Área que clasifica. -Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental

Identificación del documento. -Versión pública del presente estudio en materia de impacto ambiental.

Partes clasificadas.- Nombre, correo electrónico, teléfono(s), domicilio, RFC, CURP, fotografías, firmas concernientes a las personas físicas identificadas e identificables, diversas al promovente o su representante legal.

Fundamento Legal. - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 115 segundo párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Razones. - Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable.

Firma del titular.- Julio César García Vergara

Fecha y número del acta de la sesión del Comité donde se aprobó la versión pública.– Resolución **ACTA_15_2026_SIPOT_2T_2026_ART 67_FVI,** en la sesión celebrada el 17 de Julio del 2026.

MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

CAPITULO I

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

CAPITULO I

TABLA DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....1
I.1. Datos generales del proyecto. 1
I.1.1. Nombre del proyecto. 1
I.1.2. Ubicación del proyecto 1
I.1.3. Duración del proyecto. 1
I.2. Datos generales del promovente. 1
I.2.1. Nombre o razón social. 1
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente 2
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal 2
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones. 2
I.2.5. Nombre del responsable técnico del estudio. 2

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

I.1. Datos generales del proyecto.

I.1.1. Nombre del proyecto.

Ampliación La Caridad.

I.1.2. Ubicación del proyecto

La unidad minera La Caridad se encuentra en los municipios de Nacozari de García y Villa Hidalgo, Sonora. La Caridad se localiza en el kilómetro 19 de la carretera Nacozari – Agua Prieta, a unos 266 km al Noreste de la ciudad de Hermosillo y a 125 Km al Sur de la ciudad de Agua Prieta Sonora, México.

I.1.3. Duración del proyecto.

El proyecto contempla una vida útil de 62 años.

I.2. Datos generales del promovente.

I.2.1. Nombre o razón social.

Mexicana de Cobre, S.A. de C.V.

En el Anexo 1 se presenta copia del Acta Constitutiva, instrumento mediante el cual se constituyó la sociedad.

Mexicana de 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.

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente

[redacted] RFC, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

[redacted] Nombre de la persona, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP

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

[redacted] Nombre, teléfono y correo electrónico del representante legal, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP

I.2.5. Nombre del responsable técnico del estudio.

[redacted] Nombre, teléfono y correo electrónico del responsable, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

CAPITULO II

TABLA DE CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO 3

II.1. Información general del proyecto 3

II.1.1. Naturaleza del proyecto. 3

II.1.2. Justificación y objetivos 5

II.1.3. Ubicación física y dimensiones del proyecto. 6

II.1.4. Inversión requerida. 9

II.2. Características particulares del proyecto. 9

II.2.1 Programa de trabajo. 88

II.2.1.1 Diagrama de Gantt. 89

II.2.2 Representación gráfica regional. 91

II.2.3 Representación gráfica local. 92

II.2.4 Preparación del sitio y construcción. 93

II.2.5 Operación y mantenimiento. 96

II.2.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones. 120

II.2.7 Residuos. 121

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

II.1. Información general del proyecto.

II.1.1. Naturaleza del proyecto.

El proyecto "Ampliación La Caridad" consiste en la ejecución de obras y actividades que garantizarán la continuidad operativa, así como la expansión del complejo minero metalúrgico ubicado dentro del Municipio de Nacozari de García, y su eventual cierre, contemplando el depósito de material estéril en tepetateras (Cachuly Sur, Continuación Santo Domingo, El Ranchito y Ampliación Santo Domingo), el beneficio mediante lixiviación (terrero ampliación Cachuly y represo Cachuly), extracción por solventes (nuevo tren de extracción por solventes), demolición y construcción de espesadores de alta eficiencia, nuevo clarificador, el depósito de colas en el crecimiento de presa de jales, la ampliación de la Planta Concentradora, construcción de almacén de lodos anódicos, una planta termosolar, así como un taller de mantenimiento y servicio de maquinaria.

Para el desarrollo de las nuevas obras mencionadas en el párrafo anterior, se requiere la ocupación en superficies previamente autorizadas, así como superficies nuevas adicionales, mismas que parte de estas requieren del cambio de uso de suelo por la remoción de vegetación existente.

Relacionado al proyecto, se tiene antecedentes de proyectos, obras y actividades que contaron y cuentan con autorización en materia de impacto ambiental. La mayor parte de las obras actuales no requirieron la autorización en materia de impacto ambiental por haberse iniciado antes de la entrada en vigor de la LGEEPA.

Posterior a la entrada en vigor de la LGEEPA, se han obtenido 15 autorizaciones en materia de impacto ambiental otorgados por la Federación, para la incorporación de subproyectos que se han ejecutado en este período de tiempo. En el Anexo 2.1 se presentan las copias simples de los oficios resolutivos en mención. Por lo que en la siguiente tabla se indican los resolutivos obtenidos a la fecha:

Cuadro II.1. Programa de trabajo para la etapa de Preparación del Sitio

#	NOMBRE DEL PROYECTO	AUTORIZACIÓN		VIGENCIA	SUPERFICIE (HA)
		No. OFICIO	FECHA		
1	Hidrometalúrgica La Caridad.	A.O.O. DGNA-2834	14 abril 1994	Vencida	104
2	Planta de tratamiento de agua de la Presa de jales.	D.O.O.DGOEIA.-000433	11 febrero 2000	Vencida	1.5
3	Represo La Francisca.	D.O.O.DGOEIA.-005845	29 septiembre 2000	Vencida	46.51
4	Banco de material presa 1-2-3.	DS-SG-UGA-IA-0037-12	26 enero 2012	Vencida	3.8608
5	Bancos de préstamo para Sobreelevación de Cortina de Presa de Jales 7 y Área de Desplante.	DS-SG-UGA-IA-0647-12	04 julio 2012	Vencida	63.8609
6	Ampliación Bancos de Préstamo para Sobreelevación de cortina de presa de jales 7 y área de desplante.	DS-SG-UGA-IA-0908-13	31 octubre 2013	Vencida	17.5591
7	Ampliación de Patios de Lixiviación y Tepetateras	DS-SG-UGA-IA-0372-14	12 mayo 2014	Vigente hasta 16 mayo 2044	254.813
8	Terreros de Lixiviación La Guadalupe y La Francisca en Fase de Operación de Mina La Caridad.	DS-SG-UGA-IA-0076-15	26 enero 2015	Vigente hasta 27 enero 2065	410.93
9	Ampliación del Depósito de Jales Presa 7.	DS-SG-UGA-IA-018-16	13 abril 2016	Vigente hasta 16 abril 2046	1,814.2676
10	Explotación Minera del Polígono denominado Rodaderos	DS-SG-UGA-IA-040-16	28 enero 2016	Vigente hasta 04 marzo 2081	41.147224
11	Desarrollo de las actividades de explotación, depósito de tepetate y mineral lixiviable, en los polígonos de Bella Unión, Cachuly y Francisca Norte.	DS-SG-UGA-IA-103-17	02 febrero 2017	Vigente hasta 15 febrero 2080	802.50
12	Sobreelevación de la Cortina de Presa de Jales II	DS-SG-UGA-IA-0224-18	09 abril 2018	Vigente hasta 28 abril 2038	150.7889

13	La Caridad	SGPA/DGIRA/DG/06654	07 septiembre 2018	Vigente hasta 10 sept 2078	8,495.29
14	Camino de acarreo de mineral de la mina Pilares a la mina La Caridad	DS-SG-UGA-IA-071-19	14 febrero 2019	Vigente hasta 22 febrero 2071	
15	Modificación a resolutivo La Caridad	SGPA/DGIRA/DG/10109	19 diciembre 2018	Vigente hasta 10 sept 2078	93.56

El presente proyecto "Ampliación La Caridad" se integra a las autorizaciones en materia de impacto ambiental federal de los proyectos enlistados anteriormente, a efecto de contar con una visión integral del desempeño ambiental del complejo minero La Caridad.

Mencionado lo anterior, mediante el presente proyecto se solicita la autorización de los Nuevos Subproyectos objeto de la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional.

Los subproyectos comprenden un total de 14 obras, de los cuales algunas se encuentran sobre superficies previamente autorizadas en materia de impacto ambiental, así como otras se requieren en superficies nuevas. Los nuevos subproyectos son para la ampliación de depósitos de tepetate, la ampliación de terreros y represos de lixiviación, así como el depósito de jales y obras de servicios en general del complejo minero La Caridad, es por ello su visión integral.

Por último, de manera particular los nuevos componentes del proyecto comprenden todas las etapas: preparación del sitio, construcción, operación y abandono. Es necesario que la vigencia del proyecto abarque simultáneamente todas las etapas para que todos los subproyectos puedan ejecutarse acorde a su inversión.

II.1.2. Justificación y objetivos.

Objetivo

La presente solicitud tiene como objetivo la autorización de nuevos subproyectos al Complejo Minero Metalúrgico La Caridad, consistentes en nuevas obras y actividades para

dar continuidad operativa desde una perspectiva de integración ambiental, que considere los nuevos subproyectos en el contexto del desempeño ambiental del complejo minero.

Justificación

El Complejo Minero Metalúrgico La Caridad cuenta con diversos proyectos que ya se encuentran autorizados en materia de impacto ambiental, mismos que están descritos en el Cuadro II.1. Para dar una continuidad operativa al Complejo, el presente proyecto contempla como objetivo la incorporación de nuevas obras contemplando el depósito de material estéril en tepetateras (Cachuly Sur, Continuación Santo Domingo, El Ranchito y Ampliación Santo Domingo), el beneficio mediante lixiviación (terrero ampliación Cachuly y represo Cachuly), extracción por solventes (nuevo tren de extracción por solventes), demolición y construcción de espesadores de alta eficiencia, nuevo clarificador, el depósito de colas en el crecimiento de presa de jales, la ampliación de la Planta Concentradora, construcción de almacén de lodos anódicos, una planta termosolar, así como un taller de mantenimiento y servicio de maquinaria.

II.1.3. Ubicación física y dimensiones del proyecto.

El Complejo Minero Metalúrgico La Caridad, donde se ubicará el presente proyecto denominado "Ampliación La Caridad", se encuentra dentro de los municipios de Nacozari de García y Villa Hidalgo, Sonora. La Caridad se localiza en el kilómetro 19 de la carretera Nacozari – Agua Prieta, a unos 266 km al Noreste de la ciudad de Hermosillo y a 125 Km al Sur de la ciudad de Agua Prieta Sonora, México.

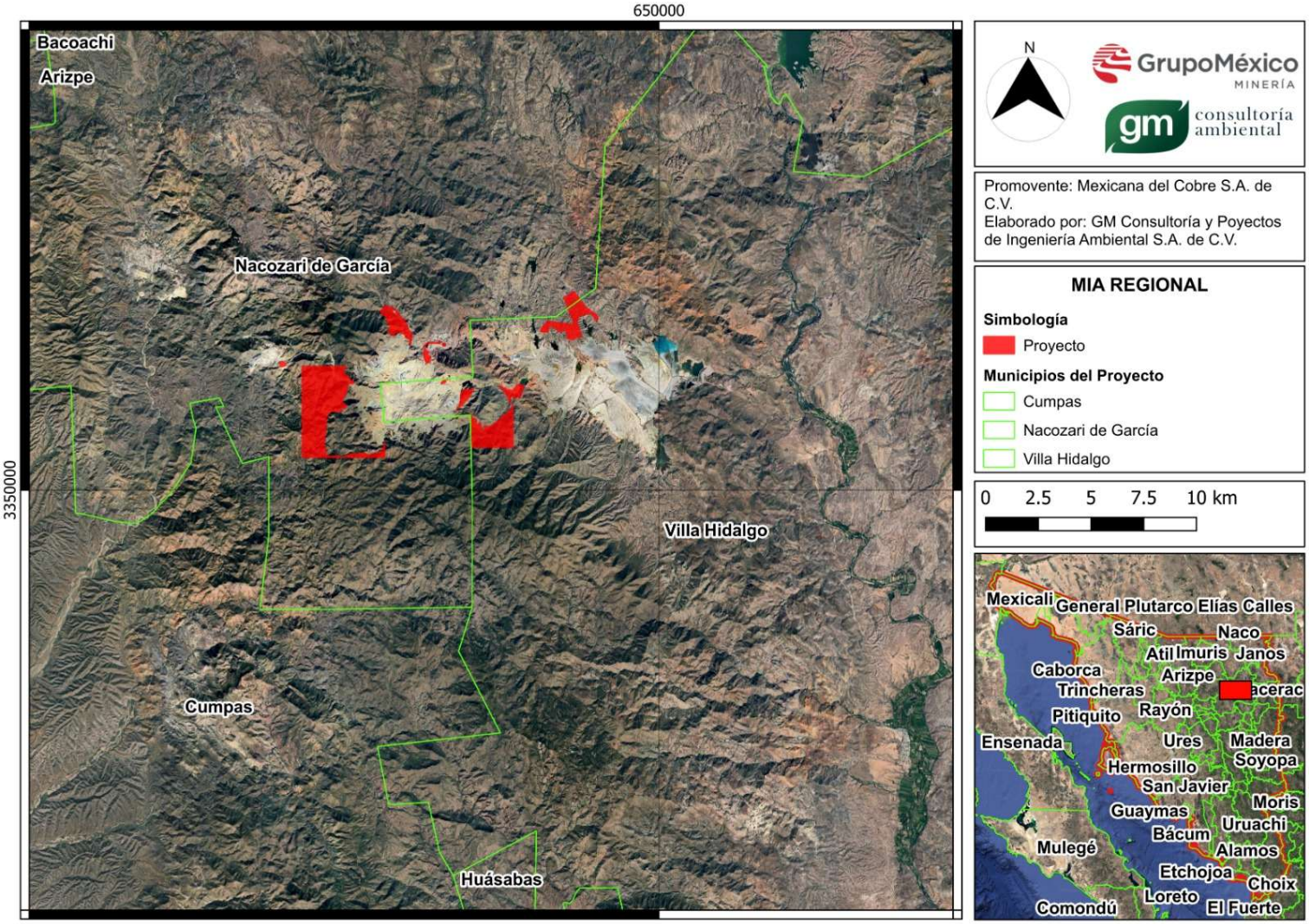
El municipio de Nacozari de García se localiza en las coordenadas 30°22´25" de latitud norte y 109°41'11" de longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich; a una altitud promedio de 1,100 metros sobre el nivel delmar. Colinda al Norte con los municipios de Bacoachi, Fronteras y Agua Prieta, al Este con Bavispe, Bacerac y Huachinera, al Sur con Bacadéhuachi, Huásabas y Cumpas y al Oeste con Arizpe.

El municipio de Villa Hidalgo se localiza en las coordenadas 30°15´00" de latitud norte y 109°20'00" de longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich; a una altitud

promedio de 714 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con Nacozari de García, al sur con Huásabas, al este con Huachinera y al oeste con Cumpas.

En la siguiente figura se observa la ubicación de los polígonos de Ampliación La Caridad, en el noroeste del Estado de Sonora.

Figura II.1. Plano de ubicación de los polígonos que comprenden la actividad.



II.1.4. Inversión requerida.

La inversión estimada para la preparación del sitio, construcción, operación y abandono de los subproyectos solicitados mediante la presente MIA-R, equivale aproximadamente a $30,260,000,000 (Treinta mil doscientos sesenta millones de pesos 00/100 m.n.).

A continuación, se presenta un desglose aproximado de la inversión requerida para cada uno de los 14 subproyectos.

Cuadro II.2. Inversión estimada para cada subproyecto.

No.	SUBPROYECTOS	INVERSIÓN (M.N.)
1	Cachuly Sur	$ 349,372,832.81
2	Continuación Santo Domingo	$ 595,614,547.45
3	El Ranchito	$ 161,917,191.34
4	Ampliación Santo Domingo	$ 191,956,087.92
5	Ampliación Cachuly	$ 68,189,433.39
6	Represo Cachuly	$ 1,035,000,000.00
7	Crecimiento de depósito de jales	$ 304,762,768.93
8	Ampliación Concentradora	$ 6,882,750,000.00
9	Nuevo Tren de extracción	$ 465,930,000.00
10	Espesadores de alta eficiencia	$ 837,000,000.00
11	Clarificador	$ 183,183,420.60
12	Almacén de lodos anódicos	$ 4,464,000.00
13	Planta Termosolar	$ 13,406,880.00
14	Taller Pilares	$ 8,339,226.93
	Total	$ 11,101,886,389.37

II.2. Características particulares del proyecto.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto Ampliación La Caridad está conformado por un total de 14 subproyectos/polígonos; de ellos, algunos integran plantas completas y áreas asociadas, otros abarcan solo un área o incluso una sola planta. 11 de los polígonos están relacionados

directamente a la actividad minera, que son: Cachuly Sur, Continuación Santo Domingo, El Ranchito, Ampliación Santo Domingo, Ampliación Cachuly, Represo Cachuly, Crecimiento de depósito de jales, Ampliación Concentradora, Nuevo Tren de Extracción, Espesadores de alta eficiencia y Clarificador; los restantes abarcan áreas de servicios, como son el Almacén de lodos anódicos, la Planta Termosolar y el Taller Pilares.

En el siguiente Cuadro se indican los 14 polígonos que conforman el proyecto Ampliación La Caridad y sus superficies en hectáreas:

Cuadro II.3. Información de los polígonos que integran el proyecto Ampliación La Caridad

NO.	SUBPROYECTO	SUPERFICIE (ha)		COMENTARIOS
		PREVIAMENTE AUTORIZADA	NUEVA SOLICITADA	
1	Cachuly Sur	0.00	260.48	Las 261.23 hectáreas corresponden a superficie nueva. El subproyecto da continuidad al polígono Cachuly autorizado en el proyecto "La Caridad" del resolutivo con número de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654.
2	Continuación Santo Domingo	0.00	692.48	Las 692.28 hectáreas corresponden a superficie nueva. El subproyecto da continuidad al polígono Tepetatera Santo Domingo autorizado en el proyecto La Caridad del resolutivo con número de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654.
3	El Ranchito	0.00	106.12	Las 106.12 hectáreas corresponden a superficie nueva. El subproyecto da continuidad al polígono Terreros La Francisca autorizado en el proyecto La Caridad del resolutivo con número de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654.
4	Ampliación Santo Domingo	0.00	34.63	Las 34.63 hectáreas corresponden a superficie nueva. El subproyecto da continuidad al polígono Tepetatera Santo Domingo autorizado en el proyecto La Caridad del resolutivo con número de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654.

5	Ampliación Cachuly	0.00	27.69	Las 27.69 hectáreas corresponden a superficie nueva. El subproyecto da continuidad al polígono Terreros Guadalupe autorizado en el proyecto La Caridad del resolutivo con número de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654.
6	Represo Cachuly	84.63	3.61	Se solicita superficie nueva de 3.61 hectáreas y se cuenta con superficie autorizada de 84.63 hectáreas para los polígonos Terreros Guadalupe, Presa de Jales y Solución Guadalupe autorizado en el proyecto La Caridad del resolutivo con número de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654.
7	Crecimiento de depósito de jales	63.10	179.88	Se solicita superficie nueva de 179.88 hectáreas y se cuenta con superficie autorizada de 63.10 hectáreas del polígono Presa de Jales autorizado en el proyecto La Caridad del resolutivo con número de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654.
8	Ampliación Concentradora	11.90	5.13	Se solicita superficie nueva de 5.12 hectáreas y se cuenta con superficie autorizada de 11.90 hectáreas en los polígonos Mina – Trituración, Concentradora Cu-Mo y Tajo Caridad autorizados en el proyecto La Caridad del resolutivo con número de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654.

9	Nuevo Tren de extracción	2.20	0.00	La superficie de 2.20 hectáreas se encuentra dentro de los polígonos Planta ESDE y Mina - Trituración autorizados en el proyecto La Caridad del resolutivo con número de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654.
10	Espesadores de alta eficiencia	2.62	0.00	La superficie de 2.62 hectáreas se encuentra dentro del polígono Concentradora Cu-Mo autorizado en el proyecto La Caridad del resolutivo con número de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654.
11	Clarificador	0.06	0.00	La superficie de 0.06 hectáreas se encuentra dentro del polígono Concentradora Cu-Mo autorizado en el proyecto La Caridad del resolutivo con número de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654.
12	Almacén de lodos anódicos	0.01	0.00	La superficie de 0.01 hectáreas se encuentra dentro del polígono Planta ESDE autorizado en el proyecto La Caridad del resolutivo con número de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654.
13	Planta Termosolar	0.56	0.00	La superficie de 0.56 hectáreas se encuentra dentro del polígono Planta ESDE autorizado en el proyecto La Caridad del resolutivo con número de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654.
14	Taller Pilares	5.50	0.00	La superficie de 5.50 hectáreas se encuentra dentro del polígono Predio Pilares autorizado en

				el proyecto La Caridad del resolutivo con número de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654.
Totales		170.58	1,310.02	De los nuevos polígonos de los subproyectos, un total de 170.58 hectáreas se encuentran dentro de superficies ya autorizadas y 1,310.02 hectáreas se solicitan como nuevas.

De los 14 polígonos que comprenden el Proyecto, en algunos se presenta vegetación forestal, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Cuadro II.4. Situación de las superficies de los subproyectos con relación a la vegetación forestal.

NO.	SUBPROYECTO	SUPERFICIE FORESTAL (ha)
1	Cachuly Sur	260.48
2	Continuación Santo Domingo	692.48
3	El Ranchito	106.12
4	Ampliación Santo Domingo	34.63
5	Ampliación Cachuly	27.69
6	Represo Cachuly	3.61
7	Crecimiento de depósito de jales	179.88
8	Ampliación Concentradora	5.13
9	Nuevo Tren de extracción	0.00
10	Espesadores de alta eficiencia	0.00
11	Clarificador	0.00
12	Almacén de lodos anódicos	0.00
13	Planta Termosolar	0.00
14	Taller Pilares	0.00
Totales		1,310.02

A continuación, se desarrollará la descripción de los 14 polígonos enlistados, mismo que integran el presente proyecto Ampliación La Caridad, siendo importante mencionar que aún y cuando ciertas áreas que se listan dentro de los polígonos no se citen de manera particular, las mismas se encuentran descritas de manera intrínseca en la descripción de los procesos. Para cada subproyecto, se realiza una descripción, se presentan los cuadros de coordenadas de los polígonos y un mapa cartográfico indicando su ubicación.

a) Cachuly Sur

Este subproyecto consiste en realizar la inclusión, a sitios ya autorizados, de un polígono para el depósito de tepetate; las tepetateras serán construidas por el propio material estéril producto del descapote de la mina, este se depositará y se compactará por medio de los mismos camiones de acarreo de 270 ton a 400 ton que depositan el material,

y que al transitar por el área irán compactando el residuo minero depositado en el área, una vez que el polígono cumpla con su función de depósito de tepetate y se encuentre completamente compactado y estabilizado, se iniciará una nueva etapa para el área, convirtiéndose en un terrero de lixiviación, para dar paso a las actividades de hidrometalurgia el material lixiviable será transportado y depositado sobre el tepetate compactado y estabilizado, para posteriormente instalar tubería y aspersores por los cuales el material será irrigado con soluciones colas, ácido sulfúrico débil y agua, y de esta forma comenzar su proceso en las instalaciones de Extracción por Solventes y Depositación Electrolítica (ESDE) hasta convertir el material en cátodos de cobre electrowon (láminas de cobre).

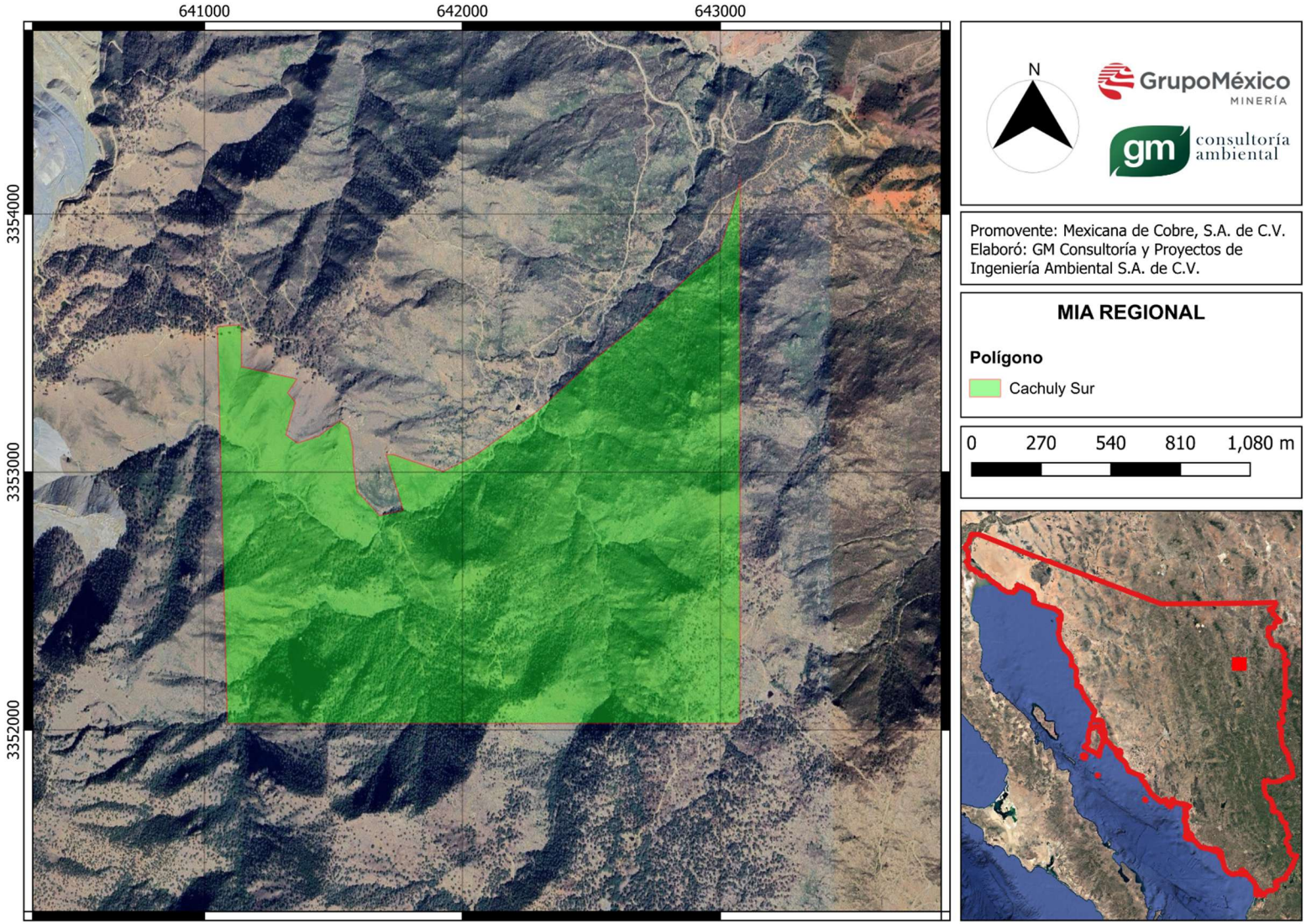
El polígono del subproyecto denominado como Cachuly Sur es de interés para la expansión de actividades operativas de mina La Caridad, misma que cuenta con una superficie de 261.23 hectáreas a solicitar autorización mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional. Este subproyecto da continuidad al polígono Cachuly autorizado en el proyecto La Caridad del resolutivo con número de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654.

Esta expansión del polígono se definió considerando diversos criterios que aportaran ventajas en el ámbito técnico, ambiental y socioeconómico, por lo que se buscó que la conjunción de estos permitiese una fácil tarea en las actividades propias de la construcción, considerando también la accesibilidad del terreno, y paralelamente se minimizarán los impactos al ambiente mediante una menor afectación de los recursos forestales; también se consideró el régimen de propiedad.

La remoción de la vegetación se llevará a cabo en la totalidad de la superficie que se solicita, es decir, en un área de 261.23 hectáreas con cobertura vegetal mayormente de bosque de encino cubriendo una superficie de 213.79 hectáreas la cual representa el 82.08% de la totalidad del área, seguido de pastizal natural con una superficie 23.61 hectáreas correspondientes al 9.06%, el Matorral desértico micrófilo cuenta con una extensión de 22.40 hectáreas resultando en el 8.60% y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino con tan sólo el 0.26% con una superficie de 0.68 hectáreas.

En la siguiente figura se puede observar el polígono de solicitud de autorización en materia de impacto ambiental del subproyecto denominado como Cachuly Sur.

Figura II.2. Plano de ubicación del polígono que comprende Cachuly sur.



En la siguiente Tabla se presentan las coordenadas de los vértices que conforman el Polígono 01 Cachuly Sur.

Cuadro II.5. Coordenadas UTM WGS84 de los vértices del polígono

Polígono de Tepetate Denominado Cachuly Sur					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
1	641087.981	3352024.750	35	641457.999	3353151.432
2	641088.188	3352024.750	36	641523.192	3353198.955
3	641049.563	3353563.000	37	641545.247	3353183.519
4	641054.312	3353563.483	38	641557.945	3353174.633
5	641093.813	3353567.500	39	641558.640	3353174.147
6	641142.506	3353570.584	40	641575.171	3353098.670
7	641143.046	3353569.055	41	641575.636	3353064.745
8	641143.035	3353559.551	42	641575.652	3353063.572
9	641143.014	3353540.237	43	641575.695	3353060.476
10	641142.953	3353484.344	44	641575.987	3353039.145
11	641142.945	3353465.062	45	641577.412	3353028.796
12	641142.943	3353459.105	46	641577.467	3353028.398
13	641142.940	3353451.854	47	641591.462	3352926.776
14	641142.939	3353451.413	48	641616.266	3352899.940
15	641142.920	3353405.438	49	641679.488	3352831.535
16	641147.875	3353407.500	50	641769.189	3352851.956
17	641349.713	3353363.111	51	641768.800	3352853.193
18	641355.726	3353361.065	52	641770.313	3352853.500
19	641357.809	3353359.674	53	641703.250	3353068.250
20	641349.188	3353346.875	54	641731.375	3353068.000
21	641348.537	3353345.909	55	641923.625	3353002.000
22	641336.926	3353328.671	56	642048.125	3353064.250
23	641335.216	3353326.131	57	642169.750	3353151.000
24	641328.106	3353315.576	58	642289.375	3353235.750
25	641322.324	3353306.991	59	642501.688	3353430.750
26	641323.577	3353305.477	60	642661.813	3353557.750
27	641331.998	3353295.305	61	642903.375	3353784.250
28	641337.077	3353289.169	62	642996.938	3353859.250
29	641351.986	3353271.158	63	643074.563	3354115.250

Polígono de Tepetate Denominado Cachuly Sur					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
30	641334.138	3353209.680	64	643076.250	3354144.171
31	641333.939	3353208.996	65	643076.227	3352024.750
32	641315.338	3353144.923	66	641088.000	3352024.000
33	641360.350	3353111.976	1	641087.981	3352024.750
34	641442.893	3353139.893			

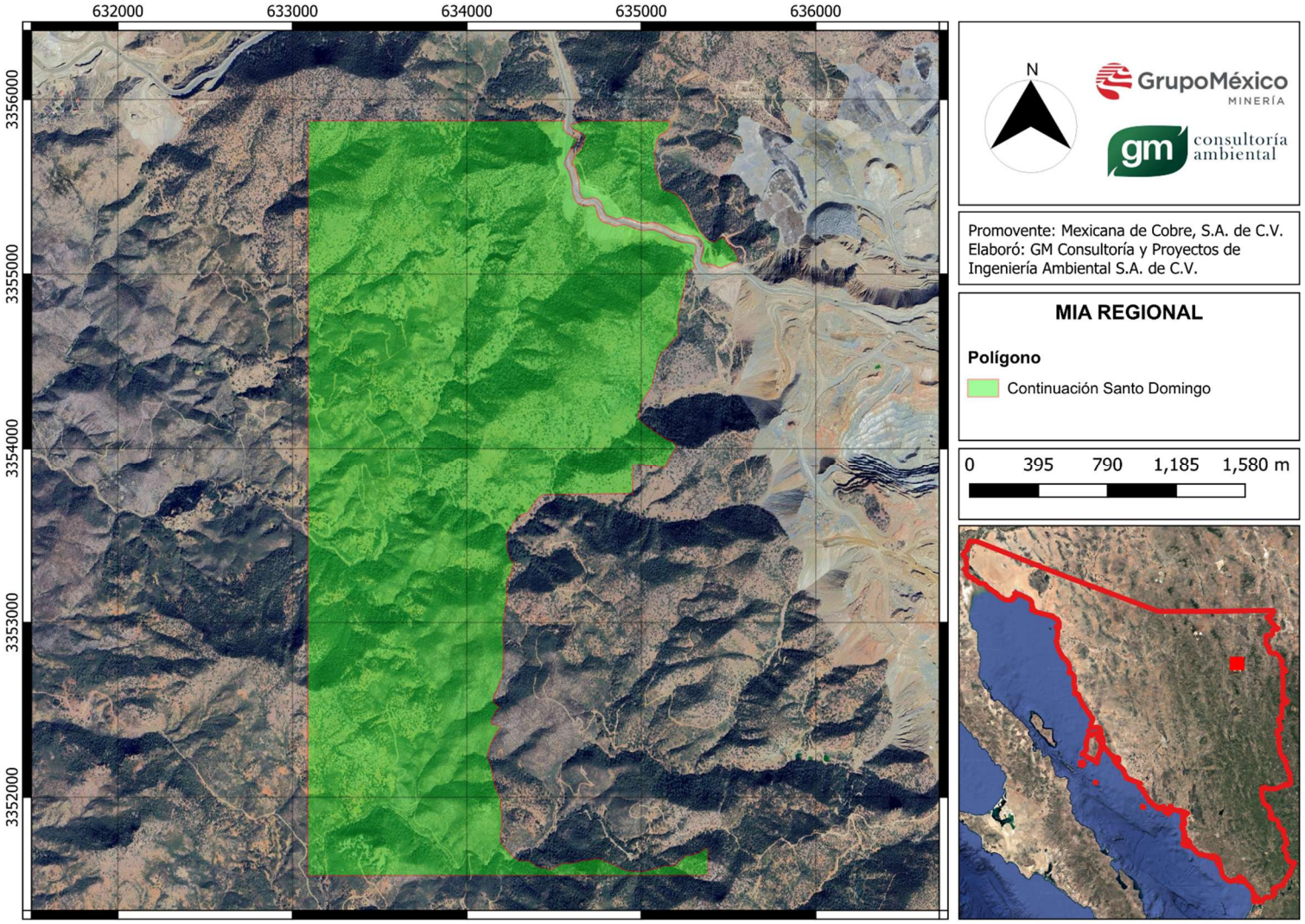
b) Continuación Santo Domingo

El subproyecto denominado Continuación Santo Domingo comprende una superficie de 692.48 hectáreas, y tiene como finalidad destinarlas al depósito de tepetate, el cual es necesaria para la continuidad operativa de la unidad La Caridad, ya que derivado de los planes de crecimiento, continuidad y redimensionamiento de las instalaciones, la empresa promovente requiere de dicho proyecto para cumplir con la funcionalidad y mantener operativo al complejo minero.

Dentro de las 692.28 hectáreas solicitadas para el polígono Continuación Santo Domingo se distribuyen 5 tipos de vegetación, siendo predominante la vegetación secundaria de bosque de encino, distribuyéndose en una superficie de 422.15 hectáreas correspondiendo al 60.98% del territorio, seguidamente con una superficie de 216.34 hectáreas correspondientes al 31.25% se encuentra el bosque de encino-pino, el matorral desértico micrófilo tiene una presencia en un área de 40.42 hectáreas que representan el 5.84% del área total, el bosque de encino se hace presente en 9.16 hectáreas, las cuales corresponden a tan sólo el 1.32% y por último la vegetación de pastizal natural con la superficie de 4.20 hectáreas correspondientes al 0.61% de la totalidad del territorio.

En la siguiente figura se puede observar el polígono de solicitud de autorización en materia de impacto ambiental del subproyecto denominado como Continuación Santo Domingo.

Figura II.3. Plano de ubicación del polígono que comprende Continuación Santo Domingo.



En la siguiente Tabla se presentan las coordenadas de los vértices que conforman el Polígono 02 Continuación Santo Domingo.

Cuadro II.6. Coordenadas UTM WGS84 de los vértices del polígono

Polígono de Tepetate Denominado Continuación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
1	635313.579	3355041.572	657	635236.440	3355184.188
2	635309.875	3355039.250	658	635238.145	3355183.810
3	635309.438	3355039.000	659	635239.024	3355183.675
4	635308.313	3355038.500	660	635281.735	3355178.090
5	635307.688	3355038.000	661	635302.010	3355174.846
6	635305.750	3355037.250	662	635307.699	3355171.100
7	635298.063	3355033.750	663	635312.626	3355161.793
8	635297.750	3355033.500	664	635314.447	3355149.497
9	635267.500	3355015.250	665	635313.706	3355139.119
10	635258.375	3354986.500	666	635310.390	3355123.092
11	635256.750	3354944.000	667	635301.523	3355101.690
12	635255.563	3354940.750	668	635300.631	3355099.016
13	635254.438	3354937.750	669	635300.123	3355096.243
14	635253.438	3354935.250	670	635298.469	3355081.361
15	635252.688	3354933.250	671	635298.347	3355079.152
16	635251.938	3354931.500	672	635298.347	3355069.561
17	635251.125	3354929.750	673	635298.520	3355066.936
18	635250.063	3354928.000	674	635299.036	3355064.357
19	635248.813	3354926.000	675	635299.885	3355061.869
20	635247.563	3354924.250	676	635303.193	3355053.931
21	635246.375	3354922.500	677	635304.392	3355051.522
22	635245.250	3354921.000	678	635305.905	3355049.297
23	635244.188	3354919.750	679	635307.702	3355047.294
24	635239.125	3354878.000	680	635313.579	3355041.572
25	635238.000	3354875.000	681	635559.875	3355078.500
26	635236.938	3354871.500	682	635474.063	3355043.500
27	635235.813	3354867.250	683	635471.750	3355041.500
28	635234.625	3354863.250	684	635470.188	3355040.250
29	635233.438	3354859.750	685	635469.063	3355039.500

Polígono de Tepetate Denominado Continuación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
30	635232.125	3354856.500	686	635468.063	3355039.000
31	635230.750	3354853.500	687	635466.875	3355038.500
32	635229.250	3354851.000	688	635465.500	3355038.250
33	635227.563	3354848.500	689	635463.875	3355037.750
34	635225.750	3354845.750	690	635462.063	3355037.250
35	635224.125	3354801.500	691	635460.125	3355037.000
36	635224.000	3354799.500	692	635458.188	3355036.750
37	635223.938	3354798.500	693	635456.250	3355036.500
38	635223.500	3354797.750	694	635454.375	3355036.250
39	635222.563	3354795.750	695	635452.688	3355036.250
40	635221.688	3354793.750	696	635451.000	3355036.250
41	635220.813	3354791.750	697	635449.500	3355036.250
42	635220.125	3354789.750	698	635448.000	3355036.250
43	635219.438	3354787.750	699	635446.563	3355036.500
44	635218.813	3354785.250	700	635445.188	3355036.750
45	635213.625	3354767.500	701	635443.938	3355037.000
46	635211.188	3354761.750	702	635442.750	3355037.250
47	635211.063	3354716.000	703	635441.250	3355037.750
48	635212.438	3354641.750	704	635439.188	3355039.000
49	635196.563	3354639.250	705	635436.188	3355040.500
50	635179.375	3354618.250	706	635432.875	3355042.500
51	635161.875	3354596.250	707	635430.000	3355044.250
52	635144.500	3354572.250	708	635428.000	3355045.500
53	635127.000	3354559.250	709	635426.813	3355046.250
54	635109.375	3354541.750	710	635426.063	3355047.000
55	635092.438	3354486.750	711	635425.438	3355047.500
56	635077.750	3354428.000	712	635424.938	3355048.000
57	635063.125	3354369.500	713	635424.500	3355048.750
58	635047.500	3354333.500	714	635424.125	3355049.500
59	635029.063	3354309.250	715	635400.875	3355055.500
60	635012.500	3354276.500	716	635380.261	3355057.975
61	634996.000	3354251.250	717	635361.313	3355060.250
62	634980.500	3354184.250	718	635353.560	3355057.414

Polígono de Tepetate Denominado Continuación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
63	634980.688	3354179.750	719	635349.570	3355062.210
64	634999.438	3354158.500	720	635348.174	3355063.716
65	635017.875	3354143.750	721	635338.541	3355073.096
66	635035.500	3354127.750	722	635338.347	3355073.561
67	635054.813	3354116.250	723	635338.347	3355078.044
68	635070.438	3354102.250	724	635339.565	3355089.004
69	635091.313	3354090.000	725	635348.069	3355109.531
70	635110.000	3354077.500	726	635348.386	3355110.346
71	635128.375	3354065.000	727	635349.177	3355113.134
72	635146.125	3354053.250	728	635353.146	3355132.316
73	635164.875	3354046.500	729	635353.257	3355132.895
74	635183.063	3354037.500	730	635353.510	3355134.943
75	635201.750	3354016.750	731	635354.502	3355148.834
76	635200.375	3354014.750	732	635354.553	3355150.259
77	635200.063	3354014.250	733	635354.337	3355153.190
78	635199.813	3354013.500	734	635351.691	3355171.049
79	635199.563	3354012.750	735	635350.910	3355174.352
80	635199.438	3354012.250	736	635349.583	3355177.476
81	635199.375	3354011.500	737	635340.653	3355194.343
82	635199.375	3354010.500	738	635338.849	3355197.154
83	635199.500	3354009.750	739	635336.603	3355199.626
84	635199.688	3354008.500	740	635333.977	3355201.689
85	635199.938	3354007.500	741	635320.417	3355210.619
86	635200.375	3354006.000	742	635318.004	3355211.978
87	635200.875	3354004.750	743	635315.427	3355212.991
88	635201.563	3354003.250	744	635312.734	3355213.638
89	635202.313	3354001.750	745	635287.772	3355217.633
90	635185.125	3353981.250	746	635287.206	3355217.715
91	635168.188	3353956.000	747	635245.520	3355223.166
92	635151.125	3353925.750	748	635215.523	3355231.207
93	635139.188	3353894.000	749	635193.175	3355239.252
94	635115.813	3353889.250	750	635173.761	3355250.430
95	635068.563	3353900.750	751	635155.731	3355263.399

Polígono de Tepetate Denominado Continuación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
96	635033.875	3353899.500	752	635154.052	3355264.483
97	634999.438	3353908.250	753	635151.420	3355265.756
98	634988.000	3353907.750	754	635116.604	3355279.551
99	634953.813	3353900.500	755	635092.039	3355290.032
100	634951.063	3353899.750	756	635091.031	3355290.431
101	634951.063	3353738.250	757	635089.130	3355291.017
102	634437.188	3353731.750	758	635072.263	3355295.317
103	634432.188	3353728.500	759	635069.923	3355295.766
104	634412.688	3353716.500	760	635067.547	3355295.935
105	634407.813	3353710.500	761	635065.167	3355295.820
106	634395.688	3353696.500	762	635037.716	3355292.843
107	634348.563	3353627.250	763	635037.140	3355292.772
108	634347.063	3353625.250	764	635020.148	3355290.428
109	634339.813	3353623.250	765	635007.256	3355291.503
110	634335.625	3353622.500	766	634995.266	3355293.454
111	634325.063	3353621.000	767	634981.864	3355297.732
112	634295.500	3353609.000	768	634961.534	3355305.991
113	634289.250	3353599.250	769	634940.490	3355314.869
114	634254.688	3353548.500	770	634939.556	3355315.235
115	634226.563	3353506.750	771	634937.881	3355315.763
116	634231.250	3353473.000	772	634904.477	3355324.693
117	634229.313	3353433.500	773	634901.384	3355325.264
118	634235.188	3353406.000	774	634898.240	3355325.342
119	634243.625	3353382.000	775	634895.122	3355324.927
120	634251.063	3353353.750	776	634885.861	3355322.943
121	634255.313	3353352.250	777	634883.158	3355322.161
122	634257.063	3353351.500	778	634874.334	3355318.893
123	634258.750	3353350.500	779	634864.199	3355315.332
124	634260.438	3353349.750	780	634858.034	3355314.510
125	634262.063	3353348.750	781	634854.853	3355314.637
126	634263.500	3353347.750	782	634852.302	3355315.636
127	634264.750	3353347.000	783	634845.434	3355320.126
128	634265.813	3353346.250	784	634844.489	3355320.707

Polígono de Tepetate Denominado Continuación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
129	634266.688	3353345.500	785	634842.612	3355321.663
130	634267.438	3353344.750	786	634836.659	3355324.309
131	634268.063	3353344.250	787	634835.376	3355324.827
132	634268.563	3353343.500	788	634834.030	3355325.263
133	634268.938	3353343.000	789	634824.770	3355327.909
134	634269.313	3353342.000	790	634824.273	3355328.044
135	634269.625	3353341.000	791	634814.021	3355330.690
136	634269.875	3353339.500	792	634813.250	3355330.873
137	634270.188	3353337.750	793	634803.722	3355332.933
138	634270.438	3353335.750	794	634798.640	3355335.632
139	634270.563	3353334.000	795	634794.635	3355340.019
140	634270.688	3353332.500	796	634790.602	3355345.326
141	634270.688	3353331.000	797	634785.915	3355357.413
142	634270.625	3353329.750	798	634779.965	3355385.284
143	634270.500	3353328.500	799	634779.200	3355387.949
144	634270.375	3353327.500	800	634778.390	3355389.858
145	634270.188	3353326.750	801	634772.437	3355402.095
146	634269.938	3353326.000	802	634771.773	3355403.345
147	634269.688	3353325.250	803	634770.386	3355405.433
148	634269.375	3353324.750	804	634763.110	3355415.024
149	634268.813	3353324.000	805	634762.497	3355415.792
150	634267.875	3353323.000	806	634761.593	3355416.799
151	634266.438	3353321.750	807	634753.325	3355425.398
152	634264.750	3353320.250	808	634750.761	3355427.645
153	634263.250	3353319.000	809	634747.853	3355429.424
154	634262.250	3353318.000	810	634737.931	3355434.385
155	634261.625	3353317.250	811	634735.827	3355435.290
156	634261.188	3353316.750	812	634733.325	3355436.020
157	634260.813	3353316.000	813	634724.395	3355438.005
158	634260.563	3353315.500	814	634721.083	3355438.454
159	634260.250	3353314.500	815	634717.742	3355438.346
160	634260.063	3353313.250	816	634714.466	3355437.683
161	634259.750	3353311.500	817	634711.345	3355436.484

Polígono de Tepetate Denominado Continuación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
162	634259.313	3353308.500	818	634703.442	3355432.660
163	634258.563	3353304.250	819	634697.230	3355431.457
164	634257.688	3353299.250	820	634684.421	3355430.935
165	634256.875	3353294.750	821	634672.314	3355432.738
166	634256.250	3353291.250	822	634663.649	3355435.474
167	634255.688	3353288.750	823	634660.464	3355437.451
168	634255.063	3353286.500	824	634657.443	3355442.699
169	634254.313	3353284.250	825	634652.985	3355454.121
170	634253.500	3353281.750	826	634648.245	3355469.822
171	634252.625	3353279.750	827	634644.990	3355487.581
172	634251.813	3353277.750	828	634642.425	3355518.996
173	634250.938	3353275.750	829	634642.354	3355519.706
174	634249.938	3353273.750	830	634639.047	3355547.818
175	634248.688	3353271.500	831	634638.880	3355548.954
176	634247.188	3353269.250	832	634638.517	3355550.605
177	634245.563	3353266.750	833	634631.277	3355577.919
178	634243.875	3353264.000	834	634627.011	3355594.980
179	634242.125	3353261.500	835	634626.402	3355596.970
180	634240.313	3353258.750	836	634625.570	3355598.927
181	634238.563	3353256.250	837	634617.632	3355615.133
182	634236.938	3353253.750	838	634616.118	3355617.715
183	634235.625	3353251.750	839	634614.235	3355620.043
184	634234.625	3353250.000	840	634604.874	3355629.988
185	634233.875	3353248.500	841	634600.927	3355636.049
186	634233.250	3353247.250	842	634601.087	3355636.926
187	634232.625	3353245.500	843	634614.425	3355668.150
188	634232.063	3353244.000	844	634629.135	3355695.872
189	634231.563	3353242.500	845	634645.406	3355708.075
190	634231.250	3353241.250	846	634647.248	3355709.639
191	634231.000	3353240.250	847	634648.888	3355711.414
192	634230.938	3353239.250	848	634650.302	3355713.374
193	634226.875	3353214.500	849	634656.670	3355723.432
194	634227.813	3353187.000	850	634660.393	3355729.521

Polígono de Tepetate Denominado Continuación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
195	634229.813	3353136.250	851	634660.648	3355729.950
196	634224.750	3353107.250	852	634662.174	3355733.259
197	634211.000	3353032.500	853	634665.204	3355742.007
198	634206.000	3352917.500	854	634665.444	3355742.749
199	634212.125	3352857.750	855	634668.163	3355751.722
200	634208.813	3352765.750	856	634671.497	3355757.875
201	634205.313	3352689.000	857	634672.705	3355760.560
202	634190.938	3352662.000	858	634672.959	3355761.305
203	634171.563	3352610.000	859	634675.605	3355769.574
204	634152.000	3352580.250	860	634676.344	3355772.759
205	634152.500	3352545.250	861	634676.553	3355776.023
206	634172.688	3352528.000	862	634676.228	3355779.277
207	634191.875	3352510.750	863	634674.880	3355786.357
208	634188.938	3352509.750	864	634674.089	3355789.284
209	634186.250	3352508.500	865	634672.864	3355792.058
210	634183.750	3352507.250	866	634671.234	3355794.614
211	634181.313	3352506.000	867	634666.273	3355801.229
212	634178.938	3352504.750	868	634664.640	3355803.142
213	634176.438	3352503.500	869	634662.781	3355804.835
214	634174.125	3352502.000	870	634660.724	3355806.281
215	634172.250	3352500.750	871	634650.471	3355812.565
216	634170.938	3352500.000	872	634648.326	3355813.707
217	634170.125	3352499.250	873	634646.058	3355814.580
218	634169.500	3352498.500	874	634628.878	3355820.020
219	634168.938	3352497.750	875	634610.703	3355832.039
220	634168.250	3352496.500	876	634609.671	3355832.677
221	634167.375	3352495.000	877	634609.104	3355832.992
222	634166.250	3352492.750	878	634598.127	3355838.864
223	634164.813	3352489.750	879	634595.854	3355841.478
224	634163.063	3352486.250	880	634594.018	3355845.542
225	634161.063	3352482.000	881	634593.651	3355854.003
226	634159.000	3352477.500	882	634594.113	3355855.851
227	634157.000	3352473.250	883	634595.424	3355857.857

Polígono de Tepetate Denominado Continuación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
228	634155.188	3352469.750	884	634595.845	3355858.114
229	634153.438	3352466.500	885	634600.365	3355859.772
230	634151.750	3352463.500	886	634611.804	3355859.523
231	634150.000	3352460.500	887	634612.239	3355859.518
232	634148.250	3352457.250	888	634615.875	3355859.852
233	634146.500	3352454.250	889	634626.292	3355861.867
234	634144.813	3352451.250	890	634627.710	3355862.195
235	634143.250	3352448.500	891	634639.947	3355865.503
236	634141.875	3352446.000	892	634642.720	3355866.476
237	634140.750	3352444.000	893	634645.321	3355867.845
238	634139.938	3352442.250	894	634647.693	3355869.581
239	634139.313	3352440.750	895	634649.785	3355871.646
240	634138.875	3352439.500	896	634651.552	3355873.995
241	634138.500	3352438.250	897	634653.660	3355877.274
242	634138.188	3352436.500	898	635163.266	3355877.185
243	634137.875	3352434.250	899	635163.375	3355876.750
244	634137.875	3352431.250	900	635163.813	3355874.250
245	634138.563	3352427.750	901	635164.250	3355870.750
246	634140.250	3352423.750	902	635164.563	3355866.750
247	634142.750	3352420.000	903	635164.875	3355862.750
248	634145.750	3352417.250	904	635165.000	3355858.750
249	634149.000	3352415.250	905	635165.063	3355855.500
250	634152.438	3352414.500	906	635165.063	3355852.500
251	634155.938	3352414.000	907	635165.063	3355850.250
252	634159.500	3352413.500	908	635164.938	3355848.250
253	634162.938	3352413.250	909	635164.750	3355846.750
254	634166.125	3352412.750	910	635164.563	3355845.250
255	634169.000	3352412.250	911	635164.125	3355843.750
256	634171.625	3352411.750	912	635163.438	3355842.000
257	634174.313	3352411.000	913	635162.375	3355840.250
258	634177.125	3352410.250	914	635161.063	3355838.500
259	634180.063	3352409.500	915	635159.813	3355836.750
260	634183.188	3352408.750	916	635158.688	3355835.250

Polígono de Tepetate Denominado Continuación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
261	634186.375	3352407.750	917	635157.688	3355833.750
262	634189.625	3352406.750	918	635156.625	3355832.500
263	634193.000	3352405.750	919	635155.375	3355831.250
264	634194.563	3352405.250	920	635153.813	3355829.750
265	634175.125	3352373.500	921	635151.688	3355827.500
266	634155.625	3352341.750	922	635148.938	3355824.000
267	634136.438	3352303.250	923	635146.000	3355820.250
268	634117.500	3352238.500	924	635143.313	3355816.750
269	634117.750	3352225.500	925	635141.313	3355814.250
270	634138.375	3352177.250	926	635139.813	3355812.250
271	634158.875	3352066.750	927	635138.438	3355811.000
272	634180.625	3352018.500	928	635137.063	3355809.500
273	634180.750	3352017.750	929	635135.688	3355808.250
274	634184.438	3352015.250	930	635134.500	3355807.000
275	634186.625	3352013.500	931	635133.500	3355806.250
276	634189.063	3352010.750	932	635132.250	3355805.750
277	634190.125	3352009.000	933	635130.313	3355805.000
278	634191.125	3352006.500	934	635127.250	3355804.250
279	634191.500	3352002.750	935	635123.438	3355803.250
280	634191.875	3351997.000	936	635119.500	3355802.250
281	634192.188	3351993.750	937	635115.813	3355801.000
282	634194.750	3351952.500	938	635112.750	3355800.000
283	634194.313	3351935.750	939	635110.438	3355799.000
284	634200.625	3351906.000	940	635109.063	3355798.500
285	634201.125	3351852.500	941	635108.250	3355798.000
286	634198.063	3351811.750	942	635107.813	3355797.250
287	634193.063	3351782.250	943	635107.375	3355796.000
288	634191.438	3351747.750	944	635106.938	3355794.750
289	634204.000	3351730.250	945	635106.500	3355793.500
290	634205.188	3351728.250	946	635106.125	3355792.750
291	634206.500	3351726.000	947	635105.563	3355791.500
292	634207.813	3351723.750	948	635104.500	3355790.000
293	634207.875	3351723.750	949	635102.688	3355788.000

Polígono de Tepetate Denominado Continuación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
294	634209.188	3351721.500	950	635100.563	3355785.250
295	634210.375	3351719.250	951	635098.563	3355783.000
296	634210.438	3351719.250	952	635096.938	3355781.000
297	634211.500	3351717.250	953	635095.688	3355779.250
298	634212.438	3351715.500	954	635094.563	3355777.500
299	634213.313	3351714.000	955	635093.375	3355775.250
300	634213.375	3351714.000	956	635092.188	3355773.250
301	634213.750	3351713.000	957	635091.188	3355771.250
302	634214.375	3351712.500	958	635090.375	3355769.500
303	634215.438	3351711.500	959	635089.813	3355768.000
304	634216.125	3351711.000	960	635089.313	3355766.500
305	634216.625	3351710.750	961	635088.813	3355765.000
306	634216.875	3351710.500	962	635088.375	3355763.500
307	634217.063	3351710.250	963	635088.063	3355762.250
308	634217.188	3351710.250	964	635087.813	3355761.000
309	634220.250	3351707.750	965	635087.750	3355759.750
310	634221.438	3351707.000	966	635087.750	3355758.000
311	634223.375	3351704.750	967	635087.938	3355756.000
312	634223.563	3351704.750	968	635087.938	3355753.750
313	634225.438	3351702.500	969	635087.563	3355751.750
314	634227.188	3351700.750	970	635086.688	3355750.000
315	634227.375	3351700.500	971	635085.625	3355748.500
316	634229.000	3351698.750	972	635084.563	3355747.500
317	634230.438	3351697.250	973	635083.938	3355746.750
318	634231.813	3351695.750	974	635083.688	3355746.000
319	634232.000	3351695.500	975	635083.750	3355744.500
320	634233.375	3351694.000	976	635084.063	3355742.250
321	634234.688	3351692.500	977	635084.500	3355739.750
322	634234.938	3351692.250	978	635084.875	3355737.250
323	634236.313	3351690.750	979	635085.063	3355735.250
324	634236.625	3351690.500	980	635085.188	3355733.500
325	634236.875	3351690.250	981	635085.125	3355732.250
326	634237.188	3351689.750	982	635085.000	3355731.000

Polígono de Tepetate Denominado Continuación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
327	634237.500	3351689.500	983	635084.875	3355729.750
328	634237.813	3351689.000	984	635084.625	3355728.500
329	634241.563	3351685.000	985	635084.313	3355727.250
330	634242.000	3351684.500	986	635083.938	3355726.000
331	634264.563	3351660.000	987	635083.250	3355724.250
332	634264.875	3351659.750	988	635082.250	3355722.000
333	634291.063	3351638.750	989	635081.063	3355719.250
334	634325.250	3351637.500	990	635079.688	3355716.000
335	634358.750	3351634.250	991	635078.375	3355713.000
336	634398.125	3351605.250	992	635077.125	3355710.000
337	634402.875	3351603.250	993	635076.000	3355707.250
338	634408.125	3351601.000	994	635075.063	3355704.500
339	634413.375	3351599.250	995	635074.313	3355702.250
340	634418.063	3351598.000	996	635073.750	3355700.250
341	634422.188	3351597.000	997	635073.375	3355698.750
342	634425.688	3351596.500	998	635073.188	3355697.500
343	634428.438	3351596.000	999	635073.063	3355696.500
344	634430.750	3351595.750	1000	635073.000	3355695.250
345	634432.750	3351595.750	1001	635073.000	3355694.000
346	634434.625	3351595.750	1002	635073.125	3355692.750
347	634436.625	3351596.000	1003	635073.313	3355691.500
348	634438.875	3351596.250	1004	635073.563	3355690.000
349	634441.313	3351596.750	1005	635074.063	3355688.250
350	634443.750	3351597.000	1006	635074.750	3355685.750
351	634444.688	3351597.250	1007	635075.625	3355682.750
352	634476.125	3351586.750	1008	635076.500	3355679.750
353	634482.000	3351583.750	1009	635077.375	3355676.500
354	634501.188	3351596.000	1010	635078.250	3355673.250
355	634524.563	3351608.750	1011	635079.000	3355670.500
356	634551.188	3351621.000	1012	635079.625	3355667.750
357	634616.313	3351624.750	1013	635080.125	3355665.500
358	634621.250	3351626.000	1014	635080.500	3355663.250
359	634624.563	3351627.000	1015	635080.813	3355661.250

Polígono de Tepetate Denominado Continuación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
360	634628.188	3351628.000	1016	635081.000	3355659.500
361	634631.938	3351629.000	1017	635081.063	3355657.250
362	634635.625	3351630.250	1018	635081.063	3355655.000
363	634639.125	3351631.250	1019	635081.000	3355652.500
364	634642.500	3351632.500	1020	635080.875	3355649.750
365	634645.813	3351633.500	1021	635080.688	3355646.750
366	634649.125	3351634.750	1022	635080.375	3355643.750
367	634650.313	3351635.250	1023	635080.063	3355640.500
368	634708.125	3351640.250	1024	635079.750	3355637.500
369	634713.313	3351642.250	1025	635079.375	3355634.250
370	634718.125	3351644.000	1026	635079.063	3355631.000
371	634722.563	3351645.000	1027	635078.750	3355627.750
372	634726.375	3351646.000	1028	635078.563	3355624.250
373	634729.563	3351646.500	1029	635078.375	3355621.250
374	634732.250	3351647.000	1030	635078.313	3355618.000
375	634734.563	3351647.500	1031	635078.250	3355615.250
376	634736.625	3351647.500	1032	635078.313	3355612.250
377	634738.750	3351647.750	1033	635078.438	3355609.250
378	634741.063	3351647.750	1034	635078.625	3355606.250
379	634743.750	3351647.500	1035	635078.875	3355603.500
380	634746.688	3351647.250	1036	635079.063	3355601.500
381	634749.688	3351647.000	1037	635079.313	3355599.750
382	634752.625	3351646.750	1038	635079.750	3355598.000
383	634755.375	3351646.250	1039	635080.250	3355595.750
384	634757.813	3351646.000	1040	635080.938	3355593.500
385	634760.000	3351645.500	1041	635081.688	3355591.250
386	634761.938	3351645.000	1042	635082.563	3355589.000
387	634763.688	3351644.500	1043	635083.438	3355586.750
388	634765.250	3351644.000	1044	635084.500	3355584.500
389	634766.750	3351643.250	1045	635085.688	3355581.750
390	634768.250	3351642.500	1046	635087.000	3355579.000
391	634769.688	3351641.750	1047	635088.438	3355576.000
392	634771.188	3351641.000	1048	635089.875	3355573.000

Polígono de Tepetate Denominado Continuación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
393	634772.750	3351639.750	1049	635091.250	3355570.000
394	634774.438	3351638.750	1050	635092.688	3355566.750
395	634829.188	3351618.000	1051	635094.063	3355564.000
396	634873.250	3351596.750	1052	635095.313	3355561.000
397	634919.063	3351577.500	1053	635096.500	3355558.250
398	634919.750	3351576.500	1054	635097.688	3355555.250
399	634935.313	3351576.250	1055	635098.688	3355552.000
400	634935.813	3351576.250	1056	635099.688	3355548.750
401	634935.875	3351576.250	1057	635100.500	3355545.750
402	634936.250	3351576.250	1058	635101.313	3355542.750
403	634937.875	3351576.250	1059	635101.875	3355540.500
404	634939.063	3351576.250	1060	635102.375	3355538.750
405	634939.125	3351576.250	1061	635102.875	3355537.500
406	634940.313	3351576.250	1062	635103.563	3355536.250
407	634941.813	3351576.000	1063	635104.563	3355535.000
408	634941.875	3351576.000	1064	635105.750	3355533.250
409	634943.813	3351576.000	1065	635106.875	3355531.750
410	634946.375	3351576.000	1066	635107.875	3355530.000
411	634946.438	3351576.000	1067	635108.750	3355527.750
412	634949.125	3351575.750	1068	635109.750	3355524.750
413	634949.313	3351575.750	1069	635111.000	3355520.500
414	634951.625	3351575.750	1070	635112.375	3355515.750
415	634951.813	3351575.750	1071	635113.688	3355511.000
416	634953.500	3351575.500	1072	635114.750	3355507.250
417	634953.750	3351575.500	1073	635115.688	3355504.000
418	634954.875	3351575.500	1074	635116.438	3355501.500
419	634955.125	3351575.500	1075	635117.188	3355499.250
420	634956.063	3351575.250	1076	635117.813	3355497.500
421	634956.375	3351575.250	1077	635118.438	3355495.750
422	634957.375	3351575.250	1078	635119.063	3355494.500
423	634957.750	3351575.250	1079	635119.688	3355493.500
424	634958.875	3351575.000	1080	635120.375	3355492.250
425	634959.438	3351575.000	1081	635121.250	3355491.000

Polígono de Tepetate Denominado Continuación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
426	634960.750	3351575.000	1082	635122.188	3355489.750
427	634961.375	3351575.000	1083	635123.125	3355488.750
428	634962.938	3351574.750	1084	635124.000	3355487.750
429	634963.688	3351574.750	1085	635124.875	3355486.750
430	634965.500	3351574.500	1086	635125.813	3355486.000
431	634966.375	3351574.250	1087	635126.875	3355485.250
432	634967.125	3351574.250	1088	635128.000	3355484.500
433	634969.313	3351574.000	1089	635129.313	3355483.750
434	634970.000	3351574.000	1090	635130.688	3355483.000
435	634972.313	3351573.750	1091	635132.125	3355482.250
436	634972.813	3351573.750	1092	635133.750	3355481.500
437	634975.000	3351573.500	1093	635135.563	3355480.750
438	634975.313	3351573.250	1094	635137.625	3355480.000
439	634977.063	3351573.250	1095	635140.000	3355479.250
440	634978.313	3351573.000	1096	635142.813	3355478.500
441	634978.500	3351573.000	1097	635145.875	3355477.750
442	634979.438	3351572.750	1098	635149.125	3355477.000
443	634997.000	3351572.500	1099	635152.313	3355476.250
444	634998.625	3351572.500	1100	635155.563	3355475.250
445	634998.750	3351572.500	1101	635158.813	3355474.500
446	635000.563	3351572.750	1102	635162.125	3355473.500
447	635002.625	3351573.000	1103	635165.438	3355472.500
448	635002.750	3351573.000	1104	635168.625	3355471.500
449	635005.000	3351573.250	1105	635171.625	3355470.500
450	635007.375	3351573.250	1106	635174.313	3355469.500
451	635010.063	3351573.750	1107	635176.688	3355468.500
452	635013.250	3351574.000	1108	635178.750	3355467.000
453	635017.000	3351574.500	1109	635180.750	3355465.750
454	635019.688	3351575.000	1110	635183.125	3355464.000
455	635089.125	3351592.500	1111	635186.125	3355462.250
456	635134.875	3351607.500	1112	635189.375	3355460.250
457	635137.438	3351607.500	1113	635192.563	3355458.750
458	635137.500	3351607.500	1114	635195.250	3355457.000

Polígono de Tepetate Denominado Continuación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
459	635139.625	3351607.500	1115	635197.563	3355455.750
460	635141.813	3351607.500	1116	635199.875	3355454.000
461	635141.875	3351607.500	1117	635202.313	3355452.250
462	635144.188	3351607.500	1118	635204.813	3355450.500
463	635144.250	3351607.500	1119	635207.438	3355448.500
464	635146.688	3351607.250	1120	635210.000	3355446.250
465	635149.313	3351607.250	1121	635212.500	3355444.000
466	635149.438	3351607.250	1122	635214.938	3355441.750
467	635152.250	3351607.250	1123	635217.375	3355439.500
468	635152.375	3351607.250	1124	635219.750	3355437.250
469	635155.313	3351607.250	1125	635222.125	3355434.750
470	635155.438	3351607.250	1126	635224.563	3355432.500
471	635158.500	3351607.250	1127	635226.938	3355430.000
472	635158.563	3351607.250	1128	635229.313	3355427.500
473	635161.688	3351607.250	1129	635231.688	3355425.000
474	635161.813	3351607.250	1130	635234.063	3355422.500
475	635164.813	3351607.000	1131	635236.375	3355420.000
476	635164.938	3351607.000	1132	635238.688	3355417.250
477	635167.813	3351607.000	1133	635240.938	3355414.750
478	635167.938	3351607.000	1134	635243.125	3355412.250
479	635170.500	3351607.000	1135	635245.188	3355409.750
480	635170.625	3351607.000	1136	635247.188	3355407.250
481	635172.688	3351606.750	1137	635249.188	3355404.500
482	635174.125	3351606.750	1138	635251.125	3355402.000
483	635174.188	3351606.750	1139	635253.063	3355399.250
484	635175.063	3351606.750	1140	635255.063	3355396.250
485	635175.625	3351606.750	1141	635257.000	3355393.500
486	635176.063	3351606.750	1142	635259.063	3355390.000
487	635176.125	3351606.750	1143	635261.375	3355386.250
488	635176.438	3351606.750	1144	635264.125	3355381.500
489	635176.563	3351606.750	1145	635267.063	3355376.250
490	635176.813	3351606.750	1146	635270.063	3355370.500
491	635176.938	3351606.750	1147	635272.000	3355366.750

Polígono de Tepetate Denominado Continuación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
492	635177.188	3351607.000	1148	635272.875	3355365.000
493	635177.313	3351607.000	1149	635275.438	3355359.750
494	635177.375	3351607.000	1150	635277.688	3355355.250
495	635177.563	3351607.000	1151	635279.500	3355351.000
496	635177.625	3351607.000	1152	635281.000	3355347.500
497	635180.688	3351607.500	1153	635282.375	3355344.250
498	635182.125	3351607.750	1154	635283.625	3355341.000
499	635185.563	3351608.500	1155	635284.938	3355337.750
500	635197.000	3351611.000	1156	635286.438	3355333.750
501	635197.688	3351611.000	1157	635288.250	3355329.000
502	635200.875	3351611.750	1158	635290.375	3355323.750
503	635215.188	3351631.500	1159	635292.813	3355318.250
504	635239.063	3351651.000	1160	635295.563	3355312.500
505	635247.313	3351665.250	1161	635298.188	3355307.500
506	635297.313	3351670.000	1162	635300.375	3355303.500
507	635346.188	3351689.000	1163	635301.813	3355301.000
508	635352.125	3351702.000	1164	635302.750	3355299.500
509	635381.625	3351708.000	1165	635303.563	3355298.750
510	635382.040	3351708.470	1166	635304.563	3355298.250
511	635382.062	3351552.334	1167	635305.625	3355298.000
512	633086.947	3351550.243	1168	635306.750	3355297.250
513	633089.293	3355877.697	1169	635307.875	3355296.250
514	634560.341	3355877.293	1170	635309.000	3355295.000
515	634558.788	3355874.919	1171	635310.250	3355293.000
516	634557.202	3355871.983	1172	635311.688	3355291.000
517	634556.125	3355868.825	1173	635313.250	3355288.250
518	634554.141	3355860.887	1174	635314.813	3355285.750
519	634553.645	3355858.048	1175	635316.438	3355282.750
520	634553.562	3355855.168	1176	635318.063	3355280.000
521	634554.224	3355839.954	1177	635319.688	3355277.000
522	634554.494	3355837.432	1178	635321.375	3355274.000
523	634555.082	3355834.964	1179	635323.125	3355271.000
524	634555.977	3355832.591	1180	635324.875	3355267.750

Polígono de Tepetate Denominado Continuación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
525	634560.608	3355822.338	1181	635326.563	3355264.750
526	634561.515	3355820.570	1182	635328.313	3355261.750
527	634563.629	3355817.580	1183	635330.000	3355258.750
528	634570.357	3355809.840	1184	635331.688	3355256.000
529	634572.056	3355808.110	1185	635333.500	3355253.000
530	634573.952	3355806.599	1186	635335.750	3355249.750
531	634576.017	3355805.328	1187	635338.375	3355246.250
532	634589.416	3355798.160	1188	635341.188	3355242.250
533	634609.144	3355785.114	1189	635343.750	3355239.000
534	634611.559	3355783.749	1190	635353.250	3355227.000
535	634614.138	3355782.730	1191	635354.813	3355224.750
536	634631.652	3355777.184	1192	635356.188	3355222.500
537	634635.265	3355774.970	1193	635357.313	3355220.500
538	634632.025	3355768.989	1194	635362.000	3355215.250
539	634630.817	3355766.304	1195	635363.875	3355213.750
540	634630.471	3355765.263	1196	635365.938	3355211.250
541	634627.277	3355754.723	1197	635368.063	3355208.500
542	634625.135	3355748.535	1198	635369.875	3355206.250
543	634622.707	3355744.563	1199	635371.125	3355204.500
544	634618.471	3355737.875	1200	635378.744	3355199.596
545	634601.562	3355725.192	1201	635382.000	3355197.500
546	634599.355	3355723.269	1202	635386.125	3355195.250
547	634597.452	3355721.045	1203	635390.313	3355192.750
548	634595.895	3355718.567	1204	635393.938	3355190.500
549	634578.697	3355686.155	1205	635396.563	3355189.000
550	634577.972	3355684.638	1206	635398.750	3355187.750
551	634563.419	3355650.572	1207	635401.125	3355186.750
552	634563.018	3355649.556	1208	635404.250	3355185.250
553	634562.134	3355646.293	1209	635407.625	3355183.750
554	634560.140	3355635.327	1210	635410.500	3355182.250
555	634559.834	3355632.328	1211	635412.438	3355181.500
556	634559.982	3355629.317	1212	635413.625	3355181.250
557	634560.581	3355626.362	1213	635414.438	3355181.000

Polígono de Tepetate Denominado Continuación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
558	634561.617	3355623.531	1214	635415.125	3355181.000
559	634563.067	3355620.888	1215	635416.000	3355181.250
560	634572.328	3355606.667	1216	635417.125	3355181.500
561	634573.767	3355604.724	1217	635418.750	3355182.250
562	634574.524	3355603.873	1218	635421.000	3355183.500
563	634583.038	3355594.827	1219	635423.813	3355185.500
564	634588.718	3355583.229	1220	635427.188	3355188.250
565	634592.540	3355567.944	1221	635430.688	3355191.500
566	634599.487	3355541.732	1222	635433.625	3355194.250
567	634602.587	3355515.386	1223	635435.688	3355196.250
568	634605.204	3355483.330	1224	635437.063	3355197.750
569	634605.453	3355481.418	1225	635438.125	3355198.750
570	634609.103	3355461.507	1226	635439.188	3355199.500
571	634609.629	3355459.334	1227	635440.250	3355200.250
572	634614.920	3355441.805	1228	635441.375	3355201.000
573	634615.273	3355440.745	1229	635442.500	3355201.750
574	634615.435	3355440.314	1230	635443.563	3355202.250
575	634620.727	3355426.754	1231	635444.563	3355202.750
576	634622.026	3355424.046	1232	635445.375	3355203.000
577	634628.316	3355413.121	1233	635446.125	3355203.250
578	634630.181	3355410.425	1234	635446.938	3355203.250
579	634632.461	3355408.070	1235	635447.813	3355203.250
580	634635.095	3355406.118	1236	635448.688	3355203.250
581	634644.686	3355400.165	1237	635449.500	3355203.250
582	634646.884	3355398.984	1238	635450.188	3355203.500
583	634649.211	3355398.086	1239	635450.938	3355203.750
584	634661.779	3355394.117	1240	635451.813	3355204.250
585	634664.328	3355393.493	1241	635452.938	3355205.000
586	634664.855	3355393.407	1242	635454.250	3355206.000
587	634680.399	3355391.092	1243	635455.563	3355207.250
588	634683.346	3355390.874	1244	635456.750	3355208.000
589	634684.161	3355390.891	1245	635457.813	3355208.750
590	634700.367	3355391.552	1246	635458.750	3355209.500

Polígono de Tepetate Denominado Continuación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
591	634703.188	3355391.870	1247	635459.563	3355210.000
592	634713.605	3355393.884	1248	635460.375	3355210.500
593	634716.644	3355394.726	1249	635461.250	3355210.750
594	634718.515	3355395.517	1250	635462.188	3355210.750
595	634722.433	3355397.412	1251	635463.125	3355211.000
596	634726.881	3355395.188	1252	635464.125	3355211.000
597	634731.949	3355389.917	1253	635465.063	3355211.000
598	634737.329	3355382.826	1254	635466.000	3355210.750
599	634741.355	3355374.550	1255	635466.875	3355210.500
600	634747.130	3355347.498	1256	635467.750	3355210.250
601	634747.969	3355344.638	1257	635468.688	3355210.000
602	634754.326	3355328.237	1258	635469.688	3355209.250
603	634755.653	3355325.468	1259	635470.938	3355208.500
604	634757.050	3355323.366	1260	635472.188	3355207.750
605	634763.334	3355315.098	1261	635473.375	3355206.750
606	634763.936	3355314.344	1262	635474.500	3355205.750
607	634764.488	3355313.714	1263	635475.625	3355204.500
608	634771.433	3355306.107	1264	635477.063	3355202.500
609	634773.947	3355303.788	1265	635478.938	3355199.750
610	634776.820	3355301.930	1266	635481.063	3355196.250
611	634787.403	3355296.308	1267	635483.250	3355192.750
612	634789.946	3355295.176	1268	635485.250	3355189.500
613	634792.559	3355294.422	1269	635487.063	3355186.500
614	634804.409	3355291.860	1270	635488.813	3355184.000
615	634814.029	3355289.377	1271	635490.563	3355181.250
616	634821.694	3355287.187	1272	635492.250	3355178.750
617	634824.893	3355285.765	1273	635493.813	3355176.250
618	634832.143	3355281.025	1274	635495.375	3355174.000
619	634833.088	3355280.444	1275	635496.938	3355172.000
620	634835.800	3355279.140	1276	635498.750	3355169.750
621	634843.407	3355276.163	1277	635501.000	3355167.500
622	634846.595	3355275.213	1278	635503.438	3355165.000
623	634849.896	3355274.804	1279	635506.063	3355162.500

Polígono de Tepetate Denominado Continuación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
624	634858.164	3355274.473	1280	635508.500	3355160.000
625	634858.963	3355274.457	1281	635510.875	3355157.250
626	634861.606	3355274.633	1282	635513.188	3355154.750
627	634871.528	3355275.955	1283	635515.375	3355152.250
628	634872.358	3355276.084	1284	635517.688	3355149.750
629	634875.515	3355276.911	1285	635520.125	3355147.000
630	634887.928	3355281.273	1286	635522.813	3355144.250
631	634895.649	3355284.132	1287	635525.563	3355141.500
632	634898.797	3355284.807	1288	635528.063	3355139.000
633	634926.216	3355277.477	1289	635530.063	3355136.750
634	634946.232	3355269.033	1290	635531.625	3355135.000
635	634967.522	3355260.384	1291	635532.938	3355133.250
636	634968.209	3355260.119	1292	635534.125	3355131.750
637	634968.969	3355259.860	1293	635535.313	3355130.000
638	634984.513	3355254.899	1294	635536.625	3355128.000
639	634987.250	3355254.234	1295	635538.063	3355125.500
640	635001.602	3355251.897	1296	635539.625	3355122.500
641	635003.154	3355251.706	1297	635541.188	3355119.750
642	635019.029	3355250.383	1298	635542.688	3355116.750
643	635020.690	3355250.314	1299	635544.125	3355113.500
644	635023.423	3355250.501	1300	635545.563	3355110.000
645	635042.317	3355253.108	1301	635546.875	3355106.250
646	635065.886	3355255.663	1302	635548.188	3355102.250
647	635077.758	3355252.637	1303	635549.313	3355098.750
648	635101.146	3355242.658	1304	635550.188	3355096.000
649	635101.628	3355242.460	1305	635551.188	3355093.750
650	635134.383	3355229.481	1306	635552.375	3355091.500
651	635151.225	3355217.367	1307	635554.063	3355088.750
652	635152.914	3355216.276	1308	635556.063	3355085.250
653	635174.753	3355203.703	1309	635558.063	3355082.000
654	635177.925	3355202.229	1310	635559.875	3355078.500
655	635202.762	3355193.288	1	635313.579	3355041.572
656	635204.359	3355192.787			

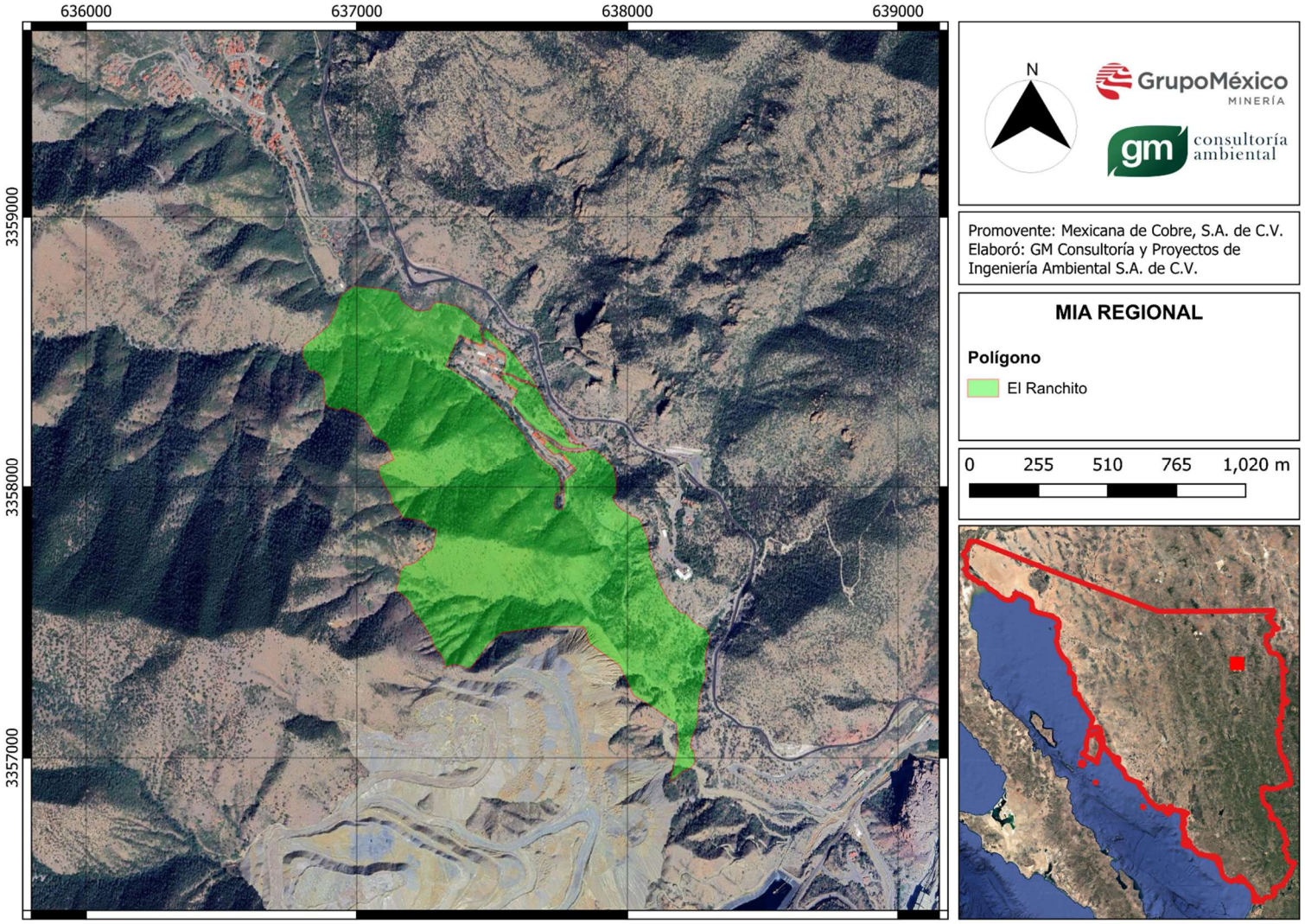
c) El Ranchito

El proyecto consiste en un polígono para el depósito de tepetate denominado como "El Ranchito" dentro del Complejo Minero La Caridad, con la finalidad de continuar y eficientizar la operación minera del beneficio de mineral. Al ser un polígono de ampliación a otro polígono de 7.90 hectáreas que ya cuenta con una autorización en materia de impacto ambiental, autorizada mediante el resolutivo con no. de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654, se solicita a consideración la autorización en materia de impacto ambiental de 106.12 hectáreas nuevas de proyecto denominado "El Ranchito".

