I. Unidad Administrativa que clasifica: Delegación Federal en Sonora.

II. Identificación del documento: Se elabora la versión pública de la recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular Modalidad A, no incluye actividad altamente riesgosa (SEMARNAT-04-002-A) así como su respectivo resolutivo.

III. Partes o secciones clasificadas: La parte concerniente al Contienen DATOS PERSONALES concernientes a una persona identificada o identificable tales como: 1) Domicilio particular como dato de contacto o para recibir notificaciones. 2) Teléfono y correo electrónico de particulares. 3) OCR de la Credencial de Elector (domicilio y fotografía). 4) RFC personas físicas. 5) CURPs; los cuales se encuentran en el capítulo I de la MIA y primera página en el caso de los resolutivos. Consta de 66 versiones públicas.

IV. Fundamento legal y razones: La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en los artículos 116 primer párrafo de la LGTAIP; 69 fracción VII y 113, fracción I de la LFTAIP. Por las razones o circunstancias al tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. Firma la Jefa de la Unidad Jurídica:

LIC. DULCE MARÍA VILLARREAL LACARRA.
"Con fundamento en artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia Por ausencia del Titular de la Delegación Federal1 en el Estado de Sonora, Previa designación firma el presente la Jefa de Unidad Jurídica"

Fecha de Clasificación y número de acta de sesión: Resolución 18/2018/SIPOT, en la sesión celebrada el 21 de marzo de 2018.

1 En los términos del artículo 17 Bis en relación con los artículos Octavo y Décimo Tercero Transitorios del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018.

MINERA MEXICO
GRUPO MEXICO

CAPÍTULO I

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular para el Proyecto denominado "Desarrollo de las actividades de explotación, depósito de tepetate y mineral lixiviable, en los polígonos de Bella Unión, Cachuly y Francisca Norte" en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V., a ubicarse en Nacozarí de García, estado de Sonora.

cesca
CENTRO DE ESTUDIOS, SERVICIOS Y CONSULTORÍAS AMBIENTALES

Octubre 2016

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 4

I.1. Proyecto 4

I.1.1. Nombre del proyecto 4

I.1.2. Ubicación del proyecto 6

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto 9

I.1.4. Presentación de la documentación legal 9

I.1.5. Del promovente 10

I.1.5.1. Nombre o razón social 10

I.1.5.2. Registro Federal de Contribuyentes 10

I.1.5.3. Nombre y cargo del Representante Legal 10

I.1.5.4. Dirección del promovente o su representante legal para recibir u oír notificaciones 10

I.1.6. Responsable dela elaboración del Estudio de Impacto Ambiental 10

I.1.6.1. Nombre o razón social de la Empresa Consultora 10

I.1.6.2. Registro Federal de Contribuyentes 11

I.1.6.3. Nombre del Responsable Técnico del estudio 11

I.1.6.4. Dirección del Responsable Técnico del estudio 11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Localización geográfica del sitio del Proyecto a ubicarse en el municipio de Nacozari de García, Estado de Sonora. 7

Figura 1.2. Principales vías de acceso al sitio del Proyecto. 8

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.1. Escrituras de constitución de la empresa Promovente

Anexo 1.2. RFC de la Promovente.

Anexo 1.3. Documentación que acredita la personalidad del representante legal y copia simple del poder notarial.

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

I.1. Proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

El Proyecto denominado **"Desarrollo de las actividades de explotación, depósito de tepetate y mineral lixiviable, en los polígonos de Bella Unión, Cachuly y Francisca Norte" en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V.**, a ubicarse en el municipio de Nacozari de García, estado de Sonora (enseguida referido como el Proyecto) de la empresa Mexicana de Cobre, S. A. de C. V. (enseguida referida como la empresa o la Promovente), corresponde a tres polígonos dentro del complejo minero, destinados para: [i] la **explotación de mineral** de cobre de diferente ley (zona Sur del tajo en el polígono Bella Unión); [ii] **depósito de mineral de tepetate** (polígono Cachuly); y [iii] al **depósito de mineral lixiviable** (polígono Francisca Norte). Los tres polígonos objeto de la presente solicitud se encuentran localizados en predios propiedad de Mexicana de Cobre, S.A. de C.V., dentro del complejo minero metalúrgico en el municipio de Nacozari de García, Estado de Sonora.

En los últimos años la industria minera a nivel mundial ha cobrado un gran auge que puede explicarse por dos factores: el crecimiento en la demanda de materias primas y el precio de los metales. Específicamente el cobre juega un rol fundamental en el desarrollo de nuevas tecnologías y en el desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida de la humanidad, es por ello que el consumo de cobre es veinte veces más alto en el último cuarto del siglo que en el primero, lo que muestra la enorme aplicabilidad y versatilidad de un metal para el que se siguen descubriendo, día a día, nuevos usos y aplicaciones.

El papel central del cobre en la conservación de recursos, la minimización de residuos, la eficiencia energética, la mitigación de cambios climáticos, el reciclaje efectivo y el logro de ciclos de vida más prolongados para diversos productos, hacen de este metal una pieza clave para el desarrollo económico presente y futuro de la humanidad.

La Mina La Caridad, es una instalación conformada principalmente por la Mina a cielo abierto (Tajo) y obras de apoyo como talleres para el mantenimiento de maquinaria pesada, almacenes de suministros, oficinas, polvorines y áreas de servicio que a la fecha se encuentran en operación.

En el proceso de explotación de la Mina La Caridad, las condiciones base de operación, están determinadas por un Plan Anual Metalúrgico, ya que se trata de una empresa minera, el cual está basado en los resultados de la exploración de la Mina La Caridad, con base en ellos se realizan Planes de Minado, que de forma mensual y diaria son ajustados para dar la productividad requerida a las plantas dentro de la misma unidad Minera que son: Planta Concentradora de Cobre, Planta Recuperadora de Molibdeno y Planta ESDE (Extracción por Solventes – Depósito Electrolítico).

Con base en la Ley y tipo de mineral de cada sección o banco a minar, se busca garantizar un producción nominal de 86 Millones de Ton/año, las cuales son integradas por 33 millones de Ton de Mineral para Planta concentradora y Planta de Molibdeno (obtención de concentrados de cobre y de molibdeno, por flotación de minerales) y 53 millones de Toneladas de mineral de Descapote, el cual incluye Mineral Lixiviable (cuya solución rica es procesada en la Planta ESDE) y Tepetate.

Es por ello que Mexicana de Cobre, S.A. de C.V., planea la ampliación de sus áreas operativas y de extracción de mineral con base a su Plan Anual Metalúrgico en tres polígonos (que constituyen el sitio del Proyecto en esta Manifestación de Impacto Ambiental), cuya suma total de área involucrada en la presente solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, corresponde a una superficie total de **802.50 ha (8,024,992.71 m^2)**, donde se incluirá la preparación y la operación de las actividades y que incluye la aplicación oportuna de medidas para prevenir o mitigar los posibles impactos generados al

ambiente. Por lo que se sumará al desarrollo estratégico de la producción de cobre para abastecer las necesidades del mercado.

I.1.2. Ubicación del proyecto

El sitio del Proyecto comprende una superficie total **802.50 ha (8,024,992.71 m^2)** y se ubica en el municipio de Nacozari de García, casi en el límite con el municipio de Villa Hidalgo, estado de Sonora. Se localizan entre el paralelo 30°17´ y 30°20´ de latitud Norte y 109°32 y 109°35´ de longitud Oeste respecto al meridiano de Grenwich; a una altitud promedio de 1500 m s.n.m. 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 (**Figura 1.1**).

El principal acceso carretero desde la Ciudad de Hermosillo, capital del estado de Sonora es, tomando la Carretera Federal N° 14 hasta llegar al poblado de Moctezuma, aquí se dobla hacia la izquierda tomando la Carretera Federal N° 17 con dirección a Nacozari de García. Una vez en esta localidad se entra por Periférico Sur y se toma el camino a la localidad El Abanico, aquí se dobla hacia la derecha (en dirección Sur) hasta llegar a Mina La Caridad, dentro de la mina, el acceso se realizará a través de los caminos que conducen a las diferentes instalaciones dentro del complejo minero metalúrgico (**Figura 1.2**).

En cuanto al relieve y la geomorfología, el sitio del Proyecto se encuentra ubicado en la Provincia Sierra Madre Occidental. Dentro de las características más notables de esta provincia es de sierras con pendientes pronunciadas con buena cubierta de vegetación. El sitio del Proyecto presenta escasas probabilidades de riesgo por sismo, no se presenta susceptibilidad a fenómenos tales como deslizamientos, derrumbes u otros movimientos de tierra. El sitio del Proyecto no tiende a inundarse debido a la pendiente que representa la topografía y las características climáticas de la zona.

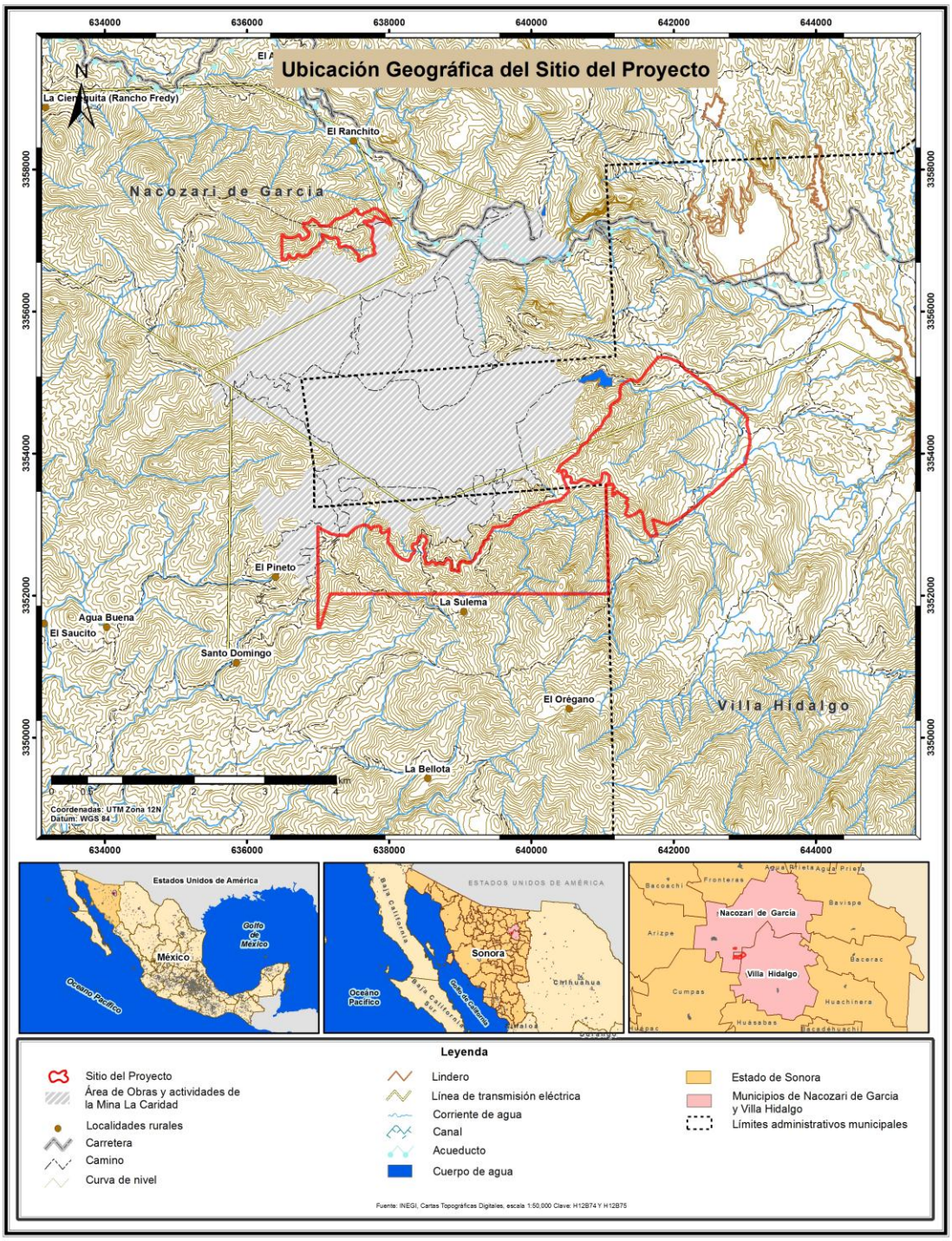


Figura 1.1. Localización geográfica del sitio del Proyecto a ubicarse en el municipio de Nacozari de García, Estado de Sonora.

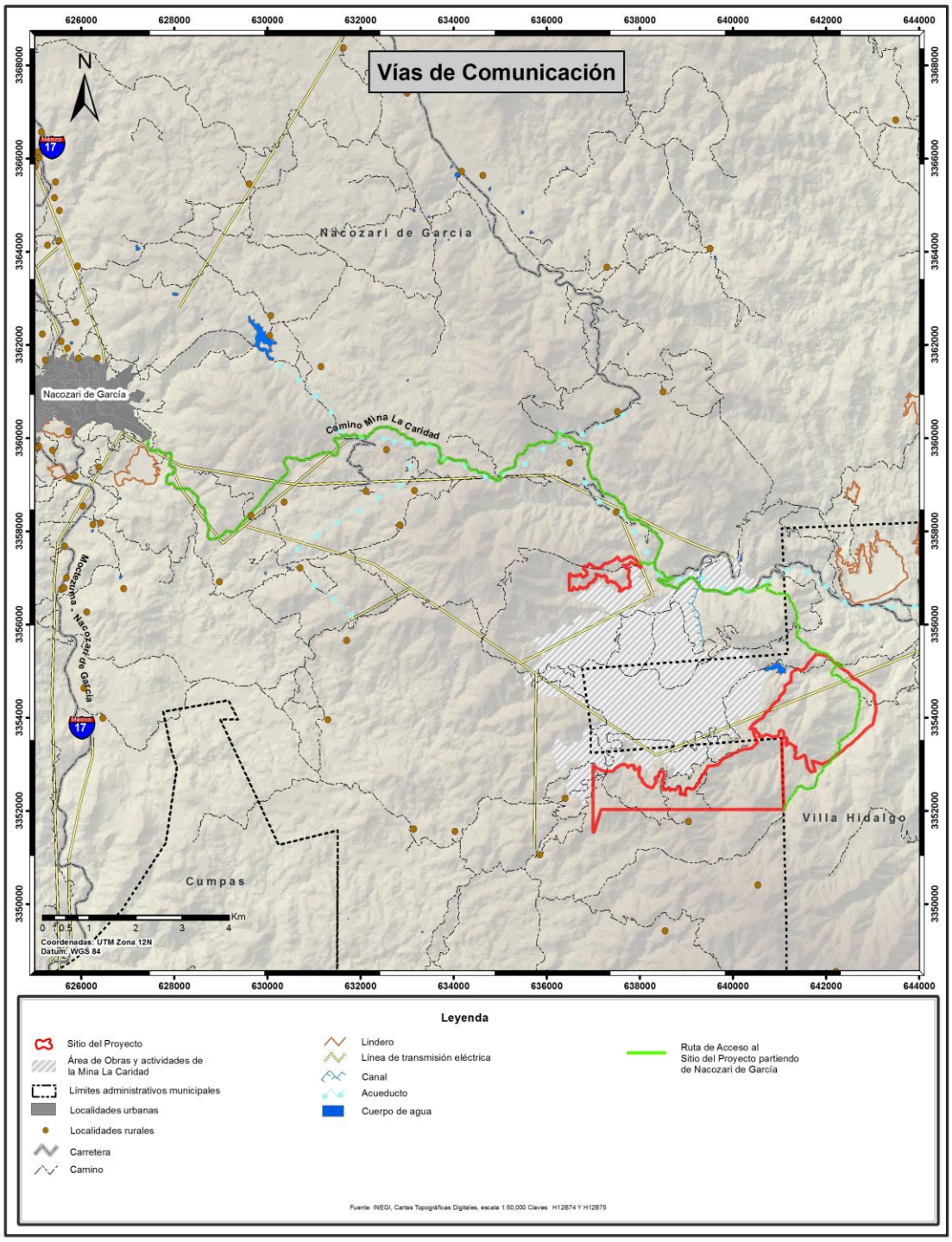


Figura 1.2. Principales vías de acceso al sitio del Proyecto.

El sitio del Proyecto comprende una superficie total de **802.50 ha (8,024,992.71 m^2)**, en el **Anexo 2.1** se muestra un Plano topográfico general de la ubicación del sitio del Proyecto, mientras que en las Figura 2.6 a 2.8 y **Anexo 2.2** se presenta el Plano topográfico cada uno de los polígonos con las coordenadas métricas (UTM) de los vértices que los delimitan. En el **Anexo 2.3** se muestra el anexo de coordenadas en formato Excel.

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

El tiempo de vida útil del proyecto se contempla por un período de 65 años, dentro de las cuales, durante los dos primeros años se ejecutará la etapa de preparación del sitio. A partir del mismo segundo año de vida útil del proyecto, de manera desfasada respecto a la etapa de preparación del sitio, iniciará y se realizará las actividades de operación en cada uno de los polígonos (explotación, depósito de tepetate y lixiviación) hasta completar el año 64 en el cual toda la superficie se encontrará ocupada.

Al término del período de lixiviación del mineral en los terreros y el depósito de tepetate, se iniciará la ejecución del plan de abandono, obedeciendo el "Plan de Manejo de Residuos Mineros", que será elaborado e implementado con la finalidad de que posteriormente en el año 65 se ejecuten en los tres polígonos, las actividades de restauración y reforestación acorde a las condiciones imperantes de la zona y de acuerdo con las condiciones y requerimientos que en materia ambiental sean establecidos.

I.1.4. Presentación de la documentación legal

Los predios en los que se ubicará el Proyecto (tres polígonos) son propiedad de la empresa Mexicana de Cobre, S.A. de C.V.

I.1.5. Del promovente

I.1.5.1. Nombre o razón social

El nombre de la Promovente es **Mexicana de Cobre, S.A. de C.V.** En el **Anexo 1.1** se muestra copia simple del acta constitutiva de la empresa.

I.1.5.2. Registro Federal de Contribuyentes

El Registro Federal de Contribuyentes (RFC) de la Promovente es **MCO860704QQ1**. Se anexa al presente estudio, copia simple del documento descrito en el **Anexo 1.2**.

I.1.5.3. Nombre y cargo del Representante Legal

El presente proyecto está bajo la representación legal del **Ing. Víctor Andrés del Castillo Alarcón**, cuyo cargo es Representante Legal, el cual cuenta con el Registro Federal de contribuyentes (RFC) y Clave Única de Registro de Población (CURP) el **Anexo 1.3**, se presenta el Poder Notarial del representante legal y copia de su identificación oficial.

I.1.5.4. Dirección del promovente o su representante legal para recibir u oír notificaciones

La dirección del Promovente para recibir u oír notificaciones es: Km 19 Carr. Nacozari-Villa Hidalgo, Nacozari de García, Sonora Teléfono (01 634) 3429200 Ext. 1305 y/o 1359, correo electrónico: victor.delcastillo@mm.gmexico.com .

I.1.6. Responsable dela elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

I.1.6.1. Nombre o razón social de la Empresa Consultora

El nombre de la empresa consultora es **Centro de Estudios, Servicios y Consultorías Ambientales, S.A. de C.V. (CESCA)**.

I.1.6.2. Registro Federal de Contribuyentes

El Registro Federal de Contribuyentes de la empresa consultora es CES120517-CG7, con domicilio fiscal en Pernambuco N° 792, Col. Lindavista Norte, C.P. 07300, México, D.F.

I.1.6.3. Nombre del Responsable Técnico del estudio

El nombre del Responsable Técnico del estudio es: **Dr. Marcos Gustavo Monroy Fernández**, **Gerente General de CESCA**, con Cédula Profesional número 1114635, y C.U.R.P.

I.1.6.4. Dirección del Responsable Técnico del estudio

MINERA MEXICO
GRUPO MEXICO

CAPÍTULO II

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular para el Proyecto denominado "Desarrollo de las actividades de explotación, depósito de tepetate y mineral lixiviable, en los polígonos de Bella Unión, Cachuly y Francisca Norte" en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V., a ubicarse en Nacozarí de García, estado de Sonora.

cesca
CENTRO DE ESTUDIOS, SERVICIOS Y CONSULTORÍAS AMBIENTALES

Octubre 2016

CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 6
II.1. Información general del Proyecto 6
II.1.1. Naturaleza del Proyecto 6
II.1.2. Descripción del Proceso 9
II.1.3. Selección del sitio 14
II.1.4. Ubicación física del Proyecto y planos de localización 16
II.1.5. Inversión requerida 21
II.1.6. Dimensiones del Proyecto 21
II.1.6.1. Superficie total requerida 21
II.1.6.2. Superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal del Sitio del Proyecto 21
II.1.7. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del Proyecto y sus colindancias 22
II.1.8. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 27
II.1.8.1. Vías de acceso 27
II.1.8.2. Agua 27
II.1.8.3. Energía eléctrica 27
II.1.8.4. Combustible 28
II.1.8.5. Drenaje 28
II.1.8.6. Telefonía 28
II.1.8.7. Comedores 28
II.1.8.8. Recolección de residuos sólidos 29
II.2. Características particulares del Proyecto 30
II.2.1. Programa general de trabajo 30
II.2.2. Preparación del sitio 32
II.2.3. Operación y mantenimiento de obras mineras 33
II.2.4. Construcción de obras asociadas o provisionales 34
II.2.5. Abandono del sitio (post-operación) 36
II.2.6. Utilización de explosivos 37

II.2.7. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos líquidos y emisiones a la atmósfera.....37

II.2.8. Infraestructura para el manejo y disposición de los residuos.....39

II.2.9. Otras fuentes de daños 40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Superficie de cada uno de los polígonos involucrados como Sitio del Proyecto de Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V. 7

Cuadro 2.2. Superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal del sitio del Proyecto en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V. 22

Cuadro 2.3. Cronograma de actividades involucradas en cada etapa del Proyecto 31

Cuadro 2.4. Relación de residuos generados por el Proyecto, con su respectivo almacenamiento y disposición final 39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación geográfica del Proyecto ubicado en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V., a ubicarse en el municipio de Nacozari de García, estado de Sonora. 8

Figura 2.2 Distribución de obras y actividades en los tres polígonos que conforman el Sitio del Proyecto. 10

Figura 2.3 Diagrama de flujo simplificado del proceso de extracción del mineral. 11

Figura 2.4 Represo donde se recupera de la solución ácida cargada con sulfato de cobre 13

Figura 2.5 Riego por aspersión sobre pilas de mineral durante la actividad de lixiviación en Mina La Caridad. 13

Figura 2.6 Diagrama de flujo simplificado del proceso de extracción del mineral. 14

Figura 2.7 Ubicación y coordenadas del polígono Bella Unión (explotación de mineral), en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V. , a ubicarse en el municipio de Nacozari de García, estado de Sonora 17

Figura 2.8 Ubicación y coordenadas del polígono Cachuly (depósito de mineral de tepetate) en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V. , a ubicarse en el municipio de Nacozari de García, estado de Sonora 18

Figura 2.9 Ubicación y coordenadas del polígono Francisca Norte (depósito de mineral lixiviable) en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V. , a ubicarse en el municipio de Nacozari de García, estado de Sonora. 19

Figura 2.10 Vías de comunicación que permiten el acceso al sitio donde se ubicara el Proyecto en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V. en el municipio de Nacozari de García, estado de Sonora. 20

Figura 2.11 Superficie por afectar debido a las actividades del Proyecto, por tipo de vegetación. 23

Figura 2.12 Vista de la Presa de Jales que opera en Mina La Caridad. 26

Figura 2.13 Panorámica de las áreas de las obras y actividades de la Mina La Caridad. 26

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 2.1. Plano topográfico general de la ubicación del sitio del Proyecto.

Anexo 2.2. Plano topográfico de cada uno de los polígonos con las coordenadas métricas (UTM) de los vértices que los delimitan.

Anexo 2.3. Coordenadas métricas (UTM) de los vértices que delimitan el polígono del Proyecto en formato Excel.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información general del Proyecto

II.1.1. Naturaleza del Proyecto

El Proyecto denominado **"Desarrollo de las actividades de explotación, depósito de tepetate y mineral lixiviable, en los polígonos de Bella Unión, Cachuly y Francisca Norte" en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V. a ubicarse en el municipio de Nacozari de García, estado de Sonora** (enseguida referido como el Proyecto) de la empresa Mexicana de Cobre, S. A. de C. V. (enseguida referida como la empresa o la Promovente), corresponde a tres polígonos dentro del complejo minero, destinados para: [i] la **explotación de mineral** de cobre de diferente ley (zona Sur del tajo en el polígono **Bella Unión**); [ii] depósito de **mineral de tepetate** (polígono **Cachuly**); y [iii] al depósito de **mineral lixiviable** (polígono Francisca Norte).

Los tres polígonos objeto de la presente solicitud se encuentran localizados en predios propiedad de Mexicana de Cobre, S. A. de C. V. dentro del complejo minero metalúrgico en el municipio de Nacozari de García, Estado de Sonora.

El área total del Proyecto involucrada en la presente solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, corresponde a una superficie total de **802.50 ha (8,024,992.71 m^2)**, donde se incluirá la preparación y la operación de las actividades en cada uno de los polígonos que se describen en el presente capítulo.

En la **Figura 2.1** se muestra la ubicación geográfica de los tres polígonos que representa el sitio del Proyecto (SP), mientras que en el **Cuadro 2.1** se muestra la superficie para cada uno de ellos.

Cuadro 2.1. Superficie de cada uno de los polígonos involucrados como Sitio del Proyecto de Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V.

Polígono	m^2	ha
Bella Unión (explotación mineral)	3,858,697.42	385.87
Cachuly (depósito de tepetate)	3,657,725.57	365.77
Francisca Norte (material lixiviable)	508,569.72	50.86
Total SP	**8,024,992.71**	**802.50**

El Proyecto contempla la extracción de un aproximado de 85,992,188 toneladas de mineral con ley de 0.331 % Cu, 9,101,563 de toneladas de mineral con una ley de 0.398 % Cu y 190,312,500 toneladas de mineral lixiviable con una ley de 0.229 % Cu, para el polígono de Bella Unión. Mientras que en el polígono Cachuly, se tendrá una capacidad de 1,038,375,651 toneladas de tepetate y tendrá una elevación final de 1470 m s.n.m. El polígono Francisca Norte para el depósito de mineral lixiviable, tendrá una capacidad de 193,765,084 toneladas y tendrá una elevación final de 1575 m s.n.m.

El presente Proyecto forma parte del Plan Anual Metalúrgico de la empresa Mexicana de Cobre, S. A. de C. V. para la explotación y beneficio del mineral de cobre e incrementar la productividad requerida en la unidad Minera, a través de la operación de tres actividades que den cumplimiento en materia ambiental tanto a los estudios de impacto, como de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

En cumplimiento con los artículos 28 y 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), el Promovente presenta la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Proyecto denominado **"Desarrollo de las actividades de explotación, depósito de tepetate y mineral lixiviable de la mina la caridad, en los polígonos de Bella Unión, Cachuly y Francisca Norte" en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V.**, con el propósito de cumplir con la legislación aplicable e identificar los impactos que se presenten durante el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el desarrollo de las actividades en los tres polígonos que lo conforman, con la finalidad de establecer las medidas de mitigación necesarias para el desarrollo sustentable del Proyecto.

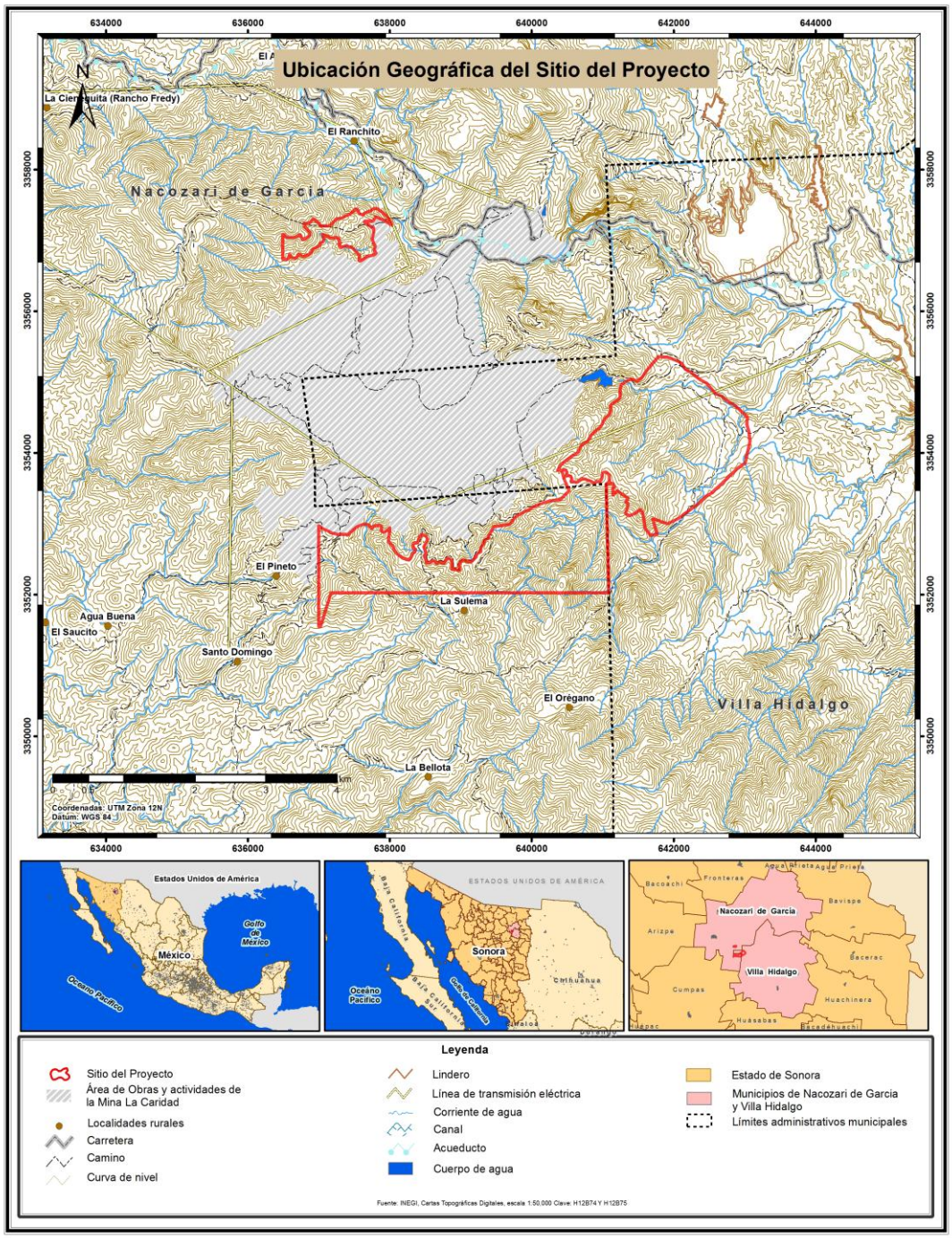


Figura 2.1 Ubicación geográfica del Proyecto ubicado en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V., a ubicarse en el municipio de Nacozari de García, estado de Sonora.

II.1.2. Descripción del Proceso

El Proyecto tiene como principal objetivo tres actividades (**Figura 2.2**): (i) la **explotación de mineral** de cobre de diferente ley (zona Sur del tajo en el polígono Bella Unión); (ii) depósito de **mineral de tepetate** (polígono Cachuly); y (iii) al depósito de **mineral lixiviable** para su proceso de lixiviación en terreros (polígono Francisca Norte).

La actividad de **explotación de mineral** de cobre de diferente ley, en el polígono Bella Unión se requiere para explotar por descapote como parte del plan de desarrollo de minado. Se realizará la extracción de mineral de cobre mediante el método convencional de minado a cielo abierto, utilizando para ello equipo pesado como: perforadoras convencionales de diámetro de 12 ¼ y profundidad de 17 metros. Así mismo será necesario realizar voladuras, utilizando explosivo convencional ANFO y emulsión. Las actividades consisten en el minado a través de la colocación de explosivos para fracturar los macizos rocosos y una vez que este material esta fracturado, mediante una pala mecánica se carga el material en los camiones CAT y/o Komatsu de capacidad de 240 T para que estos lo trasladen a tres diferentes destinos: depositación a las tepetateras cercanas al área, depositación en terreros de lixiviación y descarga a la trituración primaria, donde comienza el proceso de beneficio de cobre. El proyecto contempla la extracción de un aproximado de 85,992,188 toneladas de mineral con ley de 0.331 %Cu; 49,101,563 de toneladas de mineral con una ley de 0.398 % Cu; y 190,312,500 toneladas de mineral lixiviable con una ley de 0.229 % Cu.

En la **Figura 2.3** se presenta el diagrama de flujo simplificado del proceso de extracción del mineral, desde su carga hasta el transporte del mismo para su disposición dependiendo de la ley de cobre presente, estas actividades no son evaluadas ni solicitadas en el presente estudio.

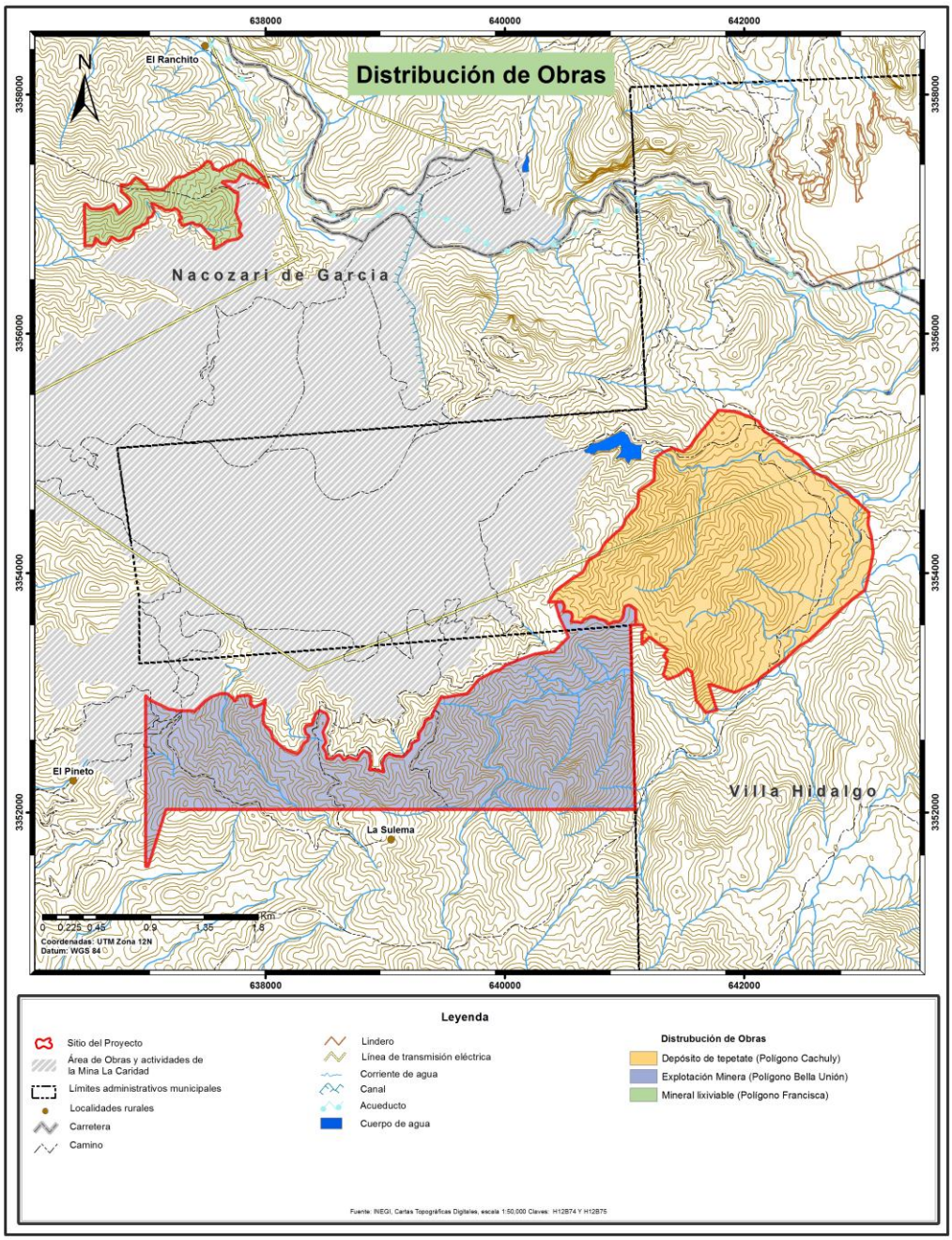


Figura 2.2 Distribución de obras y actividades en los tres polígonos que conforman el Sitio del Proyecto.

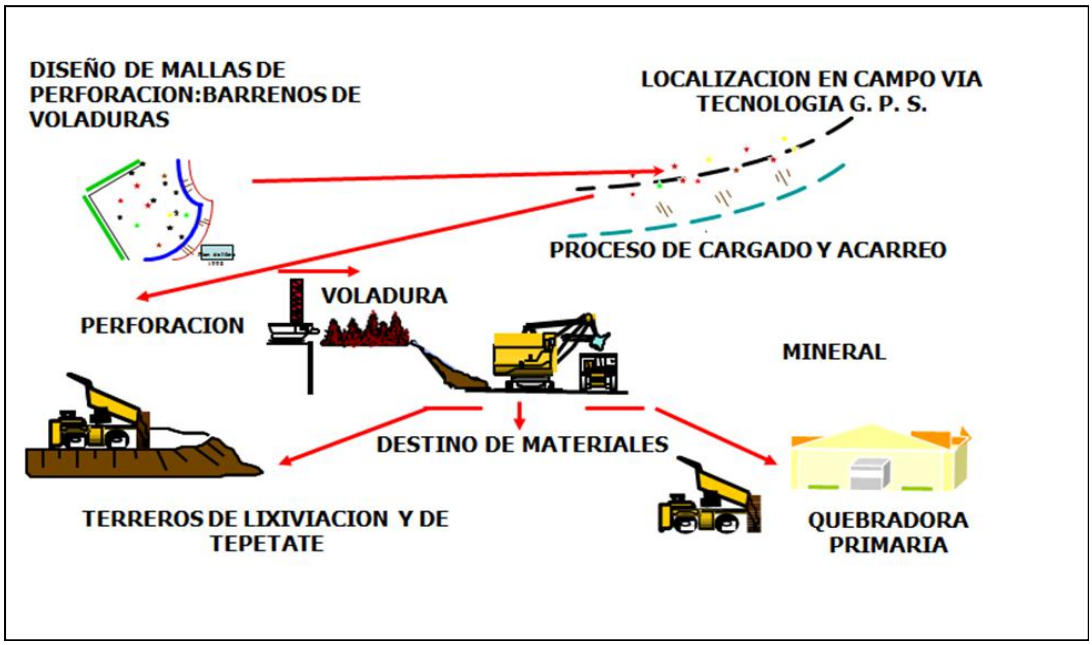


Figura 2.3 Diagrama de flujo simplificado del proceso de extracción del mineral.

La actividad de depósito de **mineral de tepetate** en el polígono Cachuly se destinará exclusivamente al tiradero de tepetate que surja del descapote de las áreas de minado y tendrá una capacidad de 1,038,375,651 toneladas con una elevación final de 1470 m s.n.m., no requiere ninguna otra actividad ni obra asociada.

La actividad de depósito de **mineral lixiviable** en el polígono Francisca Norte se destinará al depósito de mineral lixiviable como una extensión de los terreros actuales en la zona Norte del tajo y tendrá una capacidad de 193,765,084 toneladas con una elevación final de 1575 m s.n.m. A diferencia de un sistema de patios de lixiviación, en 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, que corresponde a la plataforma del terreno del sitio del Proyecto en el polígono Francisca Norte, la cual debe cumplir especificaciones técnicas para evitar la infiltración de las soluciones de lixiviación hacia el subsuelo. El polígono Francisca Norte constituiría la plataforma del terreno sobre la cual será depositado el material a lixiviar, el cual no presenta condiciones de infiltración para la solución de lixiviación, puesto que en estudios realizados utilizando los

datos climatológicos locales, las características geotécnicas (de permeabilidad y de resistencia) del sustrato rocoso, así como la topografía del área del Proyecto y las condiciones hidrogeológicas del sitio.

El proceso en este polígono es básicamente la aplicación del proceso de lixiviación en terreros[1] de mineral fresco que contiene valores diseminados de cobre para la extracción y recuperación de este metal empleando de soluciones acuosas en medio sulfato ácido que corresponde a la solución lixivante y cuyas actividades descritas para evaluación en el presente documento se refiere únicamente a [1] la **disposición de mineral** en pilas sobre la plataforma de terreno para constituir terreros de lixiviación, [2] la colocación de las tubería para el **riego del mineral** y [3] el propio **proceso de lixiviación** de cobre en la pila del mineral, favoreciendo la percolación de la solución acuosa en medio sulfato ácido.

El Proyecto objeto del documento que aquí se presenta para su evaluación respecto al polígono de Francisca Norte, no incluye como parte del sistema de lixiviación a las obras y servicios relacionados con la recolección de la solución preñada[2] , ya que esta será recuperada mediante un represo[3] que ya se encuentra operando y con autorización (**Figura 2.4**) dentro del Complejo Minero de Mina La Caridad, el cual cuenta con las medidas viables de construcción y para su operación. A partir de este represo las solución preñada será enviada a las plantas ESDE que ya están en operación para el proceso de extracción del cobre. En la **Figura 2.5** se muestra parte de la actividad de riego para la lixiviación que ya opera para la mina y que se encuentra justo a un lado del polígono Francisca Norte.

La **Figura 2.6** representa un esquema descriptivo general del proceso involucrado en el Proyecto, en el cual, sólo se involucran las actividades de [1] la disposición de mineral; [2] el riego del mineral con una solución acuosa en medio sulfato ácido; y [3] el proceso de lixiviación del cobre diseminado contenido en la pila mineral, favorecido por la percolación de la solución acuosa en medio sulfato ácido.

[1] De acuerdo con la NOM-159-SEMARNAT-2011, la **lixiviación en terreros** corresponde a la aplicación del proceso de lixiviación en un apilamiento de mineral colocado sobre el terreno natural.

[2] **Solución preñada.-** Aquélla en estado acuoso que proviene del patio o terrero, cargada con los elementos de valor económico, una vez recuperada del proceso de lixiviación (NOM-159-SEMARNAT-2011).

[3] **Represo.-** corresponde en los términos de la empresa Buenavista del Cobre a la pileta o depósito construido aprovechando las condiciones topográficas de la cuenca hidrológica para el manejo de las soluciones acuosas generadas en el proceso de lixiviación.

Figura 2.4 Represo donde se recupera de la solución ácida cargada con sulfato de cobre .

Figura 2.5 Riego por aspersión sobre pilas de mineral durante la actividad de lixiviación en Mina La Caridad.

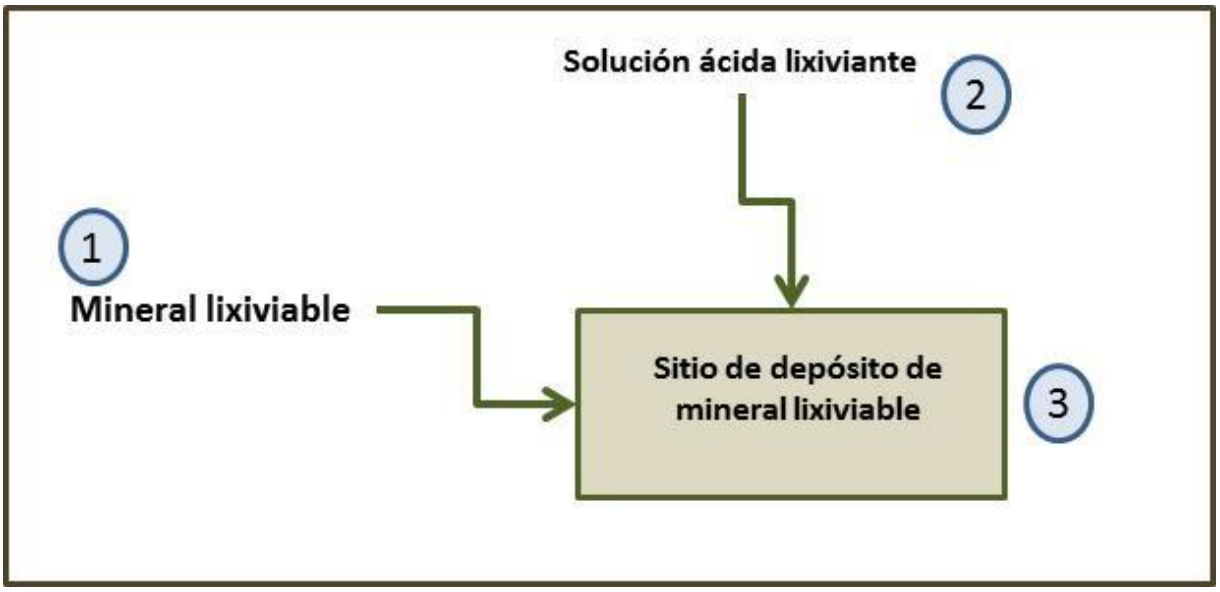


Figura 2.6 Diagrama de flujo simplificado del proceso de extracción del mineral.

II.1.3. Selección del sitio

La selección del sitio del Proyecto se basó en criterios técnicos, ambientales y económicos, como se describe enseguida.

Los principales criterios técnicos considerados para la selección del sitio del Proyecto, fue la ubicación del área mineralizada con valores de cobre con reservas probadas para su minado según el Plan Anual Metalúrgico de explotación de Mexicana de Cobre, S.A. de C.V. El incremento proyectado en la demanda de cobre ha involucrado el diseño y desarrollo de nuevas zonas con reserva de mineral, que en su mayoría iniciarán actividades productivas en el año 2016 y 2017.

La ubicación del sitio del Proyecto presenta además ventajas técnicas, económicas y ambientales, entre las que destacan la ubicación de los proyectos asociados dentro del complejo metalúrgico, los caminos de fácil acceso existentes, infraestructura civil con la que ya se cuenta cómo; almacenes, talleres mecánicos, estaciones de diesel y gasolina, comedores, talleres de llantas, etc., cuyas obras ya han sido autorizados previamente por SEMARNAT.

Además, se busca tener el menor impacto sobre las condiciones ambientales en el sitio del Proyecto. El terreno y todas las parcelas donde se ubican los polígonos propiedad de la compañía minera, no se encuentran en ninguna Área Natural Protegida (ANP), Región Terrestre Prioritaria (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) o Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). Adicionalmente, como parte del Proyecto se propondrán las obras de captación y desvío de aguas pluviales, necesarias para evitar afectaciones al cauce y drenaje natural de escorrentías, haciendo que todas estas escorrentías se reintegren al medio.

En cuanto al aspecto social, se considera el beneficio del proceso de obtención de cobre favoreciendo a múltiples familias de la zona, ya que las ampliaciones del complejo minero significan la creación de nuevas fuentes de empleo. En este proyecto se generará empleos indirectos debido a la demanda de servicios en la ciudad de Nacozari de García. Debe resaltarse además, que otro aspecto relacionado con el criterio socioeconómico es el hecho del fortalecimiento de la infraestructura disponible en el municipio de Nacozari de García para beneficio de la comunidad, dado que Mexicana de Cobre, S.A. de C.V., continuamente promueve el incremento y mejora de la infraestructura de bienes y servicios en y para el municipio de Nacozari de García.

En las zonas aledañas a la mina se tiene construidas seis colonias: El Globo, Caridad, Satélite, El Abanico, Lomas Nuevas y Lomas Altas, donde existen mil 47 casas que cuentan con los servicios básicos como luz, agua, teléfono y tiendas de autoservicio, así como con televisión por cable y seguridad privada. Estas comunidades, cuentan con instalaciones recreativas como canchas de tenis, basquetbol, futbol, boliche y clubes sociales, además de cada una tiene su propia iglesia. En la colonia La Caridad, la empresa construyó un plantel en el que mil 430 alumnos de preprimaria, primaria y secundaria reciben educación bilingüe de forma gratuita.

II.1.4. Ubicación física del Proyecto y planos de localización

El sitio del Proyecto comprende una superficie total de **802.50 ha (8,024,992.71 m^2),** en el **Anexo 2.1** se muestra un Plano topográfico general de la ubicación del sitio del Proyecto, mientras que en las **Figura 2.7 a 2.9 y Anexo 2.2** se presenta el Plano topográfico cada uno de los polígonos con las coordenadas métricas (UTM) de los vértices que los delimitan. En el **Anexo 2.3** se muestra el anexo de coordenadas en formato Excel.

El sitio del Proyecto se ubica dentro de las instalaciones de La Mina la Caridad, que a su vez se encuentra en el municipio de Nacozari de García a 260 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 localizan entre el paralelo 30°17´ y 30°20´ de latitud norte y 109°32 y 109°35´ de longitud oeste respecto al meridiano de Grenwich; a una altitud promedio de 1500 m. 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 (ver **Figura 2.1).**

El principal acceso carretero desde la Ciudad de Hermosillo, capital del estado de Sonora es, tomando la Carretera Federal N° 14 hasta llegar al poblado de Moctezuma, aquí se dobla hacia la izquierda tomando la Carretera Federal N° 17 con dirección a Nacozari de García. Una vez en esta localidad se entra por Periférico Sur y se toma el camino a la localidad El Abanico, aquí se dobla hacia la derecha (en dirección Sur) hasta llegar a Mina La Caridad, dentro de la mina, el acceso se realizará a través de los caminos que conducen a las diferentes instalaciones dentro del complejo minero metalúrgico (**Figura 2.10**).

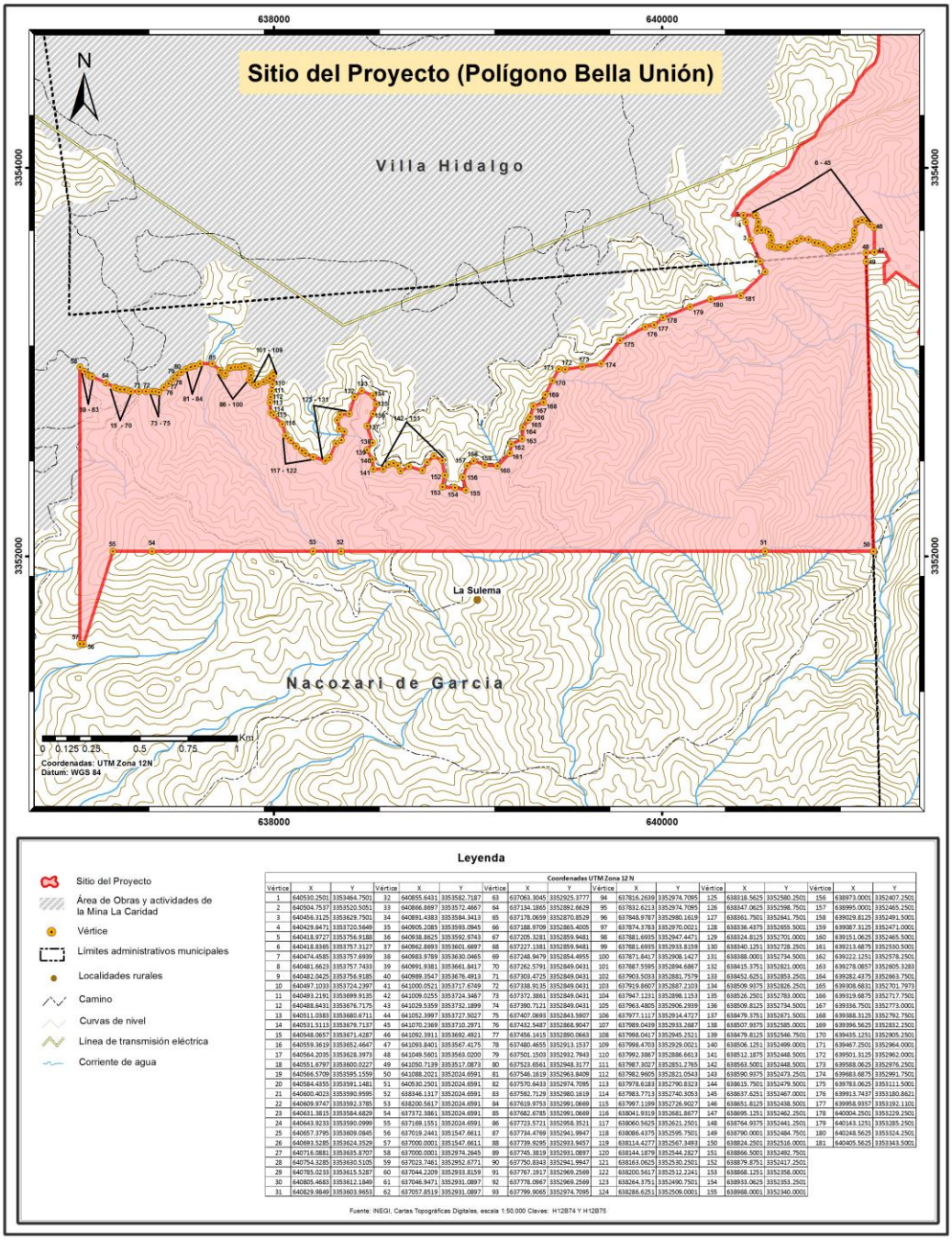
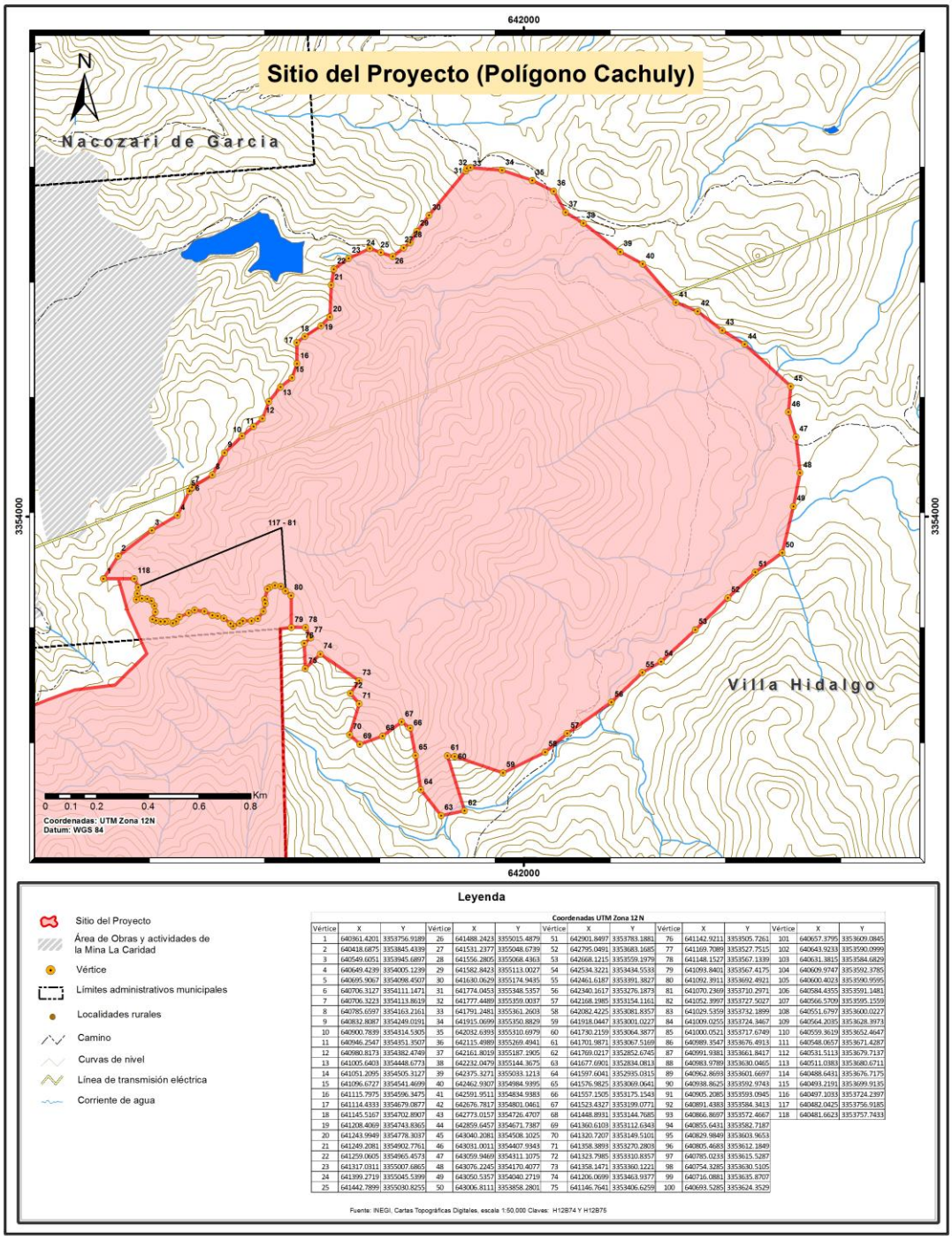


Figura 2.7 Ubicación y coordenadas del polígono Bella Unión (explotación de mineral), en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V. , a ubicarse en el municipio de Nacozari de García, estado de Sonora



Vértice	X	Y	Vértice	X	Y	Vértice	X	Y	Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	640361.4201	3359756.9189	26	641488.2423	3355015.4879	51	642901.8497	3353783.1881	76	641142.9211	3353505.7261	101	640657.3795	3353609.0845
2	640418.6875	3353845.4339	27	641531.2377	3355048.6739	52	642795.0491	3353683.1685	77	641169.7089	3353527.7515	102	640643.9233	3353590.0999
3	640549.6051	3353945.6897	28	641556.2805	3355068.4363	53	642668.1215	3353559.1979	78	641148.1527	3353567.1339	103	640631.3815	3353584.6829
4	640649.4239	3354005.1239	29	641582.8423	3355113.0027	54	642534.3221	3353434.5533	79	641093.8401	3353567.4175	104	640609.9747	3353592.3785
5	640695.9067	3354098.4507	30	641630.0629	3355174.9435	55	642461.6187	3353391.3827	80	641092.3911	3353692.4921	105	640600.4023	3353590.9595
6	640706.3127	3354111.1471	31	641774.0453	3355348.5357	56	642340.1617	3353276.1873	81	641070.2369	3353710.2971	106	640584.4355	3353591.1481
7	640706.3223	3354113.8619	32	641777.4489	3355359.0037	57	642168.1985	3353154.1161	82	641052.3997	3353727.5027	107	640566.5709	3353595.1559
8	640785.6597	3354163.2161	33	641791.2481	3355361.2603	58	642082.4225	3353081.8357	83	641029.5359	3353732.1899	108	640551.6797	3353600.0227
9	640832.8087	3354249.0191	34	641915.0699	3355350.8829	59	641918.0447	3353001.0227	84	641009.0255	3353724.3467	109	640564.2035	3353628.3973
10	640900.7839	3354314.5305	35	642032.6393	3355310.6979	60	641730.2159	3353064.3877	85	641000.0521	3353717.6749	110	640559.3619	3353652.4647
11	640946.2547	3354351.3507	36	642115.4989	3355269.4941	61	641701.9871	3353067.5169	86	640989.3547	3353676.4913	111	640548.0657	3353671.4287
12	640980.8173	3354382.4749	37	642161.3019	3355187.1905	62	641769.0217	3352852.6745	87	640991.9381	3353661.8417	112	640531.5113	3353679.7137
13	641005.6403	3354448.6773	38	642232.0479	3355144.3675	63	641677.6901	3352834.0813	88	640983.9789	3353630.0465	113	640511.0383	3353680.6711
14	641051.2095	3354505.3127	39	642375.3271	3355033.1213	64	641597.6041	3352935.0315	89	640962.8693	3353601.6697	114	640488.6431	3353676.7175
15	641096.6727	3354541.4699	40	642462.9307	3354984.9395	65	641576.9825	3353069.0641	90	640938.8625	3353592.9743	115	640493.2191	3353699.9135
16	641115.7975	3354596.3475	41	642591.9511	3354834.9383	66	641557.1505	3353175.1543	91	640905.2085	3353593.0945	116	640497.1033	3353724.2397
17	641114.4333	3354679.0877	42	642676.7817	3354801.0461	67	641523.4327	3353199.0771	92	640891.4383	3353584.3413	117	640482.0425	3353756.9185
18	641145.5167	3354702.8907	43	642773.0157	3354726.4707	68	641448.8931	3353144.7685	93	640866.8697	3353572.4667	118	640481.6623	3353757.7433
19	641208.4069	3354743.8365	44	642859.6457	3354671.7387	69	641360.6103	3353112.6343	94	640855.6431	3353582.7187			
20	641243.9949	3354778.3037	45	643040.2081	3354508.1025	70	641320.7207	3353149.5101	95	640829.9849	3353603.9653			
21	641249.2081	3354902.7761	46	643031.0011	3354407.9343	71	641358.3893	3353270.2803	96	640805.4683	3353612.1849			
22	641259.0605	3354965.4573	47	643059.9469	3354311.1075	72	641323.7985	3353310.8357	97	640785.0233	3353615.5287			
23	641317.0311	3355007.6865	48	643076.2245	3354170.4077	73	641358.1471	3353360.1221	98	640754.5285	3353630.5105			
24	641399.2719	3355045.5399	49	643050.5357	3354040.2719	74	641206.0699	3353463.9177	99	640716.0881	3353635.8707			
25	641442.7899	3355030.8255	50	643006.8111	3353858.2801	75	641146.7641	3353406.6259	100	640693.5285	3353624.3529			

Figura 2.8 Ubicación y coordenadas del polígono Cachuly (depósito de mineral de tepetate) en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V. , a ubicarse en el municipio de Nacozari de García, estado de Sonora

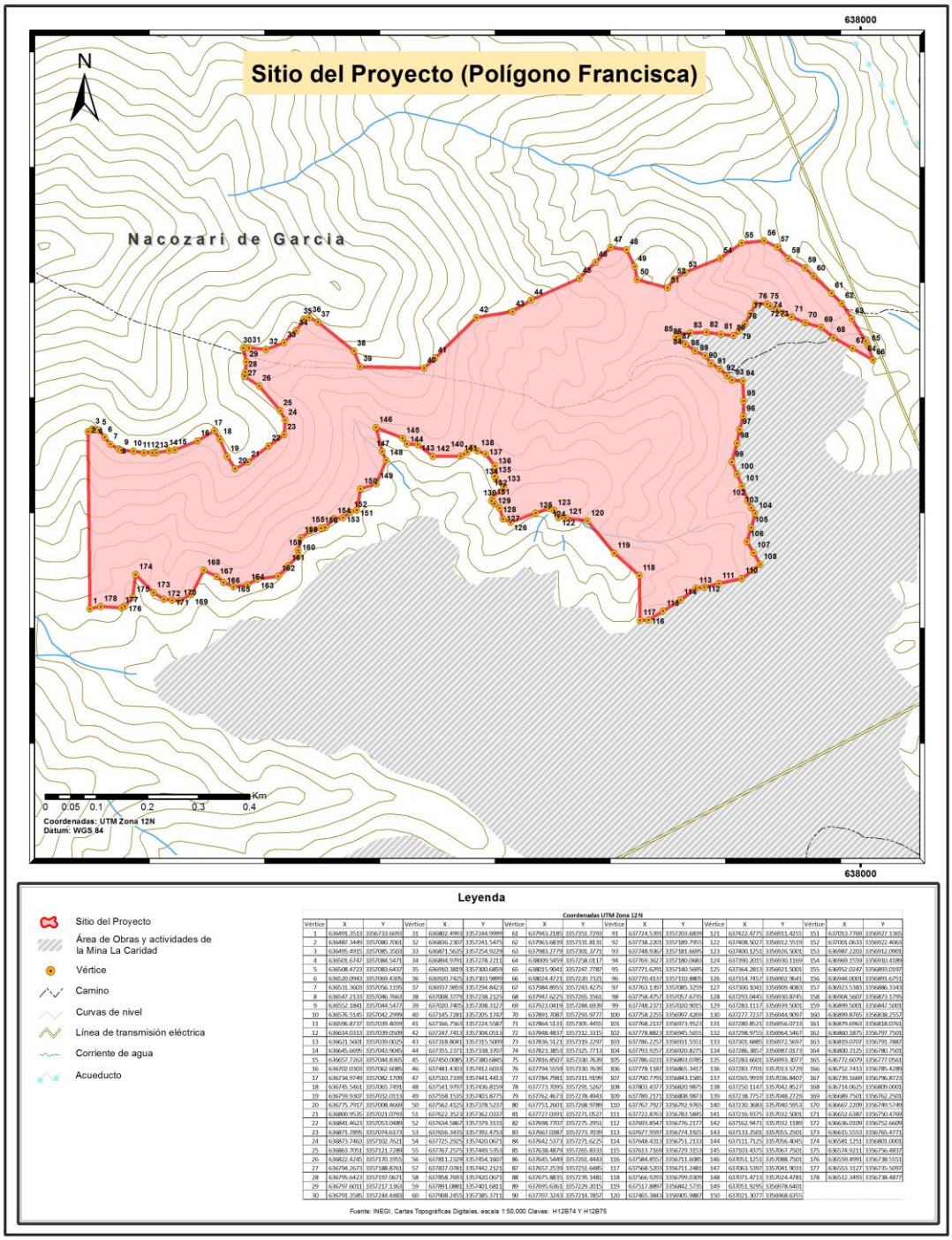


Figura 2.9 Ubicación y coordenadas del polígono Francisca Norte (depósito de mineral lixiviable) en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V. , a ubicarse en el municipio de Nacozari de García, estado de Sonora.

