Norma Oficial Mexicana.

De acuerdo al trabajo publicado por Van Devender et. al. (2009), tampoco existen especies endémicas que pudieran ser rescatadas en el área del proyecto.

Por lo que respecta a especies de cactáceas poco comunes, no se registraron elementos con esa característica ya que las especies de cactáceas muestreadas en el área de interés, son de distribución común y generalizada en la región.
Sin embargo, sí se encontraron especies susceptibles de rescate, sobre todo por su importancia ecológica local y regional.

La viabilidad de que el trasplante de un individuo sea exitoso depende esencialmente del estado de los individuos a trasplantar (edad, vigor, facilidad de manejo, tamaño, volumen). Por esto se recomienda trasplantar individuos jóvenes, ya que tienen una probabilidad de supervivencia más alta que individuos más viejos y su tamaño facilita su manejo. Los individuos se seleccionarán considerando aquellos que no tengan lesiones ni enfermedades.

Para las demás especies se estableció rescatar del 20 al 100% de la abundancia total de los individuos, tomando como criterios la estructura de las plantas (altura, número de ramificaciones y vigor), además de que son especies que se distribuyen muy

ampliamente en los ecosistemas de la cuenca hidrológico-forestal de proyecto y tomando en cuenta los costos de su manejo para que fuera factible su rescate.

Se determinó rescatar individuos que muestren alta susceptibilidad de ser rescatados y de poder establecerse dentro del ecosistema correspondiente, excluyendo a todas las especies leñosas que no pudieran tener éxito en el manejo de trasplante. En el caso de las leñosas los individuos jóvenes podrán ser podados para facilitar su manejo.

Para compensar a los individuos de talla muy grande que no serán rescatados, se propagarán por medio de semillas o esquejes colectados dentro del mismo ecosistema o, en caso extremo, se obtendrán ejemplares de viveros oficiales (CONAFOR, SAGARPA) o comerciales de la región.

Estimación del número de individuos de flora a rescatar

El número de individuos y especies a restablecer en relación al predio del cual se solicita la autorización se indican en la tabla siguiente.

Número de individuos por especie, de flora a rescatar en el predio

Especie	Nombre científico	Nombre común	Total de individuos a rescatar
1	*Coryphantha recurvata*	Cabeza de viejo amarillo	50
2	*Dasylirion wheeleri*	Sotol	1487
3	*Echinocereus rigidissimus*	Pitahayita	124
4	*Yucca baccata*	Dátil	1402
5	*Agave palmeri*	Maguey	496
6	*Nolina microcarpa*	Palmilla	200
7	*Opuntia engelmannii*	Nopal	124
8	*Opuntia fulgida*	Choya	150
9	*Yucca schottii*	Yuca	298
		Total	4331

Las especies que no se incluyen para ser rescatadas se consideran plantas que, debido a su agresividad natural para propagarse, se encuentran ampliamente distribuidas dentro de la CHF del proyecto y en general en todos los ecosistemas de la región, de tal forma que no se consideran especies de prioridad para ser consideradas en el programa de rescate.

Densidad de plantación

La densidad de plantación se calculó considerando básicamente la cobertura máxima promedio de las plantas del estrato arbóreo ya que esos individuos son los que ocupan mayor espacio debido a su cobertura aérea; además, se asumió que las plantas de los estratos inferiores (arbustivas y herbáceas) y las cactáceas se plantarían en los espacios existentes entre los árboles.

Así, para este caso se estimó conservadoramente un espacio territorial de 64 m2 (8m x 8m) para cada árbol y de esa manera el número de hectáreas necesarias para incluir todas las plantas que se deberán rescatar.

Estimación de la densidad de plantación

Nombre científico	Nombre común	Individuos en área del proyecto	Espacio territorial (m^2)	Area requerida (ha)
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	1989	64	13
Quercus arizonica	Encino blanco	806	64	5
			TOTAL:	**18**

Una vez obtenida el área necesaria para el establecimiento de las plantas rescatadas, es posible determinar la densidad de plantación por hectárea incluyendo individuos de todas las especies pertenecientes a los diferentes estratos y formas de vida, simplemente dividiendo el número total de individuos a rescatar sobre la cantidad de hectáreas calculadas para incluir las plantas arbóreas, en este caso:

7371/18 = 410 plantas/ha

Plano georeferenciado del sitio donde serán reubicadas las plantas rescatadas

El área donde se proponen reubicar las especies enlistadas en el Cuadro VI.7, corresponde a una superficie propiedad del Promovente denominada como "La Cabellera", cuya superficie corresponde a un tipo de vegetación de pastizal inducido, mismo que anteriormente presentó actividades de sobrepastoreo. La superficie del polígono propuesto corresponde a un total de 20.66 has, misma superficie que supera la requerida para realizar la reubicación de especies.

El polígono de ubicación donde se propone realizar la reubicación de especies, presenta las siguientes coordenadas UTM WGS84:

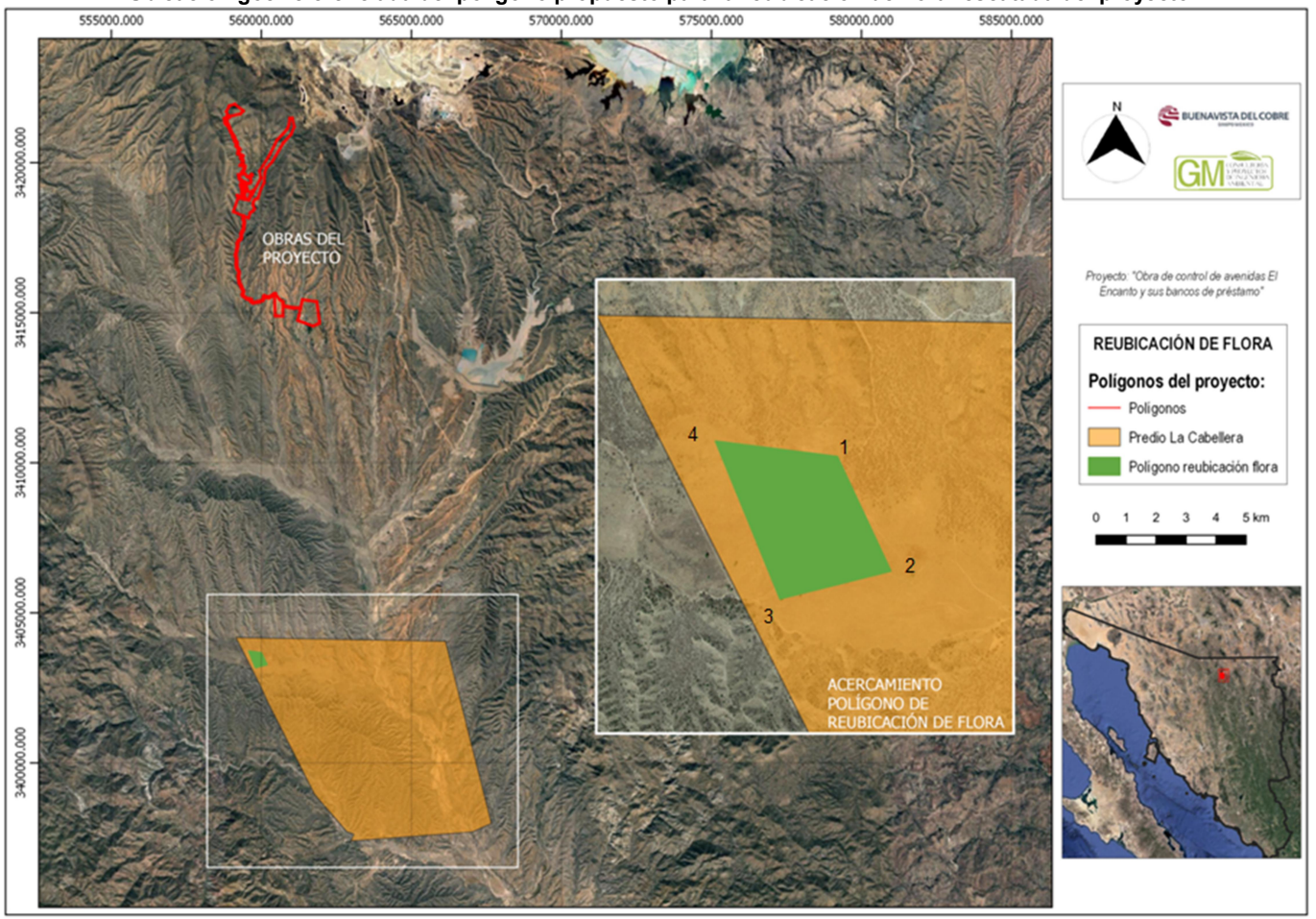
Coordenadas de polígono de reforestación y reubicación de flora susceptible a rescate

VÉRTICE	X	Y
1	560,006.70	3'403,677.70
2	560,198.00	3'403,270.30
3	559,801.50	3'403,171.70
4	559,571.40	3'403,735.50
SUPERFICIE = 20.66 has		

Por su parte, en la Figura siguiente se presenta gráficamente el polígono donde se propone realizar la reubicación de flora, mismo que se encuentra al sur de los polígonos forestales del proyecto, dentro de un predio propiedad de Buenavista del

Cobre, S.A. de C.V., denominado como "La Cabellera", en el cual se presenta el tipo de vegetación de pastizal inducido que se puede apreciar mediante la imagen satelital que no presenta características naturales.

Ubicación goerreferenciada del polígono propuesto para la reubicación de flora rescatada del proyecto



Metodología para el rescate

Una vez ya considerado lo anteriormente mencionado se procederá a efectuar las actividades de rescate de la siguiente manera:

1. Una vez localizado el organismo a rescatar (el cual debe cumplir con todos los criterios de selección), se le colocara una etiqueta de identificación con la cual también se marcara el lado de orientación norte del ejemplar esto colocando el nudo de la cinta en dicha dirección o bien realizando un marcaje sobre la cinta, posteriormente se medirá la altura y diámetro del individuo para después capturar el punto de ubicación original del organismo en coordenadas de ubicación UTM WGS-84 con el apoyo de un GPS y se tomará una fotografía del lugar de origen con el apoyo de cámara fotográfica.