El polígono del cual se solicita la autorización en materia ambiental del Proyecto "El Ranchito" cuenta con una superficie de 106.12 hectáreas, dentro de esta área se distribuyen 2 tipos de vegetación, las cuales son bosque de encino, que es la vegetación predominante dentro del proyecto, misma que se distribuye en una superficie de 69.06 hectáreas que corresponden al 65.08% de la superficie total solicitada; pastizal natural, mismo se encuentra dentro de una superficie de 34.62 hectáreas correspondientes al 32.62% de la superficie total solicitada; y el resto de la superficie solicitada consiste en 2.44 hectáreas (2.30%) donde se encuentra desprovista de vegetación.

En la siguiente figura se puede observar el polígono de solicitud de autorización en materia de impacto ambiental del subproyecto denominado como El Ranchito.

Figura II.4. Plano de ubicación del polígono que comprende El Ranchito.



En la siguiente Tabla se presentan las coordenadas de los vértices que conforman el Polígono 03 El Ranchito.

Cuadro II.7. Coordenadas UTM WGS84 de los vértices del polígono

Polígono de Tepetate Denominado El Ranchito					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
1	638154.000	3356910.000	180	637842.000	3358136.000
2	638171.000	3356978.000	181	637858.000	3358140.000
3	638174.000	3356992.000	182	637867.000	3358144.000
4	638186.000	3357046.000	183	637887.000	3358135.000
5	638185.000	3357055.000	184	637898.000	3358126.000
6	638181.000	3357114.000	185	637917.000	3358112.000
7	638181.000	3357123.000	186	637920.000	3358105.000
8	638146.000	3357148.000	187	637940.000	3358086.000
9	638086.000	3357190.000	188	637948.000	3358071.000
10	638060.000	3357206.000	189	637956.000	3358048.000
11	638040.000	3357219.000	190	637958.000	3358028.000
12	638021.000	3357231.000	191	637959.000	3358015.000
13	638002.000	3357270.000	192	637959.000	3357997.000
14	637970.000	3357339.000	193	637959.000	3357975.000
15	637917.000	3357378.000	194	637949.000	3357968.000
16	637857.000	3357423.000	195	637945.000	3357960.000
17	637839.000	3357484.000	196	637951.000	3357945.000
18	637708.000	3357483.000	197	637964.000	3357927.000
19	637534.000	3357460.000	198	637977.000	3357916.000
20	637486.000	3357416.000	199	637989.000	3357911.000
21	637418.000	3357327.000	200	638001.000	3357904.000
22	637360.000	3357345.000	201	638015.000	3357892.000
23	637320.000	3357331.000	202	638025.000	3357891.000
24	637324.000	3357350.000	203	638039.000	3357884.000
25	637308.000	3357385.000	204	638054.000	3357864.000
26	637293.000	3357395.000	205	638076.000	3357802.000
27	637292.000	3357403.000	206	638077.000	3357792.000
28	637281.000	3357417.000	207	638083.000	3357740.000
29	637274.000	3357442.000	208	638092.000	3357721.000

Polígono de Tepetate Denominado El Ranchito					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
30	637265.000	3357455.000	209	638096.000	3357707.000
31	637260.000	3357465.000	210	638104.000	3357686.000
32	637253.000	3357477.000	211	638110.000	3357668.000
33	637244.000	3357494.000	212	638118.000	3357643.000
34	637230.000	3357512.000	213	638131.000	3357620.000
35	637203.000	3357543.000	214	638138.000	3357605.000
36	637202.000	3357554.000	215	638154.000	3357577.000
37	637192.000	3357576.000	216	638181.000	3357551.000
38	637174.000	3357596.000	217	638184.000	3357547.000
39	637144.000	3357615.000	218	638198.000	3357535.000
40	637145.000	3357633.000	219	638203.000	3357536.000
41	637153.000	3357647.000	220	638207.000	3357536.000
42	637155.000	3357665.000	221	638219.000	3357531.000
43	637159.000	3357691.000	222	638234.000	3357513.000
44	637179.000	3357713.000	223	638248.000	3357498.000
45	637185.000	3357712.000	224	638257.000	3357492.000
46	637200.000	3357713.000	225	638271.000	3357485.000
47	637216.000	3357721.000	226	638293.000	3357479.000
48	637231.000	3357736.000	227	638293.000	3357475.000
49	637250.000	3357754.000	228	638293.000	3357467.000
50	637260.000	3357760.000	229	638300.000	3357454.000
51	637279.000	3357771.000	230	638309.000	3357447.000
52	637292.000	3357841.000	231	638308.000	3357445.000
53	637264.000	3357850.000	232	638299.000	3357421.000
54	637238.000	3357874.000	233	638291.000	3357395.000
55	637211.000	3357879.000	234	638287.000	3357369.000
56	637194.000	3357881.000	235	638288.000	3357345.000
57	637172.000	3357883.000	236	638291.000	3357311.000
58	637157.000	3357903.000	237	638290.000	3357301.000
59	637154.000	3357912.000	238	638283.000	3357279.000
60	637129.000	3357938.000	239	638278.000	3357266.000
61	637123.000	3357971.000	240	638269.000	3357245.000
62	637112.000	3357988.000	241	638266.000	3357223.000

Polígono de Tepetate Denominado El Ranchito					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
63	637087.000	3358033.000	242	638263.000	3357206.000
64	637081.000	3358052.000	243	638261.000	3357183.000
65	637083.000	3358078.000	244	638258.000	3357166.000
66	637127.000	3358100.000	245	638261.000	3357147.000
67	637136.000	3358103.000	246	638257.000	3357122.000
68	637107.000	3358166.000	247	638255.000	3357114.000
69	637075.000	3358181.000	248	638241.000	3357083.000
70	637066.000	3358187.000	249	638236.000	3357066.000
71	637061.000	3358193.000	250	638234.000	3357051.000
72	637055.000	3358202.000	251	638234.000	3357038.000
73	637047.000	3358220.000	252	638248.000	3357024.000
74	637035.000	3358240.000	253	638247.000	3357009.000
75	637025.000	3358254.000	254	638250.000	3356983.000
76	637011.000	3358266.000	255	638249.000	3356982.000
77	637002.000	3358272.000	256	638233.000	3356962.000
78	636983.000	3358278.000	257	638208.000	3356951.000
79	636968.000	3358283.000	258	638199.000	3356944.000
80	636948.000	3358295.000	259	638154.000	3356910.000
81	636929.000	3358285.000	260	637651.000	3358400.000
82	636915.000	3358291.000	261	637658.000	3358387.000
83	636894.000	3358295.000	262	637665.000	3358372.000
84	636878.000	3358315.000	263	637658.000	3358373.000
85	636880.000	3358334.000	264	637654.000	3358374.000
86	636877.000	3358385.000	265	637645.000	3358379.000
87	636875.000	3358400.000	266	637636.000	3358392.000
88	636865.000	3358412.000	267	637629.000	3358394.000
89	636848.000	3358429.000	268	637625.000	3358392.000
90	636841.000	3358431.000	269	637619.000	3358395.000
91	636837.000	3358430.000	270	637611.000	3358396.000
92	636826.000	3358429.000	271	637602.000	3358398.000
93	636822.000	3358434.000	272	637590.000	3358406.000
94	636812.000	3358455.000	273	637579.000	3358413.000
95	636801.000	3358478.000	274	637568.000	3358417.000

Polígono de Tepetate Denominado El Ranchito					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
96	636796.000	3358492.000	275	637556.000	3358421.000
97	636801.000	3358523.000	276	637541.000	3358422.000
98	636824.000	3358542.000	277	637534.000	3358425.000
99	636850.000	3358560.000	278	637546.000	3358452.000
100	636878.000	3358584.000	279	637548.000	3358482.000
101	636896.000	3358602.000	280	637543.000	3358500.000
102	636910.000	3358632.000	281	637519.000	3358510.000
103	636917.000	3358647.000	282	637513.000	3358524.000
104	636928.000	3358674.000	283	637485.000	3358543.000
105	636932.000	3358698.000	284	637478.000	3358543.000
106	636951.000	3358720.000	285	637466.000	3358553.000
107	636983.000	3358742.000	286	637468.000	3358575.000
108	636998.000	3358745.000	287	637469.000	3358576.000
109	637039.000	3358738.000	288	637476.000	3358588.000
110	637052.000	3358739.000	289	637480.000	3358583.000
111	637074.000	3358736.000	290	637500.000	3358567.000
112	637098.000	3358735.000	291	637524.000	3358546.000
113	637121.000	3358726.000	292	637549.000	3358525.000
114	637140.000	3358724.000	293	637557.000	3358516.000
115	637146.000	3358722.000	294	637582.000	3358493.000
116	637159.000	3358708.000	295	637589.000	3358482.000
117	637161.000	3358702.000	296	637601.000	3358467.000
118	637167.000	3358689.000	297	637613.000	3358448.000
119	637176.000	3358681.000	298	637625.000	3358432.000
120	637212.000	3358657.000	299	637644.000	3358412.000
121	637233.000	3358652.000	300	637651.000	3358400.000
122	637269.000	3358657.000	301	637623.000	3358390.000
123	637273.000	3358663.000	302	637625.000	3358382.000
124	637277.000	3358676.000	303	637629.000	3358387.000
125	637294.000	3358684.000	304	637633.000	3358388.000
126	637313.000	3358683.000	305	637640.000	3358380.000
127	637351.000	3358674.000	306	637644.000	3358376.000
128	637361.000	3358673.000	307	637657.000	3358370.000

Polígono de Tepetate Denominado El Ranchito					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
129	637378.000	3358664.000	308	637661.000	3358371.000
130	637390.000	3358656.000	309	637663.000	3358372.000
131	637409.000	3358641.000	310	637666.000	3358371.000
132	637434.000	3358615.000	311	637670.000	3358362.000
133	637443.000	3358609.000	312	637682.000	3358340.000
134	637464.000	3358597.000	313	637687.000	3358330.000
135	637455.000	3358593.000	314	637693.000	3358316.000
136	637452.000	3358577.000	315	637713.000	3358281.000
137	637461.000	3358568.000	316	637738.000	3358257.000
138	637460.000	3358552.000	317	637760.000	3358230.000
139	637469.000	3358533.000	318	637771.000	3358213.000
140	637460.000	3358528.000	319	637776.000	3358191.000
141	637456.000	3358525.000	320	637788.000	3358168.000
142	637378.000	3358562.000	321	637807.000	3358160.000
143	637329.000	3358448.000	322	637829.000	3358161.000
144	637439.000	3358384.000	323	637837.000	3358157.000
145	637459.000	3358360.000	324	637851.000	3358151.000
146	637488.000	3358337.000	325	637825.000	3358144.000
147	637516.000	3358309.000	326	637809.000	3358143.000
148	637542.000	3358287.000	327	637782.000	3358143.000
149	637586.000	3358231.000	328	637756.000	3358153.000
150	637617.000	3358197.000	329	637706.000	3358188.000
151	637630.000	3358171.000	330	637659.000	3358215.000
152	637658.000	3358135.000	331	637621.000	3358248.000
153	637694.000	3358100.000	332	637581.000	3358299.000
154	637718.000	3358084.000	333	637564.000	3358314.000
155	637737.000	3358060.000	334	637593.000	3358355.000
156	637750.000	3358034.000	335	637542.000	3358389.000
157	637754.000	3357974.000	336	637532.000	3358411.000
158	637735.000	3357976.000	337	637535.000	3358420.000
159	637728.000	3357925.000	338	637549.000	3358417.000
160	637744.000	3357916.000	339	637555.000	3358416.000
161	637759.000	3357918.000	340	637567.000	3358414.000

Polígono de Tepetate Denominado El Ranchito					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
162	637766.000	3357945.000	341	637574.000	3358411.000
163	637763.000	3358021.000	342	637584.000	3358402.000
164	637808.000	3358061.000	343	637597.000	3358395.000
165	637753.000	3358127.000	344	637606.000	3358392.000
166	637727.000	3358122.000	345	637610.000	3358391.000
167	637690.000	3358157.000	346	637618.000	3358391.000
168	637695.000	3358169.000	347	637623.000	3358390.000
169	637658.000	3358193.000	348	637803.000	3358182.000
170	637657.000	3358202.000	349	637815.000	3358171.000
171	637685.000	3358185.000	350	637808.000	3358173.000
172	637700.000	3358176.000	351	637803.000	3358177.000
173	637717.000	3358164.000	352	637797.000	3358181.000
174	637740.000	3358148.000	353	637792.000	3358189.000
175	637758.000	3358139.000	354	637780.000	3358215.000
176	637781.000	3358134.000	355	637787.000	3358204.000
177	637796.000	3358133.000	356	637803.000	3358182.000
178	637811.000	3358131.000	1	638154.000	3356910.000
179	637828.000	3358134.000			

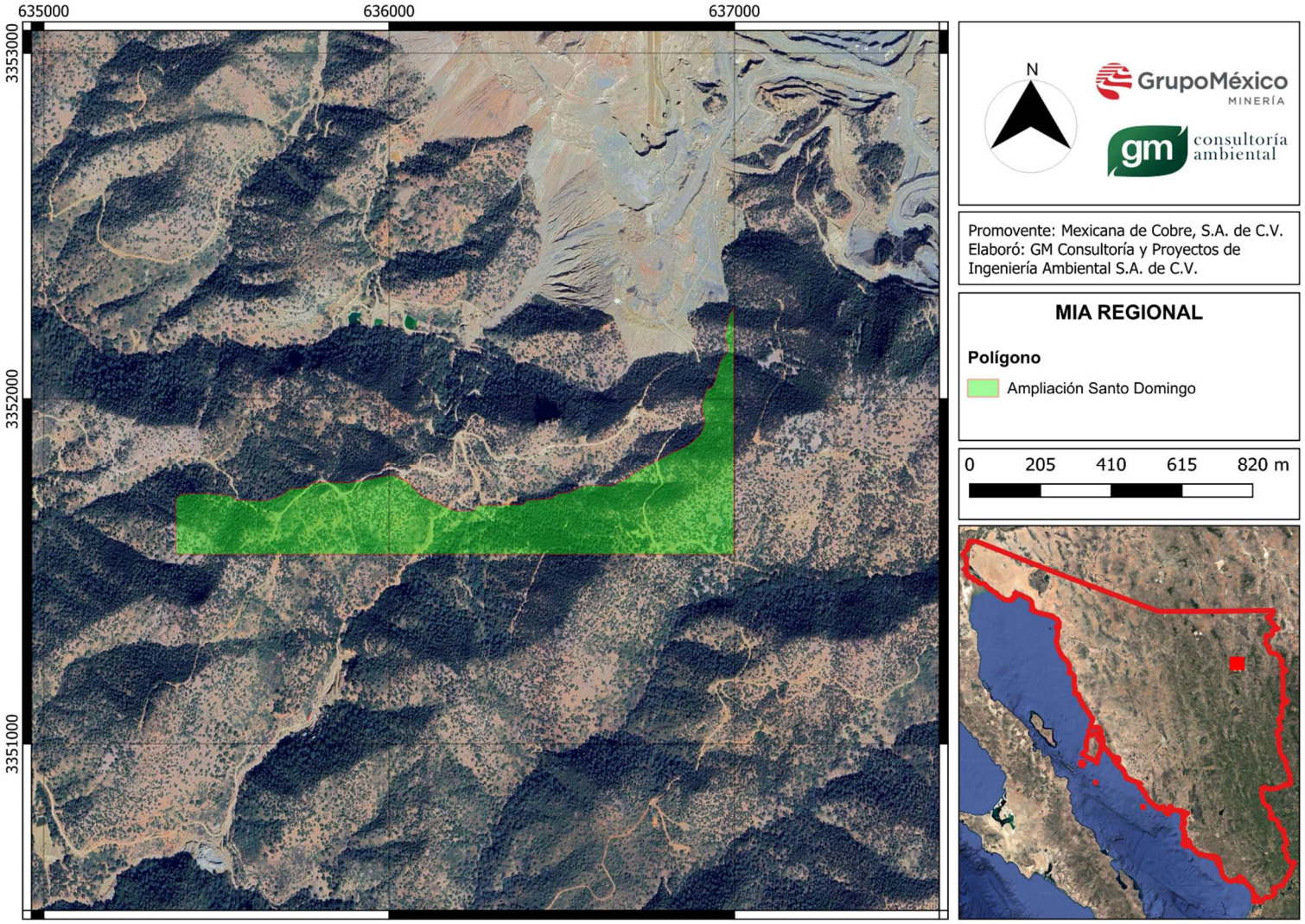
d) Ampliación Santo Domingo

El proyecto consiste en depositar el material sin valor económico extraíble (tepetate), mismo que es obtenido mediante las obras de extracción de mineral del complejo minero La Caridad, dentro del polígono denominado "Ampliación Santo Domingo". El polígono general cuenta con un área total de 133.26 hectáreas, de las cuales actualmente ya se cuenta con una autorización en materia de impacto ambiental en 98.63 hectáreas, superficie que fue autorizada a través del resolutivo con no. de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654, por lo que, a través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, se solicita la autorización de un polígono de superficie de 34.63 hectáreas, misma que es la restante de la totalidad del polígono que comprende Santo Domingo.

Dentro de la superficie del polígono Ampliación Santo Domingo se presentan 2 tipos de vegetación, de las cuales predomina el bosque de encino, extendiéndose por el 91.45% de la totalidad del área, lo que equivale a una superficie 31.67 hectáreas, mientras que la vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino se hace presente dentro de 2.96 hectáreas correspondiendo al 8.55% del área total.

En la siguiente figura se puede observar el polígono de solicitud de autorización en materia de impacto ambiental del subproyecto denominado como Ampliación Santo Domingo.

Figura II.5. Plano de ubicación del polígono que comprende Ampliación Santo Domingo.



En la siguiente Tabla se presentan las coordenadas de los vértices que conforman el Polígono 04 Ampliación Santo Domingo.

Cuadro II.8. Coordenadas UTM WGS84 de los vértices del polígono

Polígono de Tepetate Denominado Ampliación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
1	636999.000	3352266.000	42	636396.000	3351702.000
2	636998.000	3351547.000	43	636400.000	3351705.000
3	635750.000	3351547.000	44	636422.000	3351706.000
4	635382.000	3351547.000	45	636435.000	3351707.000
5	635382.000	3351708.000	46	636452.000	3351708.000
6	635385.000	3351712.000	47	636469.000	3351710.000
7	635390.000	3351717.000	48	636483.000	3351718.000
8	635395.000	3351722.000	49	636487.000	3351724.000
9	635462.000	3351725.000	50	636520.000	3351727.000
10	635546.000	3351718.000	51	636553.000	3351742.000
11	635554.000	3351705.000	52	636574.000	3351748.000
12	635601.000	3351704.000	53	636645.000	3351747.000
13	635623.000	3351703.000	54	636684.000	3351766.000
14	635647.000	3351704.000	55	636712.000	3351785.000
15	635696.000	3351723.000	56	636743.000	3351804.000
16	635704.000	3351732.000	57	636780.000	3351824.000
17	635707.000	3351735.000	58	636815.000	3351843.000
18	635708.000	3351737.000	59	636860.000	3351863.000
19	635728.000	3351739.000	60	636869.000	3351869.000
20	635739.000	3351740.000	61	636877.000	3351876.000
21	635761.000	3351742.000	62	636887.000	3351886.000
22	635777.000	3351755.000	63	636894.000	3351892.000
23	635820.000	3351757.000	64	636900.000	3351899.000
24	635850.000	3351755.000	65	636904.000	3351904.000
25	635883.000	3351755.000	66	636907.000	3351913.000
26	635906.000	3351758.000	67	636912.000	3351926.000
27	635998.000	3351777.000	68	636913.000	3351931.000
28	636016.000	3351776.000	69	636912.000	3351938.000
29	636057.000	3351755.000	70	636904.000	3351980.000

Polígono de Tepetate Denominado Ampliación Santo Domingo					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
30	636074.000	3351736.000	71	636918.000	3352027.000
31	636095.000	3351716.000	72	636919.000	3352029.000
32	636148.000	3351694.000	73	636929.000	3352031.000
33	636189.000	3351675.000	74	636942.000	3352049.000
34	636213.000	3351673.000	75	636957.000	3352109.000
35	636241.000	3351674.000	76	636970.000	3352126.000
36	636259.000	3351691.000	77	636978.000	3352132.000
37	636296.000	3351691.000	78	636981.000	3352144.000
38	636315.000	3351689.000	79	636970.000	3352179.000
39	636337.000	3351692.000	80	636984.000	3352242.000
40	636346.000	3351692.000	1	636999.000	3352266.000
41	636386.000	3351691.000			

Las obras y actividades que se desarrollarán en este subproyecto incluyen una obra minera de depósito de tepetate, cuya finalidad es contar con sitios adecuados para almacenar todo aquel material sin valores económicamente extraíbles, que será generado por las obras mineras del proyecto, así como los posibles sobrantes de cortes en accesos o plataformas en la construcción de obras superficiales. Estos polígonos serán necesarios de acuerdo con el resultado de recientes estudios para el desarrollo de la mina, los cuales establecen que se requerirá de una mayor superficie para el área de las tepetateras.

Las tepetateras se construyen con el mismo material inerte de extracción, mediante técnicas de vaciado muy conocidas en el ámbito minero Nacional e Internacional, empleándose maquinaria pesada, camiones y equipo basculante para conformar el depósito. Una vez que el tepetate se lleva hasta el sitio de la tepetatera por medio de los camiones y la rampa de acarreo al área de vaciado, donde por gravedad y compactación debida al propio peso del material rocoso y gravoso estéril que conforma el tepetate, se deposita el material en el sitio de forma gradual, creciendo así la obra en masa, anchura, altura y volumen de tal manera que se permita continuar con la disposición, cabe aclarar que este proceso se realizara con ángulo de reposo natural.

Los residuos generados del minado serán caracterizados para determinar las concentraciones de elementos tóxicos y el potencial de generación de drenaje ácido de roca, conforme a la Norma Oficial Mexicana, NOM-157-SEMARNAT-2009, la cual establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros, establece los procedimientos de muestreo y caracterización para el tepetate, con el propósito de promover la prevención de la generación y valorización de los residuos, así como alentar su manejo integral a través de nuevos procesos.

Las pruebas que se realizarán para determinar la peligrosidad de los residuos provenientes del minado serán conforme al Numeral 5.4.2.1, de la NOM-157-SEMARNAT-2009. Tomando en cuenta los resultados que se obtendrán de dichas pruebas, el promovente desarrollará el Plan de Manejo de Residuos Mineros durante la operación, de conformidad con lo establecido en la NOM-0157-SEMARNAT-2009.

Es importante que los polígonos cuenten con un acceso que servirá para el traslado de los materiales, así como para comunicar hacia el resto de las obras mineras, esto debido a que las condiciones mineralógicas del tepetate (roca sin valor económico) irán creciendo de forma secuencial de acuerdo al programa de explotación del proyecto, cuidando que su conformación sea estable y permita la recuperación de una cubierta vegetal en un porcentaje importante de su superficie. El depósito se llevará a cabo por medio de camiones de 240 ton de capacidad. Dentro del protocolo de preparación de las tepetateras son considerados los siguientes aspectos:

i. Colocar en el fondo de la tepetatera una capa impermeable basada en material fino (arcilla) para evitar las infiltraciones de soluciones acuosas provocadas por las lluvias.
ii. Construir un bordo-canal para desvío de aguas pluviales.
iii. Construir bordo o berma de una altura aproximada de un metro en la zona donde el camión deposita el material estéril, para efectos de seguridad.
iv. Compactar el terrero con uso de tractor mientras se esté realizando el depósito.

e) Ampliación Cachuly

El Proyecto denominado Ampliación Cachuly será destinado para la construcción de un terrero de lixiviación, el proyecto cuenta con una superficie total de 27.69 hectáreas, misma que es la que se solicita para autorización en materia de impacto ambiental. Si bien el complejo minero La Caridad ya cuenta con terreros de lixiviación, existen beneficios al contar con el depósito de material lixiviable Ampliación Cachuly, siendo uno de ellos el evitar accidentes en los actuales terreros de lixiviación al requerir el aumento de su capacidad, además de evitar detener la producción por falta de otros sitios para realizar las actividades hidrometalúrgicas que se encuentran autorizadas y en operación.

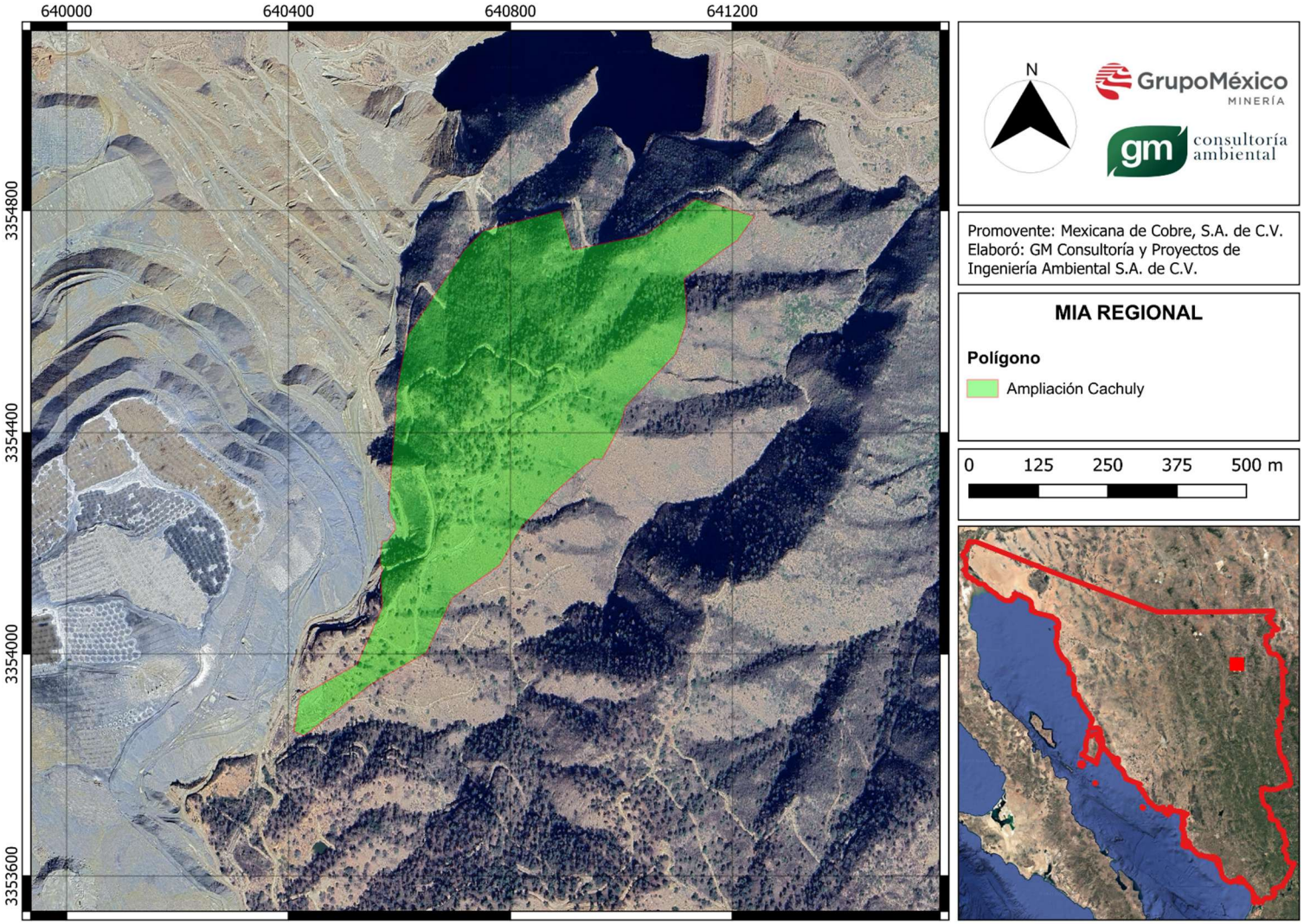
El material lixiviable o de media ley presenta contenidos de cobre de entre 0.15% y 0.30%, por lo que no es viable enviarlo directamente a la trituración; sin embargo, es un material con índices de solubilidad de 30 a 50%, por lo que, si es viable enviarlo a un proceso hidrometalúrgico, el cual se realiza mediante las siguientes actividades:

i. La recepción del mineral fresco ROM (Run Of Mine), que será transportado desde la mina a través de camiones para ser depositado sobre la superficie del terreno.
ii. La disposición del mineral fresco ROM en pilas para construir terrazas con una altura aproximada de 15 a 30 m, que constituirá en el terrero;
iii. La operación del proceso de lixiviación del mineral ROM se realiza empleando soluciones gastadas (procedentes de la Planta ESDE) en medio sulfato ácido que facilite la disolución de los valores de cobre;
iv. La captación y manejo de la solución preñada (Pregnant Leach Solution PLS) en las piletas de captación de la solución preñada correspondientes y;
v. Envío mediante bombeo de la solución preñada desde cada pileta de captación a la Planta ESDE, para la recuperación del cobre y posterior formación del cobre catódico.

Dentro de las 27.69 hectáreas sujetas a autorización en materia de impacto ambiental, se distribuye la vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino en una superficie de 27.03 hectáreas correspondientes al 97.62% del territorio, mientras que el resto del área correspondiente a una superficie de 0.66 hectáreas (2.38%).

En la siguiente figura se puede observar el polígono de solicitud de autorización en materia de impacto ambiental del subproyecto denominado como Ampliación Cachuly.

Figura II.6. Plano de ubicación del polígono que comprende Ampliación Cachuly.



En la siguiente Tabla se presentan las coordenadas de los vértices que conforman el Polígono 05 Ampliación Cachuly.

Cuadro II.9. Coordenadas UTM WGS84 de los vértices del polígono

Polígono Ampliación Cachuly					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
1	641209.000	3354747.000	38	640455.000	3353943.000
2	641203.000	3354742.000	39	640522.000	3353981.000
3	641203.000	3354743.000	40	640523.000	3353981.000
4	641113.000	3354677.000	41	640546.000	3354032.000
5	641116.000	3354631.000	42	640546.000	3354033.000
6	641116.000	3354597.000	43	640547.000	3354035.000
7	641116.000	3354596.000	44	640548.000	3354038.000
8	641097.000	3354541.000	45	640548.000	3354039.000
9	641007.000	3354447.000	46	640565.000	3354076.000
10	640998.000	3354415.000	47	640569.000	3354085.000
11	640965.000	3354352.000	48	640569.000	3354086.000
12	640949.000	3354352.000	49	640565.000	3354139.000
13	640899.000	3354308.000	50	640566.000	3354145.000
14	640876.000	3354287.000	51	640570.000	3354150.000
15	640875.000	3354287.000	52	640565.000	3354160.000
16	640867.000	3354278.000	53	640563.000	3354166.000
17	640819.000	3354227.000	54	640568.000	3354202.000
18	640794.000	3354184.000	55	640578.000	3354204.000
19	640793.000	3354181.000	56	640591.000	3354223.000
20	640781.000	3354160.000	57	640591.000	3354236.000
21	640734.000	3354127.000	58	640585.000	3354246.000
22	640728.000	3354123.000	59	640579.000	3354261.000
23	640696.000	3354101.000	60	640593.000	3354452.000
24	640696.000	3354101.000	61	640593.000	3354465.000
25	640694.000	3354099.000	62	640612.000	3354572.000
26	640675.000	3354059.000	63	640622.000	3354587.000
27	640674.000	3354057.000	64	640623.000	3354589.000
28	640674.000	3354057.000	65	640716.000	3354730.000
29	640648.000	3354002.000	66	640750.000	3354763.000

Polígono Ampliación Cachuly					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
30	640552.000	3353947.000	67	640890.000	3354801.000
31	640427.000	3353852.000	68	640912.000	3354729.000
32	640409.000	3353860.000	69	641043.000	3354756.000
33	640415.000	3353896.000	70	641135.000	3354821.000
34	640419.000	3353923.000	71	641238.000	3354789.000
35	640440.000	3353934.000	72	641238.000	3354788.000
36	640444.000	3353937.000	73	641210.000	3354747.000
37	640452.000	3353941.000	1	641209.000	3354747.000

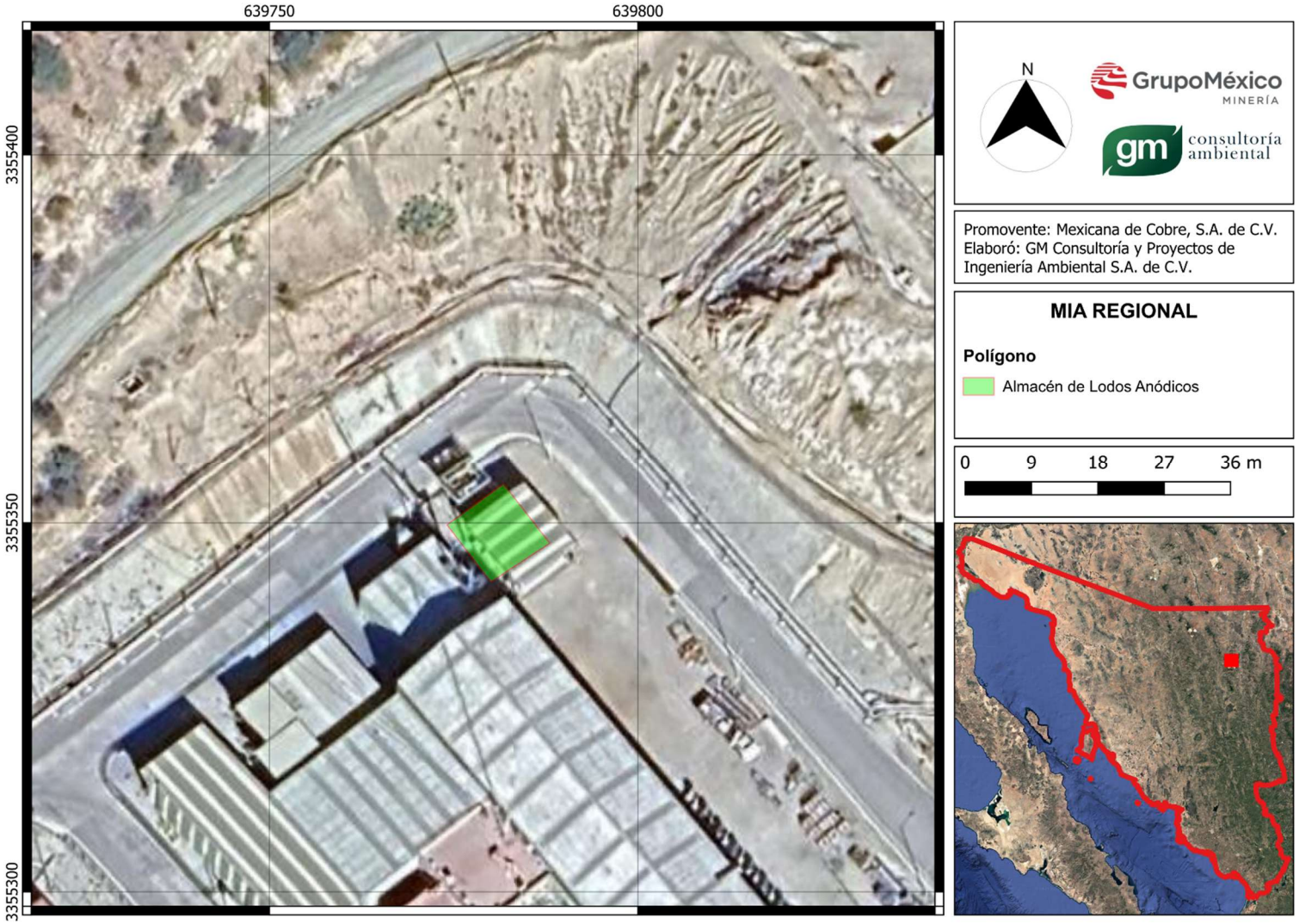
f) Almacén de lodos anódicos

En el Complejo Minero La Caridad actualmente se encuentra la Planta de Extracción por Solventes y Depositación Electrolítica (ESDE), misma que se divide en tres procesos: Lixiviación, Extracción por Solventes y Depositación Electrolítica, la cual ya se encuentra autorizada bajo la resolución en materia de impacto ambiental del proyecto La Caridad bajo el número de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654. En el proceso de la Depositación electrolítica se generan lodos anódicos como residuos mineros. La superficie es de 0.01 hectáreas y se encuentra dentro del polígono Planta ESDE autorizado en el proyecto La Caridad.

Al generarse los lodos anódicos como residuos mineros, surge la necesidad de contar con un lugar adecuado para resguardar los recipientes que contienen estos residuos generados en el proceso de depositación electrolítica, por ello se solicita autorización para la construcción y operación del "Almacén de lodos anódicos", mismo que comprende en esencia de un tejaban, piso con recubrimiento de acero inoxidable antiderrapante maximizando de esta manera la protección del suelo. Al no contar con paredes laterales, se utilizará a favor la ventilación natural, además el tejaban contará con tragaluces lo que permitirá aprovechar al máximo la luz solar, evitando utilizar luminarias y energía eléctrica para el funcionamiento del almacén. Además, el almacén contará con un dique de contención, el cual tendrá la función de retener un posible derrame de la sustancia almacenada (subproducto) el con la finalidad de prevenir un daño ecológico sobre suelo natural.

En la siguiente figura se puede observar el polígono de solicitud de autorización en materia de impacto ambiental del subproyecto denominado como Almacén de lodos anódicos.

Figura II.7. Plano de ubicación del polígono que comprende Almacén de lodos anódicos.



En la siguiente Tabla se presentan las coordenadas de los vértices que conforman el Polígono 06 Almacén de lodos anódicos.

Cuadro II.10. Coordenadas UTM WGS84 de los vértices del polígono

Área del Polígono Almacén de Lodos Anódicos		
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N		
ID	X	Y
1	639774.000	3355349.000
2	639781.000	3355355.000
3	639788.000	3355347.000
4	639780.000	3355341.000
1	639774.000	3355349.000

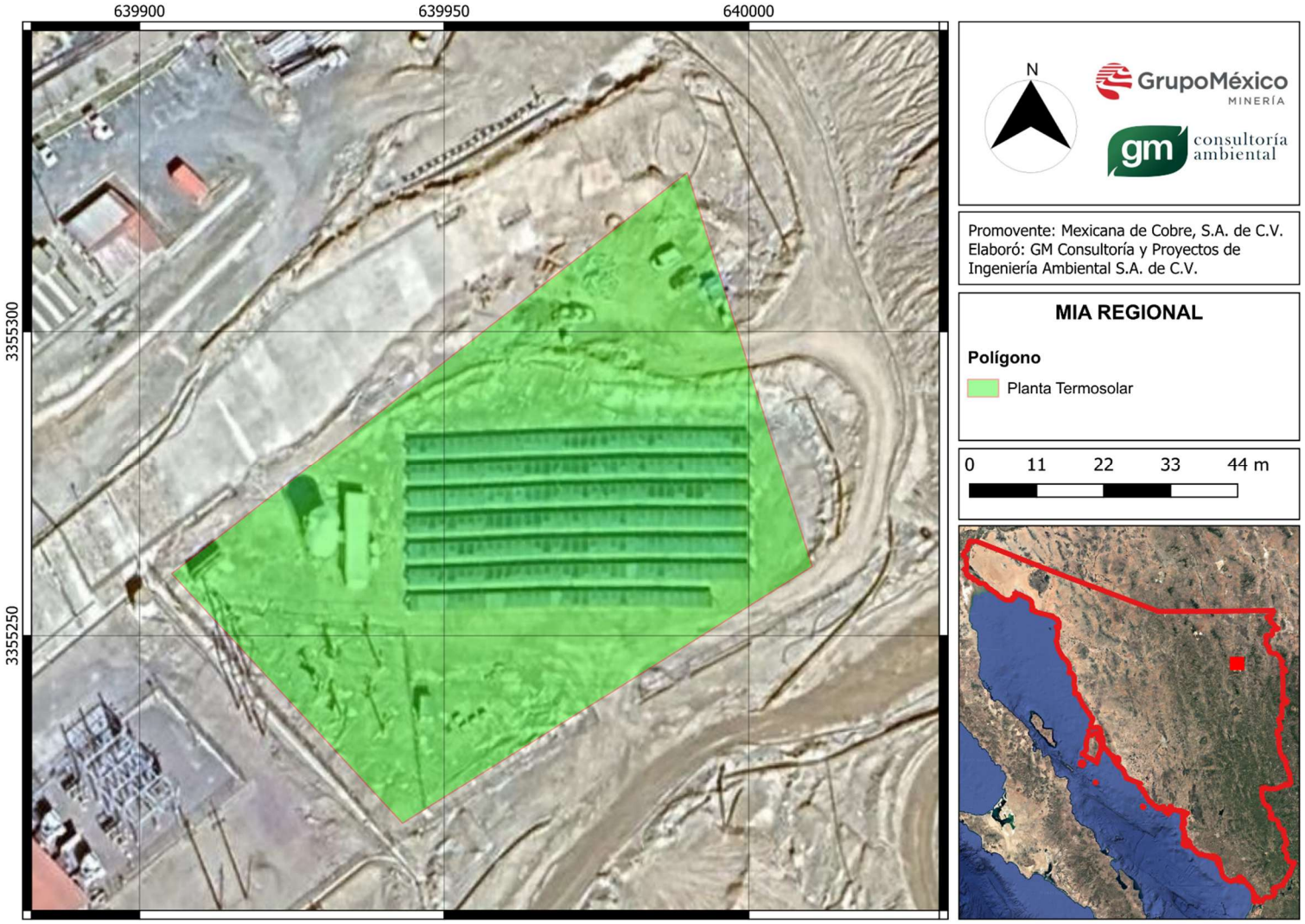
g) Planta Termosolar

El proyecto consiste en la instalación de una Planta Termosolar en Planta Hidrometalurgia perteneciente al Complejo Minero La Caridad, el área destinada para la planta termosolar cuenta con una mínima extensión de 0.56 hectáreas, dentro de una superficie que ya se encuentra autorizada en materia de impacto ambiental mediante el resolutivo con número de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654. La superficie solicitada se encuentra desprovista de vegetación en su totalidad y debido a esto, no se requerirán actividades de desmonte para la ejecución e instalación de la Planta Termosolar.

La planta termosolar en mención es un sistema con una vida útil de, al menos, 25 años si se efectúan las instrucciones simples de mantenimiento. También tiene un nivel de requerimientos de mantenimiento bajo. La planta se compone de muy pocas partes móviles que se puedan descomponer. Sólo las bombas y las válvulas automáticas tienen partes móviles. La planta tiene dos circuitos cerrados con líquidos que se mantienen dentro del sistema durante la vida útil de la planta. Esto permite que no se acumulen depósitos dentro de los componentes, lo que ayuda a mantener la larga vida del sistema.

En la siguiente figura se puede observar el polígono de solicitud de autorización en materia de impacto ambiental del subproyecto denominado como Planta Termosolar.

Figura II.8. Plano de ubicación del polígono que comprende Planta termosolar.



En la siguiente Tabla se presentan las coordenadas de los vértices que conforman el Polígono 07 Planta Termosolar.

Cuadro II.11. Coordenadas UTM WGS84 de los vértices del polígono

Área del Polígono Planta Termosolar		
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N		
ID	X	Y
1	639905.000	3355260.000
2	639989.000	3355326.000
3	640010.000	3355261.000
4	639943.000	3355219.000
1	639905.000	3355260.000

h) Represo Cachuly

El proyecto denominado como Represo Cachuly pretende realizarse sobre una superficie de 88.24 ha, de las cuales 84.63 ha ya fueron autorizadas en materia de impacto ambiental mediante el resolutivo con No. de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654 por lo que la presente Manifestación solicita la autorización de un total de las 3.61 ha restantes, dividiéndose en los siguientes polígonos:

Proyecto	Situación	Área (m2)	Área (ha)
Terreros Guadalupe	Autorizado	368,020.56	36.80
Solución Guadalupe		21,386.85	2.14
Presa de Jales		98,496.02	9.85
Vaso de Presa de Jales 7		358,411.64	35.84
Porción Represo Cachuly	Se solicita autorización en la presente MIA-R	36,121.19	3.61
	Total	**882,436.26**	**88.24**

Como se observa en la tabla anterior, el área que requiere de autorización en materia de impacto ambiental son 3.61 ha con motivo de la construcción del represo de

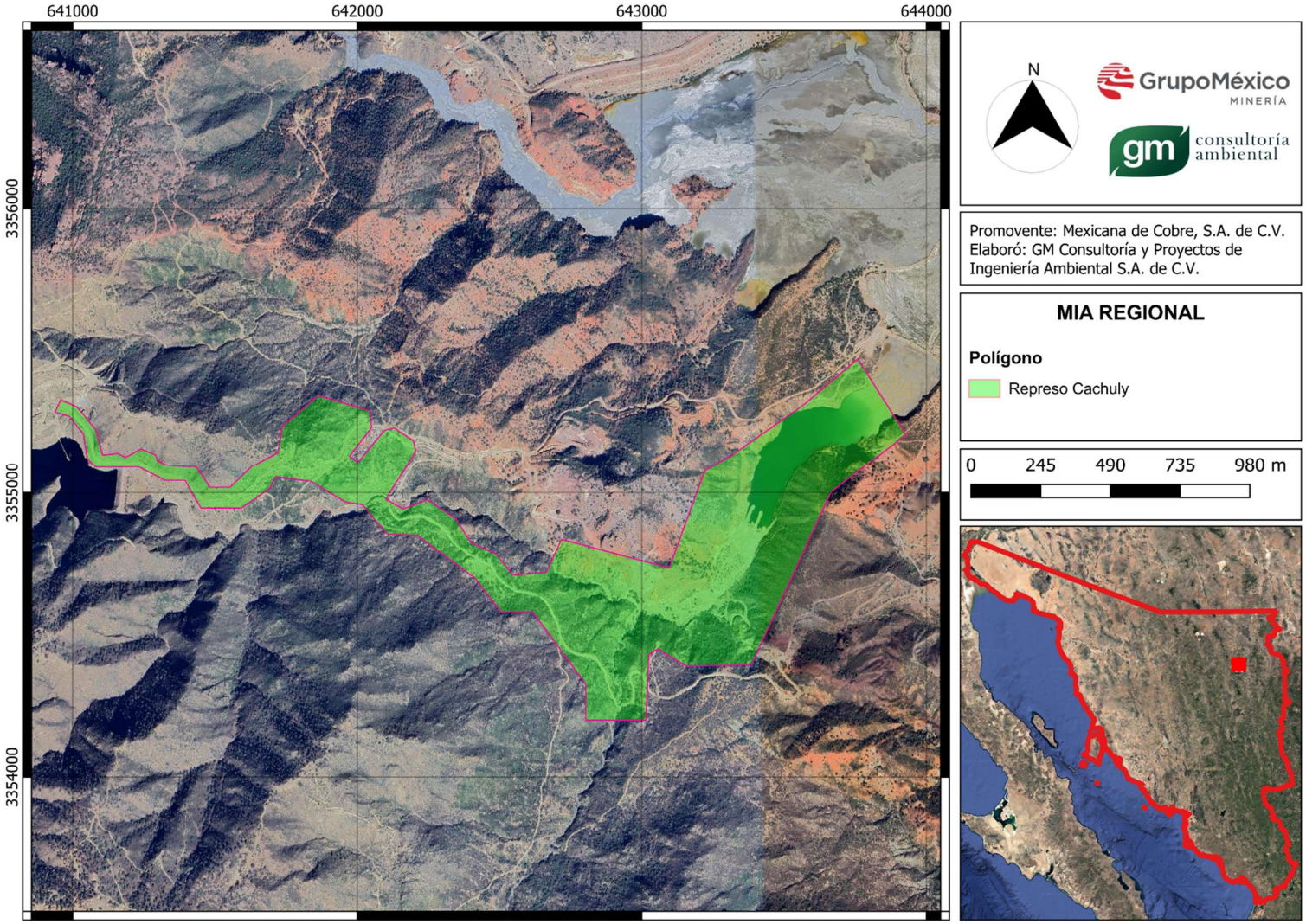
solución preñada (PLS por sus siglas en inglés), el cual será construido con protección impermeable por medio de geomembranas, un represo de contingencias que funcionará en caso de una lluvia extraordinaria, un sistema de bombeo, uno de rebombeo y la ampliación de capacidad de los sistemas de bombeo y rebombeos existentes. Con la finalidad de evitar daños a la geomembrana se construirá un bordo de roca para contención de arrastres del arroyo que pueden ser maderas, rocas, arbustos, etc., y un represo de sedimentación para arrastres finos antes que el flujo llegue al almacén de PLS.

Para la atención de eventualidades, será construida un represo para contingencias aguas abajo de los represos de PLS. En caso de que ocurriera la captación de solución preñada o agua de lluvia en el represo de contingencias, esta sería bombeada nuevamente al represo de PLS, de esta manera todo se queda dentro del sistema y se garantice que el represo de contingencias permanezca seco.

Dentro de la superficie solicitada para la realización del represo Cachuly se distribuyen 2 vegetaciones, siendo el matorral desértico micrófilo el que cuenta con mayor distribución de ellos, ya que se presenta en un área de 59.77 ha (67.73%); la vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino puede encontrarse en un área de 24.70 ha (28%) del área total del proyecto, mientras que el 1.79% (1.58 ha) de la superficie se encuentra sin vegetación aparente, y el resto del área que corresponde a 2.19 ha (2.49%) se encuentra desprovista de vegetación.

En la siguiente figura se puede observar el polígono de solicitud de autorización en materia de impacto ambiental del subproyecto denominado como Represo Cachuly.

Figura II.9. Plano de ubicación del polígono que comprende Represo Cachuly.



En la siguiente Tabla se presentan las coordenadas de los vértices que conforman el Polígono 08 Represo Cachuly.

Cuadro II.12. Coordenadas UTM WGS84 de los vértices del polígono

Cachuly					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
1	643928.0000	3355205.0000	36	641291.0000	3355134.0000
2	643664.0000	3355000.0000	37	641297.0000	3355113.0000
3	643385.0000	3354394.0000	38	641333.0000	3355095.0000
4	643155.0000	3354389.0000	39	641408.0000	3355090.0000
5	643058.0000	3354450.0000	40	641433.0000	3355091.0000
6	643024.0000	3354431.0000	41	641553.0000	3355018.0000
7	643014.0000	3354200.0000	42	641629.0000	3355092.0000
8	642802.0000	3354199.0000	43	641721.0000	3355141.0000
9	642803.0000	3354326.0000	44	641737.0000	3355234.0000
10	642616.0000	3354580.0000	45	641862.0000	3355342.0000
11	642505.0000	3354580.0000	46	642044.0000	3355289.0000
12	642411.0000	3354699.0000	47	642050.0000	3355230.0000
13	642211.0000	3354849.0000	48	641972.0000	3355129.0000
14	642105.0000	3354854.0000	49	642002.0000	3355107.0000
15	642017.0000	3354957.0000	50	642095.0000	3355220.0000
16	641958.0000	3354965.0000	51	642130.0000	3355228.0000
17	641838.0000	3355038.0000	52	642197.0000	3355183.0000
18	641712.0000	3355055.0000	53	642205.0000	3355147.0000
19	641692.0000	3355014.0000	54	642100.0000	3354976.0000
20	641592.0000	3354944.0000	55	642161.0000	3354941.0000
21	641450.0000	3354944.0000	56	642246.0000	3354974.0000
22	641395.0000	3355042.0000	57	642345.0000	3354907.0000
23	641324.0000	3355042.0000	58	642399.0000	3354822.0000
24	641233.0000	3355089.0000	59	642488.0000	3354783.0000
25	641080.0000	3355089.0000	60	642546.0000	3354710.0000
26	641050.0000	3355120.0000	61	642664.0000	3354718.0000
27	641037.0000	3355208.0000	62	642717.0000	3354834.0000
28	640987.0000	3355270.0000	63	643096.0000	3354734.0000
29	640958.0000	3355327.0000	64	643222.0000	3355077.0000

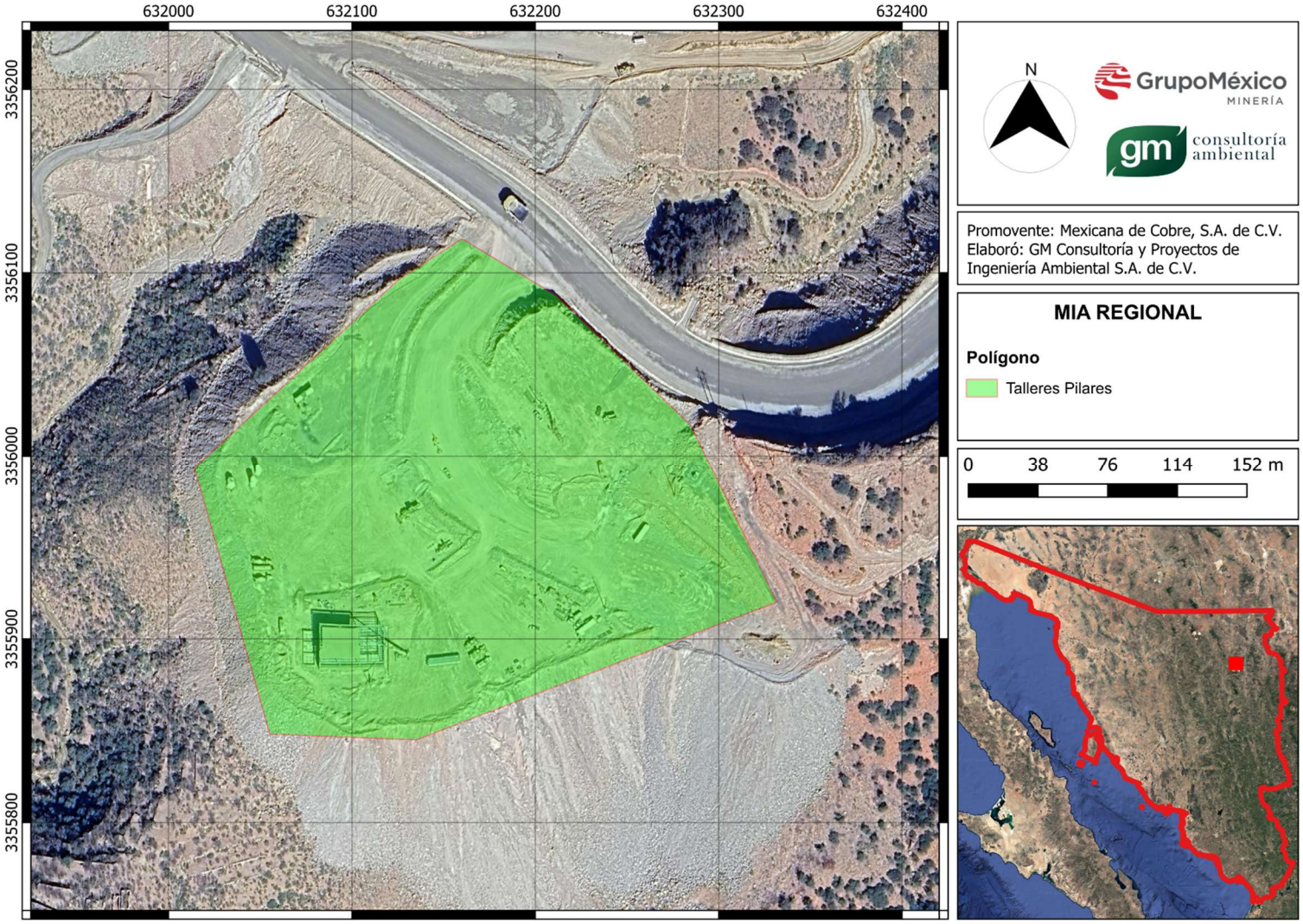
Cachuly					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
30	641015.0000	3355302.0000	65	643318.0000	3355134.0000
31	641081.0000	3355222.0000	66	643571.0000	3355312.0000
32	641105.0000	3355132.0000	67	643758.0000	3355471.0000
33	641158.0000	3355138.0000	1	643928.0000	3355205.0000
34	641185.0000	3355125.0000			
35	641239.0000	3355154.0000			

i) Taller Pilares

Actualmente el complejo minero La Caridad cuenta con autorizaciones previas en materia de Impacto Ambiental y Cambio de Uso de Suelo y Terrenos Forestales (CUSTF) en la que se encuentran autorizadas 438.94 hectáreas correspondiente a Predio Pilares, misma autorización que se obtuvo mediante la resolución con número de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654, además también se cuenta con la autorización en Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) para el proyecto denominado La Caridad con número de oficio DFS/SGPA/UARRN/17/2022. De lo previamente autorizado en Predio Pilares en la Manifestación de Impacto Ambiental y Cambio de Uso de Suelo en Terreros Forestales se contemplan 213.64 hectáreas destinadas para áreas uso común y de las cuales se pretenden utilizar 5.50 hectáreas para redestinarse a la construcción de Taller Pilares ya que es importante contar con el proyecto debido a la demanda de mantenimientos y servicios de la maquinaria de la zona.

En la siguiente figura se puede observar el polígono de solicitud de autorización en materia de impacto ambiental del subproyecto denominado como Taller Pilares.

Figura II.10. Plano de ubicación del polígono que comprende Taller Pilares.



En la siguiente Tabla se presentan las coordenadas de los vértices que conforman el Polígono 09 Taller Pilares.

Cuadro II.13. Coordenadas UTM WGS84 de los vértices del polígono

Área del Polígono Taller Pilares		
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N		
ID	X	Y
1	632268.000	3356205.000
2	632265.000	3356150.000
3	632251.000	3356095.000
4	632224.000	3356121.000
5	632068.000	3356228.000
6	632082.000	3356245.000
7	632185.000	3356208.000
8	632212.000	3356206.000
1	632268.000	3356205.000

j) Crecimiento de depósito de jales

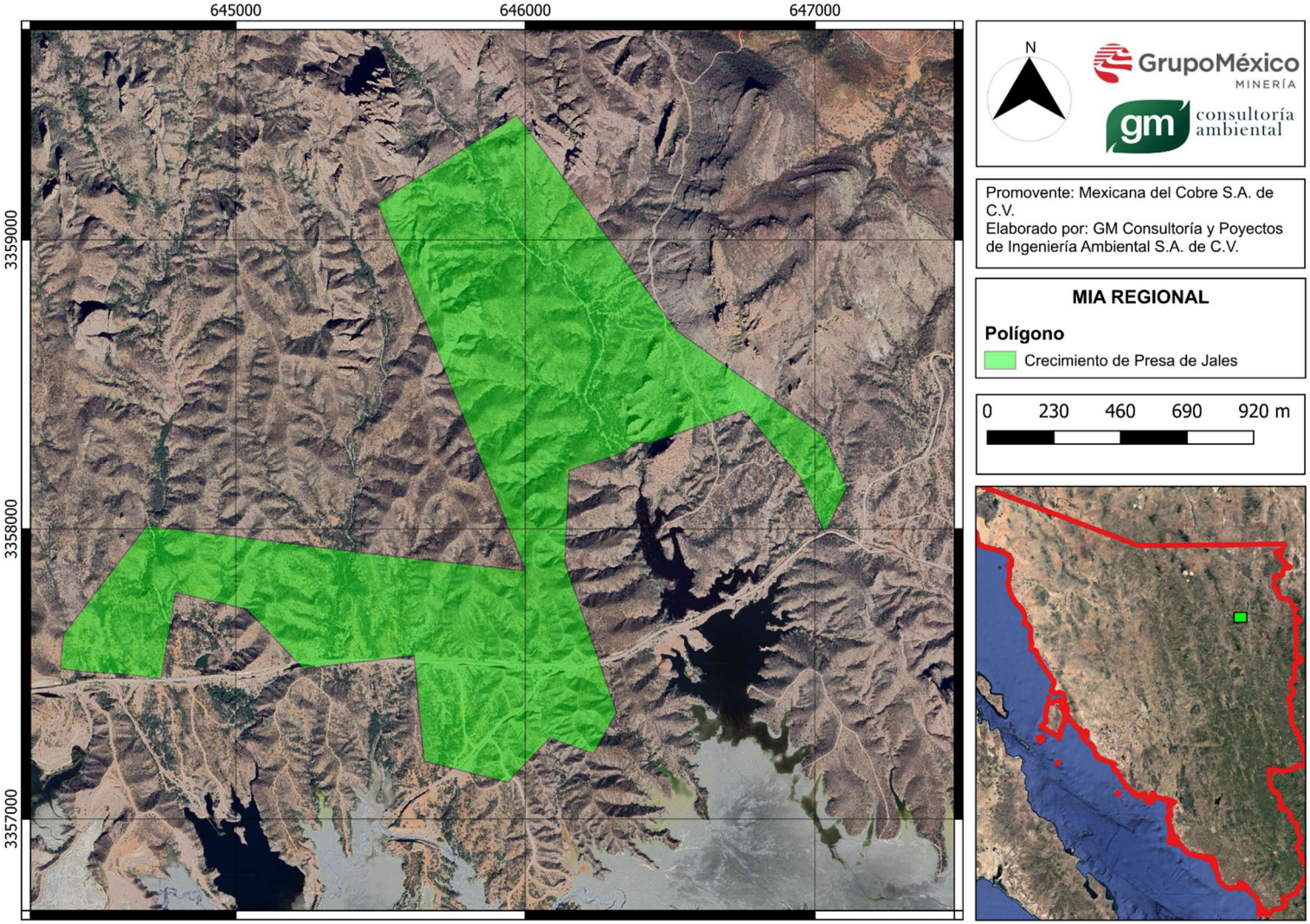
El proyecto denominado crecimiento de depósito de jales consta de un polígono con 242.98 ha totales, de las cuales en la presente solicitud de autorización se requiere un total de 179.88 ha. La superficie restante de 63.10 ha ya se encuentra autorizada en materia de impacto ambiental mediante los resolutivos con No. de Oficio SGPA/DGRA/DG/06645 y SGPA/DGIRA/DG/10109; por lo que en la presente MIA-R se solicita la autorización de las 179.88 ha restantes, que harán posibles la ampliación requerida para el crecimiento del depósito de presa de jales, por lo que, al agregar la superficie solicitada dentro del área del vaso de la presa, esta incrementaría su superficie de 4,130.47 a 4,310.35 ha.

La mayor parte de la superficie autorizada para el proyecto de crecimiento de depósito de jales se encuentra actualmente en el polígono envolvente de presa 7. Sin embargo, debido a las necesidades operativas del complejo minero La Caridad, se requiere ampliar el vaso de la presa de jales a efecto de garantizar el correcto funcionamiento del depósito de jales y el almacenamiento de jal y, así mismo garantizar que fenómenos

climáticos atípicos no puedan detonar riesgos ambientales o sociales en la región, por lo que se considera necesario redestinar las 63.10 ha actualmente autorizadas en materia de impacto ambiental al vaso de la presa, además considerar la autorización de la superficie faltantes (179.88 ha), motivo de la presente solicitud de autorización.

En la siguiente figura se puede observar el polígono solicitado para su autorización en materia de impacto ambiental del subproyecto denominado como Crecimiento de depósito de jales.

Figura II.11. Plano de ubicación del polígono que comprende Crecimiento de depósito de jales.



En la siguiente Tabla se presentan las coordenadas de los vértices que conforman el Polígono 10 Crecimiento de depósito de jales.

Cuadro II.14. Coordenadas UTM WGS84 de los vértices del polígono

Crecimiento de depósito de jales					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
1	647109.7100	3358141.3600	18	645452.7500	3357544.3400
2	647034.1100	3358321.7500	19	645615.5000	3357563.5000
3	646522.5100	3358686.6300	20	645650.2043	3357199.8291
4	645970.5500	3359430.2000	21	645939.1382	3357126.2096
5	645488.5900	3359126.3300	22	646083.2659	3357278.9859
6	646001.5200	3357855.3500	23	646236.2277	3357226.5822
7	645473.0500	3357913.6700	24	646304.7427	3357349.1501
8	644693.1500	3358012.2200	25	646302.1500	3357360.8200
9	644405.3200	3357636.3600	26	646311.1801	3357378.5411
10	644392.9451	3357518.7211	27	646136.1827	3357884.3538
11	644475.6498	3357507.9266	28	646151.1439	3358202.9517
12	644618.8028	3357498.4885	29	646339.3103	3358266.9519
13	644742.2017	3357484.8370	30	646380.3208	3358302.0093
14	644792.0250	3357781.4599	31	646430.5012	3358299.6251
15	645038.5749	3357722.7267	32	646753.9040	3358411.5406
16	645232.1745	3357518.7179	33	646949.5165	3358178.2703
17	645396.7500	3357537.7499	34	647032.8353	3357987.8190

k) Ampliación concentradora

El proyecto de ampliación concentradora consta de la construcción y operación de una nueva planta concentradora, esto se debe a que la ley del mineral ha disminuido en el complejo La Caridad, por lo que es necesario incrementar la capacidad de procesamiento para mantener la producción de concentrados. La superficie de la poligonal de la ampliación Concentradora es de un total de 17.03 ha, de las cuales se solicita la autorización en materia de impacto ambiental en una superficie de 5.13 ha, esto considerando que la superficie restante, 11.90 ha, ya fue autorizada mediante el resolutivo con No. de oficio

SGPA/DGIRA/DG/06654. La planta contará con una capacidad de 20,000 TMSPD (Toneladas Métricas Secas Por Dia).

La Planta será diseñada para procesar mineral sulfurado, con equipos modernos, optimizando el uso de agua y energía, y con las mejores medidas de prevención y control ambiental.

El proceso se desarrollará en circuito cerrado, utilizando agua que será recirculada repetidas veces para disminuir el consumo de agua potable. Las únicas salidas del proceso serán el concentrado de cobre, el concentrado de molibdeno y los jales, los cuales se enviarán a una presa existente, para su disposición final.

Operará con un esquema de flotación diferencial, donde inicialmente se obtiene concentrado cobre-molibdeno y posteriormente se generan dos líneas independientes para obtener concentrados de cobre y concentrados de molibdeno.

Las áreas de proceso se ubicarán dentro de naves industriales construidas con estructuras de concreto o metálicas, con laminado en techo y costaneras, acondicionadas para que el personal operativo se encuentre protegido de las condiciones climáticas de la zona y con los sistemas de seguridad correspondientes:

- Sistemas contra incendios acorde con la normatividad aplicable.
- Espacios confinados debidamente ventilados para evitar acumulaciones de gases o aerosoles
- Plataformas, escaleras, barandales y accesos para una operación y un mantenimiento seguro.

Para la construcción de la planta concentradora, se realizará el retiro de las instalaciones existentes y demoliciones que queden dentro del área de proyecto. El desmonte y despalme se ejecutará de acuerdo con lo indicado en normas ambientales para su posterior utilización en las áreas de remediación.

El movimiento de tierras para la construcción de plataformas se ejecutará realizando cortes, excavaciones y rellenos, utilizando equipo y maquinaria pesada. Los rellenos se

ejecutarán con material producto de cortes y material de banco. El material de banco será extraído de bancos autorizados para ese fin.

Debido a la magnitud del proyecto, se construirán diversos tipos de cimentaciones superficiales, profundas, semi-profundas, muros de contención, etc., dependiendo del tamaño del equipo o estructura a cimentar.

Para las estructuras se utilizarán concreto reforzado y/o estructura metálica dependiendo del requerimiento necesario de cada área. Para las cubiertas se utilizarían losas de concreto prefabricados o hechos en obra, lámina galvanizada, lámina translucida, tipo sándwich y otras existentes en el mercado.