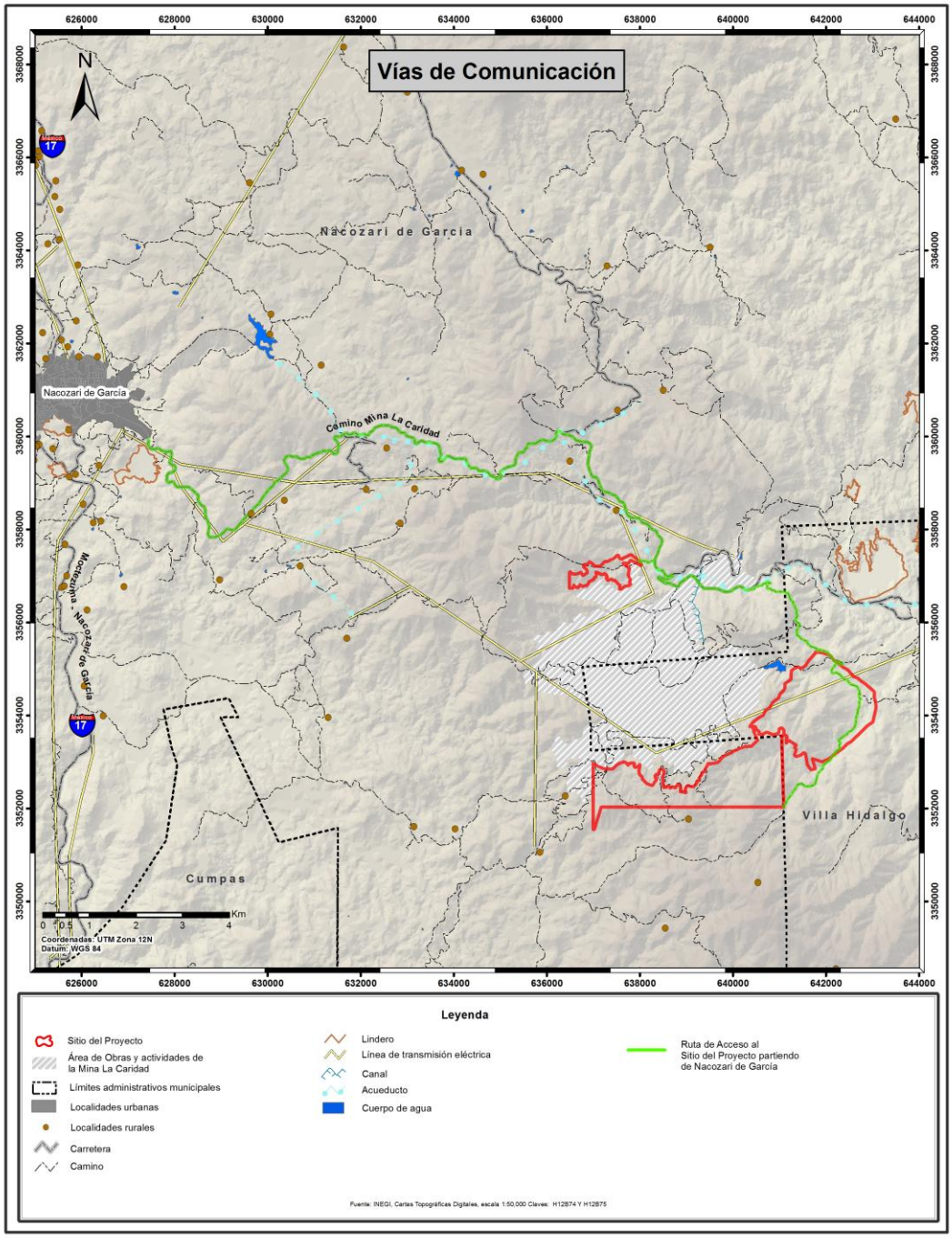


Figura 2.10 Vías de comunicación que permiten el acceso al sitio donde se ubicara el Proyecto en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V. en el municipio de Nacozari de García, estado de Sonora.

II.1.5. Inversión requerida

Para la realización del total del Proyecto, se estima una inversión total de USD $ XXXXXXX (XXXXX dólares americanos.) Además, desde la etapa de planeación del Proyecto, Mexicana de Cobre destina una inversión para la ejecución y elaboración de estudios ambientales, así como para el cumplimiento de la legislación vigente en materia de agua, uso de suelo, demanda de servicios, gestión para la evaluación del impacto ambiental y el pago por compensación ambiental para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. De igual manera, se destinará un presupuesto para la obtención de permisos y licencias de construcción y para la aplicación de medidas de prevención y mitigación y el mantenimiento.

II.1.6. Dimensiones del Proyecto

II.1.6.1. Superficie total requerida

La superficie total requerida para el desarrollo del Proyecto, es de **802.50 ha (8,024,992.71 m^2).**

II.1.6.2. Superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal del Sitio del Proyecto

La superficie que comprende la presente solicitud de autorización en materia de impacto ambiental para el Proyecto es de **802.50 ha (8,024,992.71 m^2).** En la cual, de acuerdo a la información de las cartas de uso de suelo y vegetación generadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la verificación en campo, el sitio del Proyecto sustenta **cuatro** tipos de vegetación correspondientes a Bosque de Encino, Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino, Pastizal Natural y Matorral Desértico Micrófilo.

En el **Cuadro 2.2** y en la **Figura 2.11** se presenta la proporción de superficie a afectar, por tipo de vegetación, respecto a la superficie total del sitio del Proyecto.

Cuadro 2.2. Superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal del sitio del Proyecto en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V.

Vegetación en el SP	Polígono						Total	
	Bella Unión (explotación minera)		Cachuly (depósito de tepetate)		Francisca (material lixiviable)			
	m^2	ha	m^2	ha	m^2	ha	m^2	ha
Bosque de Encino	2,899,283.37	289.93	1,660.02	0.17	125,047.53	12.50	3,025,990.93	302.60
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	510,892.67	51.09	2,026,195.71	202.62	102,434.78	10.24	2,639,523.16	263.95
Pastizal Natural	448,521.38	44.85	177,849.02	17.78	281,087.41	28.11	907,457.81	90.75
Matorral Desértico Micrófilo	0.00	0.00	1,452,020.82	145.20	0.00	0.00	1452020.82	145.20
Total	**3,858,697.42**	**385.87**	**3,657,725.57**	**365.77**	**508,569.72**	**50.86**	**8,024,992.71**	**802.50**

II.1.7. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del Proyecto y sus colindancias

Actualmente el sitio del Proyecto tiene un uso de suelo forestal con presencia de vegetación de tipo Bosque de Encino, Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino, Pastizal Natural y Matorral Desértico Micrófilo. Durante el desarrollo del Proyecto se afectará un total de **802.50 ha** la cual corresponde a la totalidad de la superficie en terrenos forestales la cual es la involucrada en el cambio de uso de suelo. El sitio del Proyecto está delimitado por usos de suelo forestal, el uso industrial y minero, que es sin duda ésta última, la principal actividad económica en la región. La empresa Mexicana de Cobre realiza la exploración de la mina La Caridad desde 1964 y 11 años después, en 1975, se realizó la primer voladura (proceso en el que se utiliza nitrato de amonio para quebrar el material), hecho que marcó el arranque de la extracción del cobre y de otros metales, como oro y plata, por lo que su uso de suelo es y ha sido, con vocación industrial minera. Desde entonces, por los beneficios económicos y el impulso de crecimiento que ha tenido la población de Nacozari de García con las actividades mineras, su desarrollo y expansión se han integrado a los planes de desarrollo locales, creciendo de forma paralela, tanto la ciudad con sus asentamientos, como las actividades mineras. Es por ello que el uso actual del suelo "industrial" se ha incorporado en la planeación local del municipio y del estado, a través de las diferentes actividades que ha implementado la mina de Nacozari de García.

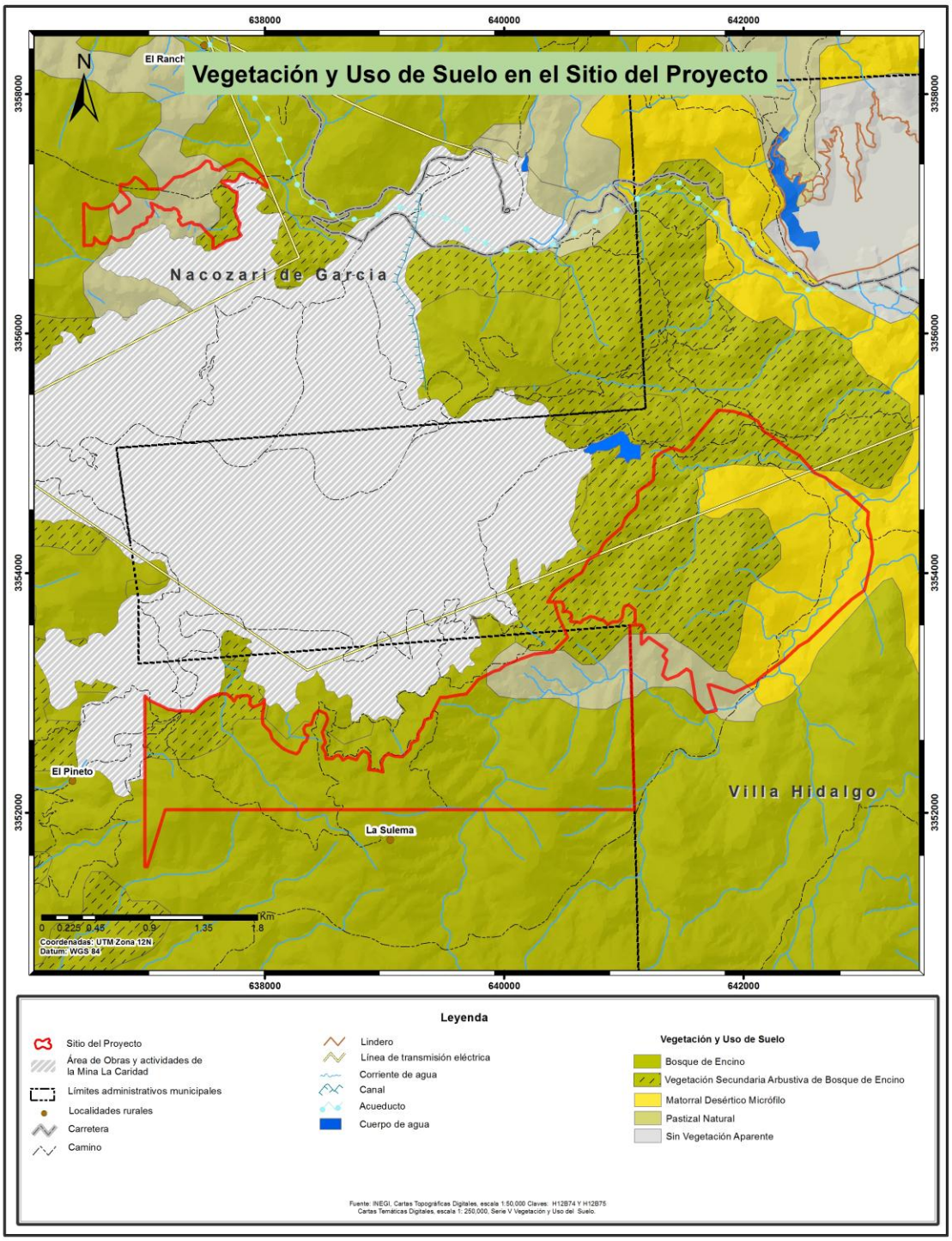


Figura 2.11 Superficie por afectar debido a las actividades del Proyecto, por tipo de vegetación.

Como hecho histórico, Mina La Caridad, es la mina donde se localizó el segundo yacimiento del mineral vivianita ($Fe_3(PO_4)$ $28H_2O$) de color verde y talla centimétrica[4]. El yacimiento es un sistema de pórfido cuprífero con una edad alrededor de 54 Ma.

La vivianita rellena espacios abiertos en cavidades y fracturas, junto con óxidos de Fe y Mo y contiene 43% de FeO, 28.3% de P2O y 28.7% de H_2O., es un mineral secundario asociado a algunas venas metálicas, es producto de la alteración de fosfatos de hierro y manganeso en pegmatitas. El hecho lo hace interesante por presentarse en recubrimientos oxidados de los depósitos metálicos (gossan), relativamente bien cristalizados y como producto de alteración de los fosfatos primarios de hierro y manganeso en pegmatitas

Por las condiciones de desarrollo actual de la industria minera en el país y por la demanda internacional de metales básicos, se pretende que las actividades de Mexicana de Cobre, continúen con su desarrollo y crecimiento en las siguientes décadas.

En el municipio de Nacozari de García, no existen cuerpos de agua continentales, existen únicamente arroyos intermitentes diversos afluentes de carácter intermitente, dentro de los cuales destacan: i) arroyo Los Aguajes, ubicado al límite Suroeste del polígono en estudio Cachuly y del cual sus afluentes se extienden hacia el polígono Bella Unión; ii) arroyo Guadalupe, ubicado al Oeste del polígono Bella Unión, el cual presenta obstrucción y modificación en su cauce como consecuencia de las actividades de extracción de tajo, así mismo al sur del polígono Bella Unión se encuentra el arroyo Rastritas; iii) arroyo El Globo, ubicado hacia el Este del polígono Francisca Norte y el cual presenta obstrucción de cauce como consecuencia del depósito de material tepetate que se depositan en la ladera de este arroyo de manera histórica y que ya han sido objeto de estudio para realizar las obras necesarias para afectar en la menor proporción posible su cauce natural. Es importante mencionar que dentro del SP no existen embalses o aprovechamientos hidráulicos.

Así como también existe la Presa de Jales (**Figura 2.12**) y el represo, este último ya se encuentra operado y construido bajo autorización y es aquí donde llegara la solución obtenida del proceso de lixiviación en el polígono Francisca Norte.

[4] Ana María Córdova. Mat. 214989. Yacimientos Minerales I. Mina La Caridad. Nacozari, Sonora, México.

Es importante señalar que dentro del sitio del Proyecto no se encontraron zonas de reproducción o conservación de especies en protección (de acuerdo con la normativa vigente), así como tampoco áreas de distribución de especies frágiles y/o vulnerables de vida silvestre y de restauración del hábitat, ni zonas de aprovechamiento restringido o de veda forestal y de fauna, ni con ecosistemas frágiles. De igual manera, el sitio del Proyecto no presenta ninguna de las actividades siguientes: bancos de explotación clandestinos, áreas de cultivo, ganadería y/o almacenaje de agua para ganado.

De manera particular el sitio del Proyecto, se encuentran ubicadas fuera de Áreas Naturales Protegidas Federal y Estatal, que no se encontraron especies endémicas de flora y fauna y que ninguna especie registrada se encuentra enlistada bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-SEMARNAT-059, por lo cual no existen áreas de conectividad de ecosistemas conservados o corredores biológicos dentro de estas, sin embargo si existe conectividad entre bosques que funcionan como corredores biológicos.

Se puede observar una modificación al entorno por la operación actual del tajo de la mina, el depósito de tepetates y las diferentes obras operativas del complejo minero (**Figura 2.13**), que han tenido influencia en el funcionamiento del ecosistema principalmente al interceptar el flujo de los arroyos, sin embargo se observa un conjunto de sierras cubiertas por bosque de encino en buen estado de conservación.

Figura 2.12 Vista de la Presa de Jales que opera en Mina La Caridad.

Figura 2.13 Panorámica de las áreas de las obras y actividades de la Mina La Caridad.

II.1.8. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

No será necesario la urbanización del área ya que los servicios requeridos para la etapa de preparación del sitio y durante la operación, como agua potable, combustible y algunos productos de primera necesidad, serán proporcionados por Mexicana de Cobre por la cercanía a las instalaciones, o en su caso adquirido por los contratistas y subcontratistas que ejecuten las actividades en cada una de sus etapas.

II.1.8.1. Vías de acceso

El acceso al sitio del Proyecto será a partir caminos internos en operación de la Promovente que operan para el complejo y que no son objeto de evaluación del presente documento.

II.1.8.2. Agua

Este recurso será utilizado únicamente en la etapa operativa durante la conformación de terracerías, cortes y terraplenes, tanto para compactar como para el riego de los caminos durante el tránsito de la maquinaria utilizada y con ello evitar la producción de polvo excesivo. En estas actividades se usará agua reutilizable proveniente de los diversos procesos del complejo y que tienen características no potables y no peligrosas.

II.1.8.3. Energía eléctrica

No se requiere energía eléctrica en la etapa de preparación ya que estas serán ejecutadas en horario diurno. Para la etapa operativa se trabajara en horario duro sin embargo también se realizara la explotación las 24 horas del día de lunes a domingo mediante palas eléctricas por lo que si se requerirá energía para iluminar el área como para la operación de los equipos, dicha energía será abastecida mediante el circuito eléctrico actual del tajo.

II.1.8.4. Combustible

Los combustibles a utilizar serán básicamente gasolina y diesel para el funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipo. Se cuenta con 2 estaciones de combustible para el abastecimiento de Diesel al equipo pesado y de gasolina para el equipo ligero que se ocupa en transporte del personal, de materiales etc.

La estación de gasolina cuenta con dos tanques con 22.6 m^3 de capacidad cada uno. La estación se ubica frente al edificio de talleres a un costado del Patio del Almacén General, y cuenta con 1 bomba automática de despacho.

La estación de despacho de diesel esta se ubica a 50 metros en línea recta, al norte de la trituradora primaria. El tanque que abastece a la misma, se encuentra en el denominado Cerro denominado Chino, junto a los tanques de agua industrial y los de contra incendio, y tienen una capacidad de 120 m^3. La cantidad de combustible a utilizar dependerá de la demanda de consumo que se produzca durante el avance de la obra.

II.1.8.5. Drenaje

Durante el Proyecto no se generarán aguas residuales. Si es necesario en función del personal laborando serán colocados sanitarios portátiles. Dichos sanitarios serán contratados a través de una empresa prestadora de este servicio que cuenta con las autorizaciones ambientales correspondientes; el contrato contemplará acciones periódicas de limpieza y recolección y disposición final de aguas residuales.

II.1.8.6. Telefonía

La intercomunicación se efectuará a través de sistemas de radio y telefonía móvil e Internet.

II.1.8.7. Comedores

Se proporciona alimentación al personal en horario de comida 12:00 a 12:30 am; (turno diurno) y de 2:00 a 2:30 p.m. (turno nocturno), para lo cual, se cuenta con comedores

fijos "Área de talleres de Mina", los cuales cumple con las normas aplicables para este servicio, donde se tendrá control de los residuos sólidos urbanos que se generen.

II.1.8.8. Recolección de residuos sólidos

Para el adecuado manejo de la mínima cantidad de residuos sólidos urbanos que se generarán por la actividad humana desarrollada durante las diferentes etapas del Proyecto, se colocarán contenedores específicos por tipo de residuo generado. Los contenedores se ubicarán en puntos estratégicos dentro del sitio del Proyecto que no obstruya las actividades llevadas a cabo por etapa. Para todas las etapas, los residuos sólidos urbanos generados serán recolectados y entregados a la empresa PASA empresa con la que se tiene contrato y que cuenta con las autorizaciones correspondientes para depositar los residuos sólidos urbanos generados en el relleno sanitario de la ciudad de Agua Prieta, Sonora el cual es operado por ellos mismos.

En cuanto a la recolección de residuos peligrosos generados, específicamente en las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo, como aceites lubricantes usados, grasas, sólidos impregnados o que hayan estado en contacto, con algún material considerado como peligroso (telas, estopa, esponjas, madera, plásticos, contenedores metálicos y de plástico, cartón, filtros empaques y embalajes), etc., se colocarán en contenedores rotulados, se almacenarán de manera temporal por un periodo no mayor a seis meses, como lo marca el Artículo 106, Fracción VII, de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, los cuales serán trasladados al almacén temporal de residuos peligrosos existente ubicado dentro de las instalaciones de la empresa Mexicana de Cobre, para posteriormente ser entregados a una empresa autorizada por la SEMARNAT y subcontratada, para su disposición final.

II.2. Características particulares del Proyecto

Como se mencionó en párrafos anteriores, el Proyecto corresponde a tres polígonos dentro del complejo minero destinados para: (i) la **explotación de mineral** de cobre de diferente ley (zona sur del tajo en el polígono **Bella Unión**); (ii) depósito de **mineral de tepetate** (polígono **Cachuly**); y (iii) al depósito de **mineral lixiviable** (polígono Francisca Norte). El área total del Proyecto involucrada en la presente solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, corresponde a una superficie total de **802.50 ha (8,024,992.71 m^2)**, donde se incluirá la preparación y la operación de las actividades en cada uno de los polígonos que se describen en el presente capítulo.

II.2.1. Programa general de trabajo

En el **Cuadro 2.2**, se presenta de manera general el cronograma, de acuerdo al tiempo requerido para la realización de cada una de las actividades mencionadas por etapa.

El tiempo de vida útil del proyecto se contempla por un período de 65 años, dentro de las cuales, durante los dos primeros años se ejecutará la etapa de preparación del sitio, cuyas actividades particulares son: [i] rescate de flora y fauna silvestre, y [ii] el desmonte y despalme, así como el manejo y almacenamiento de suelo vegetal. A partir del mismo segundo año de vida útil del proyecto, de manera desfasada respecto a la etapa de preparación del sitio, iniciará y se realizará las actividades de operación en cada uno de los polígonos (explotación, depósito de tepetate y lixiviación) hasta completar el año 64 en el cual toda la superficie se encontrara ocupada. Lo anterior con la finalidad de no desmontar todo el terreno antes de que sea ocupado por las actividades y favorece con ello la retención del suelo y el desplazamiento paulatino de la fauna silvestre.

Al término del período de lixiviación del mineral en los terreros y el depósito de tepetate, se iniciará la ejecución del plan de abandono, obedeciendo el "Plan de Manejo de Residuos Mineros", que será elaborado e implementado con la finalidad de que posteriormente en el año 65 se ejecuten en los tres polígonos, las actividades de restauración y reforestación acorde a las condiciones imperantes de la zona y de acuerdo con las condiciones y requerimientos que en materia ambiental sean establecidos.

Cuadro 2.3. Cronograma de actividades involucradas en cada etapa del Proyecto

Etapas	Actividades		Cronograma calendarizado de actividades del Proyecto (Años)			
			1	2	3-64	65
Preparación del sitio	Ejecución de actividades de protección y conservación de flora silvestre		■	■		
	Ejecución de actividades de protección y conservación de fauna silvestre		■	■		
	Desmonte y despalme		■	■		
	Manejo y conservación del material de despalme		■	■		
Operación y mantenimiento	Construcción de caminos de acceso				■	
	Depositación de material en el polígono de Tepetatera				■	
	Tajo	Voladuras en Área de Tajo			■	
		Niveles de Bancos de Tajo			■	
		Extracción de material de Tajo			■	
		Transporte y depositación de material			■	
	Lixiviación	Depósito de material lixiviable			■	
		Acondicionamiento de mangueras para lixiviar			■	
		Proceso de lixiviación en terreros			■	
Abandono del sitio	Retiro de equipos					■
	Limpieza y estabilización de taludes de los niveles					■
	Restauración y revegetación					■

II.2.2. Preparación del sitio

Una vez obtenida la resolución aprobatoria del presente estudio, como parte de la etapa de preparación del sitio, se realizarán las siguientes actividades:

- **Delimitación del sitio del Proyecto**. Se delimita con banderines las áreas requeridas para el Proyecto.

- **Ejecución de actividades de protección y conservación de flora silvestre** rescate y 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 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 hará por sección en cada polígono en función del avance de la programación de la disposición de tepetate y de mineral así como de la explotación. Únicamente se realizará por medios mecánicos bulldozer (tractor de cadenas o trackes con pala frontal), sin utilizar fuego ni sustancias químicas. En esta actividad también se incluye el retiro de maleza, arbustos, tocones, rocas y piedras de tamaño grande, entre otros. El desmonte se debe realizar en forma gradual y unidireccional para permitir el desplazamiento de la fauna hacia zonas menos perturbadas.

- **Manejo y conservación del material de despalme**. El suelo rescatado de las actividades de despalme se guardará en áreas de almacén en cantidades que

permitan su buen manejo para ser reutilizado en actividades de acondicionamiento de áreas de recuperación, así mismo quedará protegido para evitar su pérdida por erosión eólica o pluvial.

II.2.3. Operación y mantenimiento de obras mineras

Las principales actividades del Proyecto será: [i] la **explotación de mineral** de cobre de diferente ley (zona sur del tajo en el polígono **Bella Unión**), [ii] depósito de **mineral de tepetate** (polígono **Cachuly**) y [iii] al depósito de **mineral lixiviable** (polígono Francisca Norte).

La actividad de **explotación de mineral** de cobre de diferente ley, en el polígono Bella Unión se requiere para explotar por descapote como parte del plan de desarrollo de minado. Se realizara la extracción de mineral de cobre mediante el método convencional de minado a cielo abierto, utilizando para ello equipo pesado como; perforadoras convencionales de diámetro de 12 ¼ y profundidad de 17 metros. Así mismo será necesario realizar voladuras, utilizando explosivo convencional ANFO y emulsión. Las actividades consisten en el minado a través de la colocación de explosivos para fracturar los macizos rocosos y una vez que este material esta fracturado, mediante una pala mecánica se carga el material en los camiones CAT y/o Komatsu de capacidad de 240 T para que estos lo trasladen a tres diferentes destinos: depositación a las tepetateras cercanas al área, depositación en terreros de lixiviación y descarga a la trituración primaria, donde comienza el proceso de beneficio de cobre. El proyecto contempla la extracción de un aproximado de 85,992,188 toneladas de mineral con ley de 0.331 %Cu, 49,101,563 de toneladas de mineral con una ley de 0.398 % Cu y 190,312,500 toneladas de mineral lixiviable con una ley de 0.229 % Cu. Este polígono se ira construyendo en la medida que la operación va avanzando, es decir formando las diferentes terrazas o niveles de banqueo con ángulos que aseguren la estabilidad y operación del mismo proyecto.

La actividad de depósito de **mineral de tepetate** en el polígono Cachuly se destinará exclusivamente al tiradero de tepetate que surja del descapote de las áreas de minado y

tendrá una capacidad de 1,038,375,651 toneladas con una elevación final de 1470 msnm, no requiere ninguna otra actividad ni obra asociada.

La actividad de depósito de **mineral lixiviable** en el polígono Francisca Norte se destinará al depósito de mineral lixiviable como una extensión de los terreros actuales en la zona norte del tajo y tendrá una capacidad de 193,765,084 toneladas con una elevación final de 1575 msnm. El proceso en este polígono es básicamente la aplicación del proceso de lixiviación en terreros[5] de mineral fresco que contiene valores diseminados de cobre para la extracción y recuperación de este metal empleando de soluciones acuosas en medio sulfato ácido que corresponde a la solución lixivante y cuyas actividades descritas para evaluación en el presente documento se refiere únicamente a [1] la **disposición de mineral** en pilas sobre la plataforma de terreno para constituir terreros de lixiviación, [2] la colocación de las tubería para el **riego del mineral** y [3] el propio **proceso de lixiviación** de cobre en la pila del mineral, favoreciendo la percolación de la solución acuosa en medio sulfato ácido.

Para llevar a cabo todas estas actividades será necesario el uso de maquinaria y equipo y vehículos cuyo mantenimiento será de tipo preventivo y correctivo, que consistirá básicamente en el cambio de aceite y cambio de autopartes que se requieran por desgaste de uso y se llevará a cabo en el taller actual de mina (Mantenimiento) ubicado a 3.5 Km de del sitio del Proyecto, el cual cumple con la normatividad para su correcta operación.

II.2.4. Construcción de obras asociadas o provisionales

Para el Proyecto no se requerirá la construcción de obras asociadas o provisionales, ya que el Proyecto se ubicará dentro del complejo minero que cuenta con diferentes áreas de servicio equipadas según sus funciones, lo que facilita la obtención de bienes y servicios para abastecer al Proyecto.

Dichas áreas de servicio son descritas a continuación:

- **Talleres**. Se cuenta con las siguientes áreas de servicios al equipo pesado de Mina La Caridad: taller de camiones, cuarto de lubricación, equipo auxiliar,

[5] De acuerdo con la NOM-159-SEMARNAT-2011, la **lixiviación en terreros** corresponde a la aplicación del proceso de lixiviación en un apilamiento de mineral colocado sobre el terreno natural.

taller de soldadura, taller de llantas gigantes, taller eléctrico y taller de carrocería. En éstos se generan residuos de manejo especial, tal como se describe en la sección siguiente.

- **Almacén General.** Se cuenta con un Almacén de Suministros, partes, refacciones, sustancias químicas etc., el cual cuenta con 4 áreas principales que lo integran, siendo una de ellas la que se ubica en el Edificio de Talleres, la segunda es una Nave techada con oficina, la tercer área es el patio de almacenamiento que circunda a dicha nave y finalmente el área de Almacenamiento de Gases Industriales.

- **Almacén en Edificio de Talleres**. El área de almacén cuenta con una sección y oficinas asignada para ventanilla de despacho de piezas pequeñas, insumos para soldadura, equipo de protección personal, esta área también es utilizada para la recepción de materiales, cuenta con áreas de consignación de proveedores, un área para almacenamiento de archivo muerto, etc., en esta área no se almacenan ningún tipo de sustancias químicas en estado líquido o sólido. Se cuentan con anaqueles metálicos ubicados en dos niveles que actualmente casi están vacíos, ya que con las áreas de consignación de proveedores, estos son los que mantienen en sus áreas stocks muy bajos de piezas metálicas, sellos, refacciones etc.

- **Almacén en 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 de piezas, partes, refacciones, etc., no se almacena en su interior ningún tipo de sustancia químicas o combustible, se encuentran delimitados los pasillos, se tiene determinado el rack ultimo de cada fila como la última estiba, las lámparas se encuentran sobre los pasillos, se cuenta con equipo contra incendio, la nave se encuentra aterrizada y la ventilación es natural.

- **Almacén en Patio de Almacén.** Este patio se encuentra circundado por una malla ciclónica conectada a tierra, cuenta con racks para almacenamiento de materiales que no requieren estar bajo techo y que son resistentes a la intemperie, por lo que no requieren de un área al interior de la nave, en esta área se almacenan llantas nuevas, tambores con granalla, perfiles, tuberías, etc. éstas área cuentan con una capa de gravilla sobre suelo natural compactado. En otra superficie del patio, se cuenta con una plancha de concreto para almacenamiento de tambores y totes de sustancias químicas, aceites y grasas, de uso de Mina La Caridad y en algunos casos de sustancias químicas de Planta ESDE.

- **Almacenamiento de Gases Industriales**. El Almacén general cuenta con un área específica (jaula) para el almacenamiento de gases industriales plenamente identificados como: oxígeno, argón, nitrógeno, acetileno, etc., y está construida con medios muros de block de concreto, plataforma de concreto, carga y descarga a nivel de las cajas de pick up, que son comúnmente utilizada para el despacho y para la llegada de los cilindros del proveedor, asimismo el techo y muros son de estructuras metálicas, con malla soldada, no cuenta con iluminación ya que solo se surten gases el turno diurno, la malla y estructura metálica se encuentran aterrizadas, cuenta con pararrayos, en su interior está equipado con medios de sujeción cadenas y rejas para evitar la caída de los cilindros, identificación y señalización con nombre y rombos de seguridad.

II.2.5. Abandono del sitio (post-operación)

Una vez finalizada la vida útil del Proyecto, de acuerdo a lo planificado se procederá a la ejecución de las actividades de abandono del sitio correspondientes el retiro de equipo limpieza y estabilización de taludes de los niveles construidos durante la operación y por último la restauración y revegetación del sitio acorde a las condiciones imperantes de la zona y de acuerdo con las condiciones y requerimientos que en materia ambiental sean establecidos, cuyo objetivo es compensar los efectos ambientales negativos que pudieran

haberse generado por el desarrollo del Proyecto. Además en los polígonos de lixiviación del mineral y en los terreros, se iniciará la ejecución del plan de abandono, obedeciendo el "Plan de Manejo de Residuos Mineros".

II.2.6. Utilización de explosivos

Voladuras

El departamento de operaciones de Mexicana de Cobre, S.A. de C.V., en conjunto con la empresa externa denominada SAMSA, quien es corresponsable del manejo y uso de explosivos, tienen implementados procedimientos de seguridad y operación para ésta actividad. El proceso de voladuras se realiza de manera diurna y con horario establecido y difundido entre el personal de Mina Concentradora, es también constatado en tiempo real por circuito cerrado desde la Mesa de Control, que se ubica en un punto de elevación de la propiedad al noreste del Tajo.

Polvorines

Mexicana de Cobre, S.A. de C.V. Mina La Caridad cuenta con el PERMISO Numero 21 SONORA emitido por la SEDENA que ampara la compra y uso de materiales explosivos, los cuales se almacenan en un área de Polvorines (1,3, 7 y silo para La Caridad y en Planta de Cal 5 y 6).

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

Como ya se describió en párrafos anteriores, para el adecuado manejo de la mínima cantidad de residuos sólidos urbanos que se generarán por la actividad humana desarrollada durante las diferentes etapas del Proyecto, se colocarán contenedores específicos por tipo de residuo generado. Los contenedores se ubicarán en puntos estratégicos dentro del sitio del Proyecto que no obstruya las actividades llevadas a cabo por etapa. Para todas las etapas, los residuos sólidos urbanos generados serán recolectados y entregados a la empresa PASA empresa con la que se tiene contrato y que cuenta con las autorizaciones

correspondientes para depositar los residuos sólidos urbanos generados en el relleno sanitario de la ciudad de Agua Prieta, Sonora el cual es operado por ellos mismos.

En cuanto a la recolección de residuos peligrosos generados, específicamente en las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo, como aceites lubricantes usados, grasas, sólidos impregnados o que hayan estado en contacto, con algún material considerado como peligroso (telas, estopa, esponjas, madera, plásticos, contenedores metálicos y de plástico, cartón, filtros empaques y embalajes), etc., se colocarán en contenedores rotulados, se almacenarán de manera temporal por un periodo no mayor a seis meses, como lo marca el Artículo 106, Fracción VII, de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, los cuales serán trasladados al almacén temporal de residuos peligrosos existente ubicado dentro de las instalaciones de la empresa Mexicana de Cobre, para posteriormente ser entregados a una empresa autorizada por la SEMARNAT y subcontratada, para su disposición final.

Las principales fuentes de emisión a la atmósfera serán de la maquinaria y tránsito de vehículos en todas las etapas, como producto de la combustión propia de los vehículos automotores tipo diesel y gasolina. Su afectación se considera puntual y poco significativa por el movimiento de vehículos, sin afectar poblaciones humanas y mitigadas por el riego de caminos con agua recuperada y el uso de supresores de polvo, así como a través de la afinación y mantenimiento de las unidades que se utilicen. Estas emisiones serán partículas en un rango de 1 a 100 micras.

Los gases contaminantes emitidos con la operación de la maquinaria y tránsito de vehículos serán los siguientes: monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y bióxido de azufre (SO_2). Todos estos gases generados por la combustión realizada por la operación y mantenimiento de la maquinaria (fuentes de combustión móvil y estacionaria). Sin embargo, como medida de control de las fuentes móviles, existen programas de control de emisiones vehiculares, mismas que se aplicarán a todos los vehículos en el sitio del Proyecto, de acuerdo a su Programa de mantenimiento establecido.

Por la distancia de los asentamientos humanos de la Nacozari de García, con respecto de los sitios de emisión de ruido por el Proyecto, se estima que no existirá afectación a los ciudadanos y habitantes.

Con respecto de los puntos de mayor concentración de personal, dentro de las instalaciones del Proyecto y por estudios de ruido realizados con anterioridad, se confirma que los niveles de ruido que podrían generar, serán menores a los límites permisibles de la norma. Los operadores de la maquinaria y supervisores usarán equipo de control de emisiones de ruido (auditivo personal), con el objeto de evitar posibles daños.

Por las actividades propias de la etapa de preparación del sitio, no se generarán aguas residuales de obra, las aguas residuales de sanitarios portátiles que se colocarán en el sitio del Proyecto, serán manejados para su disposición final a través de una empresa prestadora de este servicio que cuenta con las autorizaciones correspondientes.

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

El manejo que se le dará a residuos generados durante las diferentes etapas del Proyecto se presenta de manera resumida en el **Cuadro 2.3**.

Cuadro 2.4. Relación de residuos generados por el Proyecto, con su respectivo almacenamiento y disposición final

Clasificación del residuo	Tipo de residuo	Fuente de generación del residuo	Almacenamiento/disposición
Residuos sólidos municipales	Residuos Vegetales	Generados por el desmonte y despalme del sitio durante su preparación inicial.	El material del desmonte será almacenado a granel en cantidades que permitan su buen manejo para ser reutilizado en actividades de restauración o acondicionamiento de áreas de recuperación.
	Residuos sólidos	Resultado de la basura generada por las actividades humanas.	Los residuos sólidos urbanos generados serán recolectados y entregados a la empresa PASA empresa con la que se tiene contrato y que cuenta con las autorizaciones correspondientes para depositar los residuos sólidos urbanos generados en el relleno sanitario de la ciudad de Agua Prieta, Sonora el cual es operado por ellos mismos.

Cuadro 2.4. Relación de residuos generados por el Proyecto, con su respectivo almacenamiento y disposición final

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

II.2.9. Otras fuentes de daños

Para el Proyecto no se identificó ninguna otra fuente de daño ya que su operación será segura aplicando oportunamente as medidas preventivas incluidas en el presente estudio. Todas las obras están diseñadas y serán construidas bajo los ángulos de reposo adecuado para asegurar su estabilidad.

Estudios previos geológicos y geotécnicos del sitio han demostrado que el sitio donde será ubicado el Polígono Francisca Norte y se llevara a cabo la lixiviación, el material geológico es naturalmente impermeable lo que evitara la infiltración de la solución ácida preñada y bajo lo que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Mina La Caridad cuenta con pozos para el monitoreo periódico de la calidad del agua en la zona.

MINERA MEXICO
GRUPO MEXICO

CAPÍTULO III

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular para el Proyecto denominado "Desarrollo de las actividades de explotación, depósito de tepetate y mineral lixiviable, en los polígonos de Bella Unión, Cachuly y Francisca Norte" en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V., a ubicarse en Nacozarí de García, estado de Sonora.

cesca
CENTRO DE ESTUDIOS, SERVICIOS Y CONSULTORÍAS AMBIENTALES

Octubre 2016

CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.5

III.1. Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación.....5

III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.....5

III.1.2. Plan Estatal de Desarrollo de Sonora 2016 - 2021.....8

III.1.3. Plan de Desarrollo del Municipio de Nacozari 2016 – 2018.....12

III.2. Instrumentos de Ordenamiento Ecológico del Territorio.....14

III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.....14

III.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Sonora.....21

III.3. Regiones Prioritarias de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).....21

III.3.1. Regiones Hidrológicas Prioritarias.....22

III.3.1.1. Región Hidrológica Prioritaria RHP 16 "Río Yaqui- Cascada Basaseachic".....22

III.3.2. Regiones Terrestres Prioritarias.....26

III.3.2.1. Región Terrestre Prioritaria RTP 44 Bavispe- El Tigre.....26

III.3.2.2. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.....28

III.3.2.3. Sitios Prioritarios Terrestres, para la conservación de la biodiversidad.....30

III.4. Áreas Naturales Protegidas.....33

III.4.1. Áreas Naturales Protegidas Federales.....33

III.4.2. Áreas Naturales Protegidas Estatales.....35

III.5. Tratados y Convenios Internacionales.....37

III.5.1. Humedales Mexicanos de Importancia Internacional (Sitios RAMSAR en México).....37

III.6. Vinculación con Instrumentos Jurídicos y Normativos, del ámbito Federal.....40

III.6.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....40

III.6.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).....44

III.6.3. Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.....48

III.6.4. Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera 49
III.6.5. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) 50
III.6.6. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 53
III.6.7. Ley General de Vida Silvestre (LGVS) 55
III.6.8. Ley de Aguas Nacionales (LAN) 56
III.6.9. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales 56
III.6.10. Ley General para Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) 58
III.6.11. Reglamento de la Ley General para Prevención y Gestión Integral de Residuos (RLGPGIR) 61
III.6.12. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA) 62
III.6.13. Ley Minera 62
III.6.14. Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos (LFAFE) 63
III.6.15. Reglamento de la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos 64
III.6.16. Normas Oficiales Mexicanas 65
III.7. Vinculación con Instrumentos Jurídicos y Normativos, ámbito Estatal 69
III.7.1. Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora 69
III.8. Consideraciones finales 69

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1. Características de la Unidad Biofísica Ambiental 9, "Sierras y Valles del Norte", en la cual se encuentra el sitio del Proyecto. 15

Cuadro 3.2. Estrategias planteadas para la UAB 9 "Sierras y Valles del Norte", por el POEGT y su vinculación con el Proyecto 17

Cuadro 3.3. Programas de Ordenamiento Ecológico y Territorial, decretados para el estado de Sonora. 21

Cuadro 3.4. Disposiciones de la LGEEPA y la vinculación con el Proyecto. 44

Cuadro 3.5. Disposiciones del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental y la vinculación con el Proyecto. 48

Cuadro 3.6. Disposiciones del Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera y la vinculación con el Proyecto. 49

Cuadro 3.7. Vinculación del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable con el Proyecto. 54

Cuadro 3.8. Vinculación de la Ley de Aguas Nacionales con el Proyecto. 56

Cuadro 3.9. Vinculación del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales con el Proyecto. 57

Cuadro 3.10. Vinculación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos con el Proyecto. 58

Cuadro 3.11. Vinculación de la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos, con el Proyecto. 64

Cuadro 3.12. Vinculación de las Normas Oficiales Mexicanas con el Proyecto. 66

ÍNDICE DE CUADROS

Figura 3.1. Alineación del PED 2016-2021al PND 2013-2018. 9

Figura 3.2. Región Ecológica y UAB que marca el POEGT, en que se encuentra el sitio del Proyecto. 16

Figura 3.3. Lenguas Indígenas y UAB que marca el POEGT, en que se encuentra el sitio del Proyecto. 20

Figura 3.4. Ubicación de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con relación al sitio del Proyecto. 25

Figura 3.5. Ubicación de las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), con relación al sitio del Proyecto. 27

Figura 3.6. Ubicación de las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA), con relación al sitio del Proyecto. 29

Figura 3.7. Ubicación de los Sitios Prioritarios Terrestres (SPT), con relación al sitio del Proyecto. 32

Figura 3.8. Ubicación de las Áreas Naturales Protegidas Federales, con relación al sitio del Proyecto. 34

Figura 3.9. Ubicación de las Áreas Naturales Protegidas Estatales, con relación al sitio del Proyecto. 36

Figura 3.10. Ubicación del sitio del Proyecto con relación a los Sitios RAMSAR del estado de Sonora. 39

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

Para el desarrollo de este capítulo se consultaron las diversas fuentes de información vigentes, federales, estatales y municipales, respecto a la planeación y desarrollo urbano, así como a los planes o programas de ordenamiento ecológicos propuestos y decretados; con la finalidad de determinar su concordancia con el Proyecto denominado **"Desarrollo de las actividades de explotación, depósito de tepetate y mineral lixiviable, en los polígonos de Bella Unión, Cachuly y Francisca Norte" en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V. a ubicarse en el municipio de Nacozari de García, estado de Sonora** (enseguida referido como el Proyecto) de la empresa Mexicana de Cobre, S. A. de C. V. (enseguida referida como la empresa o la Promovente).

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

III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es el instrumento que rige la programación y presupuesto de la Administración Pública Federal, a través de políticas públicas, donde se distinguen tres estrategias denominadas: Democratizar la Productividad, Consolidar un Gobierno Cercano y Moderno, e Incorporar la Perspectiva de Género. De acuerdo con la Ley de Planeación, todos los Programas Sectoriales, Especiales, Institucionales y Regionales que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse en congruencia con este instrumento. El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, se estructuró a partir de cinco metas nacionales y de tres estrategias transversales.

En el apartado de *México Próspero en Desarrollo Sustentable*, se identifica que los efectos del cambio climático y la degradación ambiental se han intensificado, por lo que México se ha comprometido con la agenda internacional de medio ambiente y desarrollo sustentable. Esto implica retos importantes para propiciar el crecimiento y el desarrollo económico, asegurando que los recursos naturales continúen proporcionando los servicios

ambientales de los cuales depende nuestro bienestar: [i] 12 % de la superficie nacional está designada como área protegida, sin embargo 62 % de estas áreas no cuentan con programas de administración o manejo; [ii] cerca de 60 millones de personas viven en localidades que se abastecen en alguno de los 101 acuíferos sobreexplotados del país; [iii] se debe incrementar el tratamiento del agua residual colectada en México más allá del 47.5% actual; [iv] la producción forestal maderable del país es menor al 1% del PIB; [v] para proteger los ecosistemas marinos se debe promover el desarrollo turístico y la pesca de manera sustentable; y [vi] se debe incentivar la separación de residuos para facilitar su aprovechamiento.

Por otra parte, el desarrollo del Proyecto pretende ser compatible con los retos que el Gobierno Federal prevé para el sector minero a través de las siguientes estrategias:

VI.4. México Próspero.

Objetivo 4.4. Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.

Estrategia 4.4.1. Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.

Líneas de acción:

- Promover esquemas de financiamiento e inversiones de diversas fuentes que multipliquen los recursos para la protección ambiental y de recursos naturales.
- Impulsar la planeación integral del territorio, considerando el ordenamiento ecológico y el ordenamiento territorial para lograr un desarrollo regional y urbano sustentable.
- Orientar y fortalecer los sistemas de información para monitorear y evaluar el desempeño de la política ambiental.

Estrategia 4.4.2. Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que

todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.

Líneas de acción:

- Ordenar el uso y aprovechamiento del agua en cuencas y acuíferos afectados por déficit y sobreexplotación, propiciando la sustentabilidad sin limitar el desarrollo.

Estrategia 4.4.3. Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.

Líneas de acción:

- Ampliar la cobertura de infraestructura y programas ambientales que protejan la salud pública y garanticen la conservación de los ecosistemas y recursos naturales.
- Acelerar el tránsito hacia un desarrollo bajo en carbono en los **sectores productivos primarios (minería)**, industriales y de la construcción, así como en los servicios urbanos, turísticos y de transporte.
- Lograr un manejo integral de residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos, que incluya el aprovechamiento de los materiales que resulten y minimice los riesgos a la población y al medio ambiente.
- Contribuir a mejorar la calidad del aire, y reducir emisiones de compuestos de efecto invernadero mediante combustibles más eficientes, programas de movilidad sustentable y la eliminación de los apoyos ineficientes a los usuarios de los combustibles fósiles.
- Lograr un mejor monitoreo de la calidad del aire mediante una mayor calidad de los sistemas de monitoreo existentes y una mejor cobertura de ciudades.

Estrategia 4.4.4. Proteger el patrimonio natural.

Líneas de acción:

- Promover la generación de recursos y beneficios a través de la conservación,

restauración y aprovechamiento del patrimonio natural, con instrumentos económicos, financieros y de política pública innovadores.

- Promover el conocimiento y la conservación de la biodiversidad, así como fomentar el trato humano a los animales.

El Proyecto es justificable en materia de sustentabilidad ambiental y conservación de la biodiversidad, ya que se implantarán acciones de prevención y mitigación, a los impactos ambientales identificados, así como medidas de compensación acordes a las políticas y estrategia de desarrollo de Mina La Caridad de Mexicana de Cobre, S.A. de C.V.

Objetivo 4.8. Desarrollar los sectores estratégicos del país.

Estrategia 4.8.2. Promover mayores niveles de inversión y competitividad en el sector minero.

Líneas de acción:

- Fomentar el incremento de la inversión en el sector minero.
- Procurar el aumento del financiamiento en el sector minero y su cadena de valor.

Por la naturaleza del Proyecto, implica la inversión y la sostenibilidad de aprovechamiento de los recursos minerales no renovables.

III.1.2. Plan Estatal de Desarrollo de Sonora 2016 - 2021

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021 engloba en sus cuatro ejes estratégicos y dos ejes transversales la alineación con el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, que proponen hacer de México y del estado de Sonora, una sociedad en la cual todas las personas tengan acceso efectivo a los derechos que otorga la Constitución (**Figura 3.1**).

Figura 3.1. Alineación del PED 2016-2021al PND 2013-2018.

Los ejes estratégicos que rigen el PED son:

1. Eje Estratégico 1. Sonora en Paz y Tranquilidad; "Gobierno garante del estado de derecho, la seguridad y la paz social.

2. Ejes Estratégico 2. Sonora y Ciudades con calidad de vida, "Gobierno generador de la infraestructura para la calidad de vida y competitividad sostenible y sustentable".

3. Ejes Estratégico 3. Economía y futuro; "Gobierno impulsor de las potencialidades regionales y sectores emergentes".

4. Ejes Estratégico 4. Todos los sonorenses todas las oportunidades; "Gobierno promotor del desarrollo y equilibrio social".

5. Ejes Transversales. i) Eje Transversal I. "Gobierno eficiente, innovador, transparente y con sensibilidad social", ii) Eje Transversal II. "Gobierno promotor de los derechos humanos y la igualdad del género.

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

Eje Estratégico I.

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

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

Líneas de acción.

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

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

Líneas de acción.

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

Eje Estratégico II.

Reto 12. FOMENTAR LA MEJORA DE LA GESTIÓN AMBIENTAL

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

Líneas de acción.

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

Estrategia 13.5 Abatir rezagos y mejorar la calidad de los servicios e infraestructura básica, a través de procesos claro de asignación y nuevos esquemas de financiamiento y participación, que propicien la competitividad de los municipios y las regiones.

Reto 14. CONSERVAR Y PROTEGER LA RIQUEZA NATURAL DE SONORA

Estrategia 124.1 Formulara la política ambiental en materia de uso, conservación y manejo de la biodiversidad acuática y terrestre del estado de Sonora.

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

Eje Estratégico III.

Reto 4. CONSOLIDAD EL LIDERAZGO DEL SECTOR MINERO DEL ESTADO DE SONORA.

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

Líneas de acción.

4.1.2 Promover la diversificación en la exploración y aprovechamiento de minerales, con énfasis en los de interés industrial.

Estrategia 4.7 Vigilar que se cumpla la normatividad institucional para el sector y mejorara los procesos de atención a trámites relacionados con las concesiones mineras.

Líneas de acción.

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

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

Líneas de acción.

4.8.2 Promover las buenas prácticas en materia de proceso minero, protección ambiental y seguridad laboral en las empresas mineras.

La vinculación del Proyecto con este Plan Estatal de Desarrollo es que pretende ser un detonador del crecimiento económico de la región, mejorando la calidad de vida de los trabajadores y los pobladores al contar con una unidad minera que trabaja de manera ordenada con la infraestructura adecuada de alto nivel y que aplicará tecnología de vanguardia para incrementar la recuperación de mineral de valores de cobre, incrementando el valor agregado de la materia prima mineral, y a su vez generará fuentes de empleo y riqueza en la zona, así como la implementación de programas de vigilancia que aseguren el adecuado cumplimiento con la normatividad vigente y por lo tanto el cuidado a la salud y el medio ambiente.

III.1.3. Plan de Desarrollo del Municipio de Nacozari 2016 – 2018

El Plan de Desarrollo del Municipio de Nacozari 2012 – 2015 (PDM) fue construido con la participación libre y democrática de todos los ciudadanos, que a través de reuniones

públicas, talleres de formación y de información, así como vía electrónica, hicieron valer su derecho a la audiencia y entregaron sus propuestas referentes al desarrollo social, económico, humanitario y cívico, para el bien de todos los que habitamos el territorio nacozarense.

Para dar cumplimiento a los principios éticos, así como a los preceptos de ley, y poner en sintonía este plan de desarrollo municipal de Nacozari de García con los planes de desarrollo de la Federación y del estado de Sonora, se estructuraron 6 ejes o vertientes que también se cruzan transversalmente para su retroalimentación y funcionabilidad.

Las directrices "gobierno facilitador", "funcionarios que ayudan", "trato justo y respeto en la mediación de conflictos", así como políticas públicas para la gestión financiera y manejo la de austeridad, son rieles para transitar hacia el plan Nacozari trabaja, un plan de todos.

El PDM se estructuró y elaboró con base en seis ejes rectores: i) NACOZARI TRANQUILO Y SEGURO, ii) NACOZARI PARA TODOS, iii) NACOZARI APRENDER PARA SERVIR, iv) NACOZARI TRABAJA, v) NACOZARI AMBIENTE SANO, y vi) NACOZARI CUENTAS CLARAS.

El PDM es un documento elaborado con la visión de que con el trabajo de todos juntos se alcance el progreso y las oportunidades de bienestar.

El Proyecto tiene relación por la creación de fuentes de empleo, desarrollo de viviendas (El Globo, Caridad, Satélite, El Abanico, Lomas Nuevas y Lomas Altas) y algunos otros servicios para beneficio y desarrollo de la comunidad (instalaciones recreativas como canchas de tenis, basquetbol, futbol, boliche y clubes sociales, iglesia y escuela).

III.2.Instrumentos de Ordenamiento Ecológico del Territorio

III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

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

> El objetivo del POEGT es *"llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF"*.

El POEGT está integrado por una **regionalización ecológica;** que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial; y por los **lineamientos y**

estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a la regionalización. A partir de la regionalización ecológica, se diferenciaron 145 **Unidades Ambientales Biofísicas** (**UAB**), que favorecen la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentan el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales.

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

El Proyecto se ubica en la **Región Ecológica 12.30**, particularmente en la **Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 9**, denominada "**Sierras y Valles del Norte**", cuyas características se describen en el **Cuadro 3.1**. La UAB 9, tiene una superficie territorial de 42,685.87 km^2; se localiza al Este del estado de Sonora (ver **Figura 3.1**).

Cuadro 3.1. Características de la Unidad Biofísica Ambiental 9, "Sierras y Valles del Norte", en la cual se encuentra el sitio del Proyecto.

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

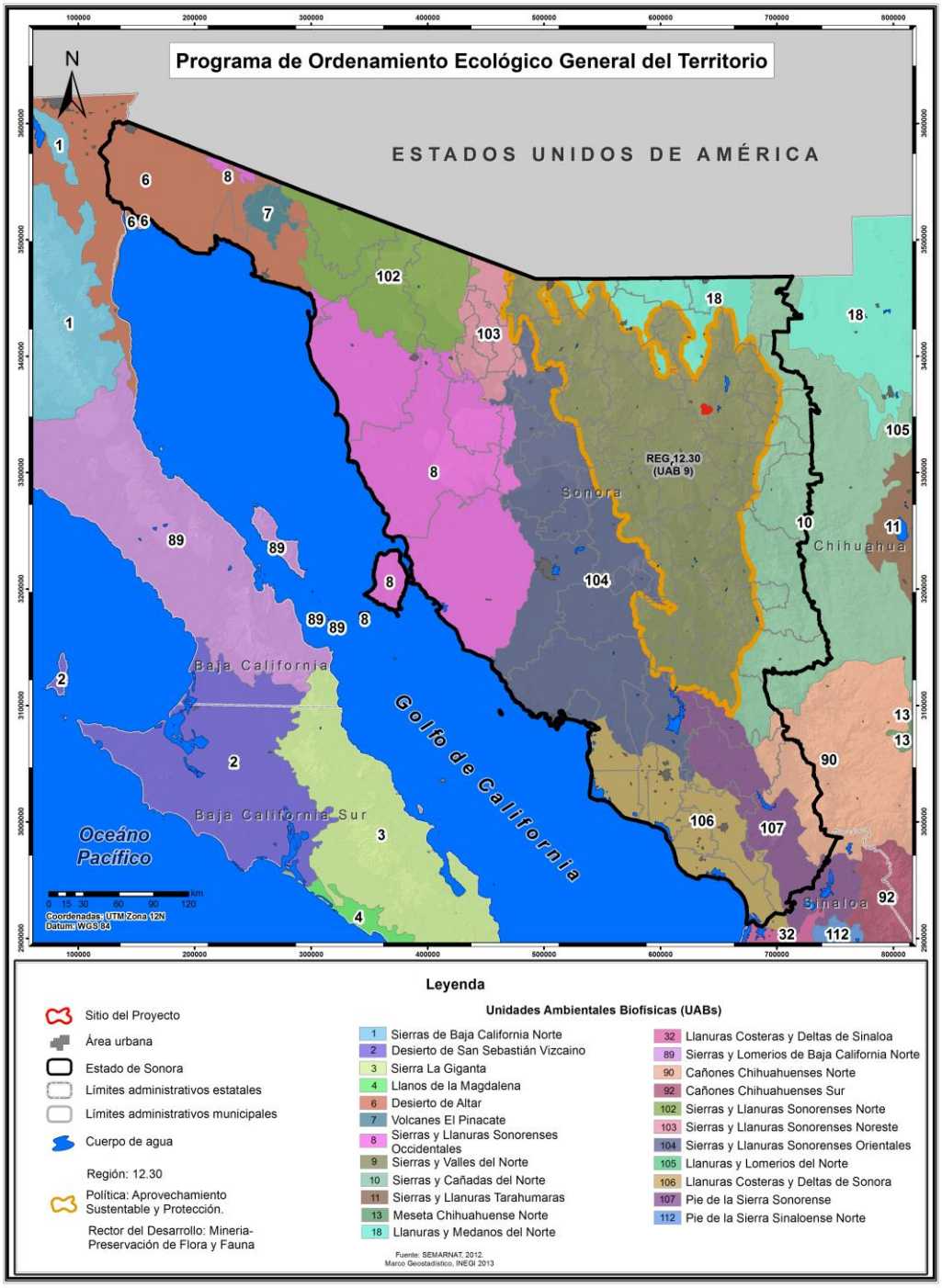


Figura 3.2. Región Ecológica y UAB que marca el POEGT, en que se encuentra el sitio del Proyecto.

El estado del medio ambiente al 2008 se clasificó como **estable a medianamente estable**, de acuerdo con la ficha técnica de la UAB 9 incluida en el POEGT (2012) que lo describe de la siguiente manera: Conflicto Sectorial Bajo. Muy baja superficie de ANP. 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 Forestal, Pecuario y de otro tipo de vegetación. 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 actividad minera. Alta importancia de actividad ganadera.

Asimismo, el escenario al 2033 de esta UAB 9, se espera de **medianamente estable a inestable** (POEGT, 2012). En este sentido, las estrategias planteadas dentro del POEGT son las presentadas en el **Cuadro 3.2**.

Cuadro 3.2. Estrategias planteadas para la UAB 9 "Sierras y Valles del Norte", por el POEGT y su vinculación con el Proyecto

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		Vinculación con el Proyecto
A) Preservación	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El Proyecto contribuirá mediante la aplicación de acciones ambientales, y así generará información del área donde se desarrollarán las actividades de extracción.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.	Como objeto del Proyecto no se realizarán actividades de aprovechamiento sustentable, sin embargo, se contribuirá a la valoración de los servicios ambientales de la región.
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	Con la aplicación de las actividades prevención y

Cuadro 3.2. Estrategias planteadas para la UAB 9 "Sierras y Valles del Norte", por el POEGT y su vinculación con el Proyecto

	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	conservación, se buscará que las actividades de extracción del tajo a cielo abierto no afecten la integridad de los ecosistemas.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Se plantearán posibles medidas de mitigación y compensación, para la rehabilitación en áreas forestales y/o afectadas por las actividades de extracción del tajo a cielo abierto, con base a la normativa existente que aplique.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. **15 bis.** Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional. 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	Por tratarse de una obra de desarrollo para la explotación del recurso mineral, en consideración del uso y aprovechamiento en beneficio de la región, del municipio y del estado; al mismo tiempo de la promoción de una gestión ambiental que conlleve a buscar la sustentabilidad en la práctica de esta actividad determinada como rector del desarrollo en la UAB, de acuerdo con el propio POEGT.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema e infraestructura urbana		**Vinculación con el Proyecto**
C) Agua y Saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	El Proyecto no requiere de extracción de agua. El agua a utilizar será reutilizada del proceso de la presa de jales previo tratamiento.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	El Promovente tiene el compromiso de hacer de la minería y del cuidado ambiental dos actividades compatibles, de tal modo que tiene participación social, en acciones estratégicas para el desarrollo del municipio y del estado.
E) Desarrollo Social	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	El Promovente tiene el compromiso de hacer de la minería y del cuidado ambiental dos actividades compatibles, de tal modo que tiene participación

Cuadro 3.2. Estrategias planteadas para la UAB 9 "Sierras y Valles del Norte", por el POEGT y su vinculación con el Proyecto

	las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	social, en acciones estratégicas para el desarrollo del municipio y del estado.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		**Vinculación con el Proyecto**
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El Proyecto no se contrapone a dicha acción.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El Promovente aportará de manera participativa al impulso del ordenamiento territorial estatal y en particular municipal.

El Proyecto es compatible con las estrategias planteadas en el POEGT 2012 para la UBA 9, considerando que se plantea un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables, mediante la implementación de acciones de prevención, mitigación y compensación durante todas las etapas del Proyecto establecidas en el presente documento. Cabe mencionar que, si bien el POEGT (2012) señala la presencia de población indígena mayo y yaqui, presentes en la UAB 9, de acuerdo con información de la CONABIO; para el presente estudio se analizó y se traslaparon datos de ambas fuentes (ver **Figura 3.2**). No se reporta presencia de población con lenguas indígenas en la zona del sitio del Proyecto. Sin embargo las actividades y obras del Proyecto no inciden en la biodiversidad y, tampoco de manera directa o indirecta en las lenguas indígenas.