2. Se procede a tomar las variables de composición (físicas, químicas, topográficas y biológicas) generales del biotopo en el cual se ubica cada una de las plantas seleccionas a rescatar.

3. Se realiza la excavación para el retiro del organismo aflojando el terreno desde los extremos perimetrales de la planta hacia el centro de la misma, teniendo especial cuidado con las raíces secundarias.

4. Se procede a realizar la extracción del ejemplar, aplicando inmediatamente un anti estresante cuya composición química es ácidos fílmicos y húmicos, junto con dióxido de silicio, un fungicida y un bactericida sobre las raíces, esto se lleva a cabo para disminuir el grado de mortandad de los ejemplares extraídos; principalmente si al efectuar la extracción del ejemplar se deja su raíz desnuda.

5. Para las especies de la familia Cactaceae, una vez extraídos los ejemplares se procederá a brindarles un periodo de cicatrización, el cual consiste en dejar los ejemplares expuestos al aire libre durante uno o dos días aproximadamente, a dichos ejemplares además se les aplicará una dosis de fungicida, con la finalidad de permitir la formación de "callos" en las zonas de corte o estropeo al momento de extracción, así como prevenir daños por hongos en las plantas.

6. Para las especies que requieren una mayor cantidad de agua (Yucca, Dasylirion) serán colocadas en cubetas con agua, anti estresante y enraizante con la finalidad de reducir el estrés al que las plantas son sometidas al momento de su extracción o debido a cambios climáticos a las que estas son expuestas, así como inducir la producción de raíces y facilitar su adaptación al momento de la reubicación.

Metodología para la reubicación de los organismos rescatados

1. Las áreas previstas destinadas para el trasplante (reubicación) de los organismos, serán evaluadas y elegidas de tal manera que cumplan con un

alto grado de similitud a las características originales del biotopo en el cual se distribuían originalmente los organismos extraídos.

2. Se marcarán los sitios específicos de ubicación de cada uno de ellos, la técnica para el arreglo del trasplante por individuo en su disposición final estará sujeta al acomodo que más facilite a la toma de datos a futuro (medidas, fotos, etc.) para el seguimiento de adaptación y liberación

3. Se prepara el suelo que será empleado para el trasplante de los ejemplares, tomando suelo rico en materia orgánica, anteriormente rescatado, para prever que la planta tenga un suministro suficiente de nutrientes para su sobrevivencia.

4. Se transportan los ejemplares al sitio.

5. Se realiza una excavación para aflojar el terreno de aproximadamente 30 cm de largo por 30 de ancho y 30 cm de profundidad para organismos de los géneros (Yucca, Dasylirion,) y de 20 x 20 x 20 cm para los géneros, Echinocereus, Coryphantha, Agave y Opuntia. Posteriormente se coloca la planta rescatada teniendo la precaución de no maltratar las raíces, es decir se construirán "cepas" o "cajetes" de plantación en forma manual, cuyas dimensiones serán mayores al volumen ocupado por la planta en su lugar original. Esto con el fin de favorecer un rápido arraigamiento de los individuos trasplantados.

6. Se le añade el suelo orgánico preparado a la cepa donde se trasplantará el organismo rescatado, asegurando la correcta posición del organismo.

7. Una vez colocado el ejemplar se construye el cajete en forma de herradura para la captación y retención de agua.

8. Se aplica un primer riego y posteriormente realizarán riegos ligeros, en caso de cactáceas se realizará una vez a la semana, de igual manera dependerá de las condiciones climatológicas y la época del año. Los riegos auxiliares se dejarán de realizar cuando se asuma que la planta ya está bien establecida y se acondicionó a su nuevo hábitat.

9. Se toma la geo posición (Coordenadas UTM) y una imagen del ejemplar reubicado.
10. Se estacará cada uno de los ejemplares con una clave única de identificación la cual consta de clave del proyecto y número de individuo correspondiente para llevar un mejor registro de cada uno de los individuos.

Acciones para asegurar la supervivencia de las especies rescatadas, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento

Como acciones básicas para obtener una buena supervivencia de las plantas rescatadas se aplicarán riegos semanales durante el primer mes de trasplante. Dadas las características de las plantas sujetas a rescate, durante el segundo mes de su establecimiento se aplicará un riego cada dos semanas. La aplicación de riegos suplementarios, dependerá de la temporada de trasplante y de las temperaturas que prevalezcan en el sitio de sembrado, así como de la respuesta de las plantas a las condiciones del proceso debido a sus formas de vida (las cactáceas y otras suculentas como los agaves pueden presentar menos requerimientos de agua).

Como aspectos que deben considerarse en el mantenimiento básico de las plantas rescatadas abarcan: corrección del plantado (ejemplares caídos, ladeados o desenterrados), registro de presencia de plagas y enfermedades, registro de eventos y fenómenos extraordinarios (vandalismo, herbivoría, vientos fuertes, tormentas intensas, etc.).

A continuación se presenta la metodología para asegurar mantenimiento y supervivencia de las especies reubicadas:

1. El mantenimiento a los ejemplares durante el proceso de adaptación al sitio de reubicación seleccionado, consistirá en realizar principalmente el monitoreo de los organismos en busca de plagas y/o enfermedades, en caso de presentarse alguna de éstas se tomarán las medidas pertinentes para ayudar al organismo a sobrellevar tal condición y lograr un mayor porcentaje de sobrevivencia. El monitoreo de los ejemplares se realizará dependiendo de las estaciones del año con la siguiente periodicidad: a. En Otoño-Invierno: se realizarán recorridos cada 15 días, considerando que son épocas en que la precipitación disminuye. b. En Primavera-Verano: se realizarán recorridos cada mes, considerando que las condiciones climatológicas son más favorables para la sobrevivencia de los ejemplares.
2. Se implementarán técnicas de monitoreo de fauna en el lugar de reubicación de los ejemplares rescatados con la finalidad de evidenciar si existen índices de sobrepoblación de los depredadores que puedan influir en la disminución del porcentaje de sobrevivencia de los ejemplares rescatados.
3. En el caso de existir evidencia de una cantidad considerable de muertes causadas por depredación entre los organismos rescatados se implementará alguna técnica de ahuyentamiento y reubicación de la fauna nociva.
4. Respecto al mantenimiento una vez transcurridas las actividades de rescate y plantación de los organismos, se realizará un control manual de especies oportunistas que compitan por los recursos con los organismos reubicados, esto con el fin de evitar la competencia entre especies, esto sin afectar a las especies Nodriza-protegida.
5. Se realizaran actividades sanitarias en los organismos trasplantados lo cual consiste en el arreglo de cajetes que permitan la acumulación de humedad al presentarse lluvias.

6. Se realizará la toma de variables ambientales mediante un potenciómetro el cual nos proporcionará la humedad en cada ejemplar, la exposición al sol y la temperatura del ambiente, esto se realizará sectorizando el área a muestrear y se realizará en el 10% de los ejemplares reubicados
7. Para poder cuantificar y validar el programa de rescate de flora se calculará el porcentaje de sobrevivencia cada mes, una vez establecido el ejemplar en su nuevo hábitat y hasta que los ejemplares muestren las condiciones de reproducirse sexualmente y/o asexualmente. El porcentaje de sobrevivencia formará parte de uno de los indicadores de desempeño. Sin embargo, existen factores naturales que pueden afectar directamente en la sobrevivencia de los ejemplares, tal es el caso de la depredación y/o estrés, donde ya el ejemplar recibió un mantenimiento adecuado técnicamente, y aun así se presentan decesos en los sitios de reubicación, esto no debe ser considerado como una pérdida del mismo, puesto que ya forma parte del flujo de energía dentro de la cadena trófica.
8. Conforme a los recorridos de monitoreo, si se observa un decremento en el porcentaje de sobrevivencia, se determinará la causa por la cual el ejemplar murió y se tomarán las medidas necesarias en dado caso que sean biológicas para salvaguardar los demás ejemplares.
9. Los ejemplares que presenten diversos factores de alteración como depredación, clorosis, necrosis o bien indicadores de estrés se registraran en una ficha técnica con la finalidad de darles un seguimiento especial durante 40 a 90 días según sea el caso, aplicando los tratamientos disponibles que sean necesarios.
10. En el caso particular de la depredación que presenta el ejemplar oscila entre el 30 y 75% del cuerpo vegetativo se le dará un seguimiento especial durante un mínimo 40 días, esto con la finalidad de ver cómo reacciona, monitoreando principalmente si presenta de manera paulatina una cicatrización que asegure que dicho ejemplar sobrevivirá; así mismo si el cuerpo vegetativo presenta depredación mayor al 75% se realizara un seguimiento especial de mínimo 90 días para ver su reacción y verificar su sobrevivencia.

Con estas acciones se tiene la plena seguridad de obtener una tasa de sobrevivencia de materiales rescatados iguales o superiores a un 85%.

Informe de avances y resultados

A continuación se presenta la metodología para el informe de avances y presentación de resultados:

1. Una vez concluidas las actividades de plantación el informe de avance y resultados se realizará, en forma trimestral y durante el tiempo de aclimatación, el monitoreo de los ejemplares rescatados, con el fin de evaluar su aclimatación al medio, el registro de estas actividades se realizara en los formatos FMA-BVC-RN-08 y FMA-BVC-RN-09, este último se entregara cada seis meses.

2. La liberación de los ejemplares se realizará cuando estos presenten un crecimiento de ápice principal, crecimientos secundarios, floración y garantizando todo un ciclo anual (que sobreviva las cuatro estaciones del año) o más tiempo dependiendo de la clasificación de los organismos, dividiéndose en especies de ciclo corto y especies de ciclo largo estas últimas se consideraran el dobles de estaciones es decir dos años para su liberación. A) Especies de ciclo corto: se están considerando aquellas especies vegetales con capacidades de estrategias adaptativas rápidas en cuanto a sus características fisiológicas y morfológicas al nuevo medio. B) Especies de ciclo largo: se están considerando aquellas especies vegetales de estrategias adaptativas de amplio rango en relación tiempo- adaptación de sus características fisiológicas y morfológicas al nuevo medio.