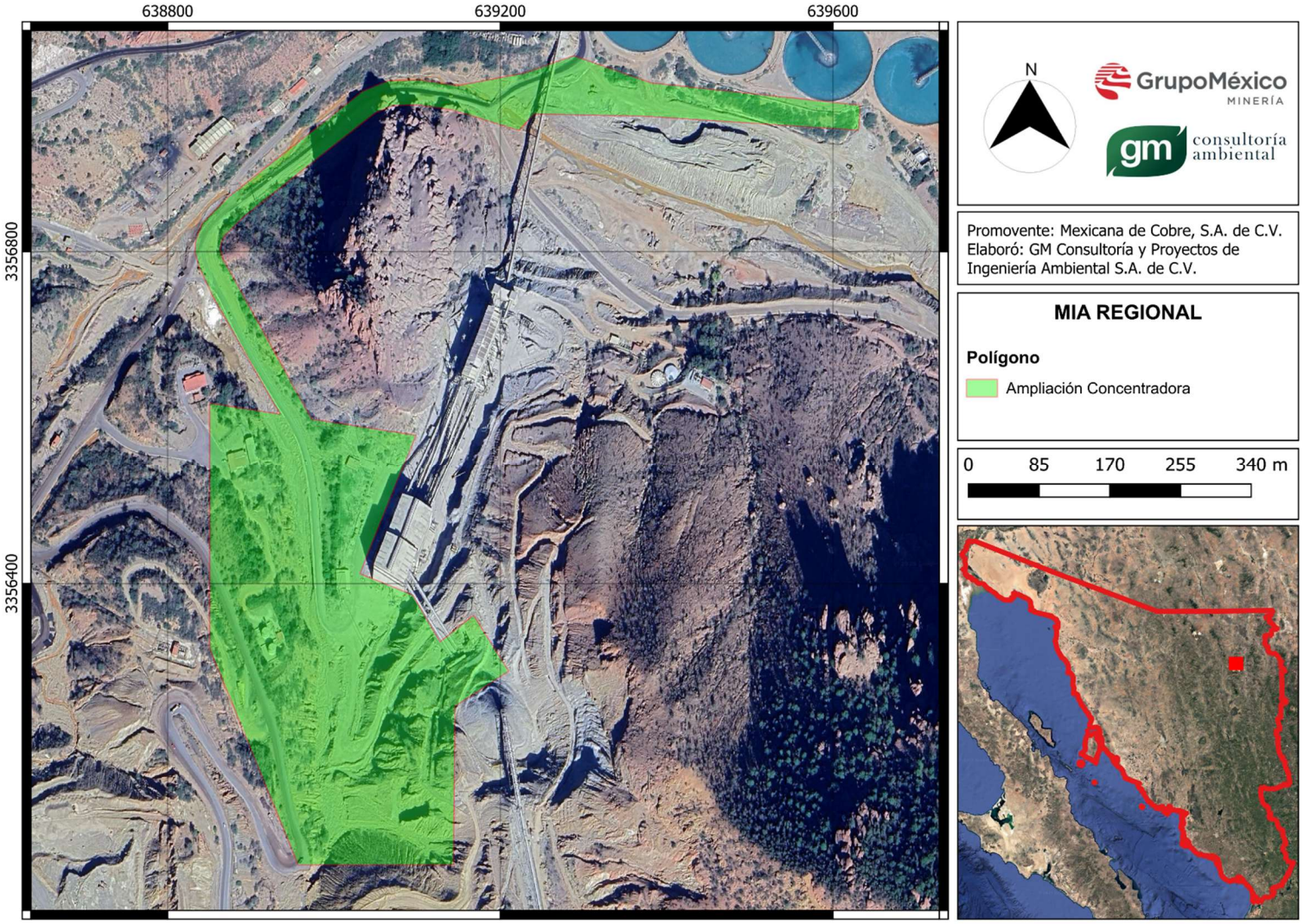
Se construirán almacenes temporales (techados y abiertos) para almacenar temporalmente el equipo de proceso y las estructuras metálicas de los edificios. Se dispondrá de áreas para almacenar el equipo de construcción de los contratistas. Se construirán talleres de mantenimiento para los equipos de construcción. Posteriormente, se utilizará esta área para los almacenes y talleres de operaciones.

Para los caminos de acceso y vialidades interiores será necesario realizar una configuración geométrica para cumplir con las pendientes, radios de curvatura y estructura soporte conforme a indicadas en el proyecto, con un ancho de calzada adecuado para tránsito pesado, acabado con concreto asfáltico o hidráulico, sistemas de drenaje y obras de arte necesarias.

Derivado de lo anterior y considerando parte de la infraestructura existente y previo a la realización del presente proyecto como es el caso de la trituración primaria, el transporte de mineral grueso mediante una banda y el almacenamiento de mineral grueso, las cuales continuarán con su operación mismas que aportarán el mineral requerido a la nueva planta, sin embargo, el desarrollo de la nueva planta llevará a cabo las etapas que a continuación se describen:

En la siguiente figura se puede observar el polígono de solicitud de autorización en materia de impacto ambiental del subproyecto denominado como Ampliación Concentradora.

Figura II.12. Plano de ubicación del polígono que comprende Ampliación Concentradora.



En la siguiente Tabla se presentan las coordenadas de los vértices que conforman el Polígono 11 Ampliación Concentradora.

Cuadro II.15. Coordenadas UTM WGS84 de los vértices del polígono

Ampliación Concentradora					
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N					
ID	X	Y	ID	X	Y
1	639098.4600	3356579.3000	22	639149.5550	3356999.4580
2	639031.0910	3356411.9000	23	639228.8802	3357014.6064
3	639094.9080	3356386.2610	24	639288.4925	3357035.3792
4	639127.3440	3356329.9280	25	639381.4210	3357002.7460
5	639167.7220	3356361.9820	26	639632.8660	3356975.8300
6	639209.9610	3356294.8090	27	639630.9040	3356945.8940
7	639145.4920	3356252.5510	28	639375.8130	3356962.6040
8	639143.5930	3356061.8850	29	639240.8008	3356965.3960
9	638956.9010	3356061.8500	30	639222.1388	3356945.6084
10	638850.5000	3356322.0390	31	639142.9000	3356970.1150
11	638850.5000	3356617.8260	32	639100.2260	3356976.3940
12	638935.0970	3356604.6820	33	639071.0920	3356975.5200
13	638855.2880	3356744.4200	34	639049.6720	3356966.7270
14	638837.4080	3356782.3090	35	638891.0250	3356841.6890
15	638832.9250	3356799.0960	36	638867.5660	3356818.3620
16	638833.7300	3356813.5150	37	638863.4290	3356807.2880
17	638841.7600	3356835.0080	38	638863.1450	3356802.2070
18	638871.0970	3356864.1800	39	638865.6940	3356792.6650
19	639034.3970	3356992.8860	40	638973.0090	3356598.7910
20	639064.7420	3357005.3430	41	639098.4600	3356579.3000
21	639101.9730	3357006.4600			

I) Tren de extracción (Nuevo tren de extracción por solvente)

El presente proyecto consiste en la construcción de un nuevo tren de extracción por solvente dentro de planta ESDE, denominado como tren "D", el cual se pretende construir sobre una superficie ya autorizada en materia de impacto ambiental de 2.20 ha. En esta

superficie no se requiere realizar obras de desmonte y despalme, esto debido a que el área contemplada para el proyecto se encuentra desprovista de vegetación y, como se mencionó anteriormente, previamente autorizada en materia de impacto ambiental mediante el resolutivo con No. SPGA/GIRA/DG/06654.

Actualmente en planta ESDE se cuenta con tres trenes de extracción "A", "B" y "C" de 4 etapas (2 extracciones y 2 despojos) para procesar el PLS proveniente de los terreros lixiviación, sin embargo, para tener versatilidad de mantenimiento periódico a los trenes existentes, debido a su antigüedad de operación requieren mantenimiento frecuente, por lo tanto nos vemos en la necesidad de instalar un nuevo tren de extracción por solventes "D", de 5 etapas para mantener la producción de la planta, de 85 TMPD (Toneladas Métricas Secas Por Dia) de cátodos de cobre.

Para su operación, el tren "D" será alimentado con el PLS proveniente de los represos La Francisca y La Guadalupe, y con electrolito pobre proveniente de la electro-depositación, ambas soluciones se colectan en la pila de cabeza existente, localizada al Noreste y la descarga del refino será depositado en la pila de colas existente, localizada al Suroeste de la planta ESDE.

Para el nuevo tren se utilizarán nuevas tecnologías que consisten en módulos prefabricados de fibra de vidrio resistente al ácido, reforzados con estructura metálica y serán instalados sobre soportes de concreto reforzado; con esta nueva tecnología se pretende reducir los tiempos de instalación y puesta en operación, además de esto se reducirá el riesgo de fugas, contaminantes y la eficiencia energética, en comparación con un tren tipo convencional, usando esta tecnología reducimos riegos de fugas, contaminantes y eficiencia energética.

En la etapa operativa se considera que se reducirán los contaminantes liberados, la innovación tecnológica asegura mayor confiabilidad, minimizando las labores de mantenimiento e incrementando al mismo tiempo la seguridad laboral.

1. **Tren de extracción por solvente "D"**

El sitio seleccionado para la instalación del nuevo tren de extracción por solvente será en un área ya impactada, utilizada actualmente como almacén y carga de diésel, y un Biorreactor, que serán desmantelados, adecuando el área para la instalación del nuevo tren, mejorar los caminos de acceso y área de maniobras.

2. Sistema de Bombeo

Los sistemas de bombeo y tuberías necesarios para la operación son parte integral de los módulos prefabricados.

3. Sistema Eléctrico

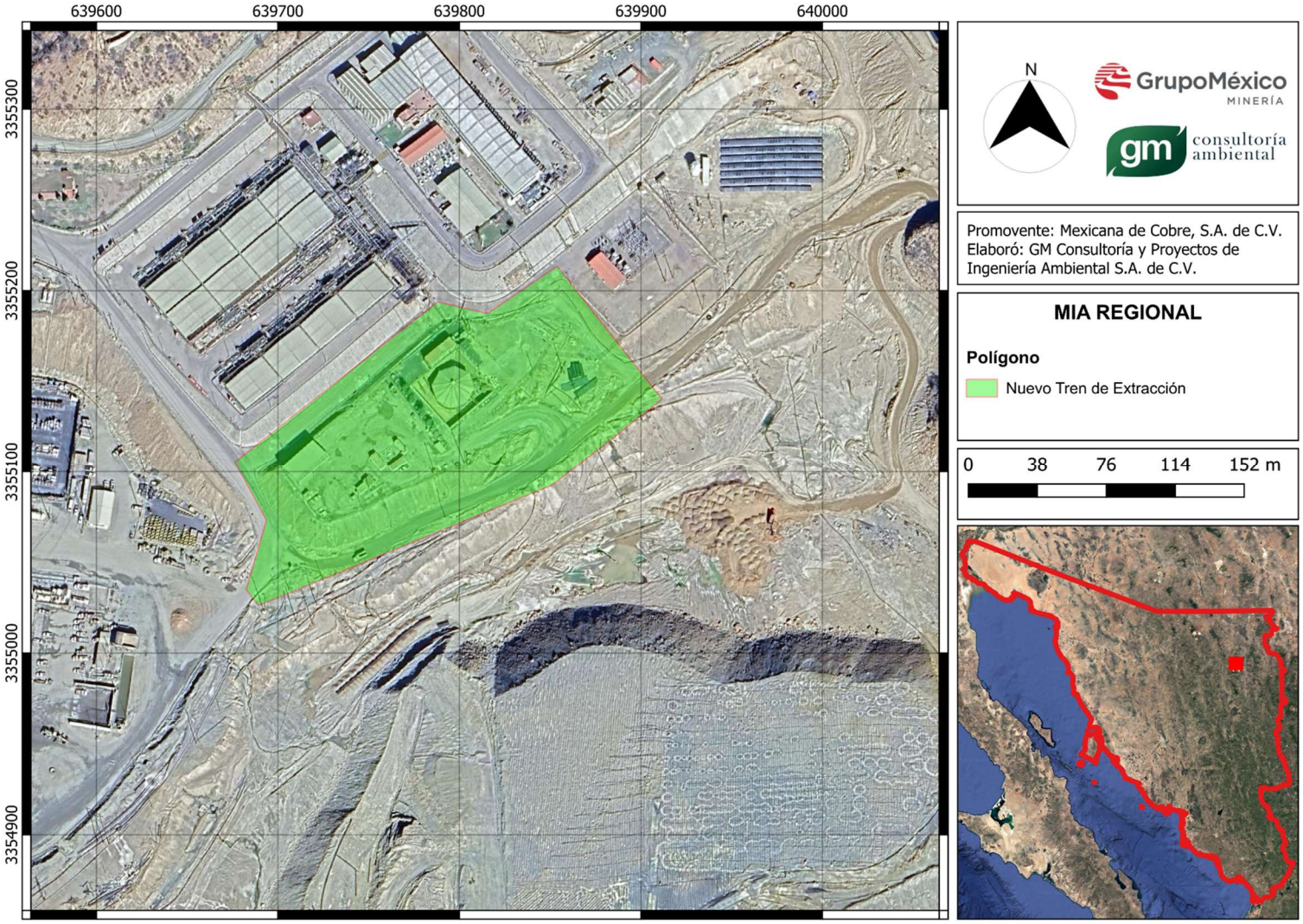
El sistema eléctrico necesario para iluminación y operación del tren "D" será abastecida de la subestación existente de la planta ESDE.

Para la instalación del nuevo tren de extracción por solvente se realizará el retiro de las instalaciones existentes y demoliciones correspondientes para nivelar el terreno y construir las nuevas cimentaciones del proyecto.

Para el camino de acceso y vialidades perimetrales será necesario realizar una reconfiguración a la geometría de los existentes para cumplir con las pendientes, radios de curvatura y estructura conforme a proyecto, con un ancho de calzada de 7.00 m y acabado con concreto asfáltico o hidráulico. El camino será diseñado conforme a especificaciones de la SCT, considerando su sistema de drenaje adecuado a la zona.

En la siguiente figura se puede observar el polígono de solicitud de autorización en materia de impacto ambiental del subproyecto denominado como Tren de extracción.

Figura II.13. Plano de ubicación del polígono que comprende Tren de extracción.



En la siguiente Tabla se presentan las coordenadas de los vértices que conforman el Polígono 12 Tren de extracción.

Cuadro II.16. Coordenadas UTM WGS84 de los vértices del polígono

Tren de extracción por solvente		
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N		
ID	X	Y
1	639682.4769	3355034.7970
2	639689.2978	3355026.1600
3	639851.3224	3355092.6540
4	639911.6227	3355140.3300
5	639853.8187	3355213.5310
6	639815.5313	3355187.5070
7	639787.8525	3355193.8980
8	639676.2477	3355105.5100
9	639693.6853	3355073.1680
1	639682.4769	3355034.7973

m) Espesadores de alta eficiencia

El proyecto tiene por objetivo de aumentar la recuperación de agua en espesadores y reducir el consumo de agua fresca en el proceso de la planta concentradora, por lo que se pretende cambiar los espesadores No.4 y No. 6 por unos espesadores de alta eficiencia denominados HRT por sus siglas en inglés (Hith Rate Thickeners), permitiendo aumentar la concentración de sólidos y aumentar la recuperación de agua de proceso.

Se realizará el desmantelamiento y la demolición de los espesadores existentes No. 4 y No. 6 para la adecuación de las cimentaciones de los nuevos espesadores HRT.

La alimentación a cada espesador será por medio de tubería de acero al carbón recubierta de hule o HDPE realizando la interconexión en los cajones de alimentación existentes aguas arriba de cada espesador. La tubería existente quedara fuera de operación y únicamente se utilizará cuando los espesadores HRT estén en mantenimiento.

En las tuberías de alimentación se instalará un muestreador metalúrgico por línea, los cuales enviaran por gravedad o bombeo la muestra a un analizador de muestras el cual se encuentra en un contenedor.

La descarga de los espesadores se realizará por medio de tuberías HDPE hacia la caja de desvío del canal de jales. Para las líneas de descarga se considera instalar válvulas e instrumentación necesaria para una buena operación.

El agua de rebose de cada espesador descargará en una canaleta existente y posteriormente a la pileta de agua recuperada existente.

Los espesadores No. 1, 2, 3 y 5 quedarán fuera de operación, se utilizarán únicamente cuando se tenga mantenimiento a los nuevos espesadores HRT.

La alimentación de las colas de flotación a los nuevos espesadores será por gravedad y se realizará por medio de tuberías metálicas y cajas de concreto en los cambios de dirección, en el trayecto de cada tubería de alimentación a los espesadores se instalará un muestreador metalúrgico y un analizador de ley, con la finalidad de monitorear la calidad y control del proceso del sistema de flotación; en la alimentación de los espesadores se colocará una planta de floculante.

El bajo flujo de los nuevos espesadores descargará a un cajón de concreto de desvío de jales y posteriormente se enviarán por gravedad a la presa No. 7, por la ruta actual, el sobre flujo de cada uno de los espesadores se enviará a la pileta de agua recuperada existente.

1.1. Muestreador Metalúrgico.

Se instalará un muestreador metalúrgico por la línea de alimentación de cada espesador HRT, con la finalidad de tomar muestras representativas de colas de flotación, llevarlo a un multiplexor y aun analizador de ley en línea con el fin de monitorear la calidad y control del proceso del sistema de flotación.

1.2. Planta de floculante.

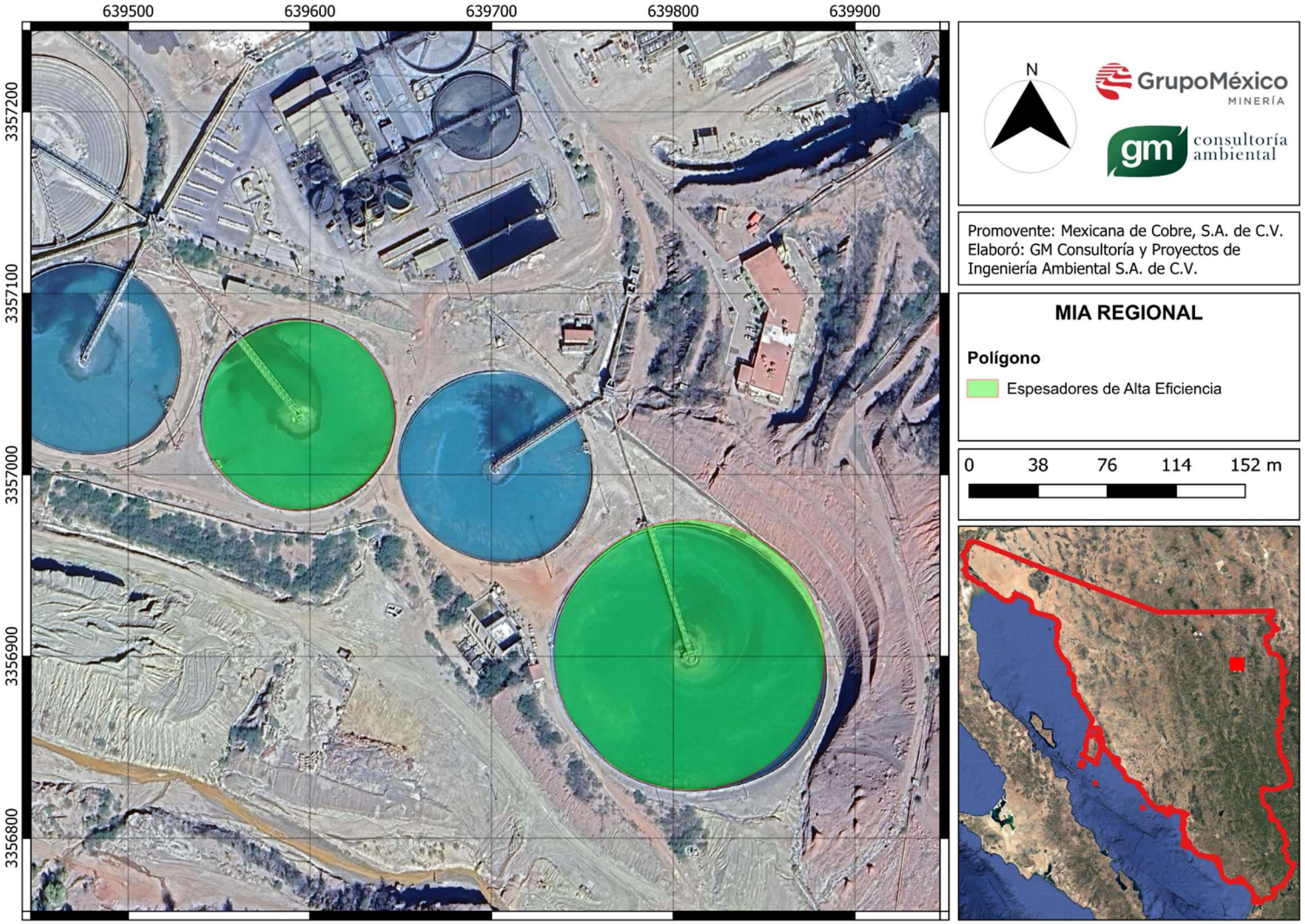
Se instalará una planta de floculantes a cada espesador lo más cercano posible, quedando estas dentro de la huella de cada espesador a sustituir, contaran con alimentación de agua fresca para la preparación del floculante.

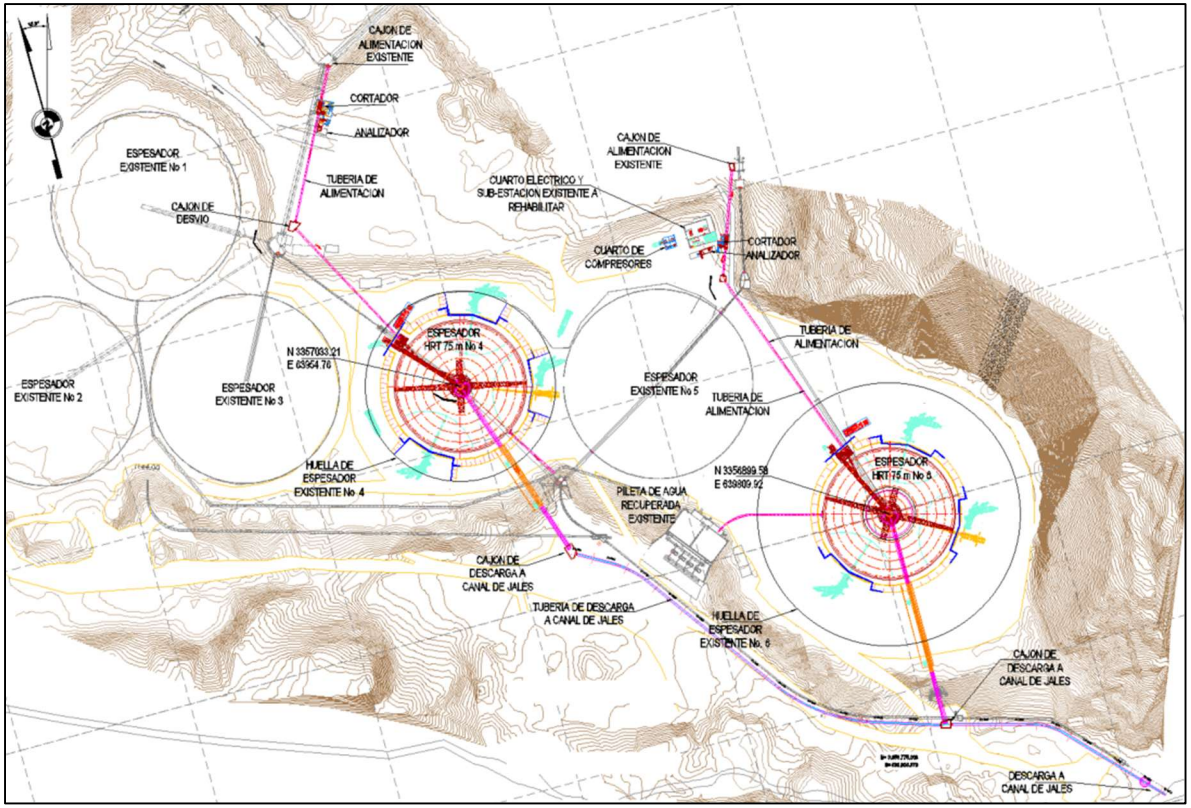
1.3. Sistema eléctrico.

Para la subestación eléctrica se habilitará un cuarto y un patio de transformadores existente que se encuentra fuera de uso. El equipamiento principal consiste en transformadores, un generador de emergencia de baja tensión en el área exterior y en el cuarto a rehabilitar tableros eléctricos principalmente.

En la siguiente figura se puede observar el polígono de solicitud de autorización en materia de impacto ambiental del subproyecto denominado como Espesadores de alta eficiencia.

Figura II.14. Plano de ubicación del polígono que comprende Espesadores de alta eficiencia.




CAJON DE ALIMENTACION EXISTENTE
CORTADOR
ANALIZADOR
ESPESADOR EXISTENTE No 1
TUBERIA DE ALIMENTACION
CAJON DE DESVIO
CUARTO ELECTRICO Y SUB-ESTACION EXISTENTE A REHABILITAR
CAJON DE ALIMENTACION EXISTENTE
CUARTO DE COMPRESORES
CORTADOR ANALIZADOR
TUBERIA DE ALIMENTACION
ESPESADOR HRT 75 m No 4
N 3357033.21
E 63964.76
ESPESADOR EXISTENTE No 2
ESPESADOR EXISTENTE No 3
ESPESADOR EXISTENTE No 5
TUBERIA DE ALIMENTACION
HUELLA DE ESPESADOR EXISTENTE No 4
N 3356899.58
E 639809.92
ESPESADOR HRT 75 m No 6
PILETA DE AGUA RECUPERADA EXISTENTE
CAJON DE DESCARGA A CANAL DE JALES
TUBERIA DE DESCARGA A CANAL DE JALES
HUELLA DE ESPESADOR EXISTENTE No. 6
CAJON DE DESCARGA A CANAL DE JALES
DESCARGA A CANAL DE JALES

n) Clarificador

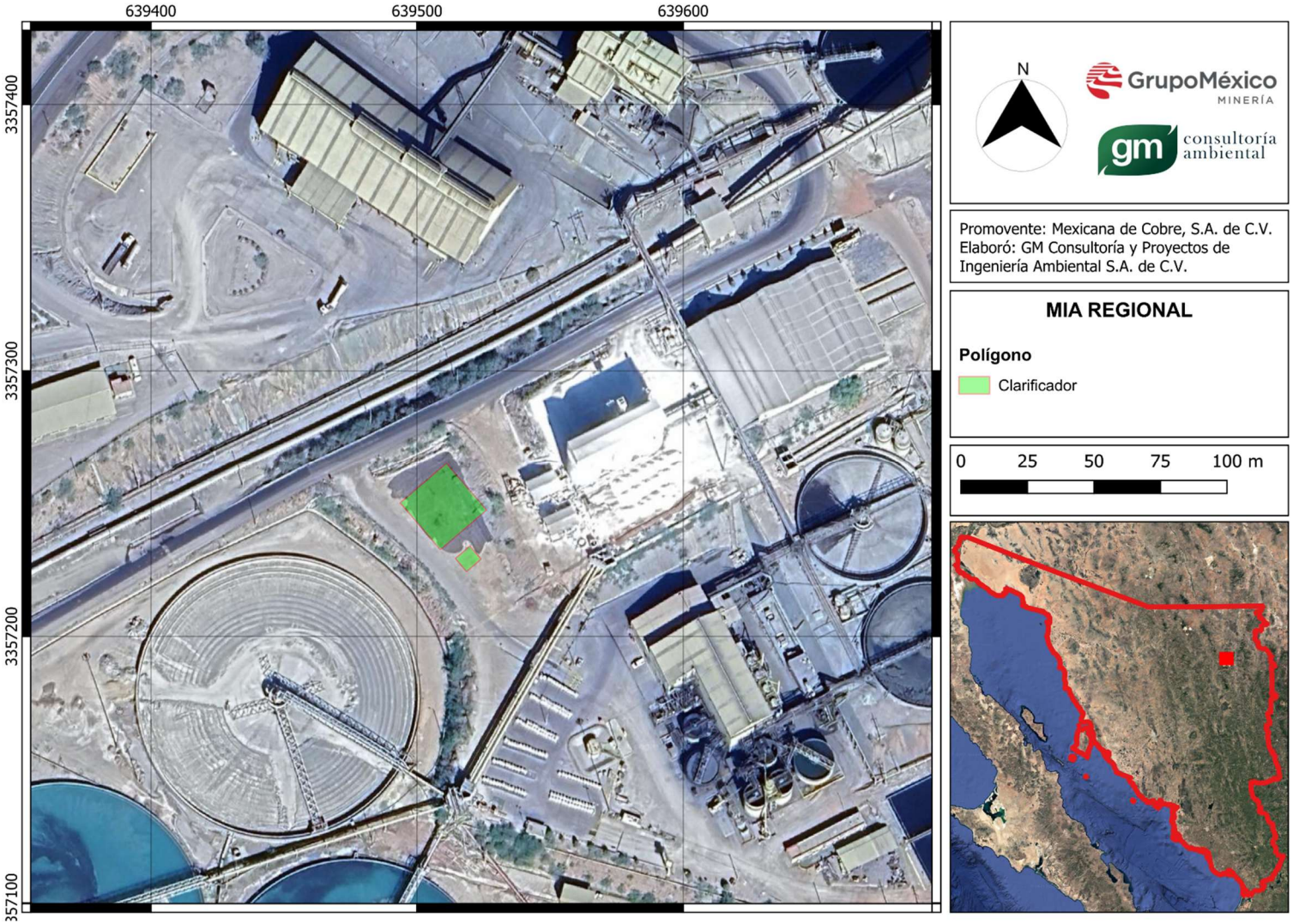
El proyecto del clarificador pretende realizarse sobre una superficie de 0.06 ha, divida en dos polígonos, el polígono 1 consta de 0.005 ha y el polígono 2 de 0.053 ha; toda la superficie que comprende esta obra ya se encuentra autorizada en materia de impacto ambiental del proyecto "La Caridad" mediante el resolutivo con No. de oficio SGPA/DGIRA/DG/06654 de fecha 07 de septiembre del año 2018.

Debido a que el área solicitada para el proyecto se encuentra dentro del área actualmente autorizada en materia de impacto ambiental, y además se encuentra dentro de las áreas operativas, la superficie de 0.06 ha requeridas para la realización del clarificador se encuentran actualmente desprovistas de vegetación, por lo que no se requerirá actividades de desmonte y despalme en el área prevista.

El clarificador será construido dentro del área autorizada en materia de impacto ambiental de planta concentradora, la construcción contará con un diámetro de 14 m.

En la siguiente figura se puede observar el polígono de solicitud de autorización en materia de impacto ambiental del subproyecto denominado como Clarificador.

Figura II.15. Plano de ubicación del polígono que comprende Clarificador.



En la siguiente Tabla se presentan las coordenadas de los vértices que conforman el Polígono 14 Clarificador.

Cuadro II.17. Coordenadas UTM WGS84 de los vértices del polígono

Clarificador		
Coordenadas UTM, Datum WGS - 84 Zona Horaria 12N		
ID	X	Y
1	639511.0272	3357265.0433
2	639526.1282	3357247.4254
3	639508.7358	3357232.5284
4	639493.6401	3357250.1401
1	639511.0272	3357265.0433
1	639514.3845	3357229.2442
2	639519.8548	3357233.9257
3	639524.0811	3357228.9873
4	639518.6109	3357224.3058
1	639514.3845	3357229.2442

II.2.1 Programa de trabajo.

Para establecer un estimado de vida útil de las obras y actividades de la presente solicitud, se requieren tomar en cuenta las reservas de minerales actualmente identificadas ya que toda la operación del complejo minero está vinculada de manera integral, pudiendo extenderse unos 60 años más, lo cual, como en toda actividad minera, puede verse modificado en función de detectar mayores reservas explotables y el precio del cobre en el mercado internacional.

En el contexto del párrafo anterior, los proyectos de la presente Manifestación consisten en instalaciones donde se realiza el beneficio, terreros de lixiviación, tepetateras y en general obras de apoyo y de servicios, mismas que deben mantenerse operando a lo largo de la vida útil de la explotación minera del Complejo, derivando aquí la importancia de mencionar que es un proyecto que se integra en tiempos de trabajo en conjunto.

Es importante mencionar que hay obras que se irán desarrollando conforme al avance del proyecto, particularmente es el caso de la presa de jales donde la preparación del sitio por ocupar se ejecuta a la par que crece el depósito de jales. Mencionando lo anterior, se reitera la importancia de que la vigencia solicitada a la Autoridad comprenda simultáneamente todas las etapas.

En el siguiente apartado II.2.1.1 se presenta el programa de trabajo, mismo que es tentativo, debido a que se deberá ajustar a los requerimientos que se desarrollen durante el avance del proyecto.

II.2.1.1 Diagrama de Gantt.

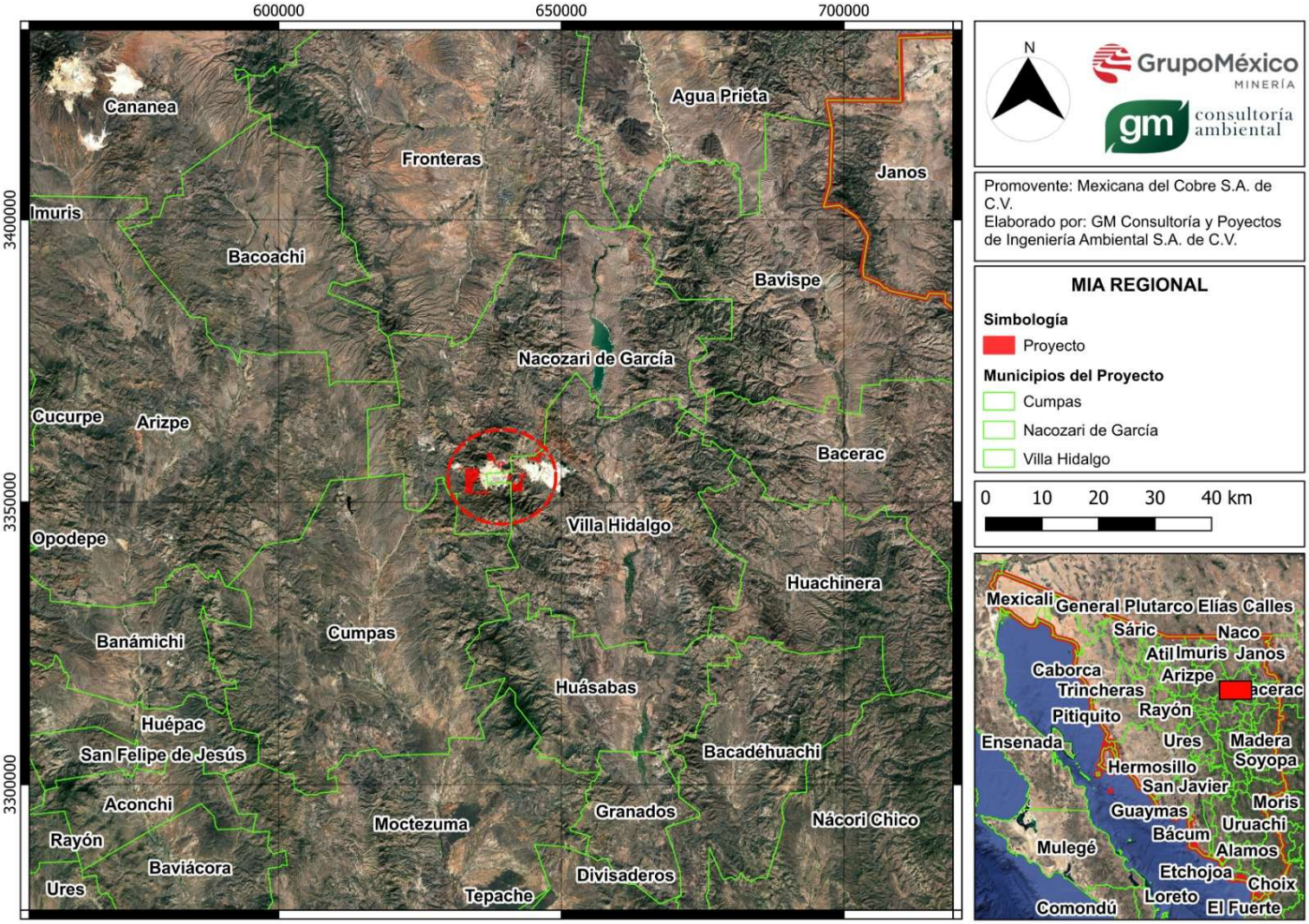
Se estima un periodo de ejecución de 60 años para las actividades que se ejecutarán en el proyecto Ampliación La Caridad.

Cuadro II.18. Programa de trabajo considerando las etapas de preparación del sitio, construcción y operación de los subproyectos.

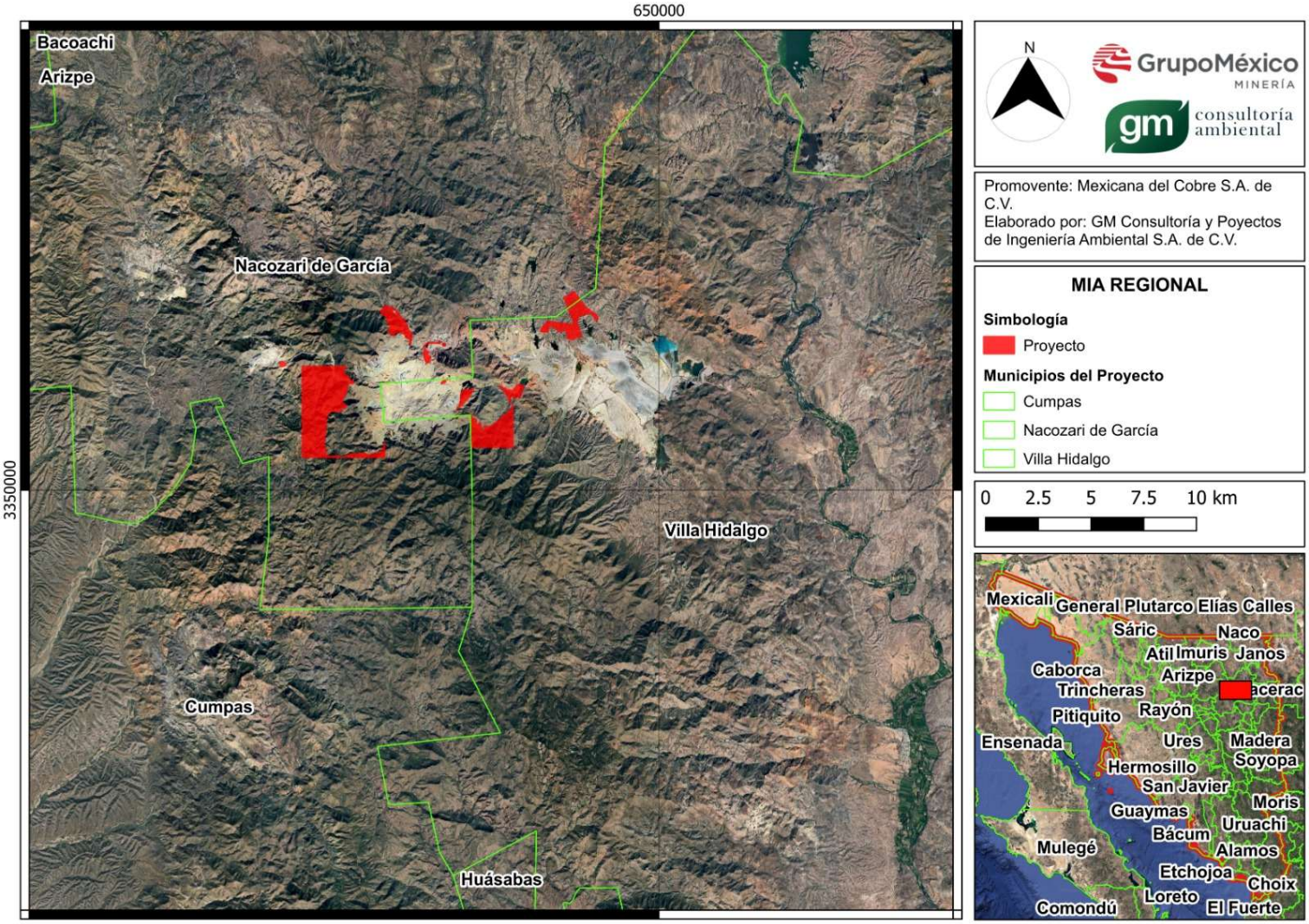
Cronograma de actividades "Ampliación MIA-R"				
ACTIVIDAD	ETAPA / AÑOS			
	Preparación del sitio	Construcción	Operación	Abandono
Cachuly Sur	2 años	2 años	60 años	2 años
Continuación Santo Domingo	2 años	2 años		
El Ranchito	2 años	2 años		
Ampliación Santo Domingo	2 años	2 años		
Ampliación Cachuly	2 años	2 años		
Represo Cachuly	2 años	2 años		
Crecimiento de depósito de jales	Conforme se requiera	2 años		
Ampliación Concentradora		1 año		

Nuevo Tren de extracción		1 año		
Espesadores de alta eficiencia		1 año		
Clarificador		1 año		
Almacén de lodos anódicos		1 año		
Planta Termosolar		1 año		
Taller Pilares		1 año		

II.2.2 Representación gráfica regional.



II.2.3 Representación gráfica local.



II.2.4 Preparación del sitio y construcción.

Preparación del sitio

Para los proyectos, las actividades que se ejecutarán durante la etapa de preparación del sitio serán:

1) rescate de flora y fauna silvestre y
2) el desmonte y despalme, así como el manejo y almacenamiento de suelo vegetal.

Considerando la extensión de todas las superficies involucradas en el proyecto, así como la vida útil de 62 años, la preparación de los sitios se ejecutará de manera paulatina conforme se vayan requiriendo las áreas previstas para las actividades operativas, principalmente las relacionadas con el depósito de tepetate, terreros y jales. Lo anterior con la finalidad de no desmontar la totalidad del terreno previamente a que sean ocupados por las actividades y así lograr favorecer con ello la retención del suelo y el desplazamiento paulatino de la fauna silvestre.

Ahora bien, una vez descrito lo anterior, durante la etapa de preparación del sitio se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- Delimitación de los límites de la superficie a intervenir. La primera actividad que se llevará a cabo en esta etapa es la delimitación de áreas con estacas de madera y/o acero las superficies requeridas para el proyecto. Esta actividad tiene por objetivo evitar la remoción de vegetación que no esté dentro del área de interés, así mismo mantendrá a la vegetación aledaña segura de algún daño por el tránsito de la maquinaria y equipo.

- Ejecución de actividades de protección y conservación de flora silvestre. Se llevarán a cabo actividades de rescate y reubicación de flora susceptible a rescate, así como el mantenimiento en vivero y/o en áreas de conservación, en particular de aquellas de interés biológico, dado que no se reportan especies en estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- Ejecución de actividades de protección y conservación de fauna silvestre. Las actividades por realizar serán rescate, reubicación y ahuyentamiento. Las actividades para ahuyentar estarán orientadas principalmente para aquellos individuos de desplazamientos rápidos, tal es el caso de individuos del grupo de las aves, así como mamíferos medianos y grandes, incluyendo aquellos de hábitos voladores, que pudieran encontrarse en troncos huecos, grietas, etc. Mientras que las actividades de rescate y reubicación estarán dirigidas a las especies de lento desplazamiento.

- Desmonte y despalme. La remoción de la vegetación en las áreas del Proyecto se llevará a cabo de manera paulatina en cada polígono en función del avance de la programación que se tenga para cada proyecto. Estas actividades se ejecutarán siempre por medios mecánicos, sin utilizar fuego ni sustancias químicas. En esta actividad también se contempla el retiro de maleza, arbustos, rocas, entre otros. El desmonte se realizará en forma gradual y unidireccional para permitir el desplazamiento de la fauna hacia zonas menos perturbadas.

- Manejo y conservación del material de 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 orgánico. Dicho material será dispuesto en áreas donde la empresa Promovente lo requiera para ser reutilizado en actividades de acondicionamiento de áreas de recuperación, así mismo quedará protegido para evitar su pérdida por erosión eólica o pluvial.

Construcción

Una vez finalizada la etapa de preparación del sitio, donde las superficies deberán encontrarse sin vegetación y libre de cualquier material orgánico, seguido de trabajos de acondicionamiento que incluyen la excavación, nivelación, compactación y relleno necesarios para la preparación del sitio, para proveer un adecuado drenaje y buena cimentación del terreno natural, asegurando tener la pendiente del terreno de acuerdo con diseño.

En su diseño y construcción, se han considerado las mejores prácticas de la industria, y la ingeniería ha sido realizada por especialistas calificados en la materia. En el mismo sentido, se utilizarán al personal calificado para su construcción, operación y cierre. Por lo anterior, algunas de las consideraciones técnicas a considerar para el presente proyecto:

- El diseño del depósito de jales incorpora los criterios establecidos por el promovente, así como por la Norma Oficial NOM-141-SEMARNAT-2003, para cumplir con los requerimientos aplicables.
- Para el diseño de los terreros de lixiviación se tomaron en cuenta los criterios establecidos por el promovente, así como por la Norma Oficial NOM-159-SEMARNAT-2011, para cumplir con los requerimientos aplicables.

NOM-141-SEMARNAT-2003

Dentro de los criterios de construcción de la Norma a los que se apegará el presente proyecto, se presentan los siguientes:

1. En la construcción se deberá evitar la degradación de la calidad del agua subterránea y la afectación a las fuentes de abastecimiento subterráneas.
2. La construcción de elementos y obras complementarias se deben de realizar considerando pendientes superficiales apropiadas para el buen manejo del agua superficial.
3. Para la construcción, el vaso de almacenamiento debe de tener una capacidad suficiente para mantener le bordo libre de 1 metro al ser una zona seca.

NOM-159-SEMARNAT-2011

1. Los responsables de esta actividad asegurarán y vigilarán que se cumplan los niveles de calidad establecidos en las especificaciones del proyecto, tanto en geometría y acabados, como en materiales y procedimientos constructivos.

2. Las actividades de excavación, nivelación, compactación y relleno necesarios para la preparación del sitio deben garantizar su impermeabilización, así como la conservación de la capacidad de drenaje natural de la zona.
3. Todas las piletas deben tener una geomembrana sintética impermeable con propósitos de contención, para evitar el posible daño ambiental por la fuga de las soluciones.
4. Se debe disponer de un sistema de detección y control de fugas y/o derrames de las soluciones en las pilas, así como en las piletas de solución.
5. Dependiendo de los métodos y los materiales utilizados para su construcción, todos los canales abiertos que transporten fluidos de proceso deberán monitorearse con un sistema de detección y control de fugas.
6. Se deben implementar medidas conducentes a mitigar las emisiones de polvos, gases y partículas a la atmósfera, provenientes de la construcción, operación y cierre del patio y terrero, con el fin de evitar que lleguen a algún centro de población y alteren la calidad del aire.
7. Alrededor de las piletas debe instalarse un cerco de protección perimetral como medida de protección para la fauna silvestre.
8. Alrededor de las piletas debe instalarse un cerco de protección perimetral como medida de protección para la fauna silvestre.
9. Deben establecerse fuentes alternas de agua fresca para consumo de la fauna silvestre presente en el sitio.

II.2.5 Operación y mantenimiento.

Depósito de tepetate

Para la operación de la actividad de depósito de material estéril o tepetate consiste única y exclusivamente de las siguientes actividades.

1. Acarreo: mediante camiones fuera de carretera, del material producto del descapote que encajona se entremezcla con el mineral, de la zona de tajo al tiradero programado.
2. Depósito: El material se deposita desde la parte superior, permitiendo que al descender encuentre su talud de reposo.

Los proyectos incluidos para el depósito de tepetate son Cachuly Sur, Continuación Santo Domingo, El Ranchito y Ampliación Santo Domingo.

Proceso de Lixiviación

La unidad minera La Caridad cuenta, con una Planta de Extracción por Solventes y Depositación Electrolítica denominada Planta ESDE, misma que actualmente se alimenta de una solución preñada (PLS por sus siglas en inglés) de dos represas, La Francisca y La Guadalupe. Las represas captan la solución proveniente de los escurrimientos provocados por los riegos de los terreros de lixiviación, colocados en las dos cuencas del mismo nombre.

Para este proyecto se está considerando una nueva área de terreros y un represo de captación de solución de lixiviados de la cuenca denominada Cachuly. Por lo que los proyectos incluidos para el proceso de lixiviación son Ampliación Cachuly y Represo Cachuly.

Terrero de lixiviación

Después del proceso de minado que se llevan a cabo en las instalaciones del complejo minero La Caridad, el mineral considerado como baja ley es enviado a los terreros o patios de lixiviación, donde de manera previa puede pasar por un proceso de trituración.

La actividad de depósito de mineral lixiviable se realiza en los terreros, donde por su inclinación se canaliza la solución que percola el depósito y así se logra recuperar la solución cargada de valores en un represo de lixiviación ubicado aguas abajo.

El sistema de lixiviación en terreros, la NOM-159-SEMARNAT-2011 prevé por definición la aplicación del proceso de lixiviación en un apilamiento de mineral colocado sobre el terreno natural, misma que debe cumplir con una serie de especificaciones técnicas con la finalidad de evitar la infiltración de las soluciones de lixiviación hacia el subsuelo. Estas áreas seleccionadas como terrero no presentan condiciones de infiltración para la solución de lixiviación.

Las características clave del proceso de los terreros de lixiviación, radica en el tiempo y en el costo. En tiempo, ya que puede tratarse de un proceso lento y la inversión es muy baja por tonelada.

El proceso consiste básicamente en que se rocía la superficie con una solución ácida y el líquido percola a través de las rocas, disolviendo el cobre y transformándolo de estado sólido a líquido (sulfato de cobre).

Por lo anterior, de manera resumida se indican los pasos a seguir en el proceso del terrero de lixiviación.

1) Se deposita el mineral en pilas sobre la plataforma de terreno para constituir los terreros de lixiviación.
2) Se colocan tuberías sobre los terreros para el riego del mineral.
3) Se rocía la solución ácida sobre la pila del mineral, lo que favorece la percolación de la solución acuosa en medio sulfato ácido.
4) Canalización hacia los represos de lixiviación para continuar con el proceso.

Represo de lixiviación

Los represos de captación para el manejo de PLS se construirán en conformidad a la NOM 159-SEMARNAT-2011 (apartado 5.6.9) para los sistemas de lixiviación de cobre, en donde se deberá hacer uso de un sistema de doble recubrimiento por medio de geomembranas. Para el diseño del represo de PLS se consideró el flujo de riego en los terreros de 25,000 lpm y una lluvia con un periodo de retorno Tr= 100 años, lo que nos da una capacidad de 716,761 m3, se le considera un vertedor en el Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (NAME) y en caso de verter sería al represo de contingencias.

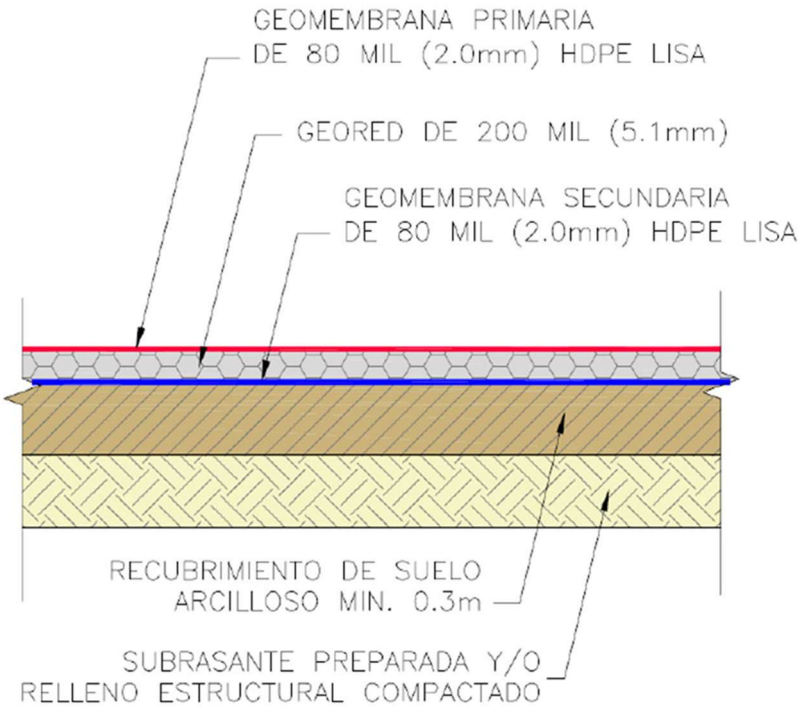
Los bordos de los represos de PLS serán construidos con materiales graduados de la siguiente manera.

- Núcleo impermeable, con material arcilloso.
- Filtro aguas abajo y aguas arriba, con material Grava-Arena.

- Respaldos aguas arriba y aguas abajo, con material Grava arena arcillosa.
- Acabado en talud aguas abajo, con chapa de enrocamiento.
- Acabado en talud aguas arriba, con geomembranas.
- Revestimiento de la corona, con material calidad subrasante o similar.

La propuesta de recubrimiento para el vaso de captación de PLS está diseñada con el uso de estos materiales tal como se indica en el detalle de la Figura 1. Este sistema de doble recubrimiento se describe a continuación cumpliendo con ello la especificación técnica referida en la NOM-159-SEMARNAT-2011.

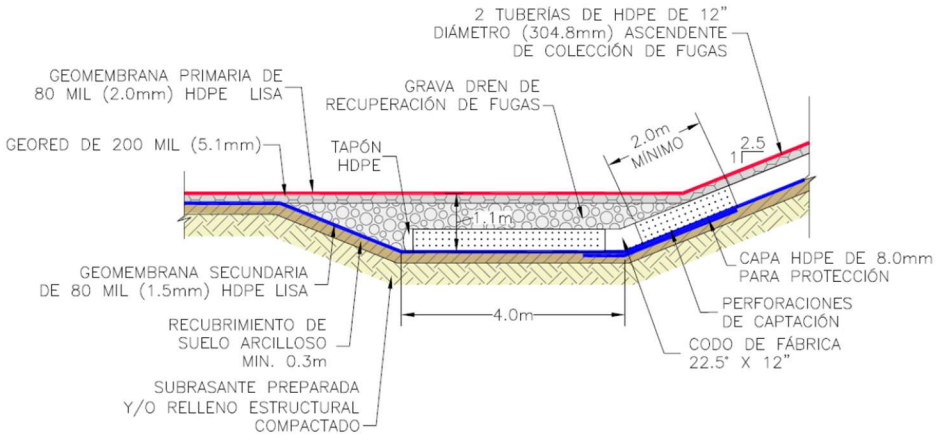
- Subrasante preparada y/o relleno estructural compactado.
- De 0.20 a 0.30 m de espesor mínimo de relleno de suelo arcilloso compactado.
- Geomembrana secundaria de 80 milésimas de pulgada (mil) HDPE Lisa
- Geored de 200 mil
- Geomembrana primaria de 80 mil HDPE lisa



Se ha incluido un diseño especial para prevenir alguna fuga de solución en la geomembrana primaria, de tal manera que facilite la captación y conducción hasta un cárcamo de captación. La solución captada será conducida por gravedad hacia un cárcamo del sistema de colección y recuperación de fugas (SCRF).

El vaso de captación tendrá dos cárcamos para la colección y recuperación de fugas (SCRF), uno en el área del vaso del bordo sedimentador interno y otro en el vaso del represo de solución PLS. Estos cárcamos son diseñados para satisfacer los requerimientos establecidos en el apartado 5.6.5 de la NOM-159-SEMARNAT-2011.

El diseño de la capa conductora consiste en una geo red de alta permeabilidad. En caso de que se presente una fuga de solución en la geomembrana primaria, la solución será colectada en la capa del SCRF y conducida por gravedad a un sumidero localizado en la misma pileta. Se colocará un tubo de 12 pulgadas de diámetro aproximadamente, HDPE SDR-17 en el sumidero de SCRF; el extremo inferior estará perforado en el área del sumidero para permitir la entrada de la solución al tubo. La solución será recuperada utilizando una bomba sumergible instalada dentro del tubo. La solución PLS recuperada se depositará nuevamente en el vaso del Bordo de Sedimentación o en vaso de Solución PLS, según corresponda. Se presenta un detalle típico del cárcamo SCRF en la Figura siguiente.



Represo de contingencias

Para la atención de eventualidades, será construida un represo para contingencias aguas abajo de los represos de PLS. En caso de que ocurriera la captación de solución

preñada o agua de lluvia en el represo de contingencias, esta sería bombeada nuevamente al represo de PLS, de esta manera todo se queda dentro del sistema y se garantice que el represo de contingencias permanezca seco. Para el diseño del represo de contingencias se consideró una lluvia con un periodo de retorno Tr= 10,000 años, una Capacidad de 1,000,000 m3 y un vertedor en el Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (NAME) únicamente como seguridad del represo.

Los bordos de contingencias serán construidos con materiales graduados de la siguiente manera.

- Núcleo impermeable, con material arcilloso.
- Filtro aguas abajo y aguas arriba, con material Grava-Arena
- Respaldos aguas arriba y aguas abajo, con material Grava arena arcillosa
- Acabado en taludes aguas arriba y abajo, con chapa de enrocamiento.
- Revestimiento de la corona, con material calidad subrasante o similar.

Sistema de bombeo de solución PLS Cachuly

El Sistema General de Bombeo para llevar la solución de PLS del represo Cachuly hasta la pileta de cabeza de la Planta ESDE, se requiere lo siguiente:

- Una Estación de Bombeo en el represo Cachuly.
- Una Estación de Rebombeo, para vencer la cabeza.
- Ampliación del sistema de Bombeo en el represo La Guadalupe.
- Ampliación de la Estación de Rebombeo No.9 (existente)
- Ampliación de la Estación de Rebombeo No.10 (existente)

Todo el sistema de bombeo será necesario utilizar materiales resistentes a agua ácida.

- Tanques y válvulas, en acero inoxidable.
- Tuberías para conducción en acero inoxidable y HDPE.

El sistema contará con un sistema de distribución de agua de servicio, conformado por un tanque de almacenamiento llenados por medio de autotanques, para suministrar agua a las estaciones de servicio y regaderas de emergencia ubicadas en las Estaciones de Bombeo.

Estación de bombeo Cachuly

La Estación de Bombeo Cachuly, se encuentra proyectada junto al represo de PLS aproximadamente en las coordenadas UTM Y= 3,354,780.209, X= 643,447.051. Consiste en una obra de toma y estructuras protegidas por medio de geomembranas y otros materiales resistentes a la corrosión donde se instalarán bombas verticales que se encargará de enviar el flujo de 45,000.00 lpm (750 lps) hasta la estación de rebombeo por medio de una tubería de acero inoxidable y HDPE de 30" a 36" de diámetro, con una longitud de conducción aproximada de 1,900 m.

Estación de rebombeo Cachuly

La Estación de Rebombeo Cachuly, se encuentra proyectada aproximadamente en las coordenadas UTM Y= 3,355,048.977, X= 641,955.051. El flujo proveniente de la Estación de Bombeo será descargado en el tanque de acero inoxidable de aproximadamente de 700 m3 de capacidad y será rebombeado al represo Guadalupe por medio de bombas centrifugas con un flujo de 45,000.00 lpm (750 lps), a través de una tubería de acero inoxidable y HDPE de 30 a 36" de diámetro, con una longitud de conducción aproximada de 1,000 m.

Trasvase represo Guadalupe

La Estación de Trasvase existente La Guadalupe, se encuentra en las coordenadas UTM Y=3,355,102.616, X=641,160.379 a una elevación de 1,145.00 msnm. Tiene una capacidad de almacenamiento de 1,546,800 m3, en donde recibirá el flujo de PLS proveniente del Rebombeo Cachuly, al igual que las aportaciones pluviales de la cuenca Guadalupe.

El Trasvase Guadalupe cuenta con un sistema de bombeo flotante existente, compuesto por tres equipos de bombeo vertical tipo turbina, con un flujo nominal de 47,250 lpm (780 lps), la conducción se realiza mediante tres tuberías de HDPE de 18" de diámetro.

En esta estación de bombeo se adecuará incorporando una bomba adicional que funcionará como relevo.

Estación de Rebombeo No. 09

La Estación de rebombeo 09 se encuentra en las coordenadas UTM Y= 3,355,289.00, X= 641,025.00 a una elevación de 1,232.00 msnm. Cuenta con un sistema de bombeo tipo booster, que envía el flujo a la estación de Rebombeo No.10.

Se adecuará el sistema de bombeo existente incorporando un equipo adicional de bombeo que funcionará como relevo. Se considera una obra civil menor, equipo eléctrico, instrumentación, sistema de atenuación de golpe de ariete, entre otros.

Estación de Rebombeo No. 10

La Estación de Bombeo 10 se encuentra en las coordenadas UTM Y= 3,355,441.00, X= 640,616.00 a una elevación de 1,332.00 msnm. Cuenta con un sistema de bombeo tipo booster, que envía el flujo hasta la pila de cabeza de la planta ESDE existente.

Se adecuará el sistema de bombeo existente incorporando un equipo adicional de bombeo que funcionará como relevo. Se considera una obra civil menor, equipo eléctrico, instrumentación, sistema de atenuación de golpe de ariete, entre otros.

Acometida eléctrica

Se instalará una línea de distribución eléctrica de media tensión, en 34.5 kV y su cable de guarda con fibra óptica, procedente del Sistema Eléctrico de la Mina, que alimentará las Estación de Bombeo y Rebombeo, la ruta será definida en la ingeniería de detalle. La línea de distribución consistirá en estructuras tipo "H", con postes de madera

creosotada siguiendo las normas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la topografía del terreno y el medio ambiente.

Concentradora de cobre

El proyecto que se incluye en el proceso corresponde a la Ampliación concentradora.

Ampliación concentradora

Debido a que la ley del mineral ha disminuido en la mina La Caridad, es necesario incrementar la capacidad de procesamiento para mantener la producción de concentrados. Por tal motivo es necesario construir una planta nueva con una capacidad de 20,000 TMSPD (Toneladas Métricas Secas Por Dia).

Se analizaron varias alternativas para su ubicación y la más conveniente es un sitio cercano al almacén de mineral grueso existente.

A continuación, se describen los procesos para la operación de la Ampliación Concentradora.

1. Extracción del mineral.

De los túneles de reclamo se extraerá el mineral mediante alimentadores y se enviará por medio de bandas transportadoras al Molino Semi Autogenous Grinding (SAG).

El sistema de extracción de mineral, incluyendo alimentadores de placas, bandas transportadoras, torres de trasferencia y en general cualquier instalación generadora de polvo, contará con sistemas colectores de polvo que lo reintegrarán al proceso.

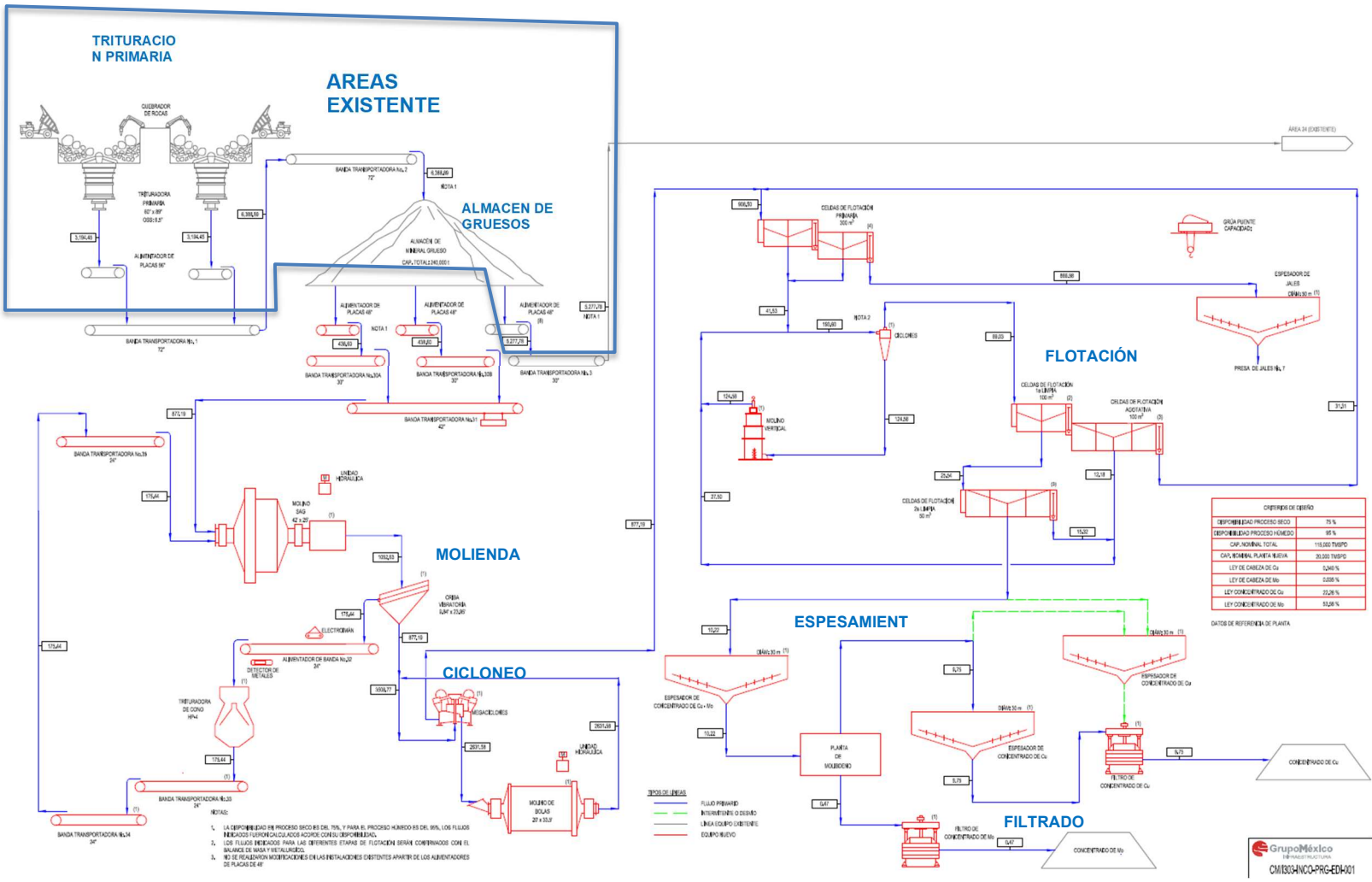


DIAGRAMA DE FLUJO

2. Molino Semi Autogenous Grinding (SAG).

El mineral llegará con su humedad natural, y en esta etapa se adiciona agua para favorecer la molienda y crear una pulpa que fluya adecuadamente a la etapa de flotación.

El molino SAG trabaja en circuito cerrado con una criba húmeda y una trituradora de Pebbles. El mineral que pasa la criba es enviado al molino de bolas. El rechazo de la criba se envía mediante un sistema de bandas, a la trituradora de pebbles, el mineral triturado retorna al molino SAG.

3. Molino de bolas.

La fracción fina proveniente del molino SAG o del sumidero de molienda, alimenta el molino de bolas, donde se realiza la molienda secundaria.

La pulpa resultante se impulsa mediante bombas hacia el nido de hidrociclones, generando recirculación interna del material grueso.

Este esquema permite alcanzar una granulometría uniforme, clave para la eficiencia de flotación, sin generar residuos líquidos o emisiones fugitivas.

El nido de hidrociclones realiza la clasificación hidráulica de la pulpa:

a. El overflow alimenta directamente al circuito de flotación.
b. El underflow retorna al molino de bolas para su remolienda.

Enfoque Ambiental Integrado del Circuito SAG–Bolas.

a. Todas las operaciones manejan mineral y pulpa en equipos y conducciones cerradas, sin descargas al ambiente.
b. El sistema opera dentro de un circuito cerrado de agua, reduciendo al mínimo el consumo de agua fresca.

4. Flotación.

El producto final del circuito de molienda, en forma de pulpa fina, ingresa al circuito de flotación de cobre-molibdeno, donde se realiza la separación selectiva de minerales valiosos; este proceso opera en líneas paralelas para asegurar continuidad y eficiencia operativa.

Para los diferentes procesos de flotación se utilizarán los siguientes reactivos:

- Lechada de Cal.
- Colector éster tiocarbonato.
- Colector xantato.
- Espumante poliglicol.
- Depresor polimérico natural.
- Depresor sulfhidrato de sodio.
- Floculante polimérico aniónico.
- Modificador inhibidor de incrustación.

a. Flotación Primaria de Cobre (Cu) y Molibdeno (Mo)

La pulpa proveniente de los hidrociclones se distribuye hacia las líneas de flotación primaria, donde se obtiene un concentrado inicial y se descartan las colas de esta etapa.

i. El concentrado primario avanza para ser remolido y posteriormente limpiado.
ii. Las colas se integran al flujo de jales finales, conforme al diseño del proceso.

El muestreo regular de colas permite el control metalúrgico, sin generar residuos líquidos ni emisiones al ambiente.

b. Circuito de remolienda

El concentrado primario se somete a remolienda (en un molino vertical) en circuito cerrado, con el fin de optimizar la liberación de los minerales valiosos.

i. El proceso utiliza hidrociclones y molinos, operando con recirculación interna del mineral grueso.
ii. El producto final de remolienda se acondiciona con reactivos antes de enviarse a las etapas de limpieza.

Todo el manejo de pulpa ocurre en sistemas cerrados, sin emisiones ni descargas al ambiente.

c. Flotación de primera limpia y limpia agotativa

Las etapas de limpieza permiten aumentar la pureza del concentrado Cu–Mo.

i. El concentrado de primera limpia avanza hacia la segunda limpia.
ii. Las colas de primera limpia pasan a celdas de limpia agotativa, donde se recuperan valores remanentes.
iii. El concentrado de limpia agotativa se reincorpora al circuito de remolienda, mientras que sus colas pueden retornar a flotación primaria o dirigirse a jales finales.

Estas interconexiones internas aseguran un proceso en circuito cerrado, maximizando recuperación de minerales y minimizando pérdidas.

d. Flotación de segunda limpia

El concentrado de primera limpia pasa a la segunda limpia, donde se obtiene un producto aún más purificado.

i. El concentrado de segunda limpia avanza a tercera limpia.
ii. Las colas regresan al acondicionamiento para su reincorporación al proceso.

e. Enfoque Ambiental del Circuito de Flotación

El circuito completo incorpora medidas que garantizan una operación ambientalmente responsable:

i. El proceso utiliza agua del circuito cerrado, sin descargas al ambiente.
ii. Los reactivos empleados no pertenecen a listados de sustancias altamente peligrosas.
iii. Todo el manejo de pulpas, concentrados y colas ocurre en sistemas confinados, evitando emisiones fugitivas.
iv. La recirculación de productos intermedios reduce generación de residuos y optimiza el aprovechamiento de recursos.

5. Espesamiento y filtrado de concentrados

a. Espesado del Concentrado Cu–Mo

El concentrado final proveniente de las limpias de flotación se envía a un espesador de concentrado Cu–Mo, donde se incrementa el % de sólidos y se recupera agua del proceso.

El bajo flujo (concentrado espesado) se bombea hacia el circuito de flotación de molibdeno para su separación final. El sobre flujo se dirige por gravedad al sistema de sedimentación y recuperación de agua, desde donde se reincorpora al circuito cerrado de agua de proceso. Este manejo garantiza que el espesado no genere descargas al ambiente y que el agua sea recuperada y reutilizada.

b. Flotación de Molibdeno

El circuito de flotación de molibdeno permite la separación final entre cobre y molibdeno, mediante un esquema de varias etapas, en sistemas cerrados de pulpa, sin descargas ni exposición al ambiente. Este circuito incluye:

- Flotación primaria (separación Cu–Mo)
- Primera limpia de Mo
- Segunda limpia (columna)
- Tercera limpia (columna)
- Cuarta limpia de Mo
- Quinta limpia de Mo

- Sexta limpia de Mo
- Séptima limpia de Mo

a) Enfoque ambiental del circuito de flotación Mo

i. Todos los flujos de pulpa se manejan en tuberías, sumideros y equipos cerrados.
ii. Las colas y retornos se reincorporan al proceso, sin generación de residuos líquidos.
iii. Se utilizan reactivos de flotación en cantidades controladas, ninguno clasificado como sustancia altamente peligrosa conforme al marco normativo vigente.
iv. Se cuenta con sistemas de muestreo para control metalúrgico, sin generar residuos externos.

b) Filtrado del Concentrado de Cobre

El concentrado de cobre final procedente de la separación Cu-Mo y de la primera limpia de molibdeno, se conduce hacia un espesador de concentrado de cobre, cuyo sobre flujo se reincorpora al sistema de agua.

El concentrado espesado obtenido del bajo flujo del espesador se tratará de la siguiente manera.

i. Se bombea a tanques de almacenamiento con agitación.
ii. Se envía a filtros automáticos, donde se obtiene un producto sólido con baja humedad.
iii. El filtrado y agua de lavado se regresan al espesador, evitando descargas externas.
iv. El concentrado filtrado se almacena en una pila de concentrado cubierta, lo que evita dispersión de partículas.
v. El producto final se carga con equipo móvil a camiones para transporte.

Medidas ambientales aplicadas

i. Área de filtrado totalmente confinada.
ii. Pila de concentrado cubierta, evitando emisión de polvo.
iii. Manejo del filtrado en circuito cerrado de agua.

c) Filtrado y Secado del Concentrado de Molibdeno

El concentrado espesado de molibdeno se bombea a tanques de almacenamiento y posteriormente a filtros automáticos, donde se obtiene una torta húmeda con humedad máxima de 12%, el concentrado seco se transfiere a contenedores o supersacos, preparados para su envío final.

d) Enfoque ambiental

i. No hay emisiones directas al ambiente.
ii. El filtrado y aguas de lavado se reintegran al sistema de agua de proceso.
iii. La manipulación del concentrado seco se realiza en áreas cubiertas y confinadas, minimizando generación de polvo.

6. Manejo de jales.

Los jales provenientes de la flotación Cu-Mo se conducirán por tubería hacia una caja de distribución, desde la cual se dirigirá al espesador de jales.

i. El sobre flujo (agua clarificada) se enviará a la pileta de agua de proceso, desde donde se bombea al tanque de agua de proceso para reincorporarse al circuito cerrado de agua de la planta.
ii. El bajo flujo (jales espesados) con alto contenido de sólidos se transporta por tubería hacia la presa de jales existente, para su disposición final.

a) Enfoque ambiental y de seguridad.

i. Todo el manejo de pulpas se realiza en sistemas cerrados, evitando descargas o derrames al ambiente.

ii. El espesador maximiza la recuperación de agua, reduciendo el consumo de agua fresca.

7. Infraestructura de servicios.

La operación contará con la infraestructura y los servicios necesarios para el correcto funcionamiento de la Planta.

a. Instalaciones de energía

I. Subestaciones eléctricas y líneas de distribución.
II. Sistemas de respaldo y control eléctrico.
III. Caminos y patios internos.
IV. Accesos pavimentados y compactados para tránsito seguro.
V. Patios de maniobra y zonas de estacionamiento.

b. Talleres y almacenes.

I. Talleres mecánicos, eléctricos e instrumentación.
II. Almacenes de repuestos y consumibles.
III. Áreas confinadas para el manejo de reactivos, todas con contención secundaria.

c. Servicios auxiliares.

I. Sistemas de aire comprimido para operación de equipos.
II. Sistemas contra incendio en todas las áreas críticas

d. Sistemas de iluminación, comunicaciones y control

I. Instalaciones de control y monitoreo
II. Sistemas de colección de polvo y aspersión de agua.
III. Manejo de residuos conforme a la normatividad vigente.
IV. Monitoreo de calidad de aire, agua y ruido conforme a la normatividad vigente.

Depósito de jales

Como parte de la operación del proyecto, derivado del beneficio por flotación se realizará la descarga de colas del proceso de la planta concentradora hacia el crecimiento de depósito de jales, el cual almacenará y se extraerá su agua superficial para su recirculación al proceso y así reducir el uso de agua fresca de la fuente.

Para lo anterior, la operación se realizará conforme a la NOM-141-SEMARNAT-2003, la cual establece los siguientes criterios:

1. Los primeros jales depositados deben retenerse para que el agua contenida en ellos se clarifique y se pueda extraer para su posterior reutilización mediante alguno de los métodos establecidos en la Norma.
2. El vaso de almacenamiento debe de tener el área suficiente para permitir la clarificación del agua contenida en los jales, para facilitar la extracción de la misma ya clarificada a través de las tomas del depósito o de las torres decantadoras. Se debe dejar la playa amplia con el nivel del agua alejado del talud.
3. El agua clarificada que se recupere se debe de conducir hasta las piletas o tanques de asentamiento (espesadores) donde se retienen los sólidos que hayan sido arrastrados, para enviar el agua recuperada al cárcamo de bombeo que la retorne nuevamente al proceso de beneficio.
4. Se deben de llevar a cabo las acciones necesarias para evitar que la cortina contenedora del depósito se convierta en una fuente de emisión de partículas a la atmósfera.

Espesadores de alta eficiencia

Se realizará el desmantelamiento y la demolición de los espesadores existentes No. 4 y No.6 para la adecuación de las cimentaciones de los nuevos espesadores HRT.

La alimentación a cada espesador será por medio de tubería de acero al carbón recubierta de hule o HDPE realizando la interconexión en los cajones de alimentación

existentes aguas arriba de cada espesador. La tubería existente quedara fuera de operación y únicamente se utilizará cuando los espesadores HRT estén en mantenimiento.

En las tuberías de alimentación se instalará un muestreador metalúrgico por línea, los cuales enviaran por gravedad o bombeo la muestra a un analizador de muestras el cual se encuentra en un contenedor. La descarga de los espesadores se realizará por medio de tuberías HDPE hacia la caja de desvío del canal de jales. Para las líneas de descarga se considera instalar válvulas e instrumentación necesaria para una buena operación. El agua de rebose de cada espesador descargará en una canaleta existente y posteriormente a la pileta de agua recuperada existente.