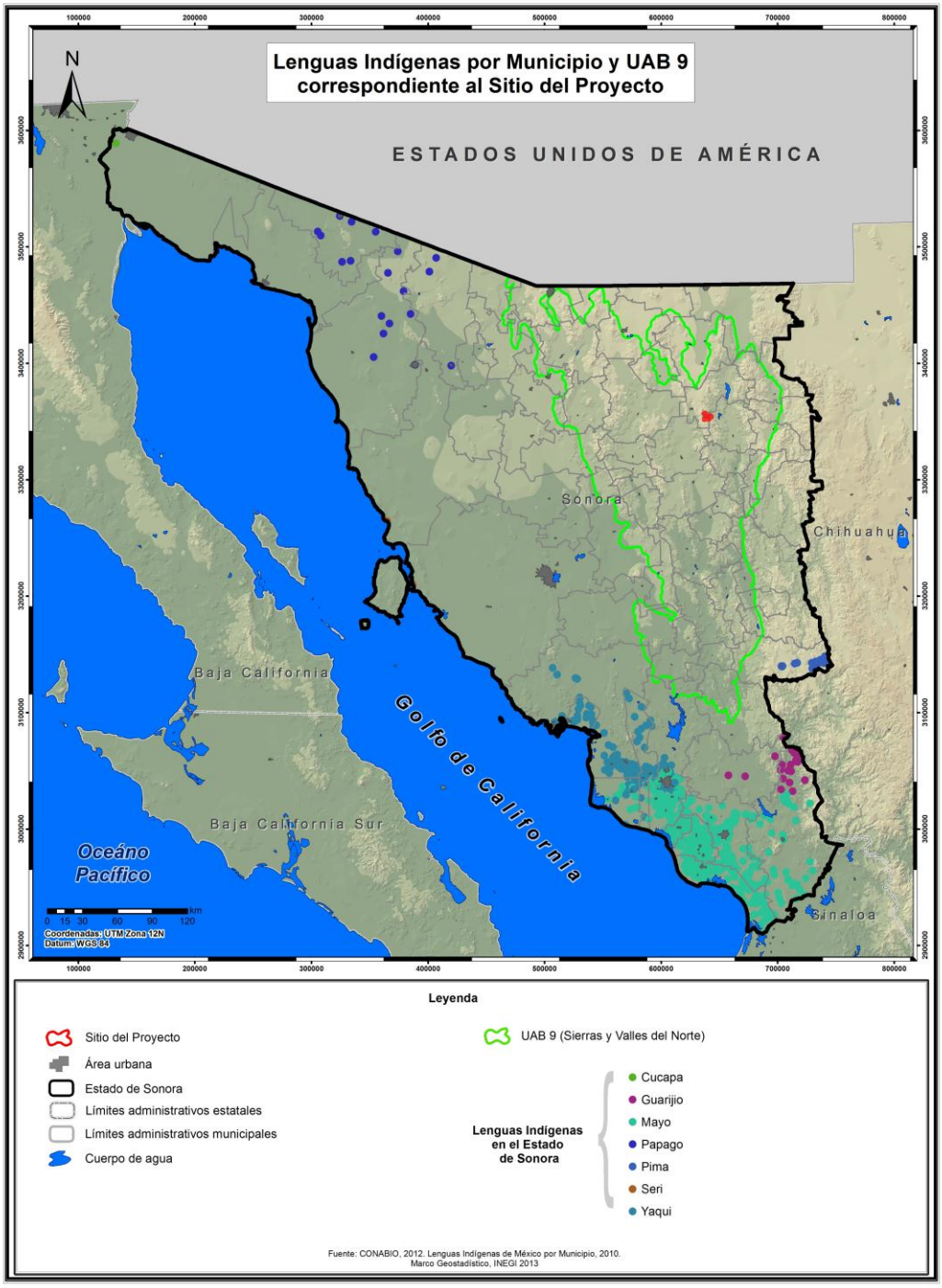


Figura 3.3. Lenguas Indígenas y UAB que marca el POEGT, en que se encuentra el sitio del Proyecto.

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

Cabe mencionar, que a la fecha de elaboración de la presente MIA-P, el estado de Sonora solo cuenta con tres Programas de Ordenamiento Ecológico y Territorial (en su clasificación de Regional, Local y Marino), tal como se reporta en el **Cuadro 3.3**.

Cuadro 3.3. Programas de Ordenamiento Ecológico y Territorial, decretados para el estado de Sonora.

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

De manera particular, el Sistema Ambiental de Proyecto, no está comprendida dentro de los límites de los Programas listados (**Cuadro 3.3**), por lo que, el uso de suelo en la región de estudio, en material ambiental, queda regulado por la UAB 9 del POEGT (2012), ya descrito.

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

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

Sitios Prioritarios Terrestres (STP).

III.3.1. Regiones Hidrológicas Prioritarias

El sitio del Proyecto se encuentra dentro de la RHP 16 "Río Yaqui –Cascada Basaseachic (ver **Figura 3.3**).

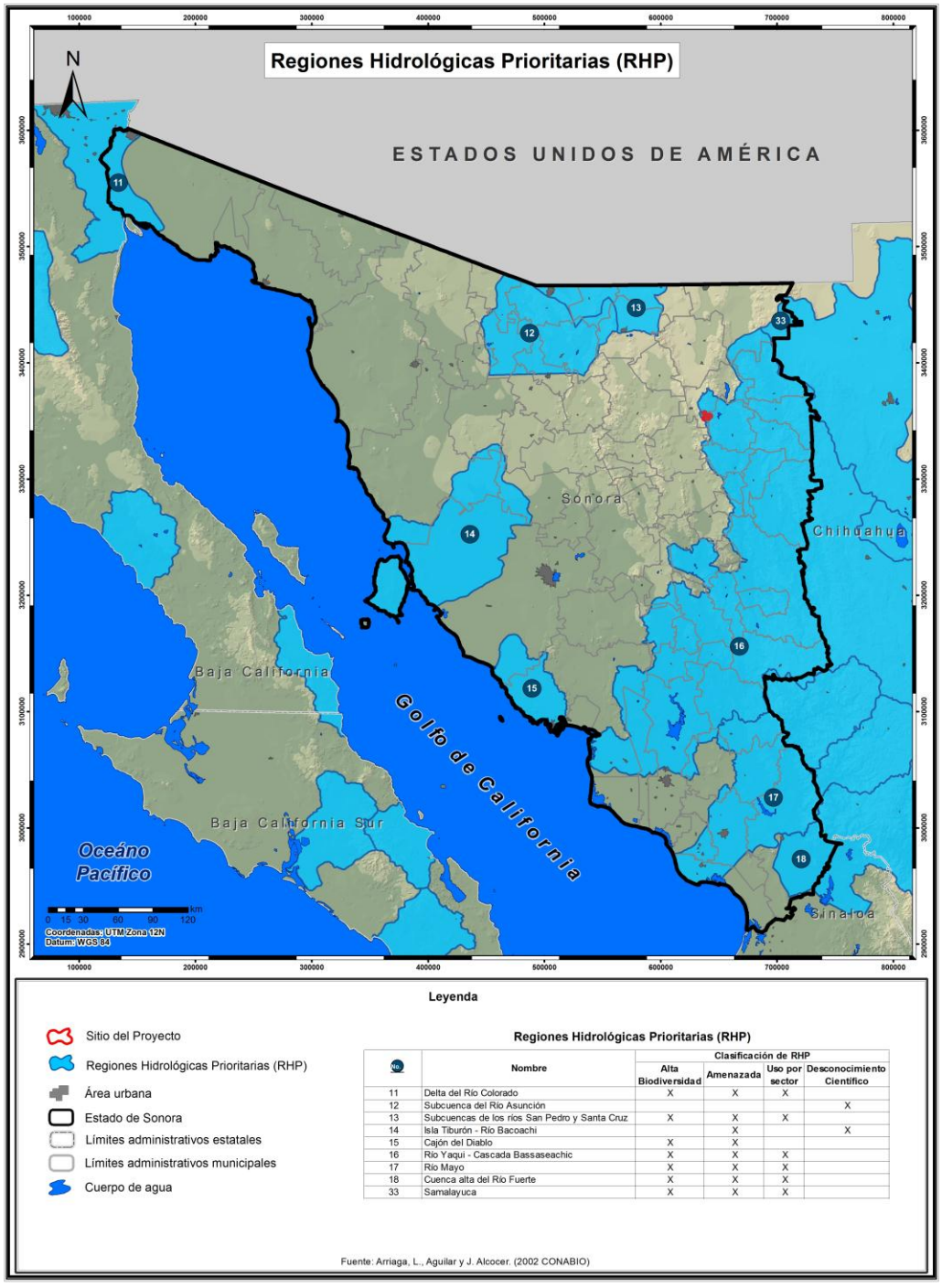
III.3.1.1. Región Hidrológica Prioritaria RHP 16 "Río Yaqui- Cascada Basaseachic"

La RHP 16 se ubica en el estado de Sonora y Chihuahua, cubriendo una superficie de 54 716.52 km^2, dentro del polígono de Latitud 30º59'24'' - 27º03'00'' Norte, y de Longitud 110º36'00' - 107º02'24'' Oeste. Sus recursos hídricos lénticos principales son presas, pantanos dulceacuícolas, estuarios, charcas temporales, llanuras de inundación, brazos de ríos abandonados y lagos; mientras que sus recursos lóticos, corresponden a los ríos Yaqui, Cocopaque, Bavispe, Moctezuma, Chico, Tecoripa, Papigochic, Sahuaripa, así como algunos arroyos y manantiales termales. Comprende las sierras de Bacatete, la Ventana, Baroyeca, el Encinal, La Sebastiana, Mazatán, las Palomas, las Guijas, las Maderas, Buenos Aires, el Tigre. Los suelos son del tipo Litosol, Xerosol, Regosol, Vertisol, Zolonchak, Cambisol, Fluvisol y Luvisol. Predomina el clima climas semiseco muy cálido y cálido, semiseco semicálido, secos muy cálidos y cálidos con lluvias en verano y algunas en invierno con temperatura media anual de 16-26ºC y precipitación total anual entre 200-700 mm. La principal actividad económica es forestal, agrícola, ganadera, pesquera, minera y ecoturismo. Los tipos de vegetación incluyen: bosque espinoso, pastizal, bosques de coníferas, de pino-encino, de tascate, mesófilo, manglares, vegetación riparia, matorral xerófilo, manchones aislados de selva baja caducifolia. La fauna característica: de moluscos *Acanthochitona arragonites* (parte lateral de las rocas de litoral), *Anachis vexillum* (litoral rocoso), *Coralliophila macleani*, *Doris pickensi* (litoral rocoso), *Entodesma lucasanum* (zona litoral), *Fusinus (Fusinus) ambustus* (zonas arenosas), *Leptopecten palmeri,* L*ucina (Callucina) lampra, Lucina lingualis, Nassarina (Steironepion) tincta, Nassarina (Zanassarina) atella, Terebra allyni, T. iola, Transennella humilis, Tripsycha (Eualetes) centiquadra* (litoral rocoso); de peces *Awaous banana, Campostoma ornatum, Catostomus plebeius, Codoma*

ornata, Cyprinella formosa, C. ornata, Eleotris picta, Gila eremica, G. robusta, Gila sp., Gobiomorus maculatus, Hyporhamphus rosae, Lepomis macrochirus, Ophisternon aenigmaticum, Pimephales promelas, Poecilia latipinna, Poeciliopsis occidentalis, P. prolifica, Pomoxis nigromaculatus; de aves *Ajaia ajaja, Anas crecca, A. platyrhynchos, Ardea herodias, Bubulcus ibis, Bucephala albeola, Casmerodius albus, Eudocimus albus, Haematopus palliatus, Limosa fedoa, Nycticorax violacea, Pachyramphus aglaiae, Recurvirostra americana, Strix occidentalis.* Endemismo de plantas *Acacia willardiana*; de insectos como *Apodemia hepburni, A. phyciodioides, Enchioe guaymasensis, Texola elada*; de peces *Catostomus sp., Gila purpurea; de aves Campephilus imperialis, Euptilotis neoxenus, Rhynchopsitta pachyrhyncha. Especies amenazadas de peces Agosia chrysogaster, Catostomus bernardini (probablemente extirpada), C. cahita, C. leopoldi, Gila purpurea, Ictalurus pricei, Oncorhynchus sp., Poeciliopsis occidentalis*; de aves *Anas acuta, A. discors, águila real Aquila chrysaetos, guacamaya verde Ara militaris, Aythya affinis, Campephilus imperialis, Euptilotis neoxenus, Larus heermanni, Rhynchopsitta pachyrhyncha, Strix occidentalis*; 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.

De su conservación, preocupa la contaminación, el sobrepastoreo, la alteración del patrón hidrológico, la alteración de la calidad del agua en la planicie costera, la intrusión salina, la erosión de la cuenca, azolvamiento de las costas y la erosión en la costa por presas. Se requiere del derecho de uso de cuotas de agua para los sistemas limnológicos, la recarga de acuíferos y un equilibrio en el aporte de sedimentos provenientes de las tierras agrícolas a los humedales. Faltan conocimientos de la flora y la fauna, aplicación plena de la legislación sobre el uso de plaguicidas, empleo de alternativas en control de plagas; problemas de acceso por narcotráfico y uso permitido de plaguicidas en campañas antinarcóticos.

Con respecto a la ubicación del Proyecto y la inmersión del mismo dentro de esta (RHP 16), se establece que las actividades a realizarse en cada una de las etapas serán con base en los lineamientos normativos establecidos, además de la ejecución de medidas (preventivas, mitigación, compensación) con las que se pretende no solo prevenir y/o mitigar los posibles impactos, sino que se busca conservar las condiciones actuales que presenta el área en estudio y en futuro plazo mejorar los servicios ambientales que de la misma dependan.



No.	Nombre	Clasificación de RHP			
		Alta Biodiversidad	Amenazada	Uso por sector	Desconocimiento Científico
11	Delta del Río Colorado	X	X	X	
12	Subcuenca del Río Asunción				X
13	Subcuencas de los ríos San Pedro y Santa Cruz	X	X	X	
14	Isla Tiburón - Río Bacoachi		X		X
15	Cajón del Diablo	X	X		
16	Río Yaqui - Cascada Bassaseachic	X	X	X	
17	Río Mayo	X	X	X	
18	Cuenca alta del Río Fuerte	X	X	X	
33	Samalayuca	X	X	X	

Figura 3.4. Ubicación de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con relación al sitio del Proyecto.

III.3.2. Regiones Terrestres Prioritarias

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

Con relación a éstas RTP, el polígono del Proyecto se encuentra inmerso dentro de la RTP 44 Bavispe- El Tigre (**Figura 3.4**), de la cual se describen a continuación sus características generales, tal como lo reporta la CONABIO.

III.3.2.1. Región Terrestre Prioritaria RTP 44 Bavispe- El Tigre

La RTP 44 Bavispe- El Tigre, se encuentra dentro del estado de Sonora y Chihuahua, abarcando una extensión de 14,580 km^2 (valor para la conservación 3, mayor a 1,000 km^2), de los municipios de Agua Prieta, Bacadehuachi, Bacerac, Bavispe, Casas Grandes, Cumpas, Divisaderos, Fronteras, Granados, Huachinera, Huasabas, Janos, Madera, Moctezuma, Nacori Chico, Nacozari de García, Sahuaripa, San Pedro de la Cueva, Tepache, Villa Hidalgo. Sus coordenadas extremas, son: Latitud N: 29° 11' 21'' a 31° 01' 58''; Longitud W: 108° 12' 11'' a 109° 37' 41''.

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*.

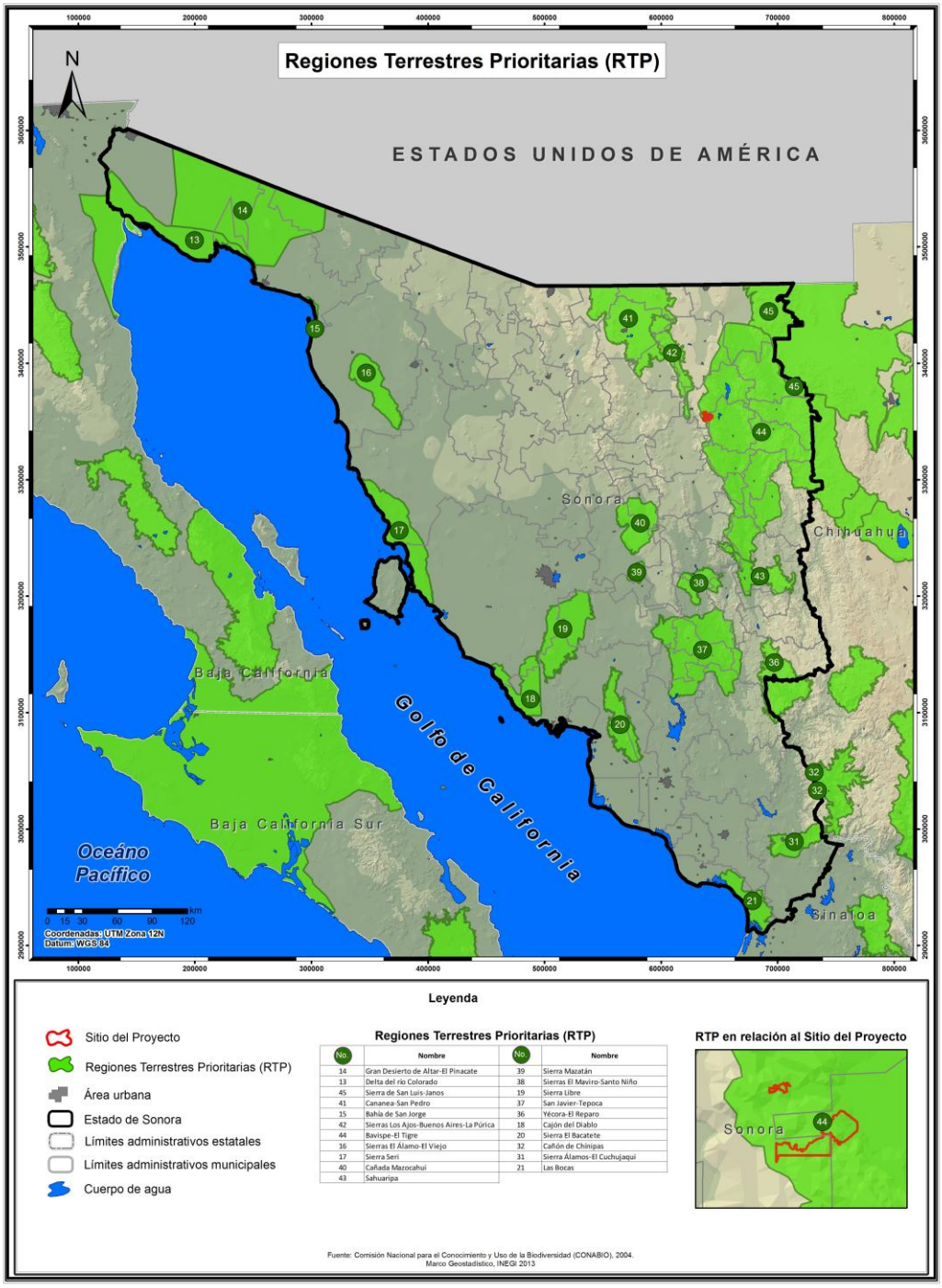


Figura 3.5. Ubicación de las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), con relación al sitio del Proyecto.

El límite de esta RTP sigue, en esencia, la regionalización hidrológica de la CNA, al contener las subcuencas de los ríos Bavispe y Nácori y las regiones hidrológicas de las sierras Sombreretillo y El Pinito; se incorporó, además, la parte alta (ríos Negro, El Gavilán y La Cueva), segregándola de la subcuenca Batepito-San Bernardino. En la delimitación regional se buscó incluir la mayor parte del área de distribución del oso en la zona. Se incorporaron también las áreas prioritarias para la conservación de la Sierra Madre Occidental identificadas por Naturalia, que corresponden a la mesa Las Guacamayas, Bavispe-La Madera y la sierra San Diego-El Tigre.

Entre las características generales de esta RTP la región donde se ubica forma parte de un ANP a nivel estatal, destaca su definición como de importancia de los servicios ambientales en nivel 3 (alto). El área de Bavispe-Sierra La Madera está considerada dentro del SANPES.

El Proyecto considera un conjunto de acciones tendientes a prevenir y en su caso, atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se pueda provocar en cualquiera de sus etapas, para dar cumplimiento a lo dispuesto en materia de impacto ambiental.

III.3.2.2. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

En la República Mexicana existen un total de 263 AICAs (Benítez *et al*., 1999; Del Coro Arizmendi y Marquez Valdelamar (eds.), 2000), de las cuales 17 se encuentran en el estado de Sonora. De estas, el sitio del Proyecto, se ubica dentro de la AICA No. 126 "Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental" (ver **Figura 3.5**). La AICA No. 126 se localiza totalmente en el estado de Sonora, cubriendo una superficie de 2'289,950.48 ha. Se trata de un conjunto de sierras de diferente tamaño que necesitan estar conectadas, creando un corredor importante y un puente entre las zonas consideradas AICA del Sur de las sierras y con las islas del Norte en las Chiricahuas, Arizona (Sky Islands). Este complejo de islas son peldaños entre sierras de mayor longitud que permiten que haya un flujo continuo de fauna. Es a través de las islas del Norte que algunas especies como *Pachyramphus aglaiae* y *Euptilotis neoxenus*, entre otras, llegan hasta las pequeñas sierritas en Arizona.

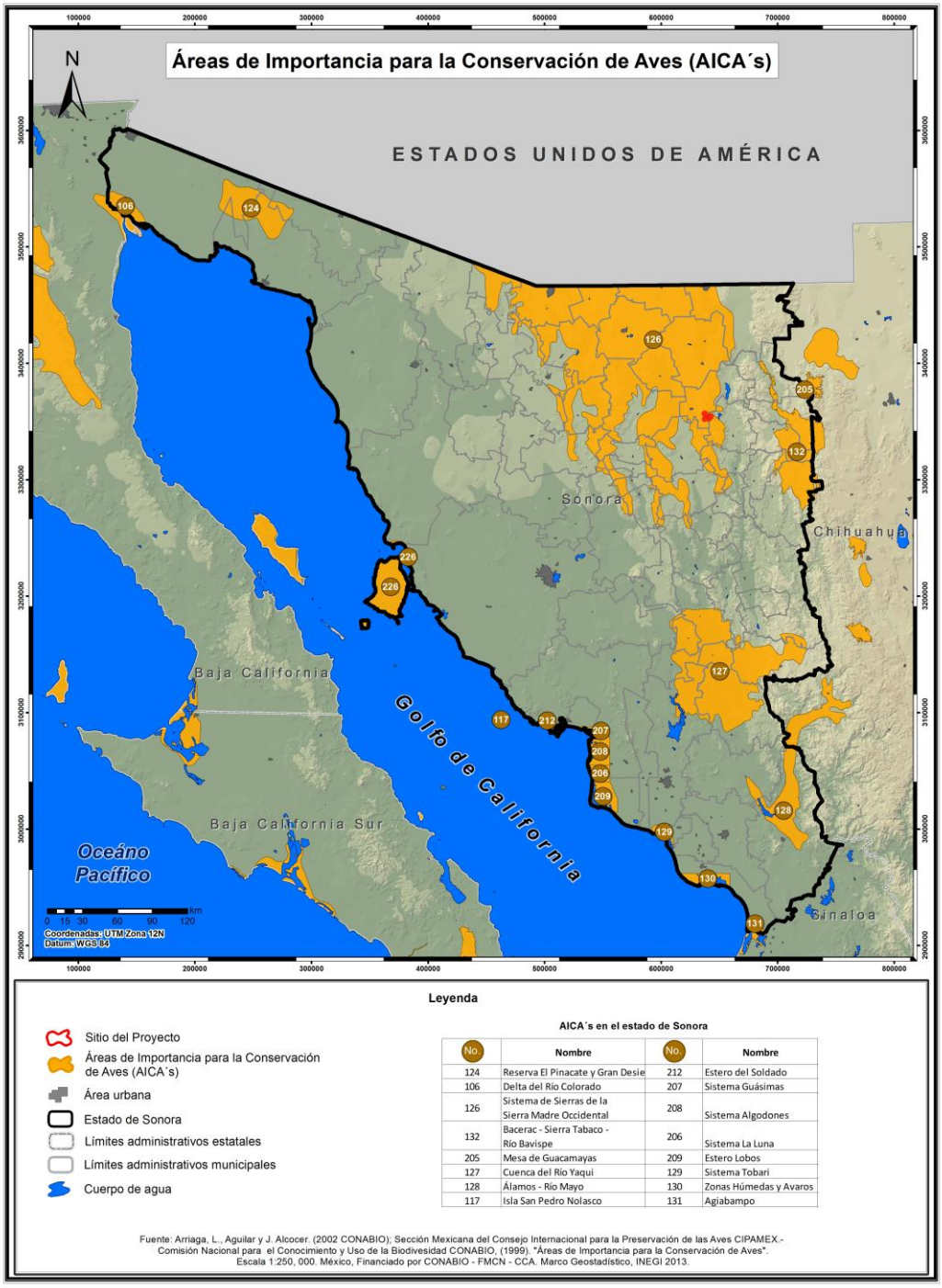


Figura 3.6. Ubicación de las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA), con relación al sitio del Proyecto.

Las especies de aves registradas mediante el muestreo directo e indirecto en el sitio del Proyecto y su área de influencia, se registraron con una abundancia de categoría rara. No se encontraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y además, no se detectó la presencia de nidos activos, por lo que se considera que el emplazamiento del Proyecto tendrá una baja afectación en la fauna silvestre de este tipo. Cabe mencionar que el Proyecto contempla una serie de acciones para ahuyentar las aves y rescatar toda la fauna que pudieran encontrarse en el sitio del Proyecto, con el objetivo de promover su protección y conservación.

El AICA No. 126, abarca una superficie superior a la población de Nacozari de García; la región es muy amplia y el Proyecto de interés se ubica dentro del complejo minero (ver **Figura 3.5**), con tráfico vehicular importante y presencia humana las 24 horas del día, factores que han contribuido a la baja presencia de este grupo faunístico, aunque conservado en las colonias que se encuentran en los alrededores pero que se encuentran fuera de las actividades propias de la minería.

III.3.2.3. Sitios Prioritarios Terrestres, para la conservación de la biodiversidad

La planificación de la conservación de la biodiversidad terrestre es fundamental en nuestro país; ya que esta biodiversidad se encuentra amenazada por las altas tasas de deforestación y degradación ambiental. Aunado a esto, el tráfico ilegal de especies, la contaminación y el establecimiento de especies exóticas invasoras incrementan el riesgo de extinción de un gran número de especies. Lo anterior indica que el país enfrenta grandes retos de conservación, por lo que es necesaria una planeación a múltiples escalas para representar todos los elementos de la biodiversidad. Con fecha 28 de febrero de 2008, se publicó una cartografía que identifica los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre (CONABIO, CONANP, TNC y PRONATURA, 2007). Los sitios prioritarios son hexágonos de superficie terrestre que permiten cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados en la menor área posible. El trabajo desarrollado evaluó el nivel de protección y datos de

especies, comunidades y principales factores que las amenazan. Pudiendo identificarse sitios de extrema, alta y media prioridad. El mapa elaborado presenta 97 sitios prioritarios e integra los sectores geográficos estratégicos de vida silvestre, recursos marinos y forestales, así como las áreas susceptibles de impacto ambiental y la zona federal marítimo terrestre (ZOFEMAT), mediante la aplicación de un modelo de conjunción de planos, que cubren una superficie de 364,345 kilómetros, y que incluyen a 735 municipios en 31 entidades federativas (con excepción de Aguascalientes).

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

El Proyecto no se encuentra inmerso dentro de un SPT, el SPT más cercano y de prioridad media se encuentra a una distancia aproximada de 20 km en dirección Oeste, por lo que se ratifica que no se dañara ni intervendrá sobre alguna SPT (ver **Figura 3.6**) sumado a que las actividades del Proyecto se llevarán a cabo las medidas de prevención y mitigación necesaria para evitar impactos significativos sobre la biodiversidad existente en sitios aledaños.

En todas las etapas del Proyecto, el Promovente respetará al máximo la flora y fauna presentes en el área del Proyecto, así como acatar las medidas de mitigación resultantes para la protección de especies e individuos de flora y fauna silvestre, con lo cual, contribuirá en medida de lo posible a promover e impulsar la preservación de la biodiversidad. Cabe resaltar, que Mexicana de Cobre, S.A. de C.V., tiene el compromiso de hacer de la minería y del cuidado ambiental dos actividades compatibles, por lo que, en caso de identificar algún ejemplar en condiciones de vulnerabilidad o riesgo durante las obras y actividades del Proyecto, se promoverá su rescate y reubicación conforme a la normativa y dicha acción ayude al inventario y la conservación de la biodiversidad en el sitio del Proyecto.

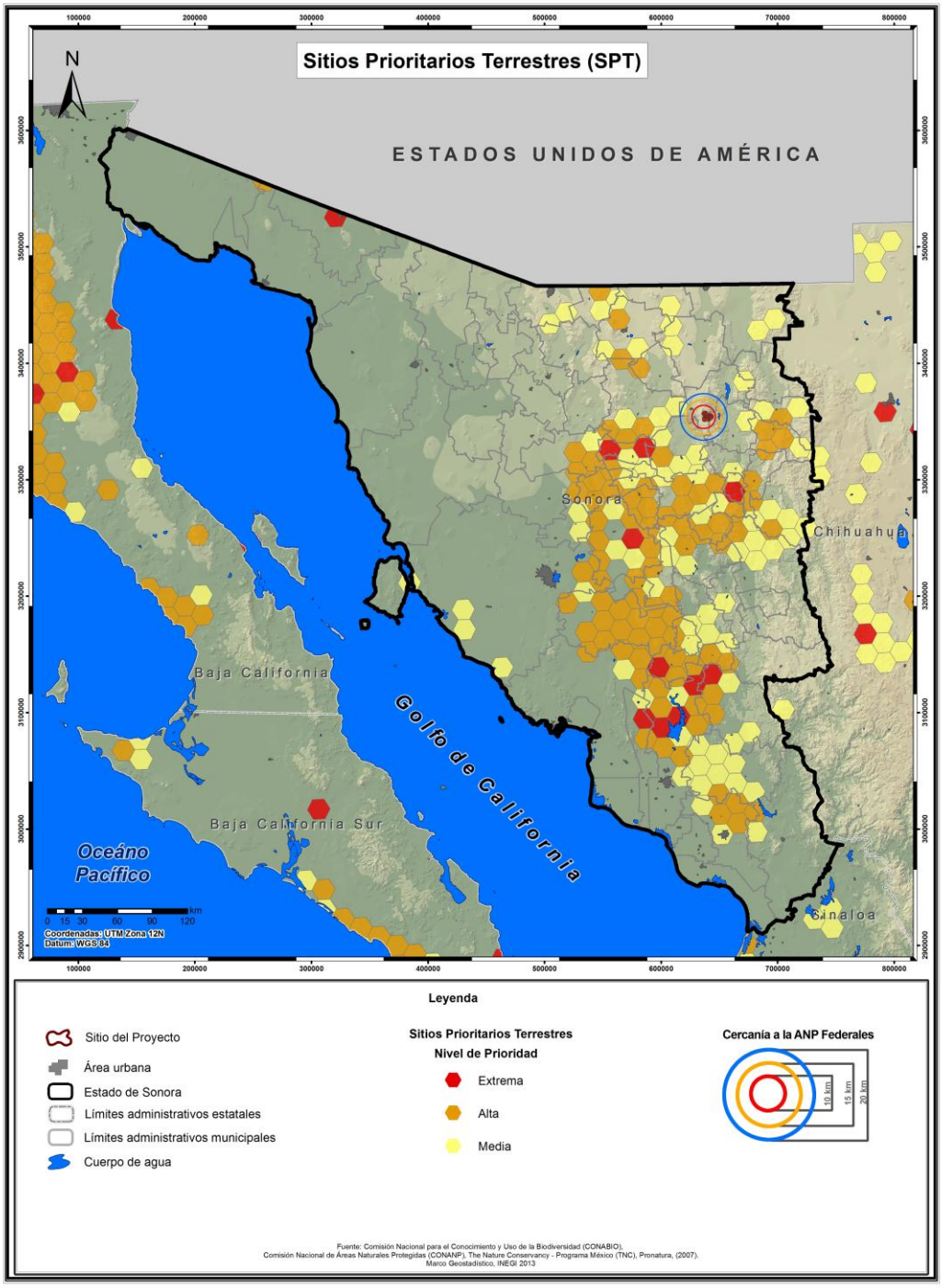


Figura 3.7. Ubicación de los Sitios Prioritarios Terrestres (SPT), con relación al sitio del Proyecto.

III.4.Áreas Naturales Protegidas

En Sonora se promueve la preservación de sus recursos naturales, por lo que el Gobierno del estado de Sonora ha identificado y establecido zonas protegidas y de conservación, por su flora y fauna, y por su entorno natural, basado en la importancia que reviste el conservar los recursos naturales, en beneficio de las generaciones futuras, en el entendido de que si no se conservan y se aprovechan mejor los recursos naturales, el Estado corre el riesgo de perder su biodiversidad y su riqueza natural. El conservar y proteger los recursos naturales, permitirá establecer nuevas y mejores estrategias para el aprovechamiento ordenado de los recursos.

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

III.4.1. Áreas Naturales Protegidas Federales

El listado de las ANP reportadas para el Estado de Sonora, incluye ANP decretadas y propuestas. El sitio del Proyecto no se encuentra cercano a ninguna ANP decretada, existe una **Reserva Forestal Nacional** a más de 20 km de distancia aproximadamente y corresponde a la **Reserva Forestal Nacional Sierra Los Ajos-Buenos Aires–La Púrica,** la cual es una ANP de categoría de Protección de los Recursos Naturales decretada el 30 de junio de 1936, que se ubica en las coordenadas geográficas 30°16'16'' a 31°06'48" Latitud Norte y 109°39'47" a 110°03'47" de Longitud Oeste. La importancia para su consideración como región prioritaria se deriva de que las sierras de los Ajos y Buenos Aires protegen las cuencas de los ríos Sonora, Santa Rosa (afluente del Moctezuma) y Bavispe, además de su diversidad de ecosistemas (básicamente bosque de encino, además de bosques de pino en las partes más altas) y la presencia de oso, puma, lince y águila real como especies clave (ver **Figura 3.7**).

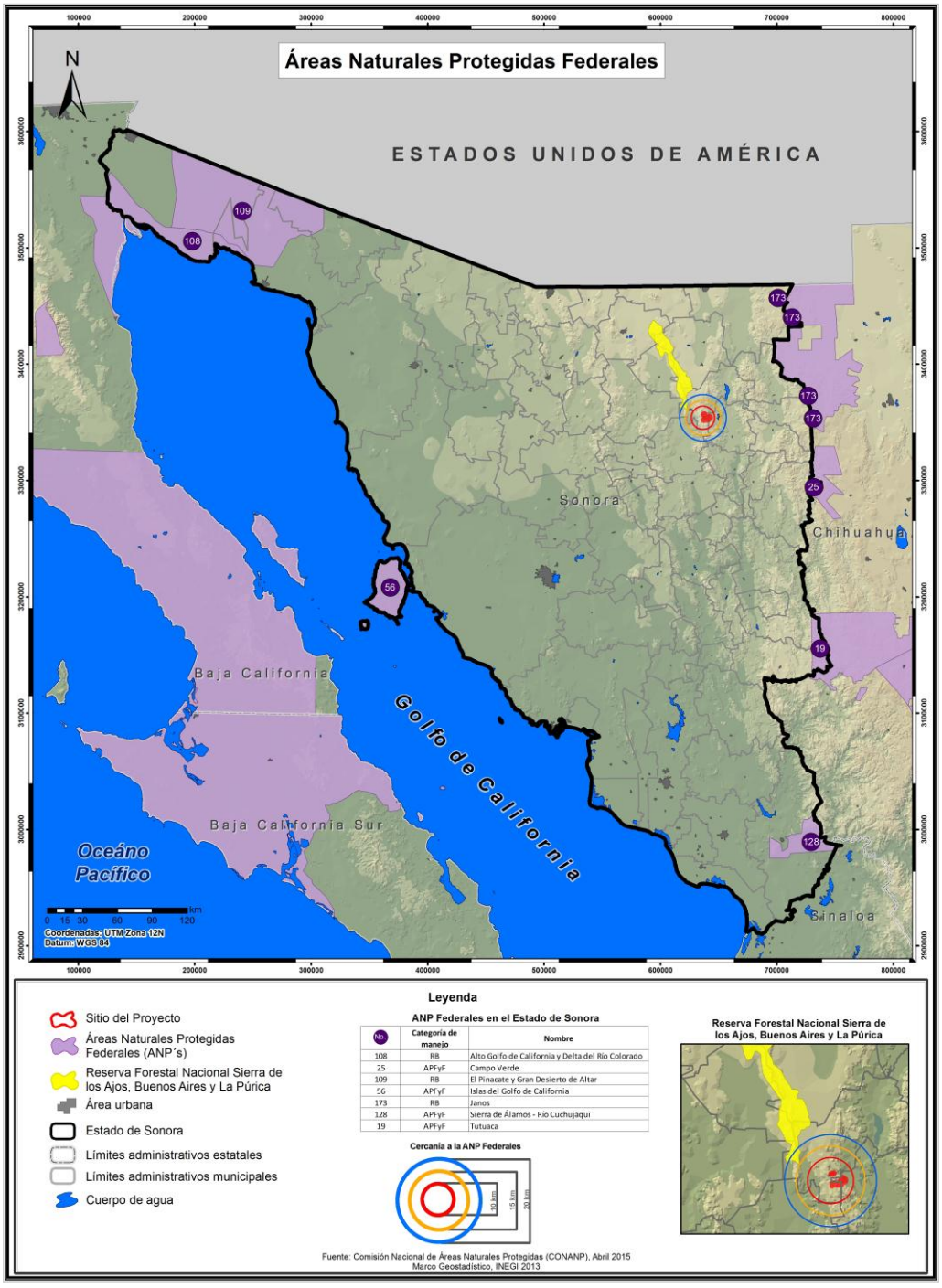


Figura 3.8. Ubicación de las Áreas Naturales Protegidas Federales, con relación al sitio del Proyecto.

Fuera de las ANP arriba descritas, el sitio del Proyecto no colinda con ninguna otra Área Natural Protegida Federal.

III.4.2. Áreas Naturales Protegidas Estatales

A nivel estatal se han decretado 3 zonas protegidas oficialmente: [i] Arivechi-Cerro Las Conchas; [ii] Sistemas de Presas Abelardo L. Rodríguez-El Molinito; y [iii] Estero El Soldado (ver **Figura 3.8**). Los beneficios al declararlas Áreas Naturales Protegidas es que conformen corredores biológicos, procesos ecológicos y servicios ambientales, además de ordenar y regularizar las actividades humanas en áreas o sitios importantes para asegurar la protección y preservación de los ecosistemas y su biodiversidad de acuerdo a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Sonora.

El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) no incluye ningún área protegida dentro o en las cercanías del Proyecto. El Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Sonora (SANPES) tampoco tiene áreas protegidas en el sitio del Proyecto, y aun sin aviso de decreto o decreto.

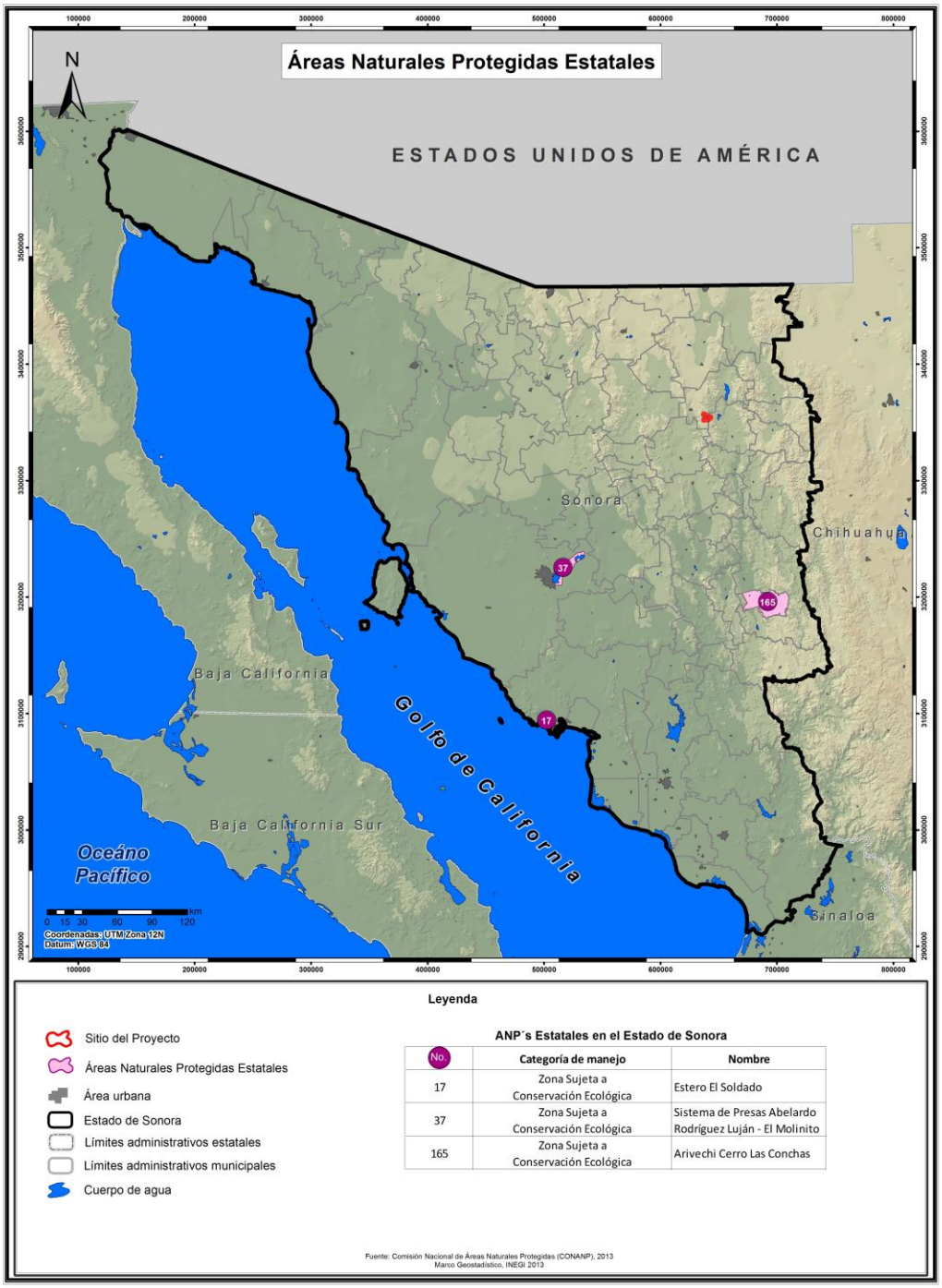


Figura 3.9. Ubicación de las Áreas Naturales Protegidas Estatales, con relación al sitio del Proyecto.

III.5. Tratados y Convenios Internacionales

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

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

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

A nivel nacional, con el marco de la Ley de Aguas Nacionales Artículo 86 Bis 1 fracciones I, II, III y IV y V 1992, reformada en el DOF 29-04-2004, a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) le compete llevar y mantener el Inventario Nacional de Humedales

(INH), así como delimitarlos, clasificarlos, proponer las normas para su protección, restauración y aprovechamiento, promover y, en su caso, realizar las acciones y medidas necesarias para rehabilitar o restaurar los humedales, así como para fijar un entorno natural o perímetro de protección de la zona húmeda, a efecto de preservar sus condiciones hidrológicas y el ecosistema.

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

Por lo que refiere al sitio del Proyecto, no se localiza inmerso en algún sitio Ramsar Por lo que, la ubicación del Proyecto y las actividades de explotación minera, no pondrán en peligro la biodiversidad del sitio.

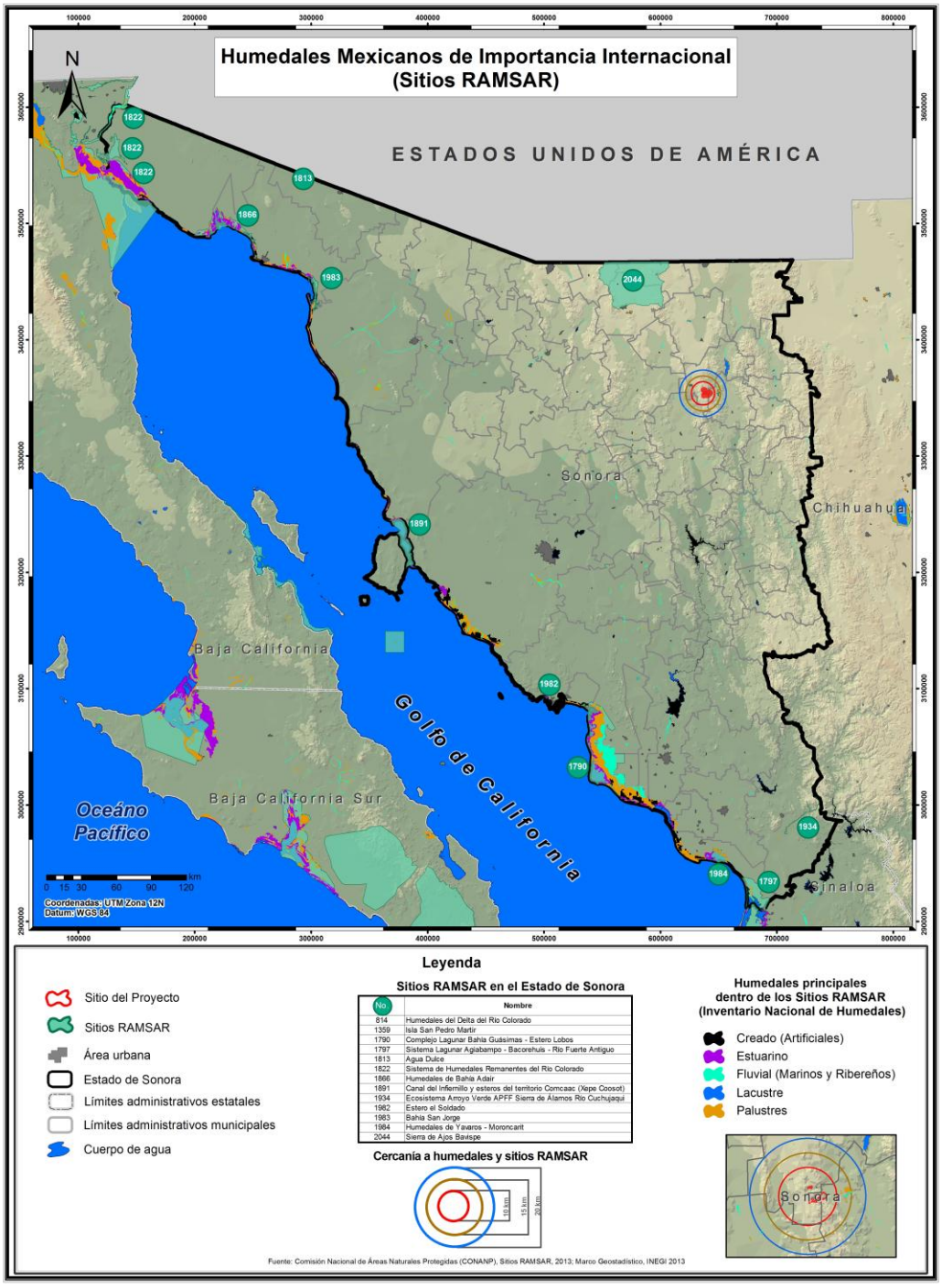


Figura 3.10. Ubicación del sitio del Proyecto con relación a los Sitios RAMSAR del estado de Sonora.

III.6. Vinculación con Instrumentos Jurídicos y Normativos, del ámbito Federal

III.6.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 5 de febrero de 1917 y actualizada con las últimas reformas el 10 de febrero de 2014. La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es la norma fundamental del País; en ella se establecen las garantías, los derechos y obligaciones esenciales de los ciudadanos y los gobernantes, y constituye la norma jurídica suprema que tiene trascendencia en todo el ordenamiento jurídico mexicano. Por ello, la operación y desarrollo del Proyecto que se somete a evaluación de impacto ambiental, cumple cabalmente con las cuatro disposiciones constitucionales que inciden directamente en su ejecución.

Debido a que el Proyecto consiste en un desarrollo minero, el cual comprende actividades de extracción de mineral de cobre a tajo abierto para la empresa Mexicana de Cobre S.A. de C.V., en el Municipio de Nacozari de García, Estado de Sonora. Esta actividad es lícita y contempla la implementación de medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración ambientales que garantizarán su sustentabilidad ambiental. De igual manera, el Proyecto generará empleos y contribuirá con el desarrollo económico del país, contribuyendo al desarrollo sustentable de la zona. Se cumple con lo establecido en el **Artículo 4**: …

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

El Proyecto, es parte de una serie de proyectos, obras y actividades desarrolladas por Mexicana de Cobre, la cual es una fuente importante para la generación de empleos y de capital a nivel municipal, estatal y nacional. Además de que se protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, en los

términos que establece esta Constitución. A lo dispuesto en el **Artículo 25**:

> *Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege. […]*
>
> *Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.*

El terreno donde se pretenden llevar a cabo el desarrollo del Proyecto, ha sido adquirido de conformidad con las leyes aplicables; el Promovente cuenta con el título de propiedad; asimismo, los trabajos de explotación de minerales se realizarán con las autorizaciones y concesiones pertinentes; incluyendo además, medidas de mitigación de impactos al medio ambiente derivados de las actividades que se realizarán durante la ejecución del Proyecto. De esta manera, se cumple con las modalidades y regulaciones aplicables al uso y aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, según lo señalado en el **Artículo 27**:

> *La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación,*

mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.

Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije (sic DOF 20-01-1960) Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluent es directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes otorrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o interminentes (sic DOF 20-01-1960) y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquéllas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; la de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzadas por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley. Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos; el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional. Cualesquiera otras aguas no incluidas

en la enumeración anterior, se considerarán como parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran o en los que se encuentren sus depósitos, pero si se localizaren en dos o más predios, el aprovechamiento de estas aguas se considerará de utilidad pública, y quedará sujeto a las disposiciones que dicten los Estados.

En los casos a que se refieren los dos párrafos anteriores, el dominio de la Nación es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de los recursos de que se trata, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, no podrá realizarse sino mediante concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes, salvo en radiodifusión y telecomunicaciones, que serán otorgadas por el Instituto Federal de Telecomunicaciones. Las normas legales relativas a obras o trabajos de explotación de los minerales y substancias a que se refiere el párrafo cuarto, regularán la ejecución y comprobación de los que se efectúen o deban efectuarse a partir de su vigencia, independientemente de la fecha de otorgamiento de las concesiones, y su inobservancia dará lugar a la cancelación de éstas. El Gobierno Federal tiene la facultad de establecer reservas nacionales y suprimirlas. Las declaratorias correspondientes se harán por el Ejecutivo en los casos y condiciones que las leyes prevean. Tratándose de minerales radiactivos no se otorgarán concesiones. Corresponde exclusivamente a la Nación la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica; en estas actividades no se otorgarán concesiones, sin perjuicio de que el Estado pueda celebrar contratos con particulares en los términos que establezcan las leyes, mismas que determinarán la forma en que los particulares podrán participar en las demás actividades de la industria eléctrica.

Bajo el principio de concurrencia previsto en el **Artículo 73** Fracción XXIX inciso G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos:

Corresponde al Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los

municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

La Constitución establece las bases fundamentales para proteger los recursos naturales, cuyas reglas se desarrollan en la LGEEPA y otras leyes secundarias que son vinculadas en este punto y a la Fracción XVII:

Para dictar leyes sobre vías generales de comunicación, tecnologías de la información y la comunicación, radiodifusión, telecomunicaciones, incluida la banda ancha e Internet, postas y correos, y sobre el uso y aprovechamiento de las aguas de jurisdicción federal.

III.6.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

La LGEEPA fue publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 28 de enero 1988 y reformada el 16 de enero de 2014. Es un ordenamiento de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que refieren la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las cuales la nación ejerce su soberanía. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable. Con respecto al Proyecto, es de señalarse que esta Ley establece condiciones y requisitos que deberá cumplir el Proyecto en sus diferentes etapas. En el **Cuadro 3.4** se presentan los Artículos relacionados con las obras y actividades del Proyecto y su propuesta de cumplimiento.

Cuadro 3.4. Disposiciones de la LGEEPA y la vinculación con el Proyecto.

DISPOSICIÓN	Vinculación con el Proyecto
Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las	Por la naturaleza del Proyecto y el desarrollo de las actividades y obras referidas a las Fracciones III y VII; requieren por tanto previamente a su realización, de una autorización en materia de impacto ambiental, como se explica a continuación: a) En relación con la fracción III, las obras para la

Cuadro 3.4. Disposiciones de la LGEEPA y la vinculación con el Proyecto.

DISPOSICIÓN	Vinculación con el Proyecto
disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: III.- Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear; […] VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;	explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación y su infraestructura de apoyo, así como el beneficio de minerales, son obras y actividades sujetas a evaluación del impacto ambiental. b) En relación con la fracción VII, se identificó que el sitio del Proyecto presenta cobertura vegetal clasificada como forestal, por lo que también será necesario obtener la Autorización para el cambio de uso del suelo de terrenos forestales. Asimismo, se presentará mediante trámite separado la solicitud para la autorización del cambio de uso del suelo en términos de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable a la instancia correspondiente de SEMARNAT, para cuyo efecto se elaborará el Estudio Técnico Justificativo correspondiente.
Art. 30 Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	Con el presente estudio se dará cumplimiento a este Artículo.
Art. 35. Una vez presentada la Manifestación de Impacto Ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días. Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de	El Proyecto dará cumplimiento a la normatividad aplicable, programas de desarrollo urbano, ordenamiento ecológico y demás disposiciones jurídicas que le apliquen.

Cuadro 3.4. Disposiciones de la LGEEPA y la vinculación con el Proyecto.

DISPOSICIÓN	Vinculación con el Proyecto
desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de Áreas Naturales Protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	
Art. 37 TER. Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional.	El Proyecto dará cumplimiento a la normatividad aplicable (más adelante se describen a detalle las que Normas Oficiales Mexicanas que le aplican).
Art. 79. Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre. I. Preservación de la biodiversidad.	El desarrollo del Proyecto contará con: - Ejecución de Actividades de Protección y Conservación de Flora de interés biológico; - Ejecución de Actividades de Protección y Conservación de Fauna de interés biológico.
Art. 98. Preservación del suelo, con los siguientes criterios: I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas; III. Los usos productivos deben evitar la erosión. IV. Las acciones de preservación considerarán la prevención de la erosión, deterioro de las propiedades fisicoquímicas o biológicas del suelo. VI. Las obras privadas que provoquen deterioro severo del suelo, incluirán acciones de regeneración, recuperación y restauración de su vocación natural.	El Proyecto cuidará la preservación del suelo con base a los criterios que establece este Artículo, estableciendo medidas de conservación y restauración del suelo que prevengan y mitiguen la erosión, así como favorezcan la restauración del suelo al término del Proyecto. Las medidas de mitigación y de compensación, que serán propuestas y aplicadas, tienen entre otros propósitos la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo.
Art. 99 Los criterios ecológicos para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán en: IV. La determinación de usos, reservas y destinos en predios forestales.	El Proyecto considerará en todo momento la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo.
Art. 111. Prevención y control de la contaminación de la atmósfera. - Cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes.	El Proyecto incluye dar cumplimiento a los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera, que dictamine la normativa para concentraciones en la atmósfera. Se establecerán sistemas de monitoreo de polvos y partículas, y se tomarán medidas de mitigación para evitar la dispersión de partículas.

Cuadro 3.4. Disposiciones de la LGEEPA y la vinculación con el Proyecto.

DISPOSICIÓN	Vinculación con el Proyecto
Art. 120. Para evitar la contaminación del agua, quedan sujetos a regulación federal o local: VII. El vertimiento de residuos sólidos, materiales peligrosos y lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales, en cuerpos y corrientes de agua.	El Proyecto generará residuos sólidos y residuos peligrosos; sin embargo, éstos serán dispuestos con base a las especificaciones que establezcan la legislación ambiental vigente en materia de agua, cuidando evitar la contaminación.
Art. 134. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos.	El Proyecto durante las etapas de preparación del sitio y operación y mantenimiento, generará residuos sólidos y residuos peligrosos; sin embargo, éstos serán dispuestos con base a las especificaciones y medidas con las que cuenta Mexicana de Cobre S.A. de C.V., y lo que establezca la legislación ambiental vigente evitando la contaminación.
Art. 150 Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría.	El Proyecto generará residuos peligrosos; sin embargo, éstos serán dispuestos con base a las especificaciones que establezcan la legislación ambiental vigente, a través de una empresa subcontratista al Promovente.
Art. 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.	El Proyecto tendrá como política que sus residuos sean dados de alta y que su manejo esté a cargo de empresas autorizadas, que otorguen la documentación probatoria.
Art. 155. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.	El Proyecto dará cumplimiento a la normatividad aplicable. Para el caso de almacenamiento y operación de los Polvorines, será con apego a la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos y su Reglamento.

III.6.3. Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 30 de mayo 2000 y reformado el 26 de abril de 2012. En el **Cuadro 3.5**, se muestra la vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGEEPA.

Cuadro 3.5. Disposiciones del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental y la vinculación con el Proyecto.

DISPOSICIÓN	Vinculación con el Proyecto
Art. 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: **L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN** I. Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo; **O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:** I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables	El Proyecto involucra la ejecución de obras y actividades sujetas al procedimiento de evaluación del impacto ambiental. Para dar cumplimento con esa obligación legal se presenta la presente MIA-P a evaluación del impacto ambiental federal. En relación con el artículo 5, Inciso L), Fracción I, Se consideran actividades de explotación de minerales (minado) y sustancias reservadas a la federación, así como la operación de polvorines. Así mismo dentro de la presente MIA-P, se ha incluido la valoración del impacto ocasionado por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, cuyo estudio será presentado a la par del presente para cumplir con lo establecido en el presente artículo.
Art. 11. Sobre la modalidad de la Manifestación de Impacto Ambiental.	Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular (MIA-P), dado que no corresponde a ninguno de los casos establecidos para la modalidad

Cuadro 3.5. Disposiciones del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental y la vinculación con el Proyecto.

DISPOSICIÓN	Vinculación con el Proyecto
	Regional.
Art. 14. Obras que requieran autorización en materia de impacto ambiental que incluyan cambio de uso del suelo de áreas forestales o en zonas áridas, presentarán una sola manifestación de impacto ambiental.	Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular, considerando el Cambio de Uso de Suelo en terrenos forestales.

III.6.4. Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de noviembre de 1988, y reformado el 03 de junio de 2004. El Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera tiene por objeto reglamentar la LGEEPA en lo relativo a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera. En el **Cuadro 3.6** se muestra la vinculación del Proyecto con el Reglamento.

Cuadro 3.6. Disposiciones del Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera y la vinculación con el Proyecto.

DISPOSICIÓN	Vinculación con el Proyecto
Art. 17.- Los responsables de las fuentes fijas de jurisdicción federal, por las que se emitan olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera estarán obligados a: I.- Emplear equipos y sistemas que controlen las emisiones a la atmósfera, para que éstas no rebasen los niveles máximos permisibles establecidos en las normas técnicas ecológicas correspondientes; II.- Integrar un inventario de sus emisiones contaminantes a la atmósfera, en el formato que determine la Secretaría; III.- Instalar plataformas y puertos de muestreo; IV.- Medir sus emisiones contaminantes a la atmósfera, registrar los resultados en el formato que determine la Secretaría y remitir a ésta los registros, cuando así lo	Las únicas emisiones durante las etapas de preparación del sitio y de operación del Proyecto, lo constituirán las partículas suspendidas y polvos. Así que, la Promovente se apegará a lo solicitado por este Artículo. En particular se aplicarán las medidas preventivas y de mitigación como el riego de obras y caminos, así como la detonación controlada en las actividades de minado.

Cuadro 3.6. Disposiciones del Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera y la vinculación con el Proyecto.

DISPOSICIÓN	Vinculación con el Proyecto
solicite; V.- Llevar a cabo el monitoreo perimetral de sus emisiones contaminantes a la atmósfera, cuando la fuente de que se trate se localice en zonas urbanas o suburbanas, cuando colinde con áreas naturales protegidas, y cuando por sus características de operación o por sus materias primas, productos y subproductos, puedan causar grave deterioro a los ecosistemas, a juicio de la Secretaría; VI.- Llevar una bitácora de operación y mantenimiento de sus equipos de proceso y de control; VII.- Dar aviso anticipado a la Secretaría del inicio de operación de sus procesos, en el caso de paros programados, y de inmediato en el caso de que éstos sean circunstanciales, si ellos pueden provocar contaminación; VIII.- Dar aviso inmediato a la Secretaría en el caso de falla del equipo de control, para que ésta determine lo conducente, si la falla puede provocar contaminación; y IX.- Las demás que establezcan la Ley y el Reglamento.	
Art. 28.- Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y de Energía, Minas e Industria Paraestatal, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.	En las diferentes etapas del Proyecto se dará cumplimiento a este Artículo; mediante los programas de mantenimiento predictivo y preventivo a unidades de trabajo, cuidando de que no excedan los límites máximos permisibles establecidos de emisiones a la atmósfera fijados en la normativa aplicable.

III.6.5. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

El Proyecto en cuestión presenta vinculación con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), publicada en el D.O.F. el 25 de febrero de 2003 y reformada el 07 de junio de 2013, en los términos que se señalan a continuación. En su **Artículo 3**,

establece como objetivos específicos de esta Ley: **Fracción II**. Regular la protección, conservación y restauración de los ecosistemas y recursos forestales, así como la ordenación y el manejo forestal; y Fracción VII. Coadyuvar en la ordenación y rehabilitación de las cuencas hidrológico forestales.

El Proyecto considera la Ejecución de Actividades de Protección y Conservación de Flora, Ejecución de Actividades de Protección y Conservación de Fauna de las especies de interés biológico; así como de Revegetación. Además, el Proyecto tomará medidas preventivas para la erosión de suelos, contando con actividades de conservación del suelo; lo que se especifica en los Capítulos IV y VI de esta MIA-P.

En su **Artículo 34**, establece que 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 severo de los recursos forestales, debe incluir acciones equivalentes de regeneración, restauración y restablecimiento de los mismos.

El Proyecto, contará con las medidas de prevención y mitigación ambiental para compensar el deterioro de los recursos forestales que por esta actividad serán generados.

Por otra parte, en su **Artículo 58**, establece que corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones: I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción.

El Proyecto, se ubicará en terrenos de aptitud forestal, por lo que será requerida la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales para poder realizar sus actividades, por lo cual ya está en proceso de elaboración el correspondiente Estudio Técnico Justificativo para su presentación y autorización. Cabe mencionar que las actividades de explotación serán en apego a la legislación aplicable, además de que contará con las autorizaciones correspondientes.

En su **Artículo 117**, establece que la Secretaría sólo podrá autorizar el Cambio de Uso de Suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.

En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal. No se podrá otorgar autorización de Cambio de Uso de Suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años, a menos que se acredite fehacientemente a la Secretaría que el ecosistema se ha regenerado totalmente, mediante los mecanismos que para tal efecto se establezcan en el reglamento correspondiente. Las autorizaciones que se emitan en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat. Dichas autorizaciones deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables. La Secretaría, con la participación de la Comisión, coordinará con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, la política de uso del suelo para estabilizar su uso agropecuario, incluyendo el sistema de roza, tumba y quema, desarrollando prácticas permanentes y evitando que la producción agropecuaria crezca a costa de los terrenos forestales. Las autorizaciones de cambio de uso de suelo deberán inscribirse en el Registro.

La Secretaría, con la participación de la Comisión, coordinará con diversas entidades públicas, acciones conjuntas para armonizar y eficientizar los programas de construcciones de los sectores eléctrico, hidráulico y de comunicaciones, con el cumplimiento de la normatividad correspondiente.

El presente Proyecto no compromete la biodiversidad, se realizará la protección de suelos, agua en su captación o disminución, calidad del aire, así como la flora y fauna silvestres, en estricto apego a toda la legislación y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables las cuales se enlistan y vinculan en este capítulo.

En su **Artículo 118**, establece que los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

Una vez revisado el Estudio Técnico Justificativo, y aprobado, la Secretaría, indicará el monto por el concepto de Compensación Ambiental, el cual será cubierto oportunamente para las actividades de reforestación y restauración y su mantenimiento. Además de las obras que realizará la propia empresa Mexicana de Cobre, como complemento en beneficio del medio ambiente.

III.6.6. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

El Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable fue publicado en el D.O.F., el 21 de febrero de 2005. Tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.

En el **Cuadro 3.7**, se presenta la vinculación del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable con el Proyecto.

Cuadro 3.7. Vinculación del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable con el Proyecto.

DISPOSICIÓN	Vinculación con el Proyecto
Art. 120. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente: I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante; II. Lugar y fecha; III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar. Junto con la solicitud deberá presentarse el Estudio Técnico Justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo.	El Promovente presentará el correspondiente Estudio Técnico Justificativo por la superficie forestal que será objeto de cambio de uso de suelo, para su evaluación por la SEMARNAT y poder contar así con la Autorización correspondiente, expedida por esta Secretaría.
Artículo 121. Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 117 de la Ley, deberán contener la información siguiente: VIII. Medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del cambio de uso del suelo.	El Proyecto considera la aplicación de las siguientes acciones: - Ejecución de Actividades de Protección y Conservación de Flora de interés biológico; - Ejecución de Actividades de Protección y Conservación de Fauna de interés biológico; y - Ejecución de Actividades de Revegetación; y - Realizar actividades de conservación del suelo. (Véase Capítulo VI de esta MIA-P). - ejecutar las medidas de prevención y mitigación que se establezcan en el ETJ, así como aquellas impuestas por la Secretaría en el oficio resolutivo de Autorización del CUSTF.