Actividades de compensación de flora silvestre

Para el caso de las especies de Ocotillo (*Fouquieria splendens*), Encino blanco (*Quercus arizonica*) y Mezquite (*Prosopis juliflora var. velutina*), se requerirá la compensación en el mismo sitio donde se hará la reubicación de especies, así como en otras áreas donde pudieran compensarse dentro de los polígonos del proyecto a solicitar la autorización en materia de impacto ambiental, mismo que será de un total de 3,043 ejemplares, como se enlista a continuación:

Cantidad de especies a compensar

#	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD DE EJEMPLARES A COMPENSAR
1	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	248
2	*Quercus arizonica*	Encino blanco	806
3	*Prosopis juliflora var. velutina*	Mezquite	1989
		Total	3043

Rescate de especies de fauna silvestre

Ahuyentamiento de individuos del área del proyecto

Toda actividad de cambio de uso del suelo implica la remoción de la cubierta vegetal, por lo que se contempla como parte de las medidas de mitigación implementar actividades de ahuyentamiento y rescate de fauna antes de ejecutar las labores de remoción de la vegetación para evitar daños a los animales que podrían ser causas de muerte o mutilaciones en los mismos.

Para evitar que la fauna permanezca durante las actividades de transformación del sitio y pueda resultar afectada físicamente, es necesario implementar todas las medidas pertinentes para facilitar su escape en dirección de áreas que no serán afectadas por las obras; se recomienda comenzar por hacer el ahuyentamiento

iniciando desde la zona donde se comenzarán a hacer las actividades hacia zonas donde no habrá actividades de aprovechamiento.

La exclusión de la fauna silvestre del sitio de la obra consistirá en alejar la mayor cantidad de vertebrados por medio de herramientas y técnicas orientadas a evitar que la fauna permanezca en el sitio.

Todo cuerpo de agua es atractivo para la fauna, principalmente para las aves, ya que toda la fauna en algún momento hace uso de este recurso vital para satisfacer sus necesidades. Para eso, se recomienda la creación de bebederos artificiales fuera del área de riesgo para compensar y llevar la fauna a una zona segura.

Se contempla implementar brigadas de ahuyentamiento de fauna con un número apropiado de personas equipadas con herramientas para hacer ruidos estridentes que harán recorridos para alejar a la fauna local. Los instrumentos utilizados podrán ser matracas, cencerros, tubos de acero percutidos con varillas, etc.

Captura de individuos dentro del área del proyecto

Al personal de apoyo se le capacitará en lo relacionado a técnicas de captura, transporte e identificación de fauna silvestre; se emplearán métodos de captura directa (manual, con ganchos herpetológicos y captura manual) e indirecta (trampas de caída y trampas de embudo con cercas de desvío) de la fauna.

La capacitación se hará durante la actividad de ahuyentación y búsqueda; es una actividad muy sencilla y siempre es mejor la práctica que la teoría.

La búsqueda se realizará durante los recorridos de ahuyentamiento que se llevarán a cabo de la siguiente manera: un grupo de personas dispuestas en línea, separadas una de otra a una distancia de 10m aproximadamente, caminarán a paso lento, al parejo, haciendo ruido y moviendo todos los posibles escondites que se encuentren a su paso para localizar a los vertebrados más pequeños, de esta manera el animal que no huya será capturado y reubicado.

La captura se realizará dependiendo del organismo: para serpientes se realizará con ganchos herpetológicos, lagartijas, iguanas, anfibios y algunos mamíferos medianos y pequeños se realizará con las manos, directamente o usando guantes de carnaza para evitar lesiones, para los capturadores como para los animales capturados, posiblemente también se haga uso de la resortera, lanzando terrones o pedazos de goma para aturdir a vertebrados arborícolas que son difíciles de capturar (reptiles).

Durante el cautiverio y en espera de ser liberadas, se colocarán en recipientes adecuados, dependiendo del organismo será el tipo de condiciones de cautiverio que tendrá, ejemplo: anfibios en caja de plástico o bolsa Ziplock con tierra y hojas para mantener la humedad, reptiles en bolsas de manta o cajas de plástico adaptadas para que no les impida respirar.

Liberación de individuos colectados dentro del área del proyecto

Los animales capturados serán liberados en áreas aledañas a los sitios de aprovechamiento y los criterios utilizados para elección del sitio de liberación de la fauna silvestre capturada serán:

- Cercanía al área original de los ejemplares.
- Mismas o similares condiciones de calidad de hábitat (misma calidad de agua).
- Área relativamente distante de la zona de actividades.

Medidas para el factor fauna

Preparación del sitio

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 del proyecto, se verán afectados los sitios de alimentación y/o de paso de algunas de las especies de fauna silvestre, por lo que a fin de salvaguardar los recursos faunísticos de la zona, en el programa de rescate y reubicación de fauna (que opera la empresa) se detallan las acciones, técnicas y tiempos a realizar sobre este factor ambiental.

Cabe aclarar que el libre desplazamiento permitirá que muchas de las especies se movilicen por sí mismas hacia el entorno inmediato, en hábitat similar a la distribución actual.

Técnicas de ahuyentamiento de fauna

PEQUEÑOS Y MEDIANOS MAMÍFEROS

Una manera de detectar o confirmar la presencia de fauna silvestre dentro del área del proyecto es de manera directa (observación física) o por medios indirectos (huellas, excretas, cadáveres, indicios auditivos, rastros físicos, nidos, guaridas, madrigueras etc.). Una vez autorizada el área sujeta a cambio de uso de suelo, se identifica la existencia de fauna silvestre con la evidencia antes mencionada y se aplica como parte esencial y prioritaria la técnica de ahuyentamiento la cual se concentra básicamente en generar condiciones de tipo ecológico que causen estrés ambiental y por consiguiente un desplazamiento de los animales que se encuentren en una zona que será intervenida para un proyecto. Este método, debe combinarse con el rescate y la reubicación de los individuos que se encuentre en el sitio realizando recorridos con la cuadrilla de trabajo distribuida uniformemente tratando de abarcar la mayor área posible en los distintos patrullajes que se realizarán en la superficie del proyecto y áreas colindantes, donde se dará seguimiento al siguiente protocolo de actividades:

1. Revisar detalladamente la vegetación arbórea y arbustiva circundante aplicando movimientos con varas para espantar posible fauna oculta.
2. Inspección de zanjas, cárcavas, hoyos en el suelo u otros lugares que puedan ser utilizados como madrigueras.
3. Generar sonidos los cuales impliquen un cierto grado de alertamiento para los animales que los incite a desplazarse del lugar, utilizando un sistema de altavoz (megáfono) con el cual se generaran distintos tipos de sonidos imitando posibles depredadores que alerten de peligros de acuerdo al tipo de fauna, con la finalidad de que los animales se desplacen hacia sitios fuera del proyecto libres de perturbación.

Aplicando lo mencionado en los puntos anteriores, los recorridos de ahuyentamiento (patrullaje de fauna) se realizan primeramente en áreas prioritarias del proyecto así como también, en las zonas colindantes a manera de implementar y hacer más eficaz

la técnica y tener mejores resultados en el desplazamiento de la fauna, cabe mencionar que dicho ahuyentamiento siempre se va a realizar de manera direccionada enfocando los ahuyentamientos para desviar a la fauna en dirección a zonas sin perturbación fuera del predio y núcleos urbanos. La evidencia a la implementación de los recorridos de ahuyentamiento y rescate con registro de área revisada y especies avistadas y ahuyentadas será un registro en formato **FMA-BVC-RN-04** (formato interno del Promovente).

AVES

Las aves son organismos que por su facilidad de movimiento rápido resultan ser de las especies que se dificulta mayormente el proceso de rescate-reubicación a diferencia de especies de pequeños mamíferos y reptiles; pero también, esta característica es de suma importancia en su desarrollo ya que les ayuda a desplazarse fácilmente sobre grandes distancias en un menor tiempo, asegurando con ello su bienestar en busca de nuevos hábitats, es decir, que es poco probable que se puedan ver afectadas por actividades humanas.

Dentro de las actividades que se plantean para dar protección a este grupo de animales se encuentran el realizar en primera instancia ahuyentamiento cubriendo el área prioritaria del proyecto con la cuadrilla de trabajo y patrullajes a distintas horas del día, considerando que las aves se encuentran en mayor actividad desde el amanecer 6:00 am hasta aproximadamente las 10:00 de la mañana, durante las horas del mediodía disminuyen su actividad pero la retoman al atardecer, es por ello que dichos recorridos de ahuyentamiento y trampeo se realizaran durante estos horarios y en áreas del proyecto con vegetación, de tal forma que con la presencia humana y la aplicación de diferentes sonidos como por ejemplo de depredadores rapaces se incite a especies de aves más pequeñas para abandonar el sitio que posteriormente formara parte del proyecto.

Técnica de trampeo

PEQUEÑOS Y MEDIANOS MAMÍFEROS

Esta técnica se basa primeramente en determinar la presencia de fauna silvestre por medio de la existencia de huellas, rastros, madrigueras, excretas, nidos, etc., una vez comprobada la existencia de especies de fauna en el sitio se aplica la técnica de trampeo identificando los sitios donde se encontró evidencia como prioritarios para la instalación de trampas considerando ir cambiando periódicamente de posición las trampas, por lo que la técnica de trampeo en los sitios donde se identificó la evidencia de la presencia de fauna silvestre (principalmente aguajes, arroyos, veredas o echaderos) consistirá en:

1. Se identifica el sitio exacto de instalación donde primeramente se realiza limpieza del mismo, quitando la maleza presente dejando la trampa libre de material vegetal para su buen funcionamiento.