Se instalará un muestreador metalúrgico por la línea de alimentación de cada espesador HRT, con la finalidad de tomar muestras representativas de colas de flotación, llevarlo a un multiplexor y aun analizador de ley en línea con el fin de monitorear la calidad y control del proceso del sistema de flotación.

Se instalará una planta de floculantes a cada espesador lo más cercano posible, quedando estas dentro de la huella de cada espesador a sustituir, contaran con alimentación de agua fresca para la preparación del floculante.

Para la subestación eléctrica se habilitará un cuarto y un patio de transformadores existente que se encuentra fuera de uso. El equipamiento principal consiste en transformadores, un generador de emergencia de baja tensión en el área exterior y en el cuarto a rehabilitar tableros eléctricos principalmente.

Clarificador

Se debe realizar la cimentación para colocar el calificador ya que cuenta con 8 columnas y una central, realizar un cárcamo para almacenar todo el volumen de agua que acumulará el clarificador, aproximadamente 250 m3.

Se realizará una trinchera con cárcamo que descargará sólidos para poder bombearlos para distribuidor de 4 vías, y se realizará una escalera para permitir entrar al cárcamo y subir por encima de clarificador estas se colocarán de lado de molibdeno; por

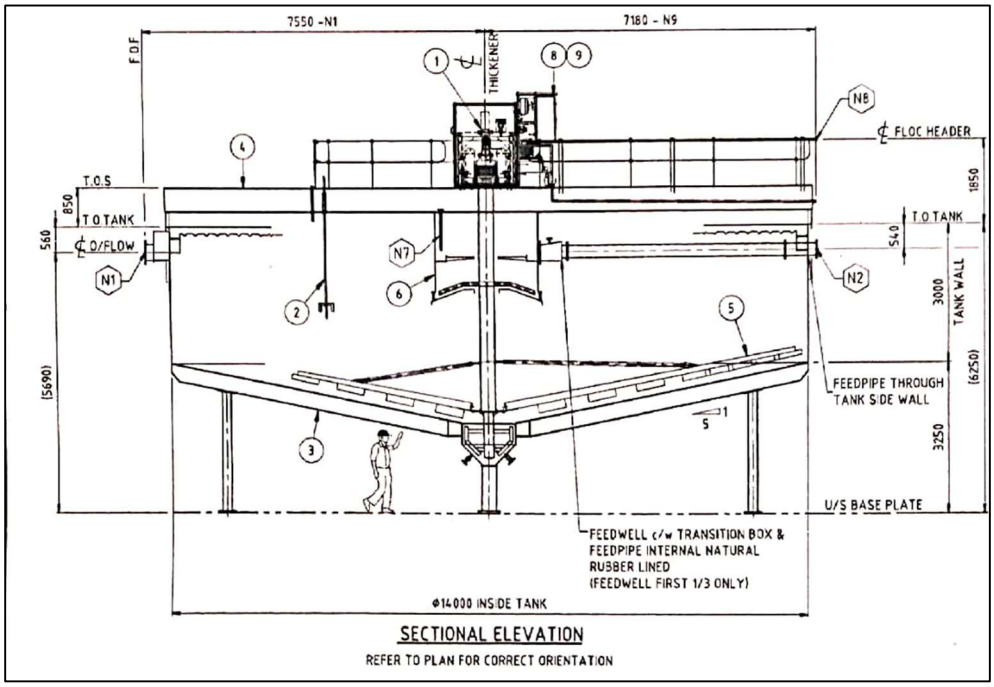
motivo de seguridad se deberá colocar lava ojos por lo que se bajará una línea de agua de planta de cal.

El clarificador tendrá un flujo de derrame 180 m3/hr. por lo que se debe realizar un cajón para bombearlo desde allí con una tubería de 10 in con un TDH: 39.1 m para regresarla a tanque en el área 24 para reutilizarla, se requiere llevar una parte del flujo al bombeo No. 8.

Equipos que se consideran son los enlistados a continuación:

- 2 motores de 50 hp para bombas de agua de retorno.
- 2 motores de 15 hp para bombas de descarga de sólidos.
- 1 motor de 5 hp para transmisión de clarificador.
- 1 motor de 30 hp para bomba de piso.
- 2 motores de 1hp para bombas de floculante.
- Alumbrado.
- Contactos eléctricos.
- Ploga eléctrica para soldadora.
- Panel de control del clarificador.
- Sensores (Nivel de cama, torque, masa de cama, nivel de rastra).
- En un futuro posible control automático y visualización en DeltaV.
- Línea de alimentación (Distribuidor 4 vías en área de espesadores) y punto de descarga en tanque ubicado en A-25.
- Cuarto 5x3 m con una puerta de 2.5 m con elevación inicial de 40 cm del suelo.

A continuación, se presenta una imagen de la sección transversal del clarificador.



ESDE (Extracción por solventes)

Durante su operación, el tren "D" será alimentado con el PLS proveniente de los represos La Francisca y La Guadalupe, y con electrolito pobre proveniente de la Electro-depositación, ambas soluciones se colectan en la Pila de Cabeza existente, localizada al Noreste y la descarga del refino será depositado en la pila de colas existente, localizada al Suroeste de la planta ESDE.

Para el nuevo tren se utilizarán nuevas tecnologías que consisten en módulos prefabricados de fibra de vidrio resistente al ácido, reforzados con estructura metálica y serán instalados sobre soportes de concreto reforzado; con esta nueva tecnología se pretende reducir los tiempos de instalación y puesta en operación, en comparación con un tren tipo convencional. Usando esta tecnología reducimos riegos de fugas, contaminantes y eficiencia energética.

Tren de extracción por solvente "D"

El sitio seleccionado para la instalación del nuevo tren de extracción por solvente será en un área ya impactada, utilizada actualmente como almacén y carga de diésel, y un

Biorreactor, que serán desmantelados, adecuando el área para la instalación del nuevo tren, mejorar los caminos de acceso y área de maniobras.

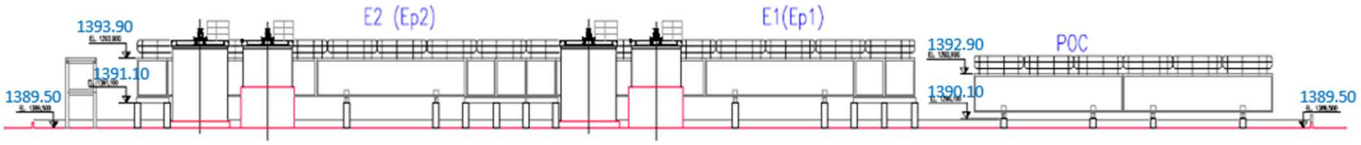
Sistema de Bombeo.

Los sistemas de bombeo y tuberías necesarios para la operación son parte integral de los módulos prefabricados.

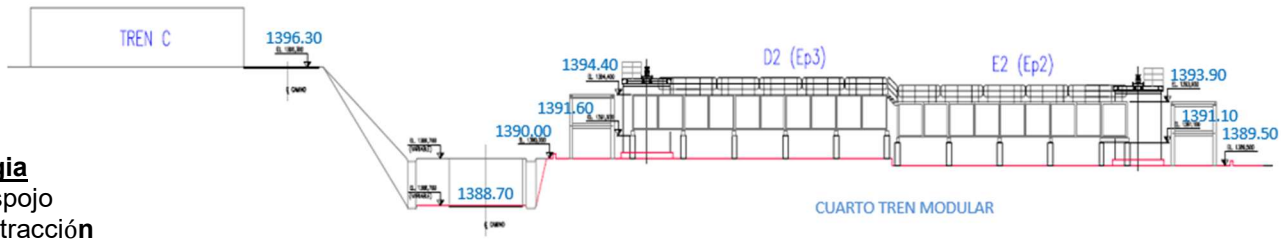
Sistema Eléctrico.

El sistema eléctrico necesario para iluminación y operación del tren "D" será abastecida de la subestación existente de la planta ESDE.

A continuación, se presenta la elevación longitudinal y transversal de la instalación en mención.



SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL

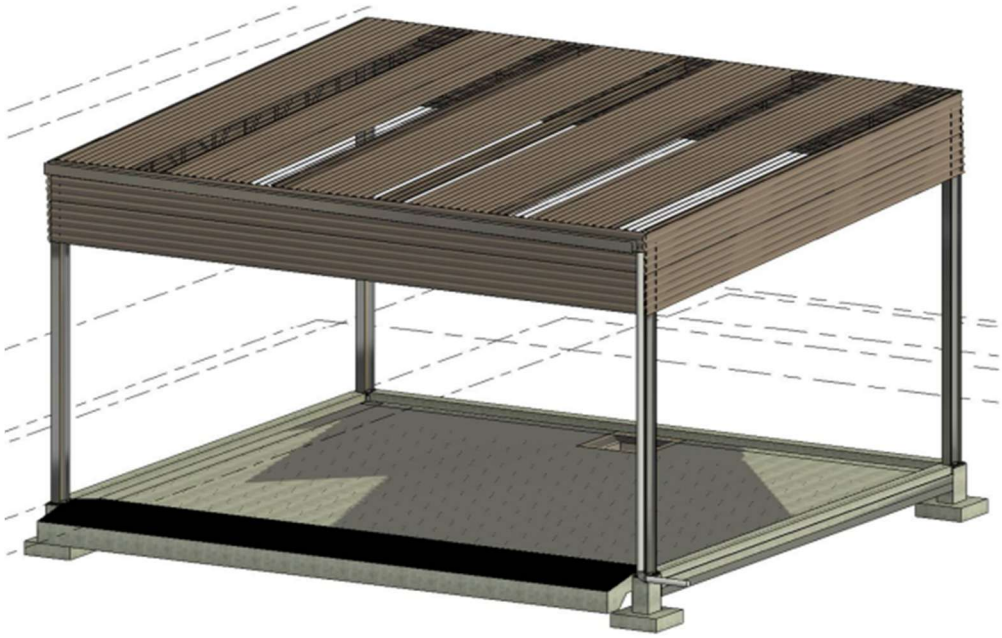
Simbologia
D Despojo
E Extracción
L Lavado de orgánico
POC Postdecantador de orgánico cargado
PER Postdecantador de electrólito

Almacén de lodos anódicos

Para su operación, surgió la necesidad de contar con un lugar adecuado para resguardar los recipientes que contienen lodos anódicos generados en el proceso de electrodepositación y se comprende en esencia de un tejaban, piso con recubrimiento de acero inoxidable antiderrapante maximizando de esta manera la protección del suelo. Al no contar con paredes laterales, se utilizará a favor la ventilación natural, además el tejaban contará con tragaluces lo que permitirá aprovechar al máximo la luz solar, evitando utilizar luminarias y energía eléctrica para el funcionamiento del almacén.

Por otro lado, el almacén contará con un dique de contención, el cual tendrá la función de retener un posible derrame de la sustancia almacenada (subproducto) con la finalidad de prevenir un daño ecológico sobre suelo natural.

A continuación, de manera gráfica se presenta el almacén de lodos anódicos, para visualizar sus componentes previamente mencionados en los párrafos anteriores:



Planta Termosolar

La Planta Termosolar producirá calor para el calentamiento del electrolito y el agua caliente para el lavado de cátodos, por lo que reduciría el costo de energía térmica, además de disminuir en gran medida el consumo de diésel para la generación de calor, disminuyendo anualmente las emisiones de CO2 a la atmósfera.

Para el envío de calor desde la planta solar a planta ESDE, se instalará un ducto de transmisión de calor con unas dimensiones de DN50.

La planta termosolar contará con un tanque de almacenamiento de 120 m3. Junto al campo solar se encontrará con una sala de máquinas para las bombas y el intercambiador de calor.

Se instalará un nuevo calentador eléctrico de agua con una potencia nominal de 400 KW para la generación de calor.

Los equipos con los que contará la Planta, según su diseño, son los enlistados a continuación:

- Campo de colectores solares de 905 m^2.
- Tanque de almacenamiento de 120 m^3.
- Cuarto de máquinas.
- Sistema de tubería pre aislado en el campo solar
- Ducto de transmisión de calor al cuarto existente de calderas:
  - Tubo exterior: Polyethylene High Density (PEHD), diámetro 125 mm.
- Calentador eléctrico de agua.
- Tanque de expansión instalado en la sala de calentadores.

Taller Pilares

Es importante la operación del Taller Pilares ya que actualmente se presenta una demanda de mantenimientos y servicios de la maquinaria presente en la zona de Pilares, esto por las actividades mineras.

Las unidades que requieran mantenimiento y/o servicio, podrán ser de manera calendarizada (mantenimiento preventivo) o de manera dinámica (mantenimiento correctivo) conforme se requiera.

II.2.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

Una vez finalizada la vida útil del presente proyecto de Ampliación La Caridad, de acuerdo con lo calendarizado, se procederá a la ejecución de las actividades de desmantelamiento de instalaciones y su abandono del sitio. Estas actividades son las correspondientes al retiro de instalaciones, equipo, limpieza del predio, así como la estabilización de taludes de los niveles construidos durante la operación. Una vez efectuadas las actividades de desmantelamiento, se procederá con la restauración y reforestación del área. A continuación, se presentan las actividades descritas de manera más detallada.

La ejecución de la etapa de abandono del sitio del Proyecto se realizará durante el último año de la vida útil del mismo. Esta etapa incluirá las siguientes acciones y medidas:

- Estabilización de taludes.
- Reincorporación del material producto del despalme y desmonte. El suelo fértil que se retira durante el despalme se empleará para el recubrimiento de los taludes finales de las obras.
- Retiro de maquinaria y equipo. Una vez finalizados los procesos, se retirará la maquinaria, vehículos y equipo utilizados durante las etapas anteriores.
- Limpieza del sitio. Los residuos sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos que se encuentren en las superficies a restaurar, deberán ser manejados de manera adecuada según la normatividad vigente.
- Reforestación del sitio. Las actividades de Reforestación se realizarán acorde a las condiciones imperantes de la zona o de acuerdo con las condiciones en materia

ambiental que sean establecidas. En principio, se reintroducirá la capa superficial de suelo proveniente de actividades de desmonte y despalme.

Lo anterior se llevará a cabo tomando en cuenta las condiciones en que se encuentre la zona y de acuerdo con las condiciones y requerimientos que en materia ambiental sean establecidos en la resolución, cuyo objetivo es compensar los efectos ambientales adversos que se pudieron generar durante el desarrollo del Proyecto en su vida útil.

Para el caso de los polígonos de represos de lixiviación y terreros de lixiviación de mineral, se iniciará la ejecución del plan de abandono con la finalidad de cumplir con los requerimientos ambientales aplicables.

Para el caso de la presa de jales, en su plan de cierre se tendrá como principal objetivo el asegurar su estabilidad, así como considerar los factores físicos, químicos, biológicos, sociales y ambientales. De lo anterior, se requiere que el área del depósito de jales sea segura y no represente un peligro a la salud pública y el medio ambiente y se deberá de llevar a cabo conforme a las especificaciones técnicas que establece la NOM-141-SEMARNAT-2003. El área se restaurará cubriendo el área impactada, se evaluarán las condiciones de acidez y toxicidad en los jales para plantear medidas acordes. Después de nivelar el terreno restaurado se procederá a reforestar mediante el replanteo de vegetación y especies rescatadas de otros proyectos, así como la distribución de semillas de especies nativas. La restauración del área se realizará paulatinamente, conforme se vaya avanzando y abandonando el sitio, el cual se nivelará y se reubicará el suelo fértil para posteriormente reforestar con gramíneas y replantar las especies rescatadas, esto con el fin de propiciarle al suelo una mayor productividad y retención de humedad para que se propicie el desarrollo de la masa forestal y así inducir una cobertura vegetal con especies nativas de la región, dando un puntual seguimiento con cuadrillas de personal especializado.

II.2.7 Residuos.

Las obras y actividades de los subproyectos que se construirán y operarán, derivadas de las necesidades de la operación actual, conllevará la generación de residuos y emisiones a la atmósfera dentro del complejo minero La Caridad.

Una vez autorizada la presente manifestación de impacto ambiental modalidad regional, los residuos y emisiones generadas deberán de considerarse en los registros actuales con los que cuenta el Promovente, específicamente en la Licencia Ambiental Única (LAU), la Licencia de Funcionamiento, el Registro como Generador de Residuos Peligrosos, el Registro como Generador de Residuos de Manejo Especial, el Título de concesión de la CONAGUA, el Plan de Manejo de Residuos Mineros Metalúrgicos y el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos.

Lo anterior, con la finalidad de que una vez autorizado el presente Proyecto los registros se reporten anualmente, específicamente los residuos peligrosos y de manejo especial generados, así como los residuos mineros y las emisiones a la atmósfera que se generen durante estas nuevas actividades dentro del Complejo Minero La Caridad que contempla las siguientes etapas:

- Preparación y construcción del sitio.
- Operación de los nuevos proyectos.

En los siguientes párrafos se describen las instalaciones con las que se cuenta actualmente en el Complejo Minero La Caridad, misma donde se realizará el almacenamiento de los residuos peligrosos que se generarán por los nuevos proyectos de la presente MIA-R.

Almacenamiento temporal de residuos

El Promovente cuenta con las siguientes instalaciones para el almacenamiento de residuos:

Almacén Temporal de Residuos Peligrosos (Nave techada). Esta nave cuenta con piso y cimentación de concreto armado, paredes y techumbre de estructura metálicas y

lámina acanalada, en su interior cuenta con racks de almacenamiento para el resguardo de los residuos peligrosos que se generen.

Cabe mencionar que en los diferentes procesos del complejo minero se cuenta con áreas de transferencia de residuos peligrosos en áreas estratégicas para su manejo y segregación desde el área de generación las cuales están identificadas, señalizadas y de acuerdo con el tipo de residuo estas cuentan con un dique de contención para prevenir posibles derrames en el área de generación, una vez que se llenan los contenedores que se encuentran en dichas áreas de transferencia los contenedores son llevados al Almacen Temporal de Residuos Peligrosos.

RESIDUO	TIPO DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL	DISPOSICIÓN FINAL
Grasa Degradada	Contenedor de 200 litros	Empresa autorizada por SEMARNAT.
Aceite Gastado	Contenedor de 200 litros	Empresa autorizada por SEMARNAT.
Solidos Impregnados con Hidrocarburos	Contenedor de 200 litros	Empresa autorizada por SEMARNAT.
Envases Vacíos que Contuvieron Material Peligroso	Contenedor de 200 litros	Empresa autorizada por SEMARNAT.
Materiales con Metales Pesados	Contenedor de 200 litros	Empresa autorizada por SEMARNAT.
Anticongelante Usado	Contenedor de 200 litros	Empresa autorizada por SEMARNAT.
Lámparas Fluorescentes y de Vapor de Mercurio	Contenedor de 200 litros	Empresa autorizada por SEMARNAT.
Baterías Plomo – Ácido.	Contenedor de 200 litros	Empresa autorizada por SEMARNAT.
Baterías Niquel Cadmio	Contenedor de 200 litros	Empresa autorizada por SEMARNAT.
Orgánico Degradado	Contenedor de 200 litros	Empresa autorizada por SEMARNAT.
Baterías Litio	Contenedor de 200 litros	Empresa autorizada por SEMARNAT.

Baterías Alcalinas	Contenedor de 200 litros	Empresa autorizada por SEMARNAT.

Para garantizar el cumplimiento al artículo 42 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Promovente (Mexicana de Cobre, S.A. de C.V.), contratará los servicios de empresas autorizadas por la SEMARNAT para el manejo de los residuos peligrosos.

Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial, Peligrosos y Mineros

Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos se almacenarán en contenedores de diversas capacidades dentro de oficinas y/o plantas del presente proyecto, ya que en el Complejo Minero no existe un almacén como tal. Lo anterior, debido a que la recolección se efectuará directamente hacia los contendores de una empresa autorizada la cual proporcionará el servicio de recolección especializada para ser trasladados al Relleno Sanitario de la Ciudad de Agua Prieta.

Durante la operación de las oficinas de las nuevas obras y actividades del presente proyecto se generarán residuos sólidos del tipo urbano, consistente en: Orgánicos: restos de comida, basura de sanitarios, madera; Inorgánicos: botellas de plásticos, vidrio, papel, cartón, empaques de comida, utensilios de limpieza, equipo de protección personal, latas, entre otros.

En el Cuadro siguiente se indica en qué subproyecto se tendrá la generación de los residuos sólidos urbanos, donde también se indica el volumen estimado y su disposición final.

Nombre del residuo	Generación estimada (Ton/año)	Subproyecto donde se genera	Destino final
Residuos sólidos urbanos	127.44 ton	Todos los subproyectos.	Relleno Sanitario de la Ciudad de Agua Prieta.

Residuos de manejo especial

De manera resumida, los residuos de manejo especial que se generarán serán productos de las actividades de construcción, mantenimiento preventivo y correctivo que se realizarán a las instalaciones, mismos que serán recolectados, transportados y manejados por empresas autorizadas por la autoridad competente.

En el Cuadro siguiente se indica en qué subproyecto se tendrá la generación de los residuos de manejo especial, donde también se indica el volumen estimado y su disposición final.

Nombre del residuo	Generación estimada (Ton/año)	Subproyecto donde se genera	Destino final
chatarra ferrosa	800	ampliación concentradora. nuevo tren de extracción. espesadores de alta eficiencia. clarificador. almacén de lodos anódicos. planta termosolar. taller pilares.	reciclaje
chatarra bronce	30		reciclaje
chatarra de cobre	20		reciclaje
chatarra de manganeso	450		reciclaje
chatarra alto cromo	600		reciclaje
chatarra con hule	150		reciclaje
chatarra mixta	100		reciclaje
chatarra de aluminio	10		reciclaje
chatarra de acero inoxidable	10		reciclaje
cable de aluminio con acero	15		reciclaje
cable de cobre con forro	30		reciclaje
motores electricos	50		reciclaje
radiadores	1		reciclaje
brocas de barrenación	50		reciclaje
equipo eléctronico y electrodomésticos	50		reciclaje

material eléctrico	20		disposición final
madera	300		reuso relleno disposición final en sitio
llantas de equipo pesado	2000		reuso disposicion final en sitio
llantas de equipo ligero	70		disposicion final
escombro	4000		disposición final en sitio
hules y plasticos	230		disposición final
bandas de transporte de mineral	300		reuso disposicion final
vidrio	2		disposición final
pet	2		reciclaje disposición final
papel y cartón	20		reciclaje disposicion final
residuos sólidos urbanos	120		disposicion final
toner	.5		reutilización disposición final
filtros de aire	60		disposición final
miscelaneos	100		disposicion final

Residuos peligrosos

Para el caso de los residuos peligrosos que se generen en las diversas etapas del presente proyecto, deberá de considerarse en el Registro como generador de residuos peligrosos ante SEMARNAT con el que se cuenta en la actualidad.

Se tendrá la generación de residuos peligrosos provenientes de los mantenimientos preventivos y correctivos de maquinaria y equipo, así como por la utilización de sustancias químicas peligrosas en procesos de los subproyectos de la presente solicitud.

Los residuos peligrosos se enviarán al Almacén Temporal de Residuos Peligrosos con el que cuenta actualmente la empresa, y serán manejados por empresas autorizados por la SEMARNAT.

En el Cuadro siguiente se indica en qué subproyecto se tendrá la generación de los residuos peligrosos, donde también se indica el volumen estimado y su disposición final.

RESIDUO	GENERACIÓN ESTIMADA (TON/AÑO)	SUBPROYECTO DONDE SE GENERA	DISPOSICIÓN FINAL
Grasa Degradada	60.18	Uso de equipo y maquinaria en todos los subproyectos.	Recolección por empresas autorizadas y disposición en sitios autorizados por SEMARNAT.
Aceite Gastado	207.00		
Solidos Impregnados con Hidrocarburos	308.87		
Envases Vacíos que Contuvieron Material Peligroso	38.05	Uso de reactivos en plantas de beneficio.	
Materiales con Metales Pesados	76.11	Materias en contacto con concentrados de cobre.	
Anticongelante Usado	23.67	Uso de equipo y maquinaria en todos los subproyectos.	
Lámparas Fluorescentes y de Vapor de Mercurio	0.110	De los mantenimientos de servicios auxiliares.	
Baterías Plomo – Ácido.	31.05	Uso de equipo y maquinaria en todos los subproyectos.	
Baterías Niquel Cadmio	0.001	De los mantenimientos de servicios auxiliares.	

Orgánico Degradado	0.00	De la operación del 4to. Tren de extracción.	
Baterías Litio	0.80	De los mantenimientos de servicios auxiliares.	
Baterías Alcalinas	0.125	De los mantenimientos de servicios auxiliares.	
Productos Químicos Caducos	26.16	Uso de reactivos en plantas de beneficio	
Agua con Hidrocarburos	40.96	De la limpieza de las estaciones de combustibles.	

Residuos mineros

Conforme a lo establecido en los criterios de la NOM-157-SEMARNAT-2009 específicamente en el numeral 5.1 para la clasificación de los residuos mineros, así como el numeral 5.4 para su caracterización por tipo de residuos, el presente proyecto involucra los siguientes residuos:

- Tepetate.
- Jales de flotación.
- Residuos producto del beneficio (Orgánico degradado).

Los residuos mineros que se generarán con la operación del presente proyecto presentan las siguientes características de peligrosidad:

Nombre del residuo	Corrosivo	Reactivo	Explosivo	Tóxico	Inflamable
Tepetate				X	
Jales de flotación				X	
Residuos producto del beneficio (orgánico degradado)	X			X	

Ahora bien, una vez identificados los residuos mineros a generar, en el Cuadro siguiente se indica en qué subproyecto se tendrá la generación de cada residuo, donde también se indica el volumen estimado y su disposición final.

Nombre del residuo	Generación estimada (Ton/año)	Subproyecto donde se genera	Destino final
Tepetate	87,541,318	Cachuly Sur. Continuación Santo Domingo. El Ranchito. Ampliación Santo Domingo.	Tepetatera
Jales de flotación	34,579,600	Ampliación Concentradora	Presa de jales
Residuos producto del beneficio (orgánico degradado)	0.000	Nuevo tren de extracción	Empresa autorizada por SEMARNAT

A continuación, se describen las características de los residuos mineros del cuadro anterior:

Tepetate

El tepetate es un residuo minero que, según la NOM-157-SEMARNAT-2009, se conforma por el apilamiento de material mineral sin valor económico. También suele ser el producto del descapote.

En el Complejo Minero La Caridad actualmente existen tepetateras en operación ya autorizadas para el depósito de este material.

El material sin valor económico no tendrá modificaciones en su calidad química, solo tendrá reducción de tamaño y será enviada a los sitios destinados para la formación de las tepetateras. Estas áreas presentes en el Proyecto se encontrarán dentro de las mismas subcuencas hidrológicas de donde se extraerá el material que formará parte de los residuos con la finalidad de que no se afecten cuerpos de agua y, como no se cambiará la calidad del material, no se presentará un impacto sobre los servicios ambientales.

Jales de flotación

Este residuo minero se generará dentro del proceso de beneficio de mineral, específicamente en el proceso de Concentradora de cobre (polígono Ampliación Concentradora). Este material será enviado a la Presa de Jales, la cual inició sus operaciones antes entrar en vigor la LGEEPA, para la cual se tienen autorizaciones para su crecimiento del vaso, así como también se solicita en el presente proyecto el Crecimiento de depósito de jales.

Los jales de flotación son lodos que contienen alrededor de 50% de agua y los sólidos en suspensión representan la "ganga", es decir, el material al cual ya se le extrajo el contenido de cobre. Su color es gris y la intensidad depende de la naturaleza del mineral.

Anteriormente se realizaron pruebas para determinar la peligrosidad de los jales, de acuerdo con la NOM-157- SEMARNAT-2009, en donde se concluyó que los Jales de Flotación que se generan en las operaciones de beneficio para la obtención de concentrado de cobre en el complejo minero de Mexicana de Cobre, S.A. de C.V. se consideran residuo peligroso por ser "generadores de drenaje ácido". A este residuo no se le da ningún tratamiento, solo serán depositados conforme a la NOM-141-SEMARNAT-2003 que contiene las especificaciones técnicas para la preparación del sitio, construcción-operación de estas obras de ingeniería, asegurando en el largo plazo no solo su estabilidad física sino también su estabilidad química, así como el monitoreo permanente de cuerpos de agua y lo que establece la NOM-157-SEMARNAT-2009.

Residuos producto del beneficio (orgánico degradado)

El residuo minero denominado "orgánico degradado" se generará en el proceso de Extracción por Solventes (Nuevo tren de extracción) debido a los arrastres de orgánico que llevará el electrolito rico a la planta de electrodepositación. Este orgánico comúnmente es recuperado pero pierde su capacidad para extraer el cobre por influencia de la corriente eléctrica y por ende ya no puede ser reingresado al proceso nuevamente, por lo que considerará como residuo minero.

Este residuo minero será considerado como residuo peligroso bajo el criterio 6.4.2 de la NOM-052 SEMARNAT- 2005, ya que presentará características de peligrosidad

corrosivo y tóxico. Este residuo se considera que estará compuesto en su mayoría por hidrocarburos y electrolito gastado del proceso de la electrodepositación.

El almacenamiento se llevará a cabo en tótems de 1,000 litros y se identificará como un residuo peligroso, será enviado al almacén temporal de residuos peligrosos y se manejará mediante empresas autorizadas por la SEMARNAT.

CAPITULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

CAPITULO III

TABLA DE CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES 1
III.1. Vinculación con los instrumentos de planeación 1
III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 1
III.1.2. Plan Estatal de Desarrollo Sonora 3
III.1.3. Plan Municipal de Desarrollo de Nacozari de García 2025-2027. 4
III.2. Vinculación con los Ordenamientos jurídicos aplicables 4
III.2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 4
III.2.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en materia de impacto ambiental 5
III.2.3. Ley General de Vida Silvestre (LGVS) 7
III.2.4. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento (LGDFS) 9
III.2.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) 10
III.2.6. Ley de Aguas Nacionales (LAN) 12
III.2.7. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio 14
III.2.8. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora 20
III.2.9. Áreas Naturales Protegidas 23
III.2.10. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves 24
III.2.11. Regiones Hidrológicas Prioritarias 24
III.2.12. Regiones Terrestres Prioritarias 25

III.2.13. Sitios RAMSAR 26

III.3. Vinculación con Normas Oficiales Mexicanas 26

III.3.1. Normas Oficiales Mexicanas 26

III.4. Análisis de viabilidad jurídica del proyecto 30

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

III.1. Vinculación con los instrumentos de planeación

III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo

EJE GENERAL 4 – DESARROLLO SUSTENTABLE

El Proyecto de Nación de la Cuarta Transformación tiene como base el impulso de un desarrollo sustentable, es decir, lograr un equilibrio entre desarrollo económico, social y ambiental que preserve el medio ambiente y evite un daño irreversible, al tiempo que busca evitar que se agoten los recursos naturales y permitir su disfrute a las generaciones futuras. La justicia social debe ir acompañada de una justicia ambiental, de un modelo de sociedad que disminuya su huella ecológica y respete los ciclos naturales de reproducción de la vida.

El desarrollo sustentable requiere un enfoque integral en la protección y el uso responsable de los recursos naturales. Es prioritario implementar políticas para reducir y revertir el daño ambiental, proteger los ecosistemas estratégicos del país —como bosques, selvas y cuerpos de agua— y fomentar el aprovechamiento de residuos mediante la economía circular. Esto implica incentivar el reciclaje de materiales, el aprovechamiento energético de residuos orgánicos y la gestión eficiente de desechos para reducir la contaminación y optimizar el uso de recursos.

Dentro del eje general 4, se encuentran 6 objetivos para cumplir con sus estrategias e indicadores, con relación al desarrollo sustentable, de los cuales al presente proyecto aplican 2 objetivos, los cuales se mencionan a continuación.

Estrategias aplicables del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030.

EJE GENERAL	OBJETIVO	ESTRATEGIA APLICABLE	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
EJE GENERAL 4 DESARROLLO SUSTENTABLE	Objetivo 4.3 Reducir las emisiones contaminantes y fortalecer la resiliencia climática mediante la prevención, control y mitigación de los impactos ambientales en la salud y los ecosistemas	Estrategia 4.3.1	Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para mitigar el cambio climático y sus impactos en la sociedad, la economía y el medio ambiente.	Al realizarse el desmonte, se propicia a la disminución de la captación de carbono, sin embargo, como parte del cumplimiento en la materia, el proyecto contempla garantizar que la capacidad de almacenamiento de carbono mediante las medidas de mitigación.
		Estrategia 4.3.4	Fortalecer las medidas de prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población y preservar un medio ambiente sano.	En el Capítulo 6 se establecen las medidas de mitigación del presente proyecto, mismas que deberán garantizarse los cumplimientos de cada una para cumplir con las obligaciones en la materia.
	Objetivo 4.5 Proteger y restaurar los ecosistemas naturales, promoviendo su uso sustentable mediante una política ecológica humanista, inclusiva y participativa.	Estrategia 4.5.6	Fortalecer el ordenamiento ecológico y otros instrumentos de ordenamiento del territorio como medio de planeación que regule el uso del suelo de acuerdo con sus características inherentes	En el presente Capítulo se realiza la vinculación con los Programas de Ordenamiento Ecológicos aplicables, para lo cual las actividades del presente proyecto no se contrapone a ellos.

Por lo anterior, a continuación se resume la vinculación realizada

Vinculación jurídica con el Proyecto: En apego a las disposiciones establecidas por el gobierno federal a través del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, y en cumplimiento a los estándares y programas en materia de protección ambiental con los que opera actualmente Mexicana de Cobre, S.A. de C.V., el presente proyecto se vincula con las disposiciones de dicho Plan toda vez que se contempla garantizar que la capacidad de almacenamiento de carbono mediante las medidas de mitigación, garantizar los cumplimientos de cada una de las medidas de mitigación para cumplir con las obligaciones en la materia.

III.1.2. Plan Estatal de Desarrollo Sonora

El Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027 constituye el marco general de referencia para el diseño y ejecución de políticas, programas y acciones durante el sexenio de la actual Administración estatal. Por ello, el Plan incluye una visión de futuro que establece las expectativas deseables para Sonora durante dicho período de tiempo, conteniendo un diagnóstico de la situación que guarda la Entidad, un análisis tendencial y prospectivo sobre la visión del Estado y sus objetivos al año 2022, así como las líneas estratégicas que se deberán implementar para impulsar el desarrollo ordenado en Sonora.

Objetivo 9. Reactivación del crecimiento económico con finanzas sanas

Estrategia: Consolidar el liderazgo de Sonora como una potencia turística en el mercado local, regional, nacional e internacional como un motor para la reactivación económica inclusiva, equitativa y sostenible.

Líneas de acción: 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.

Vinculación jurídica con el Proyecto: Para coadyuvar con el Estado de Sonora a trabajar en sus estrategias para Promover a Sonora para potenciar un mayor aprovechamiento de la producción minero-metalúrgica impulsando una mejora

sustantiva en el desempeño ambiental, Mexicana de Cobre, S.A. de C.V., mediante las diferentes etapas del proyecto "Ampliación La Caridad", se operarán de manera sustentable y de calidad, aportando a la economía estatal.

III.1.3. Plan Municipal de Desarrollo de Nacozari de García 2025-2027.

El Plan Municipal de Desarrollo de Nacozari de García 2025-2027, cuenta con 4 Ejes, los cuales son los siguientes:

- Eje 1. Transformación municipal, servicios públicos sustentables y modernización urbana.
- Eje 2. Juntos por el desarrollo humano y social de Nacozari de García.
- Eje 3. Nacozari de García unido y en paz.
- Fortalecimiento institucional por la buena gestión pública.

De ellos, se establecen Objetivos, Metas, Estrategias y Líneas de acción, mismos que una vez analizados, se encontró que ninguno de estos instrumentos de política se vincula al proyecto Ampliación La Caridad, por lo que se concluye que no se contrapone a las políticas enmarcadas en el Plan Municipal de Desarrollo Nacozari de García 2025-2027.

Vinculación jurídica con el Proyecto: Una vez analizado el Plan Municipal, se concluye que no se contrapone a las políticas enmarcadas en el Plan Municipal de Desarrollo Nacozari de García 2025-2027.

Plan Municipal de Desarrollo del H. Ayuntamiento de Villa Hidalgo, Sonora 2025-2027

Se realizó una exhaustiva búsqueda del documento de El Plan Municipal de Desarrollo del H. Ayuntamiento de Villa Hidalgo, Sonora, para el periodo 2025-2027 y no se encontró documento alguno.

III.2. Vinculación con los Ordenamientos jurídicos aplicables

III.2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es la norma fundamental, establecida para regir jurídicamente al país, la cual fija los límites y define las relaciones entre los poderes de la federación: poder legislativo, ejecutivo y judicial, entre los tres órdenes diferenciados del gobierno: el federal, estatal y municipal, y entre todos aquellos y los ciudadanos. Asimismo, fija las bases para el gobierno y para la organización de las instituciones en que el poder se asienta y establece, en tanto que pacto social supremo de la sociedad mexicana, los derechos y los deberes del pueblo mexicano.

Por lo tanto, a continuación, se presentan algunos artículos que revisten de importancia el cuidado de medio ambiente las cuales marcan las pautas para un desarrollo económico sustentable:

Artículo 4o.- ...
Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.

Vinculación jurídica con el Proyecto: Para preservar el ambiente sano y salud al que todos los mexicanos tienen derecho, el proyecto considera las medidas necesarias de prevención, mitigación y compensación para preservar y restaurar el equilibrio ecológico. En el Proyecto se contempla la ejecución de un programa de rescate de flora y fauna, para así evitar el menor daño posible a las especies que se encuentren presentes en el área del proyecto, en términos dispuestos por la Ley.

III.2.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en materia de impacto ambiental

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

Vinculación jurídica con el proyecto: Aplicable al proyecto en el sentido de que el Promovente, Mexicana de 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, específicamente al tratarse de una actividad de beneficio de minerales reservados a la Federación. La presente MIA-R 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.

Vinculación jurídica con el proyecto: Para el desarrollo del proyecto, la presente MIA- contará con la ejecución de actividades para la protección y conservación de la flora y la fauna silvestre que se vean afectadas.

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

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

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

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

Vinculación con el proyecto: Mediante la presente MIA-R se solicita la autorización en materia de impacto ambiental por la actividad mencionada.

III.2.3. Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

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.

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.

Vinculación jurídica con el Proyecto: El Proyecto requiere la autorización en materia de impacto ambiental a través de la presente MIA-R, por lo tanto, en base a los trabajos de Campo en el predio no se encontró presencia de especies de flora enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

III.2.4. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento (LGDFS)

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

En el Artículo 33, se establece lo siguiente: "Son criterios obligatorios de política forestal de carácter económico, los siguientes: XV. La realización de las obras o actividades públicas o privadas que por ellas mismas puedan provocar deterioro de los recursos forestales, debe incluir acciones equivalentes de regeneración, restauración y restablecimiento de los mismos".

Vinculación jurídica con el Proyecto: En la elaboración de la presente MIA-R y en acuerdo al proyecto, como medidas de mitigación ambiental se considera la ejecución de actividades de protección de la flora y fauna silvestres, mismos que consisten en rescate y reubicación de especies. A su vez, el Promovente ejecutará actividades para la conservación del suelo y los recursos hídricos. Esto mediante los subprogramas del Programa de Vigilancia Ambiental.

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.

Vinculación jurídica con el Proyecto: Una porción de la superficie del Proyecto requiere autorización para ejecutar el Cambio de Uso de Suelo en terrenos forestales. Para la cual se solicitará su autorización.

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

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

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

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

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 los proyectos de Ampliación La Caridad.

III.2.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

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.

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 Mexicana de Cobre, S.A. de C.V.

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

Vinculación jurídica con el Proyecto: El Proyecto generará residuos peligrosos consistentes en sólidos impregnados, envases vacíos, entre otros, mismos que se colocarán en sitios adecuados, 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 de Mexicana de Cobre, para posteriormente ser entregados a una empresa autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para su disposición final.

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

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.

Vinculación jurídica con el Proyecto: Como parte de la filosofía de gestión ambiental de Mexicana de 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.

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.

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

III.2.6. Ley de Aguas Nacionales (LAN)

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;

Vinculación jurídica con el proyecto: La operación del proyecto objeto de la presente MIA-R, 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.

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.

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

III.2.7. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

De manera introductoria, se establece que el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Este Programa de Ordenamiento Ecológico es de observancia obligatoria para la Administración Pública Federal y tiene el propósito de establecer las bases para que las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal formulen e instrumenten sus programas sectoriales con base en la aptitud territorial, las tendencias de deterioro de los recursos naturales, los servicios ambientales, los riesgos ocasionados por peligros naturales y la conservación del patrimonio natural.

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

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

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

aquellas UAB que requieren de atención urgente porque su estado ambiental es crítico y porque presentan muy alto o alto nivel de conflicto ambiental, por otro lado, el nivel muy bajo se aplicó a las UAB que presentan un estado del medio ambiente estable a medianamente estable y conflictos ambientales de medio a muy bajo.

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

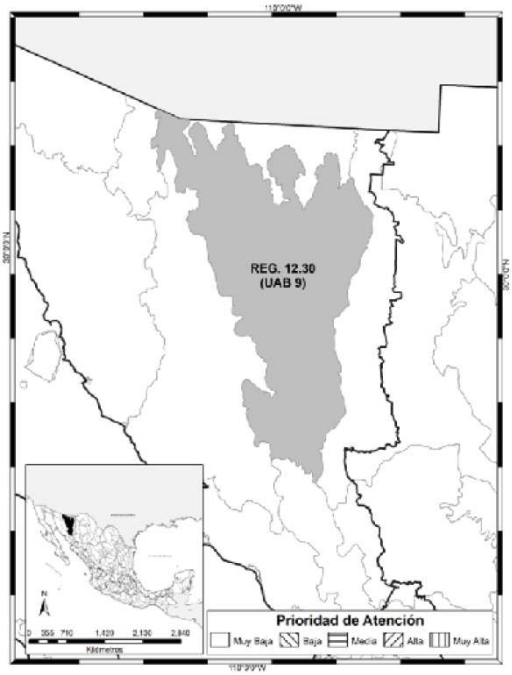
Tomando como base la política ambiental asignada para cada una de las 145 UAB, los sectores rectores del desarrollo que resultaron de la definición de los niveles de corresponsabilidad sectorial, y la prioridad de atención que los diferentes sectores deberán considerar para el desarrollo sustentable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

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

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán de observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación.

El sitio del proyecto se localiza en la siguiente zona, conforme al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, que es la Unidad Ambiental Biofísica 9.

De acuerdo a la ubicación señalada del proyecto, este se ubica dentro de la Región Ecológica 12.30 en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 9, cuyas características se muestran en la figura siguiente:



REGION ECOLOGICA: 12.30
Unidades Ambientales Biofísicas que la componen:
9. Sierras y Valles del Norte

Localización:
Este de Sonora

Superficie en km^2:	**Población Total:**	**Población Indígena:**
42,685.87	78,700 hab	Mayo-Yaqui

De la misma manera, la ficha técnica correspondiente a esta Unidad Ambiental Biofísica 9 ubicada en la Región Ecológica 12.30, establece que el estado actual del medio ambiente es:

- Estable a Medianamente estable.
- Conflicto Sectorial Bajo.
- Muy baja superficie de ANPs.
- Baja degradación de los Suelos.
- Baja degradación de la Vegetación.
- Media degradación por Desertificación.
- La modificación antropogénica es muy baja.

- Longitud de Carreteras (km): Media.
- Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja.
- Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja.
- Densidad de población (hab/km^2): Muy baja.
- El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación, Forestal y Pecuario.
- Con disponibilidad de agua superficial.
- Con disponibilidad de agua subterránea.
- Porcentaje de Zona Funcional Alta: 58.8.
- Muy baja marginación social.
- Medio índice medio de educación.
- Bajo índice medio de salud.
- Bajo hacinamiento en la vivienda.
- Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda.
- Medio indicador de capitalización industrial.
- Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal.
- Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios.
- Actividad agrícola con fines comerciales.
- Media importancia de la actividad minera.
- Alta importancia de la actividad ganadera.

De acuerdo con lo que se establece en la Ficha Técnica, los niveles de corresponsabilidad sectorial en la conducción del desarrollo sustentable para la Unidad Ambiental Biofísica 9, que resultaron del análisis sistémico realizado y que forman parte de la propuesta del Programa, se muestran en la tabla siguiente:

UAB	Rectores del Desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés
9	Minería - Preservación de Flora y Fauna	Forestal	Ganadería	Industria

Como se observa, en esta tabla se incluyen las actividades sectoriales rectoras (entre ellas la minería), coadyuvantes, asociados del desarrollo y otros sectores de interés. El documento, señala que esta clasificación indica el grado de corresponsabilidad de cada uno de los sectores que participarán en la instrumentación del POEGT a través de sus

programas, proyectos y acciones sectoriales a fin de contribuir al desarrollo sustentable del territorio nacional.

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.
2.Recuperación de especies en riesgo	No corresponde al promovente la recuperación de las especies en riesgo, sin embargo, se garantiza que no afectará a ninguna especie faunística, ya que estas serán reubicadas.
3.Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad	Esta estrategia corresponde a las entidades gubernamentales, sin embargo; al realizar la presente MIA-R se tendrá información sobre conocimiento, análisis y monitoreo de la biodiversidad.
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 coincide 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	No aplicable.
9.Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados	Dentro de las actividades del presente proyecto, no corresponde la extracción de aguas superficiales ni subterráneas.
10.Reglamentar para su protección, el uso de agua en las principales cuencas y acuíferos	Esta estrategia corresponde a las entidades gubernamentales
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 capítulo 6 se presentan las medidas para la protección de los 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 las actividades.
16.Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entro otros), a fin de que se posicionen en los mercados domésticos 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 al 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 a 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. Asegurará 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 concentradas con la sociedad civil	Para el proyecto no se requiere realizar tal estrategia.

Aunado a ello dentro de las estrategias se establece para esta unidad el aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios mediante la aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables, además de la consolidación del marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.

En este contexto, el proyecto se vincula a este instrumento de planeación y concuerda con el mismo, por lo que no solo no se contrapone con él, sino que es congruente con lo que dispone.

III.2.8. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora

En este documento se presenta una propuesta de ordenamiento ecológico para el estado de Sonora bajo las siguientes fases:

- Desarrollo de las visiones de los distintos sectores económicos a través de procesos participativos.
- Análisis de las actividades económicas y sus impactos ambientales, económicos y sociales.
- Elaboración de una estrategia de desarrollo que maximice beneficios y minimice conflictos intersectoriales e intrasectoriales.

En él se establece una estrategia de largo plazo con objetivos específicos, resultados esperados y actividades a realizarse para cumplir con el ordenamiento del suelo

en Sonora, oficializando los acuerdos intersectoriales e intrasectoriales con respecto al uso actual y futuro del suelo.

Durante los talleres sectoriales se realizó un ejercicio para que los participantes visualizaran la situación ideal de su sector para el año 2030. La visión del sector Minero es "Identificar las zonas con mayor vocación para la actividad minera, buscando el desarrollo sustentable de la región" (SGM, 2011).

Sonora ocupa el primer lugar en producción de muchos de los metales que se producen a nivel nacional, lo que le da una importancia especial al sector y su papel en la economía regional, que se refleja en la calidad de vida de la población.

El escenario estratégico del POETS tiene como finalidad mostrar diversas medidas para disminuir las tendencias de deterioro de los atributos y los conflictos ambientales. En el sector minería se espera que éste siga creciendo, principalmente a través de inversiones extranjeras enfocadas principalmente a la extracción de oro, plata y cobre. En el escenario estratégico se deben de desarrollar e incorporar nuevas tecnologías que minimicen el impacto de la actividad en el ambiente, así como la aplicación de medidas de mitigación y restauración. El sector deberá crear e implementar programas de capacitación y profesionalización del capital humano para cumplir con su objetivo de ser un sector social y ambientalmente responsable. En este sentido, el proyecto es compatible con lo indicado en la estrategia de POETS, pues se evalúa conforme a lo que indica la legislación ambiental en materia de cambio de uso del suelo forestal, indicando para ello las medidas de mitigación y compensación correspondientes.

El proyecto se ubica en Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 100-0/01 SIERRA ALTA, en donde la 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 cacería, cuyas especies cinegéticas más importantes son venado cola blanca, guajolote silvestre y otras aves residentes; la ganadería extensiva; la actividad forestal maderable y no maderable. Los posibles conflictos en el área están relacionados con la minería, una de las actividades más rentables en comparación con otras actividades, y el turismo alternativo de aventura por las actividades de construcción que podrían sustituir y/o generar

externalidades a las 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.

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 cacería, cuyas especies cinegéticas más importantes son venado cola blanca, guajolote silvestre y otras aves residentes; la ganadería extensiva; la actividad forestal maderable y no maderable. Los posibles conflictos en el área están relacionados con la minería, una de las actividades más rentables en comparación con otras actividades, y el turismo alternativo de aventura por las actividades de construcción que podrían sustituir y/o generar externalidades a las 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

Criterio de regulación ecológica	Grado de cumplimiento
Promover la prevención y manejo integral de la generación de los residuos provenientes de actividades mineras	El promovente declara que las actividades de la MIA-R se llevarán de acuerdo con la normatividad vigente. Que no habrá descargas de aguas residuales y que se llevará a cabo un manejo integral de los residuos para evitar la degradación del medio.
Cumplir con los requisitos mínimos de seguridad para trabajos en minas considerando las condiciones de seguridad y salud en el trabajo.	El promovente declara en la descripción del Proyecto, que se dará mejores condiciones de seguridad y salud a sus trabajadores.

De acuerdo con lo señalado en los dos apartados anteriores, tanto los criterios de regulación ecológica como las estrategias ecológicas no contemplan regulaciones

especiales o particulares para el proyecto Ampliación La Caridad, sí las imponen a otras actividades como la cacería, agricultura y aprovechamientos maderables.

Por lo anterior se concluye que el POET vigente para el estado de Sonora no establece restricciones para la ejecución del proyecto solicitado en la presente MIA-R, en los términos, sitio y UGAs mencionadas.

III.2.9. Áreas Naturales Protegidas

Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP)

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

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

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

Como se menciona en párrafos anteriores, los polígonos del proyecto se encuentran, en su totalidad, fuera de alguna Área Natural Protegida de competencia federal.

La ANP más cercana es Bavispe, ubicada al noreste del estado de Sonora, a una distancia aproximada de 13 kilómetros en línea recta al Suroeste del proyecto.

III.2.10. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

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

III.2.11. Regiones Hidrológicas Prioritarias

El área del proyecto se ubica dentro de la RHP de clave 16, nombrada Río Yaqui-Cascada Basaseachic.

Esta RHP comprende una superficie de 54,716.52 km2 y se ubica en los estados de Sonora y Chihuahua; Sus principales centros de población en Sonora son: Cd. Obregón, Moctezuma, Villa Hidalgo, Mazatán, Yaqui, Vicam; las características climáticas son semiseco muy cálido y cálido, semiseco semicálido, secos muy cálidos y cálidos con lluvias en verano y algunas en invierno. Temperatura media anual de 16-26oC. Precipitación total anual entre 200-700 mm. Los tipos de vegetación de la RHP son: bosque espinoso, pastizal, bosques de coníferas, de pino-encino, de táscate, mesófilo, manglares, vegetación riparia, matorral xerófilo, manchones aislados de selva baja caducifolia. Región con una alta riqueza específica. Flora característica: bosques de coníferas de Pseudotsuga sp., Abies sp., de pinos Pinus arizonica, P. Ayacahuite y mixto Populus tremuloides. Avifauna característica: Anas acuta, A. discors, águila real Aquila chrysaetos, guacamaya verde Ara militaris, Aythya affinis, Campephilus imperialis, Euptilotis neoxenus, Larus heermanni, Rhynchopsitta pachyrhyncha, Strix occidentalis. Especies de mamíferos la nutria Lutra longicaudis annectens, el lince Lynx rufus, el venado bura Odocoileus hemionus, el puma Puma concolor, el jabalí Pecari tajacu, el oso Ursus americanus, por desecación de ríos, cacería, pérdida y degradación del hábitat. Ruta de aves migratorias. Área de anidación de

la cotorra serrana occidental Rhynchopsitta pachyrhyncha y Accipiter gentilis. Representa a la zona límite norte de especies de origen neotropical y sur de especies boreales.

En virtud de que la actividad principal del proyecto será el establecimiento minero, las actividades no afectarán significantemente la dinámica de la hidrología superficial y subterránea de esta RHP ya que el área de aprovechamiento corresponde a un 0.04 % de la superficie total de la RHP. Además, en el desarrollo del Proyecto no se utilizarán substancias ni procesos que contaminen corrientes superficiales ni el acuífero subterráneo de la RHP.

III.2.12. Regiones Terrestres Prioritarias

El área del proyecto se ubica dentro de la RTP de clave 44, nombrada Bavispe-El Tigre.

Esta RTP abarca una superficie de 14,580 km2 y se ubica en los estados de Sonora y Chihuahua; sus principales centros de población en Sonora son: Agua Prieta y Nacozari de García.

La cuenca del río Bavispe, así como las sierras que la rodea (de las cuales la más relevante es la del Tigre, donde nacen sus principales afluentes), constituyen una región prioritaria con ambientes complementarios con una gran riqueza específica y presencia de organismos endémicos, debido al aislamiento a que ha estado sujeta y que ha provocado que se encuentre poco perturbada. La cuenca del Bavispe presenta muchos organismos clave tales como el oso, el puma, el lince, el águila real y el águila calva. En lo relativo a mariposas diurnas, parece haber endemismos al nivel de subespecies y algunas especies, tales como Apodemia phyciodoides. Los tipos de vegetación en esta RTP son: Matorral desértico, bosque de táscate y pino-encino. Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son: Pastizal natural Comunidad de gramíneas que se establece naturalmente por 34% efectos del clima, tipo de suelo y biota en general. Bosque de encino Bosques en donde predomina el encino. Suelen estar en climas 25% templados y en altitudes mayores a los 800 m. Bosque de pino Bosques predominantes de pino. A pesar de distribuirse en 15% zonas templadas, son característicos de zonas frías. Matorral subtropical Vegetación de zonas de transición de

selvas bajas caducifolias y 13% matorral árido. En zonas más bajas de los 800 m. Bosque bajo-abierto Bosque con árboles bajos y frecuentes claros generalmente 8% grandes. Se localiza entre pastizales y bosques de encino.

Las actividades del Proyecto no afectarán significantemente la biodiversidad de esta región terrestre ya que el área de aprovechamiento corresponde a un 0.14 % de la superficie total de la RTP. Además, en el desarrollo del Proyecto no se utilizarán substancias ni procesos que contaminen los suelos y se establecerán medidas de mitigación como el rescate de flora y fauna.

III.2.13. Sitios RAMSAR

El sitio en donde se pretende el desarrollo de las obras referentes al presente proyecto no se encuentra dentro del algún sitio RAMSAR, el más cercano es: Ecosistema Sierra de Ajos - Bavispe Zona de Influencia Cuenca Río San Pedro y se encuentra a 81 km al noroeste de sitio del Proyecto.

III.3. Vinculación con Normas Oficiales Mexicanas.

III.3.1. 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.1. Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto

RUBRO		NORMA/CRITERIO	VINCULACION AL PROYECTO
AGUA	NOM-001-SEMARNAT-1996.	ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES	No se tendrá la descarga de aguas residuales sobre aguas y/o bienes nacionales. Las aguas residuales generadas por el servicio de empleados se realizan mediante sanitarios portátiles y letrinas sanitarias.
AIRE	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 continuará dando cumplimiento mediante las disposiciones que se requieran.
SUELO	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.
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 encarga de la identificación y clasificación de los residuos peligrosos, misma que se realiza en todas las diferentes etapas del proyecto, como son las de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

RECURSOS NATURALES	NOM-059-SEMARNAT-2010	PROTECCION AMBIENTAL ESPECIES NATIVAS DE MEXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE TERRESTRES- CATEGORIAS DE RIESGO Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSION, EXCLUSION O CAMBIO. LISTA DE ESPECIES EN RIESGO.	En caso de presentarse ejemplares de flora y fauna silvestre se realizará la protección adecuada para evitar afectaciones.
GESTIÓN AMBIENTAL	NOM-141-SEMARNAT-2003	QUE ESTABLECE EL PROCEDIMIENTO PARA CARACTERIZAR LOS JALES, ASÍ COMO LAS ESPECIFICACIONES Y CRITERIOS PARA LA CARACTERIZACIÓN Y PREPARACIÓN DEL SITIO, PROYECTO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y POSTOPERACIÓN DE PRESAS DE JALES	Se deberá de garantizar la aplicación del cumplimiento de la Norma, al presentar obra de Crecimiento de presa de jales.
	NOM-159-SEMARNAT-2011	QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LOS SISTEMAS DE LIXIVIACIÓN DE COBRE	Se deberá de garantizar la aplicación del cumplimiento de la Norma, al presentar obras para el beneficio de cobre mediante sistemas de lixiviación.

	NOM-157-SEMARNAT-2009	QUE ESTABLECE LOS ELEMENTOS Y PROCEDIMIENTOS PARA INSTRUMENTAR PLANES DE MANEJO DE RESIDUOS MINEROS.	Se deberá de garantizar la aplicación del cumplimiento de la Norma, al presentar residuos considerados como mineros.

III.4. Análisis de viabilidad jurídica del proyecto.

Durante las diversas etapas de que ejecutará Mexicana de Cobre, S.A. de C.V., se apegará a lo establecido en toda la Legislación y Normatividad Ambiental aplicable mencionada en el presente apartado, dando cumplimiento a través del Capítulo 6 de la presente MIA-R en el Programa de Vigilancia Ambiental y sus subprogramas correspondientes.

CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

CAPITULO IV

TABLA DE CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. 1

IV.1. Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto 1

IV.1.1. Justificación. 1

IV.1.2. Delimitación. 2

IV.1.2.1. Hidrología 2

IV.1.2.2. Fisiografía 4

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional. 8

IV.2.1. Tipo de clima. 8

IV.2.2. Fisiografía. 11

IV.2.3. Geología. 14

IV.2.4. Geomorfología. 17

IV.2.5. Tipos de suelo. 18

IV.2.6. Evaluación de la capacidad de amortiguamiento del suelo. 20

IV.2.7. Determinación de pérdida del suelo por erosión hídrica. 21

IV.2.8. Hidrología. 22

IV.2.9. Geohidrología. 24

IV.3. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR. 25

IV.3.1.1. Medio biótico. 25

a) Vegetación. 25

b) Fauna. 36

IV.3.1.3. Medio socioeconómico. 60

IV.3.1.4. Paisaje. 65

IV.4. Diagnóstico ambiental. 66

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

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

Dentro de este apartado se realizará la caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental presente, para definir cómo es su estructura y su funcionamiento, a través de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos.

IV.1. Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto

IV.1.1. Justificación.

Con el objeto de identificar los sistemas ambientales y los factores susceptibles de ser impactados por la implementación del proyecto, resulta necesario realizar previamente un análisis integral del Sistema Ambiental Regional (SAR), mediante la identificación y evaluación de las interrelaciones existentes entre sus componentes. Este análisis permite comprender el funcionamiento del SAR y establecer las condiciones ambientales actuales que servirán como línea base para la evaluación de impactos.

El SAR se encuentra conformado por la interacción de diversos elementos ambientales, entre los que se incluyen los distintos tipos de suelo, las condiciones climáticas predominantes, la cobertura y tipos de vegetación, la diversidad faunística y los diferentes niveles de disponibilidad y accesibilidad al recurso hídrico. En este contexto, se adopta un enfoque integral que permita analizar la dinámica de dichos componentes y su interdependencia, con el fin de prever los cambios ambientales que podrían presentarse como resultado de la ejecución y operación del proyecto.

IV.1.2. Delimitación.

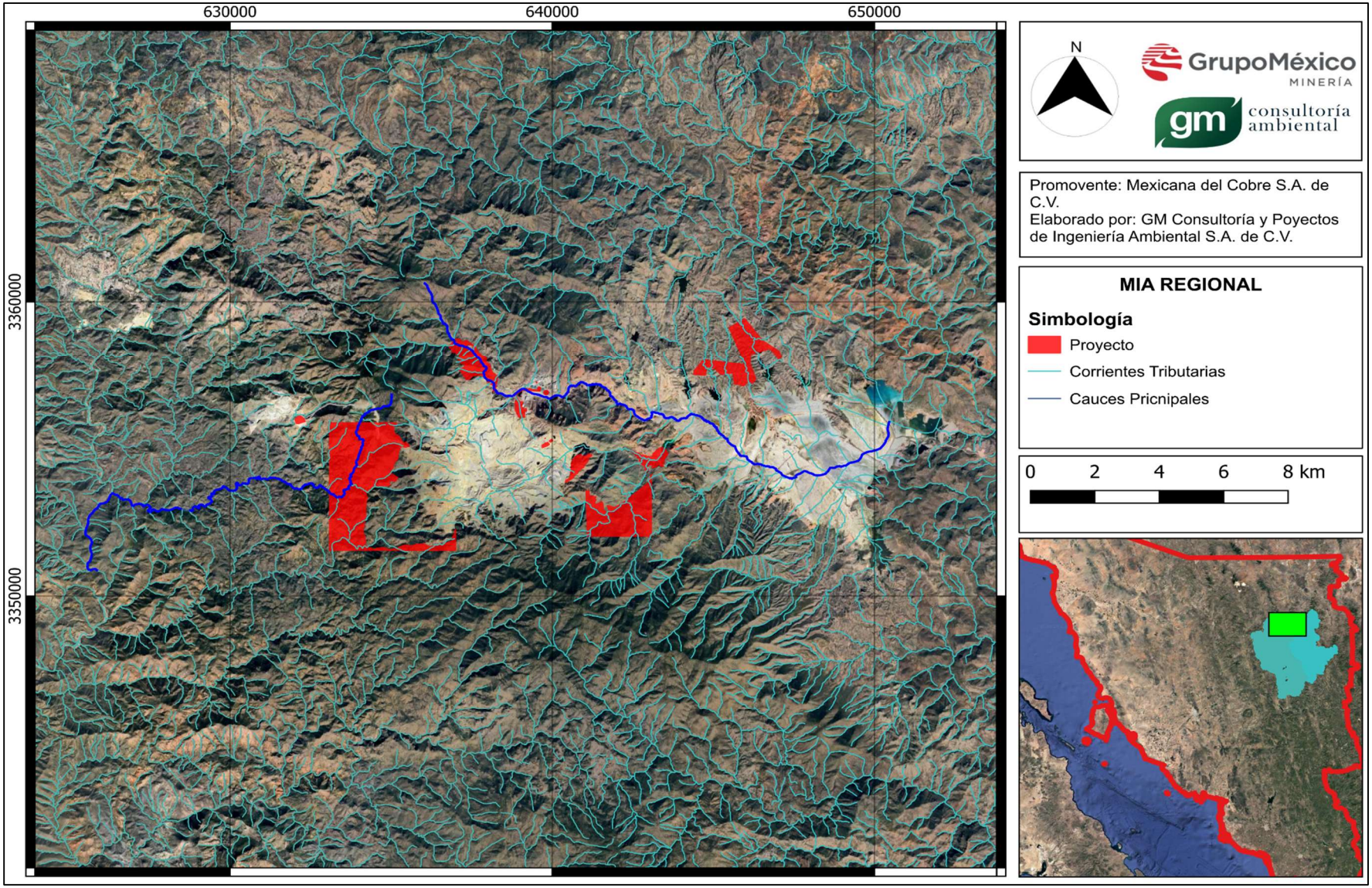
La delimitación de un SAR requiere el conocimiento previo de las características (bióticas, abióticas y socioeconómicas) y la localización de los proyectos a ejecutar, con el objetivo de realizar un estudio que analice los diversos factores que intervienen en su conformación y operación.

Para llevar a cabo la delimitación del SAR se utilizó la metodología conocida como "Regionalización". La regionalización, como herramienta de clasificación, incluye el establecimiento de unidades geográficas temáticas que pueden ser de tipos muy diversos como las regiones geoeconómicas, geopolíticas o biológicas. Las regionalizaciones biológicas y las de vegetación comprenden distintos rasgos del relieve, clima, suelos, hidrografía, flora y comunidades vegetales, así como otros recursos naturales, cuya cuantificación y categorización se ha utilizado con el objetivo de planear e invertir fondos para la conservación de la biodiversidad.

IV.1.2.1. Hidrología

Con la finalidad de identificar la disponibilidad y accesibilidad al recurso hídrico en la región, se realizó un análisis de las escorrentías superficiales que forman parte importante de la región para determinar los cauces principales que abastecen la cuenca y las corrientes tributarias que sostienen al sistema.

A continuación, se muestra la cartografía utilizada para el análisis.

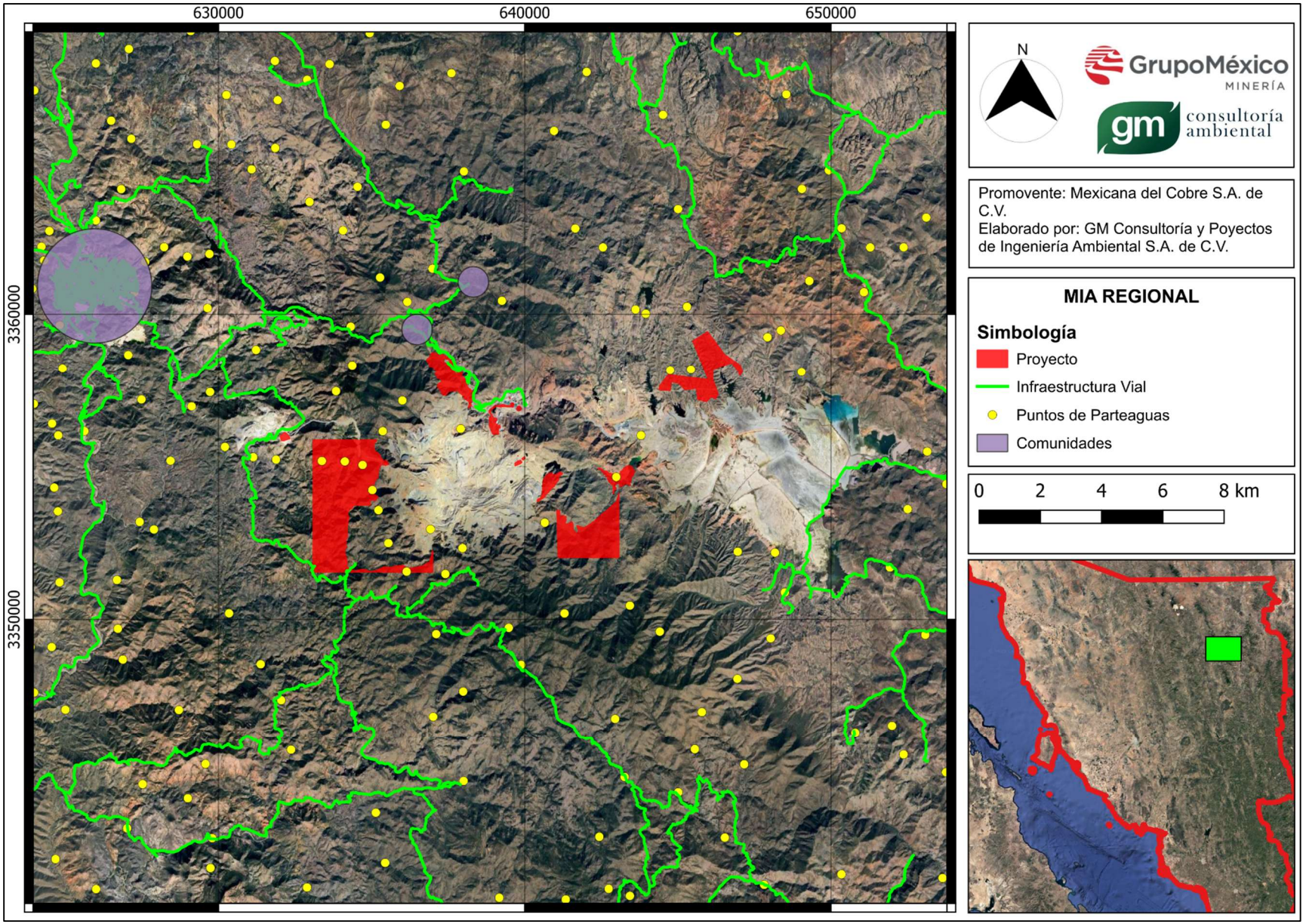

630000
640000
650000
3360000
3350000
N
GrupoMéxico
MINERÍA
gm consultoría ambiental
Promovente: Mexicana del Cobre S.A. de C.V.
Elaborado por: GM Consultoría y Poyectos de Ingeniería Ambiental S.A. de C.V.
MIA REGIONAL
Simbología
Proyecto
Corrientes Tributarias
Cauces Pricnipales
0 2 4 6 8 km

IV.1.2.2. Fisiografía

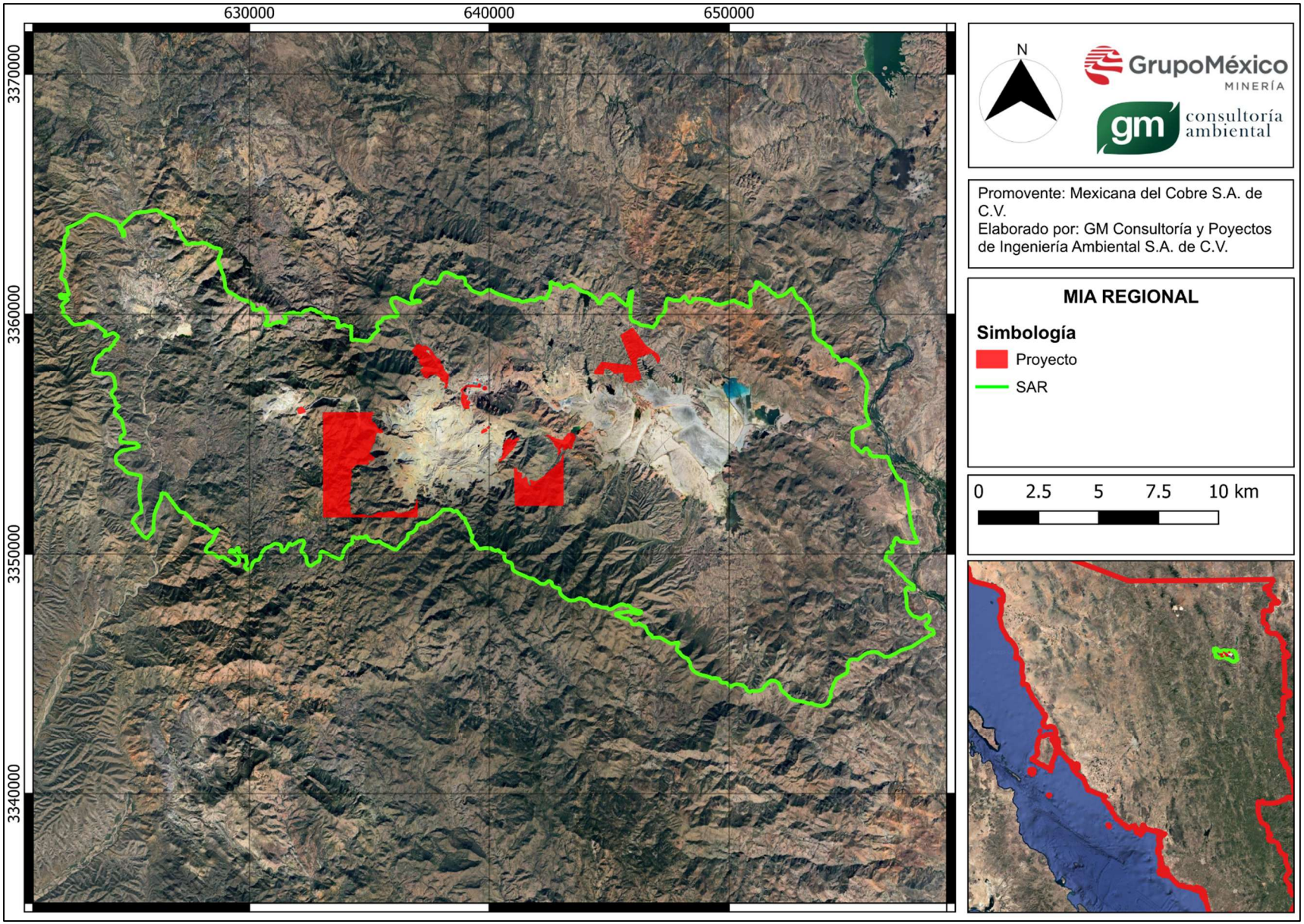
Otra estrategia empleada para la delimitación del SAR consistió en el análisis de los componentes macroestructurales de la región, considerando la presencia de diversas sierras circundantes que actúan como barreras naturales para la definición de límites funcionales. Asimismo, se incorporó el análisis de la infraestructura vial, incluyendo carreteras y vías de acceso a las distintas comunidades, debido a su papel en la fragmentación del paisaje y de los ecosistemas.

La fisiografía permite identificar y analizar los parteaguas asociados a las distintas escorrentías presentes en la región, las cuales contribuyen al abastecimiento del SAR.

Una vez realizados estos análisis, se generó la siguiente cartografía, misma que se presenta a continuación:


630000
640000
650000
3360000
3350000
N
GrupoMéxico
MINERÍA
gm consultoría ambiental
Promovente: Mexicana del Cobre S.A. de C.V.
Elaborado por: GM Consultoría y Poyectos de Ingeniería Ambiental S.A. de C.V.
MIA REGIONAL
Simbología
Proyecto
Infraestructura Vial
Puntos de Parteaguas
Comunidades
0 2 4 6 8 km

Una vez analizados de manera integral los componentes hidrológicos, fisiográficos y antrópicos (incluyendo la infraestructura carretera y las comunidades cercanas al proyecto), se obtuvieron los elementos necesarios para la delimitación de un Sistema Ambiental Regional (SAR) funcional. De esta manera, se generó la siguiente cartografía, en la cual se presenta el SAR delimitado en relación con la ubicación del proyecto.


630000
640000
650000
3370000
3360000
3350000
3340000
N
GrupoMéxico
MINERÍA
gm consultoría ambiental
Promovente: Mexicana del Cobre S.A. de C.V.
Elaborado por: GM Consultoría y Poyectos de Ingeniería Ambiental S.A. de C.V.
MIA REGIONAL
Simbología
Proyecto
SAR
0 2.5 5 7.5 10 km

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

Una vez delimitado el Sistema Ambiental Regional (SAR), se procede a realizar una descripción integral del sitio con el objetivo de caracterizar las condiciones ambientales actuales de la región. En esta etapa resulta fundamental el análisis de los factores bióticos, abióticos y sociales presentes, ya que estos permiten identificar la estructura, dinámica y funcionamiento del sistema ambiental a escala regional. Asimismo, dicho análisis posibilita la comprensión de las interacciones entre los componentes naturales y las actividades antrópicas existentes en el área de influencia del proyecto, constituyendo la base para la identificación, evaluación y jerarquización de los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos, así como para el diseño de medidas de prevención, mitigación y compensación en el marco de la MIA Regional.

IV.2.1. Tipo de clima.

El conocimiento del clima fue obtenido de estaciones de observación, denominadas climatológicas; las cuales operan según lineamientos previamente establecidos para dar homogeneidad a la información generada y de acuerdo con parámetros dictaminados por las autoridades responsables, en este caso, la Coordinación del Servicio Meteorológico Nacional, perteneciente a la Comisión Nacional del Agua (CNA).

Para el análisis de la climatología del Sistema Ambiental Regional, se consideraron los datos diarios de las estaciones climatológicas del SAR.

De los resultados estudiados se puede determinar que el clima en esta zona es variado presentando tres tipos de clima: el **BS1k (x')**, el **BS1h (x')** y el **BSoh(x'):**

- El tipo **BS1k(x')**, de acuerdo a la clasificación de Köeppen, modificada por Enriqueta García para las condiciones de México, se caracteriza por ser del tipo estepárico semiseco, que consta de un cociente de la precipitación entre la temperatura (P/T) mayor de 22.9; corresponde a una condición de temperatura templado con verano cálido, con temperaturas medias, anual de 12° a 18 °C, del mes más frío entre -3° y 18 °C y del mes más cálido > 18 °C, con un régimen de lluvia escasa todo el año.