III.6.7. Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

Publicada en el DOF el 3 de julio de 2000 y reformada el 19 de marzo de 2014. Su objetivo es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

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

El Proyecto contempla medidas de mitigación relacionadas con los impactos que pudieran ocasionarse al suelo y a la vegetación, dentro de las cuales se incluyen actividades relacionadas con la prevención a la erosión eólica e hídrica, así como actividades de revegetación (Capítulo VI). Se ejecutarán acciones para la protección de flora silvestre consideradas de interés biológico ya que en el sitio del Proyecto no se registraron especies dentro de alguna de las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010, como las (Capítulo IV y VI). Se realizarán también actividades para ahuyentar, rescatar y reubicar a las especies faunísticas que se encuentren durante la ejecución de las diferentes actividades del Proyecto; para el caso específico de la reubicación de especies de fauna rescatadas, se dará cumplimiento al **Artículo 31** de esta Ley, bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características. Asimismo, se emplearán criterios internacionales de selección de sitios de reubicación, con la finalidad que estos sitios cuenten con las condiciones similares a los sitios de extracción, favoreciendo con ello la sobrevivencia de las especies (ver Capítulo IV). Para las actividades de traslado de las especies, se contará con la autorización correspondiente con base a lo establecido en el **Artículo 52** de la misma Ley.

III.6.8. Ley de Aguas Nacionales (LAN)

Publicada en el DOF el 01 de diciembre de 1992 y última reforma publicada el 07 de junio de 2013. La LAN, tienen por objeto regular el uso, aprovechamiento y explotación de las aguas nacionales, previstas en el Artículo 27 constitucional, para lograr un aprovechamiento sustentable de las mismas, así como prevenir y controlar la contaminación de los acuíferos, y de las aguas nacionales superficiales, por ello se presenta lo que le implica a las actividades y obras del Proyecto, en el **Cuadro 3.8**.

En el Proyecto, se usará la infraestructura existente a través del empleo del agua recuperada de la presa de jales que cumple con los parámetros establecidos en la normatividad vigente según análisis recientemente realizados, la cual cubre las necesidades de demanda de agua del presente Proyecto (principalmente riego para el control de polvos y partículas), se buscará en todo momento la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo sustentable, a manera de aprovechar, distribuir y controlar las aguas de la nación.

Cuadro 3.8. Vinculación de la Ley de Aguas Nacionales con el Proyecto.

DISPOSICIÓN	APLICACIÓN
Art. 86. BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, 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.	El Promovente del Proyecto aceptará en caso de no dar cumplimiento con la normatividad aplicable, lo dispuesto y aplicable del presente artículo y en la presente Ley.

III.6.9. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Publicado en el DOF 12 de enero de 1994 y reformado por última vez el 24 de mayo de 2011. En este Reglamento se definen las condiciones para la gestión de las concesiones de explotación, uso o aprovechamiento de los recursos hidrológicos. En el **Cuadro 3.9** se

establecen los artículos que vinculan al Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales con el Proyecto, y a los cuales se buscará dar cumplimiento.

Cuadro 3.9. Vinculación del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales con el Proyecto.

DISPOSICIÓN	APLICACIÓN
Art. 124. Para la extracción, explotación, uso o aprovechamiento de las aguas en zonas de veda o reglamentadas, distintas a las provenientes del laboreo de las minas, así como respecto de las aguas superficiales comprendidas dentro del lote que ampare una concesión minera, se estará a lo establecido por los artículos 42, 43 y 82 de la "Ley". Se entiende por aguas provenientes del laboreo de las minas, aquéllas del subsuelo que necesariamente deban extraerse para permitir la realización de obras y trabajos de exploración y explotación. Los titulares de concesiones mineras o sus causahabientes, que aprovechen las aguas a que se refiere el párrafo anterior, estarán obligados a: I. Obtener el permiso de descarga de aguas residuales en cuerpos receptores que sean bienes nacionales; II. Cumplir con las normas oficiales mexicanas para presas de jales, y III. Poner a disposición de "La Comisión" el agua sobrante o disponible después del uso o aprovechamiento que se realice, con base en los derechos que confieren tales concesiones.	El agua que se utilizará en las actividades del Proyecto será abastecida con agua de recuperación de la presa de jales.
Art. 134. Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.	El Promovente dará cumplimiento con la normatividad vigente aplicable y lo dispuesto en los presentes Artículos y Ley.
Art. 151. Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.	

III.6.10. Ley General para Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)

Publicada en el DOF el 08 de octubre de 2003 y última reforma publicada en el DOF el 19 de marzo de 2014. La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. En el **Cuadro 3.10**, se presenta la vinculación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos con el Proyecto.

Cuadro 3.10. Vinculación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos con el Proyecto.

DISPOSICIÓN	Vinculación con el Proyecto
Art. 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. I. Aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterio de eficiencia ambiental.	El Proyecto considera la aplicación de los principios establecidas en este Artículo.
Art. 2. En la formulación y conducción de la política en materia gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios: I. El derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano adecuado para su desarrollo y bienestar; III. La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas; y	El Proyecto considera la aplicación de los principios establecidos en este Artículo.

Cuadro 3.10. Vinculación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos con el Proyecto.

DISPOSICIÓN	Vinculación con el Proyecto
IV. Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños.	
Art. 17. Los residuos de la industria minero-metalúrgica provenientes del minado y tratamiento de minerales tales como jales, residuos de los patios de lixiviación abandonados, así como los metalúrgicos provenientes de los procesos de fundición, refinación y transformación de metales, que se definirán en forma genérica en el reglamento según lo estipulado en el artículo 7 fracción III de esta Ley, son de regulación y competencia federal. Podrán disponerse finalmente en el sitio de su generación; su peligrosidad y manejo integral, se determinará conforme a las normas oficiales mexicanas aplicables, y estarán sujetos a los planes de manejo previstos en esta Ley.	En el desarrollo del Proyecto se generarán residuos de la industria minera tipo tepetate, que serán depositados y conformados en el polígono de Cachuly, asumiendo que se permite su disposición final dentro del sitio de generación, pero sobre todo una vez asegurado su carácter no peligroso conforme lo establece la NOM-157-SEMARNAT-2009. Todo ello quedará además establecido en el correspondiente Plan de Manejo de residuos mineros de la empresa, conforme a la citada Norma.
Art. 22. Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.	El Proyecto generará residuos, los cuales serán clasificados con base a lo que establece este Artículo y las normas ambientales vigentes.
Art. 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.	El Proyecto generará residuos peligrosos (trapos impregnados con grasas y aceites), los cuales serán manejados con base a lo que establece este Artículo y las normas ambientales vigentes.
Art. 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	El Proyecto generará residuos peligrosos, los cuales serán manejados con base a lo que establece este Artículo y las normas ambientales vigentes a través de una empresa subcontratista.
Art. 42. Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas autorizadas.	En el Proyecto se generarán residuos peligrosos, los cuales serán manejados a través de una empresa subcontratista con base a lo que establece este Artículo.

Cuadro 3.10. Vinculación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos con el Proyecto.

DISPOSICIÓN	Vinculación con el Proyecto
Art. 43. Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.	El Proyecto considera la aplicación de los principios establecidos en este Artículo
Art. 44. Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías: I. Grandes generadores; II. Pequeños generadores, y III. Microgeneradores.	La Promovente cuenta con su registro como generador, el cual involucrara al presente Proyecto.
Art. 45. Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. En cualquier caso los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.	La identificación, clasificación y manejo de los residuos peligrosos se realizará conforme a las disposiciones de la presente Ley y a las NOM's aplicables y analizadas en el apartado respectivo del presente capítulo.
Art. 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.	En el Proyecto se generarán residuos peligrosos, los cuales serán manejados a través de una empresa subcontratista con base a lo que establece el Artículo 54, buscando no mezclarlos para evitar la contaminación a otros residuos. Además de supervisar que su almacenaje no exceda el periodo que señala el Artículo 56, y de requerir una prorroga se atenderá según lo señalado.
Art. 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	

Cuadro 3.10. Vinculación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos con el Proyecto.

DISPOSICIÓN	Vinculación con el Proyecto
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 que establezca el Reglamento	
Art. 64. En el caso del transporte y acopio de residuos que correspondan a productos desechados sujetos a planes de manejo, en términos de lo dispuesto por el artículo 31 de esta Ley, se deberán observar medidas para prevenir y responder de manera segura y ambientalmente adecuada a posibles fugas, derrames o liberación al ambiente de sus contenidos que posean propiedades peligrosas.	En el Proyecto se generarán residuos peligrosos, los cuales serán manejados a través de una empresa subcontratista, que cuenten y cumplan con las medidas necesarias para prevenir y responder de manera segura a cualquier tipo de contingencia.
Art. 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.	En caso de existir la contaminación de suelo, la empresa Mexicana de Cobre asumirá la responsabilidad con base a lo que establece la Ley.

Los residuos peligrosos generados serán almacenados de manera temporal por un periodo no mayor a seis meses, como lo marca el **Artículo 106**, **Fracción VII**, de la LGPGIR, en el Almacén temporal de Residuos Peligrosos ubicado dentro del predio del Proyecto.

III.6.11. Reglamento de la Ley General para Prevención y Gestión Integral de Residuos (RLGPGIR)

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

a lo que establece este Artículo, además el Reglamento establece en su **Artículo 82** las condiciones de las áreas de almacenamiento de los residuos peligrosos.

III.6.12. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)

Publicada en el DOF el 07 de junio de 2013, tiene por objeto regular la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños… El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales. Reconoce que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales

Por la naturaleza del Proyecto, en caso de presentarse algún daño al ambiente como lo señala la presente Ley (**Artículo 2, Fracción II**) en las diferentes etapas del Proyecto, se dará cumplimiento al **Capítulo segundo**, a las **obligaciones derivadas de los daños ocasionados al ambiente**. Por lo que el Provente buscará en todo momento cumplir con la normativa ambiental que le aplique en materia de protección ambiental.

III.6.13. Ley Minera

Es el principal ordenamiento jurídico vigente en materia de minería. Dicha Ley fue promulgada por el Ejecutivo federal y publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de junio de 1992 y su última reforma fue publicada en el DOF el 26 de junio de 2006.

Esta Ley, que es reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en materia minera consta de 59 disposiciones permanentes a través de las cuales se pretende regular la exploración, explotación y beneficio de los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, enfocada de igual forma, a la protección del medio ambiente sano en su conjunto, como se indica en el Artículo 27 Fracción IV.

Para lo que compete al Proyecto, el **Artículo 39**, señala "En las actividades de exploración, explotación y beneficio de minerales o sustancias, los concesionarios mineros

deberán procurar el cuidado del medio ambiente sano y la protección ecológica, de conformidad con la legislación y la normatividad de la materia". La Promovente realizará actividades de supervisión y seguridad del medio ambiente sano, en las áreas de influencia y sitio del Proyecto, por personal especializado y con apego a la normativa ambiental.

Entre las disposiciones de esta Ley y su Reglamento, se determina la necesidad de disponer y administrar la concesión que otorga la Secretaría de Economía para la explotación de minerales o rocas y sus productos. El Promovente, ya cuenta con las concesiones pertinentes para llevar a cabo el Proyecto.

III.6.14. Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos (LFAFE)

Publicada en el DOF el 11 de enero de 1972 y última reforma publicada en el DOF el 23 de enero de 2004. Considerando la naturaleza y dimensiones del Proyecto, descrito en el Capítulo II, así como las actividades contempladas dentro del mismo, el Proyecto se vincula con la Ley de Armas de fuego y Explosivos y su Reglamento. Por lo dispuesto en los Artículos citados en el **Cuadro 3.11**.

Cuadro 3.11. Vinculación de la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos, con el Proyecto.

DISPOSICIÓN	Vinculación con el Proyecto
Art. 40. Las actividades industriales y comerciales relacionadas con armas, municiones, explosivos y demás objetos que regula esta Ley, se sujetarán a las disposiciones que dicte la Secretaría de la Defensa Nacional. Cuando el material sea para el uso exclusivo de la Armada de México, esas actividades se sujetarán a las disposiciones de la Secretaría de Marina.	Mexicana de Cobre, S.A. de C.V. Mina La Caridad cuenta con el PERMISO Numero 21 SONORA emitido por la SEDENA que ampara la compra y uso de materiales explosivos, los cuales se almacenan en un área de Polvorines (1,3, 7 y silo para La Caridad y en Planta de Cal 5 y 6).
Art. 41. Las disposiciones de este título son aplicables a todas las actividades relacionadas con las armas, objetos y materiales que a continuación se mencionan: […] III.- PÓLVORAS Y EXPLOSIVOS o).- Nitrocarbonitratos (explosivos al nitrato de amonio);	
Art. 44. Los permisos son intransferibles. Los generales tendrán vigencia durante el año en que se expidan, y podrán ser revalidados a juicio de la Secretaría de la Defensa Nacional.	La Promovente dará cabal cumplimiento a lo dispuesto a este ordenamiento.
Art. 45. Las fábricas, plantas industriales, talleres, comercios y demás establecimientos que se dediquen a las actividades reguladas en este Título, deberán reunir las condiciones de seguridad, funcionamiento técnico, ubicación y producción que se determinen en el Reglamento.	La Promovente dará cabal cumplimiento a lo dispuesto a este ordenamiento.

III.6.15. Reglamento de la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos

Publicada en el DOF el 06 de mayo de 1972. De acuerdo de que el Proyecto contempla el uso de explosivos, la Promovente cumplirá cabalmente con las disposiciones que establece el Reglamento de la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos, que compete aplicar a la Secretaría de la Defensa Nacional.

III.6.16. Normas Oficiales Mexicanas

De acuerdo con al Artículo 3º, Fracción XI de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, en la materia que le compete, cuya aplicación se hará a través de las instancias federales involucradas e interesadas en su cumplimiento, en beneficio de todos los ciudadanos, los recursos naturales y el ambiente, entre otros factores.

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

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

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) cuya competencia en materia ambiental (para el control de la contaminación y preservación de los recursos naturales, específicamente de agua, aire, suelo, flora, fauna impacto ambiental y riesgo, entre otras), serán observadas en el Proyecto en todas sus etapas y durante su vida útil. Estas NOM'S, se enlistan en el **Cuadro 3.12** y se vinculan con el Proyecto.

Cuadro 3.12. Vinculación de las Normas Oficiales Mexicanas con el Proyecto.

Normas Oficiales Mexicanas (NOM)	Vinculación con Mexicana de Cobre, S.A. de C.V.	Vinculación con el Proyecto
SUELO		
NOM-159-SEMARNAT-2011. Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre Es de establecer las especificaciones para identificar la peligrosidad del residuo (mineral gastado), así como los requisitos de protección ambiental para las etapas de caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación, cierre y monitoreo de los sistemas de lixiviación de minerales de cobre.	Norma Oficial Mexicana que regula las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales, así como los impactos ambientales relevantes que puedan producir las obras y actividades de este Proyecto en el polígono de Francisca Norte. Esta norma es de carácter general para este tipo de infraestructura en cuanto a los elementos de control requeridos, medidas de protección y especificaciones técnicas, además de que cubre todos los elementos necesarios para el adecuado desarrollo de la actividad considerando la mitigación y control de todos los impactos ambientales relevantes que conlleva la actividad, especialmente en el suelo donde se colocará el material a ser lixiviado, aplicando previamente las medidas para evitar su afectación.	Como producto del análisis se presentan los componentes y elementos ambientales que resultan relevantes para asegurar la sustentabilidad en el área del Proyecto, así como los elementos y componentes ambientales relacionados con el Proyecto (etapas de preparación del sitio; operación y mantenimiento; abandono o cierre y monitoreo), que se encuentran sujetos por la normatividad en la materia.
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Límites máximos permisibles de	Mexicana de Cobre establecerá los	Durante las etapas de preparación del sitio y operación, se

Cuadro 3.12. Vinculación de las Normas Oficiales Mexicanas con el Proyecto.

Normas Oficiales Mexicanas (NOM)	Vinculación con Mexicana de Cobre, S.A. de C.V.	Vinculación con el Proyecto
hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	instrumentos para atender las disposiciones de la NOM en tiempo y forma, durante cada etapa del Proyecto y como parte del programa de abandono y cierre del sitio.	establecerán programas de mantenimiento y supervisión en los vehículos para evitar derrames de hidrocarburos en suelo.
NOM-147-SEMARNAT-2004. Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio	Mexicana de Cobre, como parte del programa de abandono y cierre del sitio, establecerá los instrumentos para atender las disposiciones de la NOM en tiempo y forma.	Ante contingencias eventuales y al cierre de la operación minera, se aplicarán muestreos y análisis conforme establece la NOM para su atención como parte de la atención al Programa de Remediación de Sitios Contaminados y/o Contingencias, según aplique.
RESIDUOS Y SUSTANCIAS PELIGROSAS		
NOM-157-SEMARNAT-2009. Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros.	Grupo México, ha sido participante activo en la promoción y establecimiento de esta NOM, y como tal está comprometido a la aplicación de esta NOM en sus operaciones mineras.	El tepetate que se generará producto de la actividad de explotación minera será dispuesto como lo marca esta NOM, en un área que ya opera para el complejo minero de Mina La Caridad Además su manejo será objeto de la aplicación del Plan de Manejo de Residuos Mineros de la empresa.
NOM-161-SEMARNAT-2011. Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de	Mexicana de Cobre, establecerá los instrumentos para atender los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial, durante cada etapa del Proyecto.	Se determinará con base en la norma el carácter de residuo especial producido durante el Proyecto, en específico para las obras y actividades civiles.

Cuadro 3.12. Vinculación de las Normas Oficiales Mexicanas con el Proyecto.

Normas Oficiales Mexicanas (NOM)	Vinculación con Mexicana de Cobre, S.A. de C.V.	Vinculación con el Proyecto
manejo.		
AIRE		
NOM-035-SEMARNAT-1993. Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición.	La empresa Mexicana de Cobre, inició recientemente el establecimiento de una red de monitoreo de PST, perimetral a sus actividades mineras. Esta red de monitoreo podría crecer en función del incremento de áreas y de operaciones.	En todas las etapas del Proyecto, podría presentarse la dispersión de PST por lo que se requerirán tanto medidas de control, como su monitoreo. Cabe resaltar, que la cantidad de emisión estará en función de la dirección y velocidad del viento, la Promovente aplicará la medición y calibración, tal como lo determina esta NOM.
NOM-024-SSA1-1993. "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas totales (pst). Valor permisible para la concentración de partículas suspendidas totales (pst) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población".	La empresa Mexicana de Cobre, instaló la red de monitoreo de PST, perimetral a sus actividades mineras considerando la ubicación de los centros de población.	Los valores permisibles para la concentración de partículas suspendidas totales, estarán por debajo de lo que señala la NOM, en salud ambiental, por existir receptores a sus alrededores.
RUIDO		
NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	La empresa Mexicana de Cobre, S.A. de C.V., cuenta con el equipo de medición.	Durante el desarrollo del Proyecto se observará que no se rebasen los límites máximos permisibles por la Norma que se vincula.
NOM-011-STPS-2001. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	La empresa Mexicana de Cobre, S.A. de C.V., cuenta con el equipo de seguridad e higiene, para su personal en los centros de trabajo.	En las diferentes etapas del Proyecto, se definirán las medidas que mitiguen el ruido generado por los equipos a efecto de que cumplan con los límites máximos permisibles previstos en la norma.

III.7.Vinculación con Instrumentos Jurídicos y Normativos, ámbito Estatal

III.7.1. Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora

La Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el estado de Sonora tiene por objeto regular la prevención, preservación y restauración del Equilibrio Ecológico, regulación de los instrumentos normativos, el ordenamiento ecológico del territorio del Estado, así como la Protección al ambiente en materia de impacto ambiental, ordenamiento ecológico, cambio de uso de suelo y riesgo ambiental, con atribuciones y competencias en todo el territorio nacional.

El citado ordenamiento, dispone en su sección IV, lo referente a la Autorización en materia de Impacto Ambiental, estableciendo en su Artículo 26 que quienes puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y en las normas emitidas por la Federación, deberán contar con la autorización de la Comisión o el Ayuntamiento correspondiente, de acuerdo a sus competencias.

La presente MIA-P muestra el apego con los instrumentos normativos oficiales, criterios ecológicos y disposiciones legales federales en materia de impacto ambiental, por lo que dará cumplimento a lo establecido en esta Ley de su Título Cuarto de la Licencia Ambiental Integral (LAI), **Artículo 85**, al presentar una copia simplificada de la LAI ante la Comisión; y la licencia de uso de suelo ante el Ayuntamiento. La empresa dará total cumplimiento a esto.

III.8.Consideraciones finales

El uso de suelo industrial minero de Mina La Caridad., es un sitio importante en Nacozari de García, en el beneficio de minerales metálicos, específicamente de cobre. Conforme al análisis realizado y documentado en este Capítulo, el Proyecto se identificó congruente con las estrategias, políticas, objetivos, disposiciones y restricciones en materia ambiental y uso de suelo estipuladas en las leyes, reglamentos, planes, programas y

decretos, así como en las normas oficiales mexicanas aplicables al caso en el ámbito de los tres órdenes de gobierno.

Es por ello que el Proyecto se encuentra acorde con la política de desarrollo y crecimiento del sector minero en el país.

En materia de desarrollo sustentable, la ejecución de este tipo de estudios ambientales como lo es la Manifestación de Impacto Ambiental M-Particular, refrendan la política de la empresa y el Grupo México en dar cumplimiento a los lineamientos emanados de las leyes ambientales, laborales y sus respectivas normas, a partir de las mejores prácticas ambientales en materia de atmosfera, agua y suelo y sobre todo de los recursos forestales de Mexicana de Cobre, S.A. de C.V.

MINERA MEXICO
GRUPO MEXICO

CAPÍTULO IV

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular para el Proyecto denominado "Desarrollo de las actividades de explotación, depósito de tepetate y mineral lixiviable, en los polígonos de Bella Unión, Cachuly y Francisca Norte" en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V., a ubicarse en Nacozarí de García, estado de Sonora.

cesca
CENTRO DE ESTUDIOS, SERVICIOS Y CONSULTORÍAS AMBIENTALES

Octubre 2016

CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. 13

IV.1. Definición del Sistema Ambiental 14

IV.2. Delimitación del Sistema Ambiental (SA) 18

IV.2.1. Aspectos abióticos 20

IV.2.1.1. Clima 20

IV.2.1.1.1. Tipo de clima 21

IV.2.1.1.2. Temperatura 21

IV.2.1.1.3. Vientos dominantes 25

IV.2.1.1.4. Fenómenos climatológicos 27

IV.2.1.1.5. Calidad del aire 27

IV.2.1.2. Geología y geomorfología 29

IV.2.1.2.1. Geología regional 29

IV.2.1.2.2. Geomorfología y Fisiografía 30

IV.2.1.2.3. Estratigrafía 34

IV.2.1.2.4. Presencia de fallas y fracturas 41

IV.2.1.2.5. Susceptibilidad del sitio del Proyecto a sismos, deslizamiento y derrumbes 42

IV.2.1.3. Tipos de suelo 44

IV.2.1.4. Hidrología superficial y subterránea 47

IV.2.1.4.1. Hidrología Superficial 47

IV.2.1.4.2. Geohidrología e Hidrología Subterránea 61

IV.2.1.4.2.1. Análisis de calidad de agua 64

IV.2.1.4.2.2. Censo de aprovechamientos 65

IV.2.1.4.2.3. Disponibilidad de agua subterránea 66

IV.2.2. Aspectos bióticos 68

IV.2.2.1. Caracterización de la Vegetación 68

IV.2.2.1.1. Perfil de vegetación....72
IV.2.2.1.2. Tipo de vegetación....75
IV.2.2.1.3. Formas vitales....88
IV.2.2.1.4. Características estructurales....90
IV.2.2.2. Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010....95
IV.2.2.3. Especies de interés biológico....95
IV.2.2.4. Especies utilizadas en la Región....97
IV.2.2.5. Fauna....100
IV.2.2.5.1. Fauna terrestre y acuática....100
IV.2.2.5.2. Zoogeografía....102
IV.2.2.5.3. Registros faunísticos para el estado y municipios cercanos al SA y el sitio del Proyecto....105
IV.2.2.5.4. Fauna silvestre registrada en el sitio del Proyecto....109
IV.2.2.5.4.1. Resultados de los muestreos por grupo taxonómico....113
IV.2.2.5.5. Descripción de la fauna silvestre registrada en el sitio del Proyecto por puntos de muestreo (PM)....117
IV.2.2.5.6. Corredores biológicos y rutas de desplazamiento de la fauna silvestre123
IV.2.2.5.7. Especies endémicas registradas....126
IV.2.2.5.8. Abundancia relativa de cada grupo zoológico....127
IV.2.2.5.9. Permanencia o estacionalidad....129
IV.2.2.5.10. Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010....130
IV.2.2.5.11. Especies incluidas en CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres)....130
IV.2.2.5.12. Especies indicadoras de la calidad del ambiente....131
IV.2.2.5.13. Unidad de manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs).133
IV.2.2.5.13.1. Temporada hábil....136
IV.2.2.5.14. Especies con valor utilitario o de aprovechamiento....137
IV.2.2.5.15. Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)....138
IV.2.2.5.16. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)....140
IV.2.3. Paisaje....140

IV.2.3.1. Análisis de visibilidad....141
IV.2.3.1.1. Cuenca visual....142
IV.2.3.1.2. Unidades y elementos de paisaje....147
IV.2.3.2. Calidad paisajística....149
IV.2.3.3. Fragilidad visual del paisaje....155
IV.2.4. Medio Socioeconómico....158
IV.2.4.1. Demografía....160
IV.2.4.2. Economía y empleo....161
IV.2.4.3. Marginación....163
IV.2.4.4. Servicios....165
IV.2.4.4.1. Salud....165
IV.2.4.4.2. Educación....166
IV.2.4.5. Factores socioculturales....167
IV.2.5. Diagnóstico ambiental....168
IV.2.5.1. Integración e interpretación del inventario ambiental....168
IV.2.5.1.1. Descripción del Sistema Ambiental....168
IV.2.5.2. Síntesis del inventario ambiental....180

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 4.1. Componentes y subcomponentes evaluados para la delimitación del Sistema Ambiental para el Proyecto. **16**

Cuadro 4.2. Ubicaciones de las estaciones meteorológicas. **20**

Cuadro 4.3. Temperaturas máximas, mínimas y medias registradas en las estaciones meteorológicas. **23**

Cuadro 4.4. Precipitación mensual registrada en las estaciones meteorológicas. **23**

Cuadro 4.5. Evaporación potencial promedio mensual reportada de las estaciones meteorológicas. **24**

Cuadro 4.6. Promedio mensual de días con lluvia, niebla, granizo y tormentas que se registraron en las estaciones meteorológicas. **27**

Cuadro 4.7. Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por municipio y estado. **28**

Cuadro 4.8. Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos de fuentes fijas por sector SCIAN. **28**

Cuadro 4.9. Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por fuente, 2008 (Toneladas) **29**

Cuadro 4.10. Principales parámetros hidrológicos de las Subcuencas Hidrológicas que forman parte del SAR (INEGI, 2015). **50**

Cuadro 4.11. Disponibilidad de agua subterránea en los acuíferos Cumpas y Villa Hidalgo. **66**

Cuadro 4.12. Especies con distribución en el Sistema Ambiental **81**

Cuadro 4.13. Especies encontradas en el Polígono Cachuly. **86**

Cuadro 4.14. Especies encontradas en el Polígono Bella Unión **87**

Cuadro 4.15. Especies con distribución en el Polígono Francisca Norte. **88**

Cuadro 4.16. Forma vital de las especies de flora encontradas en el Sistema Ambiental. **89**

Cuadro 4.17. Forma vital de las especies de flora encontradas en el Polígono Cachuly. **89**

Cuadro 4.18. Forma vital de las especies de flora encontradas en el Polígono Bella Unión. **90**

Cuadro 4.19. Forma vital de las especies de flora encontradas en el Polígono Francisca Norte. **90**

Cuadro 4.20. Características estructurales de las especies de vegetación determinadas para el polígono Cachuly. **91**

Cuadro 4.21. Características estructurales de las especies de vegetación determinadas para el polígono Bella Unión. **92**

Cuadro 4.22. Características estructurales de las especies de vegetación determinadas para el polígono Francisca Norte. **94**

Cuadro 4.23. Especies de interés biológico con distribución en el sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte) y Sistema Ambiental. **97**

Cuadro 4.24. Especies registradas a nivel Sistema Ambiental incluidas en el listado de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. ..... **108**

Cuadro 4.25. Puntos de muestreo (PM), establecidos para el registro faunístico en el sitio del Proyecto y en SA. **110**

Cuadro 4.26. Especies registradas en el PM1, con el conteo de individuos para cada una de las especies en el sitio del Proyecto, así como su riqueza e índice de riesgo. **118**

Cuadro 4.27. Especies registradas en el PM3, con el conteo de individuos para cada una de las especies en el sitio del Proyecto, así como su riqueza e índice de riesgo. **119**

Cuadro 4.28. Especies registradas en el PM2, con el conteo de individuos para cada una de las especies en el sitio del Proyecto, así como su riqueza e índice de riesgo. **120**

Cuadro 4.29. Especies registradas en el PM4, con el conteo de individuos para cada una de las especies en el sitio del Proyecto, así como su riqueza e índice de riesgo. **120**

Cuadro 4.30. Especies registradas en el PM5, con el conteo de individuos para cada una de las especies en el sitio del Proyecto, así como su riqueza e índice de riesgo. **121**

Cuadro 4.31. Especies registradas en el PM6, con el conteo de individuos para cada una de las especies en el sitio del Proyecto, así como su riqueza e índice de riesgo. **122**

Cuadro 4.32. UMA´s registradas en el estado de Sonora. **135**

Cuadro 4.33. Calendario de la temporada de aprovechamiento cinegético de algunas especies para el periodo 2015-2016, para el estado de Sonora. **136**

Cuadro 4.34. Especies faunísticas registradas en el sitio del Proyecto y Sistema Ambiental con uso potencial. **137**

Cuadro 4.35. Criterios según el Modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006), para valorar la calidad paisajística, marcando en amarillo el criterio más adecuado para el sitio del Proyecto. **150**

Cuadro 4.36. Características visuales más destacadas, de los diferentes componentes paisajísticos de la cuenca visual. **152**

Cuadro 4.37. Criterios según el Modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006), para valorar la fragilidad paisajística, marcando en amarillo el criterio más adecuado para el área del sitio del Proyecto. **156**

Cuadro 4.38. Localización geográfica de las localidades cercanas al Sistema Ambiental **160**

Cuadro 4.39. Población total por sexo en las localidades de referencia para el SA. **160**

Cuadro 4.40. Población total por grupo de edad en las localidades de referencia para el SA. **161**

Cuadro 4.41. Población económicamente activa (PEA) e inactiva (PEI) en las localidades de referencia del SA. **162**

Cuadro 4.42. Población ocupada y desocupada en las localidades de referencia para el SA. **162**

Cuadro 4.43. Indicadores Socioeconómicos, Índice y Grado de Marginación en las localidades de referencia para el SA. **165**

Cuadro 4.44. Población derechohabiente y no derechohabiente en Nacozari de García. **166**

Cuadro 4.45. Grado Promedio de Escolaridad en las Localidades de Referencia para el SA **166**

Cuadro 4.46. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental (SA), descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales. **173**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Metodología empleada para la delimitación del SA. 15

Figura 4.2. Ubicación geográfica del Sistema Ambiental. 19

Figura 4.3. Tipos de clima registrados y ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas. 22

Figura 4.4. Rasgos climáticos: isolínea de evapotranspiración, isoyeta, isoterma y humedad en el suelo en el Sistema Ambiental y el sitio del Proyecto. 26

Figura 4.5. Distribución de las Provincias y Subprovincias Fisiográficas en el Sistema Ambiental y el sitio del Proyecto. 31

Figura 4.6. Las Sierras El Oso y San Diego al Este del SA. 32

Figura 4.7. Las pendientes del polígono Francisca Norte. 32

Figura 4.8. La Sierra Cobriza al Oeste del SA. 33

Figura 4.9. La apariencia de la Sierra Juriquipa al Sur del polígono Cachuly. 33

Figura 4.10. Geología (unidades estratigráficas) en el Sistema Ambiental y sitio del Proyecto. 35

Figura 4.11. Afloramiento de andesitas en el polígono Francisca Norte en el Norte del SA. 36

Figura 4.12. Vista al Cerro El Molino con estructuras de flujo de riolitas del Eoceno. 36

Figura 4.13. Apariencia de latita en el Norte del SA en el límite oriental del polígono Francisca Norte. 37

Figura 4.14. Tobas rioliticas aflorando en el Noroeste del SA y en el polígono Francisca Norte. 37

Figura 4.15. Afloramientos de los sedimentos de conglomerado polimictico en el Este del SA. 38

Figura 4.16. El tajo de la Mina La Caridad desde los cerros Las Carboneras con vista al Sudeste a los polígonos de Cachuly y Bella Unión. 39

Figura 4.17. Afloramientos de granodiorita en el polígono Bella Unión. 40

Figura 4.18. Precipitaciones de cobre en las diaclasas de granodiorita en el polígono Bella Unión. 40

Figura 4.19. Medición N45E;60NW de las lineamientos geológicos en la unidad de granodiorita en el sur del polígono Cachuly. 42

Figura 4.20. Sismicidad y vulcanismo en el estado de Sonora. 43

Figura 4.21. Principales unidades edafológicas en el Sistema Ambiental y el sitio del Proyecto. 45

Figura 4.22. Presencia de suelo Luvisol en el SA con un horizonte subsuperficial claro de arcilla y un horizonte húmico. 46

Figura 4.23. Regiones hidrológicas del Noroeste de México, destacando la ubicación de la RH 7 Río Colorado, RH 8 Sonora Norte y RH 9 Sonora Sur, así como la localización del sitio del Proyecto. 48

Figura 4.24. Hidrología Superficial en el Sistema Ambiental del Proyecto. 49

Figura 4.25. Cauce del Río Moctezuma cerca de la población de Moctezuma. 51

Figura 4.26. El tajo de la mina Caridad con la presa de jales en el fondo. 52

Figura 4.27. El arroyo Agua Buena en el límite occidental del polígono Bella Unión parcialmente tapado por la tepetatera de la mina. 53

Figura 4.28. El cauce del arroyo Rastritas al Sur del polígono Bella Unión. 53

Figura 4.29. El cauce del arroyo Guadalupe dentro del polígono Bella Unión. 54

Figura 4.30. El transcurso del arroyo Los Aguajes desde el polígono Bella Unión con la presa de jales al fondo. 55

Figura 4.31. El arroyo Los Aguajes desde el polígono Cachuly hacia el Oeste. 55

Figura 4.32. El arroyo Guadalupe en la parte norte del polígono Cachuly hacia el Oeste. 56

Figura 4.33. La ladera sur del polígono Francisca Norte colindando con el patio de lixiviación. 56

Figura 4.34. El patio de lixiviación desde el polígono Francisca Norte. 57

Figura 4.35. Un afluente en el Oeste del polígono Francisca Norte obstruido por el patio de lixiviación. 57

Figura 4.36. El arroyo El Globo al Este del polígono Francisca Norte. 58

Figura 4.37. La tepetatera tapando el cauce del arroyo El Globo. 58

Figura 4.38. Marcas de solución de cobre en el arroyo El Globo. 59

Figura 4.39. Evidencia de bajo pH en el agua del arroyo El Globo. 60

Figura 4.40. El represo al Norte del polígono Cachuly, en el Este del SA. 60

Figura 4.41. Hidrogeología en el Sistema Ambiental del Proyecto. 63

Figura 4.42. Vista al Este a la presa de jales detrás del Cerro la Monda. 65

Figura 4.43. Vista de la vegetación con especies dominantes *Prosopis laevigata* en el polígono Cachuly. 69

Figura 4.44. Especies dominantes de *Quercus emory* en el Polígono Bella Unión. 69

Figura 4.45. Especies dominantes de *Quercus emory y Dasylirion wheeleri* en el Polígono Francisca Norte. 70

Figura 4.46. Tipo de Vegetación y Uso del Suelo dentro del SA y en el sitio del Proyecto. 71

Figura 4.47. Perfil de vegetación en el polígono correspondiente al Polígono Francisca Norte (Bosque de encino y Pastizal natural). 73

Figura 4.48. Perfil de vegetación en el polígono correspondiente al Polígono Bella Unión (Bosque de encino). 73

Figura 4.49. Perfiles de vegetación en el polígono Cachuly (Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y Matorral desértico micrófilo). 74

Figura 4.50. Bosque de Encino en el Polígono Bella Unión. 76

Figura 4.51. Fragmento de Pastizal nNatural, donde se observa una comunidad escasa de árboles y arbustos en el polígono Francisca Norte. 79

Figura 4.52. Presencia de Matorral Desértico Micrófilo en el polígono Cachuly. 80

Figura 4.53. Presencia de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, área cercana a terrenos de lixiviación a imediaciones del Polígono Francisca Norte. 81

Figura 4.54. Puntos de muestreo de flora dentro de los tres polígonos que forman el sitio del Proyecto y su SA. 85

Figura 4.55. Regionalización zoogeográfica a nivel nacional, con la ubicación general del estado de Sonora, del municipio de Nacozari de García, del SA y del sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte). 101

Figura 4.56. Provincias biogeográficas en las que se encuentra el sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte) a nivel regionalización zoogeográfica. 104

Figura 4.57. Vertebrados terrestres reportados para el estado de Sonora. 106

Figura 4.58. Ubicación de los puntos de muestreo para el levantamiento faunístico en los tres polígonos correspondientes al sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte) y dentro del Sistema Ambiental. 111

Figura 4.59. Total de registros efectuados por grupos zoológicos registrados en los tres polígonos correspondientes al sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte). 112

Figura 4.60. Porcentaje de registros totales por grupos zoológicos en los tres polígonos correspondientes al sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte). 113

Figura 4.61. Herpetofauna localizada en un PM durante el monitoreo de campo (*Sceloporus virgatus*) 114

Figura 4.63. Avifauna registrada en los Tres poligonos que forman el sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte), ejemplar de Chara pecho gris (*Aphelocoma wollweberi*). 116

Figura 4.64. Número de individuos de aves registrados para cada uno de los puntos de muestreo dentro del sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte). 116

Figura 4.65. Número de individuos de mamíferos registrados para cada uno de los puntos de muestreo para el sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte). 117

Figura 4.66. Registros faunísticos por cada uno de los puntos de muestreo realizados en el sitio del Proyecto. 123

Figura 4.67. Abundancia relativa por grupo faunístico registrado en el sitio del Proyecto. 128

Figura 4.68. Abundancia relativa total de las especies registradas en el sitio del Proyecto. 128

Figura 4.69. Porcentaje de estacionalidad y/o estatus migratorio de la fauna registrada en los tres polígonos correspondientes al sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte). 130

Figura 4.70. Cuenca visual amplia vista desde una parte alta al sureste del sitio del Proyecto con orientación al Suroeste. 143

Figura 4.71. Cuenca visual limitada por la morfología y la vegetación vista desde una parte baja dentro del polígono del Proyecto, sobre el cauce del arroyo Las Calabazas. 143

Figura 4.72. Cuenca visual en el Sistema Ambiental y sitio del Proyecto. 145

Figura 4.73. Vista del tajo de Mina La Caridad desde los cerros Las Carboneras con vista al Sureste a los polígonos Cachuly y Bella Unión. 146

Figura 4.74. Vista del sitio del polígono Francisca Norte y frente se observa el tajo de la Mina y lixiviados. 146

Figura 4.75. Obstaculización de la visibilidad por la vegetación en el polígono Bella Unión. 147

Figura 4.76. Tajo de la mina y al sureste se observa el polígono Bella Unión. 148

Figura 4.77. Relieve y topografía de la región elemento característico del paisaje del sitio del Proyecto y Sistema Ambiental. Al Oeste se observa la Sierra Cobriza. 149

Figura 4.78. Contraste entre la coloración de la vegetación, el suelo y la roca del Sistema ambiental. 152

Figura 4.79. Ubicación geográfica de las localidades cercanas al SA y su población total..... 159

Figura 4.80. Grado de marginación por municipio en relación al SA y Sitio del Proyecto..... 164

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 4.1. Metodología para la elaboración del apartado de Clima.

Anexo 4.2. Metodología para la elaboración del apartado de Geología y geomorfología.

Anexo 4.3. Metodología para la elaboración del apartado de Hidrología superficial y subterránea.

Anexo 4.4. Metodología para la elaboración del apartado Caracterización de la Vegetación.

Anexo 4.5. Listado faunístico de los vertebrados reportados para el municipio de Nacozari de García, SA y SP.

Anexo 4.6. Metodología de avistamiento y captura de vertebrados acuáticos y terrestres presentes en el sitio del Proyecto.

Anexo 4.7. Metodología Paisaje

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

En el presente capítulo se analiza la descripción del Sistema Ambiental (SA) para el Proyecto, basándose principalmente en la descripción y análisis de sus características físicas y bióticas, grado de conservación y componentes sociodemográficos que se presentan, con el objeto de hacer una correcta identificación de sus condiciones ambientales, de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro, y de los impactos negativos y positivos que se pueden derivar.

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

Los componentes y subcomponentes evaluados para la delimitación del SA como parte de la caracterización ambiental del sitio del Proyecto (SP), se presenta en el **Cuadro 4.1**, atribuyendo a cada componente y subcomponente un porcentaje en superficie de correspondencia en el SA. Para esto, ha sido importante definir en primera instancia al SA dentro del cual está inmerso el sitio del Proyecto, el cual corresponde a tres polígonos; [i] la explotación de mineral de cobre de diferente ley (zona sur del tajo en el polígono Bella Unión), [ii] depósito de mineral de tepetate (polígono Cachuly) y [iii] al depósito de mineral lixiviable (polígono Francisca Norte).

IV.1. Definición del Sistema Ambiental

Conceptualmente, el SA se define como un espacio geográfico delimitado a partir de la interacción homogénea de los componentes ambientales abióticos (topografía, geología, clima, hidrología y fisiografía), bióticos (tipo de vegetación y uso del suelo, fauna silvestre) y socioeconómicos (municipios y localidades cercanas, servicios, población indígena).

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

En correspondencia con lo anterior, el SA tiene una superficie total de 5,426.07 ha, de las cuales 802.50 ha (14.79 %) son ocupadas por el sitio del Proyecto (**Cuadro 4.1**).

Con respecto al uso de suelo, el 27.37% de la superficie del SA está ocupado por las áreas operativas de la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V., por lo cual en esta área no existe vegetación aparente. En lo que refiere a los tipos de vegetación, la cobertura dominante corresponde al bosque de encino (36.15%) y a la vegetación secundaria arbustiva de este (22.93 %), dado a que son característicos de zonas montañosas y de climas templados, además de que se encuentran como una transición entre bosques de coníferas y distintos tipos de matorrales. No obstante, al igual que estos tipos de vegetación se encuentran otros menos representativos para el SA por la escasa superficie que representan, tal es el caso del matorral desértico micrófilo (7.79%), el pastizal natural (3.66%) y el bosque de encino-pino (2.12%).

En el SA se distribuyen dos tipos de suelo: el regosol (64.96%) que es un suelo con una fertilidad variable y una productividad que está condicionada a la profundidad y

pedregosidad; y el leptosol (7.68%) que es un tipo de suelo muy delgado, pedregoso y poco desarrollado que puede contener una gran cantidad de material calcáreo (INEGI, 2004). El 27.37% de la superficie restante, se encuentra ocupada por las obras y actividades de la Mina La Caridad.

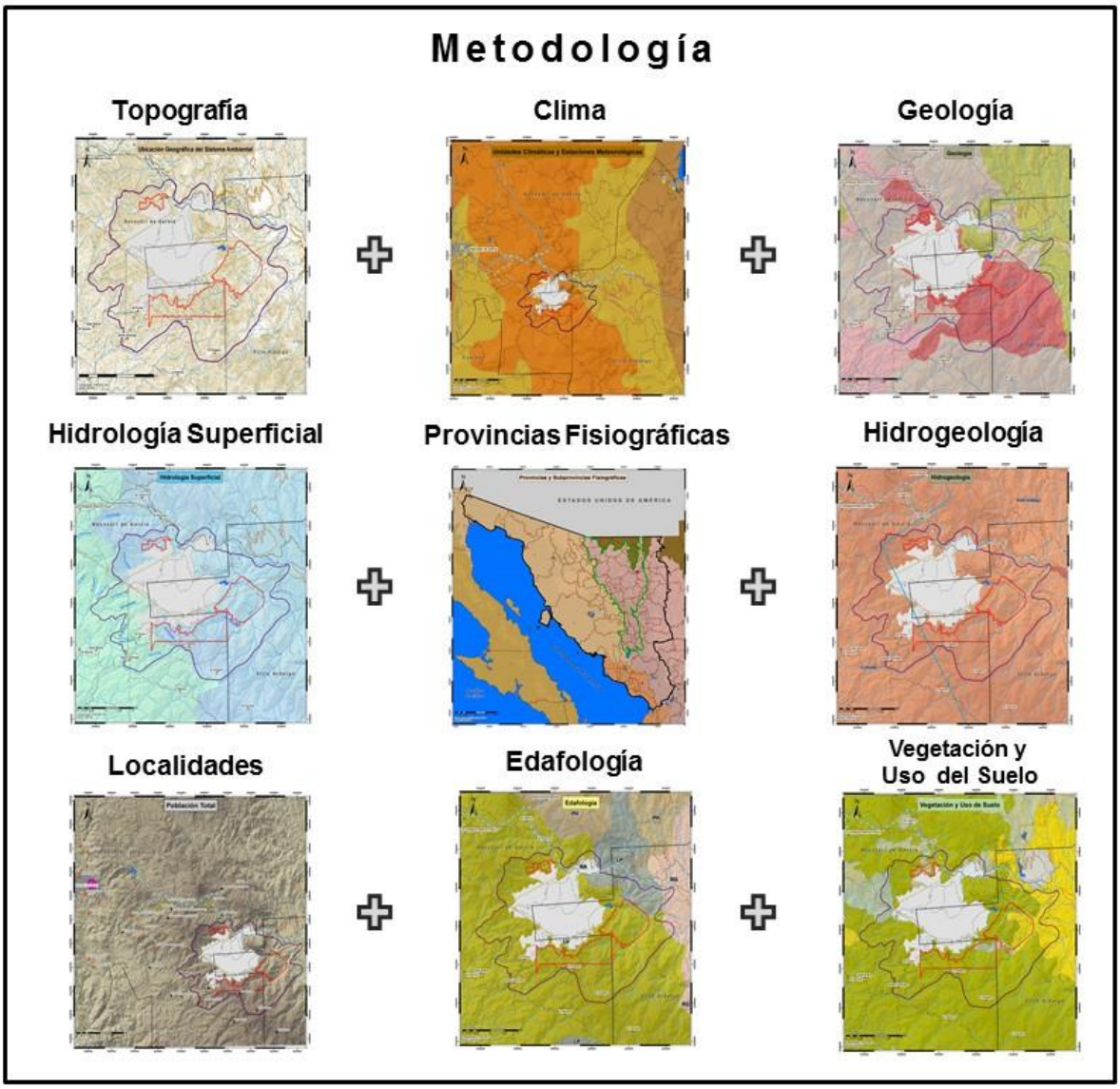


Figura 4.1. Metodología empleada para la delimitación del SA.

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

Superficies Sistema Ambiental			
Polígono	**Sistema Ambiental**		
	Área (m^2)	**Área (ha)**	**% SA**
Sistema Ambiental	54,260,676.54	5,426.07	100.00
Sitio del Proyecto	8,024,992.71	802.50	14.79
Vegetación y Uso del Suelo			
Bosque de Encino	19,613,045.92	1,961.30	36.15
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	12,441,942.92	1,244.19	22.93
Bosque de Encino-Pino	1,147,758.76	114.78	2.12
Pastizal Natural	1,983,484.96	198.35	3.66
Matorral Desértico Micrófilo	4,225,323.33	422.53	7.79
Sin Vegetación Aparente	14,849,120.65	1,484.91	27.37
Edafología			
Regosol (RG)	35246859.19	3524.69	64.96
Leptosol (LP)	4164696.70	416.47	7.68
No Aplica (NA)	14849120.65	1484.91	27.37
Clima			
Semiárido semicálido	5,619,255.85	561.93	10.36
Semiárido templado	48,641,420.72	4,864.14	89.64
Geología			
Toba Ácida	1,020,964.01	102.10	1.88
Andesita	17,255,723.65	1,725.57	31.80
Conglomerado	3,446,347.94	344.63	6.35
Granodiorita	17,688,520.29	1,768.85	32.60
No Aplica	14849120.65	1484.912065	27.37
Hidrogeología			
Material consolidado con posibilidades bajas	54,260,676.54	5,426.07	100.00
Hidrología Superficial			
Subcuenca			
Río Bavispe Bajo	44,062,875.80	4,406.29	81.21
Río Moctezuma	10,197,800.75	1,019.78	18.79
Cuenca			
Río Yaqui	54,260,676.54	5,426.07	100.00

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

Superficies Sistema Ambiental			
Polígono	**Sistema Ambiental**		
	Área (m^2)	**Área (ha)**	**% SA**
Región hidrológica			
Sonora Sur	54,260,676.54	5,426.07	100.00
Provincias Fisiográficas			
Sierra Madre Occidental	54,260,676.54	5,426.07	100.00
Subprovincias Fisiográficas			
Sierras y Valles del Norte	54260676.54	5426.07	100.00
Provincias Biogeográficas			
Altiplano Norte (Chihuahuense)	341963.93	34.20	0.63
Sonorense	53918712.63	5391.87	99.37
Socioeconómico			
Nacozari de García	33514140.31	3351.41	61.77
Villa Hidalgo	20746536.23	2074.65	38.23

Por la ubicación geográfica del SA y las características del relieve se encuentran dos tipos de clima, el primero con una superficie de 89.64% lo constituye el semiárido templado que tiene una temperatura media anual de entre 12°C y 18°C, con una temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y del mes más caliente menor a 22°C. El segundo tipo de clima y con una escasa superficie en el SA es el semiárido semicálido (10.36%), este clima presenta una temperatura media anual mayor de 18°C y una temperatura del mes más frio menor de 18°C, con lluvias repartidas todo el año y un porcentaje invernal mayor al 18% del total anual (García, E. y CONABIO, 1998).

El SA determinado para el Proyecto se encuentra en su totalidad (100%) dentro de la Provincia Fisiográfica "Sierra Madre Occidental" y Subprovincia Fisiográfica "Sierras y Valles del Norte". La Provincia Fisiográfica "Sierra Madre Occidental" está formada en su mayor parte por rocas ígneas extrusivas. Originalmente era una gran meseta, pero millones de años de erosión crearon un paisaje con picos, mesetas, grandes cañones y barrancas. Se extiende cerca de la costa occidental mexicana, con una dirección Noreste-Sureste; se inicia 50 km, al sur del límite internacional con los Estados Unidos para terminar en el río Santiago

en Nayarit y en el Eje Neovolcánico Transversal. En su parte Norte está más separada de la costa; y en cambio en el Sur reduce su anchura y se aproxima más al mar. Su altura media es de 2,250 msnm, por su continuidad, sirve de barrera occidental a la Mesa del Centro (INEGI, 1983).

Como resultado de su historia geológica el SA se compone de cuatro unidades de roca diferentes. Entre ellas, la granodiorita (32.60%) que es una roca ígnea plutónica constituida por cuarzo y feldespatos; la Andesita (31.80%) que comprende minerales como plagioclasa y varios otros ferromagnésicos como piroxeno, biotita y hornblenda; el Conglomerado (6.35%) formada por clastos redondeados tamaño grava, y; Tobas Ácidas de composición riolítica y dacítica, con fragmentos de feldespatos y pómez. En el 27.37% no aplica debido a que es la superficie utilizada por la Mina la Caridad para el desarrollo de sus actividades productivas.

Con respecto a la hidrología, el SA se encuentra en su totalidad dentro de la región Sonora Sur (RH09) y la cuenca R. Yaqui, no obstante, se ubica dentro de las subcuencas Río Bavispe Bajo (81.21%) y Río Moctezuma (18.79%), y presenta un material consolidado con posibilidades bajas de permeabilidad (100%) que se localiza en pequeños afloramientos de rocas ígneas que intrusionaron a rocas sedimentarias.

IV.2. Delimitación del Sistema Ambiental (SA)

La determinación de los límites del SA se realizó con base en la consideración de las microcuencas de los arroyos Los Aguajes, Guadalupe, El Coloradito, La Cinco Mil, Salsipuedes, El Saucito y Agua Buena.

El SA comprende una superficie de 5,426.07 ha (54,260,676.54 m^2), ubicado dentro de los municipios de Nacozari de García y Villa Hidalgo (**Figura 4.2**). Su delimitación es la siguiente:

Al Norte.- Está conformado por el límite de distintas microcuencas de los arroyos El Coloradito y Cruz de Caoada.

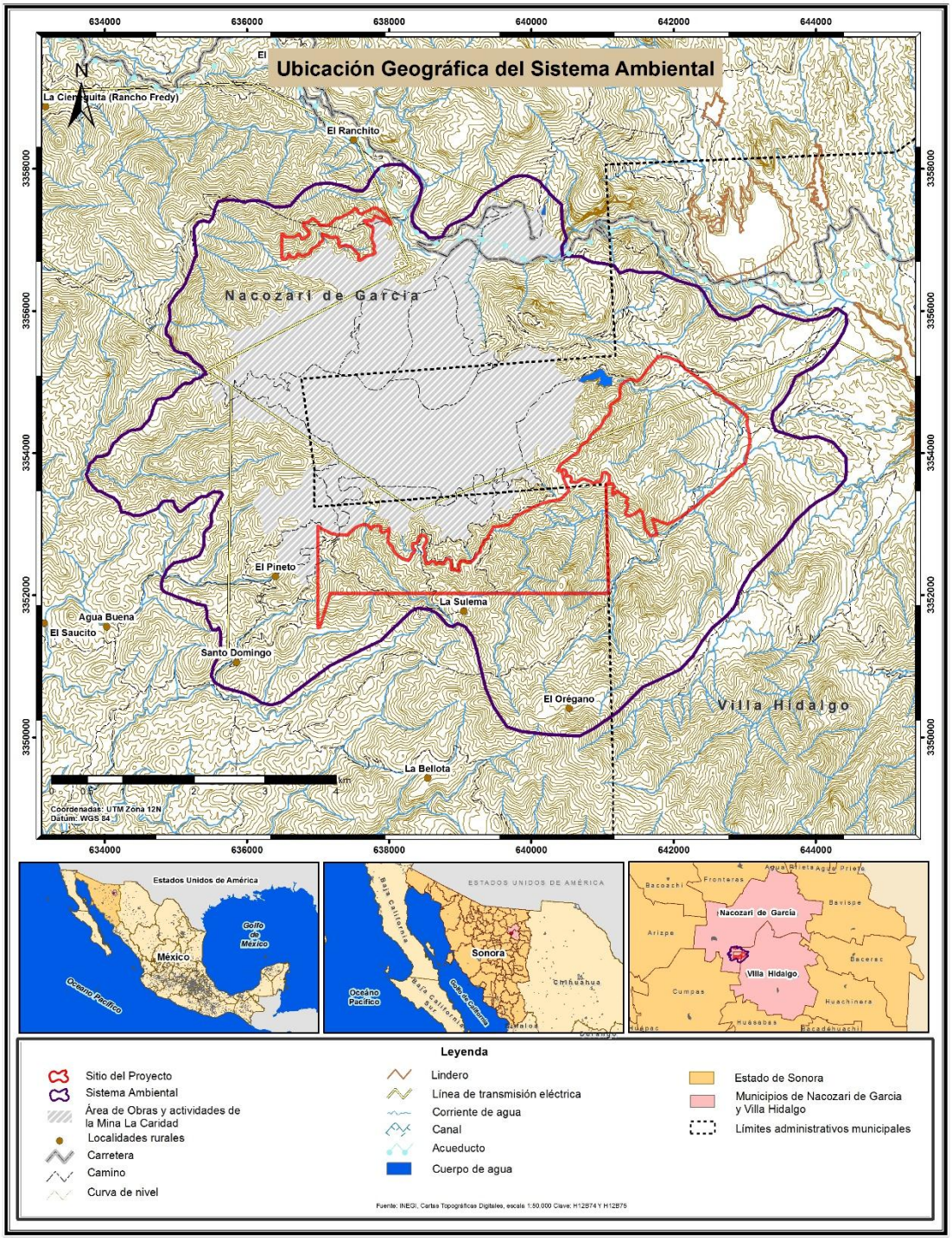


Figura 4.2. Ubicación geográfica del Sistema Ambiental.

Al Este.- Se delimita por las microcuencas de los arroyos Guadalupe y Los Aguajes.

Al Sur.- Se define por las microcuencas de los arroyos Guadalupe, Los Aguajes, Agua Buena y El Saucito.

Al Oeste.- Se delimita por las microcuencas de los arroyos de Agua Buena, El Saucito, Salsipuedes, La Cinco Mil y El Coloradito.

IV.2.1. Aspectos abióticos

IV.2.1.1. Clima

Para el presente apartado, se utilizó la información de tres estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y una estación de la Dirección General de Estudios (DGE) (SMN, 2015). Dichas estaciones se encuentra cerca de los límites del polígono del SA (**Cuadro 4.2)**. En el sitio de Proyecto no se encuentra ninguna estación meteorológica por lo que se utilizó la información de las estaciones más cercanas aunque se encuentran a un nivel topográficamente más bajo (ver **Figura 4.3**). El período de tiempo considerado para este análisis comprende de 1951 al 2010.

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

Cuadro 4.2. Ubicaciones de las estaciones meteorológicas.

Estación	Número	Tipo de Clima	Municipio	Latitud	Longitud	Elevación (msnm)
Nacozari	26059	BS1h(x')	Nacozari de García	30°22'28" N.	109°41'15" W.	1,100.00
Presa La Angostura	26069	Bsoh(x')	Villa Hidalgo	30°26'30" N.	109°23'08" W.	925.00
Presa La Angostura	26116	Bsoh(x')	Villa Hidalgo	30°27'00" N.	109°24'00" W.	881.00
Nacozari (DGE)	26210	BS1h(x')	Nacozari de García	30°22'00" N.	109°41'00" W.	1,222.00

IV.2.1.1.1. Tipo de clima

En el SA se presentan dos tipos de clima clasificado como en la mayor parte semiárido templado, según la clasificación de Köppen modificada por E. García (1988) y la información proporcionada por INEGI (**Figura 4.3**). Solamente en el extremo Este del SA se domina un clima semiárido semicalido. A continuación se presenta la descripción correspondiente a este tipo de clima:

- **$BS_1k(x')$**, "*semiárido templado*". Este clima (BS_1) es un clima intermedio entre los climas áridos (BW) y húmedos (A o C), con un cociente de precipitación/temperatura (P/T) mayor de 22.9, con lluvias en verano y con más del 18% de la precipitación anual en el invierno. La temperatura media anual es entre 12 y 18°C; en el mes más frío entre -3 y 18°C; y en el mes más caliente, mayor de 18°C.

- **$BS_1h(x')$**, "*semiárido semicalido*". Igualmente como el tipo de clima descrito anterior es un clima intermedio con un cociente de precipitación/temperatura (P/T) mayor de 22.9, con lluvias en verano y con más del 18% de la precipitación anual en el invierno. La diferencia entre estos dos tipos de clima es la temperatura que presenta su media anual mayor de 18°C y en el mes más frío menor de 18°C.

IV.2.1.1.2. Temperatura

Los datos registrados para la temperatura en las estaciones presentan una cierta conformidad. La temperatura promedio anual oscila entre 19.5°C y 21°C; con una temperatura máxima promedio de 28.9°C y una mínima promedio de 10.2°C (los dos medidos en la estación de DGE Nacozari). Históricamente, los meses más calurosos son de mayo a septiembre; y los meses más fríos son diciembre a marzo (**Cuadros 4.3 al 4.5**). Se espera para la SA por su subtipo climática temperaturas ligeramente más bajas.

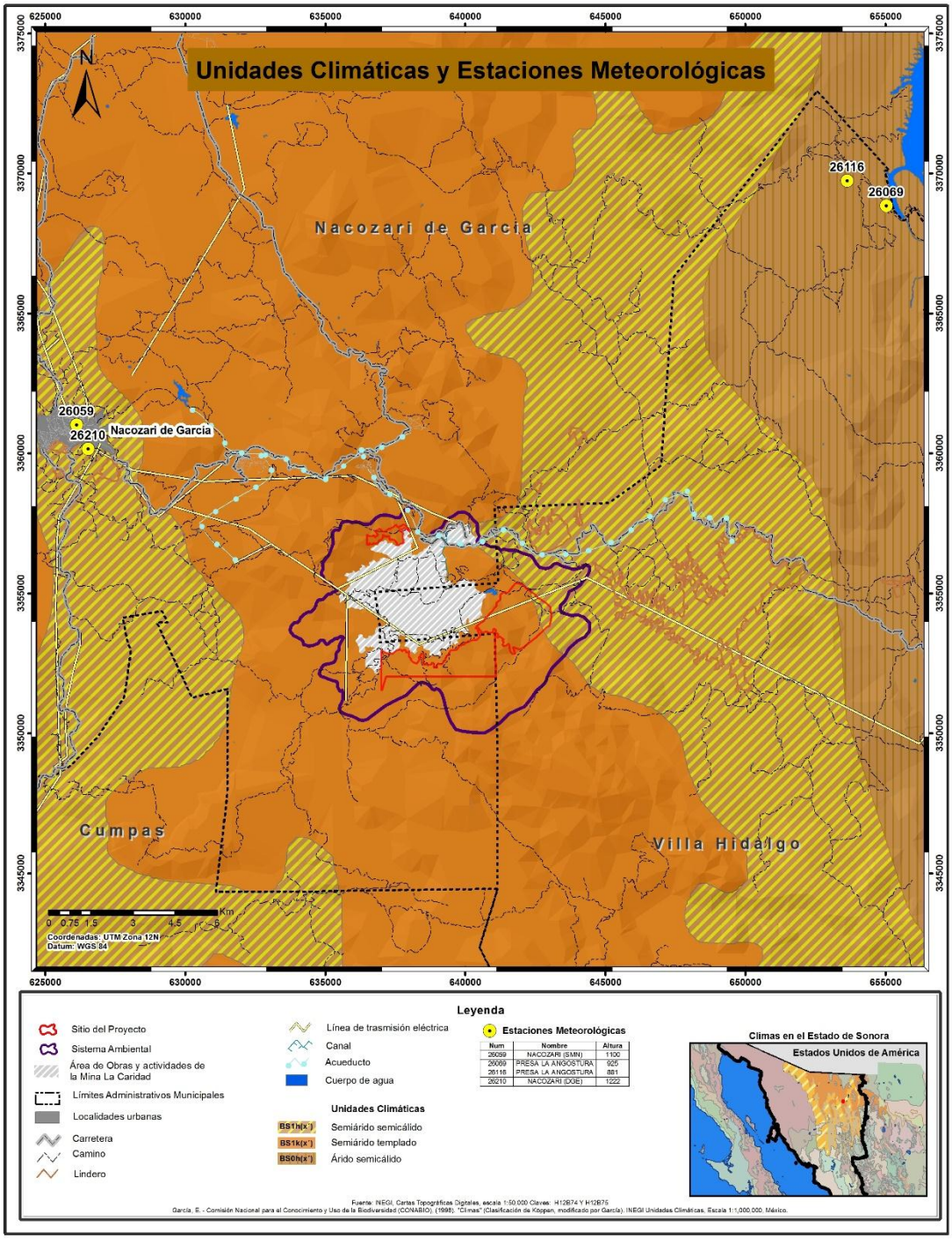


Figura 4.3. Tipos de clima registrados y ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas.

Cuadro 4.3. Temperaturas máximas, mínimas y medias registradas en las estaciones meteorológicas.