2. Se asegura la posición de la trampa que quede fijada firmemente al suelo y sujetándola preferentemente mediante un alambre o cuerda a un punto fijo (árbol), georreferenciando su posición (Coordenadas UTM).
3. Se coloca el cebo (atrayente) dentro y se revisa que la trampa quede en funcionamiento
4. probando manualmente varias veces el sistema de captura (apertura y cierre).
5. Las trampas se estarán revisando diariamente o bien cada dos días dependiendo de las condiciones y la frecuencia de éxito de capturas, utilizando el formato FMA-BVC-RN-03 (formato interno del Promovente) y en caso de registrar capturas se toma la evidencia y se realiza el traslado del ejemplar para proceder a su liberación en el sitio con condiciones iguales o similares al sitio de captura

AVES

El trampeo en aves es una técnica que se utiliza comúnmente para conocer las diferentes especies en un ecosistema, sistemas de marcaje o para conocer tamaño poblacional (abundancia y densidad). Para el caso del desarrollo del presente programa se implementará al momento de detectar un mayor número de especies de aves dentro del polígono autorizado se procederá a la instalación de trampas para aves de diferentes tamaños, se cuenta con trampas de distintos tipos como lo son: Redes de Niebla para aves pequeñas, Trampas con Red para aves medianas y Trampas Bal-Chatri para captura de aves rapaces. Dichas trampas serán instaladas en caso de ser requeridas para la reubicación de las especies en sitio libre, siguiendo los protocolos de instalación de trampas y manipulación de ejemplares a continuación descritos para cada tipo de trampa y tipo de ave, anteponiendo el estado de salud de los ejemplares asegurando su correcto manejo y liberación en su nuevo hábitat.

Para instalación de trampa Red de Niebla:

1. Se debe de seleccionar área entre la vegetación pero que la misma no interfiera o quede al alcance de la red porque se puede enredar y trozar al rose con vegetación existente.
2. Poner firmemente las bases de la red es decir los postes sostenedores bien firmes al suelo
3. Desenrollar la Red y amarrarla a las bases, dando la separación adecuada a las diferentes divisiones y asegurando que la red quede con un cierto amortiguamiento para el momento de recibir el choque del ave.
4. El horario de funcionamiento de la trampa es recomendable por alrededor de tres horas empezando lo más temprano posible alrededor de las 6:00 am que es cuando las aves presentan su mayor actividad. Después de este lapso se pueden dejar las trampas pero inactivas para volverlas a activar a la mañana siguiente.
5. La revisión de la trampa se debe realizar al menos cada media hora, para que las especies capturadas no estén mucho rato expuestas y que se genere lo menos posible estrés en ellas.

Para la extracción de especies capturadas:

1. Primeramente revisar la red, contar especies capturadas e identificar para cada especie el sitio de entrada a la red.
2. Realizar la liberación del ave de la red desenredando primeramente las patas, luego las alas y por último la cabeza.
3. No se recomienda para este caso el utilizar guantes ya que para este tipo de red son principalmente aves pequeñas y el uso de guantes entorpece el proceso de retiro del organismo enredado y puede no medirse la fuerza de sujeción aplastando el ave y generando daño mayor.
4. Para manipular el ave una vez retirada de la red se recomienda, sostener con el cuello cerca de la base del espacio que hay entre sus dedos índice y medio, con estos dos dedos entrecerrados suavemente alrededor del cuello del ave, la palma de la mano y dedos restantes cierran suavemente alrededor del cuerpo del ave generando una especie de jaula. Para fotografía del ave se recomienda sostener las patas del ave a modo de tijera entre los dedos índice y medio tan cerca del cuerpo como sea posible y luego hacer presión levemente entre los dedos pulgar e índice.

Para instalación de trampas con red

1. Selección del sitio adecuado para la instalación de la trampa, asegurando que dicho lugar este libre de maleza y que no quede expuesta directamente al sol.
2. Realizar la apertura de la trampa sujetándola mediante estacas al suelo y amarrándola a las mismas para obtener mayor firmeza al momento de la captura.
3. Colocar cebo atrayente (semillas, fruta) y probar manualmente el sistema de captura.
4. Para la manipulación del ave capturada al momento de retirar de la trampa y en el proceso de liberación se recomienda dar seguimiento al proceso descrito.

Para instalación de trampas Bal-Chatri (para aves rapaces)

1. Seleccionar el sitio adecuado para la instalación de la trampa preferentemente sitio libre de vegetación con espacio para visión suficiente del ave rapaz.
2. Instalación de la trampa asegurándola mediante estaca metálica para que quede firmemente sujeta al suelo.
3. Colocar cebo atrayente y estar pendiente del funcionamiento de la trampa en un lugar alejado pero sin perder nunca la visibilidad hacia ella.
4. Una vez que se haya obtenido el éxito de captura, para la forma correcta de manipulación del ave se recomienda usar guantes de vaqueta y capucha protectora para asegurar que el ave no nos vaya causar algún daño.
5. Para este tipo de aves (rapaces) se debe tener especial cuidado con las patas y el pico al momento de realizar la liberación ya que son sus principales órganos de defensa.

6. Se debe anteponer en todo momento la integridad del ejemplar y realizar las maniobras de captura y liberación lo más rápido que sea posible para no causar un daño mayor al ave en su proceso de rescate-reubicación.

Técnica de captura directa

HERPETOFAUNA

A reptiles y anfibios se les conoce en conjunto como herpetofauna, la técnica de captura directa es utilizada en general para el rescate de estas dos clases de vertebrados debido a que incluyen especies consideradas de lento desplazamiento, sin embargo las variantes que se siguen en la implementación de esta técnica tienen que ver con el tamaño de los organismos y las características específicas del hábitat o microhabitat que ocupan.

La aplicación de esta técnica consiste en realizar la captura directa del ejemplar en sitio para su reubicación en área libre fuera del proyecto. Para reptiles se realizan recorridos durante las horas de mayor actividad y de igual manera cuando se realicen actividades de despalme para cubrir los frentes de trabajo de maquinaria con la cuadrilla de rescate, para al momento de realizar movimiento de suelo capturar especies que salgan a la intemperie. En el caso de encontrar un reptil este será capturado y liberado aplicando la siguiente técnica:

1. Identificación del reptil en el sitio de ubicación, asegurando el uso del equipo de protección y manejo.
2. Realizar la captura utilizando guantes, gancho de manejo y la pinza herpetológica sujetando al ejemplar por la parte más cercana posible a la cabeza, para evitar cualquier daño tanto al organismo como alguna mordedura al que realiza la captura.
3. Introducir al organismo en el saco herpetológico evitando el contacto directo al cuerpo del ejemplar procurando que una segunda persona apoye con la sujeción del saco, primeramente introducir la parte posterior soltándolo de un solo movimiento, una vez depositado el ejemplar cerrar y amarrar el saco lo más rápido que sea posible.
4. Realizar el traslado del ejemplar al sitio de reubicación señalando en el saco que se trata de un animal potencialmente "peligroso-venenoso". Para la liberación del ejemplar realizar la captura de igual manera con el apoyo de una segunda persona, sujetar al ejemplar por la parte más cercana a la cabeza, sacarlo del saco y soltarlo en área libre de igual forma de un solo movimiento rápido. Es muy importante el no presentar exceso de confianza al momento de realizar el manejo del reptil ya que son animales que se estresan y se mueven rápidamente pudiendo causar graves daños.

Técnica de trampeo terrestre con barrera de desvío

HERPETOFAUNA

Esta técnica ha sido frecuentemente usada durante inventarios de herpetofauna. Para el desarrollo de ese programa se implementara para el rescate-reubicación de reptiles y anfibios, la cual consistirá en construir una barrera física que impida el libre tránsito de especies de anfibios y reptiles que pudieran existir en el área autorizada para cambio de uso de suelo. El material para la barrera de desvío puede ser lona plástica, hule, lamina de aluminio o galvanizada la cual va enterrada aproximadamente 15 centímetros y al menos 50 cm. sobre el suelo direccionándola lo más largo posible que la topografía del suelo lo permita, sobre la barrera de desvío se instalaran fosos que consisten en cubetas plásticas o de lámina enterradas hasta la superficie del suelo a manera que los organismos de reptiles y anfibios topen en la barrera y se direccionen hacia el foso donde se espera que sean capturados para posteriormente ser reubicados en sitio libre de perturbación. Estos fosos son revisados diariamente para el registro y liberación de organismos capturados.

En el caso de registrar avistamiento o captura de alguna especie exótica de fauna se dará aviso a las autoridades correspondientes para proceder a su manejo.

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.

VI.2 Impactos residuales

Los impactos residuales son aquellos que, una vez concluido el proyecto y aplicadas las medidas de mitigación propuestas, no son posibles mitigar, atenuar o reducir y que su efecto permanecerá con el paso del tiempo. Algunos de estos impactos pueden llegar a compensarse por la misma capacidad de resiliencia de los ecosistemas, pero en otros casos son de carácter permanente.

Considerando las características del presente proyecto, el impacto residual más importante es la construcción física de obras y barreras sobre el arroyo El Encanto,

aun cuando es intermitente, siendo el paisaje y los escurrimientos de agua los elementos ambientales afectados. Cabe recordar que aguas arriba al represo objeto del presente proyecto se encuentra la Tepetatera Tinajas 2, y al presentarse precipitaciones se generan escurrimientos de agua pluvial con cantidades mínimas de cobre y la finalidad del represo es almacenar esas aguas pluviales para que puedan ser muestreadas sus concentraciones por medio de laboratorios para que, en su caso, se tome la decisión de dejar seguir su curso al escurrimiento o bombearse mediante la estación de bombeo y conducción por tubería a los procesos para la extracción del cobre.

Referente a la vegetación, no se tienen identificados impactos residuales importantes debido a que se propusieron las medidas de mitigación y compensación que de una u otra forma pueden compensar el desmonte que se realice en la vegetación al momento de iniciar con la construcción de las obras, para ello también está en trámite la autorización en materia de cambio de uso de suelo de terrenos forestales de este proyecto.

CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 1
VII.1 Pronósticos del escenario 1
VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental 6
VII.3 Conclusiones 8

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro VII.1. Medidas de prevención, mitigación y compensación del Proyecto a integrar en el Programa de Vigilancia Ambiental de Buenavista del Cobre 7
Cuadro VII.2. Resumen de los componentes físicos y sus características en los que se ubica el Proyecto 11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VII.1. Diagrama de flujo de las actividades principales 1
Figura VII.2. Diagrama causal de los impactos ambientales y sus medidas a aplicarse para cada actividad en la Preparación del sitio 3
Figura VII.3. Diagrama causal de los impactos ambientales y sus medidas a aplicarse para cada actividad en la construcción del Proyecto 4
Figura VII.4. Diagrama causal de los impactos ambientales y sus medidas a aplicarse para cada actividad en la Operación y mantenimiento 5

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

VII.1 Pronósticos del escenario

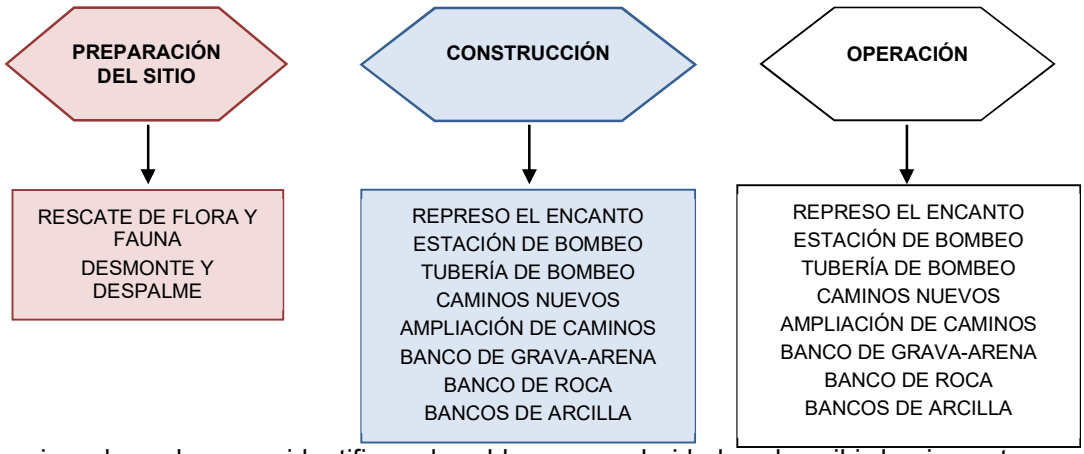
Se presenta el análisis del escenario resultante al introducir el proyecto en el sitio y se identifican las acciones que pueden provocar impactos a cada uno de los componentes ambientales o consolidación de los procesos de cambio existentes. Para construir el escenario resultante, se hace una descripción 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 VII.1).

Figura VII.1. 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.

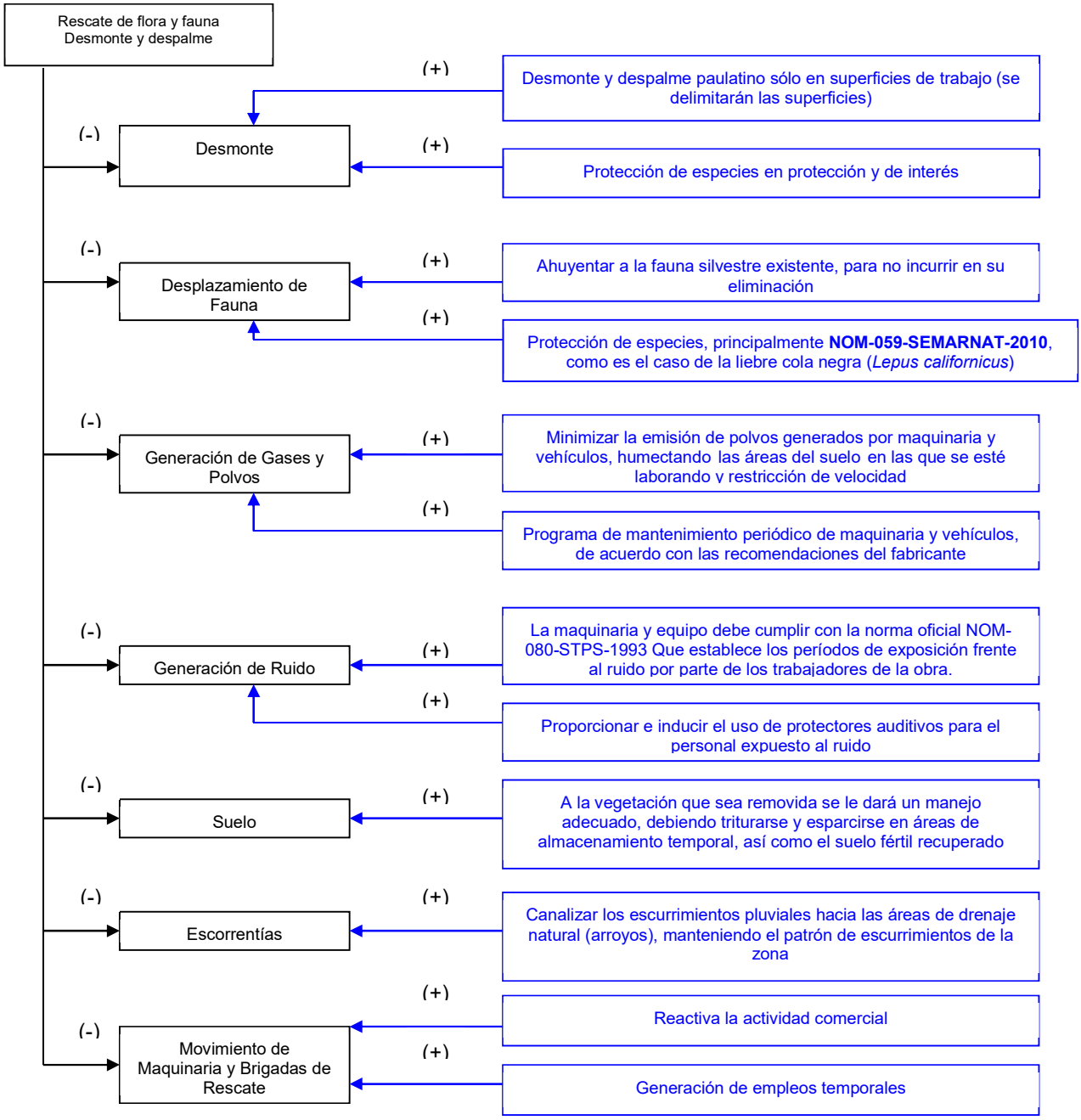
Aun cuando la relación proyecto-recurso es positiva, el proyecto del sistema de abastecimiento de agua fresca presenta impactos adversos concentrados en las etapas del proyecto de preparación del sitio, construcción y operación.

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.

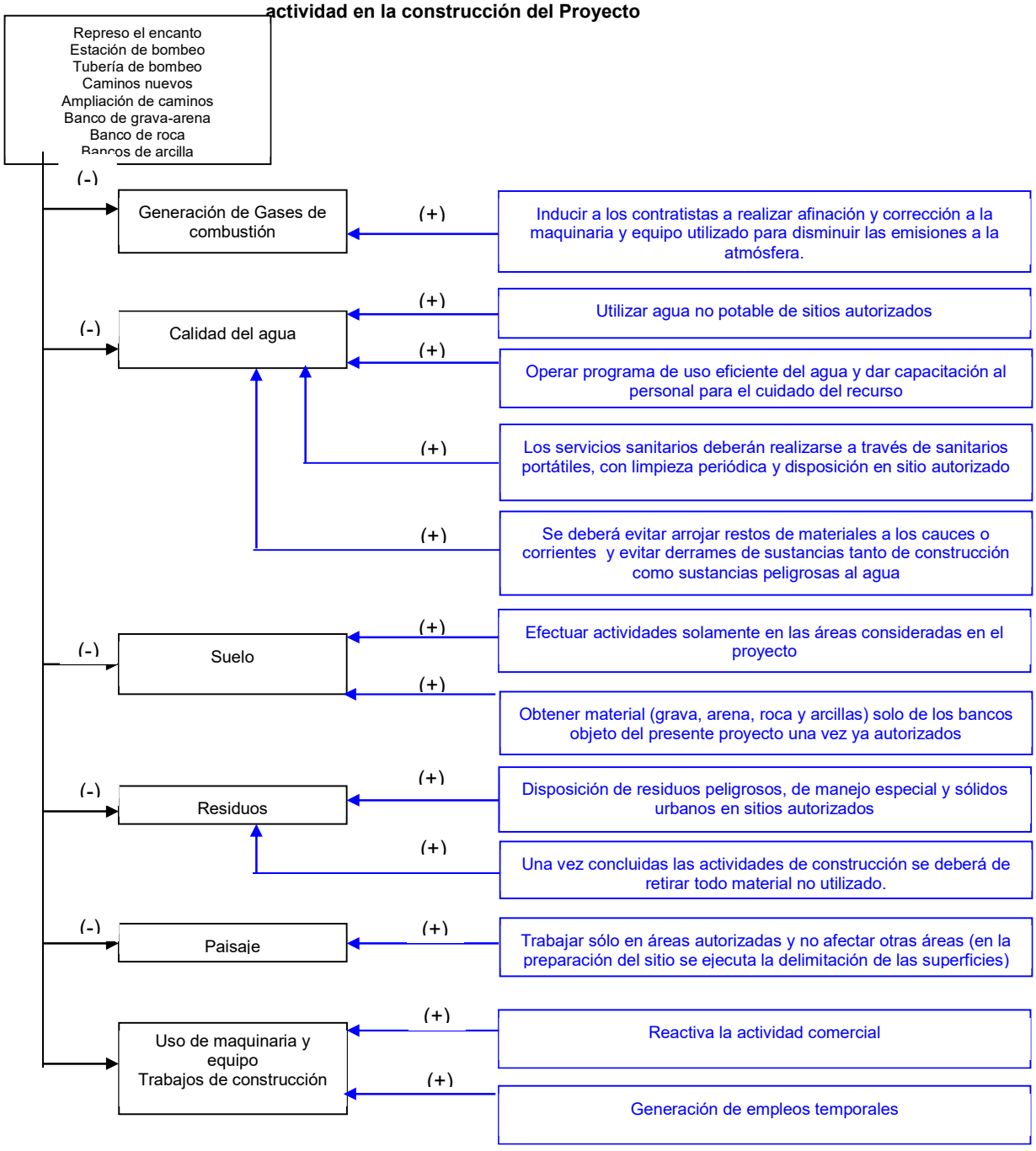
PREPARACIÓN DEL SITIO

Figura VII.2. Diagrama causal de los impactos ambientales y sus medidas a aplicarse para cada actividad en la Preparación del sitio