- El tipo **BS1h (x')** se caracteriza por ser del tipo estepárico semiseco, este consta de un cociente de la precipitación entre la temperatura (P/T) mayor de 22.9; corresponde a una condición de temperatura semicálido con invierno fresco, con temperaturas medias, anual 18° a 22 °C y del mes más frío < 18 °C, con un régimen de lluvia escasa todo el año.

- El tipo **BSoh(x')** se caracteriza por ser tipo Árido, semicalido con temperatura entre los 18 y 22°C, con lluvias repartidas todo el año y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Temperatura media anual

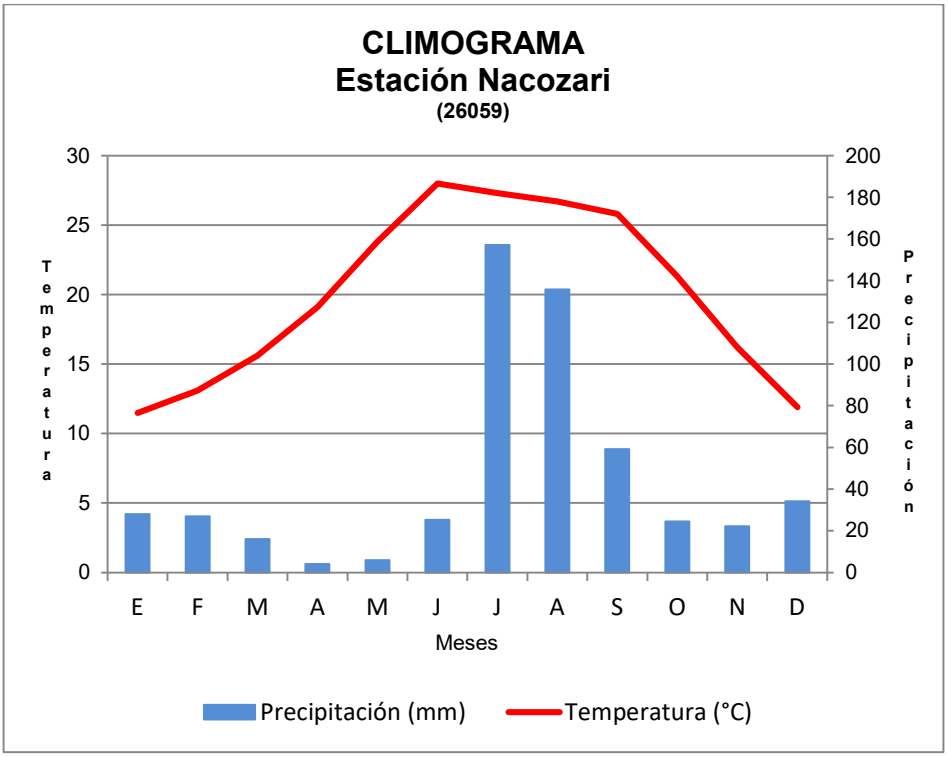
Su rango de temperatura media anual va de 18.0º a 22.0ºC y el de precipitación total anual de 400 a 700 mm, en Nacozari de García la temperatura media anual es de 18.7ºC y la precipitación total de 516.7 mm; mientras que en Villa Hidalgo son de 21.7ºC y 508.6 mm, respectivamente. El mes más caluroso en ambas localidades, con base en sus estaciones, es julio, con 27.0º y 29.1ºC de temperatura media, el mes más frío, enero, con 10.5º y 14.4ºC. Julio es también el mes en el que se concentra mayor cantidad de precipitación, con 141.0 y 153.9 mm; abril es el mes con menor precipitación en Nacozari de García, pues tiene un promedio de 2.7 mm, y mayo en Villa Hidalgo, con 5.5 mm. Otras poblaciones con estas características climáticas son Nácori Chico, Bacerac, Bacadéhuachi y Huásabas.

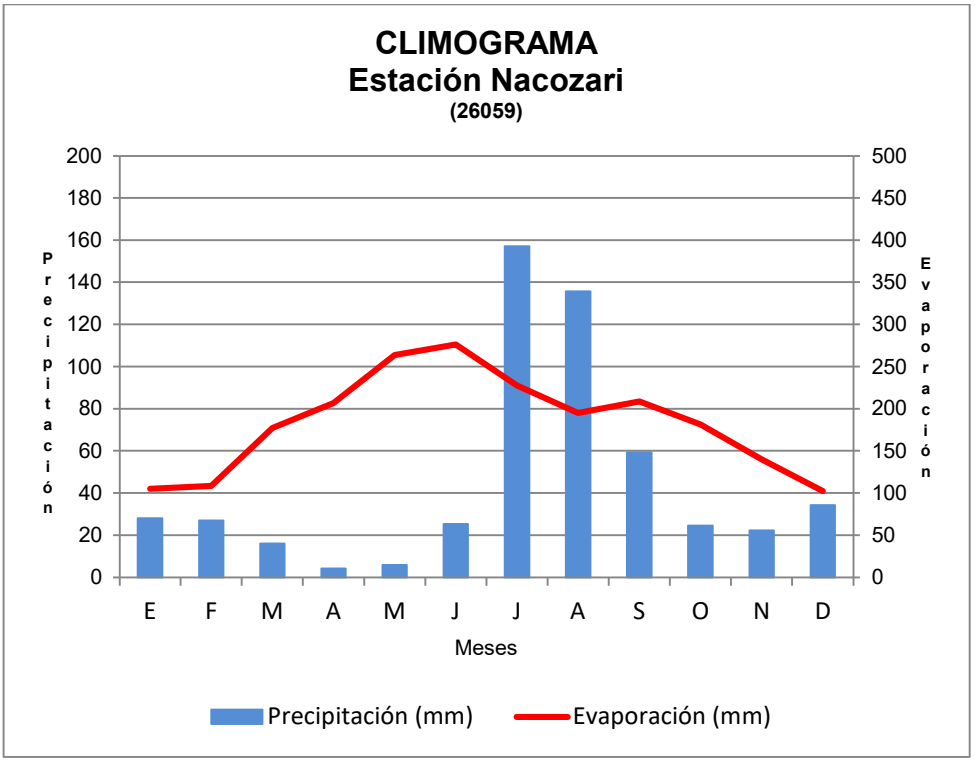
El siguiente cuadro presenta un resumen de los datos climatológicos más cercanos a la zona donde se ubica el proyecto.

ESTACIÓN NACOZARI (SMN) 26059)													
FACTOR	**E**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**	**ANUAL**
T en ºC	11.5	13.1	15.6	19.1	23.8	28	27.3	26.7	25.8	21.3	16.2	11.9	**20.2**
P en mm	28	27	16	4.1	5.9	25.2	157.1	135.7	59.2	24.5	22.2	34.2	**539.1**
Evap. en mm	104.9	108.4	177	206.6	263.6	276.4	227.4	194.7	208.7	181.2	140	102.5	**2191.4**

Precipitación media anual

Según la cartografía, la precipitación media anual en el área del SAR del proyecto es de 500 mm.





IV.2.2. Fisiografía.

El Sistema Ambiental Regional se encuentra dentro de la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Occidental en su porción norte y dentro de esta, se encuentra dentro de la subprovincia Sierras y Valles del Norte, la cual está formada principalmente por sierras altas entre las cuales se localizan amplios valles paralelos con orientación preferente de norte-sur.

Originalmente era una gran meseta, pero millones de años de erosión crearon un paisaje con picos, mesetas, grandes cañones y barrancas.

Se extiende cerca de la costa occidental de nuestro país, con una dirección Noroeste-Suroeste; se inicia 50 km, al sur del límite internacional con los Estados Unidos de América para terminar en el río Santiago en Nayarit y el Eje Neovolcánico. En su porción norte está más separada de la costa (30 km); en cambio en el sur reduce su anchura y se aproxima más al mar. Su altura media es de 2,250 m por su continuidad, sirve de barrera occidental a la Mesa del Centro. En lo que respecta a los tipos de roca presentes en el SAR, se puede mencionar que afloran rocas de origen ígneo y conglomerados, cuyas edades de

formación comprenden desde el Precámbrico al Cuaternario, aunque algunos períodos sólo están representados en forma parcial.

Provincias Fisiográficas

Con la intención de establecer un marco esencial de referencia para la representación cartográfica de los Recursos Naturales, se procedió a finales de los 70´s y principios de los 80´s a elaborar el Sistema Fisiográfico. La superficie del país presenta una gran variedad de formas del relieve, que integran conjuntos paisajísticos de diversos tipos. Algunos de estos conjuntos conservan una unidad de paisajes sobre extensiones muy grandes.

Con base en información topográfica, geológica y climatológica, para la representación de las diferentes unidades se establecieron las siguientes clasificaciones:

- Provincia Fisiográfica.- Conjunto estructural de origen geológico unitario, con morfología propia y distintiva.
- Subprovincia/Discontinuidad Fisiográfica.- Subregiones de una provincia fisiográfica con características distintivas.
- Sistema de Topoformas.- Conjunto de formas del terreno asociadas según algún patrón o patrones estructurales y/o degradativos.

En total, en México tenemos 15 provincias fisiográficas, las cuales en Sonora tenemos 4, que son: Sierra Madre Occidental, Llanura Sonorense, Sierras y Llanuras del Norte y Llanura Costera del Pacífico.

Para el presente estudio, sobreposicionando al SAR con la capa de Provincias Fisiográficas de México, podemos observar que se encuentra dentro de la Provincia fisiográfica denominada "Sierra Madre Occidental".

Provincia fisiográfica 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

El Sistema Ambiental Regional se encuentra en su totalidad dentro de la Subprovincia fisiográfica denominada "Sierras y valles del norte".

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.

Sistema de topoformas

El relieve del terreno en el SARposee un grupo de topoforma, la cuál es: Sierra Alta, que a continuación se describe:

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.

IV.2.3. Geología.

La geología dentro del SAR está caracterizada por una complejidad que viene dada como consecuencia del número de unidades aflorantes, del rango geocronológico que comprenden desde el Cretácico al Reciente, así como por su disposición estratigráfica y estructural que en ellas se observa, sin embargo, es posible ofrecer un panorama que permite establecer la relación entre las diferentes unidades de roca y la presencia de los mantos acuíferos, valiéndonos para ello de un seguimiento cronológico general en el que

se contempla la descripción y relación estratigráfica de la roca y su potencialidad o función dentro del sistema acuífero del estado.

De acuerdo a la carta geológico-minera del Servicio Geológico Mexicano, estratigráficamente se tienen unidades litológicas que abarcan el período del Cretácico Superior al Cuaternario. Las rocas que afloran en su mayoría son de carácter volcánico y sedimentario clástico, que a su vez se encuentran intrusionadas por rocas ígneas que varían en edades desde el Cretácico Superior al Terciario (TePr, TePqMz, TePDa, KsTeDg y BR).

De acuerdo a varios autores, las series volcánicas pertenecen al Complejo volcánico de la Sierra Madre Occidental, que se ha dividido en complejo volcánico inferior con rocas con afinidad andesítica y el complejo volcánico superior con afinidad riolítica.

Dentro del SAR las rocas más antiguas se localizan en la porción suroeste y corresponde a andesitas porfídicas, que son correlacionables con la Andesita San Pedro de la Formación La Mesa (KsA) y a una secuencia de tobas dacíticas, areniscas y dacitas (KsTpaTDa-Da y KsAr-TDa), perteneciente al Cretácico Superior. Por encima de la unidad anterior se encuentra una secuencia volcánica con edad del Paleoceno, constituida por andesitas, tobas andesíticas, piroclásticos y brechas andesíticas, la cual gradualmente cambia a otra secuencia de composición andesítica a dacítica (TpaA-Ta y TpaA-Da) con abundantes variaciones texturales y composicionales, se expone principalmente en la porción suroeste, entre el poblado Santo Domingo y rancho San Pedro.

Durante el Eoceno temprano y de forma discordante, continuó este estilo de volcanismo conformando secuencias del tipo latitas-andesitas (TeLa-A) con aisladas coladas riodacíticas y traquíticas (TeTq), en el área del Cerro California- rancho Los Baños; secuencia latítica en la Mina Pilares (TeLa), secuencia de traquitas en la Sierra de Juriquipa y secuencia de latitas-riodacitas (TeLa-Rd) aflorantes en el rancho Los Alisos-Cerro El Gacho y en el Cerro Las Borregas- Puerto El Saucito; concordantemente sobre las unidades anteriores, se depositaron brechas andesíticas (TeBvA).

Al norte del tajo La Caridad, aflora un conglomerado polimíctico de edad Eoceno (TeGgp), formado por clastos derivados de rocas volcánicas altamente alteradas y escasos fragmentos de pórfido cuarzomonzonítico, englobados en una matriz arenosa. Conglomerados similares al anterior y estrechamente relacionados a yacimientos tipo pórfido cuprífero han sido estudiados en Arizona, Nuevo México y Colorado, US.A. (Lakanuski, Nexin, Willimas, 1975; Chapin, 1975), determinando edades para los mismos que oscilan del Eoceno al Oligoceno tardío.

Al final del Eoceno tienen lugar algunas emisiones de tobas riolíticas y principalmente flujos de carácter riolítico (TeTR-R), aflorantes en la porción noroeste en la zona de minas El Huacal.

El Oligoceno está representado por rocas basálticas y andesíticas (ToA-B, ToB y ToB-A), expuestas en la porción noroeste, principalmente en la zona del rancho Los Júcaros. La unidad de basaltos subyace a la secuencia de tobas riolíticas y riolitas y aflora ampliamente en la misma porción, en la zona comprendida entre los ranchos Agua Zarca y La Nacha, con afloramientos discontinuos orientados burdamente al NW y SE.

Sobreyaciendo discordantemente a las rocas basálticas se encuentran las tobas riolíticas (ToTR-R), flujos riolíticos y tobas de cristales, líticas y cristalovítreas, con ocasionales flujos riodacíticos; le sobreyace en forma concordante un paquete de ignimbritas, ambas unidades afloran extensamente en la región oriental y septentrional, coronando a las secuencias más antiguas y ocupando, por lo general, las prominencias topográficas.

Durante el Mioceno se depositó discordantemente el conglomerado polimíctico denominado por Dumble, (1900) y King, (1938), como Formación Baúcarit (TmCgp), constituido por clastos de rocas volcánicas y en menor proporción de rocas intrusivas, englobados en una matriz arenosa o tobácea; presenta variaciones composicionales en función de las dimensiones y litologías de la cuenca de aporte, incluyendo también algunas coladas latíticas y basálticas, así como tobas andesíticas; esta unidad aflora en lo que fueron pequeñas cuencas.

En el límite sobre esta misma porción, existe un pequeño afloramiento de tobas riolíticas (TmTR) que cubre discordantemente a las rocas anteriores, considerándose que fueron emplazadas en el mismo ambiente tectónico.

Sobreyaciendo discordantemente al conglomerado polimíctico del Mioceno, se depositó el conglomerado polimíctico de edad Plioceno (TplCgp); en el Pleistoceno se tiene el conglomerado oligomíctico (QptCgo) y por último el aluvión del Holoceno (Qhoal), cubriendo las partes bajas de los valles, en la figura siguiente se muestra la columna litológica del SAR.

IV.2.4. Geomorfología.

Las características geomorfológicas dentro del SAR fueron determinadas a partir del Oligoceno (hace 33 millones de años), cuando, adyacente a la costa del Pacífico mexicano, comenzó una época de intenso vulcanismo continental que formó una de las provincias volcánicas más grandes de la Tierra. Este evento produjo tal acumulación de rocas volcánicas que llegaron a formar la meseta elevada de la Sierra Madre Occidental (Ferrari *et al*. 2005), y aunque cubrió gran parte del Estado de Sonora, fue en la región oriental donde se centró con mayor intensidad, y donde sus lavas y productos volcánicos alcanzaron espesores de hasta 1,000 m (Cochemé y Demant 1991).

El volcanismo de esa época fue de carácter explosivo, tal como lo prueban las calderas de hasta 20 km de diámetro que actualmente se distinguen en la Sierra Madre Occidental (por ejemplo, las de Tepoca y Yécora en Sonora y la de Tomóchic en Chihuahua), que fueron algunos de los centros de las erupciones volcánicas. Las rocas que forman esta meseta volcánica han permanecido elevadas y en posición casi horizontal desde su formación debido al limitado efecto que les ha causado el fallamiento más reciente, aunque no han podido escapar al poder erosivo del agua que le ha cavado cañones profundos. Las altitudes en la Sierra Madre Occidental rondan los dos mil metros sobre el nivel del mar (msnm), pero algunas sierras del noreste del estado alcanzan elevaciones superiores, como la Sierra Los Ajos (2,620 m), Sierra San José (2,540 m), Sierra San Luis (2 520 m), Sierra La Mariquita (2,500 m) y Hachita Hueca (2,480 m).

Casi al finalizar el evento volcánico que formó a la Sierra Madre Occidental, la región de Sonora estuvo sujeta a un evento de fallamiento extensional que produjo bloques levantados y hundidos alargados en dirección norte-sur. Dicho evento, que es conocido como de Sierras y Valles Paralelos, empezó a los 27 Ma y terminó a los 10 Ma (Stewarty Roldán-Quintana, 1994). Los bloques levantados formaron las actuales sierras de Sonora, mientras que los bloques hundidos formaron los valles principales a lo largo de los cuales empezaron a desarrollarse los ríos más importantes.

Las rocas expuestas en los bloques levantados fueron erosionadas y sus productos, gravas y arenas, fueron transportados hacia los valles por corrientes de aguas donde fueron depositadas en abanicos aluviales, ríos y ocasionalmente en lagos. Este proceso acumuló importantes paquetes de sedimentos que, al consolidarse, formaron conglomerados, areniscas y limolitas de hasta 2 km de espesor y a los que se les conoce con el nombre de Formación Báucarit (King, 1939; McDowell *et al.* 1997).

IV.2.5. Tipos de suelo.

De acuerdo con la clasificación de FAO-UNESCO (1989) y la carta edafológica de INEGI (1:250 000), los tipos de suelo presente en el SAR del proyecto son del tipo *Feozem, Fluvisol, Litosol, Regosol y Xerosol.*

- *Feozem*

Los Feozem son el cuarto tipo de suelo más abundante en el país, este tipo de suelos se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Son suelos intensamente lixiviados, más que los Chernozems y Castañozems. Se caracterizan por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de lo Chernozems y los Castañozems. Los Feozem pueden o no tener carbonatos secundarios, pero tiene alta saturación de bases en el metro superior del suelo. El material parental generalmente son materiales no consolidados, predominantemente básicos, eólicos (loess), till glaciar y otros. Los Feozem son de profundidad muy variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, de granos legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. Los Feozem

menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentas como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería.

- *Fluvisol*

Del latín fluvius: Rio. Literalmente, suelo de río. Se caracterizan por estar formados por materiales acarreados por agua. Son suelos muy poco desarrollados, medianamente profundos y presentan generalmente estructura débil o suela. Se encuentran en todos los climas y regiones de México cercanos siempre a lechos de los ríos. En su perfil presentan capas alternadas de arena con piedras o gravas redondeadas, como efecto de la corriente y crecidas del agua de los ríos.

- *Litosol*

Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, en todas las sierras de México, barrancas, lomeríos y en algunos terrenos planos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Los Litosoles son un recurso potencial para el pastoreo en estación húmeda y tierra forestal. La erosión es la mayor amenaza en las áreas de influencia de los Litosoles, particularmente en regiones montañosas de zonas templadas donde la alta presión de población (turismo), la sobreexplotación y creciente contaminación ambiental llevan al deterioro de bosques y amenazan grandes áreas de Litosoles.

- *Regosol*

Son suelos remanentes ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión. Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregocidad.

- *Xerosol*

Son suelos secos, los cuales se localizan en las zonas áridas y semiáridas del centro y norte de México. Su vegetación natural es de matorral y pastizal y son el tercer tipo de suelo más importante por su extensión en el país. Tienen por lo general una capa superficial de color claro por el bajo contenido de materia orgánica. Debajo de esta capa puede haber un subsuelo rico en arcillas, o bien, muy semejante a la capa superficial. Muchas veces presentan a cierta profundidad manchas, aglomeraciones de cal, cristales de yeso o caliche con algún grado de dureza. Su rendimiento agrícola está en función a la disponibilidad de agua para riego. El uso pecuario es frecuente sobre todo en los estados de Coahuila, Chihuahua y Nuevo León. Son de baja susceptibilidad de agua para riego. Son poco susceptibles a la erosión, salvo en laderas o si están directamente sobre caliche o tepetate a escasa profundidad.

IV.2.6. Evaluación de la capacidad de amortiguamiento del suelo.

Una vez que el suelo alcanza su estado de madurez y equilibrio puede permanecer de forma dinámica en dicho estado mucho tiempo. Sin embargo, este equilibrio puede romperse fácilmente por acción fundamentalmente antrópica (agricultura, industria, minería, ganadería, etc.). Este tipo de modificación negativa es lo que se conoce como "degradación", entendido como un proceso que disminuye la capacidad actual y potencial del suelo para producir, cuantitativa y cualitativamente, bienes y servicios (Jiménez, 2017).

Los suelos, en función de su constitución y propiedades que definen su "capacidad autorecuperadora", pueden verse "superados" si reciben más de lo que pueden amortiguar. Es decir, el suelo es un auténtico "sumidero", ya que sobre él su pueden adicionar gran parte de la carga contaminante procedente de los subproductos o residuos de la producción industrial, agrícola, ganadera, etc. De este modo, el suelo equivale a una barrera protectora, que actúa por ejemplo filtrando, descomponiendo, neutralizando o almacenando contaminantes, lo que puede evitar en buena medida el paso de algún contaminante a formas biodisponibles. Pero cuando se superan los límites de autodepuración, el suelo pasa a situación de contaminado, lo que supone ya que ahora es una fuente de contaminación.

Se entiende como capacidad amortiguadora de los suelos la capacidad que estos poseen para soportar cambios en sus propiedades físicas, químicas, biológicas y morfológicas; donde cada una de estas presenta un grado de influencia. Estableciendo un orden de clasificación, las que generan mayor problemática son las propiedades químicas, ya que las demás están relacionadas con los cambios que ocurran con está.

La presente evaluación es una aproximación de la capacidad de amortiguamiento que pudieran tener los suelos del área del proyecto, en caso de un derrame accidental de contaminantes. Esta capacidad de los suelos para filtrar y amortiguar el efecto de sustancias contaminantes suspendidas o disueltas en la solución está íntimamente relacionada con las características de los suelos las que están determinadas por los factores de formación, por la gestión y manejo que puede ejecutar el hombre sobre dichos suelos. Son estas características de los suelos las que evitan que dichas sustancias sean absorbidas por las plantas, o que tengan algún efecto negativo sobre la actividad microbiana del suelo y el desarrollo de radicular de las plantas, como también que sean translocadas a los acuíferos o cuerpos de agua cercanos (Siebe et al., 1996).

Los resultados indican que estos suelos tienen una capacidad de amortiguamiento para retener contaminantes de alta a muy alta, esto se debe principalmente a la arcilla del grupo esmectitas, la cual presenta una deficiencia de cargas positivas por sustitución parcial de Al por cationes divalentes en la capa octaédrica, este déficit de cargas negativas es compensado por cualquier catión intercambiable existente en la solución acuosa envolvente, principalmente por aquellos elementos que sean divalentes como es el caso de los alcalinotérreos (Be, Mg, Ca, Sr, Ba y Ra). Cabe aclarar que la fijación de los contaminantes (principalmente metales pesados) para este tipo de arcillas, y en general para todas las demás, depende de la concentración de la solución externa y de la temperatura, lo iones metálicos con valencia más alta, tienen mayor capacidad de intercambiarse con iones absorbidos (los iones H+ se comportan como iones polivalentes) (Ramos, 2002).

IV.2.7. Determinación de pérdida del suelo por erosión hídrica.

La erosión hídrica es el problema más significativo de degradación del suelo en el mundo, que provoca serios impactos ambientales y altos costos económicos, a través de

sus efectos sobre la producción agrícola, la infraestructura y la calidad del agua que, a su vez, afecta la calidad de la población, llegando a amenazar la seguridad alimentaria y representar un serio problema para el desarrollo sustentable (Nájera et al., 2016).

La erosión del suelo por efecto de la acción del agua es un proceso físico que comienza primeramente por el desprendimiento de las partículas de suelo de las partes elevadas de un terreno. El desprendimiento de estas partículas puede ser llevado a cabo por la lluvia y por el escurrimiento superficial, ya que ambos pueden llegar a poseer la suficiente energía para desprender partículas del suelo. La lluvia y escurrimiento además de llevar a cabo la función de desprendimiento, también realizan la función de transporte. A pesar de ser un proceso natural generalmente lento actualmente se ha vuelto un problema de deterioro, debido a la aceleración del hombre estimando que a lo largo de la historia ha afectado cerca de 2000 millones de hectáreas de tierras en el mundo (Bonilla et al.,2010, Hernández et al.,2008 citados en Nájera et al., 2016). En México se estima que el 80% del territorio se encuentra afectado por este proceso (Hernández et al.,2008 citado por Nájera et al., 2016), fuentes oficiales reportan que 22.73 millones de hectáreas del pais presentan erosión hídrica, de estas 56.4% se considera ligera; el 39% moderada; el 3.7% fuerte y el 0.2% extrema (SEMARNAT, 2015).

IV.2.8. Hidrología.

Realizar un análisis integral del estado de los componentes con los que el proyecto pueda tener interacción, es muy relevante, ante lo cual la hidrología para este proyecto es uno de los componentes que permitirá contextualizar el estado que guarda el SAR y área del proyecto.

Información climatológica

Para el análisis de la climatología regional se obtuvieron los datos diarios de las estaciones climatológicas de la región.

Para obtener la climatología se utilizaron siete estaciones climatológicas convencionales disponibles en la región. Los datos fueron obtenidos de la Base de Datos del Servicio Meteorológico Nacional.

Los datos de precipitación obtenidos de la región tienen fechas variadas de inicio y final, sin embargo, la mayoría termina su registro a mitades del 2014; no se cuenta con información de acceso público de datos más recientes.

Las aguas superficiales del Estado de Sonora están distribuidas en cinco regiones hidrológicas: RH7 Río Colorado, RH8 Sonora Norte, RH9 Sonora Sur, RH10 Sinaloa y RH34 Cuencas Cerradas del Norte (Casas Grandes); de estas, la RH9 es la que comprende el área de estudio del presente proyecto.

El proyecto se localiza en la Región Hidrográfica número 9, Río Yaqui. Dentro de esta región hidrográfica se utilizaron las dos subcuencas que estaban dentro del Sistema Ambiental Regional; la subcuenca hidrográfica RH09Bh y la RH09Bd, que conciernen al río Moctezuma y el río Bavispe Bajo, respectivamente.

A continuación, se presenta información correspondiente a las regiones hidrológicas, cuencas y subcuencas:

Región hidrológica

La región hidrológica RH9 (Sonora Sur) se ubica en las porciones noreste, este, centro y sur de Sonora, tiene una superficie en territorio mexicano (Sonora y Chihuahua), de 137,504 km2, de los cuales 117,363 se encuentran dentro de la entidad, lo que representa el 64.5% de la extensión estatal. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan son (de norte a sur): Río Bacoachi (6.67%), Río Sonora (14.85%), Río Mátape (5.06%), Río Yaqui (29.73%) y Río Mayo (6.93%), consolidándose como la región hidrológica de más importancia, dada las características específicas de cada una de sus cuencas.

Cuenca hidrológica

Los polígonos del proyecto y el SAR se encuentran en la cuenca del Río Yaqui, ubicándose en la zona alta de la cuenca.

La Zona del SAR presenta una temporada de lluvias muy bien definida de verano entre julio y septiembre con láminas de lluvia superiores a 40 mm y una temporada de lluvias invernales de diciembre a febrero con alturas de al menos 25 mm. La temporada seca es de marzo a junio, con alturas de lluvia inferiores a los 20 mm.

IV.2.9. Geohidrología.

La operación y explotación del yacimiento de cobre tipo —brecha pipe‖ de la antigua mina Pilares y su posterior cese de actividades en 1945 generó aproximadamente 20 millones de toneladas en jales y terreros, actualmente en Nacozari de García, Sonora. Este pasivo ambiental representa 19 hectáreas de superficie cubierta por tres millones de toneladas de jales.

Los jales no están confinados, tienen pendientes de 50º, carecen de vegetación y en parte de su superficie se forman sales eflorescentes estacionales. Tales características generan una alta erosión hídrica, eólica y el posible colapso de material. Los datos obtenidos para la erosión hídrica de jales y suelos indican una clasificación de severa a muy severa. La diferencia en granulometría de los jales marca diferencias significativas en la intensidad de la erosión hídrica.

La caracterización física de los jales muestra dos zonas de granulometrías significativamente distintas que influyen en la oxidación de sulfuros y liberación de metales: una zona de jales gruesos y otra de jales finos producto del proceso de flotación.

Se estimaron índices climáticos para un período de 1960 a 2011. El índice de aridez de Martonne indica un rango de 47 a 66, variando de zona húmeda en los 60´s y 70´s a perhúmeda en los 80´s y siendo actualmente zona húmeda. Se obtuvo un rango de 15.2 a 22.8 para el índice de Lang indicando una clasificación de estepario. Los valores de cobre en suelos residenciales y polvo suspendido a dos metros de altura excede el valor geoquímico de fondo.

IV.3. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.

IV.3.1.1. Medio biótico.

a) Vegetación.

Para la descripción de los usos de suelo y/o vegetación identificados en el SAR, se tomó como base lo que marca la guía para la interpretación de cartografía específica de uso de suelo y vegetación (INEGI, 2016).

Agricultura (AG). Este uso de suelo refiere exclusivamente a la agricultura de temporal, en la cual el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende para su éxito de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua; además de que para ser clasificadas como de temporal deben permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola. Estas zonas pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo, y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia. Este uso de suelo está ubicado únicamente al sureste del SAR, en el municipio de Villa Hidalgo, y está representado principalmente por el cultivo de nuez pecanera (Carya illinoinensis); cabe precisar que este uso tiene una baja representatividad con respecto al total, con tan solo 117.97 ha (0.30 % del SAR).

Zona Urbana (ZU). Se refiere a las zonas que están ocupadas por localidades urbanas que resultan significativas a la escala del SAR. La única zona dentro del SAR con estas características está ubicada al Noroeste del área, y refiere particularmente al municipio de Nacozari de García. Este uso de suelo ocurre en 342.94 ha del SAR (0.89 % de la superficie total del mismo).

Pastizal inducido (PI). Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión secundaria de comunidades vegetales, cuyo estado avanzado (clímax) es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del

pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. En otras ocasiones el pastizal inducido no forma parte de la sucesión ecológica, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal. De manera que, existen diferentes asociaciones de gramíneas o graminoides (pastizales inducidos) que prosperan en diferentes altitudes y derivan de la afectación de tipos de vegetación tan variados como son los bosques de pino-encino, matorrales xerófilos y algunos pastizales naturales, las selvas bajas caducifolias y los bosques mesófilo de montaña.

Bosque de Encino-Pino (BEP). Este uso de suelo le sigue en secuencia altitudinal al encinar (Bosque de Encino), ubicándose en la cota de los 1,100 a 1,500 m, en las laderas abruptas de la Sierra Madre Occidental. El Bosque de Encino-Pino se distribuye en climas semisecos templados hasta templados subhúmedos, donde la temperatura anual varía de 12 a 18°C y la precipitación total anual alcanza los 800 mm, preferentemente sobre suelos del tipo regosol, litosol, cambisol, luvisol, feozems y rendzinas. Estas comunidades están conformadas principalmente por encinos (Quercus spp.), y en menor proporción por pinares (Pinus spp.); generalmente tienen menor porte que aquellos donde domina el pino sobre el encino, con una altura variable (8 a 35 m), y son árboles tanto perennifolios como caducifolios.

Cuerpo de agua (CA). Un cuerpo de agua es una masa o extensión de agua, tal como un lago, mar u océano que cubre parte de la Tierra. Algunos cuerpos de agua son artificiales, como los estanques, aunque la mayoría son naturales y pueden contener agua salada o dulce.

Desprovisto de Vegetación (DV). Son áreas sin vegetación aparente o con una cobertura vegetal extremadamente baja o nula. La ausencia de vegetación puede ser determinada por condiciones naturales: clima muy árido, salinas, o bien porque la vegetación fue eliminada totalmente por actividades humanas; caminos, minas a cielo abierto, jales, sobrepastoreo, etc. Las áreas que fueron catalogadas bajo este rubro fueron tanto aquellas ubicadas al centro y noroeste del SAR, en las que actualmente se llevan a

cabo las actividades mineras, y por lo tanto, no existe cubierta vegetal, más que aquella que esporádicamente se desarrolla sobre los caminos o áreas recientemente intervenidas. Este uso de suelo en el SAR cubre 1,659.91 ha, lo que representa el 4.33 % de la superficie total.

Pastizal natural (PN). Son áreas dominadas principalmente por gramíneas silvestres, en ocasiones acompañadas por otras especies herbáceas y arbustivas de diferentes familias botánicas, como son: asteráceas, leguminosas y solanáceas, etc. Se encuentra en la zona de transición entre los matorrales desérticos micrófilos y la zona de bosques templados (Bosque de Pino y Bosque de Pino-Encino), en altitudes que van de los 1,000 a los 1,600 m, principalmente dentro de climas semisecos templados y semicálidos.

Bosque de Encino (BE). Los encinares son el tipo de vegetación de clima templado con mayor superficie en el estado de Sonora, y se localizan en la provincia Sierras y Llanuras del Norte, así como en las estribaciones oeste de la Sierra Madre Occidental, principalmente en altitudes entre 1,100 y 2,200 m en el norte, y desde 800 m en el sureste. Se desarrollan tanto en climas semisecos (temperaturas anuales entre 15.3 y 17.7°C y precipitaciones totales anuales de 428 a 516 mm) como en climas templados y semicálidos subhúmedos (precipitación total anual de 800 mm y las temperaturas anuales entre 12 y 18°C), sobre suelos del tipo regosol, litosol, cambisol y feozems.

Matorral desértico micrófilo (MDM). Este uso de suelo es una comunidad vegetal formada exclusivamente de arbustos y herbáceas con hojas (foliolos) pequeñas, con amplia distribución en el estado de Sonora, particularmente sobre las provincias del Desierto Sonorense y Sierras y Llanuras del Norte. Se encuentra en terrenos con una altitud entre 0 y 1,200 m, en climas muy secos semicálidos y cálidos (temperaturas anuales entre 20 y 24°C y precipitación total anual por debajo de 400 mm) y climas secos y semisecos semicálidos y templados (temperaturas anuales entre 17 y 21°C y precipitación total anual entre 300 y 500 mm).

Caracterización de la vegetación

De acuerdo a Font Quer (2001) y Franco-López (2011), el término "Composición Florística" consiste en un inventario a detalle de las especies de plantas de una comunidad vegetal determinada.

Font Quer, P. 2001. Diccionario de Botánica. Ediciones Península. Barcelona. 642p.
Franco-López, J. 2011. Ecología y Conservación: Laboratorio y Campo. Ed. Trillas. México. 342p.

En virtud de que las especies silvestres de flora y fauna, por razones genéticas y sus relaciones con el medio ambiente, así como a la influencia directa de las actividades humanas sobre sus poblaciones o sus hábitats, pueden llegar a estar en riesgo de sobrevivir en los ecosistemas actuales, la SEMARNAT creó la norma NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010) que tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma. En la integración del listado se consideran como categorías de riesgo las siguientes:

En peligro de extinción (P)
Amenazada (A)
Sujeta a protección especial (Pr)
Probablemente extinta en el medio silvestre (E)

Por su parte, la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) creó tres listas de especies que ofrecen diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva (CITES, 2017); esas tres listas se conocen como Apéndices I, II y III. En el Apéndice I se incluyen las especies sobre las que se cierne el mayor grado de peligro entre las especies de fauna y de flora por considerarlas especies que están en peligro de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales, por ejemplo, para la investigación científica. En el Apéndice II figuran

especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. En el Apéndice III figuran las especies incluidas a solicitud de una Parte (por ejemplo, un país específico) que ya reglamenta el comercio de dichas especies y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.

DOF. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México. 77 p.
CITES. 2017. Appendices I, II and III. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). México. 75 p.

Con la finalidad de conocer las especies vegetales que habitan en el SAR de interés, así como de determinar las diferentes formas de vida de las plantas que conforman la vegetación del lugar, se hizo un recorrido general por el terreno de interés, registrando taxonómicamente cada una de las especies vegetales encontradas. En los recorridos de campo y en el estudio de la vegetación, únicamente pudieron observarse especies de plantas fanerógamas de diversas formas de vida y pertenecientes a distintas familias; dichas especies se citan a continuación:

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA	N0M-059	CITES
1	*Acacia cymbispina*	Chírahui	Fabaceae	-	-
2	*Acacia farnesiana*	Vinorama	Fabaceae	-	-
3	*Agave palmeri*	Maguey	Agavaceae	-	-
4	*Ambrosia ambrosioides*	Chicura	Asteraceae	-	-
5	*Ambrosia cordifolia*	Chicurilla	Asteraceae	-	-
6	*Baccharis sarothroides*	Romerillo	Asteraceae	-	-
7	*Bursera laxiflora*	Torote prieto	Burseraceae	-	-
8	*Bouteloua curtipendula*	Zacate banderilla	Poaceae	-	-
9	*Bouteloua gracilis*	Zacate navajita	Poaceae	-	-
10	*Caesalpinia palmeri*	Piojito	Fabaceae	-	-
11	*Calliandra eriophylla*	Cósahui de vaina	Fabaceae	-	-
12	*Ceanothus depressus*	Espino	Rhamnaceae	-	-
13	*Celtis pallida*	Garambullo	Cannabaceae	-	-
14	*Cercidium praecox*	Brea	Fabaceae	-	-
15	*Dasylirion wheeleri*	Sotol	Asparagaceae	-	-
16	*Dodonaea viscosa*	Tarachique	Sapindaceae	-	-
17	*Encelia farinosa*	Rama blanca	Asteraceae	-	-
18	*Erythrina flabelliformis*	Chilicote	Fabaceae	-	-
19	*Eysenhardtia orthocarpa*	Palo dulce	Fabaceae	-	-
20	*Fouquieria macdougalii*	Palo Adán	Fouquieriaceae	-	-

21	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	Fouquieriaceae	-	-
22	*Haematoxylon brasiletto*	Palo Brasil	Fabaceae	-	-
23	*Jatropha cardiophylla*	Sangrengado	Euphorbiaceae	-	-
24	*Jatropha cordata*	Papelillo	Euphorbiaceae	-	-
25	*Lemaireocereus thurberi*	Pitahaya	Cactaceae	-	-
26	*Lycium berlandieri*	Salicieso	Solanaceae	-	-
27	*Lysiloma watsonii*	Tepeguaje	Fabaceae	-	-
28	*Mimosa laxiflora*	Uña de gato	Fabaceae	-	-
29	*Mimosa dysocarpa*	Gatuña	Fabaceae	-	-
30	*Opuntia engelmannii*	Nopal	Cactaceae	-	-
31	*Opuntia versicolor*	Choya tasajo	Cactaceae	-	-
32	*Pithecellobium mexicanum*	Palo chino	Fabaceae	-	-
33	*Prosopis velutina*	Mezquite	Fabaceae	-	-
34	*Rhamnus betulaefolia*	Saituna	Rhamnaceae	-	-
35	*Randia thurberi*	Papachi borracho	Rubiaceae	-	-
36	*Sapium biloculare*	Hierba de la flecha	Euphorbiaceae	-	-
37	*Ziziphus obtusifolia*	Bachata	Rhamnaceae	-	-

Respecto a la Norma Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, ninguna de las especies mostradas en la tabla anterior, se encuentra listada en alguna de sus categorías. Igualmente, de acuerdo a la CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora), ninguna de las especies antes citadas se encuentra listada en sus anexos de protección. (DOF, 2010; CITES, 2017).

En el siguiente cuadro podemos ver que las especies vegetales de la comunidad biótica del área en estudio se agrupan en 14 familias, 30 géneros y 37 especies, en las cuales dominan las fabáceas, que son características del matorral.

FAMILIA	NO. GENEROS	NO. ESPECIES
AGAVACEAE	1	1
ASPARAGACEAE	1	1
ASTERACEAE	3	4
BURSERACEAE	1	1
CACTACEAE	2	3
CANNABACEAE	1	1
EUPHORBIACEAE	2	3
FABACEAE	11	13
FOUQUIERIACEAE	1	2
POACEAE	1	2
RHAMNACEAE	3	3
RUBIACEAE	1	1
SAPINDACEAE	1	1
SOLANACEAE	1	1
Total familias: 14	**Total géneros: 30**	**Total especies: 37**

El siguiente cuadro, nos indica la caracterización de las especies de acuerdo a su forma de vida; así, considerando las definiciones de arbusto y árbol expuestas por Font Quer (2001), los elementos arbóreos se agrupan en el estrato superior de la comunidad, comprendiendo especies que sobrepasan los 5 m de alto. En el estrato medio o arbustivo, figuran especies leñosas y cactáceas con porte de 1 a 5 metros. En el estrato inferior, de 0.05 a 1.00 metros, se incluyen diferentes especies de hierbas perennes.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA DE VIDA
Acacia cymbispina	Chírahui	Arbustiva
Acacia farnesiana	Vinorama	Arbusto
Agave palmeri	Maguey	Hierba
Ambrosia ambrosioides	Chicura	Arbusto
Ambrosia cordifolia	Chicurilla	Hierba
Baccharis sarothroides	Romerillo	Arbusto
Bursera laxiflora	Torote prieto	Arbustiva
Bouteloua curtipendula	Zacate banderilla	Hierba
Bouteloua gracilis	Zacate navajita	Hierba
Caesalpinia palmeri	Piojito	Arbustiva
Calliandra eriophylla	Cósahui de vaina	Hierba
Ceanothus depressus	Espino	Arbustiva
Celtis pallida	Garambullo	Arbusto
Cercidium praecox	Brea	Arbustiva
Dasylirion wheeleri	Sotol	Arbusto
Dodonaea viscosa	Tarachique	Arbusto
Encelia farinosa	Rama blanca	Arbustiva
Erythrina flabelliformis	Chilicote	Arbusto
Eysenhardtia orthocarpa	Palo dulce	Arbusto
Fouquieria macdougalii	Palo Adán	Arbustiva
Fouquieria splendens	Ocotillo	Arbusto
Haematoxylon brasiletto	Palo Brasil	Arbusto
Jatropha cardiophylla	Sangrengado	Arbustiva
Jatropha cordata	Papelillo	Arbustiva
Lemaireocereus thurberi	Pitahaya	Cactácea
Lycium berlandieri	Salicieso	Arbustiva
Lysiloma watsonii	Tepeguaje	Árbol
Mimosa laxiflora	Uña de gato	Arbusto
Mimosa dysocarpa	Gatuña	Arbusto
Opuntia engelmannii	Nopal	Cactácea
Opuntia versicolor	Choya tasajo	Cactácea
Pithecellobium mexicanum	Palo chino	Árbol
Prosopis velutina	Mezquite	Árbol
Rhamnus betulaefolia	Saituna	Arbustiva
Randia thurberi	Papachi borracho	Arbustiva
Sapium biloculare	Hierba de la flecha	Arbusto
Ziziphus obtusifolia	Bachata	Arbustiva

De acuerdo a Font Quer (2001) y Franco-López (2011), el término "Composición Florística" consiste en un inventario a detalle de las especies de plantas de una comunidad vegetal determinada.

Atributos de las especies vegetales

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

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De acuerdo a Odum y Warrett (2006), el Índice de Valor de Importancia (IVI) es un índice desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie vegetal en rodales mezclados y se calcula de la siguiente manera:

IVI = Densidad relativa (%) + Dominancia relativa (%) + Frecuencia relativa (%)

Donde la Densidad relativa de una especie es igual a la densidad de la especie dividida entre la densidad total de todas las especies multiplicada por 100; la dominancia

relativa es igual al área basal o cobertura de la especie dividida entre el área basal o cobertura total de todas las especies multiplicada por 100; la frecuencia relativa es igual a la aparición de la especie en un sitio dividida entre la frecuencia total de todas las especies multiplicada por 100.

Para el caso de comunidades vegetales los autores Odum y Warrett, al igual que Mueller-Dombois y Ellenberg (1974) y Brower y Zar (1977), consideran que el factor Dominancia debe ser estimado en base a algún atributo medible y significativo de las plantas como puede ser el área basal o su cobertura y no por su densidad como ocurre con las especies animales. El argumento principal consiste en que una especie con un número de individuos (por ejemplo un pasto) superior a especies arbustivas y arbóreas puede adquirir un alto IVI si consideramos el factor Densidad para estimar su Dominancia en la comunidad, lo cual no significa que en la realidad eso sea verdad ya que una población menos densa de alguna especie arbustiva o arbórea, debido a su gran cobertura, puede jugar un mejor papel en el funcionamiento del ecosistema al considerar que produce mayor cantidad de oxígeno, fija mayor cantidad carbono, aprovecha can mayor intensidad los recursos suelo, agua, luz, etcétera.

Odum, E. y G.W. Warrett. 2006. Fundamentos de Ecología. Ed. Thomson. México. 600 p.
Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons. New York. 547 p.
Brower, j.e. y J.H. Zar. 1977. Field and Laboratory Methods for General Ecology. WM. C. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. U.S.A. 194 p.

***Dominancia relativa**. Se define como el porcentaje de biomasa (área basal o superficie de cobertura) que aporta una especie. Se expresa por la relación entre el área basal del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada. La dominancia de una especie está dada por su biomasa y la abundancia numérica. También es denominada grado de cobertura de las especies, es la expresión del espacio ocupado por ellas. Se define como la suma de las proyecciones horizontales de los individuos sobre el suelo. La dominancia relativa se calcula como la proporción de una especie en el área total evaluada, expresada en porcentaje.*

Para el caso de organismos animales, el valor de dominancia se obtiene a partir de valores de densidades mediante la fórmula:

$$D = (n/N)^2$$

Donde *D* es la dominancia de la especie; *n* es el número de individuos de la especie y *N* es la suma de las densidades de todas las especies del área muestreada (Brower y Zar, 1977).

Así pues, para la estimación de los índices de valor de importancia (IVI) de las especies vegetales dentro del SAR, se consideró el factor Cobertura como equivalente de Dominancia en la ecuación de Odum y Warrett expuesta en párrafos anteriores.

En los siguientes cuadros se presentan los valores de IVI y otros atributos de las especies vegetales muestreadas dentro del tipo de vegetación afectado por el desarrollo del proyecto en el área del SAR la información se presenta por estratos y formas de vida de las especies registradas.

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Lysiloma watsonii*	Tepeguaje	1.70	0.32	16.67	18.69	2
2	*Pithecellobium mexicanum*	Palo chino	0.43	0.10	5.56	6.08	3
3	*Prosopis velutina*	Mezquite	97.87	99.58	77.78	275.23	1
			100	100	100	300	

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

En el cuadro anterior podemos observar que el mezquite (*Prosopis velutina*), es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies en el estrato arbóreo de la comunidad vegetal en el ecosistema de matorral desértico micrófilo del SAR; así, esta

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

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Acacia cymbispina*	Chírahui	0.08	0.22	1.08	1.37	6
2	*Acacia farnesiana*	Vinorama	0.08	0.22	1.08	1.37	6
3	*Bursera laxiflora*	Torote prieto	1.26	2.24	6.45	9.95	4
4	*Ceanothus depressus*	Espino	0.19	0.27	2.15	2.61	6
5	*Cercidium praecox*	Brea	1.19	3.26	7.53	11.97	4
6	*Dodonaea viscosa*	Tarachique	0.88	0.91	1.08	2.87	6
7	*Encelia farinosa*	Rama blanca	57.39	28.66	16.13	102.19	1
8	*Eysenhardtia orthocarpa*	Palo dulce	0.46	0.82	2.15	3.43	6
9	*Fouquieria macdougalii*	Palo Adán	0.38	1.10	2.15	3.64	6
10	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	1.53	6.45	4.30	12.28	4
11	*Haematoxylon brasiletto*	Palo Brasil	0.15	0.12	4.30	4.58	5
12	*Jatropha cardiophylla*	Sangrengado	13.26	14.59	12.90	40.75	3
13	*Jatropha cordata*	Papelillo	0.80	1.18	9.68	11.66	4
14	*Lycium berlandieri*	Salicieso	0.19	0.31	3.23	3.73	6
15	*Mimosa laxiflora*	Uña de gato	20.00	36.44	12.90	69.34	2
16	*Randia thurberi*	Papachi borracho	1.23	2.01	7.53	10.76	4
17	*Rhamnus betulaefolia*	Saituna	0.04	0.28	1.08	1.40	6
18	*Sapium biloculare*	Hierba de la flecha	0.77	0.84	3.23	4.83	5
19	*Ziziphus obtusifolia*	Bachata	0.11	0.08	1.08	1.27	6
			100	100	100	300	

En el cuadro anterior podemos observar que la rama blanca (*Encelia farinosa*), es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies en el estrato arbustivo de la comunidad vegetal en el ecosistema de matorral desértico micrófilo del SAR; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Agave palmeri*	Maguey	0.48	0.3351	16.67	17.48	2
2	*Ambrosia cordifolia*	Chicurilla	98.09	52.3600	66.67	217.11	1

3	*Calliandra eriophylla*	Cósahui de vaina	1.44	0.5655	16.67	18.67	2
			100	100	100	300	

En el cuadro anterior podemos observar que la chicurilla (*Ambrosia cordifolia*), es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies en el estrato herbáceo de la comunidad vegetal en el ecosistema de matorral desértico micrófilo del SAR; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Lemaireocereus thurberi*	Pitahaya	5.85	15.26	22.73	43.84	2
2	*Opuntia engelmannii*	Nopal	3.41	2.47	9.09	14.98	3
3	*Opuntia versicolor*	Choya tasajo	90.73	82.27	68.18	241.18	1
			100	100	100	300	

En el cuadro anterior podemos observar que la choya tasajo (*Opuntia versicolor*), es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies en el grupo de cactáceas de la comunidad vegetal del ecosistema de matorral desértico micrófilo del SAR; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

b) Fauna.

En cuanto a fauna se refiere, México es un país qué posee una gran importancia biológica, esto debido a su compleja historia geológica y su posición geográfica, que le dan un carácter único, ya que en el país se ha llevado a cabo un intercambio faunístico que no tiene comparación con alguna otra región del planeta (Maldonado-González, 2008).

En particular se destaca el quinto lugar en la diversidad de anfibios con un total de 376 especies (Parra-Olea et al., 2014), así como, el primer lugar mundial en reptiles, ya que en México existen 864 especies que representan el 8.7% del total mundial (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014). Tiene el tercer lugar en mamíferos silvestres con 525 especies (Ceballos y Oliva, 2005), y finalmente, en cuanto al grupo de las aves, existen varios datos del número de especies; se manejan alrededor de 1,123 (AOU, 2017) y 1,150 (Gill y

Donsker, 2013), este porcentaje es de alrededor del 11% a nivel mundial, esto coloca a México en el onceavo lugar mundial (Navarro-Sigüenza., et al 2014).

También se sabe que México es muy importante como corredor migratorio y como sitio de invernación para más del 50% de especies de aves que se reproducen en E.U. y Canadá, y que durante el invierno migran hacia latitudes menores (Ramamoorthy et al.1998; Challenger 1998).

Ahora bien, Sonora es el segundo estado más grande, y al ubicarse en el norte del país, se encuentra entre dos regiones biogeográficas, la Neártica y la Neotropical, esta situación geográfica permite albergar una gran variedad de climas y cambios topográficos que se ven reflejados directamente en la diversidad de ecosistemas, así como en la riqueza de especies animales y vegetales.

Derivado de lo anterior, es que podemos mencionar que a nivel estatal el número de anfibios que se tiene registrado es de 34 especies (Parra-Olea et al., 2014), que representan el 9% del total de especies registradas en el país, asimismo, se registran 132 especies de reptiles (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014), que representan el 15 % del total de especies registradas en México, para el caso de los mamíferos hasta el año 2014 se tienen registrados para el estado de Sonora, 126 mamíferos terrestres (Castillo-Gámez et al., 2010), que representan el 24% del total registrado para el país. En el caso de las aves, se tienen registradas 556 especies (Villaseñor-Gómez et al., 2010), que representan aproximadamente el 48% del total de registros para el país.

El área del proyecto se encuentra ubicada en la zona conocida como archipiélago Madrense, con influencia del Desierto Chihuahuense y Sonorense en la parte noreste, así como la influencia de la Sierra Madre Occidental y su influencia Neartica para el estado, lo que hace de esta zona, una zona de transición (Castillo-Gámez, et al., 2010). Donde se encuentran las llamadas Islas del Cielo, que son montañas aisladas con bosques de pinos y encinos, rodeadas por grandes extensiones de matorrales desérticos y pastizales, siendo una región naturalmente fragmentada (Onorato et al., 2003; Hewitt y Doan-Crider, 2008). Las montañas o islas más cercanas al SAR del proyecto son las Sierras de San Luis, Sierra de Ajos-Buenos aires-La Purica, Sierra El tigre y Sierra La Madera, con elevaciones que van desde los 800 a los 2200 msnm. Estas Islas han sido reconocidas como refugios de

Flora y fauna silvestre, así como corredores biológicos que conectan las poblaciones de especies de regiones templadas del norte con las regiones más tropicales hacia el sur del estado (Castillo-Gámez et al., 2010; Bezy et al., 2017; Conabio, 2000).

Herpetofauna

Como ya lo mencionamos Sonora se encuentra ubicado sobre una región semiárida privilegiada en cuanto a diversidad herpetofaunística. Esta zona representa la transición entre las faunas neotropicales y templadas en el norte de América (Enderson et al 2009).

De manera general, la diversidad faunística del Estado ha sido bien documentada durante el siglo pasado, sin embargo, comparado con los Estados adyacentes, tanto de México como de Estados Unidos, por ejemplo Baja California (Grismer 2002), Chihuahua (Lemos-Espinal et al. 2004) y Sinaloa (Hardy y McDiarmid 1969) la información aun es incompleta en cuanto a diversidad de anfibios y reptiles se refiere.

Van Denburgh (1922) y Slevin (1928), realizaron las primeras exploraciones documentadas sobre la herpetofauna del estado y proporcionaron los primeros listados faunísticos relacionados con los anfibios y reptiles de Sonora. Estos trabajos aunque importantes, representan contribuciones aisladas y someras acerca de estos grupos de vertebrados.

Taylor (1938), fue el primer autor en aportar una recopilación herpetofaunística importante, Bogert y Oliver (1945), refieren la distribución de 15 especies de anfibios, 9 especies de tortugas marinas y terrestres, 38 especies de lagartijas y 48 especies de serpientes para el Estado. Durante varias décadas, esta contribución representó el trabajo más importante sobre la descripción herpetofaunística del Estado.

Además de contribuciones como las antes mencionadas, los anfibios y reptiles de Sonora, también se han analizado desde puntos de vista con enfoque académico, por ejemplo, en investigaciones de tipo morfológico-descriptivo, de distribución (Smith y Taylor 1966, Flores-Villela 1993) e importancia de endemismos (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela 2006).

No ha sido sino hasta años recientes, concretamente en la última década, que se han realizado varias contribuciones científicas enfocadas al conocimiento de estos grupos de vertebrados en el estado. Rorabaugh (2008), ha llevado a cabo una revisión de literatura publicada y no publicada, colecciones científicas, y a partir de comunicación personal con investigadores de la zona, sintetiza una lista actualizada de la herpetofauna del estado. En ella se describe la presencia de las especies dependiendo de la región y el tipo de vegetación que habitan. Los autores incluyen 37 especies de anfibios y 142 de reptiles y mencionan que probablemente el número de especies pueda incrementarse debido a la presencia de otras dos especies de anfibios y cinco de reptiles en los límites de estados colindantes. En esta publicación se incrementa considerablemente el número de especies registradas para el estado.

Enderson et al., (2009), complementan la revisión realizada por Rorabaugh (2008). En este trabajo los autores incluyen en su análisis a las especies distribuidas en los Estados colindantes, además de tomar en cuenta las especies marinas y las distribuidas en las islas pertenecientes al Estado. Los autores encuentran que la mayor riqueza herpetofaunística de los 7 Estados analizados, se presenta en Sonora, que paradójicamente ha sido la menos estudiada.

A nivel regional se han realizado algunos estudios sobre la riqueza herpetofaunística sonorense, tanto en el siglo pasado (Heringhi, 1969), como en el presente. Enderson et al (2014), identifican en el municipio de Yécora, la presencia de 93 especies, 20 especies de anfibios y 73 de reptiles, distribuidas en 59 géneros y 27 familias. Asimismo realizan un análisis exhaustivo acerca de sus distribuciones por tipo de vegetación.

Recientemente Bezy et al. (2017), llevan a cabo un estudio herpetofaunístico en el que el estado de Sonora así como algunos otros estados de la república, representan el límite de la distribución conocida de diversas especies. Se concluye que esta delimitación de la distribución, está determinada por factores principalmente abióticos y es variable entre especies.

Uno de los estudios faunísticos formales, más cercanos al área del proyecto es realizado por Van Devender *et al*. (2013), quienes analizan la composición herpetofaunística en tres zonas, dos de las cuales son cercanas y muy similares a la región

donde se asienta el municipio de Nacozari de García, Cumpas y Villa Hidalgo. El primer sitio es denominado Sierra la Madera y ocupa parte de los municipios de Cumpas, Granados, Huásabas, Moctezuma y Villa Hidalgo en donde los autores registran 11 especies de anfibios y 47 reptiles. El segundo sitio es la Sierra Bacadéhuachi en el municipio del mismo nombre y se registran 9 anfibios y 21 reptiles.

De acuerdo con Valdez-Zamudio (2024), la herpetofauna de probable ocurrencia en el SAR está compuesta por 10 especies de anfibios y 58 de reptiles. Los anfibios se agrupan en 2 órdenes y en 6 familias con 2 especies sujetas a Protección Especial por la norma oficial de la SEMARNAT y una especie endémica; las especies de reptiles se incluyen en 2 órdenes y 13 familias, de las cuales 27 están listadas en alguna categoría de protección por la SEMARNAT (10 como amenazadas y 17 bajo protección especial); también es importante mencionar que dos especies de reptiles (*Heloderma suspectum y Terrapene ornata*) están incluidas en el Apéndice II de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres); 4 especies están caracterizadas como endémicas.

Valdez-Zamudio, D. 2024. Distribución Geográfica de los Vertebrados Terrestres del Estado de Sonora. Vol. I. Hermosillo, Sonora. 1032 p.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES	END
ANURA	Bufonidae	*Bufo alvarius*	Sapo del Desierto Sonorense	-	-	NE
		Bufo cognatus	Sapo de espuelas	-	-	NE
		Bufo punctatus	Sapo de puntos rojos	-	-	NE
	Craugastoridae	*Eleutherodactylus augusti*	Rana ladradora	-	-	NE
	Hylidae	*Hyla arenicolor*	Ranita de las piedras	-	-	NE
		Hyla eximia	Rana de árbol de montaña	-	-	NE
		Pternohyla fodiens	Ranita minera	-	-	NE
	Microhylidae	*Gastrophryne olivacea*	Sapo oliváceo boca angosta	Pr	-	NE
	Ranidae	*Rana tarahumarae*	Rana Tarahumara	-	-	NE

CAUDATA	Ambystomatidae	*Ambystoma rosaceum*	Salamandra tarahumara	Pr	-	E

**Especies listadas en la NOM bajo algún estatus de protección: A = amenazadas; Pr = bajo protección especial; E = endémica; NE = no endémica*

El siguiente cuadro nos muestra la sinonimia existente entre especies de anfibios que habitan en el SAR.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	SINONIMOS	NOMBRE COMÚN
ANURA	Bufonidae	*Bufo alvarius*	*Incilius alvarius*	Sapo del Desierto Sonorense
		Bufo cognatus	*Anaxyrus cognatus*	Sapo de espuelas
		Bufo punctatus	*Anaxyrus punctatus*	Sapo de puntos rojos
	Craugastoridae	*Eleutherodactylus augusti*	*Craugastor augusti*	Rana ladradora
	Hylidae	*Pternohyla fodiens*	*Smilisca fodiens*	Ranita minera
	Ranidae	*Rana tarahumarae*	*Lithobates tarahumarae*	Rana Tarahumara

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES	END
SQUAMATA	Anguidae	*Elgaria kingii*	Lagarto escorpión de Arizona	Pr	-	NE
	Colubridae	*Gyalopion canum*	Culebra nariz de gancho occidental	-	-	NE
		Heterodon nasicus	Serpiente nariz de cerdo	Pr	-	NE
		Hypsiglena torquata	Culebra nocturna	Pr	-	NE
		Lampropeltis getula	Serpiente real común	A	-	NE
		Masticophis bilineatus	Culebra chirrionera sonorense	-	-	NE
		Pituophis sayi	Serpiente de Gopher	-	-	NE
		Rhinocheilus lecontei	Culebra narizona	-	-	NE
		Salvadora grahamiae	Culebra chata oriental	-	-	NE
		Salvadora hexalepis	Culebra chata occidental	-	-	NE
		Senticolis triaspis	Culebra ratonera verde	-	-	NE
		Sonora semiannulata	Culebra de arena	-	-	NE
		Tantilla wilcoxi	Culebra cabeza prieta de Chihuahua	-	-	NE

		Tantilla yaquia	Culebra cabeza prieta yaqui	-	-	NE
		Trimorphodon biscutatus	Culebra lira	A	-	NE
	Crotaphytidae	*Crotaphytus collaris*	Lagartija de collar	A	-	NE
		Crotaphytus nebrius	Lagartija de collar de Sonora	-	-	NE
	Dipsadidae	*Diadophis punctatus*	Culebra de collar	-	-	NE
	Elapidae	*Micruroides euryxanthus*	Coralillo de Sonora	A	-	NE
	Helodermatidae	*Heloderma suspectum*	Monstruo de Gila	A	II	NE
	Natricidae	*Thamnophis cyrtopsis*	Culebra listonada cuello negro	A	-	NE
		Thamnophis eques	Culebra de agua nómada mexicana	A	-	NE
		Thamnophis marcianus	Culebra listonada manchada	A	-	NE
	Phrynosomatidae	*Callisaurus draconoides*	Perrita; cachora arenera	A	-	NE
		Cophosaurus texanus	Lagartija sorda mayor	A	-	NE
		Holbrookia maculata	Lagartija sorda	-	-	NE
		Phrynosoma cornutum	Camaleón cornudo texano	-	-	NE
		Phrynosoma ditmarsi	Camaleón cornudo de roca	-	-	E
		Phrynosoma douglasii	Camaleón de cuernos cortos	-	-	NE
		Phrynosoma solare	Camaleón real	-	-	NE
		Sceloporus clarkii	Lagartija espinosa del noroeste	-	-	NE
		Sceloporus jarrovii	Lagartija espinosa de la Sierra Madre Occidental	-	-	E
		Sceloporus magister	Lagartija espinosa del desierto	-	-	NE
		Sceloporus poinsettii	Lagartija espinosa norteña	-	-	NE
		Sceloporus scalaris	Lagartija espinosa de pastizal	-	-	NE

		Sceloporus undulatus	Lagartija espinosa de pradera	-	-	NE
		Sceloporus virgatus	Lagartija espinosa rayada	-	-	NE
		Urosaurus ornatus	Lagartija de árbol norteña	-	-	NE
	Scincidae	*Eumeces obsoletus*	Eslizón de la Gran Planicie	-	-	NE
		Eumeces tetragrammus	Eslizón de cuatro líneas	-	-	NE
	Teiidae	*Cnemidophorus burti*	Huico manchado	-	-	NE
		Cnemidophorus exsanguis	Huico pinto de Chihuahua	-	-	NE
		Cnemidophorus lineattissimus	Huico rayado	Pr	-	E
		Cnemidophorus opatae	Huico ópata	-	-	NE
		Cnemidophorus sonorae	Huico manchado sonorense	-	-	NE
		Cnemidophorus tigris	Huico tigre del noroeste	-	-	NE
	Viperidae	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	Pr	-	NE
		Crotalus lepidus	Cascabel de las rocas; C. gris	Pr	-	NE
		Crotalus molossus	Cascabel de cola negra	Pr	-	NE
		Crotalus pricei	Cascabel de manchas gemelas	Pr	-	NE
		Crotalus scutulatus	Cascabel de Mojave	Pr	-	NE
		Crotalus tigris	Cascabel Tigre	Pr	-	NE
		Crotalus willardi	Cascabel de Willard	Pr	-	NE
		Sistrurus catenatus	Cascabel pigmea norteña	Pr	-	NE
TESTUDINES	Emydidae	*Terrapene ornata*	Tortuga apestosa	Pr	II	NE
	Kinosternidae	*Kinosternon flavescens*	Tortuga de pantano amarilla	-	-	NE
		Kinosternon integrum	Tortuga de pantano mexicana	Pr	-	E
		Kinosternon sonoriense sonoriense	Tortuga de pantano del desierto	Pr	-	NE

El siguiente cuadro nos muestra la sinonimia existente para las especies de reptiles que habitan en el SAR.

NOMBRE CIENTÍFICO	SINONIMOS	NOMBRE COMÚN
Pituophis sayi	*P. catenifer*	Serpiente de Gopher
Eumeces obsoletus	*Plestiodon obsoletus*	Eslizón de la Gran Planicie
Eumeces tetragrammus	*P. tetragrammus*	Eslizón de cuatro líneas
Cnemidophorus burti	*Aspidoscelis burti*	Huico manchado
Cnemidophorus exsanguis	*Aspidoscelis exsanguis*	Huico pinto de Chihuahua
Cnemidophorus lineattissimus	*A. lineattissimus*	Huico rayado
Cnemidophorus opatae	*A. opatae*	Huico ópata
Cnemidophorus sonorae	*A. sonorae*	Huico manchado sonorense
Cnemidophorus tigris	*A. tigris*	Huico tigre del noroeste

Mastofauna

Sonora tiene una mayor distribución del Desierto Sonorense, con un 48% de superficie del estado. En este sentido, el estudio de la mastofauna se ha dividido en varias etapas. Primero podemos mencionar que, en 1851, J.H. Clarck inició con las colectas del genero Peromyscus. A su vez, Zenón Córdoba que trabajaba para la Comisión Geográfico-Exploradora de México, en 1857 realizo colectas científicas de ardillas cerca de Hermosillo (Caire, 1978). Ya para 1911, el American Museum of Natural History, mediante el científico H.E. Anthony se consideró la colecta en las islas del Tiburón y San Esteban, asimismo, algunos aficionados a la cacería y coleccionistas aficionados realizaron colectas en Sierra el Pinacate, la sierra del Rosario, el rancho La Libertad y la Isla del Tiburón durante 1915 (Castillo-Gámez et al., 2010).

La obra de William H. Burt, es una de las más importantes para el conocimiento de la mastofauna del Estado, llamada —Faunal Relationship and Geographical Distribution of Mammals in Sonora, Mexicoǁ, recopilo una gran cantidad de información bibliográfica, de literatura especializada e información de museos, concerniente a la taxonomía y distribución de los mamíferos de Sonora, dicha obra fue publicada en 1938 (Caire, 1997).

Por su parte, William Caire (1997), enlista 124 especies de mamíferos terrestres para Sonora, en esta obra se recopila una gran cantidad de información de colecciones científicas, literatura especializada y trabajo de campo realizado por el propio Caire.

Lorenzana-Piña et al. (2004), realizaron un estudio sobre la distribución, asociación de hábitat, y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes, mediante el método de fototrampeo, en dicho estudio se registraron un total de 18 especies de mamíferos, destacando el jaguar (Panthera onca), el ocelote (Leopardus pardalis) y el tlalcoyote (Taxidea taxus), que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo, según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En particular, la especies Ursus americanus (oso negro) y sus poblaciones, han sido muy estudiadas, debido a su disminución, por la cacería y la presión humana. Sayago-Vázquez (2004), determinó el uso del hábitat del oso negro, mediante el uso de cámaras trampa y registros indirectos, en la Sierra de San Luis, durante el estudio no se mostró una preferencia por algún tipo de hábitat por el oso negro, sin embargo se mostró una preferencia por asociaciones vegetales con presencia de ciertas especies como la manzanita (Arctostaphylos pungens), durante el estudio se registraron otras especies como el coyote (C. latrans), la zorra gris (U. cinereoargenteus) y el puma (P. concolor). En el mismo año, Silva-Hurtado, determino los hábitos alimenticios del oso negro también en la Sierra de San Luis, mediante la colecta de muestras fecales, determino que la categoría alimenticia más importante fue la vegetal, dentro de las especies más consumidas se encuentran la manzanita (*A. pungens*), el junípero (*Juniperus deppeana*) y el sotol (*Dasylirion wheeleri*), además vertebrados como el venado cola blanca. Espinoza-Flores *et al.,* (2012), mediante el uso de cámaras trampa determinó el tamaño poblacional del oso negro (*U. americanus*), en la Sierra de Ajos y Sierra de San Luis al Noreste de Sonora, determinando un tamaño poblacional de 14 ind/100 km y 218 individuos para la Sierra de San Luis y de 2 ind/100 km y 24 individuos para la Sierra de Ajos.

Otra de las especies, que se ha estudio, derivado de los problemas de conservación que presenta, es el borrego cimarrón (O. canadensis), debido a la cacería furtiva y la presión por el cambio de uso de suelo de su hábitat, motivo por el cual, se han realizado trabajos enfocados a la genética poblacional de esta especie (Rodríguez-Rodríguez, 2008), en donde las poblaciones han mostrado una baja diversidad genética. González-Saldívar y colaboradores (2011), Realizaron un estudio poblacional y de distribución del borrego cimarrón, mediante sobrevuelos en helicóptero se realizaron censos poblacionales del

borrego, para determinar las tasas de aprovechamiento adecuadas para dos poblaciones, Norte y Sur, además se utilizó información de censos, de otras instituciones realizados en años anteriores, mediante la interpretación de resultados, los autores recomiendan una tasa de aprovechamiento de 13 individuos para la población del área norte y 17 para la de la zona sur. Gastelum-Mendoza (2012), realizo un estudio sobre la dieta y segregación del borrego cimarrón (Ovis canadensis mexicana), en la UMA Rancho Noche Buena, en Hermosillo Sonora, mediante la colecta de heces fecales, se analizó el contenido y la composición de la dieta, en los resultados concluyeron que la segregación sexual no se debe a preferencias alimentarias y son otras las causas que inducen la segregación sexual.

El venado cola blanca es una de las especies que también ha sido estudiada, debido a que es una especie cinegética y a la presión de la cacería furtiva, Lara Díaz et al. (2011), determinaron la abundancia y densidad de venado cola blanca (Odocoileus virginianus) en la Sierra de San Luis, Sonora, mediante el monitoreo con cámaras trampa, determinaron una abundancia de 130-+26.51 individuos en un área de muestreo efectivo de 55.10 km2 y una densidad de 2.36 +-0.48 individuos/km2, mencionando que la población en estos sitios se encuentra estable.

Moreno-Arzate et al., (2013), realizaron un estudio sobre el estatus poblacional del perrito de la pradera (Cynomys ludovicianus), en dos localidades de la cuenca del Rio San Pedro, Sonora, encontrando una variación de 1.03 a 5.29 individuos/ha en La Mesa y de 1.50 a 6.45 individuos/ha en Las Palmitas, proponiendo una traslocación de individuos a la Población de Los Fresnos, sin comprometer la existencia de las colonias existentes.

Los felinos han sido muy estudiados en el estado, el jaguar (Panthera onca), es el felino más grande del país y se encuentra en peligro de extinción, se han realizado esfuerzos para conocer el estado de sus poblaciones, Rosas y Bender (2012), determinaron el número mínimo de jaguares y pumas simpátricos, mediante el uso de cámaras trampa y la identificación de huellas, logrando identificar por medio de capturas fotográficas a 5 jaguares y 11 pumas, y por medio de huellas a 7 jaguares y 3 pumas, siendo esta una población cambiante a lo largo de todo el monitoreo. Se han realizado diversos estudios acerca de las poblaciones de jaguares, así como de las interacciones entre el jaguar, puma y las especies domesticas (Rosas et al., 2008; Rosas et al., 2010). García Alaniz (2004), realizó un estudio sobre la alimentación del lince (Lynx rufus), en el predio El Plomito,

Pitiquito, Sonora, determinando que su alimentación está compuesta por 18 especies de vertebrados, de los cuales 14 especies corresponden a mamíferos y tres a reptiles, entre las presas más importantes se encuentran los lagomorfos del genero Sylvilagus y Lepus y roedores del genero Spermophilus y Neotoma. Se han realizado estudios sobre la distribución de otros felinos como el ocelote (Leopardus pardalis) y su asociación a diferentes coberturas vegetales (López -González et al., 2003)

Con respecto a las áreas naturales protegidas, en el Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre y Acuática Sierra de Álamos-Rio Cuchujaqui, se han reportado 85 especies de mamíferos, entre los más importantes, se encuentran el Jaguar (Panthera onca), el ocelote (Leopardus pardalis), el margay (Leopardus wiedii), que se encuentran en peligro de extinción y el jaguarundi (Puma yagouaroundi), especies que se encuentran bajo la categoría de Amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2015). Para la Reserva de la Biosfera de El Pinacate y El Gran Desierto de Altar, se tienen reportadas 44 especies de mamíferos, de los cuales resaltan por su categoría de protección, el berrendo (Antilocapra americana sonorensis), catalogado en peligro de extinción, el borrego cimarrón (Ovis canadensis) sujeto a protección especial, el murciélago (Leptonycteris curasoe) bajo la categoría de amenazado y el murciélago pescador (Miotys vivesi) en peligro de extinción (Semarnap, 2005).

Castillo-Gámez et al. (2010), realizaron una revisión y actualización de los mamíferos del estado de Sonora, basados en la revisión exhaustiva de literatura especializada, revisión de especímenes de museo y de trabajo de campo, reportando una diversidad de 126 especies de mamíferos terrestres para el Estado.

Ahora bien, para la región donde se ubica el proyecto existen pocos estudios, algunos se han realizado en zonas cercanas, Coronel-Arellano et al. (2016), determinó la riqueza de especies y el estado de conservación del hábitat de mamíferos terrestres de cuatro zonas montañosas del noreste de Sonora, las localidades se ubicaron en la Sierra Los Ajos, Sierra de San Luis, Sierra el Tigre y Sierra La Madera, mediante el uso de cámaras trampa, registrando un total de 25 especies de mamíferos silvestres, dentro de los que destacan el jaguar, oso negro, ocelote, el tlalcoyote que son especies catalogadas en alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El orden quiróptera ha sido poco estudiado en el estado, se han realizado algunos estudios acerca de la especie Leptonycteris yerbabuenae, Iñarritu-Castro (2017), realizó un estudio en cuevas de Sonora y el estado de Guerrero, con la finalidad de conocer la interacción entre madres y crías durante estados de vida libre y semicautividad, para determinar el comportamiento de los murciélagos.