Estación	Temp. (°C)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Nacozari (26059)	Máxima	19.3	21.1	24.7	28.5	33.5	37.2	34.6	34.1	33.6	29.8	24.3	19.3	28.3
	Media	12.1	13.4	16.0	19.2	23.8	27.9	27.1	26.7	25.7	21.6	16.5	12.3	20.2
	Mínima	4.9	5.7	7.3	10.0	14.0	18.6	19.7	19.3	17.7	13.3	8.6	5.3	12.0
Presa La Angostura (26069)	Máxima	17.9	20.3	23.8	28.6	33.5	37.9	36.0	34.4	33.8	29.3	22.6	17.6	28.0
	Media	11.6	13.4	16.5	20.9	25.7	30.2	28.9	27.6	26.8	22.3	16.1	11.5	21.0
	Mínima	5.3	6.6	9.2	13.3	17.9	22.5	21.7	20.8	19.9	15.4	9.5	5.5	14.0
Presa La Angostura (26116)	Máxima	16.6	19.7	22.8	27.4	32.0	37.4	35.9	34.4	32.9	27.8	21.2	17.1	27.1
	Media	10.8	13.1	15.8	19.9	24.6	29.8	28.6	27.5	26.1	21.1	15.0	11.1	20.3
	Mínima	5.0	6.5	8.9	12.4	17.2	22.2	21.2	20.5	19.3	14.5	8.7	5.2	13.5
Nacozari (26210)	Máxima	20.9	22.6	24.6	28.2	32.9	37.3	36.2	34.3	33.5	31.0	24.4	20.7	28.9
	Media	12.2	13.3	14.9	17.9	21.9	26.2	27.5	26.3	25.1	21.6	15.2	12.3	19.5
	Mínima	3.5	4.1	5.3	7.6	10.9	15.0	18.8	18.2	16.6	12.3	6.0	3.8	10.2

Cuadro 4.4. Precipitación mensual registrada en las estaciones meteorológicas.

Estación	Prec. (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Nacozari (26059)	Máxima	140.7	92.3	102	19	30	108.7	278.2	271	138.8	145.4	51.9	174.7	
	Media	31.5	30	18.6	5	7.4	28.2	167.2	142.2	60.6	26.9	23.4	37.8	578.8
Presa La Angostura (26069)	Máxima	102.2	98.7	102.4	57.5	32	55.4	266.2	262.6	187.1	128.6	69.9	152.5	
	Media	24.4	22.8	13.7	5.8	4.7	14.7	105.8	96.6	39.2	24.9	18.1	31.5	402.2
Presa La Angostura (26116)	Máxima	76.5	74.5	77.2	50	30.5	34.9	175.1	149.1	90.2	109.5	67.6	153.1	
	Media	28.9	23.5	17.6	7.2	6.2	12.7	89.5	70.7	43.1	28.6	25	33.3	386.3
Nacozari (26210)	Máxima	134.3	129.5	103.7	37.5	38	71.5	234	204	151.7	152.5	80.5	294	
	Media	47.4	31.7	24.1	6.8	6	15.2	134.5	102.3	49.3	32.2	25.8	52.3	527.6

Cuadro 4.5. Evaporación potencial promedio mensual reportada de las estaciones meteorológicas.

Evaporación (mm)													
Estación	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**Anual**
Presa La Angostura (26069)	107.3	133	212.9	287.7	362.2	358.3	275.1	230.5	236.2	199.7	136.3	99.1	2,638.30
Presa La Angostura (26116)	114.1	142.9	226.6	302.3	380.8	385.5	283.8	256.3	237.4	205.1	146.9	113	2,794.70

IV.2.1.1.3. Vientos dominantes

Para el SA no existen en el momento datos sobre vientos dominantes y/o su dirección predominante por lo que no es posible generar información para este apartado. Pero por lo general la dirección diurna del viento depende de la radiación solar causando un cambio en la dirección de viento entre día y noche. En el día las capas de aire en las zonas superiores de la tierra se calienta con más rapidez por lo que por la disminución de la densidad del aire migran a mayores altitudes dejando una zona donde el aire más frío de las valles tomen lugar causando un movimiento ascendente. En la noche se invierte este proceso; los valles guardan más tiempo el calor (con una densidad baja) que las laderas (aire más denso) ocasionando un movimiento descendente del viento en dirección a los valles.

Según la zonificación eólica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el SA se encuentra en la zona B con una clasificación de peligro moderado y con velocidades máximas de viento de 130 a 160 km/h (**Figura 4.4**).

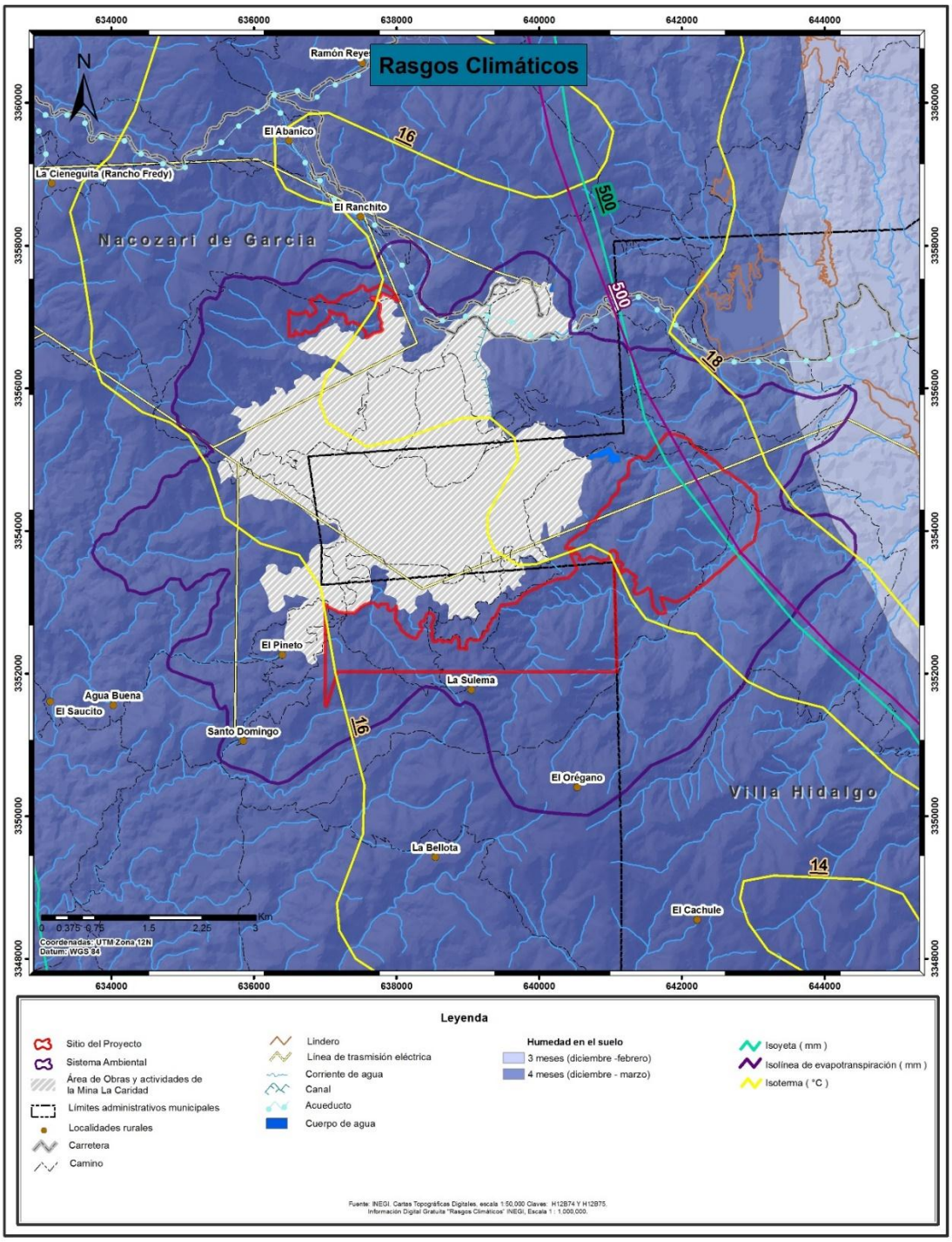


Figura 4.4. Rasgos climáticos: isolínea de evapotranspiración, isoyeta, isoterma y humedad en el suelo en el Sistema Ambiental y el sitio del Proyecto.

IV.2.1.1.4. Fenómenos climatológicos

En los estaciones se presentan fenómenos climatológicos como lluvia, neblina, granizo y tormentas eléctricas, el número de días promedio mensual se describe en el **Cuadro 4.6**.

Cuadro 4.6. Promedio mensual de días con lluvia, niebla, granizo y tormentas que se registraron en las estaciones meteorológicas.

Estación	Eventos	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Nacozari (26059)	Lluvia	3.2	3.1	2.3	0.9	1.4	3.5	12.9	12.9	5.6	3	2.3	2.9	54
	Niebla	0.1	0.1	0	0	0	0	0.6	0.4	0.3	0	0	0.3	1.8
	Granizo	0.1	0.1	0.3	0	0	0.1	0.5	0.6	0	0.1	0.1	0	1.9
	Tormenta Eléctrica	0.1	0	0	0.1	0.3	1.8	6.5	4.8	1.4	0.4	0.1	0	15.5
Presa La Angostura (26069)	Lluvia	3.7	3.1	2.3	1.3	1.2	2.9	13	11.1	4.8	2.9	2.4	3.7	52.4
	Niebla	0.4	0.1	0.1	0.1	0	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0.2	1.2
	Granizo	0	0	0	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0	0	0.5
	Tormenta Eléctrica	0	0	0	0	0.1	0.3	1.9	1.6	0.1	0.1	0	0.2	4.3
Presa La Angostura (26116)	Lluvia	4.3	3.7	2.6	1.4	1.1	3	14.1	11	6.3	3.8	2.8	4.1	58.2
	Niebla	0.5	0.5	0.1	0	0	0	0.1	0.2	0.1	0.2	0.4	0.5	2.6
	Granizo	0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.2	0.1	0.1	0	0	1.5
	Tormenta Eléctrica	0	0	0	0	0	0.2	2.9	2.6	0.8	0.1	0	0	6.6
Nacozari (26210)	Lluvia	3.9	2.8	2.2	0.9	0.8	1.9	12.6	9.3	4.9	2.4	2.8	4.1	48.6
	Niebla	0	0	0	0	0	0.2	1.2	0.7	0.3	0.1	0.1	0	2.6
	Granizo	0	0	0.1	0	0.1	0	0.1	0	0	0	0	0	0.3
	Tormenta Eléctrica	0.1	0.1	0	0	0	0	0.1	0	0.3	0.1	0	0	0.7

IV.2.1.1.5. Calidad del aire

La contaminación atmosférica depende en mayor parte de las actividades humanas las cuales son intensificadas o disminuidas por las condiciones climáticas. Algunos contaminantes causan efectos adversos sobre la salud ocasionando por ejemplo, enfermedades respiratorias y problemas cardiovasculares (SEMARNAT, 2013). Para los municipios de Nacozari de García y Villa Hidalgo se presentan en el **Cuadro 4.7** las emisiones atmosféricas para Óxido de azufre (SO_2), Monóxido de carbono (CO), Óxidos de nitrógeno (NOX), compuestos orgánicos volátiles (COV) y para las partículas menores a 10

micrómetros (PM 10) y menores a 2.5 micrómetros (PM 2.5), para el amoniaco (NH3) y carbón negro. En comparación se presenta las cantidades de emisiones a nivel estatal.

Cuadro 4.7. Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por municipio y estado.

Estado	Municipio	PM10	PM2.5	SO_2	CO	NOX	COV	NH3	Carbón Negro
Sonora	Nacozari de García	847.84	206.71	120.5	1,399.28	687.58	3,475.70	76.62	11.29
	Villa Hidalgo	31.39	18.88	2.39	313.91	296.7	1,719.83	63.24	1.34
		21,829.70	**11,736.02**	**76,632.97**	**189,574.76**	**147,018.18**	**686,646.78**	**37,703.65**	**1,135.42**

Todos los valores en toneladas

En los **Cuadros 4.8** y **4.9** se presentan los inventarios de emisiones de contaminantes por sector SCIAN (Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte) y por fuente fija para el año 2008 en el Estado de Sonora (SEMARNAT, 2016 a, b).

Cuadro 4.8. Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos de fuentes fijas por sector SCIAN.

Sector SCIAN	Número de empresas	Contaminante							
		SO2	CO	NOx	COV	PM10	PM2.5	NH3	Carbón Negro
Minería	12	117.36	80.18	155.00	43.18	1,011.83	242.09	5.19	4.04
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	8	69,589.10	2,961.92	10,995.11	324.01	4,040.36	3,143.97	218.80	226.40
Industrias manufactureras	152	5,297.49	689.40	2,175.60	2,471.27	2,933.61	1,729.56	102.97	28.24
Transportes, correos y almacenamiento	7	0.11	0.18	2.03	1,254.83	0.17	0.17	0.01	0.02

Todos los valores en toneladas

Cuadro 4.9. Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por fuente, 2008 (Toneladas)

Tipo de Fuente	Contaminante							
	SO2	CO	NOx	COV	PM10	PM2.5	NH3	Carbón Negro
Fuentes fijas	75,004.07	3,731.68	13,327.73	4,093.28	7,985.97	5,115.79	326.97	258.71
Fuentes de área	677.51	29,100.85	11,764.46	51,958.10	12,663.67	5,564.27	36,828.76	431.90
Fuentes móviles	587.74	152,028.89	13,009.13	17,396.80	213.47	124.79	547.35	42.23
Fuentes móviles que no circulan por carretera	363.65	4,713.34	9,501.56	1,066.11	966.58	931.17	0.57	402.58
Fuentes naturales	-	-	99,415.30	612,132.49	-	-	-	-

Todos los valores en toneladas

IV.2.1.2. Geología y geomorfología

IV.2.1.2.1. Geología regional

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

El sistema de fallas y el magmatismo son consecuencia de la subducción de la placa Farallón debajo de la placa de Norteamérica y de la apertura del Golfo de California desde el Jurásico Tardío (Rodríguez-Castañeda, 2003). El conjunto de eventos forma una zona orientada Noroeste-Sureste, que se define por la yuxtaposición de rocas precámbricas, paleozoicas y jurásicas. Se reconocen rocas precámbricas en el Alto de Cananea, limitado por las fallas Los Ajos al Noreste y San Antonio al Suroeste. En el Noreste de la Falla Los Ajos se ubica la Cuenca Bisbee, donde se depositaron materiales clásticos del Cretácico pertenecientes al Grupo Bisbee (Rodríguez-Castañeda, 2003). Al Suroeste de la Falla San Antonio y al Noreste de la Megacizalla Mojave-Sonora, se localiza la Cuenca San Antonio, presentando un basamento de rocas ígneas jurásicas de arco magmático. Hacia el Sur de la Megacizalla Mojave-Sonora, el basamento está compuesto por rocas precámbricas con

edades de 1,700 a 1,800 Ma (Rodríguez-Castañeda, 2003). En el **Anexo 4.2**, se presenta la metodología empleada para la elaboración de este apartado.

IV.2.1.2.2. Geomorfología y Fisiografía

El SA se localiza en el Norte de la Provincia Fisiográfica "Sierra Madre Occidental" (Raíz, 1959) (**Figura 4.5**).

La Provincia Fisiográfica "Sierra Madre Occidental" es caracterizada por el gran sistema montañoso formado por material volcánico y con altitudes que alcanzan 3,000 msnm (fuera del SA en dirección oeste). Sus particulares condiciones geológicas y climatológicas han favorecido la formación de profundos cañones. Esta Provincia Fisiográfica es de tamaño considerable pues comprende partes de los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Nayarit, Aguascalientes y Jalisco con orientación Noroeste-Sureste.

Esta Provincia, "Sierra Madre Occidental", está dividida en varias Subprovincias. El SA y el sitio del Proyecto se encuentran en la Subprovincia llamada "Sierras y Valles del Norte" (**Figura 4.5**). 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 (2,645 msnm), El Manzanal (1,600 msnm), La Elenita (2,490 msnm) y La Mariquita (2,510 msnm).

En el SA se identificó la unidad geomorfológica denominada Sierra Alta la cual está caracterizada por un conjunto de sierras (**Figuras 4.6 a 4.8**), cuyas elevaciones varían de los 1,500 a los 2,500 m s.n.m. Estas sierras se encuentran escarpadas en algunas partes, dependiendo del tipo de roca; las pendientes se presentan en rangos hasta de 30 %, por ser estructuras morfológicas muy altas (**Figura 4.7**). En el SA esta unidad geomorfológica está representada por los Pilares de Nacozari y la Sierra Juriquipa (**Figura 4.9**), constituida por rocas andesiticas, rioliticas y granodoriticas. Las elevaciones alcanzan altitudes hasta 1800 m s.n.m. en las sierras y 1400 m s.n.m. en las valles.

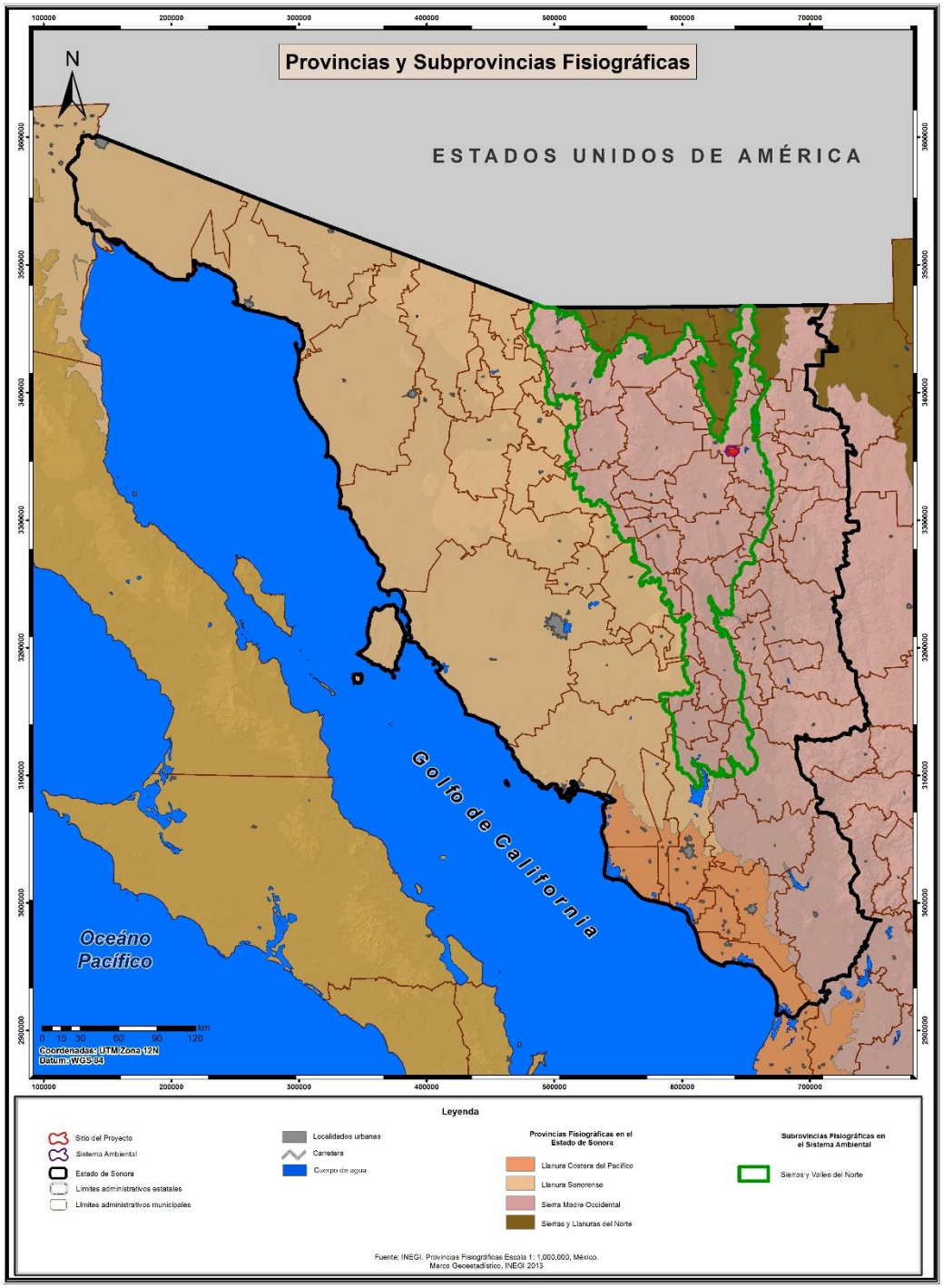


Figura 4.5. Distribución de las Provincias y Subprovincias Fisiográficas en el Sistema Ambiental y el sitio del Proyecto.

Figura 4.6. Las Sierras El Oso y San Diego al Este del SA.

Figura 4.7. Las pendientes del polígono Francisca Norte.

Figura 4.8. La Sierra Cobriza al Oeste del SA.

Figura 4.9. La apariencia de la Sierra Juriquipa al Sur del polígono Cachuly.

El SA presenta características topográficas que equivalen a un terreno de sierra con elevaciones que varían desde un 20% hasta un 30% y mayores a este porcentaje de pendiente, sin embargo en el Valle se pueden observas elevaciones con pendientes de menos de 10 %.

IV.2.1.2.3. Estratigrafía

En el SA se encuentran afloramientos de origen ígneo y sedimentario del período Terciario en especial del Paleógeno (SGM 1999). En la **Figura 4.10** se presentan los principales afloramientos.

Las unidades más expuestas en el SA pertenecen al "Complejo Volcánico de la Sierra Madre Occidental" (SGM, 1999) cubriendo parte del SA en el Oeste, Noroeste y Norte. Este complejo está compuesta por varias secuencias volcánicas resultado de los diversos eventos volcánicos durante del Terciario. Del Paleoceno se reconocen andesitas, tobas andesiticas, piroclásticos y brechas andesíticas en el SA (**Figura 4.11**). Durante del eoceno continuó el volcanismo con un incremento en los contenido de feldespato potásico formando latitas-andesitas con aisladas coladas riodacíticas y traquíticas (**Figura 4.12**) y al final del eoceno ocurrieron erupciones de carácter riolítica (tobas) y flujos de riolita (**Figura 4.13**). En el oligoceno los eventos volcánicos produjeron rocas basalticos y andesiticos (no aflorando en el SA) la cual formación subyace a una secuencia de tobas rioliticas y riolitas que está expuesta en el noroeste del SA (**Figura 4.14**).

La unidad sedimentaria aflorando en el este del SA pertenece al eoceno y está compuesta de clastos derivados de las rocas volcánicas alteradas y fragmentos de pórfido cuarzomonzonítico englobados en una matriz arenosa y ferruginosa formando un conglomerado polimictico (SGM 1999) (**Figura 4.15**).

Unidades geológicas más jóvenes no son expuestas en el SA.

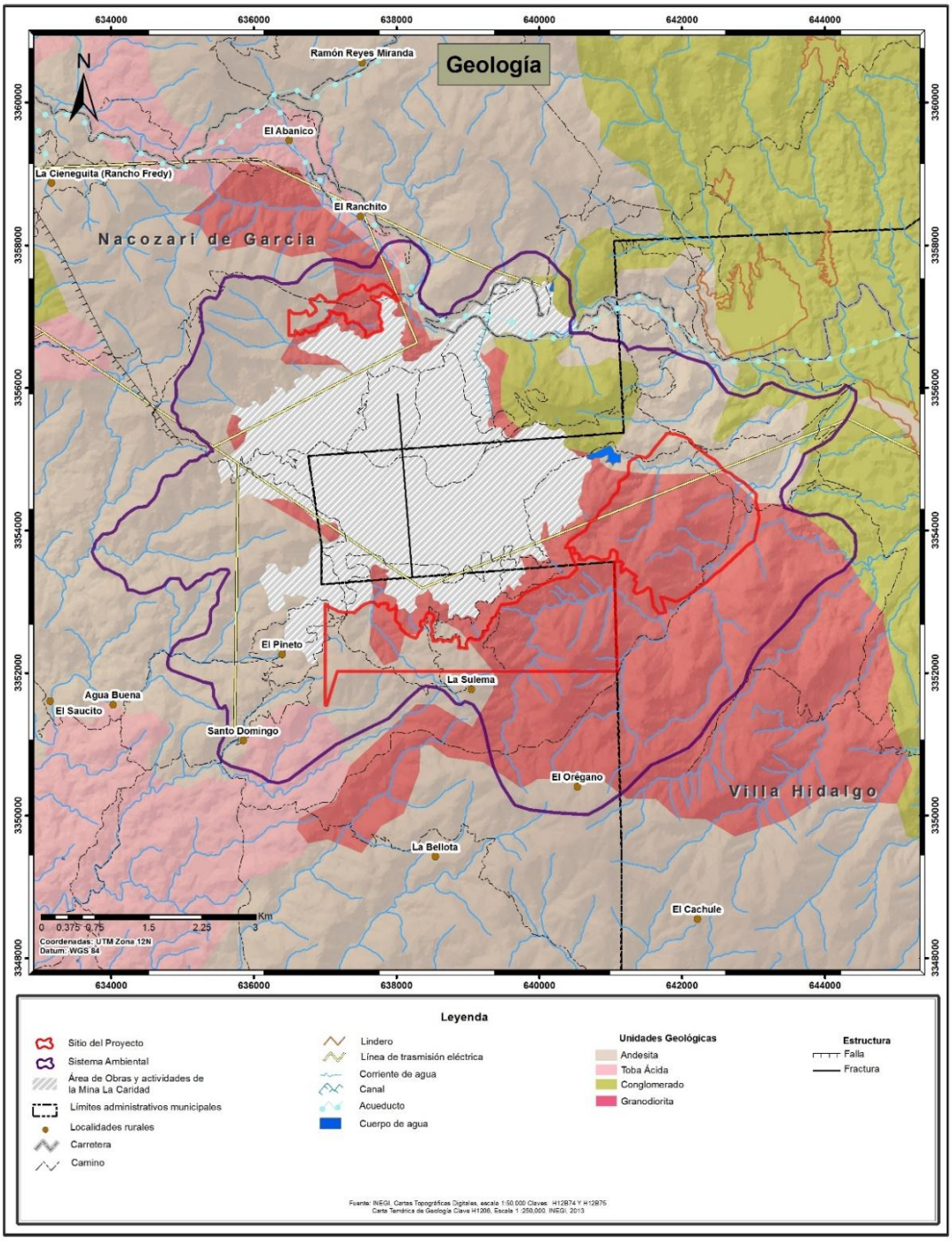


Figura 4.10. Geología (unidades estratigráficas) en el Sistema Ambiental y sitio del Proyecto.

Figura 4.11. Afloramiento de andesitas en el polígono Francisca Norte en el Norte del SA.

Figura 4.12. Vista al Cerro El Molino con estructuras de flujo de riolitas del Eoceno.

Figura 4.13. Apariencia de latita en el Norte del SA en el límite oriental del polígono Francisca Norte.

Figura 4.14. Tobas rioliticas aflorando en el Noroeste del SA y en el polígono Francisca Norte.

Figura 4.15. Afloramientos de los sedimentos de conglomerado polimictico en el Este del SA.

Las unidades ígneas intrusivas que dieron lugar a la Mina Caridad (**Figura 4.16**) son resultado del emplazamiento del Batolito Laramide durante el Cretácico superior al Terciario. En el SA se encuentran granodioritas de edad paleoceno y los intrusiones hipabasales de pórfido cuarzomonzonítica de edad eoceno (**Figura 4.17**).

La Mina La Caridad tiene el pórfido cuprífero más importante en esta región y fue formado a partir de las rocas prebatolíticas afectadas durante el Cretacico superior-Paleoceno por intrusiones de composición cuarzomonzonítica que generaron la mineralización primaria como calcosina, calcopirita, pirita y molibdenita (**Figura 4.18**).

Figura 4.16. El tajo de la Mina La Caridad desde los cerros Las Carboneras con vista al Sudeste a los polígonos de Cachuly y Bella Unión.

Figura 4.17. Afloramientos de granodiorita en el polígono Bella Unión.

Figura 4.18. Precipitaciones de cobre en las diaclasas de granodiorita en el polígono Bella Unión.

IV.2.1.2.4. Presencia de fallas y fracturas

La mayor parte de la región está afectada por una tectónica compresiva y distensiva derivado de los procesos de convergencia de la placa tectónica Farallón en la margen continental y la generación de un arco volcánico continental. La estructura geológica más notable en la región está asociada con la intrusión batolítica de edad Cretácico que elevó toda la región al poniente de la Sierra Madre Occidental. El levantamiento de esta zona por el batolito y los procesos orogénicos, así como el subsecuente ajuste de los bloques en forma escalonada del continente hasta el Golfo de California, formaron fallas en dirección Noroeste-Sureste y Norte-Sur (SGM 1999).

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

Las estructuras más antiguas en el distrito consisten en fallas de poco desplazamiento, orientadas Oeste-Noroeste y Noreste, mismas que localmente proporcionan los diques porfídicos y la mineralización.

En la parte nororiental del SA se detectó una falla normal de dirección NorOeste-SurEste la cual delimita superficialmente los depósitos sedimentarios de conglomerado con el intrusivo granodiorítico. En el complejo intrusivo de granodiorita y pórfido cuarzomonzonítica se registraron fracturas de dirección Nordeste-Sudoeste con una inclinación de 80° (SGM, 1999. Mediciones en el campo (**Figura 4.19**) comprueben estos números pero con una inclinación de 60° al noroeste.

Figura 4.19. Medición N45E;60NW de las lineamientos geológicos en la unidad de granodiorita en el sur del polígono Cachuly.

IV.2.1.2.5. Susceptibilidad del sitio del Proyecto a sismos, deslizamiento y derrumbes

La actividad sísmica en la República Mexicana es el resultado de la interacción de las placas de Cocos, Norteamérica, Rivera y del Caribe. El SA presenta escasas probabilidades de riesgo por sismo, ya que se ubica dentro de la región penisísmica, donde el riesgo de daños es escaso (**Figura 4.20**). En el periodo de 2010 a 2016 se detectaron a un radio de 100 km al SA sismos de baja magnitud de 2.8 a 4.2, según la escala de Richter (SSN, 2016).

De igual manera, el sitio del Proyecto no tiende a inundarse debido a la pendiente que representa la topografía y las características climáticas de la zona. No obstante en casos de precipitaciones máximas se pueden generar aumentos de la escorrentía de forma turbulenta y en el volumen arrastrado y con ello la probabilidad del arrastre de sedimentos.

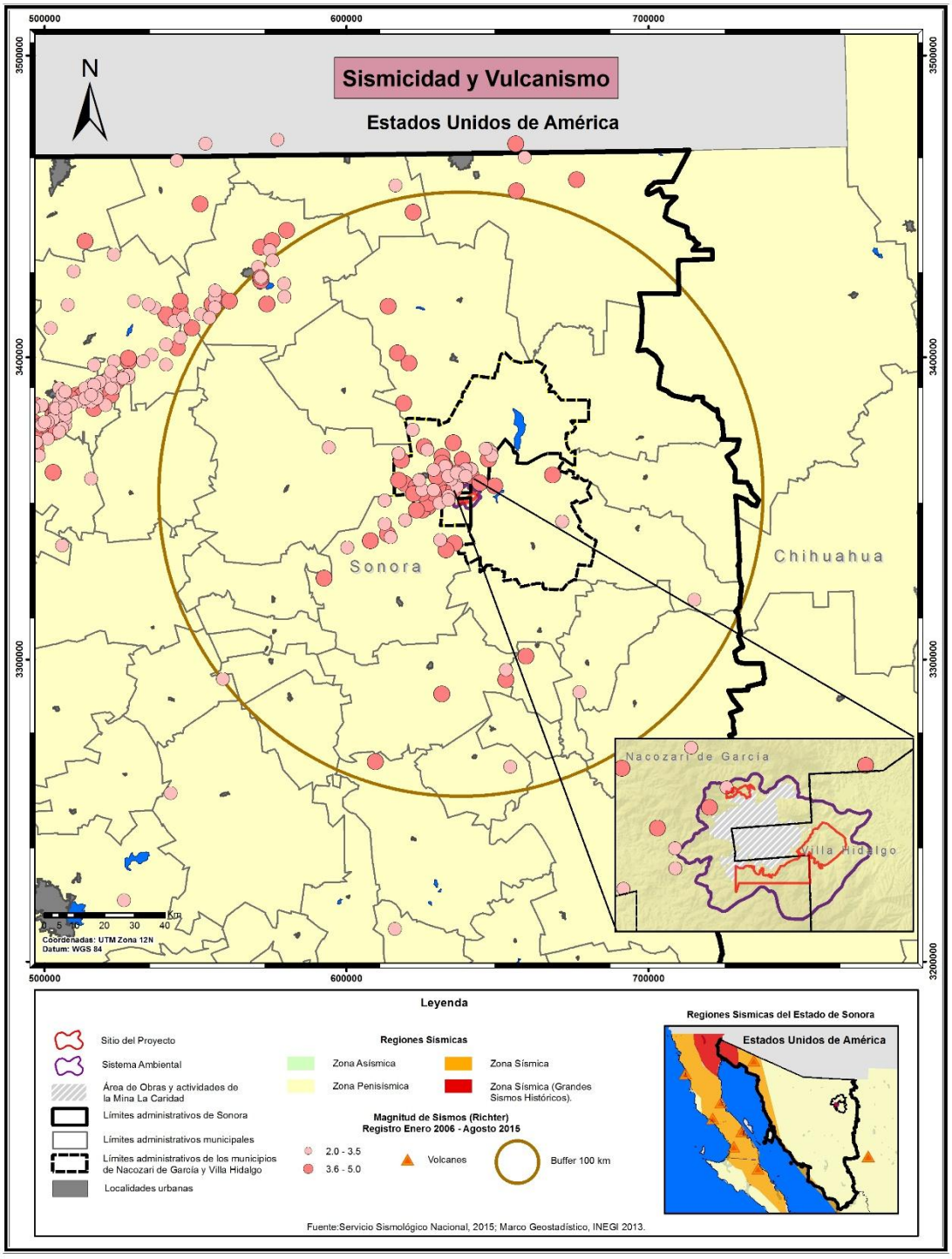


Figura 4.20. Sismicidad y vulcanismo en el estado de Sonora.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED, 2014) y la ubicación geográfica de la zona donde se ubica el SA y el sitio del Proyecto, no se presenta susceptibilidad a fenómenos tales como deslizamientos, derrumbes u otros movimientos de tierra.

IV.2.1.3. Tipos de suelo

En el SA se encuentra en mayor parte el tipo de suelo Luvisol así como en el sitio de proyecto, solamente con menor superficie en el Este del SA se desarrollaron los tipos de suelo Leptosol y Regosol (**Figura 4.21**). A continuación se presenta una descripción breve de las principales características de los tipos de suelo encontrados en el SA. Estos datos corresponden a los estudios de la Food and Agriculture Organization, FAO (IUSS, 2007).

El tipo de suelo **Luvisol (LV)** presenta un color pardo-grisáceo y es característico de regiones templado-húmedas. El suelo muestra evidencias de redistribución de arcilla y/o materia orgánica. Son tipos de suelo ricos en bases con un claro horizonte de acumulación de arcillas y se caracterizan por un contenido mayor de arcilla en la capa subsuperficial por la migración de arcillas como resultado de procesos pedogenéticos creando un horizonte subsuperficial árgico con arcillas de alta actividad y una alta saturación con bases. Estos suelos derivan de una variedad de materiales no consolidados como till glaciario, y depósitos eólicos, aluviales y coluviales y se constituyen en tierras llanas o suavemente inclinadas en regiones templadas frescas y cálidas (por ejemplo, Mediterráneas) con estación seca y húmeda marcadas. Son suelos fértiles en la mayoría y apropiados para usos agrícolas como cultivos de granos pequeños, remolacha azucarera y forraje. En áreas con pendiente se puede favorecer la creación de huertos, terrenos forestales y/o pastoreo. Con respecto a la erosión, estos tipos de suelo son susceptibles al deterioro cuando contienen un alto contenido de limo y se labran mojados con maquinaria pesada. En pendientes fuertes requieren medidas de control de la erosión (**Figura 4.22**).

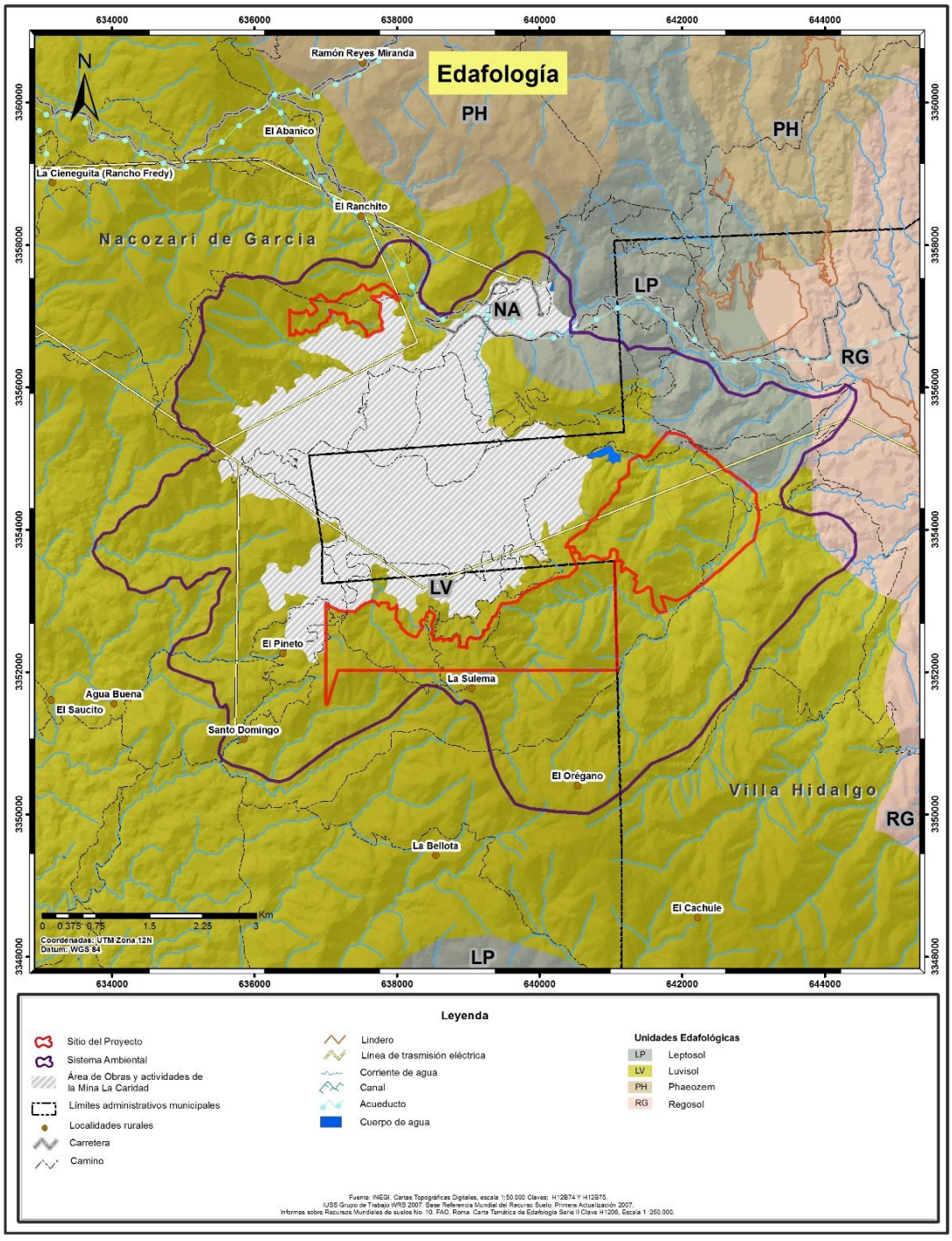


Figura 4.21. Principales unidades edafológicas en el Sistema Ambiental y el sitio del Proyecto.

El tipo de suelo **Leptosol (LP),** incluye suelo con minerales influenciados por su ubicación topográfica-fisiográfica. Son tipos de suelo someros sobre roca dura o material altamente calcáreo, compuesto de varios tipos de rocas o material no consolidado con menos de 10 % de tierra fina, hasta una profundidad de 25 cm donde se empieza la roca dura. Se encuentran principalmente en tierras de mediana altitud o una topografía altamente disectada, particularmente en áreas fuertemente erosionadas. Por la poca profundidad de suelo son poco atractivos para cultivos de arado y tienen un potencial limitado para producción de cultivos de árboles o extensos pastizales. Su mejor apariencia es en bosques. Hidrológicamente tienen buen drenaje superficial, la retención de agua es por el mínimo contenido de material fino limitado. La erosión es considerable cuando se trata de un área sobreexplotada ambientalmente con el deterioro de los bosques o vegetación y por afectaciones debidas a actividades de origen humano.

Figura 4.22. Presencia de suelo Luvisol en el SA con un horizonte subsuperficial claro de arcilla y un horizonte húmico.

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

IV.2.1.4. Hidrología superficial y subterránea

IV.2.1.4.1. Hidrología Superficial

México está divido en 37 Regiones Hidrológicas (RH) en las cuales una región hidrológica está definida como un sistema integral y funcional, constituido por factores físicos, biológicos y socioeconómicos. Por el tamaño que representa el estado de Sonora, se encuentran 5 regiones hidrológicas dentro de los límites del estado; la mayor proporción de la superficie la ocupan, la RH 8 "Sonora Norte" y la RH 9 "Sonora Sur". Las otras 3 RHs ocupan menores porciones del estado y se encuentran una en el Noroeste, en el límite con el estado de Baja California (RH 7 "Rio Colorado"); la segunda en el Sur, en el límite con Sinaloa (RH 10 "Sinaloa"); y la tercera en la porción Noreste, en el límite con el estado de Chihuahua (RH 34 "Cuencas Cerradas de Norte") (**Figura 4.23**).

El SA se ubica en la Cuenca Hidrológica Río Yaqui, la cual forma parte de la Región Hidrológica RH 9 "Sonora Sur" (**Figura 4.24**).

En el **Anexo 4.3**, se presenta la metodología descriptiva empleada para la elaboración de este apartado.

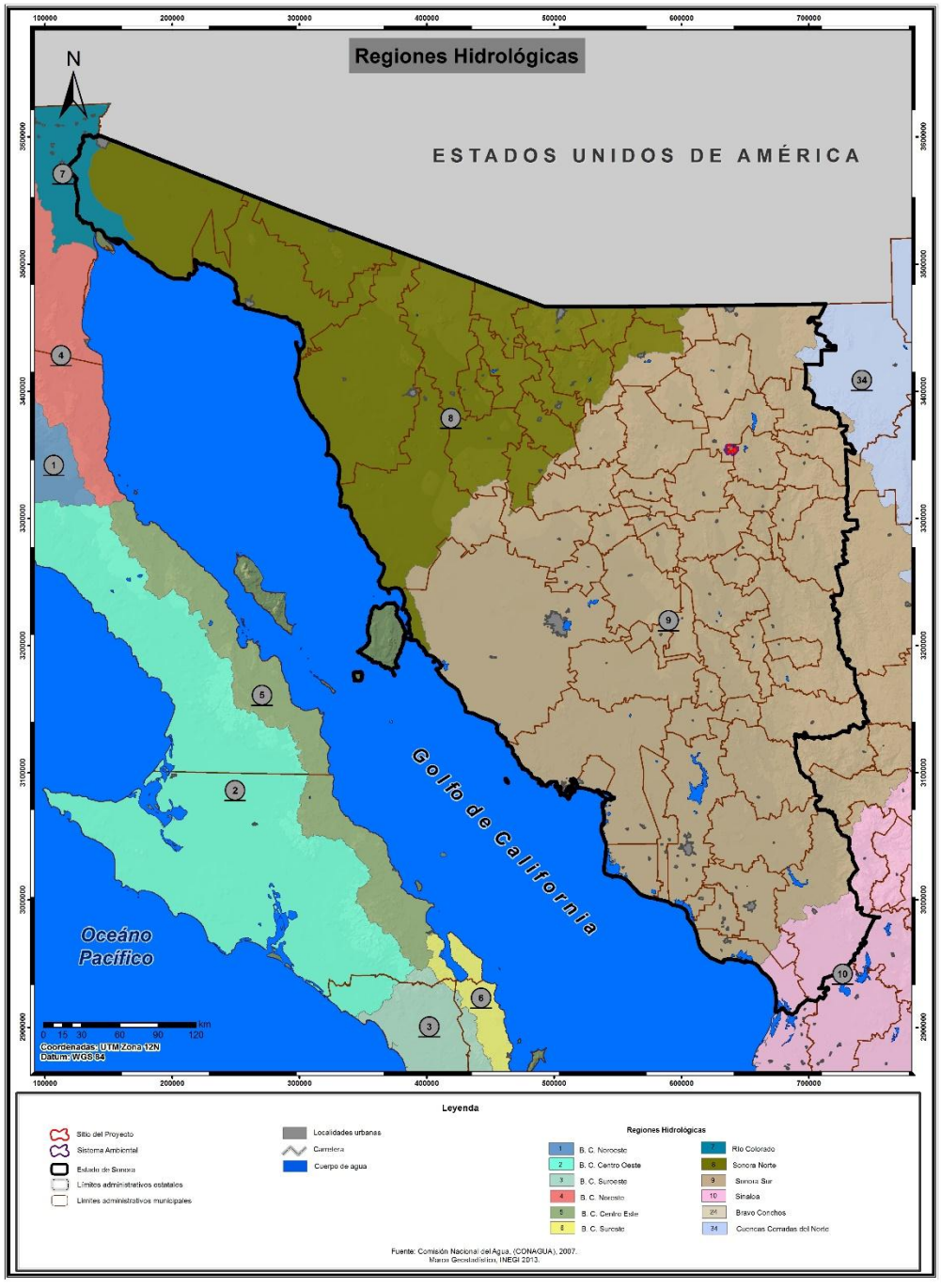


Figura 4.23. Regiones hidrológicas del Noroeste de México, destacando la ubicación de la RH 7 Río Colorado, RH 8 Sonora Norte y RH 9 Sonora Sur, así como la localización del sitio del Proyecto.

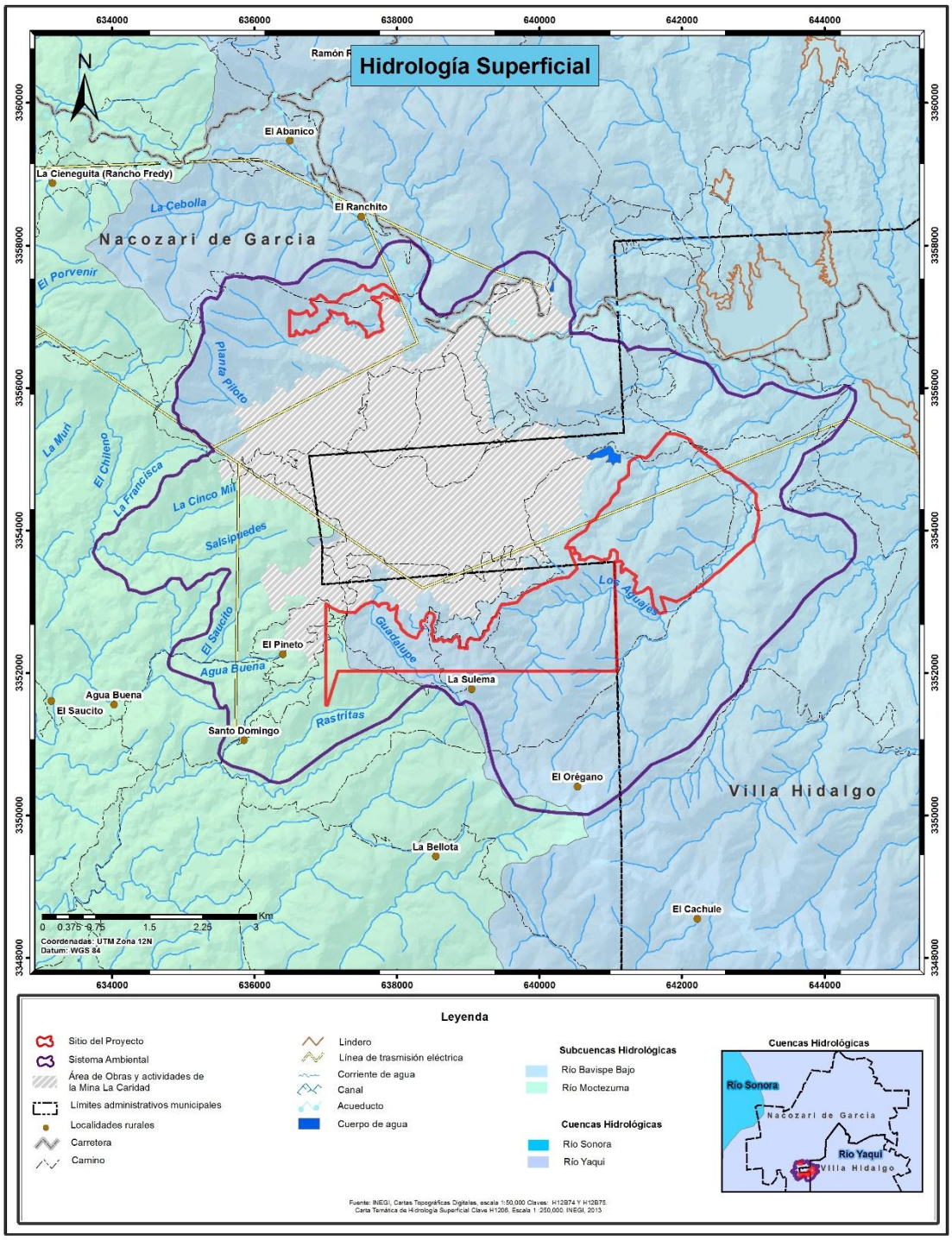


Figura 4.24. Hidrología Superficial en el Sistema Ambiental del Proyecto.

La cuenca hidrológica Río Yaqui (RH09B) es la más grande dentro de la RH 9, con una superficie que abarca 52.52% (72,859.05 km^2) de la RH 9 (138,761.3 km^2). El Río Yaqui que cruza el estado de norte a sur nace de la confluencia de los ríos Bavispe y Aros en las estribaciones de la Sierra Madre Occidental hasta desembocando en el Golfo de California tras pasar a las presas Alvaro Obregon, Plutarco Elías Calles y Lázaro Cárdenas (La Angostura), esta última sobre el Río Bavispe. El agua de estas corrientes se utiliza en los Distritos de Riego No. 18, Vicam y No. 41, Río Yaqui, ubicados en la costa (CONAGUA, 2013). La longitud del rio se señala con 554 km aunque el sistema de Yaqui-Aros alcanza una longitud de 1,050 km.

En la RH 9 se reporta una precipitación anual de 376 mm (9,779.8 Mm^3). Con el coeficiente de escurrimiento de 2.8% se calcula un escurrimiento anual de 273.83 Mm^3.

El SA abarca partes de dos subcuencas hidrológicos, la parte occidental se encuentra en la subcuenca Rio Moctezuma (RH09Bh) y la parte oriental en la subcuenca Rio Bavispe Bajo (RH09Bd) (**Figura 4.24**). Las principales caracteristicas hidrológicos de estas subcuencas se presentan en el **Cuadro 4.10.**

Cuadro 4.10. Principales parámetros hidrológicos de las Subcuencas Hidrológicas que forman parte del SAR (INEGI, 2015).

Propiedades	Valores para las Subcuencas Hidrológicas	
	R. Moctezuma	R. Bavispe Bajo
Tipo de Subcuenca	exorreica	exorreica
Lugar a donde drena (principal)	RH09Bi A. Coronado	RH09Bc R. Yaqui - P. P. E. Calles
Área total (km^2)	5639.26	4184.29
Área de la subcuenca perteneciente al SA (km^2)	7.501	23.741
Densidad de Drenaje	3.47	2.79
Longitud de Corriente Principal (km)	201.4	197.314

Las dos subcuencas se presentan en forma alargada en dirección Norte-Sur. La principal corriente superficial de la subcuenca hidrológica R. Moctezuma es el Río Moctezuma (**Figura 4.25**) el cual fluye de Norte a Sur hasta su confluencia con el Río Yaqui. El patrón de drenaje predominante en la subcuenca es dendrítico. Varios tributarios de régimen intermitente descargan a este río, los más importantes son los arroyos Jurahui, Los Chirriones, Los Álamos, El Aljibar, entre otros (CONAGUA, 2009a).

Figura 4.25. Cauce del Río Moctezuma cerca de la población de Moctezuma.

La corriente principal de la subcuenca hidrológica R. Bavispe Bajo es el Río Bavispe, un río casi perene de los cuales escurrimientos están controlados por la Presa Lázaro Cárdenas (La Angostura). Las tributarias son efímeras y estacionales como Cruz de Cañada, Agua Caliente, El Manchón de Alisos, El Sauz, El Basto, La Junta, El Safo, Los Otates, El Tigre, El Durazno, entre otros. En esta subcuenca se localiza al Este del SA sobre el arroyo Juriquipa la presa de jales de la Mina La Caridad, construida en 1984 con una capacidad cercana a los 500 millones m^3. El drenaje en esta subcuenca es predominante subparalelo y en algunas regiones de tipo rectangular (CONAGUA, 2009b).

El SA se localiza en el Norte de estas subcuencas mencionadas (ver **Figura 4.24**). Mientras la parte oriental del SA (parte de la subcuenca hidrológica R. Bavispe Bajo Sur) se encuentra ya impactada por las operaciones de la mina (**Figura 4.26**), es la parte occidental del SA (parte de la subcuenca hidrológica R. Moctezuma) en mayor parte no afectada.

Los polígonos del sitio de proyecto se encuentran en la parte de la mina que pertenece a la subcuenca hidrológica R. Bavispe Bajo Sur solamente una pequeña parte del polígono bella Unión abarca partes de la subcuenca hidrológica R. Moctezuma (**Figura 4.24**) donde ya se encuentra afectada el arroyo Agua Buena por actividades de despotiso de material de tepetate de la mina (**Figura 4.27**).

En la parte sur del polígono Bella Unión se localiza el arroyo Rastritas (**Figura 4.28**) que no va a ser afectado por las operaciones propuestas para este polígono.

Figura 4.26. El tajo de la mina Caridad con la presa de jales en el fondo.

Figura 4.27. El arroyo Agua Buena en el límite occidental del polígono Bella Unión parcialmente tapado por la tepetatera de la mina.

Figura 4.28. El cauce del arroyo Rastritas al Sur del polígono Bella Unión.

En la parte occidental del polígono Bella Unión existe un arroyo que ya es afectado por las operaciones de la mina en donde su cauce se encuentra interrumpido por el tajo (**Figura 4.29**). El transcurso original del arroyo recibe aguas abajo de la mina los escurrimientos de la parte oriental del polígono Bella Unión y del polígono Cachuly y descarga a la presa de jales (**Figura 4.30**). El principal afluente en la parte oriental del SA que cruza la parte oriental del polígono Bella Unión y limita el polígono Cachuly en el sur es el arroyo Los Aguajes (**Figuras 4.31**) el cual se confluye con el arroyo Guadalupe (**Figura 4.32**) en el límite oriental del polígono Cachuly (**Figura 4.24**). Todos los arroyos son de carácter intermitente.

Diferente es la situación en el polígono Francisca Norte donde los escurrimientos se descargan directamente al patio de lixiviación que ya se encuentra en operación (**Figuras 4.33** y **4.34**) o los cauces son obstruidos por las actividades de la mina (**Figura 4.35**).

El limite oriental del polígono Francisca Norte forma el arroyo El Globo (**Figura 4.36**) el cual se encuentra por las actividades de la mina parcialmente obstruyendo su cauce por depósitos de material de tepetate (**Figura 4.37**).

Figura 4.29. El cauce del arroyo Guadalupe dentro del polígono Bella Unión.

Figura 4.30. El transcurso del arroyo Los Aguajes desde el polígono Bella Unión con la presa de jales al fondo.

Figura 4.31. El arroyo Los Aguajes desde el polígono Cachuly hacia el Oeste.

Figura 4.32. El arroyo Guadalupe en la parte norte del polígono Cachuly hacia el Oeste.

Figura 4.33. La ladera sur del polígono Francisca Norte colindando con el patio de lixiviación.

Figura 4.34. El patio de lixiviación desde el polígono Francisca Norte.

Figura 4.35. Un afluente en el Oeste del polígono Francisca Norte obstruido por el patio de lixiviación.

Figura 4.36. El arroyo El Globo al Este del polígono Francisca Norte.

Figura 4.37. La tepetatera tapando el cauce del arroyo El Globo.

Estos depósitos algunos de ellos de carácter histórico, contienen material que a la intemperie han sido lixiviados, causando soluciones con algunas trazas de cobre los cuales han sido visibles en el arroyo aguas abajo de la tepetatera (**Figura 4.38**). Se han realizado mediciones de pH a dichas soluciones las cuales presentan valores entre 5 y 6 (**Figura 4.39**).

En el SA y sitio de Proyecto no existen embalses o aprovechamientos hidráulicos superficiales solamente existe un represo construido para la captación de las soluciones cargadas de cobre producto de los procesos de lixiviación (**Figura 4.40**).

Figura 4.38. Marcas de solución de cobre en el arroyo El Globo.

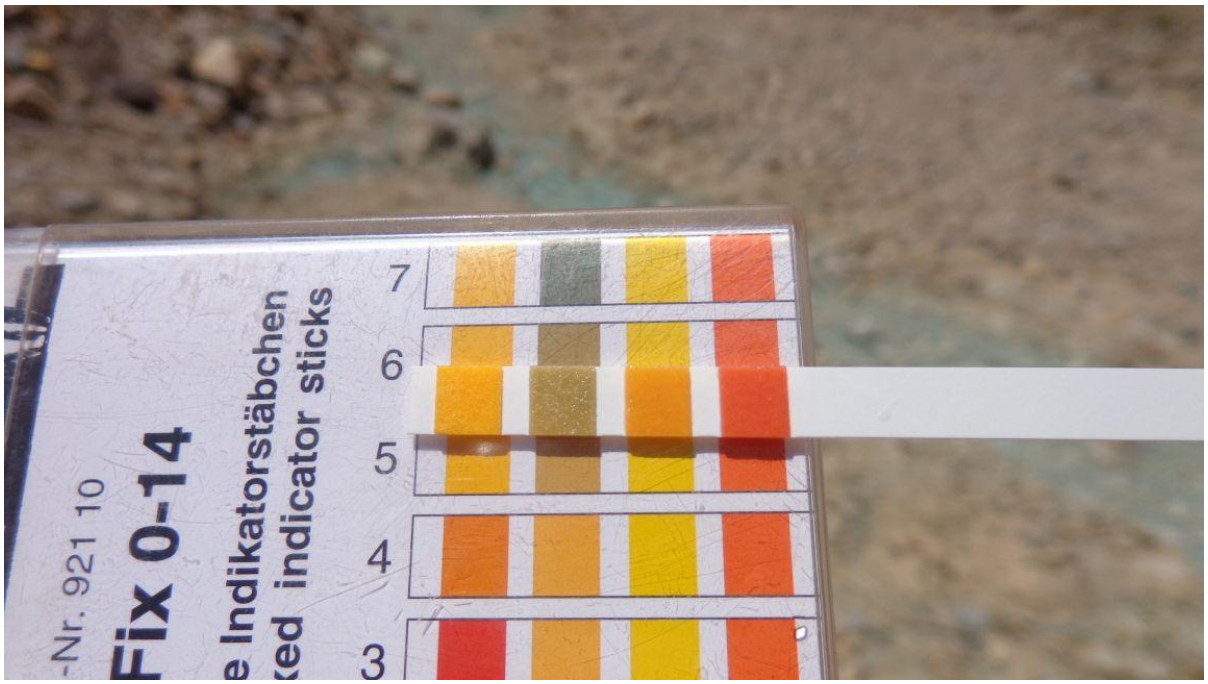


Figura 4.39. Evidencia de bajo pH en el agua del arroyo El Globo.

Figura 4.40. El represo al Norte del polígono Cachuly, en el Este del SA.

IV.2.1.4.2. Geohidrología e Hidrología Subterránea

El SA ubica en partes de dos acuíferos administrativos en el Noreste del estado de Sonora, los cuales se denominan acuífero 2652 Villa Hidalgo en la parte occidental y acuífero 2661 Cumpas en la parte oriental del SA. Los sitios de Proyecto se ubican en los límites occidentales del acuífero 2652 Villa Hidalgo (**Figura 4.41**). La Sierra Alta existente en el límite de los dos acuíferos forma por su litología una barrera hidráulica que separa los acuíferos Villa Hidalgo y Cumpas.

Los dos acuíferos presentan condiciones heterogéneas y anisotrópicas, de tipo libre, constituidos principalmente en las partes superiores por material clástico no consolidado y poco consolidado (depósitos aluviales y conglomerados) del Cenozoico; mientras que en las partes inferiores, por rocas sedimentarias y volcánicas fracturadas en el caso del acuífero Cumbas. En el caso del acuífero Villa Hidalgo existe una capa de conglomerado consolidado (Fm. Báucarit) que delimita el material aluvial de un material fracturado lo cual podría ser una fuente adicional de agua pero todavía no ha sido explorado. Los más altos potenciales de explotación hídrica se localizan en los valles de los acuíferos administrativos donde existe la mayor acumulación del material granular. Para el acuífero Cumbas es la estructura tectónica Fosa Moctezuma, orientación es norte-sur y receptor del material clástico con 15 km de ancho y una profundidad de 100 y 200 m. El material granular se encuentra hasta una profundidad de 100 m donde está separado parcialmente por el conglomerado consolidado (Fm. Báucarit) con un espesor hasta 200 m del material fracturado (andesitas, riolitas, tobas) cuyo espesor puede alcanzar hasta 2,500 m, ambos con condiciones semiconfinados. El basamento y las fronteras al flujo subterráneo para este acuífero están constituidos por el Conglomerado Glance, unidades de baja permeabilidad de areniscas de grano fino y lutitas y a mayor profundidad los granitos. Este acuífero recibe sus recargas de las zonas topográficamente elevadas, las cuales forman parte del material volcánico fracturado (riolitas, tobas riolíticas, basaltos y andesitas) (CONAGUA, 2009a).

Condiciones parecidos se encuentran para el acuífero Villa Hidalgo donde se explota el acuífero principalmente por el material granular que se alojan en el cauce del río Bavispe y sus afluentes tributarios. Es estima un espesor entre 20 y 60 para este material clástico. A

esta profundidad se localiza el conglomerado consolidado de la Fm. Báucarit que constituye una barrera entre el material granular y volcánico fracturado. Para el basamento y las fronteras del flujo subterráneo del acuífero coincide la información con el acuífero Cumbas. Las fuentes de recarga son la infiltración de la lluvia en el valle, de los escurrimientos generados en las zonas serranas que delimitan el acuífero, así como el agua que se infiltra en las zonas topográficamente altas (CONAGUA, 2009b).

En el año 2008 se realizaron dos pruebas de bombeo de larga duración en el acuífero Cumpas los cuales interpretaciones resultaron en valores de transmisividad en un rango de 2.9 a 4.9×10^{-3} m^2/s y conductividades hidráulicas entre 1.4×10^{-7} a 7.1×10^{-5} m/s. Los valores altos se registraron en las inmediaciones del Río Moctezuma (CONAGUA, 2009a). Para el acuífero Villa Hidalgo no existen estudios hidráulicos; pero por la litología del sitio y los conocimientos de los acuíferos vecinos se adaptaron valores promedios para este acuífero para la transmisividad de 3×10^{-3} m^2/s y para la conductividad hidráulica de 5×10^{-4} m/s (CONAGUA, 2009b).

En la **Figura 4.41** se muestra como en el SA se presenta la posibilidad de conformar acuíferos en función de la permeabilidad del sustrato rocoso. Se observa que el SA y el sitio del Proyecto están constituidos por material consolidado con posibilidades bajas.

En el acuífero Cumpas los niveles estáticos varían entre 1 y 18 m, presentado los niveles más profundos en las sierras que delimitan al acuífero, disminuyendo hacia el centro del valle donde fluye el Río Moctezuma (CONAGUA, 2009a). La profundidad del nivel estático en el acuífero Villa Hidalgo varía de 1 a 22 m donde se registró los valores más altos en pozos de los ranchos Cumurali y El Destierro ubicados en el centro y Noroeste del acuífero. (CONAGUA, 2009b).