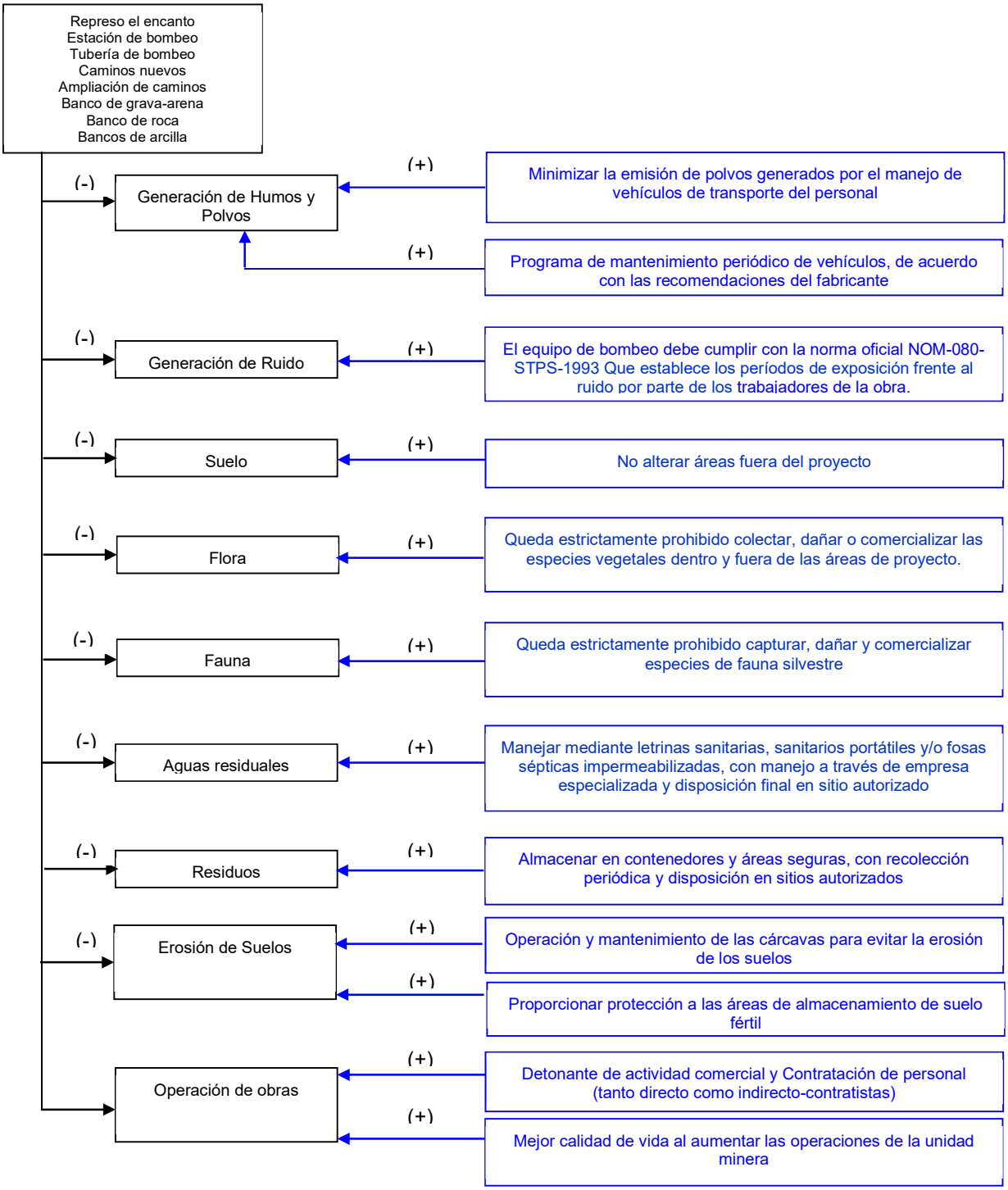
CONSTRUCCIÓN

Figura VII.3. Diagrama causal de los impactos ambientales y sus medidas a aplicarse para cada actividad en la construcción del Proyecto



OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Figura VII.4. Diagrama causal de los impactos ambientales y sus medidas a aplicarse para cada actividad en la Operación y mantenimiento



Se identifican como impactos adversos principales el desmonte para la operación del proyecto de la obra de control de avenidas El Encanto y sus bancos de préstamo a realizar en 214.3063 hectáreas de terrenos con vegetación forestal (tipo de vegetación pastizal natural, vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino) entre las que no se cuenta con especies en protección y de interés por sus características y la construcción de un bordo para el control de avenidas provenientes de la escorrentía aguas arriba, específicamente de la Tepetatera Tinajas, mismas escorrentías que contienen bajos contenidos de cobre y serán analizados para ser bombeados a los procesos mineros del complejo de Buenavista del Cobre.

En cuanto a los impactos benéficos, se identifica que en los factores socioeconómicos se tendrán impactos positivos debido a que la operación del proyecto permitirá continuar con la generación de empleos, así como relaciones comerciales con proveedores de insumos, aunado a lo anterior a que la explotación minera del sitio permitirá continuar también con la integración al desarrollo económico.

Lo anterior indica que aunque a un costo ambiental adverso medianamente significativo por el derribo de vegetación y pérdida temporal de suelo, así como la construcción del represo El Encanto, los cuales pueden ser compensados parcialmente en el mediano plazo al aplicarse el Programa de Rescate con que cuenta la empresa y canalizar los escurrimientos pluviales hacia las áreas de drenaje natural (arroyos) manteniendo el patrón de escurrimientos de la zona, es posible tener un impacto benéfico significativo al permitir la ampliación del proyecto durante los próximos 50 años.

VII.2 Programa de Vigilancia 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 VII.1 se presentan las medidas de prevención, mitigación y compensación, indicando sus acciones a realizar y su tiempo de realización.

Cuadro VII.1. 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 de ignición (cerillos, encendedores, etc.).	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación-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	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación-

		desempeño ambiental del proyecto. Implementar un programa de monitoreo y vigilancia ambiental	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 tener a lo largo del proyecto y en sus diferentes etapas	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y abandono
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

VII.3 Conclusiones

El clima del sitio del proyecto es del tipo 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.

En las superficies del proyecto se presentan los tipos de roca híbrida y sedimentaria, coincidiendo en la ocupación de las rocas dominantes del SA.

El área de estudio se ubica en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Occidental y en la zona norte de la Subprovincia de Sierras y Valles del Norte, con sistema de Topoformas de Valle Intermontano (72.95%) y Sierra alta (27.05%).

Los tipos de suelo involucrados en el proyecto son luvisol órtico, litosol y planosol eutrico. Estos tipos de suelo, en el Sistema Ambiental se encuentran distribuidos de igual forma.

Con la ejecución del proyecto, la erosión potencialmente se incrementará por el desmonte y la ocupación de las 211.3165 ha, hasta en 445.8863 ton/ha, lo que representa una erosión total a mitigar de ese valor. Sin embargo, se prevé la construcción de piedras filtrantes de piedra acomodada en las cárcavas ya existentes a un costado de los bancos de arcilla No. 1 y No. 2 y se espera tener una retención de 320 toneladas de suelo, alcanzándose a revertir el proceso potencialmente con una retención por encima de la afectación para generar un residual positivo.

El proyecto se ubica en la región hidrológica RH-09 llamada Sonora Sur, en la cuenca D llamada Río Sonora, en la subcuenca del Río Bacanuchi, con una ocupación muy reducida donde no existen corrientes de agua permanentes cercanas que pudieran incrementar la relevancia de la afectación por las obras previstas en el proyecto, siendo sólo de ámbito local muy reducida. En cuanto al agua subterránea, el Proyecto no tendrá injerencia sobre el agua del acuífero Bacanuchi.

La eliminación de la cubierta vegetal por el cambio de uso de suelo suscitará la reducción de la infiltración de agua de lluvia hacia las capas inferiores del subsuelo, dificultando la recarga del manto freático; asimismo, al desfavorecerse la infiltración, aumentará la escorrentía por la falta de una capa de vegetación protectora (eliminada por el desmonte), así como la falta de la capa superficial del suelo (extraída durante el despalme). En las superficies aledañas al proyecto es 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, por lo que se implementará la conformación de curvas de nivel para la compensación de agua, misma que se espera contar con la misma cantidad de retención (16,009.81 m3).

En términos de diversidad biológica, el proyecto se encuentra totalmente fuera de alguna área natural protegida con decreto por lo que el proyecto no limita ni condiciona las políticas de regulación y control encaminadas al desarrollo de dichas áreas de biodiversidad regional. Solo se ubica dentro del AICA 126 denominada como Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental, misma que según su política no se verá afectada por la implementación de las obras y actividades de cada una de las Etapas del presente Proyecto.

El análisis de la vegetación identificada en el predio indica la ocurrencia de pastizal natural, vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, de acuerdo a la Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación, Serie III del INEGI.

Los parámetros poblacionales medidos, tanto en el Sistema Ambiental como en el predio del proyecto están mejor representados en el SA que en los polígonos del proyecto, por lo que la distribución y abundancia de las especies que serán desmontadas para dar paso a las obras previstas, no comprometen la diversidad de especies en el sitio.