A continuación, se presenta una lista de las especies de mamíferos que pueden habitar en el área del SAR según Valdez-Zamudio (Op. Cit.). Este autor menciona que pueden presentarse 69 especies pertenecientes a 7 órdenes y 18 familias, de las cuales 13 especies están listadas en alguna categoría de protección por la SEMARNAT (7 como amenazadas, 3 bajo protección especial, 2 en peligro de extinción y 1 catalogada como posiblemente extinta en la región de interés); también es importante mencionar que 2 especies de mamíferos están incluidas en el Apéndice I y 6 en el Apéndice II de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). Existen 8 especies catalogadas como endémicas.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES	END
ARTIODACTYLA	Cervidae	*Odocoileus hemionus sheldoni*	Venado bura	A	-	E
		Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	-	-	NE
	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar	-	-	NE
CARNIVORA	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-	-	NE
		Canis lupus	Lobo mexicano	-	II	NE
		Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	-	-	NE
	Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote	P	I	NE
		Lynx rufus	Gato montés; lince americano	-	II	NE
		Panthera onca	Jaguar	P	I	NE
		Puma concolor	Puma	-	II	NE
	Mustelidae	*Conepatus mesoleucus*	Zorrillo nariz de puerco	-	-	NE
		Lontra canadensis	Nutria	-	II	NE
		Mephitis macroura	Zorrillo; zorrillo encapuchado	-	-	NE

		Mephitis mephitis	Zorrillo listado	-	-	NE
		Spilogale gracilis	Zorrillo manchado	-	-	NE
		Taxidea taxus	Tlalcoyote; tejón americano	A	-	NE
	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	A	-	E
		Nasua narica	Tejón; coatí	A	-	E
		Procyon lotor mexicanus	Mapache	-	-	NE
	Ursidae	*Ursus americanus machetes*	Oso negro	-	II	NE
		Ursus arctos horribilis	Oso plateado	E	II	NE
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	-	-	NE
EULIPOTYPHLA	Soricidae	*Notiosorex crawfordi*	Musaraña desértica norteña	A	-	NE
LAGOMORPHA	Leporidae	*Lepus alleni*	Liebre torda, L. antílope	Pr	-	E
		Lepus californicus	Liebre cola negra	Pr	-	E
		Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	-	-	NE
		Sylvilagus floridanus	Conejo del este	-	-	NE
QUIROPTERA	Molossidae	*Eumops perotis*	Murciélago con bonete mayor	-	-	NE
		Nyctinomops femorosaccus	Murciélago cola libre con bolsa	-	-	NE
		Tadarida brasiliensis	Murciélago cola libre brasileño	-	-	NE
	Phyllostomidae	*Choeronycteris mexicana*	Murciélago trompudo mexicano	A	-	NE
		Leptonycteris yerbabuenae	Murciélago magueyero menor	-	-	NE
		Macrotus californicus	Murciélago orejón californiano	-	-	NE
	Vespertilionidae	*Antrozous pallidus*	Murciélago pálido	-	-	NE
		Corynorhinus mexicanus	Murciélago orejón mexicano	-	-	E
		Corynorhinus townsendii	Murciélago orejón de Townsend	-	-	NE
		Eptesicus serotinus	Murciélago hortelano	-	-	NE
		Euderma maculatum	Murciélago pinto	-	-	NE

		Idionycteris phyllotis	Murciélago mula de Allen	-	-	NE
		Lasiurus blossevillii	Murciélago rojo del desierto	-	-	NE
		Lasiurus cinereus	Murciélago gris o ceniciento	-	-	NE
		Lasiurus xanthinus	Murciélago amarillo de La Laguna	-	-	NE
		Myotis auriculus	Murciélago orejudo	-	-	NE
		Myotis californicus	Myotis californiano	-	-	NE
		Myotis ciliolabrum	Myotis cara negra	-	-	NE
		Myotis fortidens	Myotis canelo	-	-	NE
		Myotis thysanodes	Myotis bordado	-	-	NE
		Myotis volans	Myotis patas largas	-	-	NE
		Myotis yumanensis	Myotis de Yuma	-	-	NE
		Pipistrellus hesperus	Pipistrelo del Oeste Americano	-	-	NE
RODENTIA	Castoridae	*Castor canadensis*	Castor americano	-	-	NE
	Geomidae	*Thomomys bottae*	Tuza norteña	-	-	NE
	Heteromyidae	*Chaetodipus baileyi*	Rata de abazones sonorense	-	-	NE
		Chaetodipus goldmani	Rata de abazones de Goldman	-	-	E
		Chaetodipus penicillatus pricei	Rata de abazones del desierto	-	-	NE
		Dipodomys merriami merriami	Rata canguro de Merriam	-	-	NE
		Dipodomys merriami olivaceus	Rata canguro de Merriam	-	-	NE
		Dipodomys spectabilis	Rata canguro cola de bandera	-	-	NE
	Muridae	*Neotoma albigula albigula*	Rata magueyera	-	-	NE
		Neotoma mexicana	Rata cambalachera mexicana	-	-	NE
		Ondatra zibethicus	Rata almizclera	A	-	NE
		Onychomys torridus	Ratón alacranero del sur	-	-	NE
		Peromyscus boylii rowleyi	Ratón arbustero	-	-	NE

		Peromyscus eremicus anthonyi	Ratón de cactus	-	-	NE
		Reithrodontomys fulvescens	Ratón Cosechador aleonado	-	-	NE
		Reithrodontomys megalotis	Ratón Cosechador común	-	-	NE
	Sciuridae	*Sciurus aberti*	Ardilla de Abert	Pr	-	E
		Sciurus arizonensis	Ardilla gris de Arizona	-	-	NE
		Spermophilus variegatus	Ardillón de las rocas	-	-	NE

Especies listadas en la NOM bajo algún estatus de protección: A = amenazada; Pr = bajo protección especial; P = en peligro de extinción; E = Probablemente extinta. En cuanto a endemismos, E = endémica; NE = no endémica.

El siguiente cuadro nos muestra la sinonimia existente entre especies de mamíferos que habitan en el SAR.

NOMBRE CIENTÍFICO	SINONIMOS	NOMBRE COMÚN
Leopardus pardalis	*Felis pardalis*	Ocelote
Panthera onca	*Felis onca*	Jaguar
Puma concolor	*Felis concolor*	Puma
Conepatus mesoleucus	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo nariz de puerco
Notiosorex crawfordi	*Sorex crawfordi*	Musaraña desértica norteña
Lasiurus cinereus	*Aeorestes cinereus*	Murciélago gris o ceniciento
Lasiurus xanthinus	*Dasypterus xanthinus*	Murciélago amarillo de La Laguna
Pipistrellus hesperus	*Parastrellus hesperus*	Pipistrelo del Oeste Americano
Spermophilus tereticaudus	*Xerospermophilus tereticaudus*	Ardillón cola redonda
Spermophilus variegatus	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de las rocas

Avifauna

De las 1,123 especies de aves registradas para México (Navarro, et. al., 2014), la región de la planicie del pacifico siempre ha conservado una cantidad considerable de la avifauna de México, representando cerca del 70 % para el total de la avifauna (García y Navarro 2004).

Para el estado de Sonora la avifauna se calcula en 556 especies de aves (Villaseñor-Gómez et. al., 2008) cuyo trabajo representa una revisión y actualización de la avifauna del estado. La revisión incluyó registros de 89 artículos y reportes, 16,008 especímenes depositados en colecciones zoológicas de diferentes museos y más de doscientos setenta y ocho mil registros que corresponden a observaciones de campo y datos de anillamiento generados por los autores.

Asimismo, se recopiló una base de datos de más de trescientos doce mil casos en la que se incorporó información que abarca de 1849 a 2008. La avifauna conocida de Sonora incluye como ya se dijo de 556 especies de 73 familias y 20 órdenes, con 227 especies residentes, 46 residentes de verano, 233 migratorias de larga distancia y 50 migratorias parciales. Especímenes de museos no considerados previamente y datos nuevos adicionaron 31 especies al número reportado por Russell y Monson en 1998 y permitieron evaluar el estatus de otras especies en el Estado. Veintiocho especies están en riesgo a escala global de acuerdo a la Lista Roja de las Especies Amenazadas de la IUCN, 290 están incluidas en el Acta de Conservación de Aves Migratorias Neotropicales de Estados Unidos y 66 en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las publicaciones para el Estado que se suscitaron entre 1874 y 2005 (89) aportaron 8,750 registros. La mayoría de los registros fueron presentados en revistas ornitológicas tales como: The Auk (13 artículos), The Condor (12), American Birds (7), Wilson Bulletin (6), Western Birds (5), Studies in Avian Biology (3), Journal of Raptor Research (2), Journal of Field Ornithology (1), Journal of Wildlife Management (1), Pacific Coast Avifauna (1), The Euphonia (1), Colonial Waterbirds (1) y Continental Birdlife (1).

Otros artículos aparecieron en revistas de sociedades de historia natural tales como: Transactions of the San Diego Natural History Society (16), Proceedings of the U.S. National Museum (2), Memoirs of the Boston Society of Natural History (1) y Proceedings of the Biological Society of Washington (1). Por otro lado destacan las observaciones de Moore (1935), Neff (1947), Russell y Lamm (1978), Clark (1984), Brown (1988) sobre los sitios de anidación del águila cabeza calva en Sonora, Flesch (2003) con distribución de tecolotes llaneros en Sonora, México así como un estudio en 2008 sobre estatus de distribución de aves terrestres en el norte de Sonora.

Villaseñor (2006 y 2008), también destaca con estudios sobre la importancia de hábitat ripario para las especies de aves de Sonora y actualización de listado desde 1849 a 2008 (en Biodiversidad de Sonora, capítulo Avifauna, 2010. Las dos contribuciones más importantes a la ornitología de Sonora son el libro de Van Rossem (1945) publicado como Occasional Papers of the Museum of the Louisiana State University y el libro de Russell y Monson (1998) publicado por University of Arizona Press.

De acuerdo con Van Rossem (1945), el primer ejemplar colectado en Sonora fue el espécimen tipo de Picolaptes bruneicapillus Lafrasnaye, el cual fue obtenido cerca de Guaymas o Agiabampo en 1835 por un colector desconocido. John Woodhouse Audubon menciona algunas aves en sus notas de viaje a lo largo de Sonora, de la Sierra Madre a Altar y Sonoyta, en 1849; sin embargo, no se obtuvieron especímenes en su expedición. Entre 1851 y 1855 el doctor C.B. Kennerly colectó algunos especímenes cerca de Guaymas, Nogales y el Cañón de Guadalupe en la frontera entre México y Estados Unidos (Van Rossem, 1937a). A.J. Grayson colectó ejemplares de cuatro especies en Guaymas durante 1860, los cuales fueron incluidos en un reporte sobre las aves del occidente de México (Lawrence, 1874) y Thomas Streets colectó algunos especímenes en Sonora durante el mes de abril de 1875 (Van Rossem, 1945).

De igual forma en plataforma digital de checklist online se cuenta con un registro de la avifauna de Sonora con cerca de 550 especies, por otro lado las potenciales que maneja la guía de las aves de México de Howell y Webb (1995) maneja un total de 443 especies.

De acuerdo con la publicación de Russell y Monson (1998) y al SNIB (2022), en el SAR pueden presentarse 135 especies de aves, tanto residentes como migratorias, incluidas en 16 órdenes y 36 familias; en la siguiente tabla se citan tales especies.

Russell, S.M. and G. Monson. 1998. The Birds of Sonora. The University of Arizona Press. 360 p.
Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB), 2022. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México. https://www.snib.mx/

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES	END
ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	*Aquila chrysaetos*	Águila real	A	-	NE

		Buteo albicaudatus	Aguililla Cola blanca	A	-	NE
		Buteo albonotatus	Aguililla aura	Pr	-	NE
		Buteo brachyurus	Aguililla cola corta	-	-	NE
		Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	-	-	NE
		Buteo nitidus	Aguililla gris	-	-	NE
		Buteogallus anthracinus	Aguililla-negra menor	Pr	-	NE
ANSERIFORMES	Anatidae	*Anas platyrhynchos* subesp. *platyrhynchos*	Pato de collar	-	-	NE
		Mergus merganser	Mergo mayor	-	-	NE
APODIFORMES	Apodidae	*Aeronautes saxatalis*	Vencejo pecho blanco	-	-	NE
	Trochilidae	*Amazilia violiceps*	Colibrí corona violeta	-	II	NE
		Archilochus alexandri	Colibrí barba negra	-	II	NE
		Calypte costae	Colibrí cabeza violeta	-	II	NE
		Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	-	II	NE
		Hylocharis leucotis	Zafiro oreja blanca	-	II	NE
		Lampornis clemenciae	Colibrí garganta azul	-	II	NE
		Selasphorus platycercus	Zumbador cola ancha	-	II	NE
		Selasphorus rufus	Zumbador rufo	-	II	NE
CAPRIMULGIFORMES	Caprimulgidae	*Caprimulgus vociferus*	Tapacamino cuerporruín-norteño	-	-	NE
		Chordeiles acutipennis	Chotacabras menor	-	-	NE
		Chordeiles minor	Chotacabras zumbón	-	-	NE
		Phalaenoptilus nuttallii	Tapacamino tevíi	-	-	NE
CATHARTIFORMES	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	-	-	NE
		Coragyps atratus	Zopilote común	-	-	NE

COLUMBIFORMES	Columbidae	*Columba fasciata*	Paloma de collar	-	-	NE
		Columbina inca	Tórtola cola larga	-	-	NE
		Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	-	-	NE
		Zenaida macroura	Paloma huilota	-	-	NE
CORACIIFORMES	Alcedinidae	*Ceryle alcyon*	Martín-pescador norteño	-	-	NE
CUCULIFORMES	Cuculidae	*Coccyzus americanus*	Cuclillo pico amarillo	-	-	NE
		Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	-	-	NE
CHARADRIIFORMES	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	-	-	NE
	Scolopacidae	*Actitis macularia*	Playero alzacolita	-	-	NE
FALCONIFORMES	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	-	II	NE
GALLIFORMES	Phasianidae	*Callipepla douglasii*	Codorniz de Douglas	-	-	NE
		Callipepla gambelii	Codorniz de Gambel	-	-	NE
		Colinus virginianus	Codorniz común	-	-	NE
		Cyrtonyx montezumae	Codorniz pinta	Pr	-	NE
PASSERIFORMES	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	-	-	NE
	Alaudidae	*Eremophila alpestris*	Alondra cornuda	-	-	NE
	Certhiidae	*Certhia americana*	Trepador americano	-	-	NE
	Corvidae	*Aphelocoma ultramarina*	Chara pecho gris	-	-	E
		Aphelocoma wollweberi	Chara pecho gris	-	-	NE
		Corvus corax	Cuervo común	-	-	NE
		Cyanocitta stelleri	Chara crestada	-	-	NE
		Gymnorhinus cyanocephalus	Chara piñonera	-	-	NE
		Nucifraga columbiana	Cascanueces americano	P	-	NE

	Emberizidae	*Aimophila rufescens*	Zacatonero rojizo	-	-	NE
		Aimophila ruficeps	Zacatonero corona rufa	-	-	NE
		Amphispiza bilineata	Zacatonero garganta negra	-	-	NE
		Amphispiza quinquestriata	Zacatonero cinco rayas	-	-	NE
		Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	-	-	NE
		Dendroica coronata	Chipe coronado	-	-	NE
		Dendroica nigrescens	Chipe negrogris	-	-	NE
		Geothlypis trichas	Mascarita común	-	-	NE
		Guiraca caerulea	Picogordo azul	-	-	NE
		Icterus bullockii	Bolsero calandria	-	-	NE
		Icterus parisorum	Bolsero tunero	-	-	NE
		Junco hyemalis ssp *caniceps*	Junco cabeza gris	-	-	NE
		Junco hyemalis ssp *oregans*	Junco de Oregon	-	-	NE
		Melospiza lincilnii	Gorrión de lincoln	-	-	NE
		Molothrus aeneus	Tordo ojo rojo	-	-	NE
		Molothrus ater	Tordo cabeza café	-	-	NE
		Myioborus pictus	Chipe ala blanca	-	-	NE
		Oporornis tolmiei	Chipe de tolmie	Pr	-	E
		Passerina amoena	Colorín lázuli	-	-	NE
		Passerina versicolor	Colorín morado	-	-	NE
		Peucedramus taeniatus	Ocotero enmascarado	-	-	NE
		Pheucticus melanocephalus	Picogordo tigrillo	-	-	NE
		Pipilo chlorurus	Toquí cola verde	-	-	NE
		Pipilo fuscus	Toquí pardo	-	-	NE
		Pipilo maculatus	Toquí pinto	-	-	NE
		Piranga flava	Tángara encinera	-	-	NE
		Piranga ludoviciana	Tángara capucha roja	-	-	NE

		Piranga rubra	Tángara roja	-	-	NE
		Spizella passerina	Gorrión ceja blanca	-	-	NE
		Vermivora celata	Chipe corona naranja	-	-	NE
		Vermivora luciae	Chipe rabadilla rufa	-	-	NE
		Vermivora ruficapilla	Chipe de coronilla	-	-	NE
		Wilsonia pusilla	Chipe corona negra	-	-	NE
	Fringillidae	*Carduelis pinus*	Jilguero pinero	-	-	NE
		Carduelis psaltria	Jilguero dominico	-	-	NE
		Carpodacus mexicanus	Pinzón mexicano	-	-	NE
	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	-	-	NE
		Stelgidopteryx serripennis	Golondrina ala aserrada	-	-	NE
		Tachycineta thalassina	Golondrina verdemar	-	-	NE
	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño	-	-	NE
		Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	-	-	NE
	Muscicapidae	*Catharus guttatus*	Zorzal cola rufa	-	-	NE
		Polioptila caerulea	Perlita azulgris	-	-	NE
		Polioptila melanura	Perlita del desierto	-	-	NE
		Regulus calendula	Reyezuelo de rojo	P	-	E
		Sialia sialis	Azulejo garganta canela	-	-	NE
		Turdus migratorius	Mirlo primavera	-	-	NE
	Paridae	*Parus sclateri*	Carbonero mexicano	-	-	NE
		Parus wollweberi	Carbonero embridado	-	-	NE
	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión casero	-	-	NE
	Remizidae	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo	-	-	NE
		Sitta carolinensis	Sita pecho blanco	-	-	NE

	Sittidae					
		Sitta pygmaea	Sita enana	-	-	NE
	Sturnidae	*Sturnus vulgaris*	Estornino pinto	-	-	NE
	Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	-	-	NE
		Catherpes mexicanus	Chivirín barranqueño	-	-	NE
		Cistothorus palustris	Chivirín pantanero	-	-	NE
		Salpinctes obsoletus	Chivirín saltarroca	-	-	NE
		Thryomanes bewickii	Chivirín cola oscura	-	-	NE
		Troglodytes aedon	Chivirín saltapared	-	-	NE
	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquero lampiño	-	-	NE
		Contopus sordidulus	Pibí occidental	-	-	NE
		Empidonax fulvifrons	Mosquero pecho leonado	-	-	NE
		Empidonax hammondii	Mosquero de hammond	-	-	NE
		Myiarchus cinerascens	Papamoscas cenizo	-	-	NE
		Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	-	-	NE
		Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal	-	-	NE
		Sayornis nigricans	Papamoscas negro	-	-	NE
		Tyrannus crassirostris	Tirano pico grueso	-	-	NE
		Tyrannus vociferans	Tirano gritón	-	-	NE
	Vireonidae	*Vireo bellii*	Vireo de bell	-	-	NE
		Vireo gilvus	Vireo gorjeador	-	-	E
		Vireo huttoni	Vireo reyezuelo	-	-	NE
PELECANIFORMES	Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza morena	Pr	-	NE
		Butorides virescens	Garceta verde	-	-	NE

	Pelecanidae	*Pelecanus erythrorhynchos*	Pelícano blanco	-	-	NE
PICIFORMES	Picidae	*Colaptes chrysoides*	Carpintero collarejo desértico	-	-	NE
		Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero	-	-	NE
		Melanerpes uropygialis	Carpintero del desierto	-	-	NE
		Picoides scalaris	Carpintero mexicano	-	-	NE
STRIGIFORMES	Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho cornudo	-	II	NE
		Glaucidium gnoma	Tecolote serrano	-	II	NE
		Micrathene whitneyi	Tecolote enano	-	II	NE
		Otus flammeolus	Tecolote ojo oscuro	-	II	NE
		Otus kennicottii	Tecolote occidental	-	II	NE
		Otus trichopsis	Tecolote rítmico	-	II	NE
	Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza de campanario	-	II	NE
TROGONIFORMES	Trogonidae	*Trogon elegans*	Trogón elegante	-	-	NE

El siguiente cuadro nos muestra la sinonimia existente entre especies de aves que habitan en el SAR.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	SINONIMOS	NOMBRE COMÚN
COLUMBIFORMES	Columbidae	*Zenaida macroura*	*Zenaidura macroura*	Paloma huilota
GALLIFORMES	Phasianidae	*Callipepla douglasii*	*Lophortyx douglasii*	Codorniz de Douglas
		Callipepla gambelii	*Lophortyx gambelii*	Codorniz de Gambel; c. chiquiri

IV.3.1.3. Medio socioeconómico.

Dentro del Sistema Ambiental Regional, se ubican tres municipios del estado de Sonora, el municipio de **Nacozari de García**, el municipio de **Cumpas**, y el municipio de **Villa Hidalgo**.

Localidades

En el SAR se localizan más de 40 localidades, todas ellas rurales, dentro del municipio de Villa Hidalgo se ubicaron 9 localidades y para el municipio de Nacozari de García aproximadamente 31 localidades.

De acuerdo con los datos de las localidades establecido por la SEDESOL, se establece que las localidades presentes en el Sistema Ambiental Regional, dentro del municipio Villa Hidalgo refieren a localidades rurales que no incluyen habitantes y que seguramente refieren a lo que tradicionalmente se les denomina rancherías, pero que no reportan habitantes para el 2010. Por otro lado, para el municipio de Nacozari de García se reportan la mayoría de localidades rurales, a excepción de la comunidad de Nacozari de García que es ya una localidad urbana con más de 11 mil habitantes, seguido únicamente de seis localidades con menos de 10 habitantes.

Asimismo, es de destacar que varias de las comunidades dentro del Sistema Ambiental Regional desde 2010, se han considerado como con un estatus de inactivas, en su gran mayoría, destacando todas las localidades del municipio de Villa de Hidalgo, y la mayoría de las localidades del municipio de Nacozari de García, con excepción de 7 localidades, incluida la localidad de Nacozari de García.

Contexto histórico dentro del SAR

El desarrollo histórico del municipio de Nacozari de García, es muy relevante para el proyecto, ya que este municipio se desarrolló desde el siglo XVI, en el año 1660 con la conformación de las primeras minas en la región.

Originalmente la región estaba ocupada por las tribus opatas las cuales tuvieron una interacción con misioneros, conquistadores y exploradores europeos, en un contexto en el que eventualmente lo que se impuso fue la minería de cobre. De esta manera el cobre demando y mantuvo un lugar preponderante en el Sistema Ambiental Regional atrayendo inversión, fuerza laboral, infraestructura como el ferrocarril y población.

De la misma manera para el municipio de Villa Hidalgo, este se conformó en 1644, con el nombre de San Ignacio de Oputo, dicho municipio fue fundado por el misionero de origen belga Marcos del Río, y le asignaron el nombre de Oputo que significa lugar del palofierro, debido a un manchón de palofierro existente al occidente de la población. El pueblo estuvo habitado por una abundante población ópata hasta bien entrado el siglo XIX.

Desarrollo ECONÓMICO dentro del SAR

A partir de la década de 1970 se considera que en la región se produce un cambio en la estructura económica sectorial, es decir se invierte el crecimiento del sector primario, y comienza en su lugar el crecimiento de las actividades industriales que sustentaron el crecimiento del sector secundario. Por su parte el sector terciario también tuvo un cambio sustancial, sintetizado en la emergencia y crecimiento de un nuevo tipo de servicios, relacionados con la producción industrial.

Las principales actividades económicas que se desarrollan en el Sistema Ambiental Regional son la actividad relacionada con el sector secundario, en específico la minería, el cual representaba el 45.82% del total de la población ocupada. El segundo término corresponde al sector terciario, el cual representaba el 45.25% y por último el primario con un 4.22%.

Sector Productivo Relevante: Minería

La actividad minera en el estado de Sonora, durante los últimos años ha sido la más importante en el ámbito nacional, sus niveles de producción en los minerales metálicos, como el cobre y molibdeno y minerales, lo colocan en el primer lugar nacional. En el caso

del cobre, se observó un importante incremento en el volumen de producción, ocupando para 2012 el primer lugar a nivel nacional con 389,302.00 ton.

Durante el año 2012, el municipio de Nacozari de García fue uno de los dos municipios que más han contribuido para que el Estado sea considerado como uno de los más importantes productores mineros, en particular de cobre. Asimismo, Nacozari de García también resulta ser de los principales municipios productores de molibdeno.

De acuerdo con datos del Servicio Geológico Mexicano, la mina en explotación de minerales metálicos para el Sistema Ambiental Regional es la mina "La Caridad" (El proyecto), con explotación principalmente de cobre, molibdeno, oro y plata.

De acuerdo con los datos establecidos a nivel estatal, el cobre reporta para el año 2012 un volumen de 389,302 toneladas, con un valor de $40, 694, 711, 973 pesos, y con una participación del 77.82%.

Aspecto poblacional

De acuerdo con los datos presentados por el INEGI para el año 2015, se tiene que el Sistema Ambiental Regional, registra para el municipio de Villa Hidalgo una población total de 1,523 habitantes, lo que representa menos del 1% (0.1%) de la población total estatal y del 0.001 % del total nacional; ahora bien para el municipio de Nacozari de García la población registrada es de 13,843 habitantes lo que representa también menos del 1% (0.5%) de la población estatal y el 0.01% de la población nacional.

De acuerdo con este aspecto poblacional se considera que a nivel SAR, la relación de hombres y mujeres es muy similar, existiendo 98 hombres por cada 100 mujeres, para Nacozari de García, mientras que para Villa Hidalgo la relación es de 110 hombres por cada 100 mujeres.

Asimismo, en relación al promedio de edad de la población, consideramos que el Sistema Ambiental Regional, es un sistema regional con una población en promedio de joven a mediana edad, ya que para el municipio de Nacozari de García el promedio de edad considera los 26 años o menos mientras que para el municipio de Villa Hidalgo el promedio es de menos de 37 años.

En resumen, el Sistema Ambiental Regional, presenta niveles de población menores al 1% en relación con el estado de Sonora, y de 0.01% a nivel Nacional, sin embargo; aunque no es una zona muy poblada, se destaca que la población en promedio es joven a mediana edad, con una edad que oscila de los 26 años a 37 años, promedio, y teniendo una relación muy similar de hombres y mujeres.

Desarrollo social

El Desarrollo Social se concentra en la necesidad de anteponer a las personas en primer lugar que los procesos económicos de desarrollo, esto considerando que la pobreza nos solo se trata de bajos ingresos, sino que también se relaciona con vulnerabilidad, exclusión y aislamiento.

Por lo que incentivar el Desarrollo Social, permite la inclusión, la cohesión, la capacidad de adaptación, la seguridad ciudadana y la rendición de cuentas como los principales principios para un desarrollo social sostenible.

Derivado de lo anterior, para poder revisar si dentro del Sistema Ambiental Regional hay desarrollo social sostenible, el índice para medir el desarrollo social sostenible, podemos considerar el bienestar social.

De acuerdo con Navarro-Chávez, 2016, se entiende como Bienestar social:

"… El bienestar es el sentir de una persona al ver satisfecha todas sus necesidades en materia fisiológica y psicológica en el presente, así como contar con expectativas alentadoras que le sustenten su proyecto de vida. La calidad de vida abarca tres significados: la calidad del entorno en que vivimos, la calidad de acción y el disfrute subjetivo de la vida…"

En este sentido, entonces el Bienestar social es:

"…el conjunto de factores que le permiten al individuo experimentar una saciedad de sus necesidades, desde las más vitales hasta las más superfluas, y que hacen que su

existencia posea todos aquellos elementos que dan lugar a la tranquilidad y satisfacción humana. De esta forma, el bienestar social parte del bienestar económico y se desarrolla en concepciones objetivas y subjetivas más amplias del bienestar, como son el estar nutrido, tener buena salud, poseer una vivienda digna, contar con acceso a la educación, entre otros.

Es así que, para la medición del bienestar social, puede abordarse, desde parámetros como la Salud, la Educación, el Ingreso como las más relevantes, que nos pueden dar información suficiente para evaluar el Bienestar Social, dentro del Sistema Ambiental Regional.

Salud

Considerando los dos municipios que envuelven el Sistema Ambiental Regional que son Nacozari de García y Villa Hidalgo como principales, los parámetros más relevantes de Salud son los siguientes: los afiliados y no afiliados a los servicios de salud, el personal médico que existe, y los tipos de consultas que reciben los pobladores dentro del SAR.

De acuerdo con estos datos podemos conocer que a nivel SAR, el municipio de Nacozari de García es el que tiene una mayor cobertura en los servicios de Salud, con una condición de afiliación de casi el 95% (94.6%), siendo el IMSS el Instituto del sector salud con más afiliación, seguida del Seguro Popular mientras que para el municipio Villa Hidalgo se presenta un 90% (89.5%), con una mayor afiliación al seguro popular seguida de IMSS.

Educación

En el año 2016, para los municipios más importantes dentro del Sistema Ambiental Regional, en cuanto a la Educación y considerando los parámetros más relevantes como son los siguientes: alumnos inscritos y personal docente; Alumnos inscritos, egresados y titulados en educación superior del nivel técnico superior universitario o profesional; Planteles, aulas, bibliotecas, laboratorios, talleres y anexos en uso a inicio de cursos.

De acuerdo con datos del Panorama sociodemográfico, 2015, del Estado de Sonora, el Municipio de Nacozari presenta una población con escolaridad básica en un 62.2%,

seguido del nivel medio superior con un 23.8%, ahora bien, en el caso del municipio de Villa Hidalgo la población maneja un nivel de escolaridad básica en un 78.1 %, seguida del nivel medio superior con un 13.9 %. En ambos casos la población con educación superior es menos del 13 %, y sin escolaridad un 3% aproximadamente.

Asimismo, como tasa de alfabetización por grupos de edad para el municipio de Villa Hidalgo, la alfabetización está en un 97.0 % en la población con una edad de 15 a 24 años, y para mayores de esa edad la alfabetización está en un porcentaje de 94.7,%; para el caso del municipio de Nacozari de García, los datos registran una población con una alfabetización del 98.6% con una edad promedio de 15 a 24 años, y para los mayores de 25 años la alfabetización resulta en un porcentaje de 96.6%.

Ingresos

Los municipios relevantes dentro del Sistema Ambiental Regional en cuanto a los ingresos y considerando los parámetros más relevantes como son los siguientes: División ocupacional; Sector de actividad económica; Unidades económicas en el sector privado y paraestatal; características de las unidades económicas en el sector privado y paraestatal.

De acuerdo con el panorama sociodemográfico del 2015, para el estado de Sonora, la Población Económicamente Activa (PEA) con una edad superior a los 12 años, refiere a un porcentaje de 36.7 %, donde la relación entre hombre y mujeres es de 80.5 % para los primeros, mientras que muy por debajo están las mujeres con 19.5 %, para el municipio de Villa Hidalgo; en el caso de Nacozari de García la PEA para una población mayor de 12 años, resulta en un 47.5%, con una relación de 71.4% de hombres y 28.6% de mujeres.

IV.3.1.4. Paisaje.

El paisaje se considera como un recurso básico dentro del conjunto de los elementos que componen el medio físico. Analizar el paisaje considera básicamente la calidad estética del entorno natural. La percepción de la belleza del paisaje es un acto de interpretación a través de mecanismos fisiológicos y psicológicos. De aquí que su valoración se vuelva

compleja, dado que la calidad intrínseca del paisaje es una respuesta de la percepción del observador.

Como se ha mencionado en secciones anteriores de este estudio, el área del proyecto tendrá paso por terrenos privados donde se pretende su desarrollo, donde dichas áreas actualmente se encuentran aprovechadas con actividades ganaderas a baja escala. En cuanto a la calidad del paisaje que se presenta en dichos predios es influenciado por los cercos divisores de potreros lo cuales tienen décadas en el sitio, así mismo es importante destacar que por la ubicación de estos predios, la empresa minera, a lo largo de los años y derivado de sus necesidades han realizado aperturas de caminos por su cuenta para desplazarse de un sector a otro. Así mismo es importante destacar que gran parte de la vegetación mantiene algún grado de perturbación derivado de las actividades ganaderas que se realizan en dicha zona.

Cabe destacar que derivado de la situación que se describe en el párrafo anterior, es la razón por la cual se realizó la selección del sitio, por lo que su desarrollo en dicha zona mantendría un impacto menos significativo. En lo que se refiere a la fragilidad del paisaje, el hecho que se pretenda desarrollar nuevos proyectos y/o ampliar o modificar proyectos ya existentes en el terreno, implica la modificación paisajística del área de manera poco significativa y localizada de manera puntual.

Por lo anterior se manifiesta que derivado del desarrollo del proyecto, si afectará este servicio ambiental, pero es importante destacar que dicho servicio ya se encontraba afectado, así mismo es importante destacar que el área regional no mantiene un valor recreativo por lo que no se verá afectado.

IV.4. Diagnóstico ambiental.

Para realizar el Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional que se delimitó para el proyecto, requirió la necesidad de seguir una secuencia lógica de análisis del conocimiento obtenido a partir del trabajo de los distintos especialistas, de su trabajo en campo y de la información teórica obtenida para el área del proyecto dentro del contexto del Sistema Ambiental Regional, para con ello poder argumentar los procesos de

identificación, caracterización y valoración de los posibles impactos ambientales ocasionados por la actividad del proyecto (actividad minera).

Considerando lo anterior, el Sistema Ambiental Regional se determinó a través de un análisis de los procesos socio ambientales que se desarrollan en dicha área. En particular se consideró como rasgos fundamentales los procesos fisiográficos, hidrológicos y antrópicos.

De acuerdo con lo anterior, el Sistema Ambiental Regional se presenta como una región en la que se desarrollan varias actividades principalmente mineras, pero que sin embargo aún se ubican grandes extensiones de vegetación natural.

Los componentes estructurales que conforman el Sistema Ambiental Regional, tanto en sus procesos macroestructurales, como en sus procesos macroestructurales, están ligados directamente con los elementos abióticos y bióticos.

IV.6.1 Procesos

Dentro del SAR podemos determinar tres principales procesos macroestructurales, el proceso meteorológico y proceso fisiográfico al cual le englobamos la geológica, geomorfología, relieve y la edafología, estos procesos a su vez permitirán vincularse con los procesos macroestructurales como la hidrología, la vegetación y su fauna asociada.

IV.6.1.1 Procesos Macroestructurales

IV.6.1.1.1 Proceso Meteorológico

Dentro del Sistema Ambiental Regional se pudieron determinar tres tipos de climas: el BS1k (x'), el BS1h (x') y el BSoh(x').

De acuerdo con estos climas, en la región se presentan veranos muy calurosos e inviernos muy fríos, debido a que ahí convergen masas de aire de diferentes temperaturas y contenido de humedad. De acuerdo con lo anterior, la temperatura media dentro del

Sistema Ambiental Regional es de aproximadamente 18.81°C; asimismo, se obtuvo que la precipitación media anual es de 413.58 mm.

IV.6.1.1.2 Proceso Fisiográfico

El Sistema Ambiental Regional se encuentra formado principalmente por sierras altas entre las cuales se localizan amplios valles paralelos. En particular, se identificaron sierras altas y valles intermontano, que permiten definir tres sistemas terrestres: montaña, colina y planicie.

Los suelos del SAR presentan una capacidad de filtro, lo cual le confiere a su vez una capacidad de amortiguamiento que va de alta a muy alta y se debe principalmente a la presencia de arcillas del grupo esmectitas, las cuales son típicas en climas semiáridos y se caracterizan por tener un alta capacidad de intercambio de cationes, este déficit de cargas negativas es compensado por cualquier catión intercambiable que exista en la solución acuosa envolvente y principalmente por aquellos cationes divalentes como son los elementos alcalinotérreos (Be, Mg, Ca, Sr, Ba y Ra).

Es importante aclara que los suelos presentes en el SAR y en las áreas del proyecto no poseen una capacidad amortiguadora ilimitada, si bien la capacidad de filtro de contaminantes es elevada, llegara un momento en que la carga de los contaminantes superara el poder de asimilación, inmovilización, inactivación y degradación de estos, en ese momento en el que se ha superado este umbral el suelo pasa a situación de contaminado, lo que supone un problema ya que ahora es fuente de contaminación pudiendo trasferir los contaminantes a otros medios o incorporarlos a las cadenas tróficas.

Proceso hidrológico

El proyecto se localiza en la Región Hidrográfica número 9, Río Yaqui. Dentro de esta región hidrográfica se utilizaron las dos subcuencas que estaban dentro del Sistema Ambiental Regional; la subcuenca hidrográfica RH09Bh y la RH09Bd, que conciernen al río Moctezuma y el río Bavispe Bajo, respectivamente.

La Zona del SAR presenta una temporada de lluvias muy bien definida de verano entre julio y septiembre con láminas de lluvia superiores a 40 mm y una temporada de lluvias invernales de diciembre a febrero con alturas de al menos 25 mm. La temporada seca es de marzo a junio, con alturas de lluvia inferiores a los 20 mm.

Se observa que la zona del SAR es una cuenca la cual no recibe aportación fluvial de ninguna otra cuenca, por lo que se concluye que los escurrimientos producidos en su interior son solo ocasionados por cuenta propia.

Los escurrimientos del SAR se dan en dos direcciones; una parte escurre hacia el Este descargando sus aguas al río Bavispe, la otra parte escurre al Oeste descargando sus aguas al río Nacozari afluente del rio Moctezuma.

Procesos geohidrológicos

Las principales zonas acuíferas se encuentran en las rocas sedimentarias que conforman los rellenos aluviales limitados a lo largo de los cauces de los principales arroyos; bajo estos materiales se tienen rocas sedimentarias compactas. La distancia de las principales zonas acuíferas es mayor de 4 kilómetros del proyecto dentro del SAR y que el resto de posibles zonas acuíferas se encuentran rodeadas por materiales de baja a nula permeabilidad. La zona de la presa de jales se encuentra rodeada por materiales que funcionan como barreras. La zona saturada en los pozos de monitoreo ubicados dentro del SAR es 4 a 20 metros, y representan porciones acuíferas locales de baja permeabilidad.

Vulnerabilidad al acuífero

En el área del proyecto no existen aprovechamientos de agua subterránea para conocer el nivel de las aguas del posible acuífero a profundidad (regional) que se encuentra en zonas aledañas.

IV.6.1.2 Procesos mesoestructurales

IV.6.1.2.1 Proceso ecológico

Vegetación

Dentro del SAR definido para el proyecto; se diferenciaron nueve unidades de uso de suelo y/o vegetación, las cuales son: Zona Urbana, Cuerpo de agua, Desprovisto de Vegetación, Agricultura, Bosque de Encino-Pino, Bosque de Encino, Matorral Desértico Micrófilo, Pastizal Natural, Pastizal Inducido. A continuación, en el siguiente cuadro se presenta la proporción en hectáreas de vegetación forestal que será removida con la implementación de los proyectos.

Cuadro IV. 1. Superficie Que se verá afectada en vegetación forestal

NO.	SUBPROYECTO	SUPERFICIE FORESTAL (ha)
1	CACHULY SUR	260.48
2	CONTINUACIÓN SANTO DOMINGO	692.48
3	EL RANCHITO	106.12
4	AMPLIACIÓN SANTO DOMINGO	34.63
5	REPRESO CACHULY	27.69
6	AMPLIACIÓN CACHULY	3.61
7	CRECIMIENTO DE DEPÓSITO DE JALES	179.88
8	AMPLIACIÓN CONCENTRADORA	5.13
9	NUEVO TREN DE EXTRACCIÓN	0
10	ESPESADORES DE ALTA EFICIENCIA	0
11	CLARIFICADOR	0
12	ALMACÉN DE LODOS ANÓDICOS	0
13	PLANTA TERMOSOLAR	0
14	TALLER PILARES	0
TOTALES		1310.02

Como se muestra en el cuadro anterior con la autorización de Impacto Ambiental se realizará una remoción de 1,310.02 hectáreas vegetación forestal, por lo que; so se apreciará un cambio en este rubro.

Fauna

Los ruidos que serán producidos tanto por plantas operando como por maquinaria trabajando ahuyentan a fauna silvestre del sitio, siendo las especies de lento desplazamiento las de mayor susceptibilidad, sin embargo, al proyecto ya encontrarse en

operación y al tratarse de una ampliación de actividades no será significativa la afectación en este rubro.

IV.6.1.2.2 Proceso socioeconómico

Económico

Desde la década de 1970 se considera que en la región se produce un cambio en la estructura económica sectorial, es decir se invierte el crecimiento del sector primario, y comienza en su lugar el crecimiento de las actividades industriales que sustentaron el crecimiento del sector secundario. Las principales actividades económicas que se desarrollan en el Sistema Ambiental Regional son la minería, el cual representaba el 45.82% del total de la población ocupada. La actividad minera durante los últimos años ha sido la más importante, sus niveles de producción en los minerales metálicos, como el cobre y molibdeno y minerales, lo colocan en el primer lugar nacional. En el caso del cobre, se observó un importante incremento en el volumen de producción, ocupando para 2012 el primer lugar a nivel nacional con 389,302.00 ton13. De acuerdo con datos del Servicio Geológico Mexicano, la mina en explotación de minerales metálicos para el Sistema Ambiental Regional es la mina —La Caridadǁ (El proyecto), con explotación principalmente de cobre, molibdeno, oro y plata.

Social

El Sistema Ambiental Regional, presenta niveles de población menores al 1% en relación con el estado de Sonora, y de 0.01% a nivel Nacional, sin embargo, aunque no es una zona muy poblada, se destaca que la población en promedio es joven a mediana edad, con una edad que oscila de los 26 años a 37 años, promedio, y teniendo una relación muy similar de hombres y mujeres.

Asimismo, al revisar si dentro del Sistema Ambiental Regional hay desarrollo social sostenible, se consideraron los siguientes parámetros:

Salud

Dentro del Sistema Ambiental Regional, es el municipio de Nacozari de García el que provee mayores servicios del sector Salud a su población, por encima del municipio de Villa Hidalgo, resulta relevante considerar que el municipio de Nacozari tiene un 59% por ciento de mayor población, sin embargo, en cuanto a personal médico y servicio de consultas la proporción no es directamente proporcional a este aumento derivado de la población.

Educación

Para el Sistema Ambiental Regional, la educación promedio de la población es de nivel básico, y con un promedio un poco más arriba del 13% existe población con educación superior, asimismo, en el caso de la población analfabeta a nivel SAR, el porcentaje es muy bajo con un poco más del 2%. En el caso de las instalaciones para la educación el municipio tiene en promedio 17 planteles para impartir clases.

Ingresos

Para el Sistema Ambiental Regional, la educación promedio de la población es de nivel básico, y con un promedio un poco más arriba del 13% existe población con educación superior, asimismo, en el caso de la población analfabeta a nivel SAR, el porcentaje es muy bajo con un poco más del 2%. En el caso de las instalaciones para la educación el municipio tiene en promedio 17 planteles para impartir clases.

Índices económicos

Los índices socioeconómicos, nos permiten evaluar cuál es la calidad de vida de la población en relación con los principales beneficios como son el agua potable entubada, el drenaje, la electricidad, a partir de los Índices de Desarrollo Humano y el Índice de pobreza, como principales.

Índice de Desarrollo Humano

El desarrollo se concibe como el proceso de expansión de las libertades de los individuos, entre las cuales, tres son esenciales: disfrutar de una vida prolongada y saludable, adquirir conocimientos y lograr un nivel de vida digno (PNUD 1990). El Índice de Desarrollo Humano (IDH) es una herramienta clave para este enfoque, pues resume los logros en salud, educación e ingreso de las personas y ofrece un panorama multidimensional del desarrollo. El IDH puede calcularse para distintos grupos o regiones y permite comparar, por ejemplo, lo que ocurre en las entidades federativas del país.

De acuerdo con los datos del Anuario estadístico y geográfico de Sonora, del 2016, el Índice de Desarrollo Humano considerando los servicios más importantes es, de .8899 para el municipio de Nacozari de García, mientras que para el municipio de Villa Hidalgo el índice es de .8848, que, en comparación con el Índice estatal, que es de 0.8726 el Sistema Ambiental Regional se encuentra muy similar al estatal, en el caso de Nacozari un poco encima de éste.

Índice de Marginación

Para el ámbito nacional, Sonora se considera como un estado con bajo grado de marginación. Las actividades económicas regionales afectan directamente la calidad de vida de la población, por lo que se observa un gradiente de marginación oeste-este y sur-norte. Los municipios de Naco, Nacozari de García y Cananea, que son municipios fronterizos y con actividad minera se encuentran entre los menos marginados, superando a los municipios en los que se encuentran la capital del estado y otras ciudades medias.

CAPITULO V

IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

CAPITULO V

TABLA DE CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 1

V.1. Identificación de impactos. 1

V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 1

V.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto 2

V.1.3. Criterios y metodologías de evaluación 4

V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada 6

V.2. Identificación, descripción y valorización de cada uno de los impactos y riesgos ambientales que generará en cada una de las etapas la obra o actividad a desarrollar 9

V.2.1. Descripción de los impactos que generará la obra o actividad a desarrollar 24

V.2.2. Resumen de descripción de los impactos ..... **¡Error! Marcador no definido.**

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

V.1. Identificación de impactos.

Tomando en consideración la recopilación, análisis y evaluación de la información disponible para el desarrollo del proyecto, presentada amplia y detalladamente en los Capítulos II (descripción detallada de las obras y actividades de la actividad), III (vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables) y IV (descripción del sistema ambiental regional y señalamientos de tendencia del desarrollo y deterioro de la región), se estima que las técnicas idóneas para la identificación de impactos es mediante la Matriz de Leopold, la evaluación de impactos ambientales adaptada a las condiciones particulares del proyecto "Ampliación La Caridad".

V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para realizar una identificación de impactos ambientales de manera efectiva, se determinó la índole y la magnitud de las perturbaciones que se generan por la actividad.

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 pueden generar y éstos fueron seleccionados con referencia a lo expuesto en el marco ambiental presentado detalladamente en el Capítulo IV. Bajo esta perspectiva se considera a los indicadores como índices cuantitativos o cualitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrían producirse como consecuencia de la operación de la actividad, por otra parte, los indicadores elegidos se apegaron a lo solicitado en la guía para la presentación de la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental a través de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional a la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT.

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 presente MIA-R del proyecto por sus características de operación y su localización geográfica.

En el Cuadro siguiente se muestra la lista indicativa de los Factores seleccionados aplicables para la actividad, así como sus sub-factores que más adelante nos servirán para definir nuestra matriz de Leopold.

Cuadro V.1. Factores y subfactores de impacto

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 tienen un impacto por la operación de la actividad.

En el Cuadro V.2 se presentan los componentes identificados para los factores abióticos, mismos que son impactados durante la etapa de operación. A su vez, en el Cuadro V.3 se presenta para los factores bióticos, en el Cuadro V.4 para el Paisaje y en el Cuadro V.5 para el factor socioeconómico.

Cuadro V.2. Componentes que son impactados por la ejecución de la actividad para los factores abióticos

Atmosfera	Generación de polvos
	Ruido y vibraciones
	Humos y olores
Agua superficial	Escurrimiento
	Calidad

y subterránea	Recarga
	Calidad
Suelo	Relieve
	Uso de suelo
	Calidad
	Capacidad de infiltración

Cuadro V.3. Componentes que son impactados por la ejecución de la actividad para los factores bióticos

Flora	Cubierta vegetal
	Especies protegidas
	Especies de interés especial
Fauna	Fauna silvestre
	Especies protegidas
	Especies de interés especial

Cuadro V.4. Componentes que son impactados por la ejecución de la actividad, para el factor paisaje

Paisaje	Calidad visual

Cuadro V.5. Componentes que son impactados por la ejecución de la actividad, para los factores socioeconómicos

Servicios	Residuos sólidos
	Residuos de manejo especial
	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 II, el presente proyecto consiste en la ejecución de obras y actividades que garantizarán la continuidad operativa del complejo minero metalúrgico, y su eventual cierre, contemplando el depósito de material estéril en tepetateras (Cachuly Sur, Continuación Santo Domingo, El Ranchito y Ampliación Santo Domingo), el beneficio mediante lixiviación (terrero ampliación Cachuly y represo Cachuly), extracción por solventes (nuevo tren de extracción por solventes), demolición y construcción de espesadores de alta eficiencia, nuevo clarificador, el depósito de colas en el crecimiento de presa de jales, la ampliación de la Planta Concentradora, construcción de almacén de lodos anódicos, una planta termosolar, así como un taller de mantenimiento y servicio de maquinaria

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 de la actividad, cubriendo cada una de sus diferentes etapas (preparación del sitio, construcción, operación y abandono).

Mediante una evaluación exhaustiva de la actividad, se elaboró el inventario de las actividades que intervienen, dando como resultado cuatro etapas del proyecto, que involucran un total de 27 actividades. La etapa de preparación del sitio presenta 5 actividades, la etapa de construcción presenta 6 actividades, la etapa de operación y

mantenimiento presentó 11 actividades, mientras que la etapa de abandono presenta 5 actividades, mismas que se señalan en el Cuadro V.6.

Cuadro V.6. Actividades de las diversas etapas identificadas para la identificación de impactos

Preparación del sitio	Operación de maquinaria y equipo
	Delimitación de áreas
	Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre
	Desmonte y despalme
	Demolición de infraestructura
Construcción	Operación de maquinaria y equipo
	Trazo y nivelación
	Cortes, terraplenes, excavaciones
	Compactación del suelo
	Cimentación, desplante, instalaciones generales, acabados de infraestructura y caminos
	Instalaciones generales de la infraestructura
Operación	Operación de maquinaria y equipo
	Apilamiento de tepetate
	Apilamiento de material lixiviable en terrero
	Beneficio de mineral por el proceso de lixiviación
	Captación de la solución acidulada del proceso de lixiviación
	Captación de los jales de flotación
	Beneficio de mineral por el proceso de Concentradora
	Beneficio de mineral por el proceso de extracción por solventes
	Operación de vehículos de transporte de personal
	Monitoreo del funcionamiento de la infraestructura
	Mantenimiento de la infraestructura
Abandono	Operación de maquinaria y equipo
	Retiro y disposición final de residuos
	Limpieza de áreas abandonadas
	Retiro de maquinaria, equipo e infraestructura
	Ejecución del Plan de Cierre. Monitoreo y Vigilancia

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.7. Componentes del sistema ambiental de la actividad

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 sí, 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:

VALORES			
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		

Mencionado lo anterior y ya definida la Metodología y sus componentes, se procede a realizar la matriz de identificación de impactos para realizar su descripción y poder valorar cada uno de los impactos que se generarán, mismos que se detallan en el siguiente apartado **V.2**.

V.2. Identificación, descripción y valorización de cada uno de los impactos y riesgos ambientales que generará en cada una de las etapas la obra o actividad a desarrollar

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.8, V.9, V.10 y V.11 se observa la matriz de identificación de los impactos ambientales ocasionados por las obras y actividades del Proyecto en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y abandono.

Ya que se identifican cada una de las interacciones de los impactos ambientales entre los componentes del Sistema Ambiental y las obras y actividades del proyecto Ampliación La Caridad en la etapa de preparación del sitio, construcción, operación y abandono, se procede a valorizar cada una de estas interacciones, como se presenta en los Cuadros V.12, V.13, V.14 y V.15.

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.8. Matriz de identificación de impactos en la preparación del sitio

MATRIZ DE INTERACCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES			PREPARACIÓN DEL SITIO				
1: Interacción de impacto / OBRAS Y ACTIVIDADES / COMPONENTES AMBIENTALES			Operación de maquinaria y equipo	Delimitación de áreas	Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre	Desmonte y despalme	Demolición de infraestructura
Factores abióticos	Aire	Generación de polvos	1			1	1
		Ruido / Vibraciones	1			1	1
		Humos / Gases	1			1	1
	Agua superficial	Escurrimiento				1	
		Calidad					
	Agua subterránea	Recarga				1	
		Calidad					
	Suelo	Relieve				1	
		Uso de suelo				1	
		Calidad					
		Capacidad de infiltración				1	
	Paisaje	Calidad visual			1		
Factores bióticos	Flora	Cubierta vegetal			1	1	
		Especies protegidas					
		Especies interés especial					
	Fauna	Fauna silvestre			1		

		Especies protegidas					
		Especies interés especial					
Factores socioeconómicos	Servicios	Residuos sólidos	1	1			
		Residuos de manejo especial	1	1			1
		Residuos peligrosos	1				
		Agua de suministro					
		Aguas residuales					
	Población	Calidad de vida					
		Gestión ambiental		1	1		
		Empleo / Mano de obra	1	1	1		
		Comercio					

Número de interacciones en preparación del sitio	**29**

Cuadro V.9. Matriz de identificación de impactos en la construcción

MATRIZ DE INTERACCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES			CONSTRUCCIÓN					
1: Interacción de impacto / OBRAS Y ACTIVIDADES / COMPONENTES AMBIENTALES			Operación de maquinaria y equipo	Trazo y nivelación	Cortes, terraplenes, excavaciones	Compactación del suelo	Cimentación, desplante, instalaciones generales, acabados de infraestructura y caminos	Instalaciones generales de la infraestructura
Factores abióticos	Aire	Generación de polvos	1	1	1	1	1	1
		Ruido / Vibraciones	1	1	1	1	1	1
		Humos / Gases	1	1				
	Agua superficial	Escurrimiento		1	1	1	1	
		Calidad						
	Agua subterránea	Recarga				1		
		Calidad						
	Suelo	Relieve		1	1			
		Uso de suelo					1	1
		Calidad						
		Capacidad de infiltración				1		
	Paisaje	Calidad visual						
Factores bióticos	Flora	Cubierta vegetal						
		Especies protegidas						
		Especies interés especial						
	Fauna	Fauna silvestre					1	1

		Especies protegidas						
		Especies interés especial						
Factores socioeconómicos	Servicios	Residuos sólidos	1				1	1
		Residuos de manejo especial	1				1	1
		Residuos peligrosos	1				1	1
		Agua de suministro		1	1	1	1	1
		Aguas residuales					1	1
	Población	Calidad de vida					1	1
		Gestión ambiental					1	1
		Empleo / Mano de obra	1				1	1
		Comercio					1	1

Número de interacciones en la construcción	**51**

Cuadro V.10. Matriz de identificación de impactos en la operación y mantenimiento

MATRIZ DE INTERACCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO										
1: Interacción de impacto / OBRAS Y ACTIVIDADES / COMPONENTES AMBIENTALES			Operación de maquinaria y equipo	Apilamiento de tepetate	Apilamiento de material lixiviable en terrero	Beneficio de mineral por el proceso de lixiviación	Captación de la solución acidulada del proceso de lixiviación	Captación de los jales de flotación	Beneficio de mineral por el proceso de Concentradora	Beneficio de mineral por el proceso de extracción por solventes	Operación de vehículos de transporte de personal	Monitoreo del funcionamiento de la infraestructura	Mantenimiento de la infraestructura
Factores abióticos	Aire	Generación de polvos	1	1	1				1			1	1
		Ruido / Vibraciones	1						1				1
		Humos / Gases	1				1		1	1	1		
	Agua superficial	Escurrimiento		1	1							1	
		Calidad				1	1	1				1	
	Agua subterránea	Recarga		1	1								
		Calidad		1	1	1	1	1					
	Suelo	Relieve		1	1								
		Uso de suelo		1	1								
		Calidad		1	1	1		1				1	
		Capacidad de infiltración		1	1								
	Paisaje	Calidad visual		1	1		1	1					
Factores bióticos	Flora	Cubierta vegetal											
		Especies protegidas											
		Especies interés especial											
	Fauna	Fauna silvestre		1	1	1	1	1					

		Especies protegidas											
		Especies interés especial											
Factores socioeconómicos	Servicios	Residuos sólidos	1										
		Residuos de manejo especial	1						1	1			1
		Residuos peligrosos	1				1	1	1	1	1		
		Agua de suministro							1	1			
		Aguas residuales							1	1			
	Población	Calidad de vida				1	1	1				1	
		Gestión ambiental		1	1	1	1	1	1	1		1	1
		Empleo / Mano de obra	1			1	1	1	1	1			1
		Comercio				1	1		1	1			1

Número de interacciones en la operación	**88**

Cuadro V.11. Matriz de identificación de impactos en el abandono

MATRIZ DE INTERACCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES			ABANDONO				
1: Interacción de impacto / OBRAS Y ACTIVIDADES / COMPONENTES AMBIENTALES			Operación de maquinaria y equipo	Retiro y disposición final de residuos	Limpieza de áreas abandonadas	Retiro de maquinaria, equipo e infraestructura	Ejecución del Plan de Cierre. Monitoreo y Vigilancia
Factores abióticos	Aire	Generación de polvos	1		1		
		Ruido / Vibraciones	1				
		Humos / Gases	1				
	Agua superficial	Escurrimiento				1	1
		Calidad					
	Agua subterránea	Recarga				1	1
		Calidad					
	Suelo	Relieve					1
		Uso de suelo			1	1	1
		Calidad			1		
		Capacidad de infiltración					1
	Paisaje	Calidad visual				1	1
Factores bióticos	Flora	Cubierta vegetal					1
		Especies protegidas					
		Especies interés especial					
	Fauna	Fauna silvestre					1

		Especies protegidas					
		Especies interés especial					
Factores socioeconómicos	Servicios	Residuos sólidos	1	1	1	1	
		Residuos de manejo especial	1	1	1	1	
		Residuos peligrosos	1	1	1	1	
		Agua de suministro					
		Aguas residuales					
	Población	Calidad de vida		1			1
		Gestión ambiental		1	1	1	1
		Empleo / Mano de obra	1	1	1	1	1
		Comercio		1			

Número de interacciones en el abandono	**42**

Cuadro V.12. Matriz de dirección de impactos en el Proyecto

MATRIZ DE DIRECCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES			PREPARACIÓN DEL SITIO					CONSTRUCCIÓN						OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO											ABANDONO				
Dirección del impacto **A**: Adverso **B**: Benéfico **I**: Indeterminado		**OBRAS Y ACTIVIDADES**	Operación de maquinaria y equipo	Delimitación de áreas	Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre	Desmonte y despalme	Demolición de infraestructura	Operación de maquinaria y equipo	Trazo y nivelación	Cortes, terraplenes, excavaciones	Compactación del suelo	Cimentación, desplante, instalaciones generales, acabados de infraestructura y caminos	Instalaciones generales de la infraestructura	Operación de maquinaria y equipo	Apilamiento de tepetate	Apilamiento de material lixiviable en terrero	Beneficio de mineral por el proceso de lixiviación	Captación de la solución acidulada del proceso de lixiviación	Captación de los jales de flotación	Beneficio de mineral por el proceso de Concentradora	Beneficio de mineral por el proceso de extracción por solventes	Operación de vehículos de transporte de personal	Monitoreo del funcionamiento de la infraestructura	Mantenimiento de la infraestructura	Operación de maquinaria y equipo	Retiro y disposición final de residuos	Limpieza de áreas abandonadas	Retiro de maquinaria, equipo e infraestructura	Ejecución del Plan de Cierre. Monitoreo y Vigilancia
COMPONENTES AMBIENTALES																													
Factores abióticos	Aire	Generación de polvos	A			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A				A			A	A	A		A		
		Ruido / Vibraciones	A			A	A	A	A	A	A	A	A	A						A				A	A				
		Humos / Gases	A			A	A	A	A					A				A		A	A	A			A				
	Agua superficial	Escurrimiento				A			A	A	A	A			A	A							A				B	B	
		Calidad															A	A	A				A						
	Agua subterránea	Recarga				A					A				A	A											B	B	
		Calidad													A	A	A	A	A										
	Suelo	Relieve				A			A	A					A	A												B	
		Uso de suelo				A						A	A		A	A											B	B	B
		Calidad													A	A	A		A				A				B		
		Capacidad de infiltración				A					A				A	A													B
	Paisaje	Calidad visual			A										A	A		A	A									B	B
Factores bióticos	Flora	Cubierta vegetal			A	A																							B
		Especies protegidas																											
		Especies interés especial																											
	Fauna	Fauna silvestre			A							A	A		A	A	A	A	A										B
		Especies protegidas																											
		Especies interés especial																											
Factores socioeconómicos	Servicios	Residuos sólidos	A	A				A				A	A	A												A	A	A	A	
		Residuos de manejo especial	A	A			A	A				A	A	A							A	A			A	A	A	A	A	
		Residuos peligrosos	A					A				A	A	A				A	A	A	A	A				A	A	A	A	
		Agua de suministro							A	A	A	A	A							A	A									
		Aguas residuales										A	A							A	A									
	Población	Calidad de vida										B	B				A	A	A				B			B			B
		Gestión ambiental		B	B							B	B		B	B	B	B	B	B	B		B	B		B	B	B	B
		Empleo / Mano de obra	B	B	B			B				B	B	B			B	B	B	B	B			B	B	B	B	B	B
		Comercio										B	B				B	B		B	B			B		B			

Cuadro V.13. Matriz de duración de impactos en el Proyecto

MATRIZ DE DURACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES			PREPARACIÓN DEL SITIO					CONSTRUCCIÓN						OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO											ABANDONO				
Duración del impacto: **1: Corto plazo** **2: Mediano plazo** **3: Largo plazo** **4: Permanente** **COMPONENTES AMBIENTALES**		**OBRAS Y ACTIVIDADES**	Operación de maquinaria y equipo	Delimitación de áreas	Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre	Desmonte y despalme	Demolición de infraestructura	Operación de maquinaria y equipo	Trazo y nivelación	Cortes, terraplenes, excavaciones	Compactación del suelo	Cimentación, desplante, instalaciones generales, acabados de infraestructura y caminos	Instalaciones generales de la infraestructura	Operación de maquinaria y equipo	Apilamiento de tepetate	Apilamiento de material lixiviable en terrero	Beneficio de mineral por el proceso de lixiviación	Captación de la solución acidulada del proceso de lixiviación	Captación de los jales de flotación	Beneficio de mineral por el proceso de Concentradora	Beneficio de mineral por el proceso de extracción por solventes	Operación de vehículos de transporte de personal	Monitoreo del funcionamiento de la infraestructura	Mantenimiento de la infraestructura	Operación de maquinaria y equipo	Retiro y disposición final de residuos	Limpieza de áreas abandonadas	Retiro de maquinaria, equipo e infraestructura	Ejecución del Plan de Cierre. Monitoreo y Vigilancia
Factores abióticos	Aire	Generación de polvos	1			1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3				3			3	3	1		1		
		Ruido / Vibraciones	1			1	1	2	2	2	2	2	2	3						3				3	1				
		Humos / Gases	1			1	1	2	2					3				3		3	3	3			1				
	Agua superficial	Escurrimiento				1			2	2	2	2			3	3							3					1	3
		Calidad															3	3	3				3						
	Agua subterránea	Recarga				1					2				3	3												1	3
		Calidad													3	3	3	3	3										
	Suelo	Relieve				1			2	2					3	3													3
		Uso de suelo				1						2	2		3	3												1	1	3
		Calidad													3	3	3		3				3					1		
		Capacidad de infiltración				1					2				3	3													3
	Paisaje	Calidad visual			1										3	3		3	3									1	3
Factores bióticos	Flora	Cubierta vegetal			3	3																							3
		Especies protegidas																											
		Especies interés especial																											
	Fauna	Fauna silvestre			1							2	2		3	3	3	3	3										3
		Especies protegidas																											
		Especies interés especial																											
Factores socioeconómicos	Servicios	Residuos sólidos	1	1				2				2	2	3											1	1	1	1	
		Residuos de manejo especial	1	1			1	2				2	2	3						3	3			3	1	1	1	1	
		Residuos peligrosos	1					2				2	2	3				3	3	3	3	3			1	1	1	1	
		Agua de suministro							2	2	2	2	2							3	3								
		Aguas residuales										2	2							3	3								
	Población	Calidad de vida										2	2				3	3	3				3			1			3
		Gestión ambiental		1	1							2	2		3	3	3	3	3	3	3		3	3		1	1	1	3
		Empleo / Mano de obra	1	1	1			2				2	2	3			3	3	3	3	3			3	1	1	1	1	3
		Comercio										2	2				3	3		3	3			3		1			

Cuadro V.14. Matriz de magnitud de los impactos en el Proyecto

MATRIZ DE MAGNITUD DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES			PREPARACIÓN DEL SITIO					CONSTRUCCIÓN						OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO											ABANDONO				
Magnitud del impacto: **1: Baja** **2: Media** **3: Alta** **COMPONENTES AMBIENTALES**		**OBRAS Y ACTIVIDADES**	Operación de maquinaria y equipo	Delimitación de áreas	Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre	Desmonte y despalme	Demolición de infraestructura	Operación de maquinaria y equipo	Trazo y nivelación	Cortes, terraplenes, excavaciones	Compactación del suelo	Cimentación, desplante, instalaciones generales, acabados de infraestructura y caminos	Instalaciones generales de la infraestructura	Operación de maquinaria y equipo	Apilamiento de tepetate	Apilamiento de material lixiviable en terrero	Beneficio de mineral por el proceso de lixiviación	Captación de la solución acidulada del proceso de lixiviación	Captación de los jales de flotación	Beneficio de mineral por el proceso de Concentradora	Beneficio de mineral por el proceso de extracción por solventes	Operación de vehículos de transporte de personal	Monitoreo del funcionamiento de la infraestructura	Mantenimiento de la infraestructura	Operación de maquinaria y equipo	Retiro y disposición final de residuos	Limpieza de áreas abandonadas	Retiro de maquinaria, equipo e infraestructura	Ejecución del Plan de Cierre. Monitoreo y Vigilancia
Factores abióticos	Aire	Generación de polvos	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1			1	1	1		1			
		Ruido / Vibraciones	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1						1				1	1					
		Humos / Gases	1			1	1	1	1					1				1		1	2	1			1					
	Agua superficial	Escurrimiento				2			1	1	1	1			2	2							1					1	2
		Calidad															1	1	2				1						
	Agua subterránea	Recarga				2					1				2	2												1	2
		Calidad													2	2	1	1	2										
	Suelo	Relieve				1			1	1					2	2													2
		Uso de suelo				1						1	1		1	1												1	2
		Calidad													2	2	1		1				1					1	
		Capacidad de infiltración				1					1				2	2													2
	Paisaje	Calidad visual			1										2	2		1	2									1	2
Factores bióticos	Flora	Cubierta vegetal			2	2																							2
		Especies protegidas																											
		Especies interés especial																											
	Fauna	Fauna silvestre			1							1	1		1	1	1	1	1										2
		Especies protegidas																											
		Especies interés especial																											
Factores socioeconómicos	Servicios	Residuos sólidos	1	1				1				1	1	1												1	1	1	1	
		Residuos de manejo especial	1	1			1	1				1	1	1						1	1			1	1	1	1	1	
		Residuos peligrosos	1					1				1	1	1				1	1	1	2	1			1	1	1	1	
		Agua de suministro							1	1	2	1	1							1	1								
		Aguas residuales										1	1							1	1								
	Población	Calidad de vida										1	1				1	1	1				1			1			2
		Gestión ambiental		1	1							1	1		1	1	1	1	1	1	1		2	2		1	1	1	2
		Empleo / Mano de obra	1	1	1			1				1	1	1			1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1
		Comercio										1	1				1	1		1	1			1		1			

Cuadro V.15. Matriz de importancia de los impactos en el Proyecto

MATRIZ DE IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES			PREPARACIÓN DEL SITIO					CONSTRUCCIÓN						OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO											ABANDONO				
Importancia del impacto: 1: Significativo 2: No significativo COMPONENTES AMBIENTALES / OBRAS Y ACTIVIDADES			Operación de maquinaria y equipo	Delimitación de áreas	Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre	Desmonte y despalme	Demolición de infraestructura	Operación de maquinaria y equipo	Trazo y nivelación	Cortes, terraplenes, excavaciones	Compactación del suelo	Cimentación, desplante, instalaciones generales, acabados de infraestructura y caminos	Instalaciones generales de la infraestructura	Operación de maquinaria y equipo	Apilamiento de tepetate	Apilamiento de material lixiviable en terrero	Beneficio de mineral por el proceso de lixiviación	Captación de la solución acidulada del proceso de lixiviación	Captación de los jales de flotación	Beneficio de mineral por el proceso de Concentradora	Beneficio de mineral por el proceso de extracción por solventes	Operación de vehículos de transporte de personal	Monitoreo del funcionamiento de la infraestructura	Mantenimiento de la infraestructura	Operación de maquinaria y equipo	Retiro y disposición final de residuos	Limpieza de áreas abandonadas	Retiro de maquinaria, equipo e infraestructura	Ejecución del Plan de Cierre. Monitoreo y Vigilancia
Factores abióticos	Aire	Generación de polvos	2			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				2			2	2	2		2			
		Ruido / Vibraciones	2			2	2	2	2	2	2	2	2	2						2				2	2					
		Humos / Gases	2			2	2	2	2					2				2		2	2	2			2					
	Agua superficial	Escurrimiento				2			2	2	2	2			1	1							2					2	1
		Calidad															1	1	2				2						
	Agua subterránea	Recarga				2					2				1	1												2	1
		Calidad													1	1	1	1	2										
	Suelo	Relieve				2			2	2					2	2													1
		Uso de suelo				2						2	2		2	2												2	2	1
		Calidad													2	2	1		1				2					2		
		Capacidad de infiltración				2					2				2	2													1	
	Paisaje	Calidad visual			2										2	2		1	2										2	1
Factores bióticos	Flora	Cubierta vegetal			2	1																								1
		Especies protegidas																												
		Especies interés especial																												
	Fauna	Fauna silvestre			2							2	2		2	2	2	2	2											1
		Especies protegidas																												
		Especies interés especial																												
Factores socioeconómicos	Servicios	Residuos sólidos	2	2				2				2	2	2												2	2	2	2	
		Residuos de manejo especial	2	2			2	2				1	1	2						2	2			2	2	2	2	2	2	
		Residuos peligrosos	2					2				2	2	2				2	2	2	2	2			2	2	2	2		
		Agua de suministro							2	2	2	2	2							2	2									
		Aguas residuales										2	2							2	2									
	Población	Calidad de vida										2	2				2	2	2				1			1			1	
		Gestión ambiental		2	2							2	2		2	2	2	2	2	2	2		1	1		2	1	1	1	
		Empleo / Mano de obra	2	2	2			2				2	2	2			2	2	2	2	2			2	2	2	1	1	1	
		Comercio										2	2				2	2		2	2			2		2				

Una vez realizadas las matrices de impactos ambientales, donde de manera resumida primeramente se tuvo la identificación de los impactos, seguido de la identificación de la dirección (adverso, benéfico), después la duración (corto, mediano, largo plazo), la magnitud (baja, media, alta) e importancia del impacto (significativo, no significativo), a continuación se presenta un resumen de las interacciones obtenidas.

TABLA RESUMEN DE INTERACCIONES

Interacción	
Cantidad de impactos	210

Dirección	
Adversos	148
Benéficos	62
Indeterminados	0

Duración	
Corto plazo	58
Mediano plazo	51
Largo plazo	101

Magnitud	
Baja	174
Media	36
Alta	0

Importancia	
Significativo	35
No significativo	175

Como se observa en las tablas anteriores, se tuvo una cantidad de interacción de 210 impactos ambientales, de los cuales 148 fueron en dirección adverso y 62 benéficos. En cuanto a la duración, la mayoría se tratan de largo plazo (101) debido a que esta etapa tiene una vida útil de 60 años, seguido por corto plazo con 58 impactos, y mediano plazo con 51. En relación a la magnitud, se obtuvieron 174 impactos de magnitud baja y 36 media. Por último, con relación a la importancia del impacto, se tuvieron un total de 175 no significativos y 35 significativos por su naturaleza.

Ahora bien, las interacciones por las diferentes etapas del proyecto fueron desglosadas de la siguiente manera:

Interacciones por etapas		Adversos	Benéficos
Preparación del sitio	29	24	5
Construcción	51	42	9
Operación	88	66	22
Abandono	42	16	26

En la tabla anterior se observa que la mayoría de los impactos se presentan en la etapa de operación con un total de 88, siendo 66 adversos.

Por otro lado, por los componentes ambientales (abióticos, bióticos y socioeconómicos) se obtuvieron los siguientes resultados.

Componentes ambientales		Adversos	Benéficos
Abióticos	98	86	12
Bióticos	12	10	2
Socioeconómicos	100	52	48

En la tabla anterior se observa que los impactos adversos fueron sobre los recursos abióticos, y los impactos benéficos fueron sobre los socioeconómicos por la generación de empleo.

V.2.1. Descripción de los impactos 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 entre las acciones que se ejecutará en el proyecto Ampliación La Caridad y los factores ambientales para las etapas correspondientes a la preparación del sitio, operación y abandono del proyecto.

FACTORES ABIOTICOS

Atmósfera

Etapa de preparación del sitio:

Emisión de partículas suspendidas por las actividades de operaciones de maquinaria pesada en las diferentes obras del proyecto.

El impacto es en área abierta con facilidad de dispersión de las partículas suspendidas, por lo que se considera un impacto adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativa.

Emisión de humos y gases por la operación de maquinaria y vehículos utilizados en las diferentes obras del proyecto.

El impacto es en área abierta con facilidad de dispersión de los humos y gases provenientes de vehículos y maquinaria, por lo que se considera un impacto adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativa.

Emisión de ruido y vibraciones ocasionado por la maquinaria y vehículos utilizados durante las diferentes obras del proyecto, estimado en ruido no mayor a los 60 decibeles (dB).

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.

Etapa de construcción:

Emisión de partículas suspendidas por las actividades de operaciones de maquinaria pesada en las diferentes obras del proyecto.

El impacto es en área abierta con facilidad de dispersión de las partículas suspendidas, por lo que se considera un impacto adverso, de mediano plazo, de magnitud baja y no significativa.

Emisión de humos y gases por la operación de maquinaria y vehículos utilizados y por la naturaleza de las obras y actividades.

El impacto es en área abierta con facilidad de dispersión de los humos y gases provenientes de vehículos y maquinaria, por lo que se considera un impacto adverso, de mediano plazo, de magnitud baja y no significativa.

Emisión de ruido y vibraciones ocasionado por la maquinaria y vehículos utilizados durante las obras y actividades en la construcción, estimado en ruido no mayor a los 60 decibeles (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.

Etapa de operación:

Emisión de partículas suspendidas por las actividades de operaciones de maquinaria pesada en las diferentes obras del proyecto.

El impacto es en área abierta con facilidad de dispersión de las partículas suspendidas, por lo que se considera un impacto adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativa.

Emisión de humos y gases por la operación de maquinaria y vehículos utilizados y por la naturaleza de las obras y actividades.

El impacto es en área abierta con facilidad de dispersión de los humos y gases provenientes de vehículos y maquinaria, por lo que se considera un impacto adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativa.

Emisión de ruido y vibraciones ocasionado por la maquinaria y vehículos utilizados durante las obras y actividades operativas de las obras mineras, estimado en ruido no mayor a los 60 decibeles (dB).

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.

Etapa de abandono:

Emisión de partículas de polvos durante el retiro de capa de terracería, desmantelamiento y limpieza del sitio, descompactación del suelo y reincorporación del material rescatado.

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 baja magnitud y no significativo.

Emisión de gases de combustión por la operación de maquinaria y vehículos durante el retiro de capa de terracería, desmantelamiento y limpieza del sitio, descompactación del suelo y reincorporación del material rescatado.

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 operación de maquinaria y vehículos durante el retiro de capa de terracería, desmantelamiento y limpieza del sitio, descompactación del suelo y reincorporación del material rescatado, estimado en ruido no mayor a los 60 decibeles (dB).

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.

Agua Superficial

Etapa de preparación del sitio:

Se presenta la afectación al escurrimiento del agua superficial durante las precipitaciones por las actividades de desmonte y despalme del terreno.

El impacto se considera un impacto adverso, de corto plazo, de magnitud media y no significativo.

Etapa de construcción

Se presenta la afectación al escurrimiento del agua superficial al momento de presentarse escorrentías pluviales por las diferentes obras y actividades, como son el trazo, nivelación, cortes, terraplenes, compactación de suelo.

El impacto se considera un impacto adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de operación

Una vez instaladas las obras mineras, se tendrá la afectación al escurrimiento del agua superficial al momento de presentarse escorrentías pluviales en los terreros de lixiviación y tepetateras del proyecto.

El impacto se considera un impacto adverso, de largo plazo, de magnitud media y significativo.

Una vez instaladas las obras mineras, se tendrá la afectación a la calidad del agua superficial al momento de presentarse escorrentías pluviales en los terreros de lixiviación y tepetateras del proyecto.

El impacto se considera un impacto adverso, de largo plazo, de magnitud media y significativo.