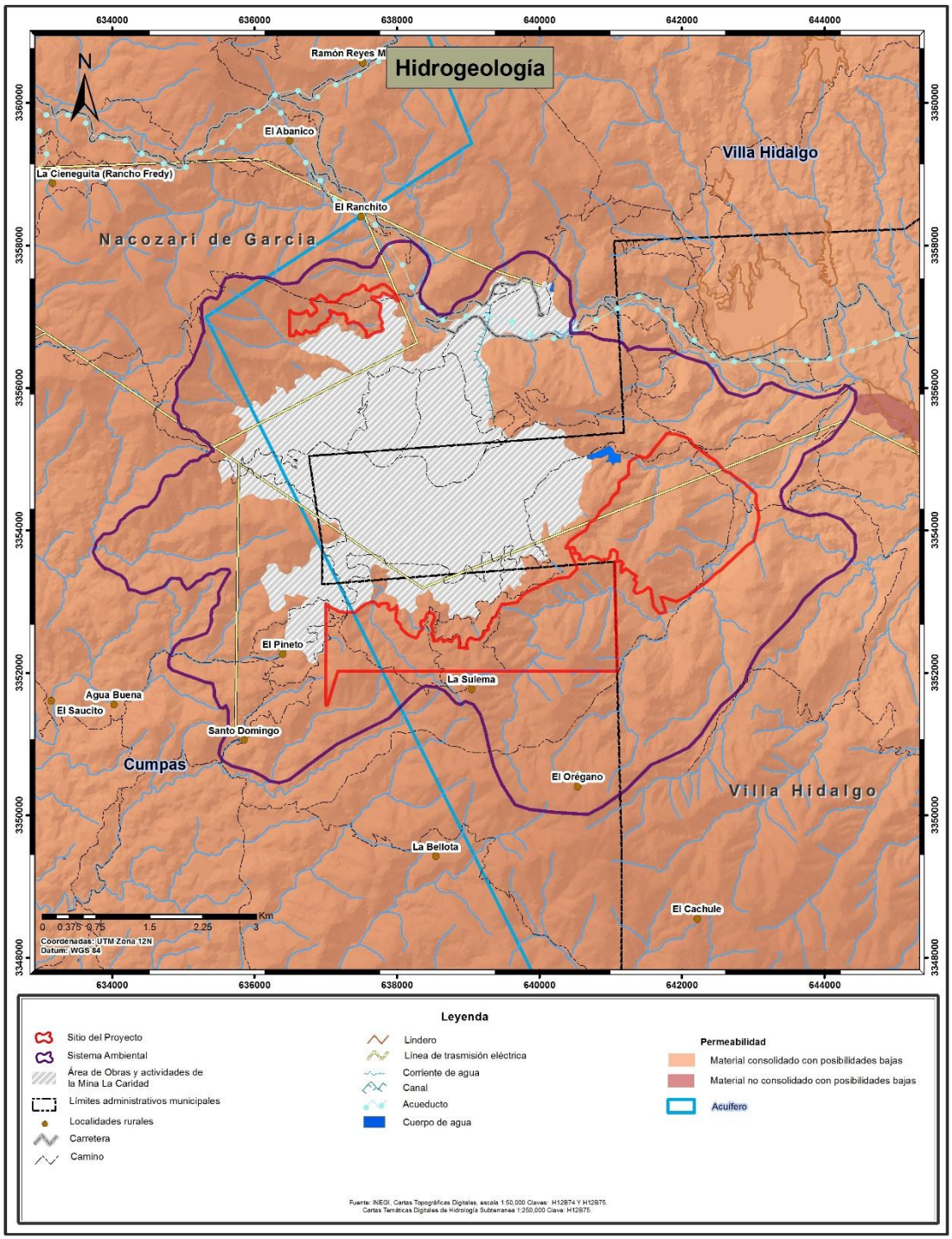


Figura 4.41. Hidrogeología en el Sistema Ambiental del Proyecto.

Datos de elevación de niveles piezométricos reportados para el acuífero Río Cumbas presentan una dependencia de la topografía que gradualmente varía desde 1200 m s.n.m. en el Norte hasta 710 m s.n.m. en el centro y Sur del acuífero, provocando un flujo direccional del Norte hasta el Sur, siguiendo la dirección del flujo del Río Moctezuma (CONAGUA, 2009a). Igualmente se observó en el acuífero Villa Hidalgo una dirección de flujo de flujo subterráneo de norte a sur con elevaciones de 1100 msnm en el norte hasta 600 msnm en el sur (CONAGUA, 2009b). En ambos acuíferos no se observaron importantes alteraciones en los niveles estáticos de agua aunque falta suficiente información histórica piezométrica para estos acuíferos (CONAGUA, 2009a, 2009b).

IV.2.1.4.2.1. Análisis de calidad de agua

La calidad de las aguas subterráneas en estos acuíferos es buena, apto para todos los usos (CONAGUA, 2009a, 2009b). Datos para el acuífero Cumpas existen para el año 2008 cuando registraron un pH cerca de la neutralidad y valores bajos de Sólidos Totales Disueltos (STD). El agua se clasificó de reciente infiltración (CONAGUA, 2009a).

En el acuífero Villa Hidalgo se registraron valores parecidos; con STD bajos alrededor de 1000 μS/cm y los demás parámetros dentro de los límites permisibles de la NOM-127-SSA1-1994. Solamente en algunos pozos cerca de Rancho Agua Caliente (al noroeste) y al sur de los poblados Villa Hidalgo y San Juan del Río se registraron valores altos en calcio (165 mg/L – Rancho Agua Caliente), sodio (224 mg/L – Rancho Agua Caliente), sulfatos (1652 mg/L – San Juan del Río, 853 mg/L – Villa Hidalgo), nitratos (22 mg/L San Juna del Río) y flúor (10.75 mg/L - San Juan del Río). La familia de agua para este acuífero es de tipo bicarbonatada-cálcica, la cual representa agua de reciente infiltración (CONAGUA, 2009b).

Al suroeste del acuífero se ubica la Presa de Jales (**Figura 4.42**) Mina La Caridad. Según el análisis del agua subterránea de los aprovechamientos ubicados en las márgenes del Río Bavispe (CONAGUA, 2009b) no se registró una influencia por residuos minerales de la presa.

Figura 4.42. Vista al Este a la presa de jales detrás del Cerro la Monda.

IV.2.1.4.2.2. Censo de aprovechamientos

Para el acuífero Cumbas se reportaron 137 aprovechamientos, de los cuales 116 son norias y 21 pozos con un volumen anual de extracción de 18.7 Mm³/año. Este volumen se divide en 16.2 Mm³/año (86.6%) para fines agrícolas, 2.3 Mm³/año (12.3%) para uso público urbano y 0.2 Mm³/año (1.1%) para usos industriales (CONAGUA, 2009a).

En el acuífero Villa Hidalgo se registraron en 2008 18 aprovechamientos activos y 4 inactivos (en total: 15 norias, 5 manantiales y 2 pozos). De los activos, 9 extraen agua para uso pecuario, 4 para uso pecuario/doméstico, 3 para agua potable, 1 para uso agrícola y 1 para uso doméstico. Los volúmenes de extracción se registraron con 0.94 Mm^3/año, con 0.68 Mm^3/año para el abastecimiento de agua potable, 0.23 Mm^3/año para uso agrícola, 0.013 Mm^3/año para uso pecuario, 0.001 Mm^3/año para uso doméstico y 0.007 Mm^3/año para uso pecuario/doméstico (CONAGUA, 2009b).

IV.2.1.4.2.3. Disponibilidad de agua subterránea

La recarga total media anual que recibe un acuífero, corresponde a la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para el acuífero Cumpas se estima una recarga total media anual de 24.3 Mm^3/año. La descarga natural se estimó sumando los volúmenes concesionados de agua de los manantiales, el caudal base de los ríos alimentados por el acuífero y las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes. Dando como resultado un volumen de 3.7 Mm^3/año. El volumen anual de extracción, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos al Registro Público de los Derechos del Agua (REPDA), es de 1.5 Mm^3/año para el 31 de marzo del 2009. Estas cifras presentan un balance positivo para la disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero Cumpas, indicando que existen volúmenes adicionales para otorgar nuevas concesiones (CONAGUA, 2009a) (**Cuadro 4.11**).

Para el acuífero Villa Hidalgo se reportaron cantidades de la recarga de 9.8 Mm^3/año, de la descarga natural comprometida 0.1 Mm^3/año y del volumen concesionado de agua subterránea de 0.47 Mm^3/año (al 31 de marzo de 2009), resultando una disponibilidad de 9.23 Mm^3/año, lo que permite también otorgar nuevas concesiones para la extracción de agua subterránea en este acuífero (CONAGUA, 2009b) (**Cuadro 4.11**). Cabe mencionar que, los cálculos de la disponibilidad para los acuíferos Cumpas y Villa Hidalgo, solamente consideraron el material granular donde existen aprovechamientos hídricos e información hidrogeológica. Como todavía no se cuenta con la información necesaria para una evaluación en la parte inferior del acuífero, es posible que la disponibilidad sea aún mayor que la reportada (CONAGUA, 2009a, 2009b).

Cuadro 4.11. Disponibilidad de agua subterránea en los acuíferos Cumpas y Villa Hidalgo.

Acuífero	Disponibilidad media anual de agua subterránea (Mm^3/año)	Recarga total media anual (Mm^3/año)	Descarga natural comprometida (Mm^3/año)	Volumen concesionado e inscrito en el repda (Mm^3/año)
Cumpas	19.1	24.3	3.7	1.5
Villa Hidalgo	9.23	9.8	0.1	0.47

Los dos acuíferos pertenecen al Organismo de Cuenca Noroeste y sus territorios se encuentran sujeto a las disposiciones de decretos de veda. Para los dos acuíferos en la región norte se estableció el "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos y se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento, extracción y aprovechamiento de las Aguas del Subsuelo en la parte que corresponde a diversos Municipios del Estado de Sonora.", publicado en el DOF el 24 de septiembre de 1984. Para el acuífero Cumpas además existe en su porción oriental, el "Decreto por el cual se amplía la zona de veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la Costa de Hermosillo", publicado en el DOF el 2 de junio de 1967. Las vedas son de tipo II que indica que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos.

En los territorios que cubren los acuíferos no se localizan distrito o unidad de riego alguna, ni tampoco se ha constituido hasta la fecha el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).

IV.2.2. Aspectos bióticos

IV.2.2.1. Caracterización de la Vegetación

De manera general, la vegetación del SA y sus alrededores corresponde a la característica de la Provincia "Sierra Madre Occidental" Subprovincia "Sierras y Valles del Norte". Los ecosistemas más importantes en la región donde se encuentra son el Desierto Chihuahuense (Pastizal, Matorral xerófilo y Mezquital) y los Bosques de Madrense que incluyen Encinares, Bosques de Pino-Encino y Bosque mixto de Coníferas. Esta región es uno de los centros de mega diversidad en el mundo y se le conoce como "El archipiélago madreano de las islas del cielo" (Felger y Wilson, 1994). En el SA se desarrollan seis tipos de vegetación: Bosque de Encino (36.15 %), Sin Vegetación Aparente (27.37%), Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (22.93 %), Matorral Desértico Micrófilo (7.79 %), Pastizal natural (3.66 %) y Bosque de Encino-Pino (2.12 %),

En el Sistema Ambiental, la vegetación se encuentra sobre afloramientos de origen Andesita, Granodiorita y Conglomerado donde el tipo de suelo dominante es Luvisol, seguido de Leptosol. Algunos de los elementos del SA son: Quercus arizonica, *Q. chihuahuensis*. *Q. emory*, *Q. grisea, Q. hypoleucoides, Q. oblongifolia, Q. rugosa, Q. viminea*, *Prosopis laevigata* y *P. velutina* así como algunas herbáceas como *Muhlenbergia emersleyi, M. longiligula, M. rigens, Bothriochloa barbinodis, B. chondrosoides, B. curtipendula, B. eriopoda, B. gracilis, B. hirsuta y B. scorpioides.*

En los tres poligonos que forman el sitio del Proyecto la vegetación se encuentra sobre sierras con pendientes pronunciadas, cubiertas con vegetación tipo Bosque de Encino y Vegetación Secundaria arbustiva de Bbosque de Encino. En la mayor parte se puede observar una dominancia de especies de Quercus, específicamente *Q. emory* y *Q. rugosa*. Entre los arbustos se observan especies como *Dasylirion gentryi* y *Nolina bingelovi,* entre otras. Las especies herbáceas en el terreno se presentan de forma abundante debajo del dosel, la especie común es *Muhlenbergia longiligula* (**Figuras 4.43, 4.44 y 4.45**). En la **Figura 4.46** se presenta la distribución de la vegetación y el uso del suelo en cada uno de los polígonos que conforman el sitio del Proyecto.

Figura 4.43. Vista de la vegetación con especies dominantes *Prosopis laevigata* en el polígono Cachuly.

Figura 4.44. Especies dominantes de *Quercus emory* en el Polígono Bella Unión.

Figura 4.45. Especies dominantes de *Quercus emory y Dasylirion wheeleri* en el Polígono Francisca Norte.

En el **Anexo 4.4**, se presenta la metodología empleada para la elaboración del presente apartado.

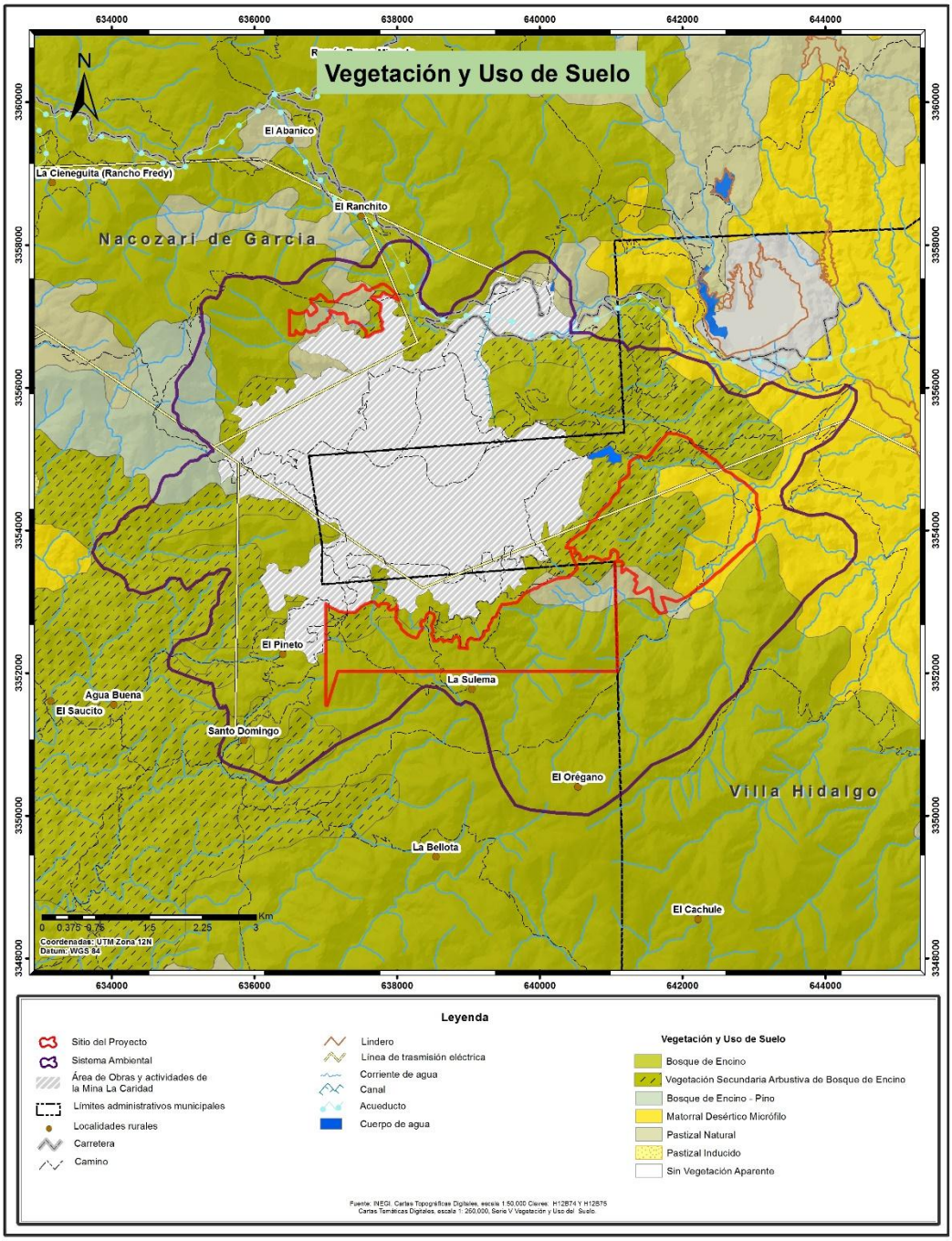


Figura 4.46. Tipo de Vegetación y Uso del Suelo dentro del SA y en el sitio del Proyecto.

IV.2.2.1.1. Perfil de vegetación

Rzedowski (1978) define vegetación como "conjunto de plantas que habitan en una región, analizado desde el punto de vista de las comunidades bióticas que la forman". La vegetación en la porción mexicana de la cuenca del Río Yaqui, está influenciada por la posición latitudinal y rangos de altitudes de esta región. La zonificación de la vegetación conforme a un gradiente latitudinal fue observada primeramente por Forster, y posteriormente Humboldt en un ensayo de 1805, encontró el mismo fenómeno en una escala local, a lo largo de un gradiente altitudinal (Lomolino, 2005).

En el Sistema Ambiental, la distribución de los climas, gradiente altitudinal y la exposición de las laderas de las montañas circundantes, así como el impacto de las actividades humanas, marcan la ordenación aproximada de la vegetación, encontrando los tipos afines a climas templados como los bosques de encino. En los alrededores integran la vegetación de las montañas los Bosques de Encino, en las partes bajas Pastizales y Matorrales y los Bosques de pino-encino en la cima. En el polígono correspondiente a Francisca Norte, la vegetación se distribuye en su mayoría por Pastizal Natural y manchones de Bosque de Encino en pendientes no muy pronunciadas y una pequeña parte de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino (**Figura 4.47).**

En el polígono Bella Unión, la mayor parte del perfil está cubierto de Bosque de Encino seguido por Pastizal Natural y vegetación secundaria arbustiva de encino (**Figura 4.48).** Para el polígono Cachuly, la vegetación que predomina es vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Encino seguida de Matorral Desértico Micrófilo, el cambio de vegetación está influenciado por las pendientes y laderas de las montañas (**Figura 4.49**).

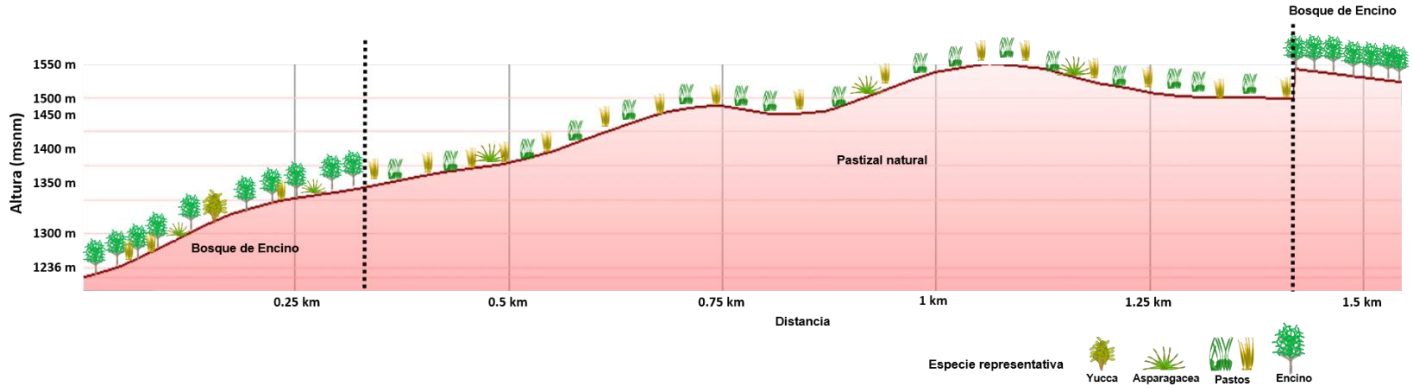


Figura 4.47. Perfil de vegetación en el polígono correspondiente al Polígono **Francisca Norte** (Bosque de encino y Pastizal natural).

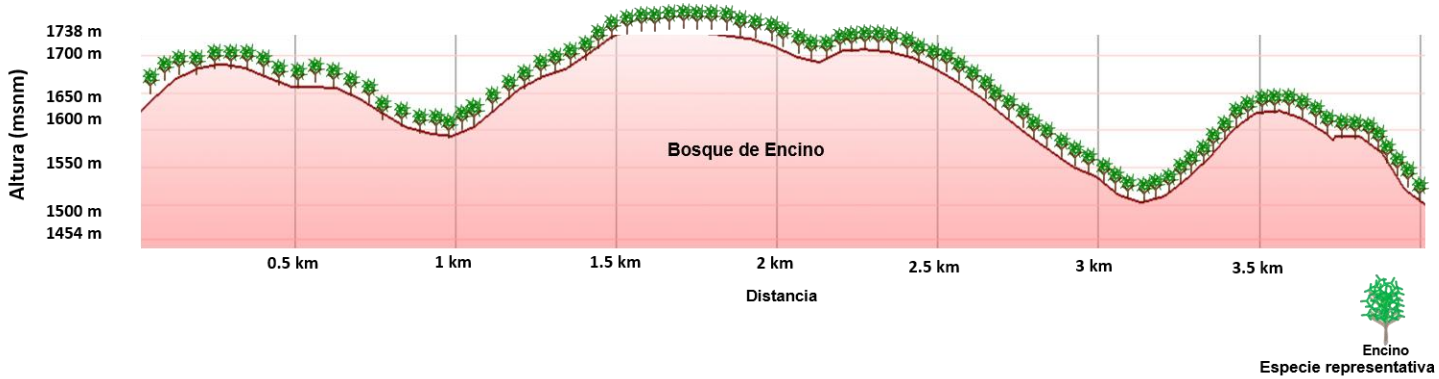


Figura 4.48. Perfil de vegetación en el polígono correspondiente al Polígono **Bella Unión** (Bosque de encino).

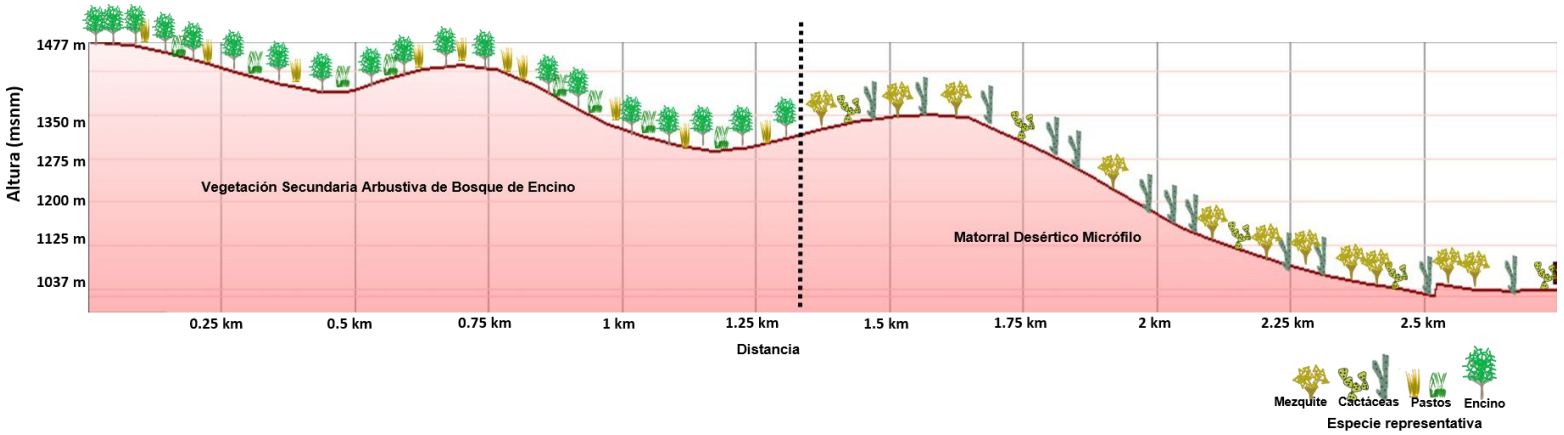


Figura 4.49. Perfiles de vegetación en el polígono **Cachuly** (Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y Matorral desértico micrófilo).

IV.2.2.1.2. Tipo de vegetación

En el sistema ambiental se encuentran, según la clasificación de INEGI los tipos de vegetación: Bosque de Encino, Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Encino, Sin Vegetación Aparente, Matorral Desértico Micrófilo y Pastizal Natural. En las áreas ocupadas por los tres poligonos que forman el sitio del Proyecto se puede encontrar bosque de encino en mayor proporción y una transición de Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (**Figura 4.46**). A continuación se describen los tipos de vegetación según INEGI y algunas particularidades para el estado de Sonora:

Bosque de Encino: Nuestro país es el centro de distribución de este género en el hemisferio occidental, comparte espacio con diferentes especies de pino (*Pinus spp*.), dando origen a los denominados bosques de pino-encino, o bosques de encino-pino cuando dominan los encinares. Su distribución, de acuerdo con Rzedowski abarca prácticamente desde el nivel del mar, hasta los 3 100 m, sin embargo, la mayoría de estos se ubican entre los 1 200 y 2 800 msnm. Estos bosques se distribuyen prácticamente en todo México, principalmente en las sierras madres, y Eje Neovolcánico, así como en los estados de Oaxaca y Chiapas. Las especies más comunes de estas comunidades son encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmilillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides*, *Q. scytophylla* y en zona tropicales *Quercus oleoides*. Estos bosques han sido muy explotados con fines forestales para la extracción de madera para la elaboración de carbón y tablas para el uso doméstico, lo cual provoca que este tipo de vegetación tienda a fases secundarias las que a su vez sean incorporadas a la actividad agrícola y pecuaria (INEGI 2009).

El encinar es una comunidad arbórea ampliamente distribuida en Sonora a elevaciones por arriba del desierto, los pastizales y el bosque tropical caducifolio, pero a menor elevación que los bosques de pino-encino y de coníferas, con los que forma amplios ecotonos. Los encinares de Sonora son altamente variables en composición y estructura. En

el límite inferior de su distribución contienen numerosos elementos de afinidad tropical, mientras que los elementos neárticos son más importantes a mayor elevación. Extensas áreas del noreste y norte-centro de Sonora están dominadas por encinares abiertos de *Q. emoryi*. Esta especie, junto con *Q. arizonica* y *Q. oblongifolia*, son las principales especies de baja elevación en el norte del estado. Hacia el sureste y este-centro de su área de distribución, los encinares forman estrechas bandas entre el bosque tropical caducifolio y los bosques de pino-encino. Dos especies de encino, *Q. chihuahuensis* y *Q. tuberculata*, se encuentran frecuentemente dispersos entre los árboles del bosque tropical caducifolio, pero su densidad aumenta a partir de los 900 m de elevación, en donde, al ser más cerrado, forma un dosel más típico del encinar (Martínez-Yrízar et al., 2010) (**Figura 4.50**).

Figura 4.50. Bosque de Encino en el Polígono Bella Unión.

Pastizal Natural: Es una comunidad dominada por especies de gramíneas, en ocasiones acompañadas por hierbas y arbustos de diferentes familias, como son: compuestas, leguminosas, etc. Su principal área de distribución se localiza en la zona de transición entre los matorrales xerófilos y la zona de bosques; en sus límites con los bosques de encino forma una comunidad denominada Bosque Bajo y Abierto por la apariencia de los primeros árboles de los Encinares de las partes elevadas propiamente dichos.

El Pastizal Natural se desarrolla de preferencia en suelos medianamente profundos de mesetas, fondos de valles y laderas poco inclinadas, casi siempre de naturaleza ígnea, en altitudes entre 1 100 y 2 500 m, aunque en Sonora pueden descender hasta los 450 m. Las temperaturas medias anuales varían en la mayor parte de su extensión de 12 a 20° C. Las fluctuaciones estacionales y diurnas son relativamente pronunciadas, todos los años hay heladas y en las partes altas de Chihuahua y Sonora ocurren nevadas con cierta frecuencia. La precipitación media anual es del orden de los 300 a 600 mm, con 6 a 9 meses secos y la humedad atmosférica se mantiene baja durante la mayor parte del año. Por lo común son suelos fértiles y medianamente ricos en materia orgánica. Se erosionan con facilidad cuando se encuentran en declive y carecen de suficiente protección por parte de la vegetación.

Los pastizales en cuestión son generalmente de altura media, de 20 a 70 cm, aunque a causa del intenso pastoreo se mantienen casi siempre más abajo. La cobertura varía notoriamente de un lugar a otro y mucho tiene que ver con la utilización del pastizal, pero rara vez supera el 80% y frecuentemente es menor de 50%. Su estructura es sencilla, son frecuentemente dominantes o codominantes en las asociaciones las especies del género *Bouteloua* y la más común de todas es *Bouteloua gracilis,* que prevalece en amplias extensiones del pastizal, sobre todo en sitios en que el sobrepastoreo no ha perturbado demasiado las condiciones originales y preferentemente en suelos algo profundos (INEGI 2009).

En Sonora el área más extensa de pastizal se ubica en los valles y serranías de la región noreste, donde las temperaturas de congelación son comunes. Se le encuentra a elevaciones por arriba del desierto y los matorrales y rodeado, entre los 1 050 y 1 700 m de elevación, por los bosques de encino y de pino-encino, con los que mantiene una estrecha

relación. La flora de pastos es muy diversa e incluye distintas gramíneas perennes y anuales, dominantes o codominantes. Las especies de la familia Asteraceae pueden llegar a ser muy comunes, junto con otras herbáceas y arbustos que prevalecen en áreas circundantes y en casi todo Sonora, excepto en las áreas del bosque tropical caducifolio. Dos subdivisiones naturales de pastizal pueden reconocerse en Sonora. Uno es un distintivo pastizal frío-templado y el otro un pastizal desértico.

El primero es un representante sureño distante de la región de los pastizales de las grandes planicies («plains grasslands») presente hasta la frontera de México en el noreste de Sonora como una extensión sureña del valle de las Ánimas al oeste de la sierra San Luis y una vasta área al sur de Naco y cerca de Cananea. Entre los géneros que destacan por su abundancia, se encuentran *Aristida*, *Bouteloua*, *Digitaria, Eragrostis, Leptochloa, Lycuris, Muhlenbergia, Panicum, Paspalum, Schizachyrium, Setaria y Sporobolus*. Los árboles y los arbustos en esta comunidad son escasos y la flora de plantas leñosas está casi restringida a los arroyos y áreas de drenaje superficial.

A baja elevación hacia el sur, pero aún dentro de la región noreste y norte-centro del estado, se presentan áreas aisladas del pastizal desértico. Entre los géneros de gramíneas que conforman este pastizal destacan *Aristida*, *Bouteloua*, *Eragrostis*, *Hilaria*, *Muhlenbergia*, *Panicum*, *Sporobolus* y *Tridens*. La presencia de plantas leñosas es natural, pero la dominancia de gramíneas o de arbustos puede bien ser el reflejo de regímenes climáticos o de disturbio (Martínez-Yrízar et al., 2010) (**Figura 4.51**).

Figura 4.51. Fragmento de Pastizal nNatural, donde se observa una comunidad escasa de árboles y arbustos en el polígono Francisca Norte.

Matorral Desértico Micrófilo: Es el tipo de matorral de zonas áridas y semiáridas formado por arbustos de hoja o foliolo pequeño. Se desarrolla principalmente sobre terrenos aluviales más o menos bien drenados y puede estar formado por asociaciones de especies sin espinas, con espinas o mezclados; asimismo pueden estar en su composición otras formas de vida, como cactáceas, izotes o gramíneas. Para el noroeste de Sonora este matorral se compone principalmente de *Larrea tridentata* y *Ambrosia dumosa* o *Ambrosia deltoidea,* que ocupa característicamente las llanuras con suelo profundo, así como las partes inferiores de los abanicos aluviales, pero también sube muchas veces las laderas de los cerros. La comunidad, en lo que a la flora se refiere, es muy pobre, sobre todo en especies leñosas, aunque existe un contingente especies anuales, que no hacen su aparición si no en algunos años. *Larrea* y *Ambrosia* constituyen 90 a 190% de la vegetación en áreas de escaso relieve, pero a lo largo de las vías de drenaje o en lugares con declive pronunciado aparecen arbustos del género *Prosopis*, *Cercidium*, *Olneya*, *Condalia*, *Lycium*, *Opuntia*, *Fouquieria*, *Hymenoclea*, *Acacia*, *Chilopsis*, etcétera. En ningún sitio de su área de distribución parece llover menos de 150 mm en promedio anual y en algunas zonas más calurosas el límite superior de la precipitación se aproxima a los 500 mm. *Larrea* a menudo

es la única dominante, otras veces, junto con *Flourensia,* forma 80 a 100% de la vegetación; los matorrales de pura *Flourensia* son menos frecuentes (**Figura 4.52**).

Figura 4.52. Presencia de Matorral Desértico Micrófilo en el polígono Cachuly.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino. Es el estado sucesional de la vegetación del Bosque de Encino en la que hay indicios de que ha sido eliminada o perturbada a un grado que ha sido modificada sustancialmente y ha aparecido una mayor dominancia del estrato arbustivo (**Figura 4.53**).

El **Cuadro 4.12** presenta el listado de las especies que tienen distribución en el área definida como Sistema Ambiental. Se reportan 82 especies, pertenecientes a 20 familias botánicas, de las que destacan la Poaceae, Fabaceae, Fagaceae y Cactaceae por la cantidad de especies.

Figura 4.53. Presencia de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, área cercana a terrenos de lixiviación a imediaciones del Polígono Francisca Norte.

Cuadro 4.12. Especies con distribución en el Sistema Ambiental

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estrato
1	Agavaceae	*Agave colorata*	Mezcal ceniza	Herbáceo
2	Agavaceae	*Agave palmeri*	Lechuguilla	Arbustivo
3	Agavaceae	*Agave schotii*	Maguey	Arbustivo
4	Amaranthaceae	*Amaranthus palmeri*	Quelite	Herbáceo
5	Anacardiaceae	*Rhus aromatica var. trilobata*	Zumaque oloroso	Arbustivo
6	Anacardiaceae	*Rhus trilobata*	Saladito	Arbustivo
7	Anacardiaceae	*Rhus virens var. choriophylla*	Zumaque	Arbustivo
8	Apocynaceae	*Asclepias linaria*	Romerillo	Herbáceo
9	Asparagaceae	*Dasylirion gentryi*	Sotol	Arbustivo
10	Asparagaceae	*Dasylirion wheeleri*	Serrucho	Arbustivo
11	Asparagaceae	*Nolina bingelovi*	Sotolín	Arbustivo
12	Asparagaceae	*Nolina microcarpa*	Palmilla	Arbustivo
13	Asparagaceae	*Yucca arizonica*	Dátil	Arbustivo
14	Asparagaceae	*Yucca madrensis*	Yuca	Arbustivo

Cuadro 4.12. Especies con distribución en el Sistema Ambiental

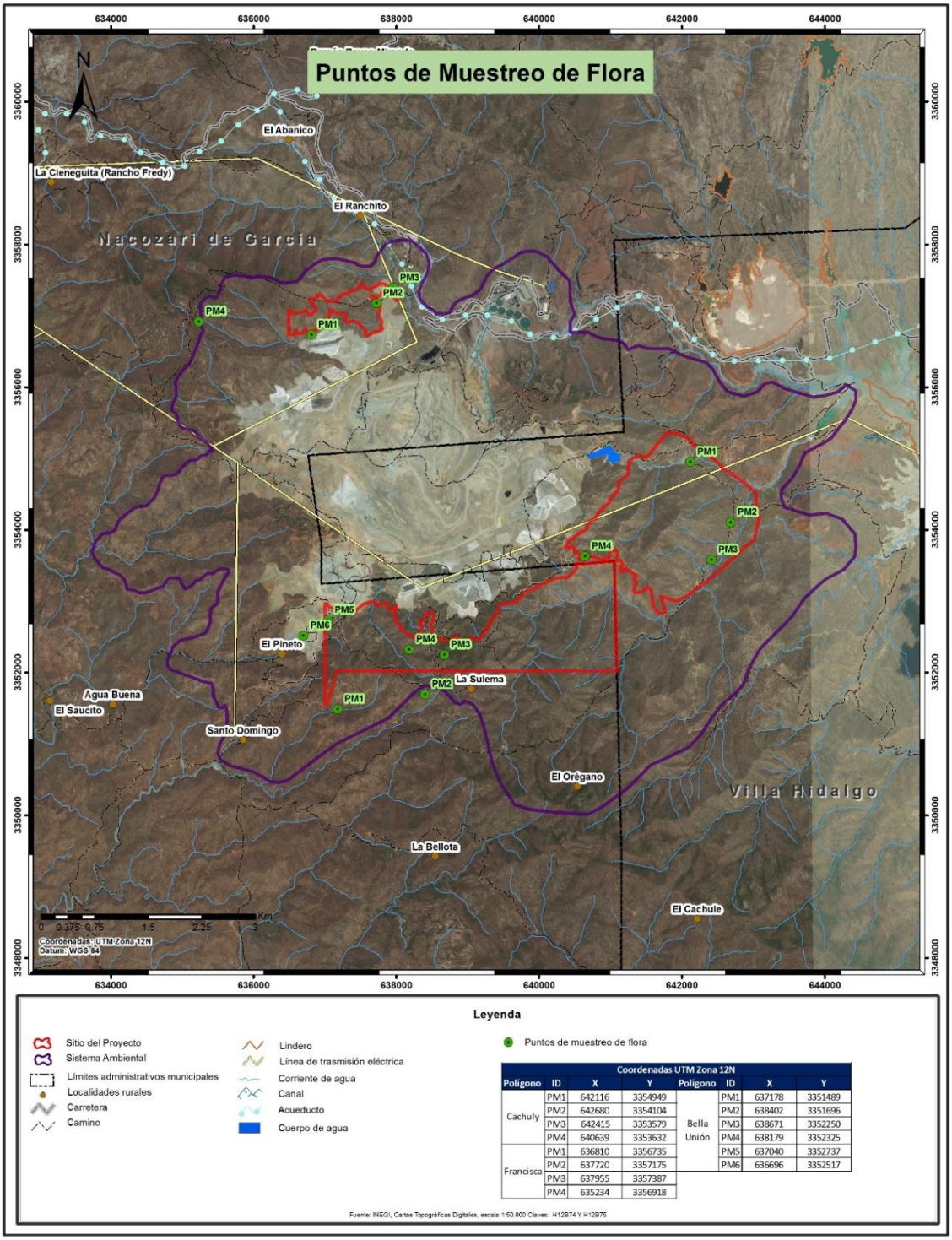
No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estrato
15	Asteraceae	*Acourtia nana*	-	Herbáceo
16	Asteraceae	*Cirsium arizonicumi*	Cardo	Herbáceo
17	Asteraceae	*Eupatorium sp.*	-	Herbáceo
18	Asteraceae	*Psacalium pachyphyllum*	-	Herbáceo
19	Asteraceae	*Pseudognaphalium pringlei*	-	Herbáceo
20	Asteraceae	*Tagetes lemmonii*	Margarita	Herbáceo
21	Cactaceae	*Cylindropuntia arbuscula*	Cholla lápiz	Arbustivo
22	Cactaceae	*Cylindropuntia spinosior*	Cholla caña	Arbustivo
23	Cactaceae	*Echinocereus rigidissimus*	Erizo	Herbáceo
24	Cactaceae	*Echinocereus rigidissimus var. rigidissimus*	Erizo	Herbáceo
25	Cactaceae	*Escobaria vivipera*	Estrella espinosa	Herbáceo
26	Cactaceae	*Mammillaria sp.*	Biznaguita	Arbustivo
27	Cactaceae	*Mammillaria barbata*	Biznaguita	Arbustivo
28	Cactaceae	*Opuntia phaeacantha*	Nopal	Arbustivo
29	Cactaceae	*Opuntia santa-rita*	Nopal	Arbustivo
30	Cactaceae	*Coryphantha recurvata*	Biznaga	Arbustivo
31	Caryophyllaceae	*Saponaria sp.*	Jaboncillo	Herbáceo
32	Convolvulaceae	*Ipomoea longifolium*	Cualmecate	Herbáceo
33	Cupressaceae	*Juniperus coahuilensis*	Táscate	Arbóreo
34	Cupressaceae	*Juniperus deppeana*	Táscate	Arbóreo
35	Cupressaceae	*Juniperus monosperma*	Cedro	Arbóreo
36	Ericaceae	*Arctostaphylos pungens*	Manzanita	Arbustivo
37	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus agustidens*	Ortiguilla	Herbáceo
38	Euphorbiaceae	*Euphorbia sp.*	Golondrina	Arbustivo
39	Fabaceae	*Acacia constricta*	Vinorama	Arbóreo
40	Fabaceae	*Calliandra eriophylla*	Cósahui del norte	Arbustivo
41	Fabaceae	*Crotalaria pumila*	Garbancillo	Arbustivo
42	Fabaceae	*Dalea sp.*	Ramoncillo	Arbustivo
43	Fabaceae	*Desmanthus sp.*	Guajillo	Arbustivo
44	Fabaceae	*Erythrina flabelliformis*	Colorín	Arbustivo
45	Fabaceae	*Lysiloma watsonii*	Tepeguage	Arbustivo
46	Fabaceae	*Mimosa biuncifera*	Mesquitillo	Arbustivo
47	Fabaceae	*Mimosa dysocarpa*	Gatuño	Arbustivo
48	Fabaceae	*Prosopis laevigata*	Mezquite	Arbustivo

Cuadro 4.12. Especies con distribución en el Sistema Ambiental

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estrato
49	Fabaceae	*Prospis velutina*	Mezquite	Arbóreo
50	Fagaceae	*Quercus arizonica*	Encino blanco	Arbóreo
51	Fagaceae	*Quercus chihuahuensis*	Chaparro	Arbóreo
52	Fagaceae	*Quercus emory*	Encino bellotero	Arbóreo
53	Fagaceae	*Quercus grisea*	Encino gris	Arbóreo
54	Fagaceae	*Quercus hypoleucoides*	Encino	Arbóreo
55	Fagaceae	*Quercus oblongifolia*	Bellota de cochi	Arbóreo
56	Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino blanco	Arbóreo
57	Fagaceae	*Quercus viminea*	Encino sauce	Arbóreo
58	Fouquieriaceae	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	Arbóreo
59	Pinaceae	*Pinus arizonica*	Pino	Arbóreo
60	Pinaceae	*Pinus engelmanni*	Pino	Arbóreo
61	Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres barbas de semilla	Herbáceo
62	Poaceae	*Aristida ternipes*	Zacate araña	Herbáceo
63	Poaceae	*Bothriochloa barbinodis*	Popotillo	Herbáceo
64	Poaceae	*Bouteloua chondrosoides*	Navajita morada	Herbáceo
65	Poaceae	*Bouteloua curtipendula*	Banderilla	Herbáceo
66	Poaceae	*Bouteloua eriopoda*	Navajita negra	Herbáceo
67	Poaceae	*Bouteloua gracilis*	Navajita común	Herbáceo
68	Poaceae	*Bouteloua hirsuta*	Navajita velluda	Herbáceo
69	Poaceae	*Bouteloua scorpioides*	Navajita alacrán	Herbáceo
70	Poaceae	*Chloris virgata*	Zacate lagunero	Herbáceo
71	Poaceae	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	Herbáceo
72	Poaceae	*Heteropogon contortus*	Barba negra	Herbáceo
73	Poaceae	*Hilaria belangeri*	Zacate galleta	Herbáceo
74	Poaceae	*Hilaria mutica*	Zacate toboso	Herbáceo
75	Poaceae	*Leptochloa dubia*	Zacate gigante	Herbáceo
76	Poaceae	*Muhlenbergia emersleyi*	Zacate	Herbáceo
77	Poaceae	*Muhlenbergia longiligula*	Liendrilla lengua larga	Herbáceo
78	Poaceae	*Muhlenbergia rigens*	Zacate	Herbáceo
79	Poaceae	*Sporobolus airoides*	Zacatón alcalino	Herbáceo
80	Pteridaceae	*Cheilanthes bonariensis*	Helecho	Herbáceo
81	Rosaceae	*Purshia mexicana*	Cowania	Arbóreo
82	Solanaceae	*Solanum eleagnifolium*	Tomatillo espinoso	Herbáceo

Durante el trabajo de campo se establecieron puntos de muestreo (**Figura 4.54**): cuatro puntos para el polígono Cachuly, cuatro puntos para el polígono Francisca Norte y seis puntos de muestreo para el polígono Bella Unión. Cabe señalar que en el polígono Francisca Norte, un PM se realizó fuera de los límites del polígono, pero dentro del SA debido al difícil acceso y pendiente muy pronunciada que se presentó para la zona

A partir de estos PM se determinó las siguientes listas de vegetación que se muestran en los **Cuadros 4.13 a 4.15.** En el polígono Cachuly se encontraron 24 especies pertenecientes a 9 familias entre las que destacan la Fabaceae y Poaceae por el número de especies encontradas. Para el polígono Bella Unión se registraron 25 especies, 9 familias y entre las que destacan la familia de la Fagacea y Poacea. Finalmente, dentro del polígono Francisca Norte se encontraron 21 especies pertenecientes a 7 familias y entre las que destacan por el número de especies registradas son la Fagacea y Poaceae.



Coordenadas UTM Zona 12N							
Polígono	ID	X	Y	Polígono	ID	X	Y
Cachuly	PM1	642116	3354949	Bella Unión	PM1	637178	3351489
	PM2	642680	3354104		PM2	638402	3351696
	PM3	642415	3353579		PM3	638671	3352250
	PM4	640639	3353632		PM4	638179	3352325
Francisca	PM1	636810	3356735		PM5	637040	3352737
	PM2	637720	3357175		PM6	636696	3352517
	PM3	637955	3357387				
	PM4	635234	3356918				

Figura 4.54. Puntos de muestreo de flora dentro de los tres polígonos que forman el sitio del Proyecto y su SA.

Cuadro 4.13. Especies encontradas en el Polígono Cachuly.

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estrato
1	Agavaceae	*Agave schotii*	Maguey	Arbustivo
2	Amaranthaceae	*Amaranthus palmeri*	Quelite	Herbáceo
3	Asparagaceae	*Dasylirion gentryi*	Sotol	Arbustivo
4	Asparagaceae	*Dasylirion wheeleri*	Serrucho	Arbustivo
5	Asteraceae	*Pseudognaphalium pringlei*	-	Herbáceo
6	Cactaceae	*Cylindropuntia arbuscula*	Cholla lápiz	Arbustivo
7	Cactaceae	*Cylindropuntia spinosior*	Cholla caña	Arbustivo
8	Cactaceae	*Pachycereus pringle*	Cardón	Arbustivo
9	Euforbiaceae	*Jatropha dioica*	sangre de drago	Arbustivo
10	Fabaceae	*Dalea sp.*	Ramoncillo	Arbustivo
11	Fabaceae	*Desmanthus sp.*	Guajillo	Arbustivo
12	Fabaceae	*Erythrina flabelliformis*	Colorín	Arbustivo
13	Fabaceae	*Mimosa biuncifera*	Mezqutillo	Arbustivo
14	Fabaceae	*Mimosa dysocarpa*	Gatuño	Arbustivo
15	Fabaceae	*Prosopis laevigata*	Mezquite	Arbustivo
16	Fabaceae	*Prospis velutina*	Mezquite	Arbóreo
17	Fagaceae	*Quercus emory*	Encino bellotero	Arbóreo
18	Fagaceae	*Quercus oblongifolia*	Bellota de cochi	Arbóreo
19	Poaceae	*Chloris virgata*	Zacate lagunero	Herbáceo
20	Poaceae	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	Herbáceo
21	Poaceae	*Hilaria belangeri*	Zacate galleta	Herbáceo
22	Poaceae	*Hilaria mutica*	Zacate toboso	Herbáceo
23	Poaceae	*Muhlenbergia rigens*	Zacate	Herbáceo
24	Solanaceae	*Solanum eleagnifolium*	Tomatillo espinoso	Herbáceo

Cuadro 4.14. Especies encontradas en el Polígono Bella Unión

No.	Familia	Listado de Especies	Nombre común	Estrato
1	Agavaceae	*Agave palmeri*	Lechuguilla	Arbustiva
2	Anacardiaceae	*Rhus aromatica var. trilobata*	Zumaque oloroso	Arbustiva
3	Anacardiaceae	*Rhus virens var. choriophylla*	Zumaque	Arbustiva
4	Asparagaceae	*Dasylirion gentryi*	Sotol	Arbustiva
5	Asparagaceae	*Nolina microcarpa*	Palmilla	Arbustiva
6	Asparagaceae	*Yucca ariznonica*	Yuca	Arbustiva
7	Cactaceae	*Echinocereus rigidissimus var. rigidissimus*	Erizo	Herbácea
8	Cactaceae	*Opuntia sp.*	Nopal	Arbustiva
9	Cupressaceae	*Juniperus coahuilensis*	Táscate	Arbóreo
10	Cupressaceae	*Juniperus deppeana*	Táscate	Arbóreo
11	Fagaceae	*Quercus chihuahuensis*	Chaparro	Arbórea
12	Fagaceae	*Quercus emory*	Encino bellotero	Arbórea
13	Fagaceae	*Quercus hypoleucoides*	Encino	Arbórea
14	Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino blanco	Arbórea
15	Fagaceae	*Quercus viminea*	Encino sauce	Herbácea
16	Pteridaceae	*Cheilanthes bonariensis*	Helecho	Herbáceo
17	Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres barbas de semilla	Herbáceo
18	Poaceae	*Aristida ternipes*	Zacate araña	Herbáceo
19	Poaceae	*Bothriochloa barbinodis*	Popotillo	Herbáceo
20	Poaceae	*Bouteloua chondrosoides*	Navajita morada	Herbáceo
21	Poaceae	*Bouteloua curtipendula*	Banderilla	Herbáceo
22	Poaceae	*Chloris virgata*	Zacate lagunero	Herbáceo
23	Poaceae	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	Herbáceo
24	Poaceae	*Heteropogon contortus*	Barba negra	Herbáceo
25	Solanaceae	*Solanum eleagnifolium*	Tomatillo espinoso	Herbáceo

Cuadro 4.15. Especies con distribución en el Polígono Francisca Norte.

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estrato
1	Agavaceae	*Agave palmeri*	Lechuguilla	Arbustivo
2	Asparagaceae	*Dasylirion wheeleri*	Serrucho	Arbustivo
3	Asteraceae	*Tagetes lemmonii*	Margarita	Herbáceo
4	Cactaceae	*Coryphantha recurvata*	Biznaga	Arbustivo
5	Fabaceae	*Dalea sp.*	Ramoncillo	Arbustivo
6	Fagaceae	*Quercus arizonica*	Encino blanco	Arbóreo
7	Fagaceae	*Quercus chihuahuensis*	Chaparro	Arbóreo
8	Fagaceae	*Quercus emory*	Encino bellotero	Arbóreo
9	Fagaceae	*Quercus oblongifolia*	Bellota de cochi	Arbóreo
10	Fouquieriaceae	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	Arbóreo
11	Poaceae	*Chloris virgata*	Zacate lagunero	Herbáceo
12	Poaceae	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	Herbáceo
13	Poaceae	*Heteropogon contortus*	Barba negra	Herbáceo
14	Poaceae	*Hilaria belangeri*	Zacate galleta	Herbáceo
15	Poaceae	*Hilaria mutica*	Zacate toboso	Herbáceo
16	Poaceae	*Leptochloa dubia*	Zacate gigante	Herbáceo
17	Poaceae	*Muhlenbergia emersleyi*	Zacate	Herbáceo
18	Poaceae	*Muhlenbergia longiligula*	Liendrilla lengua larga	Herbáceo
19	Poaceae	*Muhlenbergia rigens*	Zacate	Herbáceo
20	Poaceae	*Sporobolus airoides*	Zacatón alcalino	Herbáceo
21	Pteridaceae	*Cheilanthes bonariensis*	Helecho	Herbáceo

IV.2.2.1.3. Formas vitales

La flora de México presenta una gran diversidad de tipos morfológicos de plantas, conocidos como formas biológicas o formas vitales. Estas formas biológicas (árboles, arbustos, trepadoras, etc.), pueden ser un indicador del acoplamiento de la planta al medio en que viven (Rzedowski, 1978). El modo de clasificación de formas vitales más usado se fundamenta en las características de las partes aéreas de las plantas y en la duración de la vida de las mismas.

Las especies reportadas para el Sistema Ambiental, así como las que se pudieron encontrar en el sitio del Proyecto, se dividen en tres principales formas vitales Árboles, Arbustos y Herbáceas (**Cuadro 4.16**).

Cuadro 4.16. Forma vital de las especies de flora encontradas en el Sistema Ambiental.

Forma vital	Número de especies
Arbórea	17
Arbustiva	29
Herbácea	36

Para el polígono Cachuly se encontraron 8 especies pertenecientes al estrato herbáceo, 13 al arbustivo y 3 al arbóreo (**Cuadro 4.17**), el estrato más abundante para este sitio fue el arbustivo debido a que la mayoría de la superficie está cubierta de Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino. En el polígono Bella Unión se observaron 7 especies arbustivas, 6 arbóreas y 12 herbáceas (**Cuadro 4.18**), esta zona presenta una abundante cobertura de encinos y aunque las especies herbáceas fueron más, el estrato que domina visualmente es el arbóreo, dominado por *Quercus emory*; mientras que para el polígono Francisca Norte se registraron 12 especies pertenecientes al estrato herbáceo, 4 al arbustivo y 5 arbóreo, la mayoría de la superficie del proyecto está compuesta por pastizal natural, por lo cual el estrato dominante es el herbáceo (**Cuadro 4.19**).

Cuadro 4.17. Forma vital de las especies de flora encontradas en el Polígono Cachuly.

Forma vital	Número de especies
Arbórea	3
Arbustiva	13
Herbácea	8

Cuadro 4.18. Forma vital de las especies de flora encontradas en el Polígono Bella Unión.

Forma vital	Número de especies
Arbórea	6
Arbustiva	7
Herbácea	12

Cuadro 4.19. Forma vital de las especies de flora encontradas en el Polígono Francisca Norte.

Forma vital	Número de especies
Arbórea	5
Arbustiva	4
Herbácea	12

IV.2.2.1.4. Características estructurales

En los **Cuadros 4.20 a 4.22** se presenta la cantidad estimada de individuos para cada una de las especies registradas, así como los atributos obtenidos para realizar la caracterización estructural de la comunidad: densidad, frecuencia y dominancia relativa, cuyos valores nos dan el Valor de Importancia.

Para el polígono Cachuly, las especies con alto valor de importancia pertenecen al estrato herbáceo y arbórea, las primeras por su gran cantidad y las ultimas por su densidad, pero la especie con el mayor valor es el pasto *Muhlenbergia longiligula* que al presentar una abundancia alta (360), su valor de importancia resulto el más alto (0.203) para este sitio (**Cuadro 4.20**). En el polígono Bella Unión, las especies con alto valor e importancia son del estrato herbáceo y arbóreo, esto es por el tipo de vegetación dominante que es el Bosque de Encino y que está asociada con abundantes pastos (**Cuadro 4.21**) y para el polígono Francisca Norte, el valor de importancia es más heterogéneo ya que se registró un alto valor para los tres tipos de estratos reportados, herbáceo (*Muhlenbergia rigens)*, arbóreo y arbustivo (**Cuadro 4.22**).

Cuadro 4.20. Características estructurales de las especies de vegetación determinadas para el polígono Cachuly.

Familia	Nombre científico	Densidad	D. Rel.	Frecuencia	Frec. Rel.	Cobertura	Dominancia Relativa	VI
Agavaceae	*Agave schotii*	1.2857	0.0214	2	0.0345	4.33	0.0353	0.091
Amaranthaceae	*Amaranthus palmeri*	0.5714	0.0143	2	0.0345	6.50	0.0529	0.102
Asparagaceae	*Dasylirion gentryi*	0.5714	0.0143	2	0.0345	6.50	0.0529	0.102
Asparagaceae	*Dasylirion wheeleri*	9.1429	0.0571	3	0.0517	1.63	0.0132	0.122
Asteraceae	*Pseudognaphalium pringlei*	0.1429	0.0071	1	0.0172	13.00	0.1059	0.130
Cactaceae	*Cylindropuntia arbuscula*	3.5714	0.0357	3	0.0517	2.60	0.0212	0.109
Cactaceae	*Cylindropuntia spinosior*	0.1429	0.0071	1	0.0172	13.00	0.1059	0.130
Cactaceae	*Pachycereus pringle*	0.1429	0.0071	1	0.0172	13.00	0.1059	0.130
Euforbiaceae	*Jatropha dioica*	7.0000	0.0500	2	0.0345	1.86	0.0151	0.100
Fabaceae	*Dalea sp.*	0.1429	0.0071	1	0.0172	13.00	0.1059	0.130
Fabaceae	*Desmanthus sp.*	1.2857	0.0214	3	0.0517	4.33	0.0353	0.108
Fabaceae	*Erythrina flabelliformis*	0.1429	0.0071	1	0.0172	13.00	0.1059	0.130
Fabaceae	*Mimosa biuncifera*	2.2857	0.0286	1	0.0172	3.25	0.0265	0.072
Fabaceae	*Mimosa dysocarpa*	1.2857	0.0214	3	0.0517	4.33	0.0353	0.108
Fabaceae	*Prosopis laevigata*	20.5714	0.0857	4	0.0690	1.08	0.0088	**0.164**
Fabaceae	*Prospis velutina*	2.2857	0.0286	3	0.0517	3.25	0.0265	0.107
Fagaceae	*Quercus emory*	1.2857	0.0214	1	0.0172	4.33	0.0353	0.074
Fagaceae	*Quercus oblongifolia*	0.5714	0.0143	1	0.0172	6.50	0.0529	0.084
Poaceae	*Chloris virgata*	32.1429	0.1071	4	0.0690	0.87	0.0071	**0.183**
Poaceae	*Eragrostis intermedia*	20.5714	0.0857	4	0.0690	1.08	0.0088	**0.164**
Poaceae	*Hilaria belangeri*	17.2857	0.0786	3	0.0517	1.18	0.0096	0.140
Poaceae	*Hilaria mutica*	36.5714	0.1143	4	0.0690	0.81	0.0066	**0.190**

Cuadro 4.20. Características estructurales de las especies de vegetación determinadas para el polígono Cachuly.

Familia	Nombre científico	Densidad	D. Rel.	Frecuencia	Frec. Rel.	Cobertura	Dominancia Relativa	VI
Poaceae	*Muhlenbergia rigens*	46.2857	0.1286	4	0.0690	0.72	0.0059	**0.203**
Solanaceae	*Solanum eleagnifolium*	3.5714	0.0357	4	0.0690	2.60	0.0212	0.126
	Total	**208.857**	**1**	**58**	**1**	**122.77**	**1**	**3**

Cuadro 4.21. Características estructurales de las especies de vegetación determinadas para el polígono Bella Unión.

Familia	Nombre científico	Densidad	D. Rel.	Frecuencia	Frec. Rel.	Cobertura	Dominancia Relativa	VI
Agavaceae	*Agave palmeri*	5.094	0.028	3	0.036	0.857	0.036	0.101
Anacardiaceae	*Rhus aromatica var. trilobata*	9.057	0.038	3	0.036	1.143	0.048	0.122
Anacardiaceae	*Rhus virens var. choriophylla*	2.264	0.019	3	0.036	0.571	0.024	0.079
Asparagaceae	*Dasylirion gentryi*	5.094	0.028	2	0.024	0.857	0.036	0.089
Asparagaceae	*Nolina microcarpa*	5.094	0.028	3	0.036	0.857	0.036	0.101
Asparagaceae	*Yucca ariznonica*	0.142	0.005	1	0.012	0.143	0.006	0.023
Cactaceae	*Echinocereus rigidissimus var. rigidissimus*	0.142	0.005	1	0.012	0.083	0.004	0.020
Cactaceae	*Opuntia sp.*	0.142	0.005	1	0.012	0.143	0.006	0.023
Cupressaceae	*Juniperus coahuilensis*	2.264	0.019	2	0.024	0.667	0.028	0.071
Cupressaceae	*Juniperus deppeana*	14.151	0.047	3	0.036	1.667	0.070	0.154
Fagaceae	*Quercus chihuahuensis*	20.377	0.057	4	0.048	2.000	0.085	**0.189**
Fagaceae	*Quercus emory*	6.934	0.033	4	0.048	1.167	0.049	0.131
Fagaceae	*Quercus hypoleucoides*	11.462	0.042	3	0.036	1.500	0.063	0.142

Cuadro 4.21. Características estructurales de las especies de vegetación determinadas para el polígono Bella Unión.

Familia	Nombre científico	Densidad	D. Rel.	Frecuencia	Frec. Rel.	Cobertura	Dominancia Relativa	VI
Fagaceae	*Quercus rugosa*	6.934	0.033	2	0.024	1.167	0.049	0.106
Fagaceae	*Quercus viminea*	2.264	0.019	3	0.036	0.333	0.014	0.069
Pteridaceae	*Cheilanthes bonariensis*	20.377	0.057	3	0.036	1.000	0.042	0.135
Poaceae	*Aristida adscensionis*	40.896	0.080	6	0.072	1.417	0.060	**0.212**
Poaceae	*Aristida ternipes*	27.736	0.066	6	0.072	1.167	0.049	**0.188**
Poaceae	*Bothriochloa barbinodis*	31.840	0.071	6	0.072	1.250	0.053	**0.196**
Poaceae	*Bouteloua chondrosoides*	20.377	0.057	5	0.060	1.000	0.042	0.159
Poaceae	*Bouteloua curtipendula*	45.849	0.085	5	0.060	1.500	0.063	**0.209**
Poaceae	*Chloris virgata*	40.896	0.080	5	0.060	1.417	0.060	**0.200**
Poaceae	*Eragrostis intermedia*	17.123	0.052	4	0.048	0.917	0.039	0.139
Poaceae	*Heteropogon contortus*	11.462	0.042	4	0.048	0.750	0.032	0.122
Solanaceae	*Solanum eleagnifolium*	0.142	0.005	1	0.012	0.083	0.004	0.020
	TOTAL	**348.113**	**1**	**83**	**1**	**23.655**	**1**	**3**

Cuadro 4.22. Características estructurales de las especies de vegetación determinadas para el polígono Francisca Norte.

Familia	Nombre científico	Densidad	D. Rel.	Frecuencia	Frec. Rel.	Cobertura	Dominancia Relativa	VI
Agavaceae	*Agave palmeri*	1.667	0.021	2	0.031	1.00	0.038	0.090
Asparagaceae	*Dasylirion wheeleri*	37.604	0.099	4	0.063	4.75	0.181	**0.343**
Asteraceae	*Tagetes lemmonii*	5.104	0.036	1	0.016	0.58	0.022	0.074
Cactaceae	*Coryphantha recurvata*	0.104	0.005	1	0.016	0.25	0.010	0.030
Fabaceae	*Dalea sp.*	2.604	0.026	2	0.031	1.25	0.048	0.105
Fagaceae	*Quercus arizonica*	3.750	0.031	2	0.031	1.20	0.046	0.108
Fagaceae	*Quercus chihuahuensis*	3.750	0.031	3	0.047	1.20	0.046	0.124
Fagaceae	*Quercus emory*	3.750	0.031	3	0.047	1.20	0.046	0.124
Fagaceae	*Quercus oblongifolia*	2.604	0.026	2	0.031	1.00	0.038	0.095
Fouquieriaceae	*Fouquieria splendens*	55.104	0.120	2	0.031	4.60	0.176	**0.327**
Poaceae	*Chloris virgata*	5.104	0.036	4	0.063	0.58	0.022	0.121
Poaceae	*Eragrostis intermedia*	5.104	0.036	4	0.063	0.58	0.022	0.121
Poaceae	*Heteropogon contortus*	12.604	0.057	4	0.063	0.92	0.035	0.155
Poaceae	*Hilaria belangeri*	12.604	0.057	4	0.063	0.92	0.035	0.155
Poaceae	*Hilaria mutica*	10.417	0.052	4	0.063	0.83	0.032	0.146
Poaceae	*Leptochloa dubia*	8.438	0.047	4	0.063	0.75	0.029	0.138
Poaceae	*Muhlenbergia emersleyi*	12.604	0.057	4	0.063	0.92	0.035	0.155
Poaceae	*Muhlenbergia longiligula*	10.417	0.052	4	0.063	0.83	0.032	0.146
Poaceae	*Muhlenbergia rigens*	23.438	0.078	4	0.063	1.25	0.048	**0.188**
Poaceae	*Sporobolus airoides*	10.417	0.052	4	0.063	0.83	0.032	0.146
Pteridaceae	*Cheilanthes bonariensis*	8.438	0.047	2	0.031	0.75	0.029	0.107
	TOTAL	**235.625**	**1**	**64**	**1**	**26.2**	**1**	**3**

Por otro lado, se calculó del índice de Shannon para evaluar la diversidad biológica en términos de vegetación para las comunidades de los tres polígonos que conforman el sitio del Proyecto, obteniendo un valor de **1.6** para Cachuly**, 4.345** para Bella Unión y **4.194** en Francisca Norte, lo que indica que en términos de vegetación, las comunidades de vegetación en los polígonos Bella Unión y Francisca Norte se tratan de comunidades con biodiversidad alta y en Cachuly, la comunidad es baja.