Se prevé como medida de mitigación de la remoción de vegetación con acciones de rescate y reubicación de especies susceptibles de ello. Debido a que no existen especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se prevé la reforestación, el rescate y reubicación de los ejemplares de los estratos arbóreo y arbustivo considerando la abundancia total de las especies involucradas.

Con el desmonte a realizar se verán afectados los sitios de alimentación y/o de paso de algunas de las especies de fauna silvestre, por lo que a fin de salvaguardar los recursos faunísticos de la zona, se cuenta con un programa de rescate y reubicación de fauna, el cual se encuentra actualmente en operación para las actividades actuales de la empresa. A nivel de predio, se estima encontrar la siguiente especie normada basada en el antecedente de los resultados obtenidos durante el muestreo en campo, con la aclaración que el libre desplazamiento permitirá que muchas de estas especies se movilicen por sí mismas hacia el entorno inmediato, en hábitat similar a la distribución actual: Liebre cola negra (*Lepus californicus*).

El proyecto se encuentra asociado con actividades ya en operación dentro del Complejo minero-metalúrgico de Buenavista del Cobre, ya que tendrá como finalidad la captación de agua pluvial proveniente de la tepetatera Tinajas, para así evitar el escurrimiento hacía el arroyo El Encanto aguas abajo, misma agua que contiene pequeñas cantidades de cobre y algunos otros minerales ferrosos, para conducirla a un sitio apropiado dentro de la mina (represo Tinajas 2) para su aprovechamiento y así cuidar los aspectos ambientales y ecológicos de la hidrografía regional. Para la construcción de las diversas capas de la cortina, se requerirá la operación de cuatro bancos de agregados, dos de ellos son de arcilla, uno de grava-arena y otro de roca.

Todo lo anterior en una ocupación de superficie de 214.3063 ha, de las cuales 211.3105 cuentan con vegetación forestal.

Considerando las características del presente proyecto señaladas en el Capítulo II, la descripción del área de estudio en el Capítulo IV y el análisis de impactos del Capítulo V, podemos concluir que la afectación de este proyecto se restringe solamente al área del proyecto, sin trascender hacia las áreas vecinas.

Asimismo, al considerar las diferentes medidas que la empresa implementará, aunado a las medidas de mitigación específicas para cada uno de los impactos identificados para el presente proyecto puede esperarse que las afectaciones que se generarán en sus diferentes etapas sean aún más controladas.

Los principales impactos causados son sobre la calidad del suelo, desmonte de vegetación, desplazamiento de fauna silvestre, modificación del paisaje, generación de polvos e interrupción en los escurrimientos aguas arriba en el Represo El Encanto, sin embargo el agua contiene cantidades de cobre mismos que serán aprovechados.

Técnica y ambientalmente se ha efectuado un análisis completo para determinar la viabilidad del presente proyecto, los resultados obtenidos muestran que aunque habrá una modificación en las condiciones actuales del área, éstas no serán críticas y que a mediano-largo plazo pudieran recuperarse con un apoyo eficiente y oportuno de aplicación de medidas preventivas, de restauración, compensación y mitigación.

Desde el punto de vista ecológico existe factibilidad tomando en cuenta que su realización no comprometerá la biodiversidad de la zona y que los impactos adversos son mitigables. Además de que de antemano ya existen medidas efectivas para contrarrestar o minimizar la magnitud de los impactos adversos que han sido identificados.

A nivel regional, la principal actividad productiva que se registra actualmente en la zona es la minería y la ganadería del tipo extensivo. La zona presenta un grado de conservación aceptable dado que no se realizan aprovechamientos forestales, con excepción de la extracción de leña muerta y postería, para el autoconsumo y mercado local. También se tiene la presencia de pocas y pequeñas parcelas de cultivo, sobre todo para el establecimiento de huertas familiares.

El proyecto representa un efecto detonador en la economía local, sobre todo por la continuidad de proyectos de crecimiento de la empresa promovente, al pasar de una exploración sistemática a reservas probadas para la explotación del mineral, lo cual implica beneficios directos en las comunidades rurales inmediatas de los municipios de Cananea, Cuitaca y Arizpe.

De manera resumida, en el siguiente Cuadro VII.2 se presenta un resumen de los componentes del Proyecto.

Cuadro VII.2. Resumen de los componentes físicos y sus características en los que se ubica el Proyecto

COMPONENTE	CARACTERÍSTICA
Sistema Ambiental	Sierra Madre Occidental
Subsistema Ambiental	Sierras y Valles del Norte
Región hidrológica	Sonora Sur
Cuenca	Río Sonora
Subcuencas	Río Bacanuchi
Tipo de clima	Semiárido, templado *BS1k(x')*
Temperatura media anual	Entre los 12 y los 18°C
Precipitación media anual	Estación Cananea: 510.7 mm Estación Buenavista: 604.8 mm
Unidades de Escurrimiento	Menor a 10%
Inundación	Bajo riesgo

Agua subterránea	Acuífero Río Bacanuchi
Acuífero principal	Acuífero Río Bacanuchi
Condición de explotación	Sobreexplotación
Grado de interacción del proyecto con las aguas subterráneas	Nulo
Flora	Tipos de vegetación: Pastizal natural, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural. No se encontraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Fauna	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010: Liebre cola negra (*Lepus californicus*)
Medio socioeconómico	La población beneficiada directamente serán los trabajadores que serán contratados en las diferentes etapas del proyecto. El asentamiento humano cercano es la ciudad de Cananea Se analizó socioeconómicamente al municipio de Cananea
Tenencia de la Tierra	La tenencia de la tierra en el Proyecto es propiedad de Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., el Promovente
Aspectos culturales	El sitio del proyecto no es un punto de reunión, recreación o de aprovechamiento colectivo El sitio del proyecto no representa un patrimonio histórico
Étnicos y religiosos	En el área del proyecto no existen grupos étnicos y religiosos.

CONTENIDO

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 1

VIII.1 Formato de presentación 1

VIII.1.1 Planos definitivos 1

VIII.1.2 Fotografías 1

VIII.1.3 Videos 1

VIII.1.4 Listas de flora y fauna 1

VIII.2 Otros anexos 11

Bibliografía 11

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 Formato de presentación

El Proyecto *""Obra de control de avenidas El Encanto y sus bancos de préstamo""*, se presentará acorde a la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Hidráulico modalidad Particular.

VIII.1.1 Planos definitivos

En el Anexo 2 se presentan los Planos de diseño utilizados para este proyecto, mismos que serán utilizados durante los diversos procesos constructivos.

VIII.1.2 Fotografías

Ver en el Anexo 5 la memoria fotográfica.

VIII.1.3 Videos

No se tomaron vídeos para este proyecto.

VIII.1.4 Listas de flora y fauna

VIII.1.4.1 Listado de flora

Los resultados de los muestreos de la vegetación en los 42 sitios de las superficies de interés, se resumen en la información expuesta en los siguientes cuadros:

Banco de Arcillas 1 (Pastizal Natural)

Sitio 1 (matorral xerófilo)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Baccharis sarothroides	Romerillo	Arbustivo	8
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	Herbáceo	60
Juniperus deppeana	Táscale	Arbustivo	2
Krameria grayi	Cósahui	Arbustivo	3
Mimosa biuncifera	Uña de gato	Arbustivo	52
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	7
Senecio longilobus	Senecio	Arbustivo	37
		TOTAL:	**169**

Sitio 2

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Baccharis sarothroides	Romerillo	Arbustivo	2
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	Herbáceo	182
Juniperus deppeana	Táscale	Arbustivo	2
Mimosa biuncifera	Uña de gato	Arbustivo	7
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	18
Sporobolus airoides	Zacatón	Herbáceo	3
		TOTAL:	**214**

Sitio 3

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	Herbáceo	115
Mimosa biuncifera	Uña de gato	Arbustivo	1
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	19
		TOTAL:	**135**

Sitio 4

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	Herbáceo	60
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	27
		TOTAL:	**87**

Banco de Arcillas 2 (Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural)

Sitio 5

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Baccharis sarothroides	Romerillo	Arbustivo	7
Juniperus deppeana	Táscale	Arbustivo	2
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	50
		TOTAL:	**59**

Sitio 6

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	Herbáceo	212
Dasylirion wheeleri	Sotol	Arbustivo	1
Echinocereus rigidissimus	Pitahayita	Cactácea	1
Fouquieria splendens	Ocotillo	Arbustivo	9
Juniperus deppeana	Táscale	Arbustivo	1
Krameria grayi	Cósahui	Arbustivo	8
Mimosa biuncifera	Uña de gato	Arbustivo	13
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	19
Senecio longilobus	Senecio	Arbustivo	3

TOTAL:	**267**

Sitio 7

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Acacia constricta	Mezquitillo	Arbustivo	10
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	Herbáceo	43
Dasylirion wheeleri	Sotol	Arbustivo	2
Fouquieria splendens	Ocotillo	Arbustivo	3
Juniperus deppeana	Táscale	Arbustivo	2
Krameria grayi	Cósahui	Arbustivo	18
Mimosa biuncifera	Uña de gato	Arbustivo	16
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	24
		TOTAL:	**118**

Sitio 8

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	Herbáceo	640
Krameria grayi	Cósahui	Arbustivo	33
Mimosa biuncifera	Uña de gato	Arbustivo	36
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	4
		TOTAL:	**713**

Sitio 9

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	Herbáceo	100
Juniperus deppeana	Táscale	Arbustivo	1
Krameria grayi	Cósahui	Arbustivo	12
Mimosa biuncifera	Uña de gato	Arbustivo	24
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	6
		TOTAL:	**143**

Sitio 10

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Acacia constricta	Mezquitillo	Arbustivo	1
Mimosa biuncifera	Uña de gato	Arbustivo	1
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	32
		TOTAL:	**34**

Camino al Banco de Arcillas 2 (Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural)