Agua subterránea

Etapa de preparación del sitio:

Se presenta la afectación a la recarga del agua subterránea por las actividades de desmonte y despalme del terreno.

El impacto se considera un impacto adverso, de corto plazo, de magnitud media y no significativo.

Etapa de construcción

Se presenta la afectación a la recarga del agua subterránea por las actividades de compactación del suelo.

El impacto se considera un impacto adverso, de mediano plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de operación

Se presenta la afectación a la recarga del agua subterránea por las actividades de compactación del suelo.

El impacto se considera un impacto adverso, de largo plazo, de magnitud media y no significativo.

Se presenta la afectación a la calidad del agua subterránea por la operación de las obras mineras del proyecto.

El impacto se considera un impacto adverso, de largo plazo, de magnitud media y no significativo.

Suelos

Etapa de preparación del sitio:

Se presenta la afectación al relieve, uso de suelo y capacidad de infiltración del suelo por la etapa de desmonte y despalme del terreno para las obras del proyecto que lo requieran.

El impacto se considera un impacto adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de construcción

Se presenta la afectación sobre el relieve por los cortes, terraplenes, excavaciones, trazo y nivelación, así como sobre el uso de suelo por la construcción de infraestructura, afectando también a la capacidad de infiltración.

El impacto se considera un impacto adverso, de mediano plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de operación:

Se presenta la afectación sobre el relieve, el uso de suelo, la calidad y la capacidad de la infiltración por el apilamiento de tepetate, actividades de beneficio de mineral por los procesos de lixiviación y por la captación de los jales de flotación.

El impacto se considera un impacto adverso, de largo plazo, de magnitud media y no significativo.

Se presenta la afectación a la calidad del agua subterránea por la operación de las obras mineras del proyecto.

El impacto se considera un impacto adverso, de largo plazo, de magnitud media y no significativo.

RECURSOS BIOTICOS

Flora

Etapa de preparación del sitio

En esta etapa se presentarán los trabajos para la protección y conservación de flora silvestre previo al desmonte y despalme, aplicando el programa de rescate y reubicación de flora.

El impacto respecto a la flora silvestre se considera advero, de largo plazo, de magnitud media y no significativo.

Etapa de abandono

Las actividades de restauración y reforestación del sitio tendrán como resultado el regreso de la cobertura vegetal al sitio.

El impacto se considera como un impacto benéfico, de largo plazo, de magnitud media y significativo.

Fauna

Etapa de preparación del sitio

En esta etapa se presentarán los trabajos para la protección y conservación de fauna silvestre previo al desmonte y despalme, aplicando el programa de rescate y reubicación de fauna.

El impacto respecto a la fauna silvestre se considera adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de construcción

Durante las obras y actividades del proyecto se tendrá el movimiento y uso de maquinaria, lo cual afectará a la fauna silvestre, por lo que se aplicará el programa de rescate y reubicación de fauna.

El impacto respecto a la fauna silvestre se considera adverso, de mediano plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de operación

Al entrar en operación las obras mineras del proyecto se tendrá la posible afectación a la fauna silvestre, por lo que se aplicará el programa de rescate, reubicación y el ahuyentamiento de fauna.

El impacto respecto a la fauna silvestre se considera adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de abandono

Las actividades de restauración y reforestación del sitio tendrán como resultado la reincorporación de la fauna silvestre por el regreso del hábitat.

El impacto se considera como un impacto benéfico, de largo plazo, de magnitud media y significativo.

FACTORES SOCIOECONÓMICOS

ASPECTOS SOCIALES

Uso de servicios

Etapa de preparación del sitio

Generación de residuos sólidos urbanos

Se generarán residuos del tipo sólidos urbanos, ya que el personal de la empresa Promovente y sus contratistas generan como residuos materiales de empaque, latas de aluminio y residuos orgánicos de comida, principalmente. Estos residuos son almacenados en recipiente cerrado y posteriormente llevados a disposición final en sitios autorizados, en este caso en el relleno sanitario de Agua Prieta.

Por el requerimiento de servicios de manejo de residuos sólidos urbanos el impacto se considera adverso, de corto plazo, no significativo y de magnitud baja.

Generación de residuos de manejo especial

Se prevé la generación de Residuos de Manejo Especial, debido al traslado de material como, plásticos, piezas de metal, llantas, en las etapas de compactación de suelo por el uso de maquinaria

Por el requerimiento de servicios de manejo de residuos de manejo especial el impacto se considera adverso, de corto plazo, no significativo y de magnitud baja.

Generación de residuos peligrosos

Por la operación de la maquinaria se tendrá la generación de residuos peligrosos, como sólidos impregnados, aceite residual, filtros, etc.

Por el requerimiento de servicios de manejo de residuos peligrosos el impacto se considera adverso, de corto plazo, no significativo y de baja magnitud.

Etapa de construcción

Generación de residuos sólidos urbanos

Se generarán residuos del tipo sólidos urbanos, ya que el personal de la empresa Promovente y sus contratistas generan como residuos materiales de empaque, latas de aluminio y residuos orgánicos de comida, principalmente. Estos residuos serán almacenados en recipiente cerrado y posteriormente llevados a disposición final en sitios autorizados, en este caso en el relleno sanitario de Agua Prieta.

Por el requerimiento de servicios de manejo de residuos sólidos urbanos el impacto se considera adverso, de mediano plazo, no significativo y de magnitud baja.

Generación de residuos de manejo especial

Se prevé la generación de Residuos de Manejo Especial, debido al traslado de material como, plásticos, piezas de metal, llantas, en las etapas de construcción de las obras por el uso de maquinaria.

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.

Generación de residuos peligrosos

Por la operación de la maquinaria se tendrá la generación de residuos peligrosos, como sólidos impregnados, aceite residual, filtros, etc.

Por el requerimiento de servicios de manejo de residuos peligrosos el impacto se considera adverso, de mediano plazo, no significativo y de baja magnitud.

Generación de aguas residuales

En esta etapa las aguas residuales son generadas por los servicios sanitarios del personal directo y contratistas que desarrollaran actividades en las obras de Ampliación La

Caridad, mediante sanitarios portátiles, mismas que son 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 mediano plazo, no significativo y de baja magnitud.

Etapa de operación

Generación de residuos sólidos urbanos

Se generarán residuos del tipo sólidos urbanos, ya que el personal de la empresa Promovente y sus contratistas generan como residuos materiales de empaque, latas de aluminio y residuos orgánicos de comida, principalmente. Estos residuos serán almacenados en recipiente cerrado y posteriormente llevados a disposición final en sitios autorizados, en este caso en el relleno sanitario de Agua Prieta.

Por el requerimiento de servicios de manejo de residuos sólidos urbanos el impacto se considera adverso, de largo plazo, no significativo y de magnitud baja.

Generación de residuos de manejo especial

Se prevé la generación de Residuos de Manejo Especial, debido al traslado de material como, plásticos, piezas de metal, llantas, en las obras de mantenimiento de las obras mineras.

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

Por la operación de la maquinaria se tendrá la generación de residuos peligrosos, como sólidos impregnados, aceite residual, filtros, etc.

Por el requerimiento de servicios de manejo de residuos peligrosos el impacto se considera adverso, de largo plazo, no significativo y de baja magnitud.

Generación de aguas residuales

En esta etapa las aguas residuales son generadas por los servicios sanitarios del personal directo y contratistas que desarrollaran actividades operativas de los proyectos de Ampliación La Caridad, mediante sanitarios portátiles, mismas que son 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.

Etapa de abandono

Generación de residuos sólidos urbanos

Para la fase de abandono 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 a disposición final en sitios autorizados.

Por el requerimiento de servicios de manejo de residuos sólidos urbanos el impacto se considera adverso, de corto plazo, no significativo y de baja magnitud.

Generación de residuos de manejo especial

En las actividades de desmantelamiento y limpieza del sitio se generarán remanentes de tubería PVC, acero proveniente de varillas y estructuras, madera proveniente y escombro, así como equipo fuera de uso. Estos residuos serán llevados a

disposición final en sitios autorizados o se reutilizará por los contratistas en otras obras de otros proyectos, siendo una práctica común.

Por el requerimiento de servicios de manejo de residuos de manejo especial el impacto se considera adverso, de corto plazo, no significativo y de magnitud media.

Generación de residuos peligrosos

En las actividades de limpieza del sitio se podría realizar el manejo de residuos peligrosos por la limpieza de suelos contaminados, así como por el servicio a la maquinaria operativa.

Por el requerimiento de servicios de manejo de residuos peligrosos el impacto se considera adverso, de corto plazo, no significativo y de magnitud baja.

Generación de aguas residuales

Las aguas residuales para generar durante la etapa de abandono 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.

Paisaje

Etapa de preparación del sitio

Se tendrá afectación sobre la calidad del paisaje una vez realizadas las actividades del desmonte y despalme del terreno.

El impacto ambiental se considera adverso, de corto plazo, de baja magnitud y no significativo.

Etapa de construcción

Se tendrá afectación sobre la calidad del paisaje por la construcción de las obras mineras durante la construcción, donde se verá movimiento de maquinaria y equipo.

El impacto ambiental se considera adverso, de mediano plazo, de baja magnitud y no significativo.

Etapa de operación

Se tendrá afectación sobre la calidad del paisaje una vez construidas las obras mineras, en este caso las tepetateras, terreros y represos de lixiviación y el crecimiento del depósito de jales.

El impacto ambiental se considera adverso, de mediano plazo, de magnitud media y no significativo.

Etapa de abandono

Con la actividad de restauración y reforestación se tendrá nuevamente un paisaje con vegetación, acorde a las zonas aledañas.

El impacto ambiental se considera benéfico, de largo plazo, de magnitud media y significativo.

Calidad de vida

Etapa de operación

El proyecto Ampliación La Caridad, en sus diferentes etapas tendrá la generación de polvos finos, humos, gases de combustión y ruido a la atmósfera por el transito de

unidades de los distintos tipos; se tendrá menor calidad de vida en la población cercana, así como con los mismos trabajadores.

El impacto se considera adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de abandono

Con la actividad de restauración y reforestación se tendrá nuevamente un sitio con características cercanas medio natural, en beneficio de la calidad de vida de la zona.

El impacto ambiental se considera benéfico, de largo plazo, de magnitud media y no significativo.

Gestión ambiental

Etapa de preparación del sitio

Un impacto benéfico importante que se tiene en todas las etapas de preparación de sitio en el aspecto de gestión ambiental es el de concientización de los trabajadores directos de la empresa y contratistas 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

El personal que participa en la construcción de las diversas obras tiene capacitación continua para la concientización en el aprovechamiento racional de los recursos naturales, la segregación y valorización de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, 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 mediano plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de operación

El personal que labore en la etapa de operación de las obras mineras tendrá una capacitación continua para la concientización en el aprovechamiento racional de los recursos naturales, la segregación y valorización de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, 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 media y no significativo.

Etapa de abandono

Con la actividad de abandono se tendrá 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.

ASPECTOS ECONOMICOS

Empleo/mano de obra

Etapa de preparación del sitio

Generación de empleos temporales en algunas de las actividades de la preparación del sitio, ya sea con puesto directo o como contratista.

El impacto se considera benéfico, de corto plazo, de baja magnitud y no significativo.

Etapa de construcción

Generación de nuevos empleos en las actividades de construcción, ya sea con puesto directo o como contratista.

El impacto se considera benéfico, de mediano plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de operación

Generación de nuevos empleos en las actividades de la operación y mantenimiento, ya sea con puesto directo o como contratista.

El impacto se considera benéfico, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de abandono

Generación de empleos temporales en algunas de las actividades de abandono y mantenimiento de sus empleos para el personal que ya labora actualmente en la empresa, ya sea con puesto directo o como contratista.

El impacto se considera benéfico, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

Generación de empleos temporales en las actividades de reforestación en el sitio que se tenía la Planta.

El impacto se considera benéfico, de mediano plazo, de magnitud media y no significativo.

CAPITULO VI

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS Y RIESGOS AMBIENTALES

CAPITULO VI

TABLA DE CONTENIDO

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 1

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental 1

VI.2 Programa de vigilancia ambiental 9

VI.2.1 Subprograma de supervisión ambiental 9

VI.2.2 Subprograma de educación ambiental 14

VI.2.3 Subprograma de rescate y reubicación de flora silvestre 17

VI.2.4 Subprograma de rescate y reubicación de fauna silvestre 22

VI.2.5 Subprograma de conservación y restauración de suelos 31

VI.2.6 Subprograma de monitoreo de la calidad del agua 44

VI.2.7 Subprograma de reforestación 48

VI.2.8 Subprograma de manejo integral de residuos 61

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

Las medidas para los impactos ambientales del proyecto "Ampliación La Caridad" se presentan en una serie de matrices en las que se señalan:

- Impacto generado
- La medida que aplica por cada acción que genera el impacto.
- Tipo de medida propuesta (Mitigación, Prevención, Restauración, Compensación)
- Etapa en la que aplica dicha medida (Preparación del Sitio, Construcción, Operación, Mantenimiento, Cierre y Abandono).

A continuación se presenta en el Cuadro VI.1 las medidas identificadas para los impactos ambientales.

Cuadro VI.1. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos y riesgos ambientales

Impacto	Medida aplicada	Tipo de medida	Etapa en la que se aplica
Modificación de la calidad del aire	• Manejo Integral de Residuos, • Mantenimiento de Maquinaria y Equipo. • Monitoreo de Calidad del Aire. • Dentro de las acciones se prevé contar con un programa de supervisión de maquinaria, equipos, instrumentos, y dispositivos. Así como contar con un programa de mantenimiento y sustitución de maquinaria, equipos, instrumentos, dispositivos, etc.	Prevención Mitigación	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento Abandono

Impacto	Medida aplicada	Tipo de medida	Etapa en la que se aplica
	• Control de emisiones de partículas durante las actividades de preparación de sitio de proyectos nuevos, así como en las etapas de cierre y/o abandono, mediante la aplicación de riego. • Programa de Supervisión Ambiental.		
Ruido	• Mantenimiento de Maquinaria y Equipo. • Las actividades de construcción y/o demolición de infraestructura se realizarán únicamente en horario diurno para evitar alterar el confort sonoro. • Monitoreo del funcionamiento del equipo industrial e infraestructura. • Programa de Supervisión Ambiental.	Prevención Mitigación	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento Abandono
Cambio de uso de suelo en terrenos forestales	• Previo al inicio de las obras, se llevará a cabo la aplicación de un Programa de Manejo y reubicación de flora silvestre. • Se ejecutará el Programa de Reforestación, Restauración y Compensación, como medida de compensación ambiental, en donde se proponen acciones de reforestación en las zonas deterioradas dentro del SAR, lo que contribuirá a mitigar el avance de cambio de uso de suelo en la región. • En la etapa de cierre y abandono del sitio a través del Plan de Restauración Ecológica, se realizarán acciones de reforestación con el fin de restablecer el uso original del suelo a través del	Compensación Mitigación	Construcción Operación y mantenimiento Abandono

Impacto	Medida aplicada	Tipo de medida	Etapa en la que se aplica
	restablecimiento de cobertura vegetal. • Programa de Supervisión Ambiental.		
Alteración del suelo.	• Ejecución del Programa de Manejo de Residuos. • Instalación de sanitarios portátiles. • Monitoreo del funcionamiento del equipo y maquinaria para evitar contaminación del suelo. • Limpieza de áreas abandonadas. • Programa de mantenimiento de maquinaria y equipo. • Ejecución del Programa de Educación y Reglamento Ambiental. • Ejecución del Programa de Supervisión Ambiental. • Ejecución del Programa de Restauración y Conservación de suelos. • Ejecución del Plan de Cierre (restauración ecológica). • Programa de Supervisión Ambiental.	Prevención Restauración	Construcción Operación y mantenimiento Abandono
Erosión del suelo	• Previo al inicio de las obras, se llevará a cabo la aplicación de un Programa de Manejo y reubicación de flora silvestre, acciones que coadyuvarán a controlar el proceso erosivo. • Se ejecutará el Programa de Reforestación, Restauración y Compensación, en donde se proponen acciones de reforestación en las zonas deterioradas dentro del SAR, lo que contribuirá a mitigar el avance del proceso erosivo. • En la etapa de cierre y abandono del sitio a través del Plan de	Compensación Mitigación	Construcción Operación y mantenimiento Abandono

Impacto	Medida aplicada	Tipo de medida	Etapa en la que se aplica
	Restauración Ecológica, se realizarán acciones de reforestación con el fin de restablecer la cobertura vegetal y con ello disminuir el proceso erosivo. • Programa de Supervisión Ambiental.		
Disminución de la superficie de infiltración y escurrimientos	• A través del Programa de Conservación y Restauración de Suelos se realizarán una serie de acciones que permitirán que aumente la superficie de infiltración, entre las que destacan la descompactación del terreno, la limpieza del terreno y apertura de áreas. • La Ejecución del Plan de Cierre. Monitoreo y vigilancia prevé el retiro de maquinaria, equipo e infraestructura, la conservación de áreas verdes y la reforestación, lo que en su conjunto permitirán incrementar la capacidad de infiltración durante la vida útil del complejo. • Programa de Supervisión Ambiental.	Mitigación	Construcción Operación y mantenimiento Abandono
Modificación de la topografía	• Programa de Supervisión Ambiental. • La Ejecución del Plan de Cierre. Las actividades de renivelación del terreno, sobre todo en el área de bancos de material y tajo, pueden propiciar la estabilidad del terreno, sin embargo, no se recuperan las condicionesboriginales de la topografía.	Mitigación	Cierre Abandono

Impacto	Medida aplicada	Tipo de medida	Etapa en la que se aplica
Incremento del potencial de riesgo geológico por deslizamiento	• La nivelación y compactación del terreno estabilizará el terreno para minimizar cargas inusuales sobre los cimientos o estructuras en todas las obras, así como para tener pendientes favorables; asimismo, para la remoción de material rocoso tanto estéril como mineral, se usarán detonadores con retardos con lo cual cada evento estará retardado por milisegundos, reduciendo las vibraciones en el área y la detonación no será acumulativa; con lo que incluso se podrán prevenir fenómenos de deslizamientos. • Programa de Supervisión Ambiental.	Prevención Mitigación	Construcción Operación
Alteración de la calidad del agua superficial	• Implementación del Programa de Manejo de Residuos. • Afinación, Mantenimiento y Verificación de maquinaria y vehículos. • Ejecución del Plan de Cierre (Restauración ecológica). • Programa de Supervisión Ambiental.	Prevención	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento Abandono
Interrupción o modificación de los patrones de corriente superficial	• El monitoreo y la vigilancia de manera periódica y formalizada a través de los subprogramas de Supervisión Ambiental y del monitoreo del agua superficial. • Construcción de obras de drenaje que garanticen el mantenimiento del patrón hidrológico superficial. • Programa integral de manejo de residuos sólidos. • La Ejecución del Plan de Cierre.	Prevención Mitigación	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento Abandono

Impacto	Medida aplicada	Tipo de medida	Etapa en la que se aplica
	Ejecución de acciones de renivelación al abandono del proyecto. • Programa de Supervisión Ambiental.		
Generación de drenajes ácidos y movilidad de metales del mineral lixiviado	El monitoreo y mantenimiento constante de la infraestructura minera durante la operación y mantenimiento; así como el monitoreo y la vigilancia de manera periódica y formalizada a través de los subprogramas ambientales: • Supervisión ambiental. • Conservación y Restauración de Suelos. • Monitoreo de la calidad del agua. • Manejo Integral de Residuos. • Mantenimiento de Maquinaria y Equipo. • Plan de Cierre (Restauración Ecológica).	Prevención Mitigación	Operación y mantenimiento Abandono
Alteración de la calidad del agua subterránea	Monitoreo de la calidad del agua. Mantenimiento de Maquinaria y Equipo y reparación del equipo e infraestructura. Manejo integral de residuos,	Prevención	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento Abandono
Disminución de la recarga de agua subterránea	• A través del Programa de Conservación y Restauración de Suelos se realizarán una serie de acciones que permitirán que aumente la recarga de agua subterránea, entre las que destacan la descompactación del terreno, la	Mitigación	Construcción Operación y mantenimiento Abandono

Impacto	Medida aplicada	Tipo de medida	Etapa en la que se aplica
	limpieza del terreno y apertura de áreas. • La Ejecución del Plan de Cierre. Monitoreo y vigilancia prevé el retiro de maquinaria, equipo e infraestructura, la conservación de áreas verdes y la reforestación, lo que en su conjunto permitirán incrementar la recarga de agua subterránea durante la vida útil del complejo. • Supervisión Ambiental.		
Disminución de la calidad del paisaje	La renivelación del terreno el retiro y disposición final de residuos, la limpieza de áreas abandonadas el retiro de maquinaria, equipo e infraestructura y las acciones de reforestación propiciarán una mejor calidad del paisaje, todo ello a través de la ejecución de los programas: • Supervisión Ambiental. • Educación y Reglamento Ambiental. • Reforestación, restauración y compensación. • Manejo Integral de Residuos. • Mantenimiento de Maquinaria y Equipo. • Ejecución del Plan de Cierre. • Monitoreo y vigilancia.	Prevención Mitigación	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento Abandono
Disminución de la cobertura vegetal	• Aplicación del Programa de Reforestación con especies nativas respetando la composición y estructura de la vegetación presente en el SAR. Las especies que serán utilizadas en las actividades de reforestación son	Prevención Mitigación Compensación	Construcción Operación y mantenimiento Abandono

Impacto	Medida aplicada	Tipo de medida	Etapa en la que se aplica
	aquellas que presentan la mayor importancia ecológica. • Asimismo, la supervisión ambiental y la implementación del reglamento ambiental, fomentarán que no se realicen afectaciones innecesarias. • Ejecución del Plan de Cierre. • Monitoreo y vigilancia.		
Afectación a la abundancia	• Implementación del Programa de Educación y Reglamento Ambiental. • Implementación del Programa integral de Manejo de Residuos. • Establecimiento de límites de velocidad. • Circulación únicamente por caminos de acceso. • Se implementará un Programa de manejo y protección de fauna silvestre a través del cual se impulsará el rescate y la reubicación de la fauna silvestre. • Supervisión Ambiental.	Prevención Mitigación	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento Abandono
Disminución de la superficie de distribución y de hábitat disponible para la fauna	• Aplicación de un Programa de Reforestación con especies nativas. • Se implementará un Programa de manejo y protección de fauna silvestre a través del cual se impulsará el rescate y la reubicación de la fauna silvestre. • Supervisión Ambiental.	Prevención Mitigación Compensación	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento Abandono
Afectación al desplazamiento de fauna	• Aplicación de un Programa de Reforestación con especies nativas. • Se implementará un Programa de manejo y protección de fauna silvestre a través del cual se	Prevención Mitigación Compensación	Preparación del sitio Construcción

Impacto	Medida aplicada	Tipo de medida	Etapa en la que se aplica
	impulsará el rescate y la reubicación de la fauna silvestre. • Supervisión Ambiental.		Operación y mantenimiento Abandono

VI.2 Programa de vigilancia ambiental

Las obras nuevas serán atendidas a través de un Programa de Manejo Ambiental, el cual se entiende como el conjunto de acciones que pretenden planificar las diferentes medidas de mitigación, prevención y compensación que fueron propuestas en la presente MIA-R y que se integran en diferentes Sub-programas de acuerdo al componente ambiental al que van dirigidas. Los objetivos del PVA son los siguientes:

Tomando en cuenta la descripción y resultados del Capítulo V, a continuación se señalan las diferentes medidas, que obligadamente se adoptarán en todas las etapas aplicables.

-
-

VI.2.1 Subprograma de supervisión ambiental

El Programa de Supervisión Ambiental y la ejecución de los diversos Subprogramas que integran el Programa de Vigilancia Ambiental, así como al apego estricto al Programa de Monitoreo Ambiental, se espera evolucionar hacia el tiempo cero en el que se encuentra actualmente el SAR delimitado para el presente proyecto.

La Supervisión Ambiental es el mecanismo mediante el cual la promovente asume la responsabilidad de vigilar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente, las medidas propuestas en la MIA-R y las establecidas en la resolución emitida por la autoridad correspondiente.

En el presente programa se establecerán las acciones a seguir para verificar el avance de las actividades del proyecto y el cumplimiento de las medidas y condiciones establecidas para el proyecto, así como para evaluar las medidas que se lleven a cabo durante las diferentes etapas del proyecto, identificar impactos ambientales no previstos y proponer las medidas correctivas adicionales que sean necesarias para mitigar o compensar los mismos.

Objetivo General

Verificar y supervisar el cumplimiento de las disposiciones en materia ambiental, de aquellas obras y actividades que puedan producir el deterioro al ambiente.

Objetivos Particulares

- Verificar la correcta ejecución de las medidas ambientales propuestas en la MIA-R y en la autorización para las distintas etapas del proyecto.
- Comprobar el correcto cumplimiento de los aspectos ambientales contenidos en las especificaciones del proyecto y en la autorización.
- Controlar la evolución de los impactos previstos y la eficacia de las medidas propuestas, a través del control de los valores alcanzados por los indicadores ambientales propuestos.
- Controlar la evolución de los impactos o la aparición de otros no previstos y proponer las medidas de control pertinentes.
- Garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente relacionada con el proyecto.
- Garantizar la conservación de la calidad ambiental del área de influencia del proyecto.

Estrategias

Considerando la importancia de los programas y acciones que se proponen para mitigar, prevenir y compensar los impactos ambientales que generará el proyecto dentro del SAR, éstos serán llevados a cabo bajo la modalidad de un Supervisor Ambiental, el cual deberá de medir el desempeño ambiental del proyecto a través de los indicadores de

efectividad de las medidas propuestas, reportar las desviaciones detectadas y realizar ajustes, así como cubrir los siguientes aspectos:

Funciones

- Supervisar en campo las acciones que se lleven a cabo para el desarrollo del proyecto de acuerdo a lo manifestado en la MIA-R.
- Promover la elaboración y aplicación de procedimientos, prácticas y acciones que estén orientados a reforzar la cultura de prevención, manejo seguro y limpio desde el diseño, construcción, operación, mantenimiento cierre de las obras del proyecto.
- Promover e implantar programas de sensibilización y entendimiento de las acciones en el cuidado y manejo de los recursos bióticos y abióticos.
- Asegurarse que Mexicana de Cobre, S.A. de C.V. cumpla con las especificaciones de las normas oficiales mexicanas, en específico con las referentes al manejo de jales, sistemas de lixiviación de cobre y el manejo de los residuos mineros (NOM-141-SEMARNAT-2003 y NOM-157-SEMARNAT-2009 y NOM-159-SEMARNAT-2011).

La figura de supervisor ambiental puede concernir tanto a universidades regionales como a institutos de investigación y empresas de consultoría ambiental que tengan la capacidad para ejercer dichas funciones y cumplir con los resultados que permitan a la autoridad ambiental valorar la información que sea ingresada, derivada del cumplimiento de las medidas ambientales propuestas.

El supervisor ambiental que se defina para tal efecto deberá contar con las siguientes capacidades:

1. Amplio conocimiento de campo, tomando especial atención en los aspectos técnicos del proyecto y su interacción con los diferentes componentes ambientales (aire, suelo, hidrología, biodiversidad, entre otros).
2. Estandarización de las metodologías y/o técnicas para evaluar proyectos regionales, con especial atención en la evaluación de los impactos acumulativos, sinérgicos y residuales, de tal forma que se puedan recrear

escenarios o tendencias de cambio del sistema ambiental en función de la proyección del proyecto.

3. Los criterios anteriores son definitivos para asumir la función de la supervisión o bien fungir como asesor para:
    a. La elaboración y ejecución de los programas de reforestación, monitoreo ambiental, rescate de flora y fauna, protección y conservación de suelos, etc.
    b. El desarrollo de manuales de supervisión de campo y gabinete.
    c. El diseño de bases de datos factibles, para poder dar seguimiento al cumplimiento de los programas ambientales y el desempeño ambiental del proyecto bajo un enfoque ecosistémico.
    d. Proponer otras medidas que subsanen o mejoren aquellas que por los resultados se concluya que no son las adecuadas.
    e. Proporcionar asistencia técnica y poder corregir o hacer los ajustes pertinentes.
    f. La elaboración de informes de supervisión para integrar los de cumplimiento que deberán rendirse ante la autoridad ambiental.

Informes de supervisión ambiental

Los informes que se elaboren deberán contener por lo menos, lo siguiente:

- Introducción
- Antecedentes
- Aspectos técnicos
- Resultados obtenidos
- Análisis espacial y temporal de los resultados.
- Discusión sobre el seguimiento realizado al PMA, como a las condicionantes establecidas en la autorización en la materia.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Anexos: registro fotográfico, planos de apoyo, comunicaciones enviadas en el periodo y actas de reuniones, etc.

Indicadores

Los indicadores de seguimiento que mínimamente debe atender este programa son los siguientes.

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
C = (j/t) x 100 En donde: *c* = cumplimiento de las medidas establecidas *j* = Número de medidas cumplidas *t* = Número total de medidas establecidas	$C = 100$

Una vez que el proyecto sea puesto en marcha, junto con la supervisión ambiental del mismo se podrán obtener otros índices que demostrarán el nivel de cumplimiento ambiental durante las diferentes etapas del proyecto, a través del siguiente cálculo:

$$ICA = X_{1i1j1} + X_{2i2j2} + \ldots X_{ninjn} / X$$

En donde:
ICA= Índice de Cumplimiento Ambiental
x = número de criterio de evaluación de la medida i, durante la actividad j
i = medida
j = actividad
X = número total de evaluaciones por período (de acuerdo al criterio)

Finalmente los indicadores de desempeño miden el logro de los objetivos de programas o actividades que reflejan el cumplimiento de la misión y las metas del proyecto. En este caso, para determinar el desempeño ambiental del proyecto se propone utilizar el promedio de las valoraciones dadas a las diferentes medidas a implementar, durante una actividad determinada por la etapa del proyecto. Los resultados de este indicador serán útiles en cualquier momento a lo largo del desarrollo de la construcción y operación del proyecto en cuestión, para ello se hará uso del siguiente cálculo

$$IDA = ICA_{ij} / M$$

En donde:
IDA= Índice de Desempeño Ambiental
i = medida
j = actividad
M = número de medidas totales del proyecto

Los rangos de umbrales que serán considerados para determinar efectividad de cumplimiento de la medida y que deberá reportar la Supervisión Ambiental son los siguientes:

Rango del umbral (%)	Consideración de su efectividad
100 – 90	Cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante
89 – 71	Cumple de manera efectiva la medida, con alguna omisión ocasional
70 – 51	Cumple de manera efectiva la mayor parte de la medida
50 – 21	cumple parcialmente la medida
20 – 1	inicia de forma incipiente el cumplimiento de la medida
0	No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida

VI.2.2 Subprograma de educación ambiental

Tomando en cuenta que el desarrollo y operación del proyecto ocasionará diversos impactos ambientales, los cuales pueden ser prevenidos o mitigados, con un programa de educación ambiental y reglamento ambiental, se espera por un lado que los trabajadores y toda persona involucrada con el proyecto, conozca la importancia de la conservación y por otro aprenda, y haga de esto su estilo de trabajo, a realizar el manejo adecuado de los recursos naturales, con el fin de evitar el deterioro ambiental en las actividades cotidianas durante el desarrollo del proyecto.

Objetivos Particulares

- Prevenir la afectación de los recursos naturales derivado de actividades inadecuadas por parte del personal y usuarios de la mina.
- Sensibilizar al personal y usuarios de la mina, sobre la conservación de los recursos naturales, poniendo a su alcance los conocimientos generales para la comprensión de la forma en que se puede ayudar a mejorar el ambiente.
- Crear reglas de conducta que deberán observarse en las diferentes etapas del proyecto encaminadas entre otros aspectos, al respeto de la flora y fauna silvestres, al manejo adecuado de residuos y la conservación del medio ambiente.

Curso de capacitación en materia de educación ambiental

Los cursos se impartirán como parte integral de la capacitación que quedará asentada en los contratos del personal, los mismos se ofrecerán antes del inicio de los trabajos ejecutados en las etapas del proyecto, de igual forma se darán al personal de nuevo ingreso en fases intermedias a las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. En caso de que se contraten servicios de terceros, se establecerá en los contratos correspondientes la obligación de impartir cursos a los empleados que proporcionen los servicios al complejo minero, con los temas que se consideran en el presente programa. Los temas propuestos son los siguientes:

a. Ubicación.
b. Características Físicas.
c. Características bióticas.
d. Especies con estatus de conservación.
e. Conocimientos generales en materia de impacto ambiental.
    - Definición de impacto ambiental. De acuerdo a la legislación ambiental el impacto ambiental se define como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.
    - Evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual se establecen las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades del proyecto, con el fin de proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas.

- Qué es una Manifestación de Impacto Ambiental. Para cumplir con la normatividad ambiental antes citada se presenta ante la SEMARNAT la MIA-R, definido como el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría el proyecto, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.
- Instrumentos normativos que deben ser acatados.

f. Impactos que puede generar el proyecto.

- Tipos de impactos ambientales identificados para el proyecto: (Acumulativos, Sinérgicos, Significativos, Residuales).

g. Estrategias de mitigación.

- Medidas de mitigación, prevención o compensación que se llevarán a cabo. (Definición de cada una de las medidas).

h. Comunicación efectiva y línea de mando en materia ambiental.

i. Seguridad en el trabajo y prevención de accidentes.

j. Sanciones.

- Sanciones por parte de las autoridades competentes, cuando el promovente incumpla la legislación ambiental y ordenamientos jurídicos.
- Sanciones establecidas por el promovente cuando el trabajador incumpla con las disposiciones ambientales

Indicadores

Los indicadores de seguimiento que mínimamente debe atender este programa son los siguientes.

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida

C = (j/t) x 100 En donde: c = esfuerzo del curso impartido. j = Número de trabajadores vinculados a la obra a los cuales se le impartió el curso. t = Número total de trabajadores vinculados a las actividades de despalme y desmonte.	$C = 100$

VI.2.3 Subprograma de rescate y reubicación de flora silvestre

Objetivo general

- Establecer los métodos y técnicas que serán empleadas para la conservación y protección de la flora silvestre susceptible de ser afectada por el desarrollo del proyecto, con énfasis en las especies endémicas y las incluidas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Objetivos Particulares

- Definir las especies que serán sujetas de las acciones de conservación y protección de flora Silvestre;
- Establecer las prácticas más apropiadas para las acciones de conservación y protección de flora Silvestre;
- Detallar el manejo que se les dará a los individuos de las especies a rescatar en el vivero temporal para garantizar su supervivencia previa a la reubicación;
- Sentar los criterios para la selección de los sitios en que se llevará a cabo la reubicación de los individuos rescatados;
- Establecer indicadores de éxito para la implementación de las acciones de conservación y protección de flora Silvestre, y
- Detallar los recursos necesarios para ejecutar las acciones de conservación y protección de flora silvestre.

Acciones para el rescate, manejo y reubicación de flora silvestre

Para las especies consideradas en las actividades de rescate se siguieron los siguientes criterios.

- Presencia de especies en estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010
- Endemismo a la región
- Cactáceas poco comunes
- Otras especies susceptibles de rescate (porte arbustivo o arbóreo o de importancia ecológica local y regional)

La viabilidad de que el transplante 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 (Weber and Stoney, 1986). Los individuos se seleccionarán considerando aquellos que no tengan lesiones ni enfermedades.

Para las 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 del 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 que no pudieran tener éxito en el manejo de transplante.

Como acciones básicas para obtener una buena supervivencia de las plantas rescatadas se aplicarán riegos semanales durante el primer mes de transplante. 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 transplante 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.

Como aspectos que deben considerarse en el mantenimiento básico de las plantas rescatadas abarcan: corrección del plantado (ejemplares caídos, ladeados o desenterrados), protección contra herbivoría (consumo por liebres y otros animales nativos), registro de presencia de plagas y enfermedades, registro de eventos y fenómenos extraordinarios (vandalismo, herbivoría, vientos fuertes, tormentas intensas, etc.).

Con estas acciones se tiene la plena seguridad de obtener una tasa de sobrevivencia de materiales rescatados iguales o superiores a un 80%.

Evaluación del rescate y reubicación

Para evaluar el éxito del programa de rescate, se utilizarán los siguientes indicadores:

- Indicador de corto plazo: Sobrevivencia de los individuos transplantados con una tasa igual o mayor al 80%.
- Indicador de mediano plazo: Respuesta fenológica de las plantas rescatadas de acuerdo al ciclo de vida de la comunidad.
- Indicador de largo plazo: Presencia nueva de brotes jóvenes y evidencias de la presencia de especies animales (polinizadores, anidamientos, etc.) en las áreas de transplante.

Informe de avance y resultados

Aviso de inicio de actividades

Vía oficio se informará con antelación a la o las autoridades correspondientes, la fecha de inicio del Programa de Rescate.

Informes parciales de actividades

Se rendirán informes parciales en la forma que lo decida el promovente o como lo establezca la SEMARNAT (informes mensuales, bimestrales o trimestrales). Es imperativo un informe anual por cada año que dure el Programa de Rescate.

Informe final

Deberá informarse a la o las autoridades correspondientes la terminación de las actividades del Programa de Rescate incluyéndose con ese oficio, el informe final correspondiente.

Indicadores

Los indicadores de seguimiento que mínimamente debe atender este programa son los siguientes.

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
$\sum_{sp=x}^{n} sp = sp_1 + sp_2 + \cdots + sp_n$ En donde: sp_{ivi} = número de especies rescatadas con índice de valor de importancia (IVI). sp_1 = número de especies con valor ambiental o social rescatadas en el sitio 1. sp_n= número de especies con valor ambiental o social rescatadas en el sitio n.	$sp_{ivi} = \geq X$ SP = rescate de especies con valor de importancia X = número de especies susceptibles a rescate
$\sum_{ir=x}^{n} irj = irj_1 + irj_2 + \cdots + irj_n$ En donde: irj= número de individuos de la especie *j,* rescatados con valor ambiental o social. irj_1 = número de individuos de la especie *j* con valor ambiental o social rescatados en el sitio 1.	$irj_c = n$ El número de individuos rescatados deberá coincidir con aquellos que cumplan con los requisitos establecidos en el presente Programa.

irj_n= número de individuos de la especie *j* con valor ambiental o social rescatados en el sitio n.	
$$\sum_{sc=x}^{n} scj = scj_1 + scj_2 + \cdots + scj_n$$ En donde: scj= número de semillas colectadas de la especie *j.* scj_1 = número de semillas colectadas de la especie *j* en el sitio 1. scj_n = número de semillas colectadas de la especie *j* en el sitio n.sp_n= número de especies con valor ambiental o social rescatadas en el sitio n.	$$\sum_{sc=x}^{n} scj$$ Scj = se considerará que se tuvo éxito cuando se registre la colecta de semillas de la especies seleccionadas en el área del proyecto.

Monitoreo de flora rescatada

El monitoreo que se realice reflejará el desempeño de las actividades efectuadas para el rescate de flora. La acción de esta medida y su eficiencia quedará reflejada a través de los reportes de los resultados del indicador en la bitácora de obra, donde se integrará el análisis de los resultados del trabajo de campo y fotografías que evidencien las actividades realizadas y la condición de los ejemplares. Los reportes serán la evidencia de la evolución de las actividades realizadas en cada una de las etapas contempladas.

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
sp = (ov / ort) x 100 En donde: sp = supervivencia. ov = número de organismos vivos. ort = número total de organismos rescatados.	sp = 80%

sa = (oe / ov) x 100 En donde: sa= sanidad (vigor). oe = número de organismos enfermos. ov = número de organismos vivos.	sp = 95%
hn = hn-1 + ch En donde: hn= altura (cm) de la planta en el tiempo n. hn-1= altura (cm) de la planta en el tiempo anterior al de la altura n. ch= crecimiento en altura (cm) que manifestó la planta en el tiempo n.	hn = +c Se considerará que se tuvo éxito cuando se registre crecimiento positivo en la altura de los organismos
$\sum_{sc=x}^{n} scj = scj_1 + scj_2 + \cdots + scj_n$ En donde: d_n= diámetro (cm) de la planta en el tiempo n. d_{n-1}= diámetro (cm) de la planta en el tiempo anterior al del diámetro n. cd= crecimiento del diámetro (cm) que manifestó la planta en el tiempo n..	dn = +d Se considerará que se tuvo éxito cuando se registre crecimiento positivo en el diámetro de organismos rescatados

VI.2.4 Subprograma de rescate y reubicación de fauna silvestre

Objetivo general

El Rescate y Reubicación de fauna se enfoca a mitigar los impactos ambientales que ocasionarán en las etapas de preparación del sitio y construcción. De las actividades de desmonte y despalme del terreno, y de manejo de maquinaria y vehículos, haciendo énfasis en las especies bajo régimen de protección legal, y en aquellas de lento desplazamiento.

A través de este subprograma se garantiza que en forma previa a la operación de la maquinaria para la realización del despalme y desmonte, se hayan identificado y localizado los individuos que deben ser objeto de rescate.

Objetivos Particulares

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

Selección de especies

Uno de los principales criterios para seleccionar las especies sujetas a rescate y reubicación es identificar aquellas de lento desplazamiento y que se encuentran en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Aun cuando uno de los criterios para la selección de las especies sujetas a rescatar sea su estatus de riesgo con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ello no implica que el resto de las especies de fauna (no enlistadas) no serán consideradas para la aplicación de técnicas de rescate, reubicación o amedrentamiento, sólo que su prioridad será menor.

Otro de los criterios importantes que deberán considerarse para la selección de las especies sujetas a rescate, es el medio en el cual se desplaza y la movilidad que presenta

cada una. Partiendo de lo anterior, serán prioritarias aquellas especies de hábitos terrestres cuya capacidad de movilidad sea baja o media.

Ahuyentamiento

Se establecerán acciones de ahuyentamiento de fauna durante las actividades de desmonte y despalme, propiciando el desplazamiento de los animales silvestres ubicados en la zona susceptible de afectación hacia sitios de mayor calidad ambiental. En caso de que después de acciones de ahuyentamiento se registre todavía la presencia de fauna silvestre en el área del proyecto, ésta será capturada para su posterior liberación en sitios que presenten las mismas condiciones ambientales.

Durante las diferentes etapas del proyecto se ahuyentará a los animales por medio de ruido o por persecución. De manera particular, las especies de aves y mamíferos de talla mediana y grande, serán ahuyentadas con el propio ruido que generará la maquinaria de construcción, o bien realizando movimientos en la vegetación y en último de los casos, mediante el empleo de cañones de propano, cohetones u otro tipo de disuasores sonoros.

Estos métodos no son útiles para mamíferos de talla pequeña, como los roedores, ya que la perturbación por ruido hará que éstos se refugien en sus madrigueras, ni tampoco para la mayoría de las especies de anfibios y reptiles, por lo que se realizará la captura de este tipo de fauna con los métodos que se describen a continuación, en lugar de aplicar técnicas de ahuyentamiento.

RESCATE DE MAMÍFEROS

- Se deberán colocar trampas con cebo para ser capturados se deberán de llevar al sitio de destino por medio de jaulas. El cebo se deberá elegir dependiendo del animal que se desee capturar.

- Se deberán colocar as trampas por una semana y deberán revisarse todos los días.

- Antes de ser liberados, los ejemplares capturados deberán ser identificados registrados en bitácoras.

- Se deberán realizar recorridos posteriores para verificar si aún hay presencia de mamíferos en la zona a afectar y de ser así se deberán capturar manualmente utilizando los guantes carnaza.

- Las madrigueras deberán ser revisadas cuidadosamente para verificar que estén vacías.

- Nunca se deberá de utilizar agua ni químicos para ahuyentar a la fauna.

RESCATE DE AVES

- Los nidos a los quo sea posible llegar serán rescatados y reubicados en el sitio de destino.

- Se considera que las aves se desplazaran por sí mismas a un nuevo sitio.

RESCATE DE REPTILES Y ANFIBIOS

- El rastreo deberá llevarse a cabo en la tarde, noche y al amanecer.
- Una vez ubicados los ejemplares deberán ser rescatados con ayuda de pinzas y ganchos herpetológicos.
- La captura del animal con pinzas y ganchos herpetológicos se deberá realizar poniéndolo a 15 centímetros de la cabeza, sin presionar con mucha fuerza para evitar causarle daños, posteriormente, se acerca lentamente el gancho a la región de la cabeza para tomarle con una mano la misma y con la otra detener el cuerpo.
- Los individuos capturados deberán ser identificados y registrados en bitácoras.
- Los individuos se colocarán en bates de plástico con tape ventilada o en sacos de lona, cuidando no mezclar especies y que contengan ejemplares de talla similar.
- Los ejemplares capturados serán trasladados a los sitios de reubicación y deberán ser liberados con precaución.
- Los reptiles no venenosos pueden ser manejados manualmente. Una vez capturado el ejemplar, se deposita en una caja de cartón can pequeños orificios para permitir la respiración y evitar el estrés.

Criterios técnicos para la selección de las áreas destinadas para la liberación y reubicación de especies de fauna

Las áreas más adecuadas para la liberación y reubicación de la fauna, serán aquellos que cuenten con parches de vegetación nativa en buen estado de conservación, además de mantener las mismas condiciones ambientales del sitio de captura, y que se encuentren lo más próximos posibles, con lo cual se reducirá el tiempo de cautiverio y traslado de los organismos, reduciendo así el estrés e incrementando la posibilidad de sobrevivencia.

Para esta actividad se considerarán zonas con los siguientes atributos:

- Deberán ser zonas conservadas, que estén alejadas del proyecto u otras actividades antropogénicas que pudieran representar un riesgo para la fauna a liberar en el corto o mediano plazo.
- En caso de que la especie presente hábitos especialistas, es decir, que esté estrictamente asociada a un tipo de microhábitat, entonces no podrán hacerse liberaciones en zonas que no presenten las mismas características, por ejemplo: presencia de cuerpos de agua, vegetación acuática, cuevas, entre otras.
- La distancia recomendada para establecer un sitio de reubicación no debe de ser mayor a 10 km de distancia con respecto al sitio de rescate, y el tiempo de traslado debe ser menor de una ahora.
- Los sitios de reubicación deben de estar alejados de zonas con presencia humana (casas, ranchos, localidades, comunidades y poblaciones), de preferencia a más de 3,000 m de distancia.
- Una alternativa para las liberaciones, principalmente de las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, son las zonas o reservas que cuenten con algún estatus de protección, ya sean de tipos privadas, estatales o federales.

Registros de los sitios de rescate y reubicación

Para todos los grupos faunísticos se registrará el tipo de vegetación y/o cuerpo de agua y las coordenadas de los sitios donde es rescatado y donde es reubicado. Se tomarán también fotografías de ambos sitios y de las especies.

PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE			
Nombre del responsable de la captura			
No. de captura		**Foto de captura**	
Fecha de capatura			
Hora de captura			
Ubicación del rescate (Coordenadas UTM)			
Género			
Especie			
Nombre común			
Status de la Especie (NOM-059-SEMARNAT-2010)			
Endémica de la Región	**SI**	**NO**	
Características particulares del sitio de rescate			
Nombre del responsable de la liberación		**Foto de liberación**	
Fecha de liberación			
Hora de liberación			
Lugar de liberación (Coordenadas UTM)			
Características particulares del sitio de liberación			

Acciones para evitar atropellamientos

En vialidades, carreteras y terracerías se debe implementar medidas de mitigación que reduzcan los atropellos de fauna silvestre, tales medidas pueden ser disminuir la velocidad de los vehículos a través de límites de velocidad; colocación de señales y pláticas de sensibilización ambiental dirigidas a los operadores de vehículos y trabajadores del proyecto.

Evitar la introducción de especies exóticas y domésticas

Una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en todo el mundo son las llamadas especies invasoras, las cuales alteran los ecosistemas, afectan a las especies nativas, provocan severos daños a los servicios ambientales y a la salud pública, además de pérdidas económicas. Por ello, es importante prevenir la introducción de especies exóticas o no nativas que pueden llegar a establecerse y causar graves desequilibrios ecológicos.

Restringir colecta o cacería de especies animales.

Se implementarán talleres y pláticas de sensibilización ambiental para evitar que los trabajadores del proyecto realicen algún tipo de aprovechamiento, ya sea por colecta o cacería de ejemplares. Este aspecto se debe reforzar con la colocación de señales que informen y restrinjan la cacería o cualquier tipo de aprovechamiento de fauna silvestre y fomenten buenas prácticas de respeto y protección ambiental.

Medidas de conservación para los grupos de fauna sujetos a rescate

Solo se recomienda el rescate de las especies que directamente serán afectadas por el proyecto, las que no son directamente afectadas se debe procurar su conservación, mediante su estricto respeto y aplicación de medidas que busquen no perturbar a las especies, y mucho menos, su captura o cacería.

A continuación se mencionan algunas consideraciones por grupo de fauna, de acuerdo a sus hábitos y características, siempre y cuando el desarrollo del proyecto las afecte directamente:

- Especies de mamíferos medianos y grandes: Este tipo de fauna presenta una gran capacidad de desplazamiento, por lo que se considera que se ahuyentan por si mismas en las primeras intromisiones. Se debe permitir su libre huida y en todo caso dirigir su desplazamiento hacia sitios más seguros, restringiendo su captura, manipulación o cacería. Las campañas de ahuyentado sirven también para que este tipo de fauna se retire del lugar, no para su manipulación.
- Especies voladoras (aves y murciélagos): Este tipo de fauna son las menos afectadas, ya que en las primeras intromisiones se ahuyentan y por sí mismas se

retiran hacia sitios más seguros. Es importante propiciar su libre huida y permitir que logren retirarse y ponerse a salvo reduciendo el estrés por manipulación. Para reforzar este criterio, se recomienda el ahuyentado de este tipo fauna, como medida de conservación adicional, mediante la generación de ruido por diversas vías. En el caso específico de las aves, éstas pueden ser ahuyentadas del predio por medio de la generación de ruido, movimiento de la vegetación con ayuda de una vara, arrojando rocas en sitios cercanos donde se sitúa el animal y/o de ser necesario realizando explosiones con salvas o cohetones, uso de altavoces o sirenas con la finalidad de propiciar que la fauna se desplace a sitios alejados del proyecto favoreciendo así su supervivencia.

La mayoría de las especies de aves, en la zona de estudio, se reproducen en primavera, por lo que la presencia de nidos activos se puede presentar primordialmente de febrero a mayo. En este sentido hay que tener consideraciones especiales ya que la protección de los nidos activos deberá ser un aspecto obligado en el desarrollo del proyecto. Para los murciélagos, el empleo de humo, ruidos estridentes, así como de luz dentro de grietas, cavidades de rocas, troncos y cuevas es recomendado para ahuyentar a los organismos.

- Especies de hábitos fosoriales: En especies de hábitos fosoriales (especies cuya actividad se genera en galerías o túneles subterráneos y cuya actividad en zonas abiertas es reducida) el empleo de agua y humo puede ser utilizada. Para el caso de fauna de mayor capacidad de desplazamiento (mamíferos medianos y grandes), las persecuciones controladas y movimiento de vegetación favorecen la extracción de fauna de la zona del trazo sin requerir su captura.

  Para ahuyentar a los organismos de sus refugios y madrigueras, se recomienda el uso de bombas de humo arrojadas hacia su interior o inyección de humo (no tóxico) con un aparato fumigador, y como estrategia alterna se puede vaciar agua en las entradas de las cavidades o refugios. Una vez afuera el animal se debe permitir su libre huida y en todo caso, dirigir su huida hacia sitios más seguros. En caso de no registrarse actividad en las madrigueras, o posterior a que el animal abandone el refugio, se debe bloquear las entradas para asegurarse de que no sean utilizadas de nueva cuenta.
- Especies de lento desplazamiento: Las especies consideradas en este apartado son básicamente roedores, anfibios y reptiles ya que aunque pueden no ser lentas, pero

sus ámbitos hogareños son reducidos, por lo que ameritan su rescate mediante su captura, procediendo a su inmediata liberación en sitios alejados del proyecto (mínimo 20 km), para asegurarse de que no regresen al sitio.

Indicadores

Los indicadores de seguimiento que mínimamente debe atender este programa son los siguientes.

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
ea = (af / ai) x 100 En donde: ea = eficiencia de ahuyentamiento af = animales ahuyentados al final de las brigadas ai= animales ahuyentados al inicio de las brigadas	ea <= 5%
or = (orb / oip) x 100 En donde: or = organismos rescatados orb = número de organismos rescatados durante las brigadas oip = número organismos identificados en los recorridos previos	or = 100%
nr = (nrb / nip) x 100 En donde: or = nidos o madrigueras activas rescatados orb = número de nidos o madrigueras activas rescatados durante las brigadas oip = número nidos o madrigueras activas identificados en los recorridos previos	nr = 100%

Ps = (ol / ort) x 100 En donde: Ps = Probabilidad de supervivencia ol = población liberada ort = población rescatada	Ps = 100%

VI.2.5 Subprograma de conservación y restauración de suelos

El suelo es un recurso natural considerado como no renovable debido a lo difícil y costoso que resulta recuperarlo o mejorar sus propiedades después de haber sido erosionado o deteriorado física o químicamente.

Perdida por Erosión hídrica

La erosión hídrica se define como el desprendimiento y arrastre de las partículas del suelo causados por la lluvia y el escurrimiento superficial. El mecanismo de este proceso inicia cuando por remoción de cobertura vegetal, las gotas de lluvia golpean directamente la superficie del suelo con una determinada energía cinética, cuya magnitud depende de su masa y velocidad (Ec = mv2), y esa energía produce un trabajo físico, consistente en este caso en el desprendimiento de las partículas del suelo y su posterior transporte pendiente abajo.

A ese efecto provocado por la lluvia, se suma la acción de desgaste por fricción y dispersión (desprendimiento y arrastre) que realiza la escorrentía superficial, que es la parte del agua de lluvia que corre superficialmente en los terrenos con pendientes hacia los arroyos, ríos, lagos o el mar.

Pérdida por Erosión eólica

La erosión eólica es también la pérdida del suelo por el desprendimiento y transporte; aunque por algunas diferencias con la erosión hídrica se le estudia aparte. La primera diferencia es que el agente activo (viento) tiene una densidad (masa/volumen) mucho menor que el agua, así que su capacidad erosiva proviene básicamente de su

velocidad, y muy poca de su masa. De hecho cualquier tamaño de partícula del suelo existe una velocidad umbral a partir de la cual se puede iniciar el movimiento de las partículas.

Por la misma circunstancia de ser la velocidad el principal componente erosivo del viento, la mecánica de la erosión eólica difiere de la hídrica en algunos aspectos; en especial, en esta última se da primero el desprendimiento y luego el transporte, mientras que en la eólica se requiere que las partículas estén sueltas, ya sea por sequedad, labranza, tránsito de vehículos y/o animales, etc. para que el viento las pueda levantar, y una vez que lleva esta carga, adquiere capacidad para desprender otras partículas. Así pues, aquí primero ocurre el transporte, y a medida que la masa de flujo se incrementa por el material transportado, habrá un desprendimiento significativo.

Dentro de las actividades que contempla el proyecto, se tienen impactos directos que afectan la calidad de este recurso, como la remoción de la cubierta vegetal, el despalme, el movimiento de tierras. Por lo tanto, es necesario aplicar medidas que promuevan la conservación y/o restauración del suelo.

Es en este contexto se implementará un programa de conservación y restauración de suelos el cual se dividirá en dos etapas:

- La primera etapa es considerada durante la preparación del terreno y construcción. Las actividades se orientan a la minimización de los impactos, es decir, a la prevención, mitigación o eventual eliminación de impactos negativos.
- La segunda etapa acontece después de terminadas las actividades constructivas y se orienta a la restauración de espacios afectados por la obra o bien a la aplicación de medidas de compensación.

Objetivo general

- Mitigar los impactos ambientales adversos sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo, así como los procesos de erosión hídrica y eólica, que puedan ocasionarse por la construcción y operación del proyecto.

Objetivos Particulares

- Mitigar y/o en su caso, restaurar la pérdida de cantidad y calidad de suelo, ocasionada por las actividades de nivelación y excavaciones.
- Realizar obras y/o actividades que reduzcan la perdida de suelo por los procesos de erosión hídrica y eólica que pudieran ocasionarse por actividades de nivelación y excavaciones.
- Evitar el uso de herbicidas o cualquier sustancia que mate o seque la vegetación en el proceso de desmonte.
- Rehabilitar las características físicas, químicas y biológicas que se puedan ver afectadas en superficies no ocupadas por el proyecto.
- Restaurar todo el suelo en zonas que de manera accidental resulten haber sido contaminadas por sustancias toxicas.

Acciones de protección para el suelo

El programa de protección y conservación de suelos se llevará a cabo en las diferentes etapas del proyecto, se realizarán recorridos prospectivos dentro del complejo minero y las zonas de influencia del proyecto para la selección y ubicación de los sitios que resulten afectados de manera negativa por la realización de las obras y actividades. Las actividades se dividirán en medidas de prevención, mitigación y técnicas de restauración y conservación. Las medidas de prevención y mitigación comprenden las etapas de preparación del sitio y construcción; y las técnicas de restauración y conservación de suelo se realizarán una vez que se finalicen las actividades de construcción.

Para la correcta identificación de las medidas y técnicas de los sitios identificados como necesarios para restauración, se colectarán muestras y fotografías las cuales serán actividades llevadas a cabo por expertos en la materia, de este modo se establecerán las condiciones óptimas para la toma de decisiones en la implantación de las técnicas y medidas que aseguren la mejor alternativa de restauración y conservación de los sitios.
Dentro de las medidas que se implementarán para la protección del suelo se encuentran el manejo y disposición de residuos, la instalación de sanitarios portátiles, el curso de educación ambiental, la ejecución del reglamento ambiental, la supervisión ambiental, el mantenimiento periódico de maquinaria y vehículos, los cuales serán atendidos en el subprograma correspondiente.

Dentro de las medidas de prevención de la contaminación de suelos por sustancias tóxicas se encuentra la instalación de geomembranas que eviten filtraciones de las estructuras de la pilas, además del diseño de las estructuras de almacenamiento que están diseñados para resistir grandes tormentas y avenidas de agua. Asimismo, se tiene contemplado el establecimiento de obras de drenaje que conduzcan las aguas pluviales del tajo y tepetatera, hacia sitios que impidan la acidificación de los suelos del área del proyecto.

En el presente subprograma las acciones concretas que se implementarán para la conservación y protección del suelo se describen a continuación.

Recorridos prospectivos

Se realizarán recorridos prospectivos a lo largo de los caminos, internos y de acarreo y las zonas de influencia del proyecto para la selección y ubicación de los sitios que resulten afectados de manera negativa por la realización de las obras y actividades.

Descompactación, escarificación y/o acondicionamiento del suelo

Se llevará a cabo la escarificación de los horizontes compactados y los horizontes endurecidos durante la construcción del proyecto, con el fin de que se propicie el aumento de la porosidad y la penetración de las raíces para el buen desarrollo de las especies vegetales que poblarán el suelo.

Reutilización de la capa orgánica del suelo

La capa superficial del suelo orgánico removida se colocará en el área destinada previamente para ello

Estas acciones tienen como propósito que el suelo apto para el rescate y reforestación de las áreas propuestas conserve sus propiedades físicas y químicas.

Colocar una capa de material producto del desmonte permite tener una cobertura protectora de la superficie del suelo. Además de que sirve como alimento de los

microorganismos del suelo y como una fuente de materia orgánica que propicia la fertilidad del suelo. Estas medidas se realizarán inmediatamente después de haber acumulado el suelo para evitar la pérdida de humedad, la producción de polvo y el arrastre del suelo por acción del viento u otros factores erosivos.

Los acolchados también protegen al suelo de la fuerza de las gotas de lluvia y disminuirá la separación de las partículas de los agregados del suelo, que es el primer paso en el proceso de la erosión hídrica.

Una vez realizada las actividades del programa se llevará a cabo una supervisión periódica para constatar la efectividad de las acciones de conservación de suelos.

Trituración de residuos vegetales

Los residuos vegetales producidos por el desmonte y que no sean maderables deberán ser triturados con un equipo adecuado, estos se colocarán sobre el suelo acamellonado con el fin de crear una capa protectora contra la erosión.

Riegos frecuentes con agua tratada

Se deberán efectuar riegos frecuentes (tres veces al día) con agua tratada, en aquellas áreas de suelo desnudo que hayan sido sujetas de despalme, para evitar la erosión eólica. Esta acción se deberá llevar a cabo en los meses de marzo a mayo cuando existe mayor probabilidad de transportar partículas suspendidas en el aire.

Aplicación de Técnicas de biorremediación

La aplicación de técnicas de biorremediación se aplicará en aquellos suelos que resulten ser contaminados accidentalmente por hidrocarburos, esto con la finalidad de limpiarlos y dejarlos en las condiciones óptimas para el desarrollo vegetal.

La biorremediación es la técnica utilizada en la limpieza de los suelos, lodos, sedimentos y aguas contaminadas por compuestos orgánicos e inorgánicos, mediante el uso de organismos vivos (microorganismos y/o plantas) o enzimas, las cuales son capaces

de acumular, transformar o degradar bioquímicamente contaminantes hasta concentraciones que no produzcan efectos nocivos a la salud humana y al ambiente.

Caracterización del material que será depositado en la tepetatera

Se podrán tomar muestras seleccionadas, donde se les realizará la determinación de los elementos señalados en el Cuadro 2 de la NOM-157, que incluye los siguientes: antimonio (Sb), arsénico (As), bario (Ba), berilio (Be), cadmio (Cd), cromo (Cr), mercurio (Hg), plata (Ag), plomo (Pb) y selenio (Se). El análisis de estos elementos será realizado por un laboratorio que cuente con acreditación vigente de la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) de los métodos especificados en los procedimientos descritos en el Apéndice Normativo B: Métodos Analíticos de la NOM-147- SEMARNAT/SSA1-2004, numerales B3 Métodos por espectrofotometría de absorción atómica y B4 Método por espectrofotometría de emisión con plasma acoplado inductivamente, una o dos veces al año.

Dependiendo de los resultados de las concentraciones totales, y en atención a la NOM-157, se podrán realizar pruebas de movilidad en las muestras en las que las concentraciones de los elementos normados, superen su LMP base seca.

Con los resultados de los estudios geoquímicos realizados se tendrá información sobre la probabilidad de que tanto los materiales que serán depositados en la tepetatera, tengan la potencialidad de generar drenaje ácido. Para ello se realizarán pruebas adicionales de laboratorio en muestras de barreno, de acuerdo con la prueba modificada de balance ácido-base, que establece la NOM-141-SEMARNAT-2003 y que es aplicada también por la NOM-157. La selección de la ubicación y número de muestras, dependerá de la información y la distribución espacial de los barrenos con núcleo disponibles.

Con base en las características y disponibilidad de materiales que se depositen tanto en la tepetatera, en sus diferentes etapas de desarrollo, de acuerdo al plan de minado, se realizará el diseño de celdas húmedas o lisímetros que permitan la toma de muestras de lixiviados. Mediante estos equipos de campo, se identificará la evolución de los drenajes durante el tiempo que dure la operación del proyecto.

Desmantelamiento de obras provisionales

Una vez concluido el uso provisional del sitio para emplazamiento de obras provisionales que requiera la obra, se realizará la remoción de todo tipo de infraestructura o elemento extraño al paisaje original.

Bitácoras de campo

Con la finalidad de tener un registro histórico de los indicadores durante la todas las etapas del proyecto, es necesario elaborar bitácoras, donde se recaben todos los registros de una manera detallada, de cada una de las acciones realizadas durante el seguimiento, supervisión y resultados de las acciones que se deriven de este subprograma. De igual forma se deberá detallar la secuencia de los sucesos y las condiciones en que se desarrollaron, incluyendo las eventualidades que se presentaron durante el desarrollo de estas.

Bitácora de Campo para la Conservación y Restauración de Suelos					
Supervisión Ambiental					
Contaminación					
Fecha:		**Hora:**			
Encargado:		**Clima:**		**Epoca del Año:**	
No. de Sitio		**Ubicación (Coordenadas UTM):**	X:		Y:
Referencia:					
Descripción (dimensiónes, etc.) :					
Número de evento:	**Fecha:**	**Agente contaminante:**	**Superficie:**		**Observaciones:**

Responsable Técnico

Bitácora para el seguimiento de indicadores de contaminación

Bitácora de Campo para la Conservación y Restauración de Suelos					
Supervisión Ambiental					
Compactación					
Fecha:		**Hora:**			
Encargado:		**Clima:**		**Epoca del Año:**	
No. de Sitio		**Ubicación (Coordenadas UTM):**	X:	Y:	
Referencia:			**Número de fotografía**		
Descripción (dimensiónes, etc.) :					
Número de muestra	**Fecha de muestreo**	**Densidad aparente**	**Superficie compactada**	**Observaciones:**	

Responsable Técnico

Bitácora para el seguimiento de indicadores de descompactación

Indicadores

Los indicadores de seguimiento que mínimamente debe atender este programa son los siguientes.

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
rp = (sr / st) x 100 En donde: rp = recorridos de prospección para la ubicación de los sitios que resulten afectados de manera negativa por la realización de las obras y actividades sr = superficie de terreno recorrida con fines de prospección st = superficie total de terreno determinada para realizar la prospección.	**rp = 95%** rp = Los recorridos de prospección deberán garantizar cubrir mínimamente el 95% del proyecto y zonas de influencia del proyecto.
$\sum_{hc=x}^{n} hc = hc_1 + hc_2 + \cdots + hc_n$ En donde: hc = superficie (m^2) de horizontes compactados y/o endurecidos durante la construcción del proyecto hc_1 = superficie (m^2) de horizontes compactados y/o endurecidos durante la construcción del proyecto en el sitio Núm. 1 hc_n = superficie (m^2) de horizontes compactados y/o endurecidos durante la construcción del proyecto en el sitio Núm. n	hd = (hda / hc) x 100 = 100% En donde: hd = superficie total (m^2) de horizontes descompactados hda = superficie (m^2) de horizontes descompactados en el área del proyecto hc = superficie (m^2) de horizontes compactados y/o endurecidos durante la construcción del proyecto
rco = (co / co_t) x 100 En donde: rco = reutilización de la capa orgánica de suelo co = volumen (m^3) de la capa orgánica, incorporada a las	rco = 100%

zonas afectadas co_t = volumen (m^3) totales de capa orgánica rescatada	
$\sum_{rv=x}^{n} rv = rv_1 + rv_2 + \cdots + rv_n$ En donde: rv = volumen (m^3) de residuos vegetales triturados rv_1 = volumen (m^3) de residuos vegetales triturados, obtenidos en el sitio de desmonte y despalme Núm. 1, incorporados a las áreas verdes y suelos escarificados. rvn = volumen (m3) de residuos vegetales triturados, obtenidos en el sitio de desmonte y despalme Núm. n, incorporados a las áreas verdes y suelos escarificados	$rvs = \left(\frac{rvi}{rv_t}\right) \times 100 = 100\%$ En donde: rvs = incorporación total de residuos vegetales al suelo y áreas verdes rvi = volumen (m^3) de residuos vegetales, incorporados al suelo escarificado y áreas verdes rvt = volumen (m3) total de residuos vegetales, generados en las actividades de desmonte y despalme.
hs = (j / k) x 100 En donde: hs = humedecimiento de superficies j = Número de ocasiones en que el camión aspersor realiza el riego de superficies al día k = 3	hs = 100%

bsi = (j / s) x 100 En donde: bs_i = biorremediación de suelos j = Superficie (m^2) en la que se realiza la biorremediación s = Superficie (m^2) total en la que ocurrió el derrame de hidrocarburos	bsi = 100%

VI.2.6 Subprograma de monitoreo de la calidad del agua

Objetivo general

La calidad del agua de los ríos y arroyos cercanos del proyecto, será monitoreada a lo largo del desarrollo de las diferentes etapas en las que se desarrollará el proyecto, por lo tanto este programa propone en monitoreo de:

1. Monitoreo de calidad del agua superficial en los puntos de control definidos para asegurar que no se contaminen los cuerpos de agua cercanos al depósito de las tepetateras.
2. Monitoreo de aguas subterráneas y superficiales (en este caso los pozos de monitoreo para aguas subterráneas serán localizados en áreas distintas a los establecidos para la presa de jales).
3. Monitoreo de cuerpos de agua de acuerdo a lo que también la establece la norma oficial NOM-157-SEMARNAT-2009.

Objetivos Particulares

- Implementar las obras civiles para la captación, desvío y reincorporación de los escurrimientos a cauces naturales evitando entrada de agua pluvial al sistema de lixiviación.
- Determinar la variación de la calidad del agua, en varios puntos aledaños al área del proyecto para verificar que el complejo minero no está contaminando ni los

arroyos ni los ríos, considerando las aguas provenientes del drenaje pluvial, para poder dar cumplimiento a la Normatividad mexicana aplicable.

- Actualizar el conocimiento de la hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea.

Selección y ubicación de los sitios de muestreo

Cuando se diseña un programa de monitoreo, es preferible hasta donde sea posible, incluir dentro del programa, sitios de muestreos representativos de la fuente causal del daño o contaminación del cuerpo de agua; para obtener muestras de aguas representativas es importante el uso de técnicas de muestreo apropiadas y un buen juicio, ya que en campo existen varias situaciones que requieren diferentes técnicas de muestreo.

Las variaciones en la calidad del agua con el tiempo requieren que se colecten muestras con la frecuencia y en la hora del día, apropiadas para asegurar que los resultados sean representativos de las variaciones.

Toma de análisis y muestras

Las muestras las realizará un laboratorio especializado con la acreditación de la Entidad Mexicana de Acreditación, A. C. En cada punto de muestreo se tomarán las lecturas de campo correspondientes (pH, temperatura y oxígeno disuelto), de igual forma para el análisis en el laboratorio se tomadas muestras simples. Los métodos de análisis en el laboratorio serán los específicos para cada determinación, definidos por la siguiente normatividad:

- NMX-AA-029-scfi-2001/us EPA 365.1-1993:Fosfatos
- NMX AA-012-SCFI-2001: Oxígeno disuelto en campo
- NMX AA-006-SCFI-2016: pH en Campo
- NMX AA-007-SCFI-2013: Temperatura en campo
- NMX AA-051-SCFI-2001: Arsénico Total
- NMX AA-051-SCFI-2001: Cadmio Total
- NMX AA-042-SCFI-2015: Coliformes fecales
- NMX AA-051-SCFI-2001: Cromo total
- NMX AA-051-SCFI-2001: Cobre total

- NMX AA-028-SCFI-2001: DBO Total
- EPA 3015-1996: Digestión Ácida por microondas (AG)
- NMX AA-051-SCFI-2001: Niquel total
- NMX AA-079-SCFI-2001: Nitratos (Nitrógeno de)
- NMX AA-051-SCFI-2001: Plomo total
- SM 20th 25208-2011: Salinidad
- NMX AA-051-SCFI-2001: Zinc Total
- NMX AA-034-SCFI-2015: Solidos disueltos totales

Se llevarán a cabo los siguientes tipos de análisis:

- Análisis para metales pesados y bioquímicos. Los metales pesados a determinar serán: arsénico, cadmio, cromo, cobre, níquel, plomo y zinc;
- Determinaciones bioquímicas: O2 disuelto, pH, temperatura, coliformes fecales, DBO, salinidad, conductividad eléctrica nitratos y fósforo total.

Una vez obtenido los resultados de los análisis a las muestras tomadas, se procederá a realizar el análisis individual y comparativo de las mismas. Primeramente se estimará el índice de calidad de agua (ICA) pudiendo seguir la metodología propuesta por Brown, o alguna otra que se ajuste a los objetivos planteados.

La metodología de Brown es una versión modificada del "WQI" (Water Quality Index), que fue desarrollada por la "Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU.", como una propuesta para comparar la calidad del agua de ríos. En sí, el ICA define la aptitud del cuerpo de agua respecto a los usos prioritarios que este pueda tener. Como segundo paso, serán comparados los valores obtenidos en las determinaciones de metales pesados, con los límites máximos establecidos tanto en la normatividad oficial mexicana, como en la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006). La estimación del índice de calidad de agua Brown, considera nueve variables:

- Coliformes fecales (NMP 100 ml-1).
- pH (unidades pH).
- Demanda bioquímica de oxígeno en 5 días (DBO5, mg L-1).
- Nitratos (NO3, mg L-1).

- Fosfatos (PO4, mg L-1).
- Turbidez (FAU)*.
- Cambio de la temperatura (°C).
- Sólidos disueltos totales (SDT, mg L-1).
- Oxígeno disuelto (O2D, % de saturación)

Conservación y transporte de la muestra

Dado que algunos tipos de muestras tienen tiempos de conservación restringidos, la planificación del trabajo debe hacerse con mucho cuidado de manera tal que se pueda asegurar que las unidades muestréales llegarán al sitio de trabajo dentro del rango máximo de días para el análisis de la muestra.

Lo siguiente es el procedimiento a seguir para asegurar la integridad de la muestras durante su transporte.

Generalmente, todas las muestras, excepto las bacteriológicas y las destinadas a taxonomía, pueden ser empacadas en forma segura dentro de hieleras. Las muestras estarán en frascos de plástico y/o vidrio debidamente etiquetados, será necesario introducir "ice-packs" para mantener bajas temperatura hasta la hora del almacenamiento en refrigeradores destinados para este fin.

Los "ice-packs" no son remplazables por bolsas de hielo excepto en emergencias. Cuando el hielo se derrite el contenido de las heladeras puede moverse y potencialmente permitir la rotura de las botellas y/o permitir la contaminación de la demás muestras con el hielo derretido.

Periodicidad de los muestreos

El muestreo se realizará dos veces al año (semestrales) una en periodo de lluvias y otra en secas. Es importante recalcar que ya se cuenta con la referencia del tiempo cero (T0), por lo que los muestres subsecuentes serán para evaluar los efectos y cambios de la calidad a través del tiempo durante la fase de construcción y operación del proyecto. Cabe

aclara que los meses son relativos, y dependerán de cuando la MIA-R sea autorizada, y se comience el desarrollo.

Indicadores

Es importante mencionar que los indicadores aquí propuestos son para todas las etapas del proyecto, preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento.

Estos indicadores tienen por objeto informar sobre la importancia de acatar ciertas prácticas para evitar afectaciones al ambiente.

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
LAS = (vpa / vpn) En donde: LAS = cumplimiento con los valores de los parámetros muestreados, posteriores a la aplicación de las técnicas de limpieza vpa = valor del parámetro analizado vpn = valor del parámetro registrados en el T0 Muestreo de los siguientes parámetros para agua superficial: -Variaciones de Temperatura -Perfiles verticales de temperatura -Salinidad -Oxígeno disuelto - Superficie libre de agua	LAS = 1 El resultado de los parámetros medidos deberá compararse con los obtenidos durante la caracterización de este componente.

VI.2.7 Subprograma de reforestación

Objetivos Particulares

- Garantizar la compensación ambiental por la pérdida de vegetación necesaria por la ejecución del proyecto.

- Mantener la conectividad entre manchones de vegetación que permita la movilidad de fauna.
- Restaurar las áreas forestales afectadas por el cambio de uso de suelo.
- Establecer un programa de reforestación con plantas nativas con el fin de conservar la biodiversidad de los diferentes ecosistemas presentes en el SAR definido para el presente proyecto.
- Regenerar la cobertura vegetal para mantener la estructura y funcionalidad de los ecosistemas presentes en el SAR definido para el presente proyecto.
- Mejorar las condiciones ambientales del ecosistema en el que se pretende insertar el proyecto.

Selección y ubicación de áreas

Las zonas que se proponen reforestar se ubican dentro del SAR y fueron seleccionadas con base en las condiciones ambientales características de la vegetación que será removida, en especial se consideró la altura media. Con base en las elevaciones medias obtenidas, se buscaron zonas de iguales características y que además no contaran con cobertura forestal.

Selección de especies

Las especies que se emplearán en los trabajos de reforestación deberán corresponder con las especies nativas dominantes que se presenten en las áreas seleccionadas. Aún y cuando en algunos casos se podría adquirir el material vegetal (plántulas) en viveros comerciales y/o en el vivero propio que responde a la producción de planta de origen local, lo cual garantiza que las características biológicas del material vegetal se adapten a las condiciones ambientales prevalecientes en la región, considerando que en muchas ocasiones las especies de árboles presentan ecotipos a lo largo de su área de distribución.