IV.2.2.2. Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, tiene como objetivo identificar a las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo dentro de la República Mexicana, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones. En base a los muestreos realizados en campo y el sustento de la bibliografía consultado se concluye que para el SA y en el sitio del Proyecto no se encontraron especies de flora silvestre listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.2.2.3. Especies de interés biológico.

Se entiende como especies de interés biológico aquellas especies que desempeñan varias funciones en el sitio donde se desarrollan, estas funciones van desde fijadoras de nitrógeno, sombra, percha para aves, alimento, adorno o protección contra la erosión ya sea por vía eólica o hídrica. Las especies de interés biológico que se identificaron dentro del sitio del Proyecto fueron principalmente las Fagaceas, Fabaceas y Poaceas.

Las especies de la familia Fabaceae, se consideran importantes desde el punto de vista biológico por varias características, entre ellas, la propiedad de fijar nitrógeno debido a la naturaleza de las leguminosas de entrar en simbiosis con las bacterias en el suelo. Las vainas y semillas sirven de alimento a mamíferos. La planta completa funciona como hogar para aves, proporcionan sombra y sus raíces profundas son capaces de extraer agua en sitios donde otras especies no pueden acceder. Muchas de ellas tienen una gran

significación económica como alimento humano (chícharo, garbanzo, lenteja y soya entre otras), además de su significancia como calidad de alimento por su aporte de proteínas y carbohidratos a la dieta. También presenta importantes usos forrajero (alfalfa, lotera, tréboles, etc.), forestal (falsa acacia) ornamental, medicinal e industrial (maní, soya, etc.).

Las especies de encino, pertenecientes a la familia Fagaceae son importantes desde el punto de vista biológico al proporcionar alimento, refugio y sombra. Además los ecosistemas que forman presentan interacciones importantes que relacionan a estas especies con diversas especies de hongos y que al mismo tiempo significan importantes interacciones con la formación y mantenimiento de suelo.

Diversos estudios estructurales del Bosque Mesofilo de Montaña muestran a los "encinos" o "robles" como elementos con un alto valor de importancia (Meave *et al*., 1992; Luna *et al*., 2007; Mejía-Domínguez *et al*., 2004; Olvera-Vargas y Figueroa-Rangel, 2012). Recientemente, Juárez-Medina (2013) analizó la diversidad de tres BMM ubicados en tres regiones diferentes de México y encontró que los bosques, en donde los encinos son los elementos dominantes, tienen más diversidad que aquellos dominados por otros géneros. Los encinos, juegan un papel fundamental en los procesos ecosistémicos al albergar una diversidad alta de especies de plantas epífitas, animales, hongos y bacterias; además, proporcionan alimento a un gran número de organismos y son importantes en la retención y el balance del agua en los bosques, por lo que se pueden considerar como grupos fundadores o clave en los ecosistemas en los que se presentan (Ellison *et al*., 2005; González-Espinosa *et al*., 2012).

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

Los agaves tienen importancia biológica por la función de su flor como alimento para aves e insectos melíferos, tallo y tronco como fuente de líquido en época de extrema sequía, percha para aves, sitio protegido para anidación de aves, roedores y pequeños reptiles, planta nodriza para especies vegetales menores, planta colonizadora, raíz fibrosa que retiene suelo y puede ser precursora de islas de vegetación. En Sonora, el bacanora se elabora con "mezcal" (*Agave angustifolia* y *Agave rhodacantha*). La región cultural de la bebida la integran 35 municipios ubicados en la Sierra Madre Occidental. Además del bacanora, se hace mezcal en menor proporción con la lechuguilla (*Agave shrevei*), lechuguilla de la sierra (*Agave bovicornuta*) y mezcal ceniza (*Agave colorata*). Ocasionalmente se usa la tauta (*Agave parviflora*) como saborizante.

Las Yucas tienen fruto que sirve como alimento para aves y pequeños mamíferos, proporciona sitios de percha para aves, sitio protegido para anidación de aves, roedores y pequeños reptiles, planta nodriza para especies vegetales menores, puede ser precursora de islas de vegetación.

IV.2.2.4. Especies utilizadas en la Región.

Las especies vegetales cultivadas y silvestres tienen diversas utilidades para las poblaciones adyacentes que dan como resultado una relación única que se compone de dos conjuntos de elementos: por un lado el bagaje cultural y social, aunado a los gustos y preferencias personales; y por el otro, el medio físico que rodea a las personas. Esta combinación es por lo tanto particular para cada sitio.

En el **Cuadro 4.23** se menciona las especies que tienen algún uso antrópico y que se distribuyen en los tres polígonos que conforman el sitio del Proyecto y el Sistema Ambiental.

Cuadro 4.23. Especies de interés biológico con distribución en el sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte) y Sistema Ambiental.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Uso
Agavaceae	*Agave colorata*	Mezcal ceniza	Ornamental
Agavaceae	*Agave palmeri*	Lechuguilla	Comestible

Cuadro 4.23. Especies de interés biológico con distribución en el sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte) y Sistema Ambiental.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Uso
Agavaceae	*Agave schotii*	Maguey	Limpieza
Amaranthaceae	*Amaranthus palmeri*	Quelite	Comestible
Anacardiaceae	*Rhus aromatica var. trilobata*	Zumaque oloroso	Medicinal
Anacardiaceae	*Rhus trilobata*	Saladito	Medicinal
Apocynaceae	*Asclepias linaria*	Romerillo	Medicinal
Asparagaceae	*Dasylirion gentryi*	sotol	Comestible
Asparagaceae	*Dasylirion wheeleri*	Serrucho	Comestible
Asparagaceae	*Nolina microcarpa*	Palmilla	Medicinal
Asteraceae	*Eupatorium sp.*		Medicinal
Asteraceae	*Tagetes lemmonii*	Margarita	Ornamental
Cactaceae	*Cylindropuntia spinosior*	Cholla caña	Comestible
Cactaceae	*Echinocereus rigidissimus*	Erizo	Ornamental
Cactaceae	*Echinocereus rigidissimus var. rigidissimus*	Erizo	Ornamental
Cactaceae	*Escobaria vivipara*	Estrella espinosa	Ornamental
Cactaceae	*Mammilaria sp.*	Biznaguita	Ornamental
Cactaceae	*Mammillaria barbata*	Biznaguita	Arbustivo
Cactaceae	*Coryphantha recurvata*	Biznaga	Arbustivo
Cactaceae	*Opuntia phaeacantha*	Nopal	Comestible, medicinal
Cactaceae	*Opuntia santa-rita*	Nopal	Ornamental
Caryophyllaceae	*Saponaria sp.*	Jaboncillo	Medicinal, limpieza
Cupressaceae	*Juniperus deppeana*	Táscate	Aromatizante, combustible, construcción, forraje, maderable
Cupressaceae	*Juniperus monosperma*	Cedro	Medicinal
Ericaceae	*Arctostaphylos pungens*	Manzanita	Comestible
Euphorbiaceae	*Euphorbia sp.*	Golondrina	Forraje
Fabaceae	*Acacia constricta*	Vinorama	Medicinal
Fabaceae	*Calliandra eriophylla*	Cósahui del norte	Construcción, fabricación de herramientas, carpintería, forraje
Fabaceae	*Crotalaria pumila*	Garbancillo	Comestible
Fabaceae	*Dalea sp.*	Ramoncillo	Forraje, ornamental
Fabaceae	*Desmanthus sp.*	Guajillo	Forraje
Fabaceae	*Erythrina flabelliformis*	Colorín	Medicinal

Cuadro 4.23. Especies de interés biológico con distribución en el sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte) y Sistema Ambiental.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Uso
Fabaceae	*Lysiloma watsonii*	Tepeguage	Forraje, construcción
Fabaceae	*Prosopis laevigata*	Mezquite	Leña, cercos
Fabaceae	*Prospis velutina*	Mezquite	Forraje
Fagaceae	*Quercus arizonica*	Encino blanco	Combustible, forraje, ornamental
Fagaceae	*Quercus emory*	Encino bellotero	Comestible, leña
Fagaceae	*Quercus grisea*	Encino gris	Comestible
Fagaceae	*Quercus hypoleucoides*	Encino	Ornamental
Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino blanco	Combustible, comestible, forraje, elaboración de herramientas, maderable, medicinal
Fouquieriaceae	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	Construcción
Pinaceae	*Pinus engelmanni*	Pino	Ornamental, maderable
Poaceae	*Bothriochloa barbinodis*	Popotillo	Ornamental
Poaceae	*Bouteloua chondrosoides*	Navajita morada	Forraje
Poaceae	*Bouteloua curtipendula*	Banderilla	Forraje, ornamental
Poaceae	*Bouteloua eriopoda*	Navajita negra	Forraje
Poaceae	*Bouteloua gracilis*	Navajita común	Forraje, ornamental, medicinal, comestible
Poaceae	*Bouteloua hirsuta*	Navajita velluda	Forraje
Poaceae	*Bouteloua scorpioides*	Navajita alacrán	Forraje
Poaceae	*Chloris virgata*	Zacate lagunero	Forraje
Poaceae	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	Forraje
Poaceae	*Heteropogon contortus*	Barba negra	Forraje
Poaceae	*Hilaria belangeri*	Zacate galleta	Forraje
Poaceae	*Hilaria mutica*	Zacate toboso	Forraje
Poaceae	*Leptochloa dubia*	Zacate gigante	Forraje
Poaceae	*Muhlenbergia emersleyi*	Zacate	Forraje
Poaceae	*Muhlenbergia longiligula*	Liendrilla lengua larga	Forraje
Poaceae	*Muhlenbergia rigens*	Zacate	Forraje
Poaceae	*Sporobolus airoides*	Zacatón alcalino	Forraje
Pteridaceae	*Cheilanthes bonariensis*	Helecho	Medicinal, ornamental
Rosaceae	*Purshia mexicana*	Cowania	Ornamental

Cuadro 4.23. Especies de interés biológico con distribución en el sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte) y Sistema Ambiental.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Uso
Solanaceae	*Solanum eleagnifolium*	Tomatillo espinoso	Limpieza, cuajo en la elaboración de queso.

IV.2.2.5. Fauna

IV.2.2.5.1. Fauna terrestre y acuática

México se encuentra ubicado en la zona de transición de dos regiones zoogeográficas, tal es el caso de la neártica y la neotropical. Por tal motivo, se ubica entre los países de mayor riqueza faunística del mundo, en donde se calcula que nuestro país alberga entre el 8 y 12 % del total de las especies del planeta. Esta "megadiversidad" no sólo se debe a la confrontación de las dos regiones antes señaladas, sino también por la complejidad de su accidentada topografía, la variedad de climas y los tipos de vegetación tan variados que existen (Álvarez y De Lachica, 1991; Flores y Gerez, 1994). Por lo tanto, nuestro país en comparación con cada país americano, posee más especies de vertebrados, y sus porcentajes de endemismos son muy elevados con relación a los otros países; estos oscilan entre el 10.4 y el 58.9 %, mientras que entre otros países americanos oscilan entre el 0.5 y el 28.4 %. La importancia de México destaca más por el número total de especies y por los porcentajes de endemismo que hay en el país. Casi un tercio de las especies de mamíferos terrestres son endémicas del país y la mayoría pertenece al Orden Rodentia (Ceballos y Oliva, 2005).

De manera particular, en el sitio del Proyecto, se incluye en la región neártica, de acuerdo a la regionalización zoogeográfica de Álvarez y De Lachica (1991), la cual se caracteriza por presentar especies que ocupan y dominan porciones montañosas, con climas secos, templados y cálidos o tropicales (Toledo, 1988). Para ejemplificar la regionalización zoogeográfica en la que se divide nuestro país, en la **Figura 4.55**, se presenta la ubicación de las regiones neártica y neotropical a nivel nacional, así como de manera particular el SA y en el sitio del Proyecto, los cuales se encuentran ubicados en la región neártica.

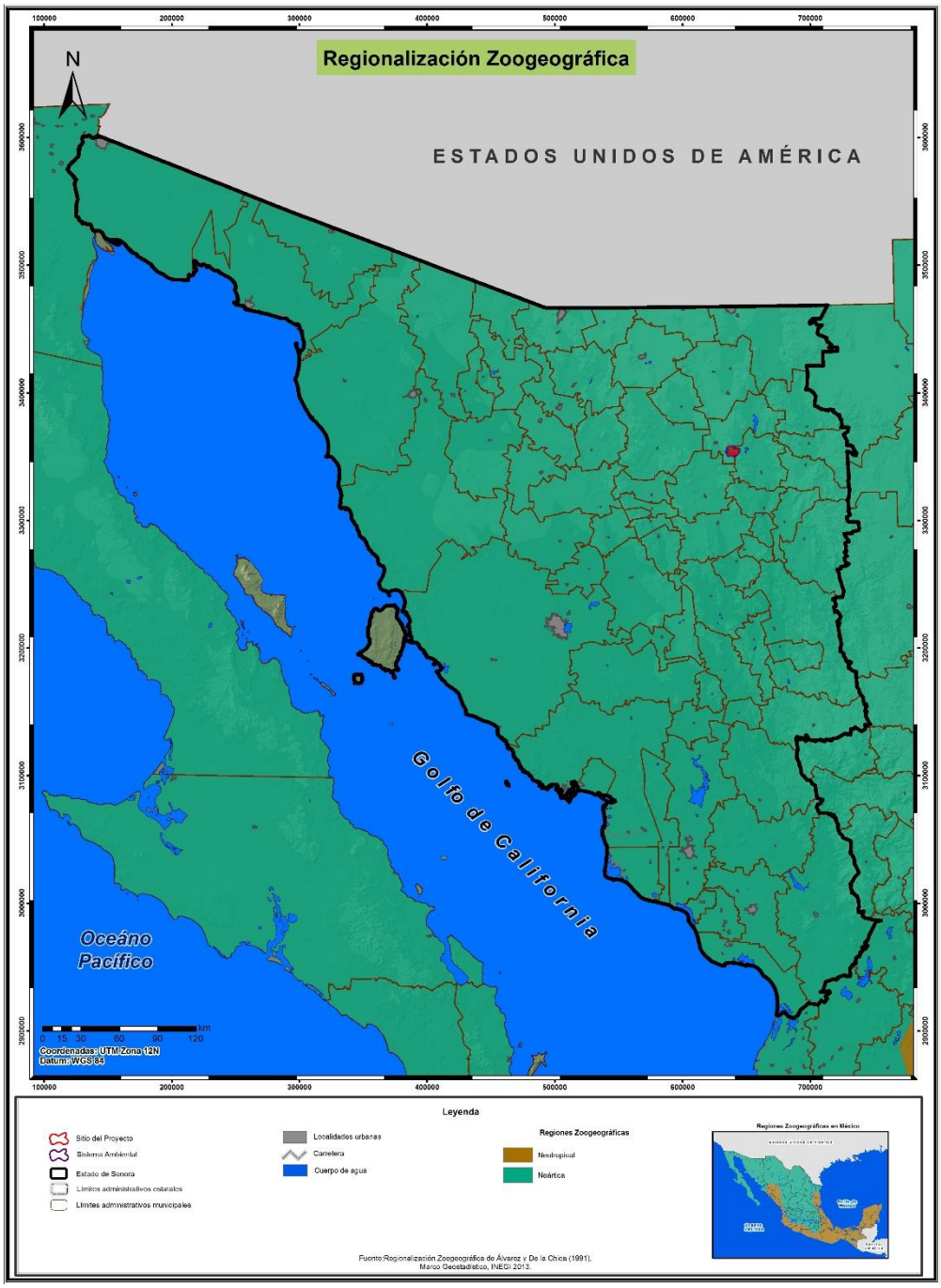


Figura 4.55. Regionalización zoogeográfica a nivel nacional, con la ubicación general del estado de Sonora, del municipio de Nacozari de García, del SA y del sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte).

IV.2.2.5.2. Zoogeografía

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

El país está dividido en dos grandes regiones bióticas con características muy contrastantes: la región Neártica (templada) y la Neotropical. Sus límites entre una y otra se localiza aproximadamente a partir del paralelo 19° N y Sur y que coincide con el Eje Neovolcanico al norte y sur respectivamente. Ambas regiones presentan ambientes secos y húmedos. Las dos grandes cadenas montañosas al oriente y occidente del territorio junto con los vientos provenientes de los dos grandes océanos han diversificado la gran variedad climática. Su diversidad biológica también resulta de los variados ambientes constituidos por planicies, cañadas, costas, desiertos, sierras y cumbres con más de 3 000 m de altitud a todo lo largo del país.

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

La distribución en cuanto a la zoogeografía de las especies registradas en el sitio del Proyecto, es diversa debido a su localización. Sin embargo, se puede decir que la mayoría de las especies tienen afinidad neártica, así como compartida, no descartando aquellas transicionales o incluso aquellas de influencia neotropical en las cuales se incluyen muchas de las familias y géneros del grupo de las aves (Ej. Falconidae, Cathartidae, Anatidae, Columbidae, Tyrannidae, entre otras). En la **Figura 4.56**, se representa de manera esquemática el estado de Sonora, el municipio de Nacozari de García, el SA y del sitio del Proyecto, con la distribución de las provincias biogeográficas, en donde se puede observar que se incluye en la Provincia Biótica Altiplano Norte Chihuahuense, limitando también con la Provincia Biótica Sierra Madre Occidental.

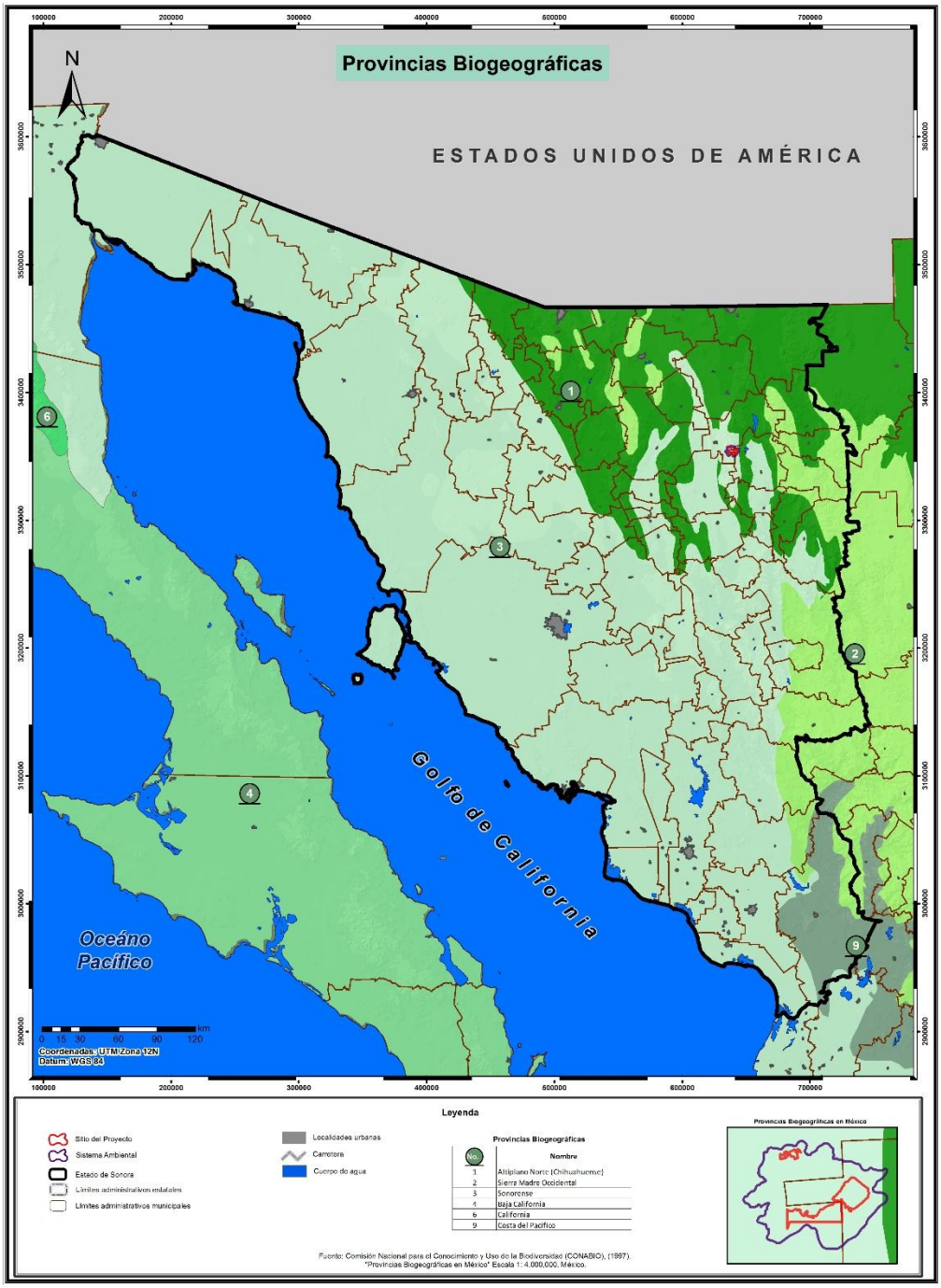


Figura 4.56. Provincias biogeográficas en las que se encuentra el sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte) a nivel regionalización zoogeográfica.

IV.2.2.5.3. Registros faunísticos para el estado y municipios cercanos al SA y el sitio del Proyecto

En general, el estado de Sonora representa el 9.2 % de la superficie de territorio nacional, por lo tanto, la diversidad de esta entidad federativa es el resultado de la compleja topografía, relieve y geología, así como de los diversos climas y microclimas que se encuentran en todo el territorio de este estado.

De acuerdo con las colecciones y los informes publicados, la herpetofauna de Sonora continental, México incluye 37 especies de anfibios y 142 de reptiles, 556 aves y 126 mamíferos **(Figura 4.57).** Además se han encontrado 2 especies de anfibios y 5 de reptiles cerca de la frontera de Sonora en hábitats contiguos en Arizona, Chihuahua o Nuevo México y casi seguro también se encuentran en Sonora. Esto se compara con 15 especies de anfibios y 95 especies de reptiles documentadas en el último resumen de la herpetofauna de Sonora, publicado en 1945. Se han introducido cinco taxa y se sabe que una especie ha desaparecido de Sonora. Setenta y tres especies (39%) de anfibios y reptiles de Sonora están dentro de la clasificación especial contenidas en la "Lista de especies en riesgo" o la lista roja de IUCN. Aunque probablemente algunas de las especies no justifican una clasificación especial en Sonora, en general las amenazas a los anfibios y reptiles se han extendido.

En particular, las tortugas marinas de Sonora y las ránidas están en peligro. A pesar de estas amenazas, existen oportunidades importantes para su conservación y varios organismos y organizaciones no gubernamentales llevan un buen avance en varios frentes para proteger a los anfibios, reptiles y sus hábitats.

La herpetofauna de Sonora refleja el contraste de diversos aspectos físicos, climáticos y bióticos del estado. De las 37 especies de anfibios y 142 de reptiles terrestres y de agua dulce que se han reportado para el estado, estas se agrupan en 85 géneros y 32 familias, de las cuales se tiene que son cinco especies endémicas continentales y ocho insulares (que son exclusivas de islas). Entre las especies endémicas continentales, se encuentran: *Aspidoscelis opatae, Crotaphytus dickersonae, Phrynosoma ditmarsi,*

Trachemys yaquia, Xantusia jaycoleri y el *Crocodylus acutus*. El cocodrilo observada por última vez en un estuario cerca de Guaymas en 1973, y se considera extinto a nivel estatal, sin embargo estudios recientes podrían indicas su existencia en algunas partes del estado (Molina- Freaner y Van- Devender, 2010).

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

La fauna de mamíferos terrestres en el estado de Sonora comprende 126 especies. Según las cifras de Ceballos y Oliva (2005), Sonora ocupa el octavo lugar, junto con Michoacán (128 especies), en cuanto al número de especies de mamíferos terrestres en México. Esta riqueza de especies es prácticamente similar a la de Chihuahua (126 especies), superior a la de Sinaloa (108) y Baja California (108) y menor a la de Arizona (138) y Nuevo México (139), estados vecinos de Sonora (Ceballos y Oliva, 2005; Findley *et al*., 1975; Hoffmeister, 1986).

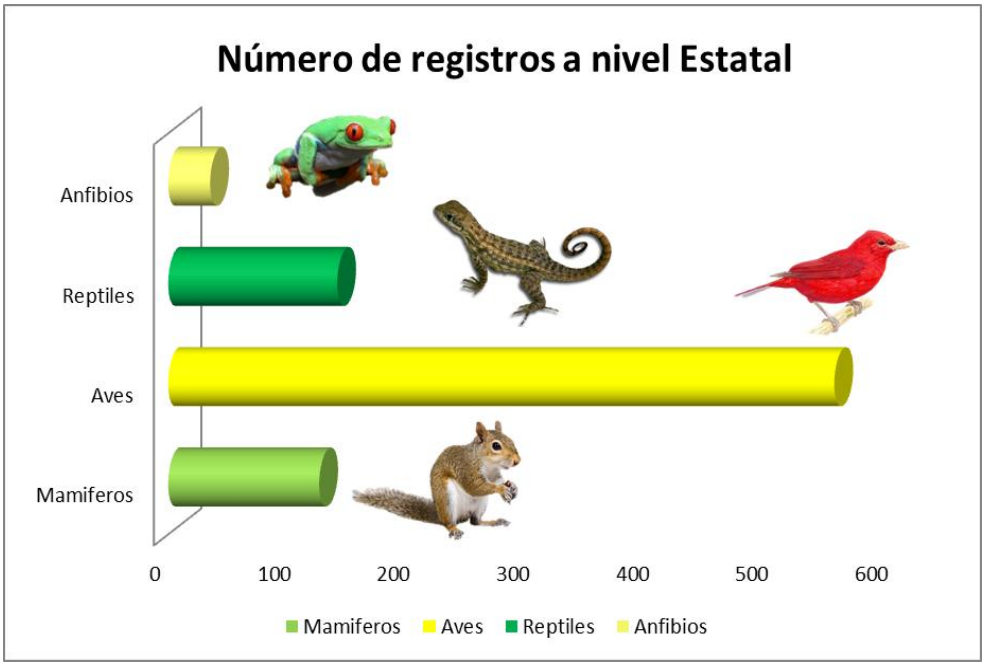


Figura 4.57. Vertebrados terrestres reportados para el estado de Sonora.

Del total de anfibios y reptiles registrados para el estado, se tiene que 86 especies se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, entre los cuales los grupos más amenazados son las tortugas marinas y las serpientes. Del total de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, son 59 las que se distribuyen en la porción continental del estado, de las cuales 9 están consideradas como Amenazadas (A), tales como: Boa constrictor (boa constrictora), *Lichanura trevirgata* (boa solcuate), *Lampropeltis getula* (culebra real común), *Lampropeltis pyromelana* (culebra real sonorense), *Coluber flagellum* (culebra chirreadora común), *Thamnophis cyrtopsis* (culebra listonada de cuello negro), *Thamnophis eques* (culebra listonada del sur mexicano), *Thamnophis marcianus* (culebra listonada manchada), y *Micruroides euryxanthus* (serpiente coralillo sonorense). El resto de las especies están consideradas bajo Protección Especial (Pr) y en Peligro de Extinción (P).

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

En cuanto al grupo de los mamíferos se tiene que la riqueza de la mastofauna del estado de Sonora, incluye a 126 especies de mamíferos terrestres, que representan el 27 % de la mastofauna terrestre de México. En estas se encuentran representadas un 76 % de las familias y el 49 % de los géneros presentes en el país. Del total de especies registradas para este estado, se tiene que 22 se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, excluyendo ocho subespecies insulares, que representan 24 % del total nacional. Las especies catalogadas en peligro de extinción (P), son: el *Antilocapra americana* (berrendo),

Leopardus pardalis (ocelote), *Leopardus wiedii* (tigrillo) y *Myotis vivesi* (murciélago pescador). Las especies amenazadas son 11, entre las que tenemos a: *Notosorex crawfordi* (musaraña del desierto), *Choeronycteris mexicana* (murciélago polinivoro), *Vulpes macrotis* (zorrita orejona), *Taxidea taxus* (tejón), *Neotoma varia* (rata cabalanchera), *Ondatra zibethicus* (ratas), *Cynomys ludovicianus* (perrito llanero) y *Sciurus arizonensis* (ardilla).

A nivel SA, se tiene un registro bibliográfico de 14 familias, distribuidas en 20 géneros y 24 especies, las cuales se distribuyen de la siguiente manera: 2 especies son de anfibios, 9 de reptiles, 8 de aves y 5 de mamíferos.

En el **Cuadro 4.24**, se presenta el listado de especies registradas a nivel Sistema Ambiental que se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, con alguna categoría de riesgo, de las cuales ninguna se registró en alguno de los tres polígonos que conforman el sitio del Proyecto, tal como se describirá en párrafos posteriores.

Cuadro 4.24. Especies registradas a nivel Sistema Ambiental incluidas en el listado de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Anfibios	Bufonidae	*Anaxyrus debilis*	Sapo verde	Protección especial	-
Anfibios	Ranidae	*Lithobates chiricahuensis*	Rana de chiricahua	Amenazada	-
Reptiles	Colubridae	*Lampropeltis pyromelana*	Culebra real sonorense	Amenazada	-
Reptiles	Colubridae	*Coluber flagellum*	Culebra chirriadora común	Amenazada	-
Reptiles	Colubridae	*Hypsiglena torquata*	Culebra de noche	Protección especial	-
Reptiles	Colubridae	*Thamnophis cyrtopsis*	Culebra listonada de cuello negro	Amenazada	-
Reptiles	Colubridae	*Thamnophis marcianus*	Culebra listonada manchada	Amenazada	-
Reptiles	Viperidae	*Crotalus atrox*	Víbora de cascabel	Protección especial	-
Reptiles	Viperidae	*Crotalus molossus*	Cascabel de montaña	Protección especial	-
Reptiles	Viperidae	*Crotalus tigris*	Cascabel tigre	Protección especial	-
Reptiles	Kinosternidae	*Kinosternon sonoriense*	Tortuga de río	Peligro de extinción	Endémica
Aves	Accipitridae	*Parabuteo unicinctus*	Halcón de Harris	Protección	-

Cuadro 4.24. Especies registradas a nivel Sistema Ambiental incluidas en el listado de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
				especial	
Aves	Accipitridae	*Accipiter cooperi*	Halcón de Cooper	Protección especial	-
Aves	Accipitridae	*Aquila chrysaetos*	Águila real	Amenazada	-
Aves	Falconidae	*Falco femoralis*	Halcón fajado	Amenazada	-
Aves	Falconidae	*Falco mexicanus*	Halcón mexicano	Amenazada	-
Aves	Odontophoridae	*Colinus viginianus ridgwayi*	Codorniz	Peligro de extinción	Endémica
Aves	Odontophoridae	*Cyrtonix montezumae*	Codorníz arlequín	Protección especial	-
Aves	Parulidae	*Oporornis tolmei*	Chipe de Tolmei	Amenazada	-
Mamíferos	Ursidae	*Ursus americanos*	Oso negro	Peligro de extinción	-
Mamíferos	Phyllostomidae	*Choeronycteris mexicana*	Murciélago trompudo	Amenazada	-
Mamíferos	Sciuridae	*Sciurus arizonensis*	Ardilla	Amenazada	-
Mamíferos	Muridae	*Neotoma varia*	Rata magueyera	Peligro de extinción	Endémica
Mamíferos	Antilocapridae	*Antilocapra americana*	Berrendo	Peligro de extinción	-

En los Cuadros 1 y 2, que se muestran en el **Anexo 4.5**, se incluye el listado faunístico de los vertebrados reportados para el municipio de Nacozari de García, localidades y municipios vecinos (Ej. Agua Prieta, Ímuris, Santa Ana); mientras que en el **Anexo 4.6**, se presentan los métodos implementados para el registro de especies en el sitio del Proyecto y su SA.

IV.2.2.5.4. Fauna silvestre registrada en el sitio del Proyecto

Las especies de fauna silvestre presentes en el sitio del Proyecto se registraron mediante monitoreos, empleando la técnica correspondiente en función del grupo taxonómico (ver **Anexo 4.6**).

La vegetación en el área se constituye por Bosque de Encino principalmente. Las zonas que presentaban un mayor grado de conservación corresponden a los bordes de las cañadas y áreas poco accesibles de tránsito. El trabajo en campo consistió en el

establecimiento de 6 puntos de muestreo (PM) establecidos sistemáticamente dentro y fuera de los tres polígonos que conforman el sitio del Proyecto a fin de recabar información representativa de las especies cuya distribución cubre más allá de los márgenes de dichos polígonos En la **Figura 4.58**, se presenta la ubicación espacial de los puntos de muestreo efectuados durante el trabajo de campo, para la caracterización faunística del sitio del Proyecto. La selección de estos puntos se determinó por la cobertura vegetal, presencia de cuerpos de agua y escurrimientos donde se presentaran indicios de actividad de fauna (ver la metodología, **Anexo 4.6**). En el **Cuadro 4.25**, se especifican las coordenadas en UTM de cada uno de los puntos de muestreo, así como el tipo de vegetación encontrada y el número de individuos para cada uno de los grupos que fueron registrados.

Cuadro 4.25. Puntos de muestreo (PM), establecidos para el registro faunístico en el sitio del Proyecto y en SA.

PM	UTM		Tipo de vegetación	Número de individuos registrados				
	X	Y		Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Total
1	640598	3353497	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	0	0	16	1	**17**
2	642415	3353579	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	0	0	7	0	**7**
3	635234	3356918	Pastizal Natural	0	0	13	4	**13**
4	636810	3356735	Pastizal Natural	0	0	14	0	**14**
5	638179	3352325	Bosque de Encino	0	1	6	1	**7**
6	637138	3351489	Bosque de Encino	0	0	5	3	**4**
TOTAL				**0**	**1**	**61**	**9**	**71**

Nota: *En todos los puntos de muestreo se realizaron transectos variables de 0.1 a 0.5 km de distancia, por lo que las coordenadas corresponden a un punto medio respecto a cada punto de muestreo.*

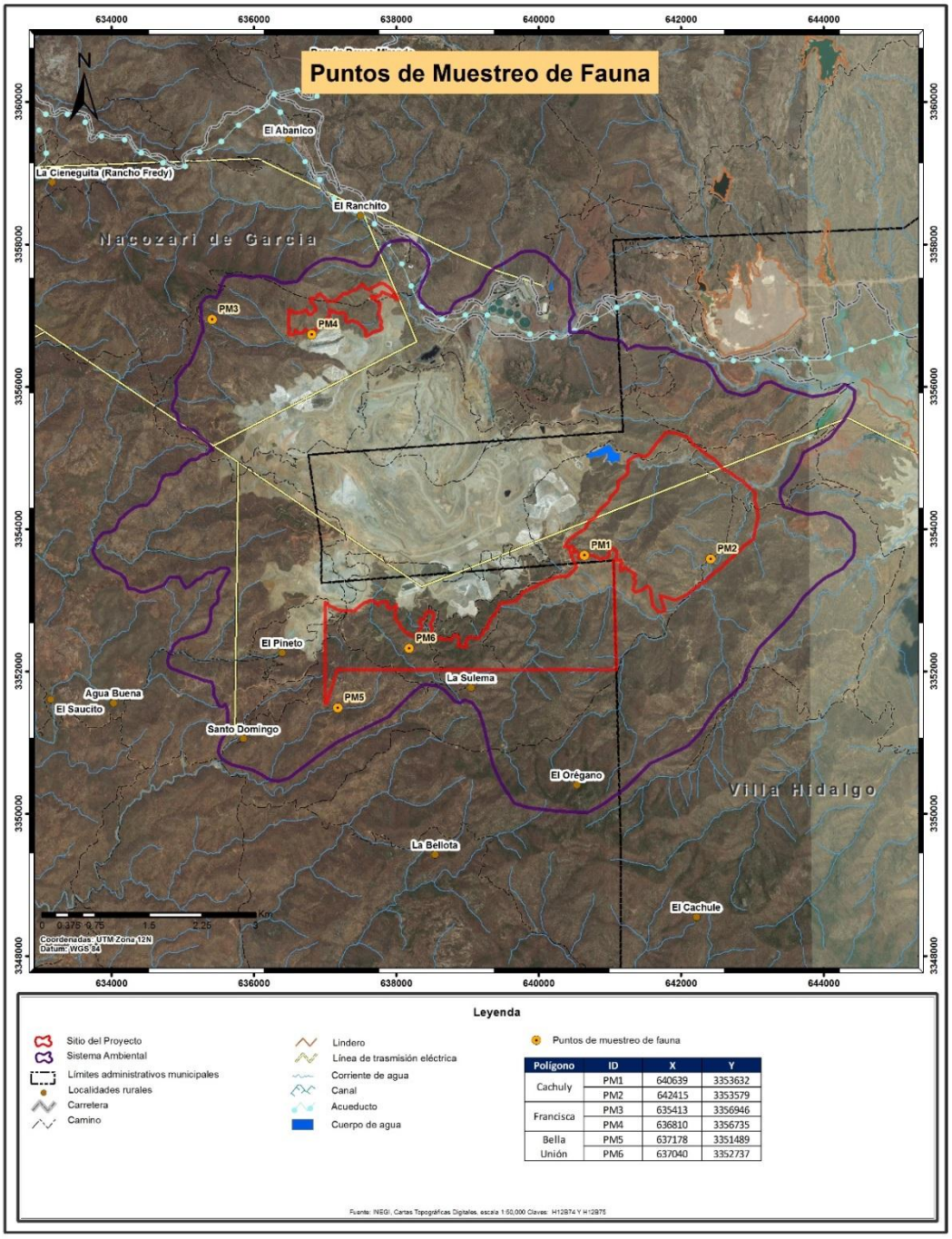


Figura 4.58. Ubicación de los puntos de muestreo para el levantamiento faunístico en los tres polígonos correspondientes al sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte) y dentro del Sistema Ambiental.

Derivado del trabajo de campo, se obtuvo un registro total de 25 especies, las cuales se encuentran distribuidas en 21 familias y 24 géneros, donde se incluyen 1 especies de reptiles, 20 de aves y 4 de mamíferos. Ninguna especie de anfibio fue registrado durante el periodo que comprendió el muestreo (ver Cuadros 1 y 2 del Anexo 4.6).

En la **Figura 4.59**, se presenta el total de registros (familias, géneros y especies), por grupo taxonómico; mientras que en la **Figura 4.60**, se presenta el porcentaje de cada uno de los grupos registrados en el sitio del Proyecto.

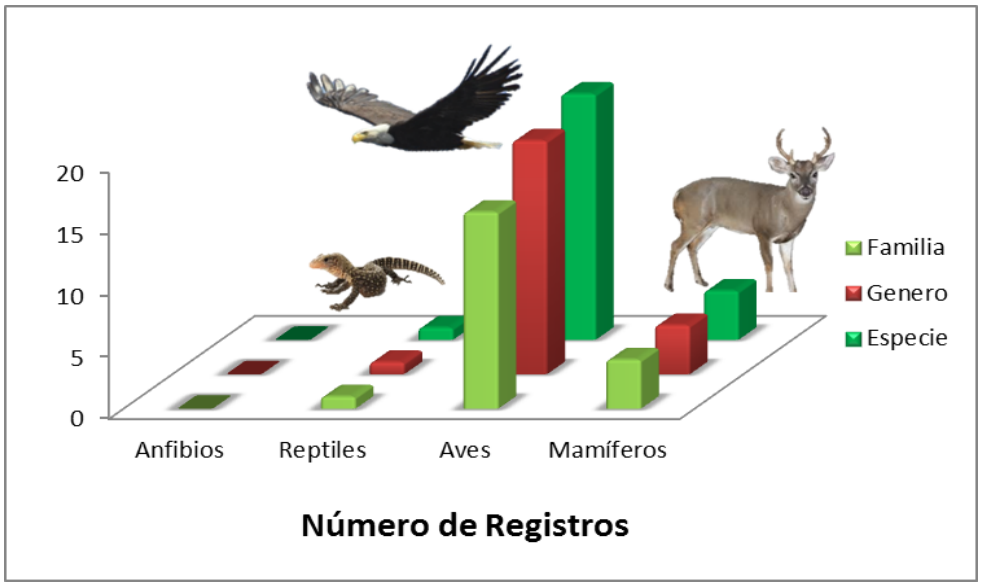


Figura 4.59. Total de registros efectuados por grupos zoológicos registrados en los tres polígonos correspondientes al sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte).

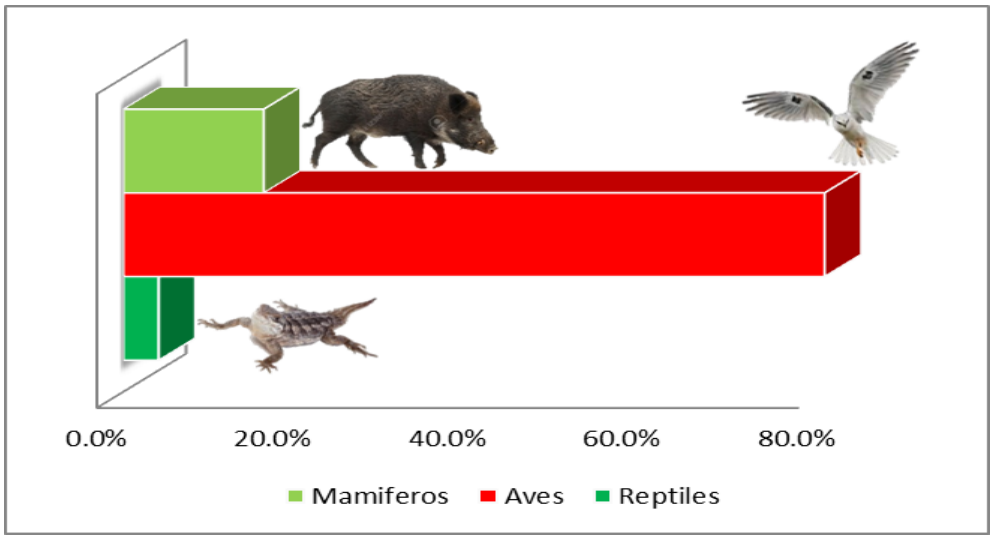


Figura 4.60. Porcentaje de registros totales por grupos zoológicos en los tres polígonos correspondientes al sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte).

IV.2.2.5.4.1. Resultados de los muestreos por grupo taxonómico

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

Anfibios. Durante el trabajo de campo se confirmó que no existe la presencia de individuos de este grupo, por lo que únicamente se tiene registro especies de anfibios reportadas previamente para el Sistema Ambiental, de las cuales, dos especies *Anaxyrus debilis* y *Lithobates chiricahuensis* se encuentran protegidas de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (**Anexo 4.5**).

El registro nulo de anfibios durante los recorridos en campo pudo deberse a la dinámica de los factores ambientales y la temporalidad estacional. La interacción de estos factores trae como consecuencia la presencia de un clima seco árido, con precipitaciones ocasionales de diferente duración e intensidad, determinando dos periodos claramente definidos de lluvias de verano e invierno en la región. De esta manera, la acción conjunta de estos aspectos propició condiciones de baja humedad y poca acumulación de agua en los arroyos intermitentes donde este tipo de organismos proliferan. Por consiguiente, se

considera que la ausencia de registros sea consecuencia de las condiciones ambientales del sitio del Proyecto.

Reptiles. Se registraron 1 especies de reptiles*: Sceloporus virgatus,* siendo el grupo con el tercer lugar de importancia en función de la riqueza de especies localizada en los sitios (4 % del total de especies). En términos de abundancia, representaron el 1.4 % del total de especímenes contabilizados **(Figuras 4.61 y Figura 4.62).**

Figura 4.61. Herpetofauna localizada en un PM durante el monitoreo de campo (*Sceloporus virgatus*)

Figura 4.62. Número de individuos de reptiles registrados para cada uno de los puntos de muestreo para los tres poligonos que forman el sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte).

Aves: Debido a la gran capacidad de desplazamiento que caracteriza al grupo de las aves, se tiene evidencia de que son los vertebrados más ampliamente distribuidos en el sitio del Proyecto. Por lo cual, derivado del trabajo de campo, se tuvo registro de 20 especies de aves, lo cual representa el 80 % de la riqueza específica. En cuanto al número de individuos por grupo taxonómico, representaron el 85% del total de vertebrados registrados. De las especies observadas, las de mayor frecuencia de ocurrencia fueron: el zopilote aura (*Cathartes aura*) y la golondrina tijereta (*Hirundo rustica*). Por otro lado, algunas de las especies registradas como comunes y raras fueron las siguientes: cuervo común (*Corvus corax*), carpintero bellotero (*Melanerpes formicivorus*), chivirín salta roca (*Salpinctes obsoletus*), chivirín barranqueño (*Catherpes mexicanus*) (**Anexo 4.6**). Estas especies en su mayoría adaptadas a condiciones de disturbio, no obstante, con un grado alto de adaptación y tolerancia ecológica. Para este grupo no se registraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (**Figura 4.63 y 4.64**).

Figura 4.63. Avifauna registrada en los Tres poligonos que forman el sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte), ejemplar de Chara pecho gris (*Aphelocoma wollweberi*).

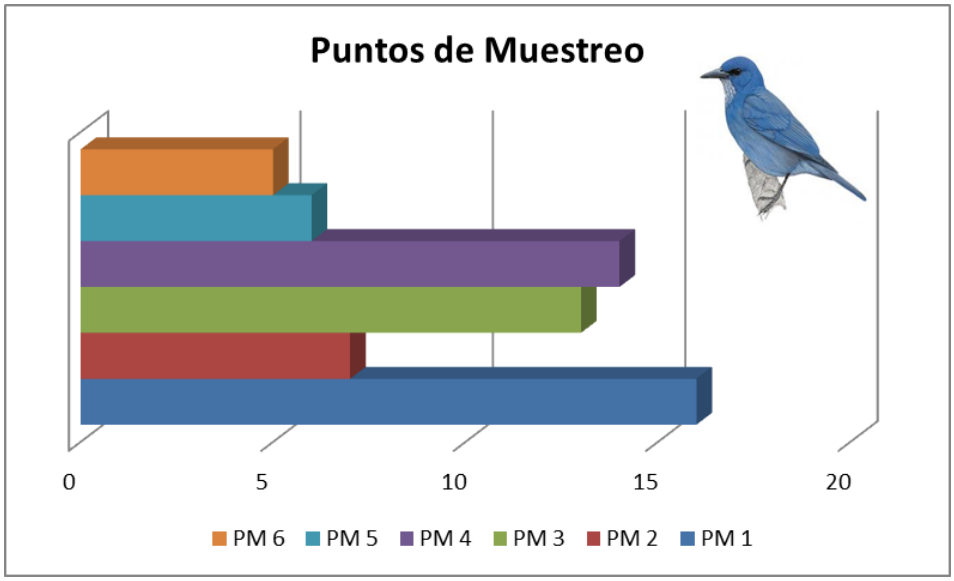


Figura 4.64. Número de individuos de aves registrados para cada uno de los puntos de muestreo dentro del sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte).

Mamíferos. Para este grupo, se registraron 4 especies que representó un 16 % del total de especies reportadas. En cuanto a la abundancia estimada, comprendió el 12.7 % del total de vertebrados contados. Para este grupo no se registró ninguna especie listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (**Figura 4.65**).

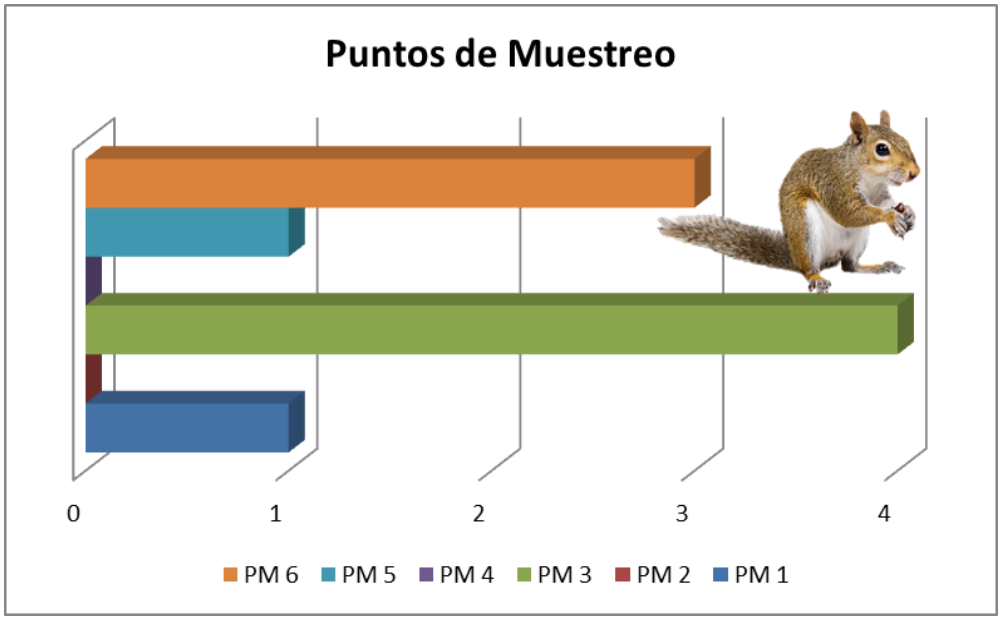


Figura 4.65. Número de individuos de mamíferos registrados para cada uno de los puntos de muestreo para el sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte).

IV.2.2.5.5. Descripción de la fauna silvestre registrada en el sitio del Proyecto por puntos de muestreo (PM)

Durante el monitoreo de campo se llevaron a cabo 6 puntos de muestreo que se distribuyeron tanto en los tres polígonos que corresponde al sitio del Proyecto y en las inmediaciones donde se pretende implementar el mismo, registrándose un total de 25 especies. El grupo con mayor cantidad de registros correspondió al de las aves, seguido de los mamíferos y por último el de reptiles. El punto de muestreo con mayor número de registros recabados fue el PM1, seguido del PM3 con la misma cantidad de registros, ubicado en las coordenadas UTM 640598 ,3353497 que pertenecen al PM 1 y las coordenadas UTM 635234 y 3356918 para el PM 3. Estos sitios caracterizan por presentar

afluentes de temporal y Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (PM1) y pastizal Natural (PM3). También se observó que corresponde a una zona poco perturbada y de difícil acceso dadas las características topográficas del terreno. En estos puntos se registraron un total de 17 especies, de las cuales fueron para el PM1, 16 aves, 1 mamíferos y para el PM3, 13 aves y 4 mamíferos. A su vez, se obtuvo registro de 61 individuos, siendo el grupo de las aves el de mayor ocurrencia en el sitio del Proyecto. En este punto de muestreo, no se registró ninguna especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En el **Cuadro 4.26** se presenta el listado de especies para cada uno de los grupos que se registró en el PM1, con el número total de individuos registrados, su abundancia relativa, riqueza de especies e índice de riesgo.

Cuadro 4.26. Especies registradas en el PM1, con el conteo de individuos para cada una de las especies en el sitio del Proyecto, así como su riqueza e índice de riesgo.

Nombre científico	Nombre común	Número de registros (PM1)	NOM-059 y Endemismo	Riqueza (H´)	Índice de Riesgo
AVES					
Passerina caerulea	Picogordo azul	1	-	0.145063299	18.05
Cathartes aura	Zopilote aura	2	-	0.192878223	17.85
Zenaida macroura	Paloma huilota	2	-	0.26956472	17.85
Aphelocoma wollweberi	Chara pecho gris	1	-	0.354901084	18.05
Corvus corax	Cuervo común	2	-	0.192878223	17.18
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	2	-	0.301249404	16.57
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	1	-	0.301249404	16.37
Passer domesticus	Gorrión doméstico	1	-	0.145063299	16.16
Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero	1	-	0.145063299	15.96
Phainopepla nitens	Capulinero negro	1	-	0.192878223	15.76
Salpinctes obsoletus	Chivirín saltarroca	1	-	0.23378857	14.95
Sialia Sialis	Azulejo garganta canela	1	-	0.145063299	14.75
MAMÍFEROS					
Lepus alleni	Liebre antílope	1	-	0.086616157	13.94
	Total	**17**	**H'**	**2.706257206**	

El siguiente punto con mayor número de registros el PM3, establecido en las coordenadas UTM 635234 y 3356918, el cual se situó en los límites del SA. La vegetación ahí presente corresponde a Pastizal Natural. El total de registros colectados se comprenden en 12 especies, 9 de aves y 3 de mamíferos, respectivamente. En relación a la abundancia, se determinaron 17 ejemplares. En este punto no se registró ninguna especie listada en la normatividad ambiental. El **Cuadro 4.27**, contiene el listado de especies para cada uno de los grupos que se registró en el PM3, con el número total de individuos registrados, su riqueza de especies e índice de riesgo.

Cuadro 4.27. Especies registradas en el PM3, con el conteo de individuos para cada una de las especies en el sitio del Proyecto, así como su riqueza e índice de riesgo.

Nombre científico	Nombre común	Número de registros (PM4)	NOM-059 y Endemismo	Riqueza (H´)	Índice de Riesgo
AVES					
Charadrius vociferus	Chorlo tildío	1	-	0.086616157	17.6
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	1	-	0.301249404	16.57
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	2	-	0.301249404	16.37
Sitta carolinensis	Sita pecho blanco	1	-	0.086616157	15.56
Piranga rubra	Tángara roja	2	-	0.23378857	15.35
Catherpes mexicanus	Chivirín Barranqueño	1	-	0.086616157	15.15
Salpinctes obsoletus	Chivirín saltarroca	2	-	0.23378857	14.95
Turdus migratorius	Mirlo primavera	1	-	0.192878223	14.55
Tyrannus verticalis	Tirano pálido	2	-	0.145063299	14.34
MAMÍFEROS					
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	2	-	0.23378857	13.74
Spermophilus variegatus	Ardillón de las rocas	1	-	0.145063299	13.13
Sylvilagus audubonii	Conejo norteño	1	-	0.145063299	12.93
	Total	**17**	**H'**	**2.19178111**	

El PM2 en las coordenadas UTM 642415 y 3353579, se ubicó dentro del polígono correspondiente a Cachuly, donde se obtuvo un registro total de 7 individuos pertenecientes a 7 especies (7 aves). En este punto no se detectó la presencia de ninguna especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Este punto de muestreo se caracterizó por presentar

principalmente Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino. En el **Cuadro 4.28**, se presenta el listado de las especies registradas por grupo que se efectuaron en el PM2, con el número total de individuos registrados, su abundancia, riqueza e índice de riesgo.

Cuadro 4.28. Especies registradas en el PM2, con el conteo de individuos para cada una de las especies en el sitio del Proyecto, así como su riqueza e índice de riesgo.

Nombre científico	Nombre común	Número de registros (PM4)	NOM-059 y Endemismo	Riqueza (H´)	Índice de Riesgo
AVES					
Passerina caerulea	Picogordo azul	1	-	0.145063299	18.05
Cathartes aura	Zopilote aura	1	-	0.192878223	17.85
Corvus corax	Cuervo común	1	-	0.192878223	17.18
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	1	-	0.301249404	16.57
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	1	-	0.301249404	16.37
Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero	1	-	0.145063299	15.96
Salpinctes obsoletus	Chivirín saltarroca	1	-	0.23378857	14.95
	Total	**7**	**H'**	**1.512170424**	

El PM4 en las coordenadas UTM 636810 y 3356735, se ubicó dentro del polígono correspondiente a Francisca Norte, donde se obtuvo un registro total de 14 individuos pertenecientes a 9 especies (9 aves). En este punto no se detectó la presencia de ninguna especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Este punto de muestreo se caracterizó por presentar principalmente Pastizal Natural. En el **Cuadro 4.29**, se presenta el listado de las especies registradas por grupo que se efectuaron en el PM4, con el número total de individuos registrados, su abundancia, riqueza e índice de riesgo.

Cuadro 4.29. Especies registradas en el PM4, con el conteo de individuos para cada una de las especies en el sitio del Proyecto, así como su riqueza e índice de riesgo.

Nombre científico	Nombre común	Número de registros (PM4)	NOM-059 y Endemismo	Riqueza (H´)	Índice de Riesgo
AVES					
Zenaida macroura	Paloma huilota	1	-	0.26956472	17.85
Zenaida asiatica	Paloma aliblanca	2	-	0.145063299	17.95

Cuadro 4.29. Especies registradas en el PM4, con el conteo de individuos para cada una de las especies en el sitio del Proyecto, así como su riqueza e índice de riesgo.

Nombre científico	Nombre común	Número de registros (PM4)	NOM-059 y Endemismo	Riqueza (H´)	Índice de Riesgo
Aphelocoma wollweberi	Chara pecho gris	2	-	0.354901084	18.05
Caracara cheriway	Quebrantahuesos	1	-	0.086616157	16.97
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	2	-	0.301249404	16.57
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	1	-	0.301249404	16.37
Passer domesticus	Gorrión doméstico	1	-	0.145063299	16.16
Phainopepla nitens	Capulinero negro	2	-	0.192878223	15.76
Turdus migratorius	Mirlo primavera	2	-	0.192878223	14.55
	Total	**14**	**H'**	**1.98946381**	

El PM5 ubicado en las coordenadas UTM 638179 y 3352325 y entre el SA y del polígono correspondiente a Bella Unión, se realizó un registro total de 8 individuos distribuidos en 5 especies, entre las cuales se encontró 1 reptil en sitio, 6 aves y 1 mamífero. Este correspondió a un sitio bajo en riqueza de especies. En este punto no se detectó la presencia de ninguna especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En el **Cuadro 4.30**, se presenta el listado de las especies registradas por grupo que se efectuaron en el PM5, con el número total de individuos registrados, su riqueza e índice de riesgo.

Cuadro 4.30. Especies registradas en el PM5, con el conteo de individuos para cada una de las especies en el sitio del Proyecto, así como su riqueza e índice de riesgo.

Nombre científico	Nombre común	Número de registros (PM4)	NOM-059 y Endemismo	Riqueza (H´)	Índice de Riesgo
REPTILES					
Sceloporus virgatus	Lagartija de meseta	1	-	0.086616157	22.35
	AVES				
Aphelocoma wollweberi	Chara pecho gris	3	-	0.354901084	18.05
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	1	-	0.301249404	16.37
Piranga rubra	Tángara roja	2	-	0.23378857	15.35
Sylvilagus audubonii	Conejo norteño	1	-	0.145063299	12.93
	Total	**8**	**H'**	**1.12161851**	

Por último, tenemos que para el PM6 ubicado en las coordenadas UTM 637138 y 3351489 y que se ubicó dentro del polígono correspondiente a Bella Unión, se realizó un registro total de 8 individuos distribuidos en 5 especies, entre las cuales se encontró 5 aves y 3 mamíferos. Este correspondió a un sitio bajo en riqueza de especies. En el **Cuadro 4.31**, se presenta el listado de las especies registradas por grupo que se efectuaron en el PM6, con el número total de individuos registrados, su riqueza e índice de riesgo.

Cuadro 4.31. Especies registradas en el PM6, con el conteo de individuos para cada una de las especies en el sitio del Proyecto, así como su riqueza e índice de riesgo.

Nombre científico	Nombre común	Número de registros (PM4)	NOM-059 y Endemismo	Riqueza (H´)	Índice de Riesgo
	AVES				
Zenaida macroura	Paloma huilota	2	-	0.26956472	17.85
Aphelocoma wollweberi	Chara pecho gris	2	-	0.354901084	18.05
Sialia Sialis	Azulejo garganta canela	1	-	0.145063299	14.75
MAMIFEROS					
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	2	-	0.23378857	13.74
Spermophilus variegatus	Ardillón de las rocas	1	-	0.145063299	13.13
	Total	**8**	**H'**	**1.14838097**	

En la **Figura 4.66**, se representa de manera gráfica a la fauna registrada por punto de muestreo y grupo faunístico, donde se observa una clara dominancia del grupo de las aves, seguida del grupo de los mamíferos, colocándose en último lugar en cuanto a registros a los reptiles.

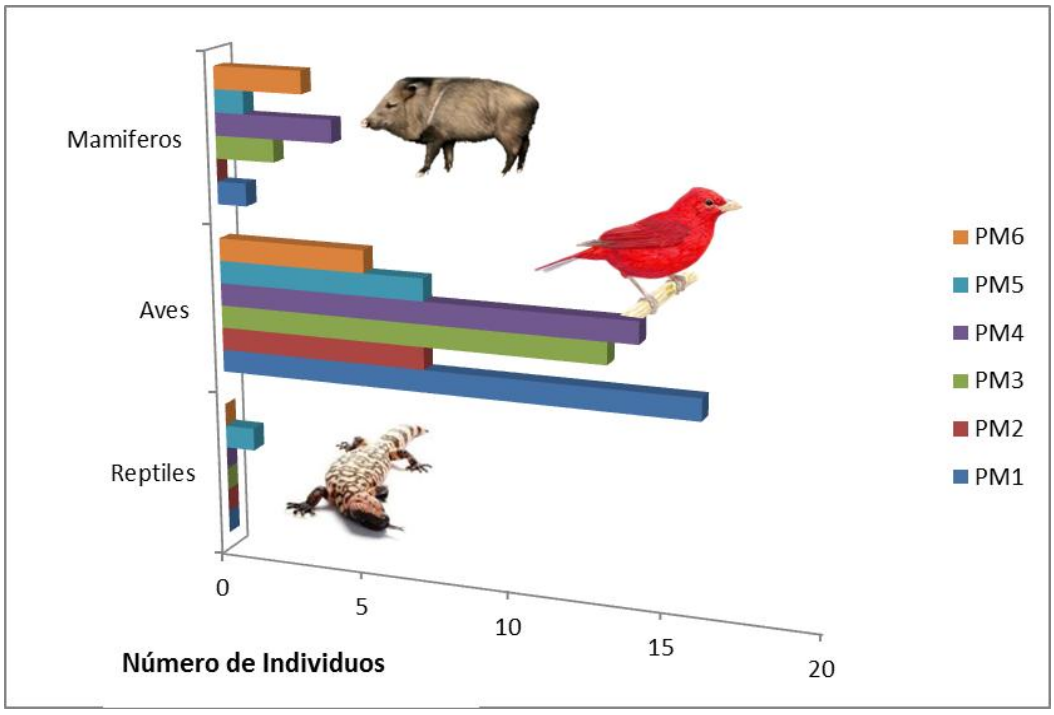


Figura 4.66. Registros faunísticos por cada uno de los puntos de muestreo realizados en el sitio del Proyecto.

IV.2.2.5.6. Corredores biológicos y rutas de desplazamiento de la fauna silvestre

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

Se debe recordar, en este sentido, que los corredores biológicos se establecen para construir, o reconstruir, la conectividad entre áreas del territorio puestas aparte para conservar los ecosistemas, especies y servicios ambientales que alojan. Son entonces

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

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

Paso 1. Análisis de imágenes de satélite y fotografías aéreas, para la identificación o descarte de corredores biológicos y rutas de desplazamiento, considerando características como cobertura vegetal, topografía, presencia de cuerpos de agua, escurrimientos y topografía.

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

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

De manera particular en el sitio del Proyecto y el SA, se encuentran ubicadas fuera de Áreas Naturales Protegidas, por lo cual no existen áreas de conectividad de ecosistemas

conservados o corredores biológicos dentro de estas, sin embargo si existe conectividad entre bosques que funcionan como corredores biológicos.