Sitio 11

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	Herbáceo	67
Juniperus deppeana	Táscale	Arbustivo	2
Mimosa biuncifera	Uña de gato	Arbustivo	4
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	32
Senecio longilobus	Senecio	Arbustivo	2
		TOTAL:	**107**

Represo y Obras de excedencia (Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino)

Sitio 12

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Juniperus deppeana	Táscale	Arbustivo	5
Mimosa biuncifera	Uña de gato	Arbustivo	2
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	27
		TOTAL:	**34**

Sitio 13

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Dasylirion wheeleri	Sotol	Arbustivo	1
Juniperus deppeana	Táscale	Arbustivo	7
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	34
Quercus arizonica	Encino blanco	Arbóreo	1
		TOTAL:	**43**

Sitio 14

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	19
		TOTAL:	**19**

Sitio 15

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Erythrina flabelliformis	Chilicote	Arbustivo	1
Juniperus deppeana	Táscale	Arbustivo	4
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	21
		TOTAL:	**26**

Sitio 16

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Juniperus deppeana	Táscale	Arbustivo	13
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	7
Quercus arizonica	Encino blanco	Arbóreo	3
		TOTAL:	**23**

Banco de Grava y Arena (Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino)

Sitio 17

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Juniperus deppeana	Táscale	Arbustivo	8
Opuntia engelmannii	Nopal	Cactácea	1
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	7
Quercus arizonica	Encino blanco	Arbóreo	1
Yucca schottii	Yuca	Arbustivo	1
		TOTAL:	**18**

Sitio 18

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Acacia constricta	Mezquitillo	Arbustivo	1
Eysenhardtia orthocarpa	Palo dulce	Arbustivo	2
Juniperus deppeana	Táscale	Arbustivo	4
Mimosa biuncifera	Uña de gato	Arbustivo	11
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	16
		TOTAL:	**34**

Camino al Banco de Rocas

Sitio 19 (Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Juniperus deppeana	Táscale	Arbustivo	6
Mimosa biuncifera	Gatuña	Arbustivo	8
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	5
		TOTAL:	**19**

Sitio 20 (Pastizal natural)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Mimosa biuncifera	Gatuña	Arbustivo	35
Opuntia engelmannii	Nopal	Cactácea	1
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	7
		TOTAL:	**43**

Sitio 21 (Pastizal Natural)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Dasylirion wheeleri	Sotol	Arbustivo	23
Echinocereus rigidissimus	Pitahayita	Cactácea	3
Mimosa biuncifera	Gatuña	Arbustivo	4
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	3
		TOTAL:	**35**

Banco de Rocas (Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino)

Sitio 22

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	Herbáceo	33
Dasylirion wheeleri	Sotol	Arbustivo	1
Eysenhardtia orthocarpa	Palo dulce	Arbustivo	23
Mimosa biuncifera	Uña de gato	Arbustivo	12
		TOTAL:	**69**

Sitio 23

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	Herbáceo	23
Dasylirion wheeleri	Sotol	Arbustivo	3
Erythrina flabelliformis	Chilicote	Arbustivo	4
Eysenhardtia orthocarpa	Palo dulce	Arbustivo	3
Mimosa biuncifera	Uña de gato	Arbustivo	1
Opuntia engelmannii	Nopal	Cactácea	1
		TOTAL:	**35**

Sitio 24

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Dasylirion wheeleri	Sotol	Arbustivo	5
Juniperus deppeana	Táscale	Arbustivo	7
Mimosa biuncifera	Uña de gato	Arbustivo	1
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	1
Quercus arizonica	Encino blanco	Arbóreo	4
Yucca schottii	Yuca	Arbustivo	1
		TOTAL:	**19**

Sitio 25

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Agave palmeri	Agave	Arbustivo	7
Mimosa biuncifera	Uña de gato	Arbustivo	3
Opuntia engelmannii	Nopal	Cactácea	1
Prosopis juliflora var.	Mezquite	Arbóreo	2

velutina			
		TOTAL:	**13**

Camino al represo (Pastizal natural)

Sitio 26

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Calliandra eriophylla	Agave	Arbustivo	154
Mimosa biuncifera	Gatuña	Arbustivo	28
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	5
		TOTAL:	**187**

Sitio 27

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Juniperus deppeana	Táscale	Arbustivo	3
Quercus emoryi	Bellota	Arbóreo	3
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	3
		TOTAL:	**9**

Sitio 28

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	7
		TOTAL:	**7**

Sitio 29

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	2
		TOTAL:	**2**

Camino al Rebombeo

Sitio 30 (Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	Herbáceo	27
Mimosa biuncifera	Uña de gato	Arbustivo	31
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	5
Quercus arizonica	Encino blanco	Arbóreo	1
		TOTAL:	**64**

Sitio 31

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Eysenhartia orthocarpa	Palo dulce	Arbustivo	29
Opuntia engelmannii	Nopal	Cactácea	1
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	4
Yucca baccata	Dátil	Arbustivo	8
		TOTAL:	**42**

Sitio 32 (Pastizal natural)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Eysenhardtia orthocarpa	Palo dulce	Arbustivo	48
Mimosa biuncifera	Uña de gato	Arbustivo	6
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	13
		TOTAL:	**67**

Sitio 33 (Pastizal natural)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Mimosa biuncifera	Gatuña	Arbustivo	96
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	16
Yucca baccata	Dátil	Arbustivo	1
		TOTAL:	**113**

Sitio 34 (Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Dasylirion wheeleri	Sotol	Arbustivo	3
Juniperus deppeana	Táscale	Arbustivo	2
Mimosa biuncifera	Uña de gato	Arbustivo	30
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	5
Sporobolus airoides	Encino blanco	Herbáceo	352
Yucca schottii	Yuca	Arbustivo	3
		TOTAL:	**398**

Sitio 35 (Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Eysenhartia orthocarpa	Palo dulce	Arbustivo	3
Mimosa biuncifera	Gatuña	Arbustivo	93

Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	13
Quercus arizonica	Encino blanco	Arbóreo	1
Yucca baccata	Yuca, dátil	Arbustivo	2
		TOTAL:	**112**

Sitio 36 (Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Juniperus deppeana	Táscale	Arbustivo	1
Mimosa biuncifera	Uña de gato	Arbustivo	2
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	13
		TOTAL:	**16**

Sitio 37 (Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Eysenhartia orthocarpa	Palo dulce	Arbustivo	95
Mimosa biuncifera	Gatuña	Arbustivo	12
Nolina microcarpa	Palmilla	Arbustivo	4
Quercus arizonica	Encino blanco	Arbóreo	3
Yucca baccata	Yuca, dátil	Arbustivo	15
		TOTAL:	**129**

Sitio 38 (Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Coryphantha recurvata	Cabeza de viejo amarillo	Cactácea	1
Dasylirion wheeleri	Sotol	Arbustivo	2
Erythrina flabelliformis	Chilicote	Arbustivo	3
Eysenhartia orthocarpa	Palo dulce	Arbustivo	130
Juniperus deppeana	Táscale	Arbustivo	1
Mimosa biuncifera	Gatuña	Arbustivo	15
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	2
		TOTAL:	**154**

Sitio 39 (Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	19
Quercus arizonica	Encino blanco	Arbóreo	1
		TOTAL:	**20**

Sitio 40 (Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Dasylirion wheeleri	Sotol	Arbustivo	2

Erythrina flabelliformis	Chilicote	Arbustivo	5
Eysenhartia orthocarpa	Palo dulce	Arbustivo	60
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	1
Quercus arizonica	Encino blanco	Arbóreo	2
		TOTAL:	**70**

Sitio 41 (Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Juniperus deppeana	Táscale	Arbustivo	16
Mimosa biuncifera	Gatuña	Arbustivo	200
Opuntia fulgida	Choya	Cactácea	3
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	3
Quercus arizonica	Encino blanco	Arbóreo	15
Quercus emoryi	Bellota	Arbóreo	12
Yucca baccata	Yuca, dátil	Arbustivo	2
		TOTAL:	**251**

Sitio 42 (Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO/F. VIDA	DENSIDAD/SITIO
Agave palmeri	Agave	Arbustivo	1
Juniperus deppeana	Táscale	Arbustivo	4
Mimosa biuncifera	Uña de gato	Arbustivo	40
Prosopis juliflora var. *velutina*	Mezquite	Arbóreo	2
Quercus arizonica	Encino blanco	Arbóreo	4
Quercus emoryi	Bellota	Arbóreo	1
		TOTAL:	**52**

VIII.1.4.2 Listado de fauna

Los resultados de los muestreos de fauna en los 42 sitios de las superficies de interés, se resumen en la información expuesta en el siguiente cuadro:

No.	Nombre científico	Nombre común
1	*Cnemidophorus burti*	Huico manchado
2	*Cnemidophorus tigris*	Huico tigre del NW
3	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda
4	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija espinosa
5	*Urosaurus ornatus*	Lagartija de árbol
6	*Ammospermophilus harrisii*	Ardilla antílope de Son.
7	*Canis latrans*	Coyote
8	*Lepus californicus*	Liebre cola negra
9	*Mephitis mephitis*	Zorrillo listado
10	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca
11	*Peromyscus boylii rowleyi*	Ratón arbustero
12	*Spermophilus variegatus*	Ardillón de las rocas

13	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto
14	*Callipepla gambelli*	Codorniz de Gambel
15	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca desértica
16	*Cathartes aura*	Zopilote aura
17	*Columbina passerina*	Tórtola coquita
18	*Coragyps atratus*	Zopilote común
19	*Corvus corax*	Cuervo común
20	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño
21	*Mimus polyglottos*	Cenzontle norteño
22	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico
23	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano
24	*Quiscalus mexicanus*	Chanate mexicano
25	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas
26	*Zenaida macroura*	Paloma huilota
27	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión corona blanca

VIII.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 Planos constructivos
3 Calculo de erosión hídrica y eólica del suelo
4 Rescate y preservación de flora
5 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 2021 – 2027

Plan Municipal de Desarrollo para el municipio de Cananea, periodo 2019-2021

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.