Algunas de las especies que se proponen para la reforestación son las encontradas durante los muestreos en campo y que se exponen a continuación:

Especie	Nombre común
Quercus hypoleucoides A. Camus	Encino negro
Quercus toumeyi Sarg	--
Pinus arizonica Engelm.	Pino blanco
Dodonaea viscosa Jacq.	Tarachique
Carphochaete bigelovii A. Gray	--
Encelia farinosa A. Gray ex Torr.	--
Prosopis juliflora var. Velutina (Wooton) Sarg.	Mezquite
Cercidium microphyllum (Torr.) Rose & I.M. Johnst.	Palo verde
Muhlenbergia emersleyi Vasey	Tarachíque
Dasyochloa pulchella (Kunth) Willd ex Rydb.	Zacate borrego
Bouteloua gracilis (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths	Pasto navajita
Pennisetum ciliare (L.) Link	Zacate Buffel
Dasyochloa pulchella (Kunth) Willd. ex Rydb.	Zacate borrego

Técnicas a emplear

Las técnicas que se emplearán en este programa de reforestación incluyen lo siguiente:

Propagación de especies en vivero

Para el correcto desarrollo de este subprograma se deberá contar al menos con un vivero ubicado en un sitio estratégico para el abastecimiento de material vegetal necesario para la reforestación. El vivero puede ser construido con malla ciclónica, sostenida por postes de aluminio anclados con concreto, a fin de mantenerse en funciones durante el tiempo necesario. El vivero debe contar con un camino de acceso bien conformado. Asimismo, aproximadamente el 50% de su superficie deberá estar cubierta por malla de

sombra, con el objeto de disponer de un sitio apropiado para resguardar los ejemplares que se reproduzcan.

Los individuos que se emplearán en los trabajos de reforestación pertenecen a especies representativas de los sitios a reforestar, los cuales se obtendrán en sitios cercanos, o mediante la producción de ejemplares en vivero con semillas de individuos seleccionados de la zona. Por lo tanto, se desarrollarán trabajos relacionados con la propagación de especies en vivero y con el posterior trasplante de los individuos hacia los sitios a reforestar.

Recolección de semillas

La recolección de semillas se debe realizar buscando evitar alterar las condiciones ecológicas y de sucesión existentes para lo cual se recolectarán semillas de varios árboles y no sólo de unos cuantos buscando también con ello mantener la riqueza genética en la plantación.

En términos generales, la colecta de semillas se realizaría en árboles mayores a los 10 años que presenten un buen estado y vigor. Una vez colectadas se buscará sembrarlas rápidamente para evitar que pierdan su viabilidad. Para la mayoría de las especies la cosecha puede ser directa, es decir, arrancando los frutos de las ramas. En caso necesario, se puede utilizar la tijera telescópica para alcanzar las semillas (frutos) que se ubiquen en la copa de arbustos o árboles de tamaño medio. Para la ejecución de estos trabajos se recomienda el uso de guantes de carnaza.

Limpieza y manejo de las semillas

Después de la recolección de semillas, éstas deben ser trasladadas al vivero. Es recomendable el uso de costales de yute para este fin. Cuando las semillas están libres de alguna cubierta carnosa (por ejemplo arilo) o dura (vainas indehiscentes), basta con secarlas al sol en superficies acondicionadas para facilitar las labores de beneficio, selección y empaque de las semillas. No obstante, si las semillas están cubiertas por algún tejido carnoso o por algún tipo de cubierta dura, ésta deberá eliminarse perfectamente empleando el método apropiado al caso (remojo, secado, raspado, golpeteo, tamizado,

etc.), procediendo posteriormente a secarlas al sol. Sí las semillas no se van a utilizar inmediatamente, se deben fumigar con bromuro de metilo o espolvorearse con Arasan en cantidades de dos gramos por cada kilogramo de semilla. Para almacenarlas se pueden utilizar frascos de vidrio, botes alcoholeros o bolsas plásticas, colocando el material en un cuarto fresco, seco y con buena ventilación.

Pruebas de germinación de las semillas

Estas pruebas tienen como objetivo, conocer la capacidad de germinación de las semillas colectadas, para determinar su valor con fines de producción en vivero.

Para ello se tomará una muestra de 100 a 400 semillas, divididas en lotes de 25 a 100 semillas cada uno. Cada lote se sembrará en un germinador cuadrado de madera de 30 x 30 centímetros de lado y 10 de fondo, lleno totalmente con arena cernida y humedecida para nivelarla; se debe llenar hasta la parte superior de la caja. Se hacen surcos cada 2.5 centímetros de distancia y se siembran las semillas, haciendo orificios con una profundidad de dos veces el tamaño de la semilla. Las semillas se cubren perfectamente con arena fina y luego se riega ligeramente. Mediante un bastidor de madera se cubre la caja con polietileno y al comenzar la germinación se retira esta tapa, manteniendo húmeda la arena. Se considera que la semilla germinó cuando la plántula tenga aproximadamente un centímetro de alto. Se recomienda que la prueba dure un mes y durante este tiempo hay que realizar conteos de la semilla germinada, cada 7 días. Los valores obtenidos se deben expresar en porcentaje promedio de germinación, tomando en cuenta los cuatro lotes.

Construcción de almácigos

Existen dos tipos de almácigos, uno de construcción sólida con varios años de vida útil, utilizando cemento, cal, arena y ladrillos. El otro es de tipo rústico sin ningún tipo de delimitación, con periodo de vida útil de unos dos años. Se recomienda la construcción del primer tipo de almácigo. Para ello se excava una zanja de 130 centímetros de ancho, por 90 centímetros de hondo y 10 metros de largo, a la cual se le dota de paredes interiores a base de ladrillos, con una altura de 60 a 70 centímetros. En el fondo del almácigo se coloca una capa de grava de 30 centímetros, luego una de arena de 20 centímetros y finalmente

se llena con suelo. Este suelo es una mezcla que contiene dos terceras partes de tierra de arrastre (de arroyos, ríos o presas) y una tercera parte de tierra de hoja o estiércol descompuesto. También se puede usar dos terceras partes de tierra de monte, mezclada con una tercera parte de arena. Cada componente se tamiza en una criba para eliminar piedras, terrones o basura, para luego mezclarse perfectamente. Es importante dejar una superficie pareja en el almácigo y se logra rellenando con suelo las partes bajas de la cama del almácigo. Es necesario dotar de media sombra al almácigo, para evitar la deshidratación de las plantas.

Fumigación del almácigo

Para tener un almácigo productivo y con plantas sanas, es conveniente fumigar el suelo. Sin embargo, como en esta acción es necesario emplear sustancias venenosas, se recomienda que se contraten los servicios de un experto para ejecutar esta actividad. Mediante la fumigación se logra evitar enfermedades comunes en la propagación de las plantas como el estrangulamiento del cuello de la raíz, también conocido como Damping-off, provocado por un hongo.

Siembra en el almácigo

Para aumentar la germinación de las semillas, se recomienda que previo a su siembra, se remojen en agua limpia a temperatura ambiente, por espacio de 24 horas. Además, es importante que la siembra se efectúe a una densidad adecuada, con el fin de obtener plántulas de buena calidad. Las densidades óptimas varían de 800 a 1,600 plántulas por metro cuadrado. Para la siembra de semillas grandes, se sugiere utilizar densidades de 1,000 a 1,200 semillas por metro cuadrado de almácigo (68 gramos de semilla por metro cuadrado). Para la siembra de semillas medianas, la sugerencia es de 1,500 semillas por metro cuadrado (50 gramos de semillas por metro cuadrado). Finalmente, para las especies de semilla chica, las siembras serán con una densidad de 2,000 semillas por metro cuadrado (50 gramos de semillas por metro cuadrado). La mejor época de siembra es entre abril y mayo, con el objeto de que la germinación de las semillas y el desarrollo de las plántulas no se vea amenazado por periodos de heladas o vientos fuertes, que puedan afectar su sobrevivencia.

Riegos

Se deben aplicar riegos ligeros a razón de 8 litros de agua por metro cuadrado de almácigo, durante los primeros 30 días. Cuando el viento es fuerte y la temperatura alta, la capa superior del suelo del almácigo se seca rápidamente, en cuyo caso se recomienda dar dos riegos ligeros al día. Uno por la mañana y otro por la tarde. Con esto se asegura el mantener la humedad del suelo y evitar que la planta se seque. Se deberá utilizar una regadera con una cebolleta de perforaciones finas, para evitar que al efectuar el riego sean desenterradas las semillas.

Preparación del suelo para el llenado de macetas

Para que las plantas tengan un buen crecimiento, es necesario preparar una mezcla de suelo que proporcione los nutrimentos necesarios que ayuden a su buen desarrollo. El suelo para el llenado de macetas se prepara con dos cuartas partes de tierra de arrastre, una cuarta parte de tierra de hoja y una cuarta parte de arena común. Las macetas se hacen con bolsas negras de plástico de 25 centímetros de largo por 12 centímetros de ancho, con perforaciones en la base para permitir que escurra el exceso de agua y evitar la pudrición de la planta. La capacidad de estas macetas es de aproximadamente un kilogramo de suelo.

Trasplante a macetas

Es necesario el trasplante de las plántulas cuando tengan de 8 a 10 centímetros de alto o al mes de edad. Un día antes, el almácigo se anega con agua, para que al sacar las plántulas las raíces no se dañen. Las plántulas se extraen con una pala jardinera y se colocan en un recipiente con agua para evitar su deshidratación. Con un clavo grueso o con una estaca se hace un agujero en el centro de la maceta y allí se coloca la plántula, procurando no doblar la raíz y se aprieta el suelo alrededor de ésta. Es conveniente que las macetas sean regadas un día antes del trasplante, para facilitar esta actividad. Después del trasplante las macetas se deberán colocar bajo sombra, para evitar daños por insolación.

Mantenimiento de la planta en vivero

Durante el crecimiento de las plántulas, se necesitan realizar las siguientes acciones de mantenimiento:

- Las macetas deberán de estar sentadas en una superficie que permita drenar el exceso de humedad, como por ejemplo, en grava.
- Los riegos se aplicarán cada ocho días, pero conforme avanza el crecimiento de la planta se podrán aplicar cada 15 días.
- Es necesario proteger las plantas contra agentes climatológicos adversos como granizo, heladas, lluvias torrenciales, alta insolación y viento. En este caso, el vivero contará con zonas sombreadas para protección de los ejemplares.
- Se mantendrán las macetas libres de malezas.
- Las plantas deberán revisarse periódicamente, pues algunas especies tienden a formar una raíz fuerte y penetrante que sobrepasa la capacidad del envase; en este caso es necesario su poda. El tratamiento es benéfico, ya que estimula la formación de raíces fibrosas y en el momento en que la planta sea trasladada al campo, tendrá mayor oportunidad de absorber la humedad del suelo.
- Es necesario realizar una cuidadosa planeación del destino de la planta, para evitar que permanezca más de un año en el vivero o de lo contrario, al realizar su trasplante final el ejemplar podría haber alcanzado una talla que dificulte o imposibilite su manejo posterior.

Trasplante de los individuos

La construcción de las cepas se deberá realizar en la época seca del año, dos a tres meses antes del inicio de la temporada de lluvias, a fin de que el suelo y las paredes de la cepa se aireen y con ello se prevengan plagas y enfermedades del suelo. El hoyo se abre de las dimensiones deseadas, el cual en términos generales deberá ser de 30 x 30 x 30 cm para individuos trasplantados menores a 1.5 m de altura y de 60 x 60 x 60 cm para individuos arbóreos de 1.8 a 2 m de altura. El suelo se deberá amontonar a un lado de las cepas, permitiendo su meteorización, con el fin de prevenir plagas y enfermedades del suelo.

En este caso, las plantas tendrán cepellón y lo más importante es que se logre la profundidad de trasplante correcta y que por todos lados exista un buen contacto de las

raíces con el suelo. Como primer paso, se deberá retirar el contenedor o envase (en este caso bolsas de plástico), para evitar deformaciones radiculares irreversibles, que ocasionan daños graves apreciables sólo al largo plazo. Es recomendable cortar la sección inferior del cepellón en un ancho de 2 a 2.5 cm, con el objeto de permitir el paso libre a las raíces y para eliminar raíces enroscadas o dañadas, así como para estimular el desarrollo de nuevos brotes de raíz que de inmediato penetrarán en el suelo de la cepa.

En seguida se coloca la planta en la cepa y se procede a rellenarla de la siguiente manera:

- Se debe sostener la planta en posición vertical.
- Con la otra mano se va rellenando la cepa con tierra, de manera uniforme alrededor del cepellón, cuidando que la distribución de la tierra vaya siendo homogénea, hasta llenar 3/4 partes de la cepa. Se riega perfectamente la tierra.
- El llenado de la cepa continúa hasta que el nivel de la tierra de relleno llegue un poco por encima del terreno, con la finalidad de que al compactarlo con el pie, quede al mismo nivel del terreno. Se procede a efectuar otro riego y se cubre el terreno con una cubierta de hojas.
- Es importante que la parte superior del cepellón quede cerca de la superficie de la tierra. De lo contrario, la planta tendrá que producir nuevas raíces, retardando el crecimiento de la parte aérea de la planta.
- Para lograr un buen contacto del cepellón de la planta con el suelo, se debe compactar la tierra que rodea el cepellón por medio de pisoteo. El suelo del cepellón se deberá compactar con la mano, de considerarse necesario.

El arreglo de las cepas seguirá la distribución conocida como "tres bolillo", que consiste en colocar las cepas de manera que formen triángulos equiláteros en todas las direcciones. En la esquina de cada triángulo se construye una cepa. Este tipo de distribución protege el suelo y favorece que el agua se infiltre al subsuelo.

Actividades de mantenimiento

Entre las actividades que deberán ser realizadas para garantizar el éxito de los trabajos, posteriores a la siembra de los individuos, se incluye lo siguiente:

- Deshierbe

Es la remoción de la vegetación no deseada, para evitar la competencia que se establecería por luz, agua y nutrimentos, entre los individuos trasplantados y las malezas. Esta actividad se debe realizar continuamente y su frecuencia depende de la velocidad de crecimiento de las malezas. En términos generales, se sugiere realizar un deshierbe manual cada mes durante el primer año y cada dos meses, posteriormente.

- Control de plagas

Esta actividad involucra el diagnóstico preciso del tipo de plaga que está afectando a la planta y de acuerdo a esto, se deberá prescribir el tratamiento más adecuado. Las plagas más frecuentes que afectan a las plantas incluyen:

  - Nemátodos del suelo, la cual es una plaga común que ejerce fuertes efectos sobre el crecimiento de las plantas. Esta plaga se detecta sacando una muestra del suelo que rodea al sistema radicular de la planta y se estima la cantidad de gusanos que posee. Cuando a simple vista se puede observar una gran cantidad de gusanos, es necesario proceder a la fumigación del suelo, mediante sustancias químicas que se agregan al suelo durante el riego.
  - Insectos que incluyen desde larvas defoliadoras y descortezadores en el caso de pinos, hasta individuos adultos de diversas especies de insectos.
  - Hongos. Se presentan en sitios que presentan mucha humedad y que reciben poca cantidad de luz solar directa. Este problema se elimina con la aplicación mediante aspersores, de un fungicida. También pueden mejorarse las condiciones de iluminación del lugar, mediante la poda selectiva de los árboles.

Cabe señalar que el tipo de producto a utilizar para el control de plagas, es exclusivo para cada caso en particular. Por lo tanto, es necesario que al detectar un problema de infección por plagas, se contraten los servicios de un experto para diagnosticar la plaga y para prescribir su control. En todo caso, se tendrá como precepto la prevención de plagas

y enfermedades y únicamente en caso extremo se llegaría a utilizar compuestos químicos bajo la asesoría de expertos en su manejo cuidando en todo momento que se utilicen sustancias autorizadas por la normatividad ambiental vigente. Al momento de realizar el deshierbe deberá revisarse el estado fitosanitario de los individuos, con el objeto de realizar un control efectivo de las plagas.

- Riegos auxiliares

En todo momento se debe vigilar que la planta cuente con la humedad suficiente para realizar sus funciones. Durante la temporada de lluvias es suficiente el agua que reciben las plantas por vía natural. Sin embargo, en época de secas se deberán efectuar los riegos imprescindibles para impedir que el suelo se seque totalmente. Esto podría significar el riego de las áreas reforestadas dos veces por mes entre los meses de octubre y febrero, y una vez por semana entre marzo y mayo, cuando la temperatura ambiental es mayor. El riego se deberá efectuar en las horas de menor insolación, muy temprano o por la tarde, con el fin de utilizar eficientemente el agua.

Teniendo en mente que los trabajos de vigilancia de las plantas serán más difíciles de ejecutar cuanto más retirado esté el sitio elegido para reforestación, será necesario contratar personal local para que dé seguimiento a los trabajos de reforestación y ejecute las actividades de mantenimiento.

Debido a la dificultad que existe para transportar agua con el objeto de realizar riegos auxiliares, la plantación de los ejemplares se deberá efectuar una vez establecida la época de lluvias. De esta manera, los trabajos de mantenimiento estarán relacionados principalmente con efectuar deshierbes periódicos que permitan un crecimiento vigoroso de las plantas, al eliminar las hierbas que compiten con ellos por luz, agua y nutrimentos.

También incluye el vigilar el desenvolvimiento de los ejemplares y en su caso, de notificar inmediatamente al supervisor ambiental interno, sobre los problemas que se detecten, con el objeto de que se realicen las acciones correctivas que correspondan. Asimismo, con una periodicidad mensual reportará los trabajos efectuados, el estado fitosanitario de los individuos y el porcentaje de sobrevivencia del material trasplantado, con

el objeto de que se disponga de los datos requeridos para presentar los reportes de avance de los trabajos a la autoridad ambiental.

Calendario de Actividades

Para garantizar el correcto desarrollo de los trabajos asociados a esta medida de compensación, una vez que sea autorizado el proyecto, propietarios, en coordinación con las autoridades federales, estatales y/o municipales, buscarán el o los sitios ideales para llevar a cabo la reforestación, definición que será dada a conocer a la DGIRA en su oportunidad. En forma paralela y de ser necesario, se visitarían los viveros de la región, con el objeto de detectar en donde se obtendría el material adicional necesario para realizar los trabajos de reforestación. Una vez que se elijan y aseguren los terrenos por reforestar, se dará inicio a los trabajos, para lo cual se contratará con una cuadrilla de ayudantes, empleando a pobladores locales.

Se plantea que la reforestación se realice durante los primeros meses de construcción, una vez que se definan los sitios por beneficiar. Sin embargo, para garantizar el éxito de las plantas, las actividades de vigilancia y mantenimiento se extenderán por 5 años más.

Acciones para garantizar el éxito del programa

Las acciones que se establecen en este programa para garantizar el éxito de los trabajos de reforestación son las siguientes:

- Planear con anticipación los trabajos de rescate y de reforestación, identificando requerimientos de personal, de equipo y materiales necesarios para realizar estos trabajos.
- Unir los trabajos de rescate y reforestación, con el objeto de aprovechar los individuos que se rescatarán, reubicándolos en áreas donde es necesario incrementar la densidad de individuos y la riqueza de especies, con el objeto de propiciar la restauración del sitio.
- Selección de especies nativas que por estar en su ambiente natural, requieren de menos cuidados por lo que los costos de mantenimiento disminuyen, a la vez que se obtienen mayores porcentajes de sobrevivencia en el material trasplantado.

- Seguimiento de los trabajos de reforestación por un periodo de cinco años, con entrega de reportes de los resultados a la autoridad competente

Indicadores

Esta actividad se realizará a través del seguimiento de los individuos trasplantados con el fin de garantizar su sobrevivencia. Para evaluar el éxito de los resultados de los trabajos de reforestación, los indicadores que se utilizarán son los siguientes.

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
$\sum_{sp=x}^{n} tv = tv_1 + tv_2 + \cdots + tv_n$ En donde: tv = tipo de vegetación existente en la zona utilizadas para la reforestación tv1 = Tipo de vegetación en el sitio Núm 1. tvn= Tipo de vegetación en el sitio Núm. n	tv = x
$\sum_{d=x}^{n} d = d_1 + d_2 + \cdots + d_n$ d = número de plantas utilizadas para la reforestación (densidad) d1 = número de plantas utilizadas para la reforestación en el sitio Núm. 1 dn= número de plantas utilizadas para la reforestación en el sitio Núm. n	$\sum_{d=x}^{n} d = x\ plantas/ha$
$sp = (ov / op_t) \times 100$ En donde: sp = supervivencia ov = número de organismos vivos de una muestra determinada. op_t = número total de organismos plantados de una muestra determinada	sp >= 85%

sa = (oe / ov) 100 En donde: sa= sanidad (vigor) oe = número de organismos enfermos de una muestra determinada ov = número de organismos vivos de una muestra determinada	sa >= 95%

VI.2.8 Subprograma de manejo integral de residuos

La generación de residuos y emisiones a la atmósfera dentro de este proyecto se dirige en dos vertientes, una de ellas y de vital importancia, es para las actividades que actualmente se llevan a cabo en la operación del Complejo Minero La Caridad y una segunda, para las obras y actividades que se construirán y operarán en el futuro derivadas de las necesidades de la operación actual.

Con el fin de elaborar el presente subprograma de manejo se realizó una caracterización de los posibles residuos que se puedan generar, agrupándolos de acuerdo a sus características en Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y Residuos Peligrosos (RP) proponiendo técnicas de manejo y disposición final para cada uno de ellos.

RESIDUO	TIPO DE ALMACENAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
Grasas y aceites	Contenedor de 200 litros	Empresa autorizada por SEMARNAT.
Aceite lubricante usado	Contenedor de 89 litros	Empresa autorizada por SEMARNAT.
Estopas y materiales impregnados con grasas y aceites	Contenedor de 200 litros	Empresa autorizada por SEMARNAT.
Residuos de manejo especial (material de empaque y embalaje, madera, cartón, alambre)	Área específica asignada durante el contrato con empresa autorizada.	Empresa autorizada por CEDES.

Residuos sólidos urbanos y manejo especial	Bolsa plástica y Contenedor de 200 litros	Relleno Sanitario de Agua Prieta.
Residuos de desmonte y despalme	A granel sobre suelo natural	Almacenado y posteriormente reintegrados a sitios requeridos para restauración de suelos.
Escombros de demolición	A granel sobre suelo natural	Sitio autorizado por CEDES.
Tepetates	Tepetateras, objeto del presente Proyecto.	Tepetateras.
Jales de flotación	Vaso de la presa de jales.	Presa de jales.
Orgánico degradado	Totem de 1000 litros.	Empresa autorizada por SEMARNAT.
Lodos del ánodo electrolítico	Almacén de lodos objeto del presente Proyecto.	Empresa autorizada por SEMARNAT.

Una vez que los residuos son caracterizados; será factible conocer cuáles de éstos es posible minimizar, reciclar, o tratar, estableciendo así una segregación adecuada, incluyendo los residuos peligrosos y no peligrosos.

Una vez caracterizados y valorados los residuos, se dispondrán en el área de almacenamiento, cuidando de no mezclar los peligrosos con los no peligrosos. Cumpliendo con las condiciones básicas señaladas en el artículo 82 del Reglamento de la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y siempre considerando la peligrosidad de los residuos almacenados (corrosividad, inflamabilidad, explosividad, toxicidad).

A continuación se describen los tipos de residuos así como las técnicas de manejo y disposición final para cada uno de estos.

Residuos sólidos urbanos

Estos residuos se sub-clasifican en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria.

La separación de los residuos en orgánico e inorgánico trae consigo los siguientes beneficios:

- Incrementa el acopio de desperdicios reciclables, al facilitar la tarea de selección de los residuos inorgánicos.
- Abre la posibilidad de producir composta para fertilizar los suelos de parques y jardines.

Residuos de manejo especial

Los Residuos de Manejo Especial (RME), "Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos".

Los residuos de manejo especial que se generan son productos de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo que se realizan a las instalaciones, siendo éstos: chatarra de equipo o partes, colillas de soldadura, llantas, residuos de empaque embalaje (cartón y madera) de las piezas o equipo suministrado, hules (bandas, tubería de plástico y mangueras de hule, pedacería de tubería de PEAD y protectores de cátodos dañados), residuos eléctricos y electrónicos.

Las llantas de unidades ligeras son enviadas a una plantas para ser aprovechadas en los hornos que cuentan con sistemas de depuración de emisiones a la atmosfera. Las llantas de equipos OTR (Of The Road) son reutilizadas dentro del complejo para delimitar caminos, como guardas en las carreteras y como maceteros.

Las Pilas alcalinas son enviadas al Almacén Temporal de Residuos Peligrosos de la empresa, a pesar de estar establecido en la legislación como un residuo de manejo especial, posteriormente es enviado con una compañía que se encarga de su confinamiento controlado por medio de la técnica de macro encapsulamiento, para asegurar que los mismos no generaran la contaminación de sitios de disposición final de residuos no peligrosos.

Los cartuchos de impresión son enviados de vuelta con el proveedor que se encarga de valorizarlos ya sea reciclando el plástico y sus componentes o habilitándolos para usarlos nuevamente.

Mantenimiento de equipo e instalaciones. El mantenimiento a equipo e instalaciones son del tipo preventivo y correctivo, realizándose in situ o en el taller de mantenimiento de la empresa. Los residuos que se generan son del tipo metálico consistentes principalmente en piezas de equipo que son sustituidas o equipo completo que queda fuera de funcionamiento, acero de corte, acero de desgaste especial de quebradoras o molinos, acero estructural y blindaje, tuberías de acero, placas y láminas de metal, a estos residuos se les denomina como chatarra, se generan también escombros derivados de reparaciones de caminos o instalaciones.

La chatarra es vendida a una compañía que la valoriza por medio de la fundición secundaria para hacer nuevas piezas o materiales.

Adicionalmente se generan residuos de empaque o embalaje de las piezas o equipos nuevos suministrados (plástico, cartón, madera) y hules (bandas, pedacería de polietileno de alta densidad por reparación de tuberías o mangueras y protectores de cátodos que son retirados al encontrarse dañados), colillas de soldadura, llantas y vidrios.

Mantenimiento eléctrico e instrumentación. En el mantenimiento eléctrico e instrumentación se generan residuos tales como arrancadores, bobinas, sobrantes de cable, sensores, tubo conductor de cables y equipos eléctricos y electrónicos al final de su vida útil.

Los residuos eléctricos y electrónicos son enviados al área de activo fijo para asegurarse de darlos de baja del inventario de la empresa y después ser enviados a disposición final o ser donados.

Residuos mineros

Conforme al numeral 5.1 de la NOM-157-SEMARNAT-2009 y la caracterización por tipo de residuos de acuerdo al numeral 5.4 de la NOM-157-SEMARNAT-2009 involucra los siguientes residuos:

- Tepetate.
- Jales de flotación.
- Residuos producto del beneficio (Orgánico degradado).

Residuos peligrosos

Los Residuos Peligrosos (RP): Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley.

La generación de residuos peligrosos provenientes de procesos que utilizan sustancias químicas con características de peligrosidad, requiere la prevención de riesgos e impactos potenciales relacionados con su manejo en cualquier industria, obra y/o actividad.

La empresa y/o empresas contratistas deberán darse de alta ante la SEMARNAT, como generadores de residuos peligrosos, además de entregar cada que se solicite los manifiestos de entrega-recepción del tratamiento de los residuos que se generen por el mantenimiento preventivo y correctivo, de la maquinaria y equipos utilizados en la obra, además del registro (bitácoras) de la generación por tipo de residuo peligroso (aceites gastados, estopas y trapos impregnados, filtros, por ejemplo).

Indicadores

Los indicadores de seguimiento y la valoración de la eficiencia de la medida se presentan a continuación.

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
lru = (j / s) x 100 En donde: lru = limpieza de residuos urbanos. j= Superficie (m^2) en la que se realiza la limpieza y recolección. s= Superficie total (m^2) del frente de trabajo.	lru = 100%
tru = (v / vt) x 100 En donde: tru = tratamiento final de residuos urbanos v = volumen (m^3) de residuos urbanos almacenados en el frente de trabajo. v_t = volumen total (m^3) de residuos urbanos trasladados para su depósito final.	tru = 100%
mru = (lru / tru) x 100 En donde: mru_i = Índice de manejo de residuos urbanos. lru = limpieza de residuos urbanos* tru = tratamiento final de residuos urbanos* *Ver fórmulas en las dos filas anteriores	mru = 1
lrp = (j / s) x 100 En donde: lrp = limpieza de residuos peligrosos. j= Superficie (m^2) en la que se realiza la limpieza y recolección. s= Superficie total (m^2) del frente de trabajo.	lrp = 100%
trp = (v / vt) x 100 En donde: trp = tratamiento final de residuos peligrosos v = volumen (m^3) de residuos peligrosos almacenados en el frente de trabajo. v_t = volumen total (m^3) de residuos urbanos trasladados para su depósito final.	trp = 100%

mrp = (lrp / trp) x 100 En donde: mrp_i = Índice de manejo de residuos peligrosos. lrp = limpieza de residuos peligrosos* trp = tratamiento final de residuos peligrosos* *Ver fórmulas en las dos filas anteriores	mrp = 1

CAPITULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

CAPITULO VII

TABLA DE CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 1
VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto 1
VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto 4
VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección 5
VII.4. Pronóstico ambiental 8

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Para realizar un pronóstico completo del escenario, en el presente apartado se presenta un análisis del escenario resultante al introducir el proyecto en el sitio. A su vez, 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 de la actividad 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 del pronóstico encontrado, 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.), facilitando 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.

A continuación, se realiza una descripción de la descripción y análisis del escenario sin proyecto, una vez establecido el proyecto y considerando sus medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección, para poder establecer un pronóstico ambiental.

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

De inicio, se realizará un resumen con la descripción y el análisis del escenario sin proyecto, con la finalidad de valorar el escenario del SAR en el que se encuentra actualmente el proyecto. Para ello, es necesario tener presente el estado cero o Tiempo cero de las condiciones ambientales actualmente existentes, descritas ampliamente en los

capítulos II y IV de la presente MIA-R del proyecto "Ampliación La Caridad", y de los cuales se desprende que tanto la estructura como las funciones están dadas por varios factores que en su conjunto determinan la línea base ambiental del SAR y área del proyecto.

La situación actual está muy alejada de un estado medianamente conservado, tomando en cuenta la información del proyecto descrita en el Capítulo 2 de la presente MIA-R, el área del proyecto se rige por la aptitud y uso de suelo minero que prevalece en la región.

Para este escenario es importante mencionar que dicha aptitud fue descubierta desde el año de 1660 y que a partir de la década de los sesenta se han desarrollado gran parte de las obras y actividades de explotación y beneficio en el complejo minero La Caridad, que iniciaron antes de la entrada en vigor de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en el año 1988.

La superficie que abarca el presente proyecto es de aproximadamente 1,480.60 ha., la superficie del proyecto que se encuentra dentro de polígonos con autorización de impacto ambiental es de 170.58 ha, mientras que las obras nuevas consideran un total de 1,310.02 ha.

El proyecto Ampliación La Caridad está conformado por un total de 14 subproyectos/polígonos; de ellos, algunos integran plantas completas y áreas asociadas, otros abarcan solo un área o incluso una sola planta. 11 de los polígonos están relacionados directamente a la actividad minera, que son: Cachuly Sur, Continuación Santo Domingo, El Ranchito, Ampliación Santo Domingo, Ampliación Cachuly, Represo Cachuly, Crecimiento de depósito de jales, Ampliación Concentradora, Nuevo Tren de Extracción, Espesadores de alta eficiencia y Clarificador; los restantes abarcan áreas de servicios, como son el Almacén de lodos anódicos, la Planta Termosolar y el Taller Pilares

En menor medida, también están presentes las actividades primarias (agricultura y ganadería), las cuales junto con la minería, dan como resultado un paisaje totalmente transformado que se sobrepone a los ensambles naturales.

En este mismo tenor, el paisaje característico de la zona está regido por el contraste existente entre la presencia de comunidades de vegetación original y de tipo antrópica, así como la presencia de suelo desnudo en los diferentes usos de suelo en el área de estudio. De manera general, el SAR ha estado expuesto a afectaciones paisajísticas derivadas de desarrollos extensivos por actividades humanas, por lo que en una gran extensión de éste ya no se mantiene la integridad de las diferentes comunidades vegetales.

En una menor porción del SAR, se pueden apreciar mosaicos diferenciados de vegetación natural. En esta zona las comunidades vegetales han mantenido la cobertura vegetal característica de bosque de encino, encino pino, como de matorral desértico micrófilo y pastizal natural. Sin embargo, la naturalidad de dichos espacios se pierde un poco, por la presencia de pastizales cultivados, la agricultura, los asentamientos humanos, apertura de caminos, tendido de infraestructura pública y la infraestructura de los desarrollos mineros. A continuación se presenta imagen de lo mencionado con anterioridad:



En el área del proyecto, la presencia de diversa infraestructura y uso del suelo predominantemente minero, que en muchos de los casos dejan al descubierto el suelo, conducen a la presencia de un paisaje altamente contrastante entre la vegetación y el

suelo; o bien, la carencia de contraste ya que existe una predominancia de infraestructura que conduce a una baja calidad paisajística.

Derivado de la aptitud netamente minera de la región, las tendencias de crecimiento en el área del proyecto y SAR son de la misma naturaleza del desarrollo minero que actualmente existe en la zona. Como resultado de esta dinámica productiva, en el ámbito del SAR definido para el proyecto, se presenta una tendencia de cambio de uso de suelo hacia las actividades mineras, difícilmente reversible, ya que dicho uso está regulado por los instrumentos normativos de la región, tal como ya fue descrito en el Capítulo III de la presente MIA-R.

VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

De los resultados obtenidos en el Capítulo 5 de la presente MIA-R, se obtuvo el escenario ambiental con la presencia del proyecto, en el cual son considerados los impactos ocasionados por el proyecto y sin la aplicación de medidas de mitigación.

Tenemos que tomar en cuenta que los impactos mencionados en el Capítulo son producto tanto de las obras y actividades que se encuentran en operación, como de su posible potencialización por la presencia de las obras nuevas propuestas en la presente MIA-R, motivo de la solicitud de la ampliación La Caridad.

Esto es de suma importancia, ya que los impactos que ocasionarán las obras en etapa de planeación no difieren en lo absoluto de los que en su momento ocasionaron los proyectos en operación; razón por la cual, el escenario con la presencia del proyecto no difiere del que actualmente existe.

Los procesos que conlleva el beneficio del mineral (Ampliación Concentradora, Represo Cachuly, Ampliación Cachuly, Crecimiento de Depósito de Jales, Nuevo Tren de extracción y Espesadores de alta eficiencia) en sus etapas de operación y mantenimiento, son de las que generan una mayor significancia a los posibles impactos por la posibilidad de generarse contaminación al medio biótico y abiótico con residuos mineros.

Hay que tomar en cuenta que el número de impactos adversos es mayor a los benéficos y considerar el efecto que causan estos últimos, tanto en el sistema de la sociedad civil, como en el económico. En pocas palabras, la Ampliación La Caridad permite crear condiciones para avanzar en una sociedad más igualitaria y en el bienestar de la población, presentando una economía más sana y fortalecida, ya que la inversión minera favorece tanto el contexto financiero, como las divisas y contribuye al PIB, generando empleo, comercio y servicios, entre otros.

Los resultados mencionados anteriormente, nos dan una muestra del equilibrio que se presenta entre los efectos adversos y los benéficos generados por la integración del proyecto en todas sus etapas.

Inicialmente se presenta la etapa de preparación del sitio, que da pauta a la transformación tanto del SAR como del área del proyecto Ampliación La Caridad. En ese momento es cuando ocurrieron los cambios considerados de mayor magnitud, ya que son la expresión territorial del cambio de uso de suelo y ocupación del espacio.

Ahora bien, durante la construcción si bien ocurrieron una menor cantidad de impactos (acciones relativamente puntuales que corresponden a la edificación de las oficinas, preparación de superficies, así como la realización servicios, entre otras actividades), éstas se sumaron y acumularon a los originados en la etapa previa.

Considerando los dos párrafos anteriores, una vez en etapa de operación, se vuelven a presentar y ser más perjudiciales los efectos del Complejo Minero La Caridad.

No obstante, es importante mencionar que la adaptación del proyecto Ampliación La Caridad en el SAR no es un motor de cambio o transformación sino más bien de continuidad en la secuencia de transformaciones que con décadas atrás se han presentado.

VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección

Inicialmente, en el Capítulo 2 se establecieron los objetivos de la presente MIA-R objeto del proyecto Ampliación La Caridad, donde uno de ellos es "dar continuidad operativa desde una perspectiva de integración ambiental, que considere los nuevos subproyectos en el contexto del desempeño ambiental del complejo minero".

Se espera que con la presente MIA-R del proyecto Ampliación La Caridad, se tengan mejores prácticas para mitigar los impactos ambientales que se generan, de ello considerando la aplicación de los Subprogramas dirigidos a la Conservación de los diferentes componentes ambientales (flora, fauna, suelo y agua), así como también del Plan de Cierre. Todos estos subprogramas forman parte integral del Programa de Vigilancia Ambiental que se describe en el Capítulo 6 del presente documento.

Para el cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) se presentan un total de 9 subprogramas, mismos que se enlistan a continuación:

1. Supervisión Ambiental
2. Educación Ambiental
3. Rescate y Reubicación de Flora Silvestre
4. Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre
5. Conservación y Restauración de Suelos
6. Monitoreo de la calidad del agua.
7. Reforestación.
8. Manejo Integral de Residuos.
9. Plan de Cierre.

La finalidad de dar cumplimiento al Programa de Vigilancia Ambiental, coadyuva con que la aplicación de las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección, tiendan a mejorar los efectos adversos sobre el ambiente previamente perturbado con obras y actividades que actualmente se encuentran en operación.

Al aplicar correctamente los subprogramas de compensación ambiental (flora, fauna, suelo y agua) en zonas que se encuentran deterioradas se mejorará la calidad ambiental y recuperarán las funciones naturales que actualmente se encuentran disminuidas debido al cambio de uso de suelo y deterioro de la vegetación.

Con las acciones mencionadas en los párrafos anteriores, se espera que la aplicación de las diferentes medidas de los suprogramas coadyuve con la recuperación de la cobertura vegetal, disminución de la erosión y el aumento de la infiltración del agua pluvial al subsuelo, así como también presentará una mejor calidad paisajística del SAR.

Para la construcción del escenario con la aplicación de las medidas de compensación ambiental se consideró exclusivamente el Programa de Reforestación, mismo que se traduce en beneficios a los diferentes componentes ambientales, principalmente el de vegetación y el de fauna. Las actividades de reforestación volverán a crear las condiciones propicias para la formación de hábitats y para el control de la erosión del terreno. Asimismo, las acciones de reforestación, no solo compensaran los efectos en el ambiente sino que contribuirá a mejorar la calidad ambiental, a través del aumento de cobertura y con ello la recuperación de funciones naturales que actualmente se encuentran disminuidas debido al cambio de uso de suelo y deterioro de la vegetación.

Por otro lado, la aplicación del subprograma de reforestación será realizada con especies nativas de la región, con lo que se pretende recuperar la estructura y función de los ecosistemas que actualmente se encuentran en proceso de deterioro por el cambio de uso de suelo y por el remplazo de su vegetación original de procesos actuales.

Los hallazgos demuestran que el Programa de Reforestación impacta positivamente en el suelo, la fauna, la vegetación y el paisaje. Aunque el desmonte necesario para las obras genera un daño persistente mientras estas existan, las acciones de compensación forestal en las áreas deterioradas del SAR lograrán generar beneficios ecológicos integrales en toda la región.

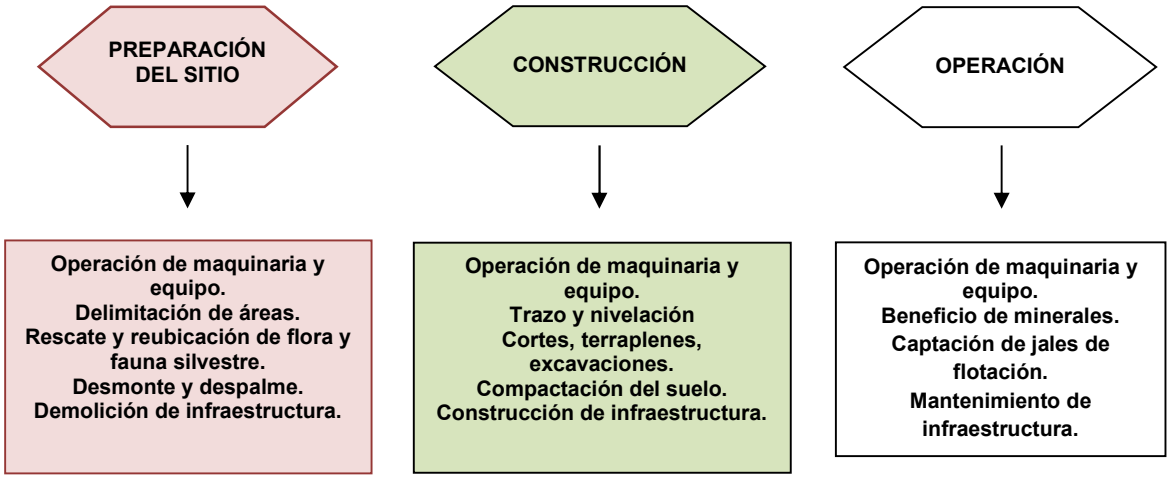
El incremento de la cobertura vegetal genera una sinergia que fortalece la conectividad y extensión del hábitat para la fauna, independientemente de su estatus de protección. Asimismo, esta expansión forestal mejora la calidad del paisaje en términos de estructura, fisonomía y contraste visual. De manera complementaria, el suelo experimenta beneficios críticos como la reducción de la erosión, la optimización de la infiltración hídrica y la restauración de su vocación natural.

VII.4. Pronóstico ambiental

Una de las maneras de analizar los componentes de un pronóstico ambiental 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 de la actividad permite comprender la estructura del sistema e inferir sobre los aspectos negativos para poder mitigar sus efectos en la actividad.

El Diagrama de Flujo, es el diagrama característico de la Dinámica de Sistemas. Básicamente consiste en la clasificación de los elementos del sistema.

Diagrama de flujo de las actividades principales



Primeramente, como parte del análisis de sistemas, tenemos 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.

Ya que se tiene definido el núcleo del problema, se realiza una descripción completa 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 es 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.

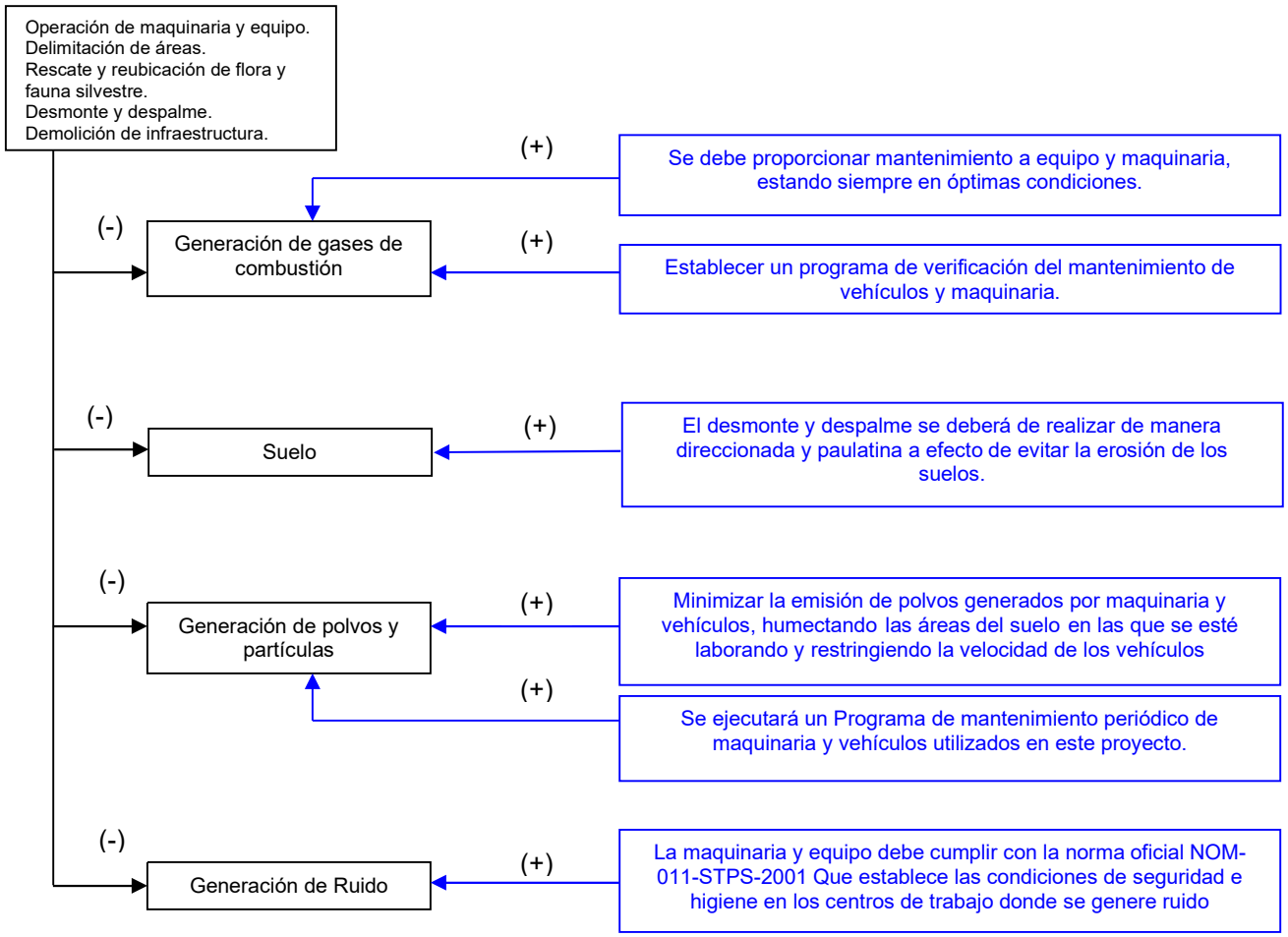
Aun cuando la relación proyecto-recurso es positiva, el proyecto **Ampliación La Caridad** presenta impactos adversos concentrados en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y abandono.

Las relaciones causales negativas de la actividad que intervienen son varias, que se destacan más adelante con las medidas de corrección en su caso aplicables.

Así, en la etapa de preparación del sitio los impactos son en su mayoría adversos, significativos y de magnitud media por las acciones de desmonte y despalme del terreno. En la construcción, la mayoría son adversos de igual manera, mismos que están centrados en la emisión de gases contaminantes y partículas suspendidas, así como la generación de residuos. En la operación lo más relevante resulta la generación de residuos mineros, de manejo especial, peligrosos y sólidos urbanos, así como ruido, polvos, gases de combustión, aguas residuales, mientras que en la etapa de abandono del proyecto la generación de aguas residuales, humos, polvos, ruido, gases de combustión continuarán. Estas generaciones son inherentes a las actividades a realizar y se verán atenuadas por las medidas de prevención y control a aplicar.

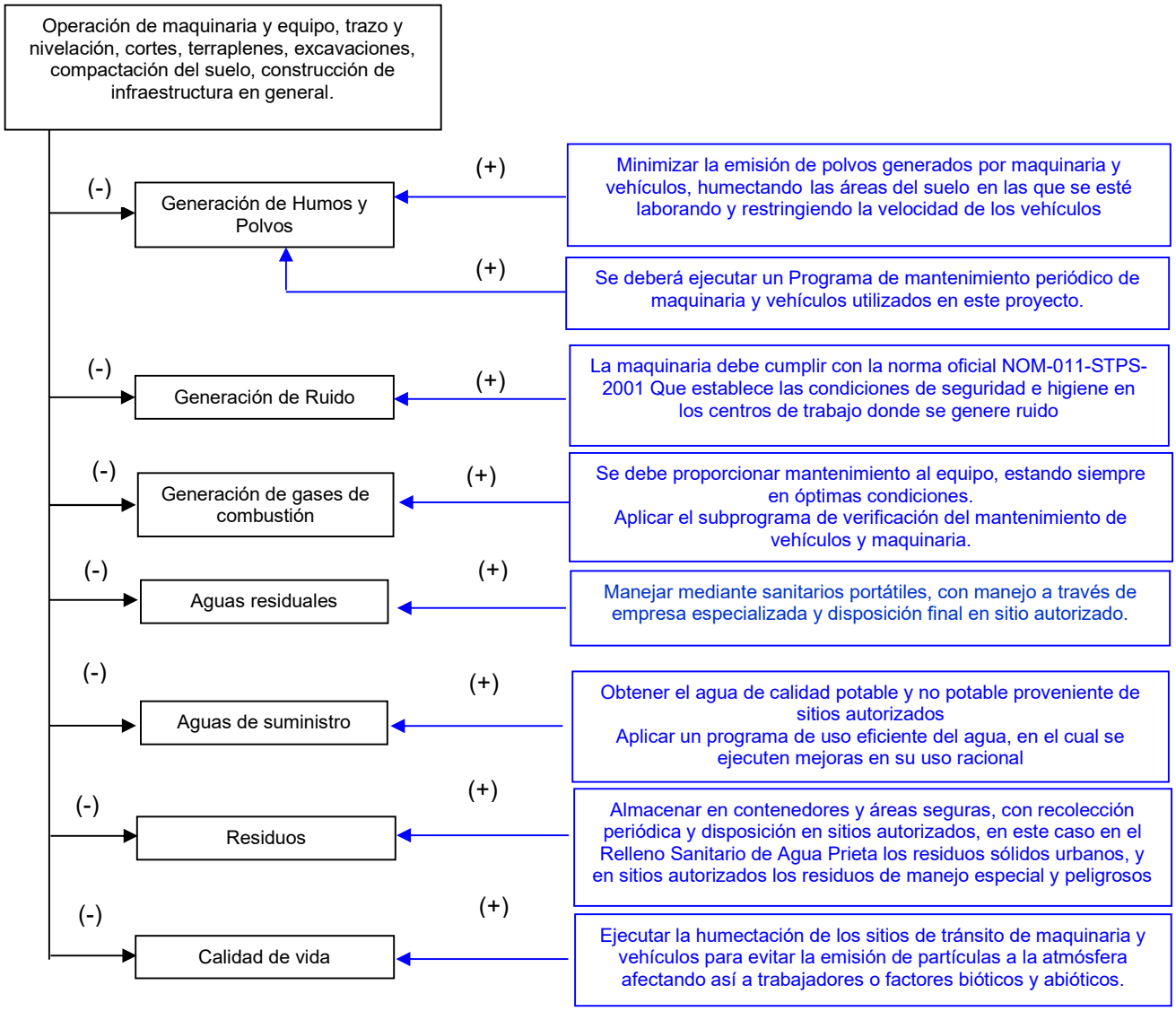
PREPARACIÓN DEL SITIO

Diagrama causal de los impactos ambientales y sus medidas a aplicarse para cada actividad en la Preparación del sitio



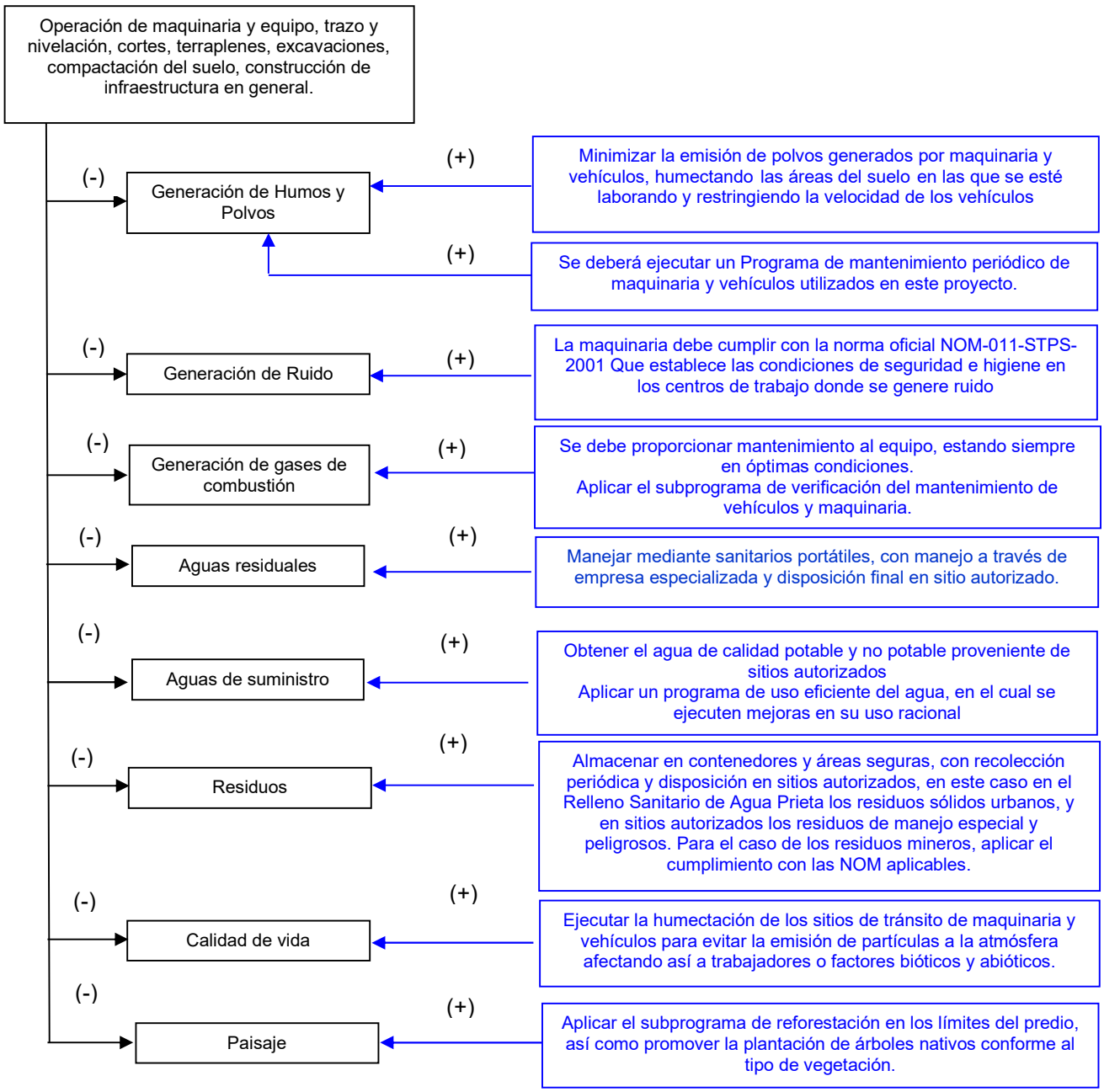
CONSTRUCCIÓN

Diagrama causal de los impactos ambientales y sus medidas a aplicarse para cada actividad en la Construcción



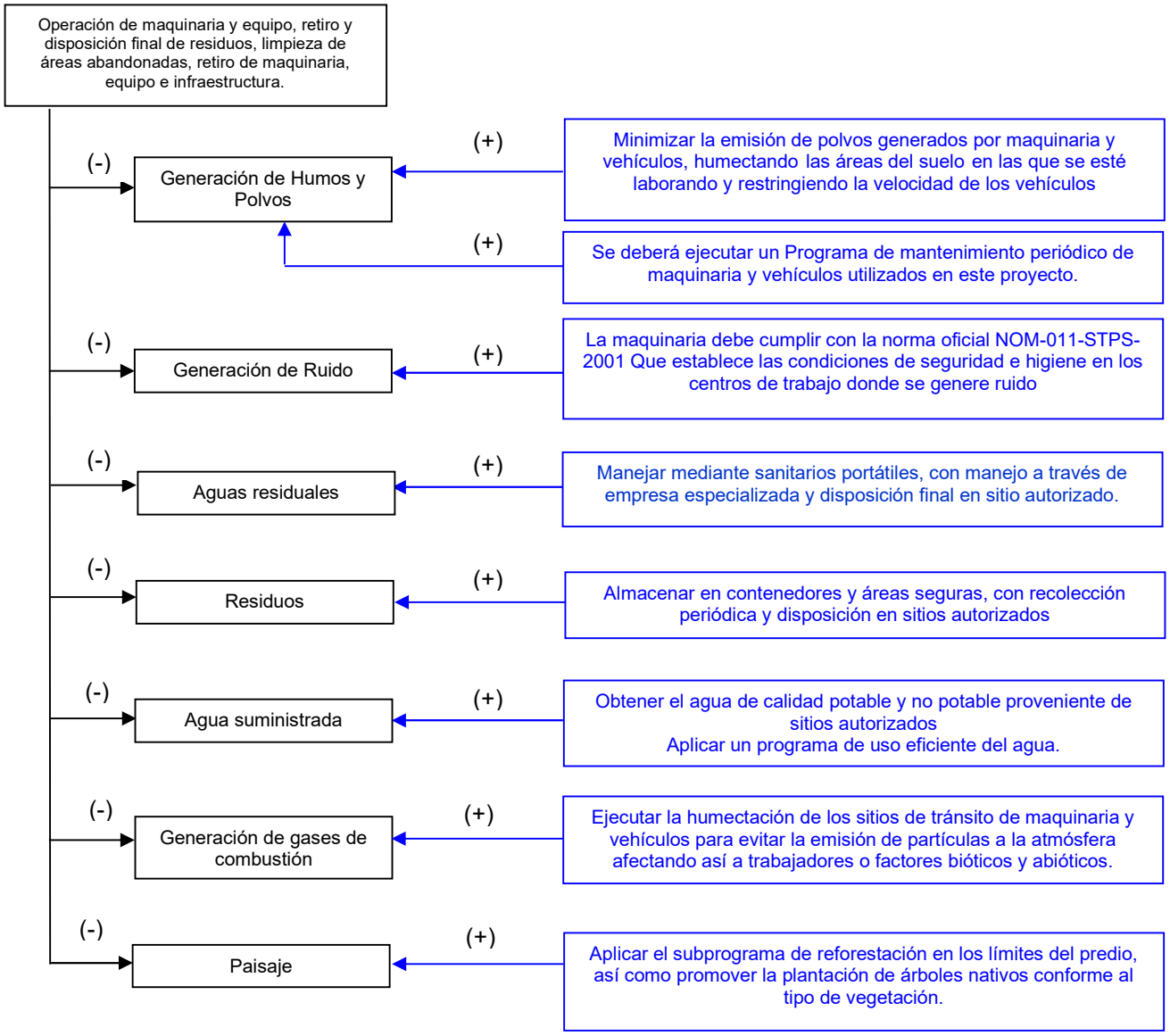
OPERACIÓN

Diagrama causal de los impactos ambientales y sus medidas a aplicarse para cada actividad en la Operación



ABANDONO

Diagrama causal de los impactos ambientales y sus medidas a aplicarse para cada actividad en el Abandono



En cuanto a los impactos benéficos, se identifica que en los factores socioeconómicos se tendrán impactos positivos debido a que, durante las diversas etapas de la actividad, se permitirá continuar con la generación de empleos, así como relaciones comerciales con proveedores de insumos.

Lo anterior indica que, aunque a un costo ambiental adverso significativo por el desmonte y despalme del terreno para efectuar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la generación de residuos mineros, peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial, la emisión de partículas suspendidas y gases de combustión de maquinaria y vehículo, sus impactos serán mitigados mediante la correcta aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental, para lo cual se cumplirá con todas las medidas establecidas en los subprogramas.

CAPITULO VIII

DENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

CAPITULO VIII

TABLA DE CONTENIDO

VIII. DENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 1

VIII.1. Presentación de la información 1

VIII.1.1. Cartografía 1

VIII.1.2. Fotografías 1

VIII.2. Otros anexos 2

VIII. DENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

VIII.1. Presentación de la información

Se presenta un ejemplar de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional impreso y dos en medio magnético, de los cuales uno será utilizado para consulta pública.

Toda la MIA-R está presentada en formato Word por Capítulo y en PDF, utilizando el idioma español.

VIII.1.1. Cartografía

La cartografía utilizada esta correctamente georreferenciada, para lo cual se utilizó principalmente el programa QGIS y ARCQIS, utilizando imágenes de satélite.

El sistema de coordenadas es el UTM WGS84.

Toda la información de la cartografía fue obtenida mediante los archivos shapefile (.shp) de la CONABIO, INEGI, entre otras, sustentándose para presentar toda la información.

VIII.1.2. Fotografías

En los diversos Capítulos de la presente MIA-R del proyecto Ampliación La Caridad, se presentan fotografías de los sitios, tanto del SAR como de los componentes del proyecto.

VIII.2. Otros anexos

Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto

Justificación.

Con el objeto de identificar los sistemas ambientales y los factores susceptibles de ser impactados por la implementación del proyecto, resulta necesario realizar previamente un análisis integral del Sistema Ambiental Regional (SAR), mediante la identificación y evaluación de las interrelaciones existentes entre sus componentes. Este análisis permite comprender el funcionamiento del SAR y establecer las condiciones ambientales actuales que servirán como línea base para la evaluación de impactos.

El SAR se encuentra conformado por la interacción de diversos elementos ambientales, entre los que se incluyen los distintos tipos de suelo, las condiciones climáticas predominantes, la cobertura y tipos de vegetación, la diversidad faunística y los diferentes niveles de disponibilidad y accesibilidad al recurso hídrico. En este contexto, se adopta un enfoque integral que permita analizar la dinámica de dichos componentes y su interdependencia, con el fin de prever los cambios ambientales que podrían presentarse como resultado de la ejecución y operación del proyecto.

Delimitación.

La delimitación de un SAR requiere el conocimiento previo de las características (bióticas, abióticas y socioeconómicas) y la localización de los proyectos a ejecutar, con el objetivo de realizar un estudio que analice los diversos factores que intervienen en su conformación y operación.

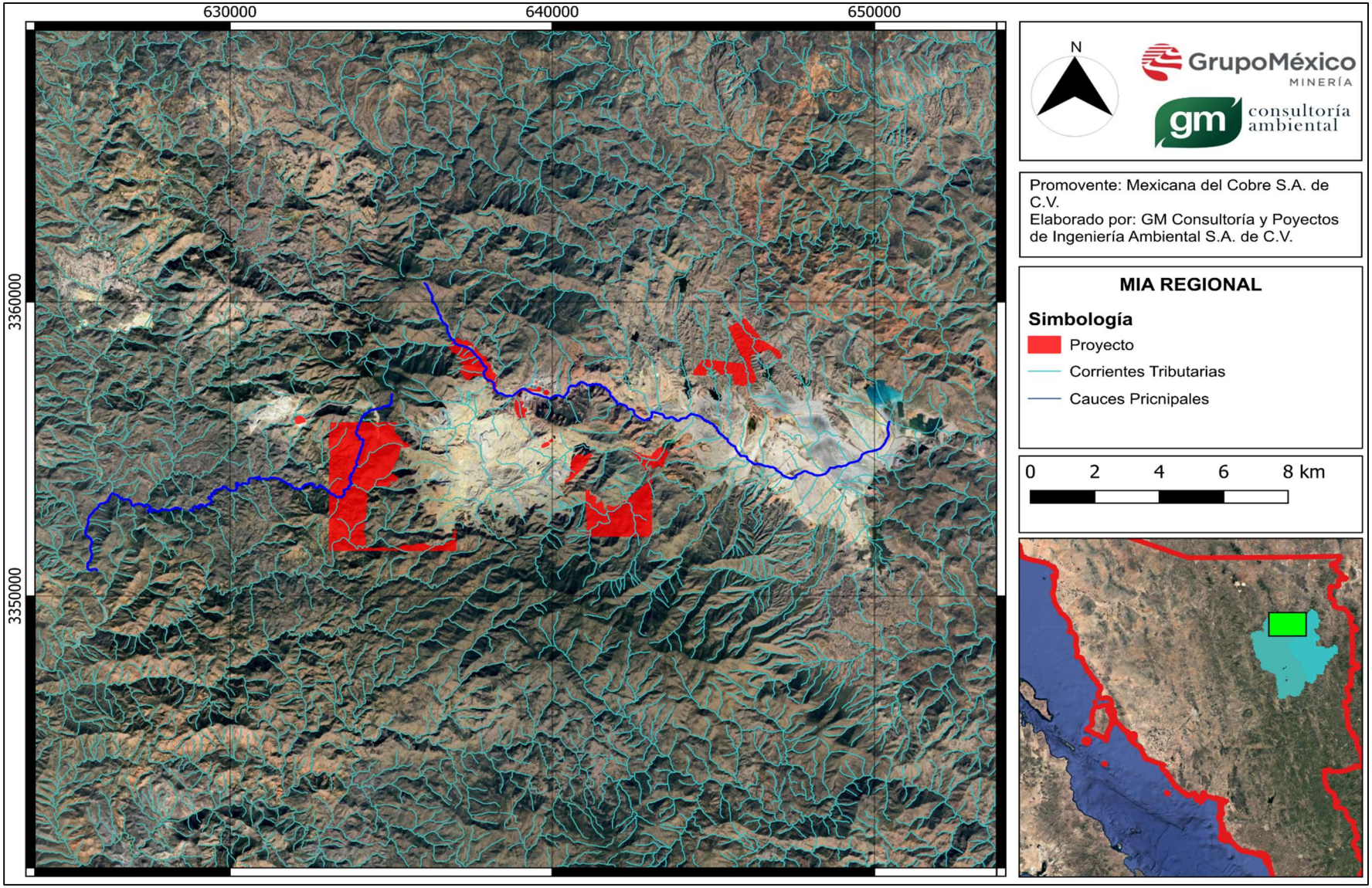
Para llevar a cabo la delimitación del SAR se utilizó la metodología conocida como "Regionalización". La regionalización, como herramienta de clasificación, incluye el establecimiento de unidades geográficas temáticas que pueden ser de tipos muy diversos como las regiones geoeconómicas, geopolíticas o biológicas. Las regionalizaciones

biológicas y las de vegetación comprenden distintos rasgos del relieve, clima, suelos, hidrografía, flora y comunidades vegetales, así como otros recursos naturales, cuya cuantificación y categorización se ha utilizado con el objetivo de planear e invertir fondos para la conservación de la biodiversidad.

Hidrología

Con la finalidad de identificar la disponibilidad y accesibilidad al recurso hídrico en la región, se realizó un análisis de las escorrentías superficiales que forman parte importante de la región para determinar los cauces principales que abastecen la cuenca y las corrientes tributarias que sostienen al sistema.

A continuación, se muestra la cartografía utilizada para el análisis.

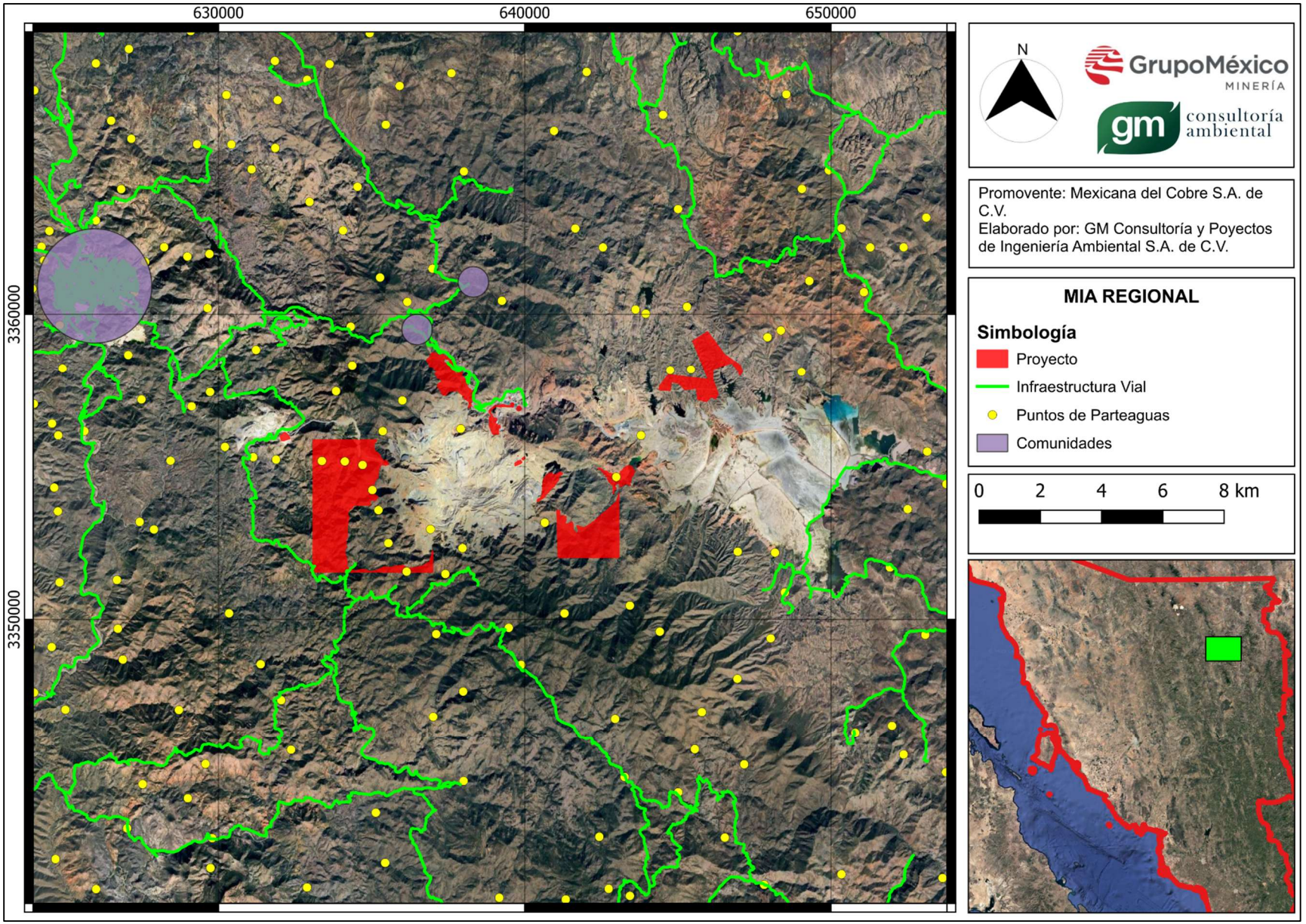

630000
640000
650000
3360000
3350000
N
GrupoMéxico
MINERÍA
gm consultoría ambiental
Promovente: Mexicana del Cobre S.A. de C.V.
Elaborado por: GM Consultoría y Poyectos de Ingeniería Ambiental S.A. de C.V.
MIA REGIONAL
Simbología
Proyecto
Corrientes Tributarias
Cauces Pricnipales
0 2 4 6 8 km

Fisiografía

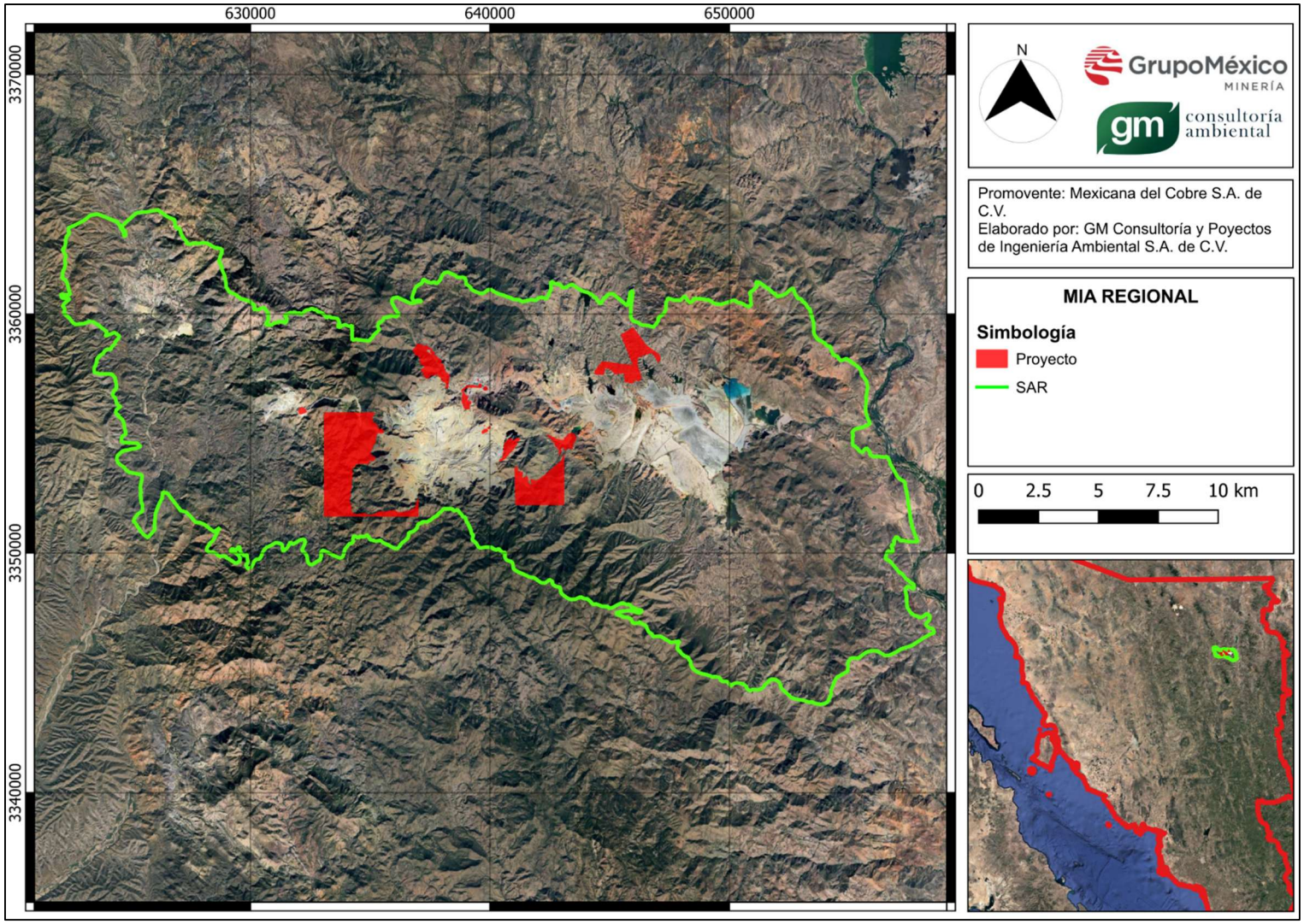
Otra estrategia empleada para la delimitación del SAR consistió en el análisis de los componentes macroestructurales de la región, considerando la presencia de diversas sierras circundantes que actúan como barreras naturales para la definición de límites funcionales. Asimismo, se incorporó el análisis de la infraestructura vial, incluyendo carreteras y vías de acceso a las distintas comunidades, debido a su papel en la fragmentación del paisaje y de los ecosistemas.

La fisiografía permite identificar y analizar los parteaguas asociados a las distintas escorrentías presentes en la región, las cuales contribuyen al abastecimiento del SAR.

Una vez realizados estos análisis, se generó la siguiente cartografía, misma que se presenta a continuación:


630000
640000
650000
3360000
3350000
N
GrupoMéxico
MINERÍA
gm consultoría ambiental
Promovente: Mexicana del Cobre S.A. de C.V.
Elaborado por: GM Consultoría y Poyectos de Ingeniería Ambiental S.A. de C.V.
MIA REGIONAL
Simbología
Proyecto
Infraestructura Vial
Puntos de Parteaguas
Comunidades
0 2 4 6 8 km

Una vez analizados de manera integral los componentes hidrológicos, fisiográficos y antrópicos (incluyendo la infraestructura carretera y las comunidades cercanas al proyecto), se obtuvieron los elementos necesarios para la delimitación de un Sistema Ambiental Regional (SAR) funcional. De esta manera, se generó la siguiente cartografía, en la cual se presenta el SAR delimitado en relación con la ubicación del proyecto.


630000
640000
650000
3370000
3360000
3350000
3340000
N
GrupoMéxico
MINERÍA
gm consultoría ambiental
Promovente: Mexicana del Cobre S.A. de C.V.
Elaborado por: GM Consultoría y Poyectos de Ingeniería Ambiental S.A. de C.V.
MIA REGIONAL
Simbología
Proyecto
SAR
0 2.5 5 7.5 10 km