Una manera de detectar la posible presencia o no de corredores biológicos, es mediante recorridos de campo y con ayuda de fotografías aéreas, así como cartas temáticas, en donde se puede observar la existencia de una superficie fragmentada y/o conservada, por el tipo de actividades que se dan en la zona, especialmente por la actividad minera ya establecida y que opera en el sitio de años históricos.

La fragmentación que se observa en ciertos sitios, es originada por la transformación del paisaje producto de las actividades humanas, principalmente por la minería. Las consecuencias del proceso de fragmentación, desencadena una serie de modificaciones en los procesos ecológicos y por consecuencia impacta las poblaciones y comunidades de flora y fauna, los suelos y el agua, que responden al cambio de la nueva estructura de los fragmentos.

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

La bibliografía reporta para la zona una gran variedad de especies (más de 200). Sin embargo, fue baja la diversidad encontrada para el sitio del Proyecto y el SA, destacando: sapo manchas rojas (*Anaxyrus punctatus*), sapo de la gran planicie (*Anaxyrus cognatus*), el sapo de Sinaloa (*Incilius mazatlanensis*), el sapo pata de pala (*Spea multiplicata*), el falso sapo (*Scaphiopus couchii*), culebra sorda (*Pituophis catenifer*), serpiente látigo sonorense (*Coluber bilineatus*), la víbora de cascabel cola rayada (*Crotalus atrox*), la víbora de cascabel tigre (*Crotalus tigris*), el halcón cernícalo (*Falco sparverius*), el carpintero mexicano (*Picoides*

scalaris), el carpintero de gila (*Melanerpes uropygialis*), el sastrecillo (*Psaltriparus minimus*), el puma (*Puma concolor*), el gato montés (*Lynx rufus*), ratón (*Peromyscus boylii*), ratón de abazones (*Chaetodipus penincillatus*) y venado cola blanca (*Odoicoleus virginianus*), entre otros.

Una de las principales causas que afecta directamente a la diversidad faunística es la fragmentación, por la apertura de caminos, tala, apertura de áreas para ganadería y cultivo. De las especies registradas, existen algunas que tienen una alta susceptibilidad de afectación, tal es el caso de: sapo de la gran planicie (*Anaxyrus cognatus*), lagartija escamosa de Clarks (*Sceloporus clarkii*), lagartija escamosa de collar (*Sceloporus jarrovi*), huico de Sonora (*Aspidoscelis sonorae*), entre otras. En general, todas las especies de anfibios y reptiles son susceptibles a la perturbación, producto de las actividades humanas.

Hay que resaltar también que en el sitio del Proyecto, no se detectó la presencia de nidos activos, madrigueras y/o refugios, por lo que se considera que el emplazamiento del proyecto tendrá una baja afectación en la fauna silvestre. Un factor importante a destacar que disminuirá la afectación de la fauna silvestre dentro del sitio del Proyecto, es la emisión de ruidos por la maquinaria durante la etapa de preparación para cada sitio, así como la ejecución de acciones de rescate antes del inicio de cualquier actividad del Proyecto.

IV.2.2.5.7. Especies endémicas registradas

De acuerdo con el concepto de especie endémica que se describe en la NOM-059-SEMARNAT-2010, donde se establece que es "aquella cuyo ámbito de distribución natural se encuentra circunscrito únicamente al territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce soberanía y jurisdicción", o en una expresión más sencilla, aquella que sirve para indicar la tendencia de plantas y animales a permanecer en un ámbito territorial reducido; por ello, cuando se habla de que una especie endémica (también llamadas especies microareales), es aquella especie o taxón (puede ser un género por ejemplo) que está restringido a una ubicación geográfica muy concreta y fuera de esta ubicación no se encuentra en otra parte.

El endemismo surge como consecuencia de la especiación que aparece ante la aparición de barreras naturales que impiden el intercambio genético, de este modo, aparecen especies diferentes restringidas a esas zonas geográficas. Las especies endémicas son más vulnerables a la extinción pues sus poblaciones suelen ser reducidas en número de individuos y por tanto su respuesta genética ante el cambio de las condiciones naturales es menor.

Para ninguno de los tres polígonos que conforman el sitio del Proyecto, de las especies registradas en campo, ninguna se considera de carácter endémico.

IV.2.2.5.8. Abundancia relativa de cada grupo zoológico

La estimación de la abundancia relativa de especies es uno de los objetivos del levantamiento faunístico. Particularmente en lo que respecta al grupo de anfibios y reptiles, se empleó el método propuesto por Lazcano-Barrero et al. (1992), esto de acuerdo al número de individuos registrados durante el recorrido de los transectos lineales. Para estimar la abundancia de aves, el método utilizado fue el propuesto por González-García (1992), Bibby et al. (1992), y Navarro y Benítez (1993). Por último, la abundancia en mamíferos se estimó mediante el número de ejemplares capturados para cada una de las especies (**Anexo 4.6**).

La abundancia relativa de los cuatro grupos de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), indica que las especies con abundancia rara son 14 especies (1 reptiles, 16 aves y 5 mamíferos), seguidas por las especies comunes con 11 (45 aves y 4 mamíferos) (**Figura 4.67**). Tal comportamiento parece congruente, ya que por la época estacional, influye en la presencia de abundancia de la fauna, por la migración de algunas especies. En la **Figura 4.68**, se presenta la abundancia relativa total (abundante, común y rara) de las especies registradas dentro del sitio del Proyecto.

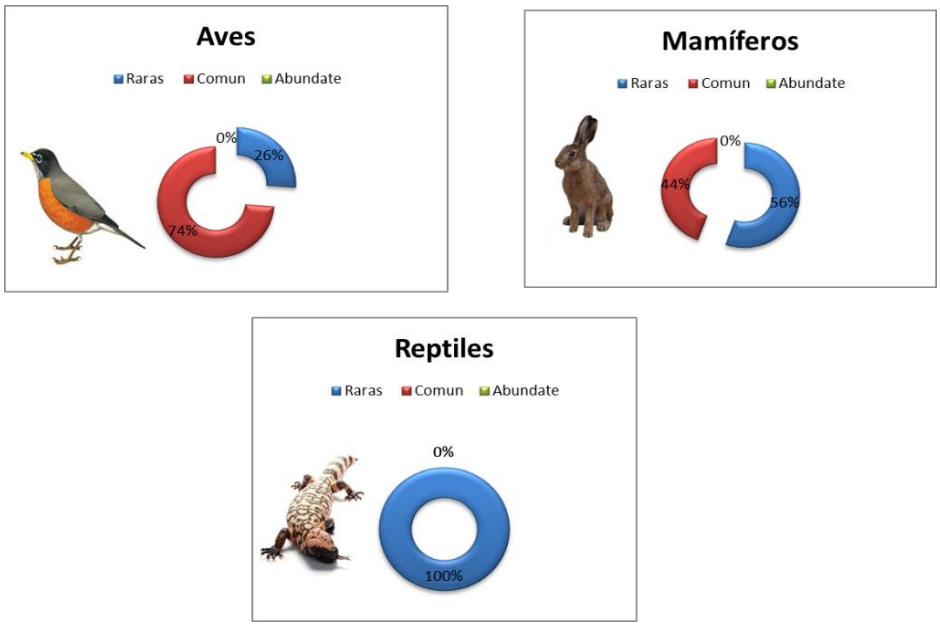


Figura 4.67. Abundancia relativa por grupo faunístico registrado en el sitio del Proyecto.

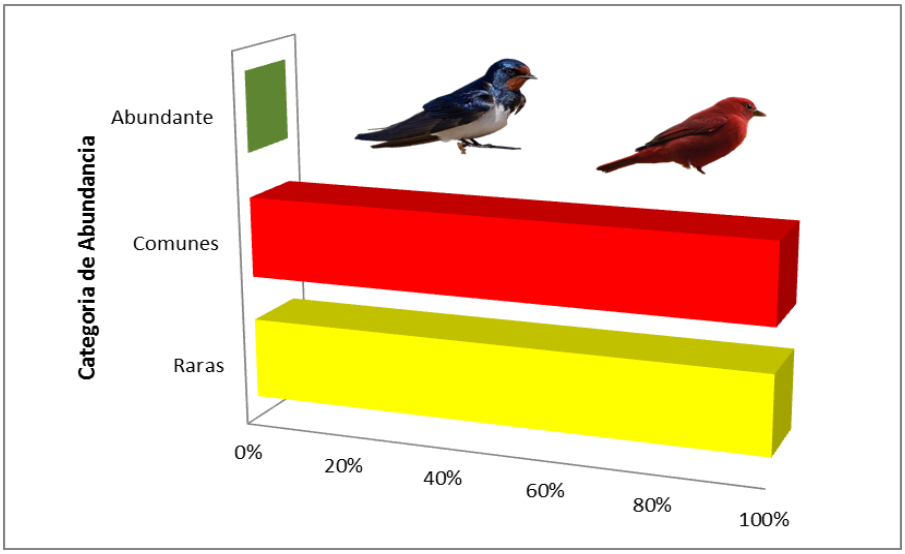


Figura 4.68. Abundancia relativa total de las especies registradas en el sitio del Proyecto.

IV.2.2.5.9. Permanencia o estacionalidad

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

En cuanto a la presencia de los reptiles, estos suelen ser residentes, debido a patrones de conducta de tipo territorial, estivación o hibernación, cuando las condiciones climáticas son desfavorables (calor o frío extremo). En general, la actividad diaria y anual de anfibios y reptiles están determinadas por la temperatura, fotoperíodo, precipitación (Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1998) y por la disponibilidad de alimento, depredación y competencia intra e interespecífica (Lister y García, 1992). La disminución de la actividad de algunos anfibios y reptiles es consecuencia de la baja disponibilidad de alimento y/o a la presencia de parches abiertos en la vegetación (fragmentación), lo que las hace más vulnerables a la depredación (Ej. *Aspidoscelis sonorae, Urosaurus ornatus*), aunque en algunas ocasiones, ciertas especies se ven favorecidas por la fragmentación de la vegetación, especialmente las lagartijas (Ej. *Aspidoscelis sonorae,*).

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

El grupo de los mamíferos, al igual que los reptiles, son residentes, ya que tienen un lugar permanente de alimentación, guarida y reproducción. La única diferencia es la capacidad de desplazamiento, ya que inclusive algunas especies de tamaño mediano y

grande se suelen desplazar varios kilómetros en busca de alimento y refugio en cualquier época del año, especialmente durante la noche.

En el Cuadro 1 (penúltima columna), del **Anexo 4.6**, se presenta la estacionalidad para cada una de las especies registradas en el sitio del Proyecto, mientras que en la **Figura 4.69**, se muestra de manera gráfica el porcentaje de estacionalidad y/o estatus migratorio del total de registros faunísticos detectados.

Figura 4.69. Porcentaje de estacionalidad y/o estatus migratorio de la fauna registrada en los tres polígonos correspondientes al sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte).

IV.2.2.5.10. Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Del total de especies registradas, se tiene que ninguna de estas, se encuentra listada en alguna categoría de riesgo dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.2.2.5.11. Especies incluidas en CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

Para los grupos de reptiles no hay especies incluidas en algún apéndice del CITES. Sin embargo, para el grupo de las aves se encontraron cuatro especies y una para el grupo

de mamíferos: Encontrándose en el apéndice II el Halcón de Harris (*Parabuteo unicinctus*), Halcón de Cooper (*Accipiter cooperii*), Águila real (*Aquila chrysaetos*), Halcón fajado (*Falco femoralis*), que incluye las especies que, si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a estarlo, mientras que el Berrendo (*Antilocapra americana*) se encuentra en el apéndice I donde se incluyen todas las especies en peligro de extinción.

El comercio en especímenes de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales. Incluye también especies de apariencia similar a otras incluidas en los Apéndices CITES, a fin de garantizar un mejor control de las anteriormente citadas. El comercio de animales y plantas, capturados o recolectados en el medio silvestre, y nacidos en cautiverio o reproducidos artificialmente, está permitido, si bien está reglamentado. El comercio puede autorizarse concediendo un permiso de exportación o un certificado de reexportación (CITES, 2011).

IV.2.2.5.12. Especies indicadoras de la calidad del ambiente.

Las especies indicadoras, según la definición de Landres et al (1988), son organismos cuyas características (p. ej. presencia, abundancia, densidad, etc.) pueden ser usadas como un criterio para evaluar atributos que son muy difíciles, caros o inconvenientes de medir para otras especies o condiciones ambientales de interés. Las especies indicadoras han sido clasificadas en tres categorías (McGeoch 1998, 2002). Indicadores ambientales, que reflejan directamente el estado abiótico o biótico del ambiente; indicadores ecológicos, que reflejan el impacto de cambios ambientales sobre un hábitat, comunidad o ecosistema; e indicadores de biodiversidad, que son indicativos de un taxa, o de toda la biodiversidad, en un área definida. Inicialmente los indicadores, principalmente plantas y animales, fueron utilizados para asociar organismos a zonas de vida particulares (Carignan y Villard, 2002). Posteriormente, el concepto fue cambiando, aplicándose más comúnmente como estimadores de los cambios ambientales y ecológicos (Dale y Beyeler, 2001; Niemi y McDonald, 2004).

Por tanto, los indicadores ecológicos se convirtieron en herramientas para el estudio y monitorización de objetivos de conservación como la biodiversidad, la integridad ecológica, o la salud de un ecosistema, conceptos ampliamente debatidos, principalmente debido a la falta de precisión y claridad en sus definiciones (Simberloff, 1998; Carignan y Villard, 2002).

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

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

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

Aunque cabe resaltar que las especies de reptiles registrados en los tres poligonos que forman el sitio del Proyecto, dada su gran adaptabilidad, se consideran como buenos indicadores de la calidad del entorno. Para otras especies, las condiciones de perturbación

del hábitat por actividades humanas, benefician a sus poblaciones, especialmente para las lagartijas de los géneros Phrynosomatidae, Urosaurus y Aspidoscelis.

El uso de las aves como indicadoras de cambios ambientales se fundamenta en que debido a su posición en la escala trófica se verán afectadas por una gran variedad de factores. En principio, las aves acuáticas pueden servir como indicadoras en distintas escalas. Las aves, son un grupo que presenta gran adaptación a las condiciones de perturbación, debido a su capacidad de desplazamiento, para lo cual se pueden considerar dos factores adversos que pueden condicionar a las aves propias de áreas conservadas a ser desplazadas. El primero de esos factores es que las especies adaptadas a áreas conservadas, pueden ser desplazadas debido a la presencia de especies invasoras translocadas. El segundo factor que puede desplazar a las aves de áreas conservadas, es por causas humanas, ya que en algunos casos estarían más susceptibles a la depredación tanto de su nidada como de ellas mismos.

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

IV.2.2.5.13. Unidad de manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs).

Las especies silvestres de anfibios, reptiles, aves y mamíferos pueden ser susceptibles de aprovechamiento por parte del hombre, particularmente el grupo clasificado como de "interés cinegético", esto es, aquellas que se aprovechan directamente de su hábitat natural a través de la caza deportiva. Esta actividad es una alternativa de diversificación productiva con buenas posibilidades de comercialización y rentabilidad, permitiendo el desarrollo económico local en diferentes regiones del país. Lo que se conoce cada vez más como UMA no existía en nuestro país antes del último lustro del siglo pasado.

Se trata de una herramienta novedosa para ordenar la apropiación de la biodiversidad por parte de la sociedad mexicana.

Al respecto, y con el fin de detener, revertir y prevenir los procesos de deterioro ambiental en el país, el gobierno federal ha adoptado un nuevo esquema de gestión y administración, que permite promover el desarrollo de alternativas de producción compatibles con el cuidado del medio ambiente, a través del uso racional, ordenado y planificado de los recursos naturales, en particular de la vida silvestre. Para ello, se han establecido las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA's) las cuales son sitios de producción o exhibición en un área delimitada, claramente bajo cualquier régimen de propiedad (privada, ejidal, comunal, federal, etc.), donde se permite el aprovechamiento de ejemplares, productos y subproductos mediante la utilización directa o indirecta de los recursos de la vida silvestre y que requieren un manejo para su operación y dentro de los cuales se da seguimiento permanente al estado de hábitat y de las poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyen.

Se distinguen dos tipos de aprovechamiento: 1. Extractivos (actividad cinegética, mascotas, ornato, artesanales, colecta científica e insumos para la industria farmacéutica, alimentaria y del vestido, entre otras) y 2. No extractivos (investigación, exhibición, ecoturismo y educación ambiental)

Las UMA's suelen clasificarse en extensivas (llamadas de vida libre, donde las especies sujetas a manejo se encuentran libres en el predio, se alimentan y resguardan en condiciones naturales) e intensivas (donde las especies se encuentran bajo condiciones controladas) (SEMARNAT, 2002).

Las UMA´S ofrecen opciones de diversificación productiva en el sector rural mediante la conservación y el manejo adecuado de los ecosistemas naturales, contribuyen al mantenimiento de servicios ambientales vitales y generan empleos e ingresos en las regiones en donde operan. De manera general, para el estado de Sonora, la SEMARNAT tiene registradas**1, 634 UMA´s** en total **(Cuadro 4.32)**.

Cuadro 4.32. UMA´s registradas en el estado de Sonora.

AÑO	UMAS EXT. REGISTRADAS	SUPERFICIE HAS.
2006	171	832,164.82
2007	145	524,212.84
2008	93	314,908.77
sep-09	70	233,628.92
sep-09	55	217,906.81
2010	135	363,845.35
2011	99	333,043.84
2012	59	206,446.65
2013	67	204,568.73
2014	47	185,891.37
ago-15	17	74,655.64
TOTAL	**958**	**3,491,273.74**
REGISTRO UMAS INTENSIVAS		
2006-SEP-2009	29	12,925.27
SEP-2009-2015	29	6,850.09
TOTAL	**58**	19,775.36
REGISTRO UMAS EN LA DGVS		
Inicio-2006	**618**	3,885,255.00
TOTAL EN EL ESTADO		
UMA´s	**1,634**	**7,396,304.10**

Las UMA's registradas y que se encuentran ubicadas más cercanas a los polígonos correspondientes al sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte), son: El Cajoncito, El Arbolito/Cerro Colorado, Los Alisos/Los Nogales, Ojo de Agua, Las Damasias de San Juan Bautista, las Piedras Prietas, Bajío de la Concordia, Oro Negro, El Salto, Papigachi, El Palmillar, El Salto y La Casita.

IV.2.2.5.13.1. Temporada hábil

Según lo establecido en el calendario cinegético para el estado de Sonora se destaca que, el pato mexicano (*Anas platirhynchos diazi*), especie endémica y listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de amenazada, también es una especie susceptible de aprovechamiento. En el **Cuadro 4.33**, se presenta el calendario de la temporada de aprovechamiento cinegético de algunas especies para el periodo que corresponde del 2015 al 2016, para el estado de Sonora.

Cuadro 4.33. Calendario de la temporada de aprovechamiento cinegético de algunas especies para el periodo 2015-2016, para el estado de Sonora.

Especie	Época hábil
Borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*)	Del 06-nov-15 al 20-mar-16
Venado bura (*Odocoileus hemionus*)	Del 06-nov-15 al 07-feb-16
Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*)	Del 06-nov-15 al 07-feb-16
Jabalí de collar (*Pecari tajacu*)	Del 06-nov-15 al 07-feb-16
Puma (*Puma concolor*)	Del 06-nov-15 al 07-feb-16
Coyote (*Canis latrans*)	Del 06-nov-15 al 07-feb-16
Gato montés (*Lynx rufus*)	Del 06-nov-15 al 07-feb-16
Zorra	Del 06-nov-15 al 07-feb-16
Peq. mamiferos (conejos, liebres, coati, etc.) (*Lepus ssp, Sylvilagus ssp, Nasua narica*)	Del 06-nov-15 al 07-feb-16
Codornices(*Lophortyx douglasii, Callipepla gambelii)*	Del 25-sep-15 al 28-feb-16
Faisan de collar (*Fasianus colchicus*)	Del 25-sep-15 al 27-mar-16
Paloma alas blancas/huilota (*Zenaida asiática, Zenaida macrura*)	Del 25-sep-15 al 06-mar-16
Paloma morada (*Columba flavirostris*)	Del 09-oct-15 al 21-feb-16
Guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*)	Del 25-mar-16 al 29-may-16
Patos y cercetas (*Anas ssp, Aythya spp, Bucephala ssp, Oxyura* ssp, etc.).	Del 30-oct-15 al 28-feb-16
Branta (*Branta nigricans B. canadensis*)	Del 30-oct-15 al 28-feb-16
Gansos(*Anser albifrons, Chen caerulescens, C. rosii*)	Del 30-oct-15 al 07-feb-16

IV.2.2.5.14. Especies con valor utilitario o de aprovechamiento.

De las especies registradas, así como de las reportadas para el sitio del Proyecto y SA, solo se conoce el aprovechamiento de los sapos para la realización de artesanías y adopción como mascotas.

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

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

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

En el **Cuadro 4.34**, se presenta el listado de aquellas especies registradas con posible uso potencial y valor que se le da a la fauna propia del lugar, que fue registrada durante el trabajo de campo por medios directos e indirectos.

Cuadro 4.34. Especies faunísticas registradas en el sitio del Proyecto y Sistema Ambiental con uso potencial.

Nombre Científico	Nombre Común	Caza			
		Deportiva	Comercial	Subsistencia	Científica
Reptiles					
Sceloporus virgatus	Lagartija de meseta	-	**X**	-	-
Crotalus atrox	Víbora de cascabel	-	**X**	-	-
Crotalus molossus	Cascabel de montaña	-	**X**	-	-
Crotalus tigris	Cascabel tigre		**X**		

Cuadro 4.34. Especies faunísticas registradas en el sitio del Proyecto y Sistema Ambiental con uso potencial.

Nombre Científico	Nombre Común	Caza			
		Deportiva	Comercial	Subsistencia	Científica
Aves					
Zenaida asiatica	Paloma aliblanca	X	X	X	-
Zenaida macroura	Paloma huilota	X	X	X	-
Corvus corax	Cuervo grande	-	X	-	-
Parabuteo unicinctus	Halcón de Harris	X	X	-	-
Accipiter cooperi	Halcón de Cooper	X	X	-	-
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	-	X	-	-
Aquila chrysaetos	*Águila real*	-	X	-	-
Falco femoralis	*Halcón fajado*	X	X	-	-
Falco mexicanus	*Halcón mexicano*	X	X	-	-
Passer domesticus	Gorrión doméstico	-	X	-	-
Mamíferos					
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	X	X	X	-
Sylvilagus audubonii	Conejo norteño	X	X	X	X
Lepus alleni	Liebre antílope	X	X	X	-
Spermophilus variegatus	Ardillón de roca	X	-	X	-

IV.2.2.5.15. Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

La conservación de la biodiversidad es decir de plantas, hongos y animales silvestres depende de la integridad de los ecosistemas o hábitats en donde se desarrollan y reproducen. Para poder conservarlos es necesario proteger y manejar sitios donde se asegure su sobrevivencia y la continuidad de los procesos e interacciones que se dan entre las especies.

A raíz de la creación de la Comisión de Cooperación Ambiental (CCA), derivada de los acuerdos paralelos del Tratado de Libre Comercio (TLC), se decidió apoyar el desarrollo del proyecto Áreas de Importancia Para la Conservación de las Aves (AICAS) a escala subcontinental, de manera que incluya a los territorios de los Estados Unidos, Canadá y México.

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

Las AICAS no son sitios que necesariamente requieren protección legal, sino que son áreas explícitamente importantes de acuerdo con las características de las especies que albergan, sean éstas poblaciones, de comunidad, de distribución, de hábitat o por incluir especies endémicas o en alguna categoría de riesgo. Incluso pueden ser designadas por ser lugares importantes para la investigación científica.

En la República Mexicana existen un total de 263 AICA's (Benítez *et al*., 1999; Del Coro Arizmendi y Márquez Valdelamar, eds., 2000), de las cuales 13 se encuentran en el estado de Sonora, con sólo una ubicada en el sitio del Proyecto, correspondiendo a la AICA No. 126 Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental, que cuenta con una superficie de 2'289,950.48 ha, en las que se reportan 316 especies de aves, de las cuales 201 son residentes, 84 visitantes de invierno y 31 son transitorias.

La delimitación de las AICAS se hizo con base en tres talleres participativos que se realizaron durante 1996, 1997 y 1998 con más de 200 especialistas, en su mayoría ornitólogos. Los criterios que se utilizaron se agrupan en cinco categorías que incluyen: *1*] sitios donde se presentan cantidades significativas de especies que se han catalogado como amenazadas, en peligro de extinción, vulnerables o declinando numéricamente; *2*] lugares que mantienen poblaciones locales con rangos de distribución restringido; *3*] áreas que mantienen conjuntos de especies restringidos a un bioma o hábitat único o amenazado; *4*] zonas que se caracterizan porque presentan congregaciones grandes de individuos, y *5*] sitios importantes para la investigación ornitológica (para detalles metodológicos consúltese Arizmendi y Márquez 2000).

El AICA No. 126, es la más grande que se encuentra en el estado, se caracteriza por estar formada por un conjunto de sierras de diferente tamaño que conectan con un corredor importante y forma un puente entre las zonas consideradas AICA´s del Sur de las Sierras y

con las islas del norte en las Chiricahuas, Arizona (Sky Islands). Este complejo de islas son peldaños entre sierras de mayor longitud que permiten que haya un flujo continuo. Es a través de las islas del norte que algunas especies como *Pachyramphus aglaiae* y *Euptilotis neoxenus*, entre otras, llegan hasta las pequeñas sierras en Arizona.

IV.2.2.5.16. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

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

En términos numéricos, la mayor concentración de las regiones terrestres prioritarias (rtp) se presenta en las entidades más extensas del país: Chihuahua, Sonora y Coahuila, que al tener una baja densidad poblacional disponen de grandes espacios relativamente inalterados.

El Proyecto, se encuentra ubicado dentro de las RTP- 13 Sierras los Ajos- Buenos Aires- La Púrica y RTP 15 Bavispe- El Tigre. Esta región se definió como prioritaria en función de los pastizales, que presentan una mezcla de elementos tanto de los desiertos chihuahuense y sonorense como de las zonas montañosas de Arizona y la Sierra Madre Occidental. Esta información es ampliada en el Capítulo III del presente documento.

IV.2.3. Paisaje

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

En la mayoría de los casos, los paisajes originales han sido alterados en diversos grados por la acción humana, los cuales están compuestos por un mosaico de fragmentos

de vegetación natural, agroecosistemas y etapas sucesionales de la vegetación. En este contexto, el término paisaje hace referencia a espacios territoriales amplios, conformados por coberturas vegetales naturales y transformadas (Halffter *et al*., 2001).

El concepto de paisaje puede englobar diversos significados que se transforman o cambian según las necesidades del que lo ve, cuando lo ve y cómo lo ve, de manera que, sencillamente, de él se pueden interpretar, entre otros, los siguientes tipos: [i] espaciales; [ii] naturales; [iii] ecosistemas; así como objetos estéticos, ideológicos y cultural-histórico, además de lugares (López y Cervantes, 2002).

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

(i) Métodos directos: son aquellos que elaborados por un profesional de probada experiencia, el cual con sólo ver el paisaje realiza una evaluación de éste. Este método analiza exclusivamente la calidad visual del territorio.

(ii) Métodos indirectos: En este método el paisaje se analiza a través de sus componentes (abiótico, biótico y social), para lo cual es importante definir la escala de trabajo.

(iii) Métodos mixtos: Este es el método más subjetivo y usado, ya que combina los métodos directos e indirectos. Esta metodología valora los recursos visuales, la ordenación del territorio, la calidad visual y la fragilidad (SERNATUR, 2006).

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

IV.2.3.1. Análisis de visibilidad

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

puntos de observación, determinados en terrenos y que, en conjunto, permiten definir un área espacialmente autocontenida (SERNATUR, 2006). La accesibilidad visual a una porción del territorio tiene directa relación con los elementos físicos (relieve) y bióticos (vegetación) presentes en el paisaje y cómo éstos se transforman en barreras visuales para los usuarios del recurso. A esto, se deben sumar las posibilidades de accesibilidad física (distancia) que tengan los observadores a las distintas porciones del territorio.

IV.2.3.1.1. Cuenca visual

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

La cuenca visual en el terreno está limitada a consecuencia de su morfología. Desde lo puntos más elevados se alcanza una visibilidad más amplia donde se observa muy bien el sitio del Proyecto (**Figura 4.70**). Sin embargo, desde zonas bajas la visibilidad es limitada y en este sitio la visibilidad es obstaculizada por la vegetación (**Figura 4.71**).

Figura 4.70. Cuenca visual amplia vista desde una parte alta al sureste del sitio del Proyecto con orientación al Suroeste.

Figura 4.71. Cuenca visual limitada por la morfología y la vegetación vista desde una parte baja dentro del polígono del Proyecto, sobre el cauce del arroyo Las Calabazas.

La localización del Sistema Ambiental y sitio del Proyecto en la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental le provee a la cuenca visual un relieve caracterizado por sierras, por lo que la cuenca es variable a lo largo del Sistema Ambiental dependiendo del sitio de observación. Añadiendo a lo anterior que desde puntos de observación bajos, la vegetación caracterizada por la dominancia del estrato arbóreo de hasta 15 metros de altura actúa como un obstáculo importante a la visibilidad.

La cuenca visual desde tres puntos de observación (1780 msnm) al Norte, Sur y Sureste del sitio del Proyecto (**Figura 4.72**), permitió una visibilidad amplia hacia diferentes puntos de visión (**Figuras 4.73 y 4.74**) en los que se aprecia el relieve dominante, la cubierta de vegetación en las sierras, la amplitud y obstáculos de la cuenca, así como el tajo de la Mina La Caridad y lixiviados.

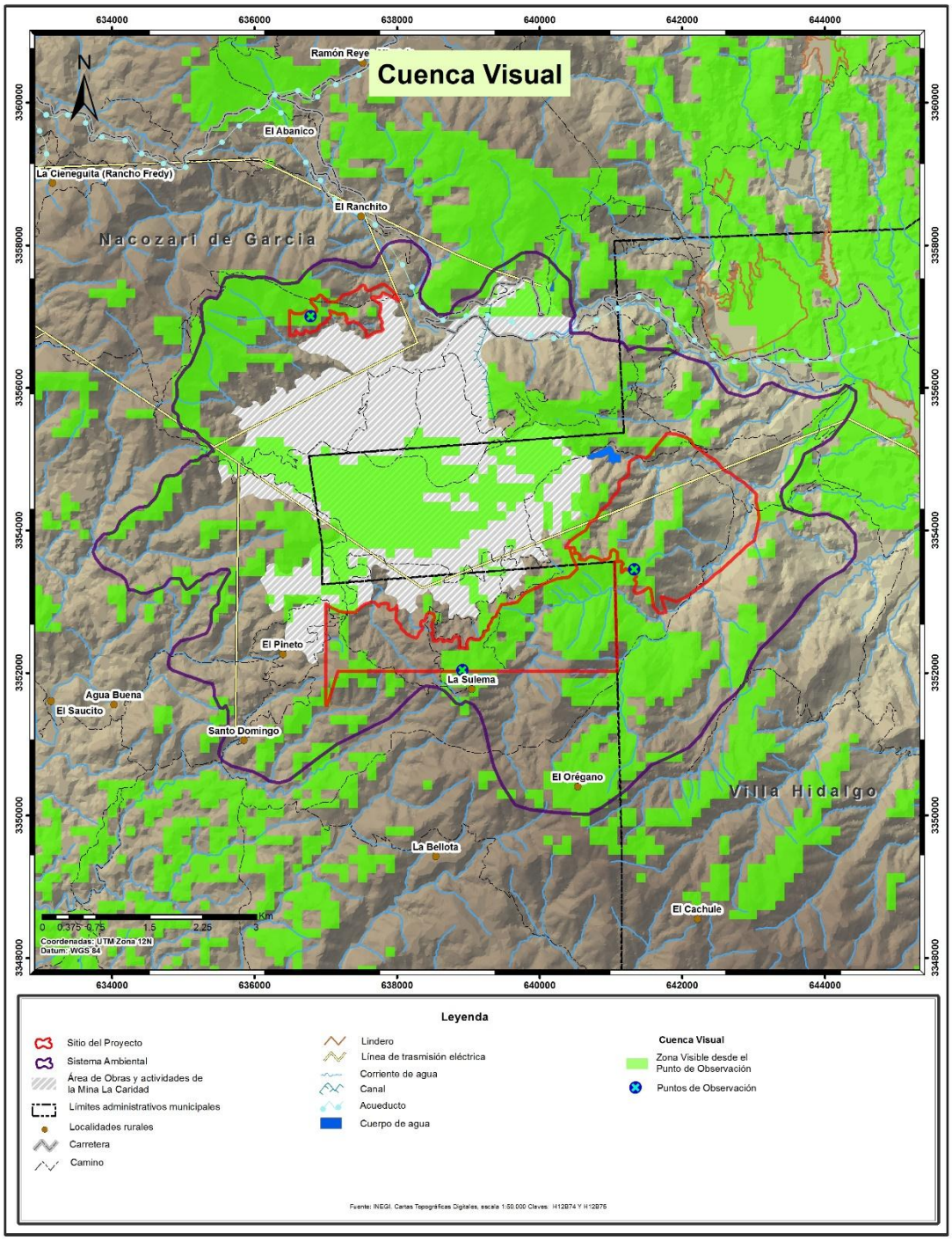


Figura 4.72. Cuenca visual en el Sistema Ambiental y sitio del Proyecto.

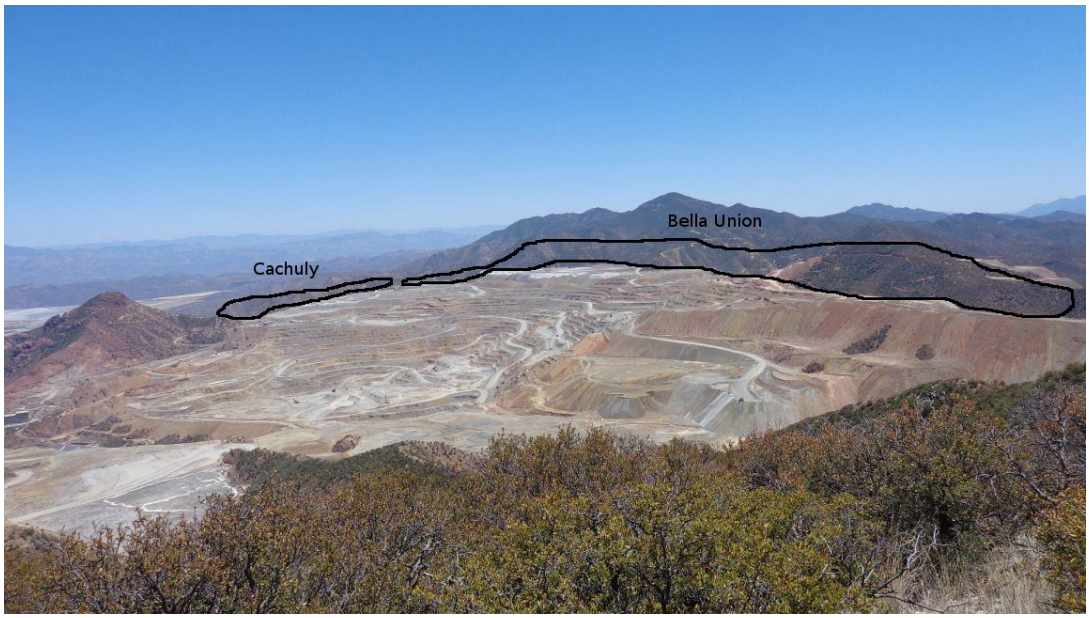


Figura 4.73. Vista del tajo de Mina La Caridad desde los cerros Las Carboneras con vista al Sureste a los polígonos Cachuly y Bella Unión.

Figura 4.74. Vista del sitio del polígono Francisca Norte y frente se observa el tajo de la Mina y lixiviados.

IV.2.3.1.2. Unidades y elementos de paisaje

El Sistema Ambiental y el sitio del Proyecto, muestran diferentes elementos paisajísticos y varían desde elementos naturales y artificiales. De manera general el Sistema Ambiental se encuentra poco alterado. El sitio del Proyecto muestra una alta naturalidad, con la característica de presentar un conjunto de sierras cubiertas por bosque de encino en buen estado de conservación.

La vegetación se encuentra dominada por la presencia de un estrato arbóreo compuesto por especies como el *Quercus emory, Q. rugosa* y *Q. chihuahuensis* cuyos individuos pueden presentar alturas desde 1 hasta 15 m. Este estrato actúa como una barrera visual y disminuye la visibilidad a distancias medias dentro del sitio del Proyecto, principalmente en zonas de menor altura (**Figura 4.75**).

Figura 4.75. Obstaculización de la visibilidad por la vegetación en el polígono Bella Unión.

Dentro del Sistema Ambiental el impacto de origen antrópico que domina es el tajo de la mina localizado al sureste de los polígonos Cachuly y Bella Unión y que abarcan una

superficie de 44.1472 ha del área definida como Sistema Ambiental, lo que representa el 1.32 %. En la **Figura 4.76** se observa el impacto de dicha obra.

Figura 4.76. Tajo de la mina y al sureste se observa el polígono Bella Unión.

Como ya se mencionó la topografía y relieve característico del sitio por su localización en la Provincia Sierra Madre Occidental y la Sierra Cobriza, es de sierras con pendientes pronunciadas con buena cubierta de vegetación. Este elemento es importante y caracteriza el paisaje del Sistema Ambiental. Este elemento se presenta a lo largo de toda la provincia por lo que no se considera representativo de esta zona, sin embargo aumenta la atracción visual del observador (**Figura 4.77**).

Figura 4.77. Relieve y topografía de la región elemento característico del paisaje del sitio del Proyecto y Sistema Ambiental. Al Oeste se observa la Sierra Cobriza.

IV.2.3.2. Calidad paisajística

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

La evaluación de la calidad paisajística en el sitio del Proyecto, se realizó utilizando el modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006). Este método define calidad paisajística como un método indirecto de evaluación que separa y analiza de forma independiente a los factores que conforman el paisaje (biótico, abiótico, estético y humano). Estos factores se estiman en relación a su forma, color, línea, textura, escala, conformación espacial, y grado de perturbación (SERNATUR, 2006). En el **Cuadro 4.35** se describen los criterios del modelo de Rojas y Kong (1998), los cuales se emplearon para valorar la calidad paisajística.

Cuadro 4.35. Criterios según el Modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006), para valorar la calidad paisajística, marcando en amarillo el criterio más adecuado para el sitio del Proyecto.

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

El sitio del Proyecto presenta una calidad paisajística media-alta. Analizando los elementos por separado, y de acuerdo a las condiciones que prevalecen en el sitio, la buena conservación de la mayoría de los elementos ambientales influye en la Calidad Paisajística y esto se puede observar desde casi cualquier punto dentro del SA.

La morfología y topografía contribuye aumentando la calidad paisajística del sitio del Proyecto y sistema ambiental principalmente por presentar pendientes de más de 30%, donde las estructuras morfológicas son muy elevadas, de rasgos dominantes y atractivos..

Durante el recorrido en campo fue posible observar directa e indirectamente fauna silvestre y ganado. A pesar de la presencia de ganado, la vegetación esta conservada.

Otro de los factores que aumentan la calidad paisajística son los contrastes de coloración entre la vegetación, el suelo y las rocas, especialmente el color de las hojas de las diferentes especies de encino presentes vuelve más atractivo dicho contraste (**Figura 4.78**). La variabilidad cromática que el paisaje puede ofrecer, depende mucho de la estación del año y el clima. En los tres polígono se pudo observar grandes masas vegetales de alta dominancia y nativas.

La calidad del paisaje es subjetiva; condicionada por la época del año y la visión del observador. De acuerdo con los criterios según el Modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006), se determinó que el sitio donde se llevará a cabo el Proyecto tiene una Calidad Paisajística media-alta.

En el **Cuadro 4.36** se describen cada elemento en detalle con fotografías de SA y el sitio del Proyecto.

Figura 4.78. Contraste entre la coloración de la vegetación, el suelo y la roca del Sistema ambiental.

Cuadro 4.36. Características visuales más destacadas, de los diferentes componentes paisajísticos de la cuenca visual.

Componente ambiental	Características visuales	Especificaciones particulares
Morfología y Topografía	La topografía y morfología se puede caracterizar como un conjunto de sierras con pendientes de más de 30%	La cuenca visual está dominada por elevaciones pronunciadas que forman pendientes inclinadas cubiertas por vegetación, así como lomeríos menos pronunciados igualmente cubiertos por vegetación.

Cuadro 4.36. Características visuales más destacadas, de los diferentes componentes paisajísticos de la cuenca visual.

Componente ambiental	Características visuales	Especificaciones particulares
Fauna 	En la región es común observar animales silvestres. El grupo faunístico que domina es la avifauna.	En los terrenos donde se ubicarán los Proyectos, la vegetación si como la presencia de agua favorece la permanencia o residencia de especies de fauna, especialmente para fauna menor y el tránsito de las especies. Fue posible observar algunas aves, además pocos reptiles y obtener registros indirectos de mamíferos
Vegetación 	En el SA existen cuatro tipos de vegetación, Bosque de Encino, Bosque de Encino con Vegetación Secundaria, Matorral Desértico Micrófilo y en poca densidad el Pastizal Natural. En la cuenca visual, dominan las sierras con cobertura de bosque de encino denso.	Los cuatro tipos de ecosistemas, presentes en el SA, están en buen estado de conservación. El Bosque de Encino presenta buena diversidad de especies de *Quercus* y se caracteriza por ser más bien cerrado con estrato herbáceo abundante. En pocas laderas de sierras se observan zonas de transición hacia pastizal, en las que la frecuencia de especies arbóreas disminuye.
Formas de agua 	La cuenca visual presenta escurrimientos de agua intermitentes.	Dentro del SA se encuentran varios arroyos intermitentes, cerca del polígono correspondiente a Bella Unión se encuentran los arroyos Agua Buena, Rastritas, Guadalupe y los Aguajes, estos dos últimos arroyos se encuentran también cercanos al polígono correspondiente a Cachuly. En el polígono correspondiente a Francisca Norte se encuentra el arroyo el Globo. El arroyo el Globo ha sido afectado por el depósito de material de tepetateras históricas.

Cuadro 4.36. Características visuales más destacadas, de los diferentes componentes paisajísticos de la cuenca visual.

Componente ambiental	Características visuales	Especificaciones particulares
Acción humana	La cuenca visual muestra un solo elemento paisajístico de origen humano, el tajo de la mina.	El elemento de origen humano que tiene influencia en el SA es el tajo de Mina La Caridad que opera a un costado del sitio del Proyecto y que abarca 44.16 ha.
Fondo escénico	El fondo escénico está dominado por montañas. El SA se encuentra en la Sierra Madre Occidental y Llanos y Sierras del Norte.	El paisaje circundante, especialmente las montañas aumentan la calidad de la cuenca visual. La cobertura vegetal y topografía también contribuyen al fondo escénico creando un paisaje de mayor atracción.
Variabilidad cromática	Existe variedad de colores y contrastes, principalmente colores verdes por la cubierta vegetal. Colores grises y café en el suelo por los espacios de suelo y las rocas.	La variabilidad cromática depende mucho de la estacionalidad, hora del día y tiempo atmosférico. En el sitio la vegetación tiene colores muy intensos de verde que permanecen a lo largo del año y estos contrastan con las tonalidades de café-gris del suelo.
Singularidad o rareza	El tipo de paisaje es típico en la región.	El paisaje es similar a los alrededores de la región, encontrando topoformas de Sierra con cobertura vegetal abundante.

IV.2.3.3. Fragilidad visual del paisaje

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

i. **Factores biofísicos.** Derivados de los elementos característicos de cada punto; entran aquí las pendientes, orientación y vegetación, consideradas en diversos aspectos (altura, densidad, variedad cromática, estacionalidad). La integración de estos factores dan lugar a un único valor que mide la fragilidad visual de un punto.

ii. **Factores de visualización:** Derivados de la configuración del entorno de cada punto; entran aquí los parámetros de cuenca visual o de superficie vista desde cada punto, tanto en magnitud como en forma y complejidad. Todos estos parámetros se agregan a un único valor que mide la fragilidad visual del entorno del punto.

iii. **Factores históricos-culturales:** Tienden a explicar el carácter y las formas de los paisajes, en función del proceso histórico que los ha producido y son determinantes de la compatibilidad de forma y función de futuras actuaciones con el medio (SERNATUR, 2006).

En el **Cuadro 4.37** se presenta el modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006), el cual contempla el análisis y clasificación de los paisajes o porciones de él, en función de una selección de los principales componentes del paisaje, divididos en cuatro factores: a) biofísicos, b) visualización, c) singularidad y d) accesibilidad.

Cuadro 4.37. Criterios según el Modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006), para valorar la fragilidad paisajística, marcando en amarillo el criterio más adecuado para el área del sitio del Proyecto.

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

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

La fragilidad del paisaje en donde se encuentra los tres polígonos correspondientes al sitio del Proyecto, está determinada por factores biofísicos, de visualización, de singularidad y de accesibilidad visual, cada uno de los factores determina diferencias en la capacidad de absorción visual del paisaje, es por ello que no fue posible determinar un solo grado de fragilidad para el paisaje.

Respecto a los elementos que determinan una fragilidad baja del paisaje observado en este sitio se encontró que el relieve con pendientes 30%, el tamaño limitado de la cuenca visual por la dominancia de los primeros planos de observación y la unidireccionalidad en el flujo visual dan como resultado que el paisaje del sistema ambiental y del sitio del Proyecto tengan una media capacidad de absorción visual.

Por otro lado, las predominantes áreas boscosas con gran cobertura del suelo, así como la diversidad de especies vegetales junto con la presencia de tres estratos con dominancia del arbustivo que presenta alturas de hasta 15 m y la constante obstaculización de la vista son elementos que disminuyen la fragilidad del paisaje y que por lo tanto aumentan la absorción visual en el sitio del Proyecto y sistema ambiental.

En conclusión, analizando los factores y características de la cuenca visual, calidad paisajística y fragilidad, se puede determinar que en en el sitio del Proyecto, presenta características importantes que le dan un valor medio-alto al paisaje, aunque también presenta elementos que ya han disminuido la calidad paisajística, principalmente debido al tajo de la mina. Se considera que la perturbación al paisaje no será muy significativa y solamente contribuirá al impacto ya generado en el sitio por el tajo de la mina y el resto de las actividades relacionadas al complejo minero. Además de que el Proyecto tiene la característica de ser muy localizado perturbando una menor proporción de la calidad paisajística del SA.

IV.2.4. Medio Socioeconómico

El estado de Sonora se encuentra ubicado en la región Noroeste de la República Mexicana, se sitúa entre los 32°29' y los 26°14' de latitud Norte y entre los 108°26' y los 105°02' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. Limita al Norte con los Estados Unidos de América, al Sur con el Estado de Sinaloa, al Este con Chihuahua y al Oeste con el Golfo de California y el estado de Baja California. Se encuentra a una altitud que varía desde el nivel del mar hasta los 2,620 m.

El estado de Sonora cuenta con una extensión territorial de 179.355 km^2, lo que representa el 9.1% de la superficie del territorio nacional, se compone de 72 municipios en los cuales de acuerdo al Censo de Población y Vivienda realizado por INEGI en 2010, se alberga al 2.4% de la población nacional (2,662,480 habitantes), siendo la capital el municipio de Hermosillo.

El SA se ubica en el límite de los municipios de Nacozari de García y Villa Hidalgo. Se localiza entre las coordenadas UTM 3349976 y 3358104 de latitud norte y 633702 y 644455 de longitud oeste, a una altitud promedio de 1500 m. 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.

Dentro del SA se encuentran cuatro localidades, de las cuales Santo Domingo es la única que cuenta con información estadística disponible. Con base en esto y dado a que el número de población en el SA es escaso, para el presente estudio se tomarán como referencia las localidades cercanas que cuenten con información disponible para la representatividad social del presente aparatado. Estas son La Caridad, El Abanico y el Globo. En la **Figura 4.79**, se muestra la ubicación geográfica de las localidades ubicadas dentro y fuera del SA, así como el total de población de aquellas que cuentan con información estadística, mientras que en el **Cuadro 4.38** se proporcionan las coordenadas exactas de las localidades de referencia.

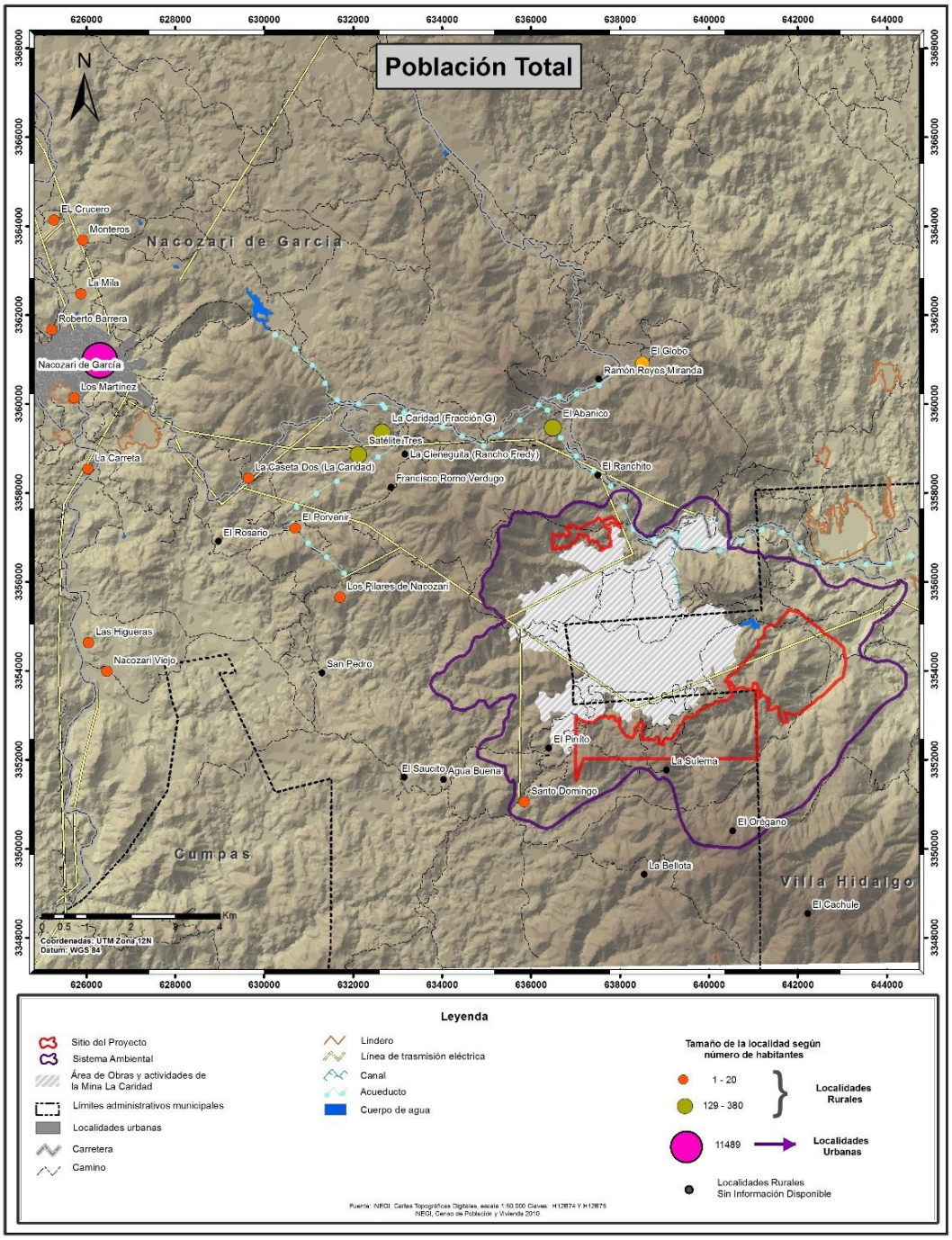


Figura 4.79. Ubicación geográfica de las localidades cercanas al SA y su población total.

Cuadro 4.38. Localización geográfica de las localidades cercanas al Sistema Ambiental

Localidad	Longitud (X)	Latitud (Y)	Altitud (msnm)
Municipio de Nacozari de García			
Santo Domingo	645800	3351004	1426
La Caridad	632649	3359361	1485
El Abanico	636493	3359470	1393
El Globo	638504	3360912	1520

Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2010; Censo de Población y Vivienda 2010; Principales resultados por localidad (ITER), (2010). Coordenadas Métricas (UTM zona 14).

IV.2.4.1. Demografía

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 realizado por el INEGI, el municipio de Nacozari de García cuenta con una población total de 12,751 habitantes, de los cuales 6, 575 son hombres y 6, 176 son mujeres, con una densidad poblacional de 7.3 habitantes por kilómetro cuadrado. Con respecto a las localidades de referencia del SA, del total de habitantes 472 son hombres y 403 son mujeres (**Cuadro 4.39**), lo que representa un porcentaje mayor de población masculina. Esto posiblemente se debe a que en estas localidades residen parte de los trabajadores de Mina la Caridad. Según la CONAPO (2015), se estima que para el 2020 en las localidades de referencia habrá un incremento poblacional del 16%, mientras que para el 2030 será de 32% con respecto al número actual de habitantes.

Cuadro 4.39. Población total por sexo en las localidades de referencia para el SA.

Localidad	Hombres	Mujeres	Población total
Municipio de Nacozari de García			
Santo Domingo	4	5	9
La Caridad (Fracción G)	200	157	357
El Abanico	200	180	380
El Globo	68	61	129

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda (2010); Principales resultados por localidad (ITER).

En el **Cuadro 4.40** se muestra la población total por grupo de edad en las localidades de referencia del SA, de acuerdo a la información obtenida en el Censo de Población y Vivienda realizado por INEGI en 2010. Con base en esto, se observa una disminución de la población activa o mayor de 18 años, lo que representa un flujo migratorio de esta hacia otras ciudades dentro y fuera del país para incorporarse al mercado de trabajo.

Cuadro 4.40. Población total por grupo de edad en las localidades de referencia para el SA.

Localidad	De 5 años y más	De 15 años y más	De 18 años y más	De 60 años y más
Municipio Nacozari de García				
Santo Domingo	9	9	9	3
La Caridad (Fracción G)	307	249	231	6
El Abanico	308	233	213	6
El Globo	122	92	80	10

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda (2010); Principales resultados por localidad (ITER).

IV.2.4.2. Economía y empleo

Un elemento que permite calificar a la población es su inserción dentro de la economía. De esta manera en el **Cuadro 4.41** se proporciona información de la población económicamente activa (PEA) e inactiva (PEI), respecto a la población total en las localidades de referencia del SA. A partir de ello, se aprecia que del total de la población que está en edad de trabajar, el 35.7% se encuentra activa y el 36.1% e inactiva. De acuerdo con el INEGI (2010) la PEA se refiere a las personas de 12 años y más que realizan algún tipo de actividad (población ocupada) o que buscan incorporarse algún tipo de empleo (población desocupada), mientras que en la población económicamente inactiva (PEI) quedan comprendidos todos aquellos individuos que dedican su tiempo a actividades como estudiar o quehaceres del hogar, pero sin realizar actividad alguna conducente a generar bienes o servicios para el estado (INEGI, 2002b). Con base en esto, para la mayoría de las localidades de referencia del SA existe un mayor número de PEI, dado a que en el mayor de los casos son los padres el sustento de la familia, mientras que las madres e hijos se dedican al hogar, al estudio y otras actividades.

Cuadro 4.41. Población económicamente activa (PEA) e inactiva (PEI) en las localidades de referencia del SA**.**

Localidad	PEA	PEI	Población total en edad de trabajar
Municipio Nacozari de García			
Santo Domingo	4	5	9
La Caridad (Fracción G)	149	121	270
El Abanico	117	134	251
El Globo	43	56	99

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda (2010); Principales resultados por localidad (ITER).

En relación a lo anterior, la PEA ocupada en las localidades analizadas representa el 97.12%, mientras que el 2.88% corresponde a la población desocupada (**Cuadro 4.42**). De acuerdo con el INEGI (2010) la población ocupada se enfoca en un 2.97% al sector primario (actividades primarias), el 29.79% al sector secundario (industria), el 51.38% al sector terciario (servicios) y el 15.85% a ninguna actividad específica.

Ahora bien, desde una perspectiva estatal, Sonora aporta el 2.6% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional, desarrollándose principalmente en el sector terciario correspondiente a servicios. Las actividades con una mayor aportación al PIB estatal es la industria manufacturera (19.87%), comercio, restaurantes y hoteles (17.56%), y los Servicios financieros e inmobiliarios (12.16%), esto de acuerdo al Sistema de Cuentas Nacionales de México (INEGI, Producto Interno Bruto por Entidad Federativa, 2005-2009).

Cuadro 4.42. Población ocupada y desocupada en las localidades de referencia para el SA.

Localidad	PEA	PEI
Municipio Nacozari de García		
Santo Domingo	4	5
La Caridad (Fracción G)	149	121
El Abanico	117	134
El Globo	43	56

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda (2010); Principales resultados por localidad (ITER).

IV.2.4.3. Marginación

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

Por su parte, la CONAPO (2010) indica que el índice y grado de marginación es una medida que permite diferenciar entidades federativas, municipios y localidades según el impacto global de las carencias que padece la población, como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas y la percepción de ingresos monetarios insuficientes. Con base en esto, el grado de marginación para los municipios de Nacozari de García y Villa Hidalgo es muy bajo, lo que significa un nivel deseable en comparación con otros municipios del estado como Quiriego (**Figura 4.80**). Al igual que el grado de marginación municipal, las localidades de referencia del SA cuentan con un nivel muy bajo, lo que obedece en parte a las ventajas del estado de Sonora de posicionarse en el límite fronterizo de Estados Unidos de América (**Cuadro 4.43**).

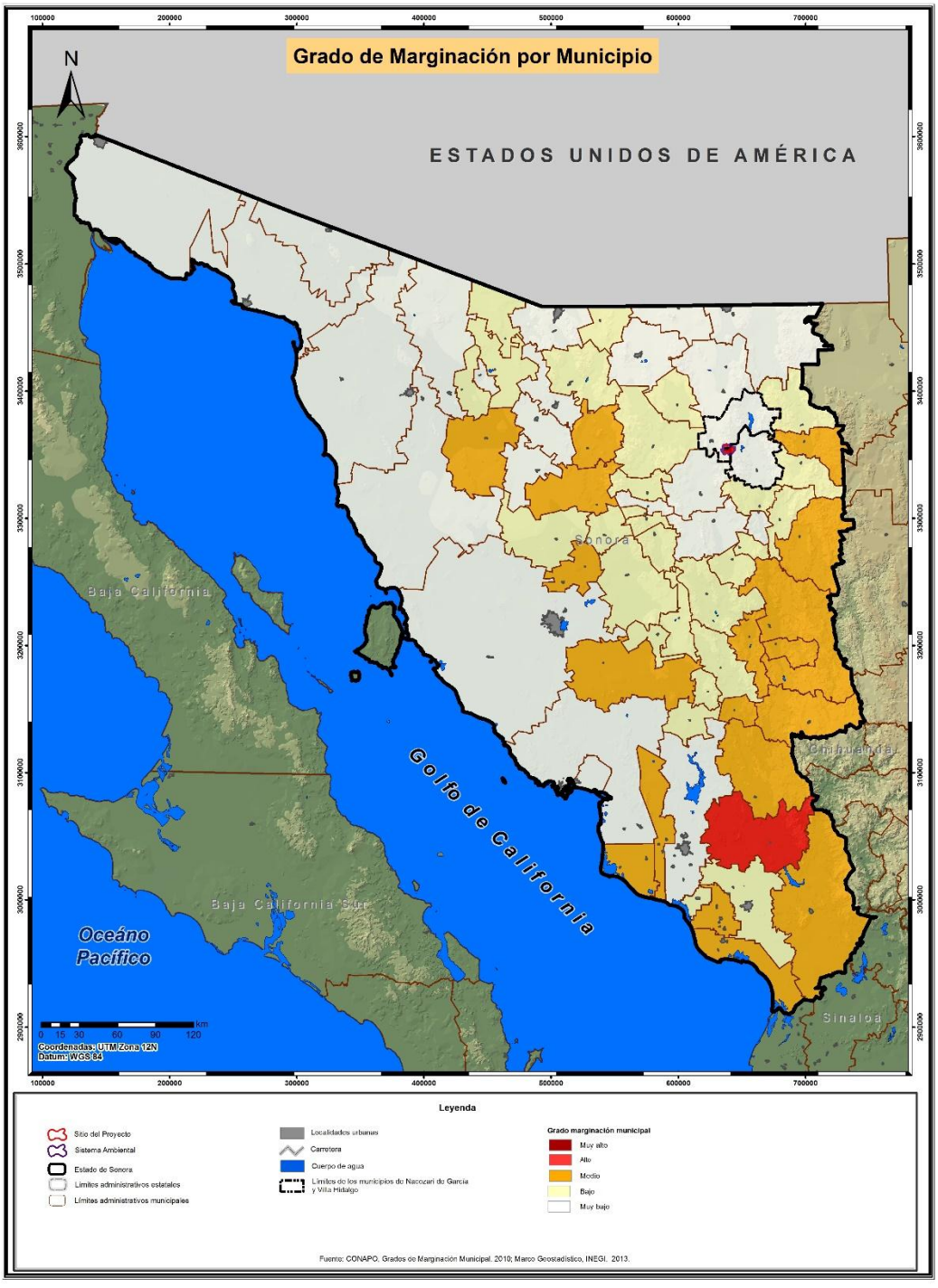


Figura 4.80. Grado de marginación por municipio en relación al SA y Sitio del Proyecto.

Cuadro 4.43. Indicadores Socioeconómicos, Índice y Grado de Marginación en las localidades de referencia para el SA.

Indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación				
Indicadores	**Localidad**			
	Santo Domingo	La Caridad	El Abanico	El Globo
Población total	9	357	380	129
% Población de 15 años o más analfabeta	0	0	0	0
% Población de 15 años o más sin primaria completa	55.6	0.8	2.1	0
% Viviendas particulares habitadas sin excusado	0	0	0	0
% Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	0	0	0	0
% Viviendas particulares habitadas sin disponibilidad de agua entubada	0	0	0	0
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	20	0.23	0.24	0.29
Índice de marginación	-1.40	-1.66	-1.61	-1.69
Grado de Marginación	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
Índice de marginación escala 0 a 100	3.54	1.48	1.90	1.25
Lugar que ocupa en el contexto estatal	1907	106909	106586	107094
Lugar que ocupa en el contexto nacional	104967	1,997	1987	2002

Fuente: CONAPO. Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio (2010).

IV.2.4.4. Servicios

IV.2.4.4.1. Salud

La atención médica es prestada a la población de las localidades del SA por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y el Seguro Popular, este último está encargado de prestar el servicio a la población no derechohabiente que no se encuentra afiliada a ninguna institución de salud pública.

En el **Cuadro 4.44** se presenta la población derechohabiente por institución de salud pública, así como la población no derechohabiente respecto a la población total de las localidades del SA. Aquí se observa que, del total de la población derechohabiente, 816

habitantes los concentra el IMSS, 7 el Seguro Popular, y 2 el ISSSTE. Esto revela, en el caso de los afiliados al IMSS, la inserción laboral de personas a empresas privadas bajo un esquema de aportaciones obrero-patronales, en tanto, el número de afiliados al Seguro Popular indica las personas que no cuentan con un trabajo bajo un régimen asalariado. Es de destacar que de la población total, sólo 38 habitantes no se encuentran registrados como derechohabientes a algún servicio de salud pública.

Cuadro 4.44. Población derechohabiente y no derechohabiente en Nacozari de García.

Localidad	Población Derechohabiente				Población NO Derechohabiente	Población Total
	IMSS	ISSSTE	Seguro Popular	Otros		
Municipio de Nacozari de García						
Santo Domingo	3	1	2	0	3	9
La Caridad (Fracción G)	343	1	1	8	4	357
El Abanico	342	0	4	4	30	380
El Globo	128	0	0	0	1	129

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda (2010); Principales resultados por localidad (ITER).

IV.2.4.4.2. Educación

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, la media del grado promedio de escolaridad para las localidades de referencia del SA es de 9.37 años de estudio, lo que representa un nivel escolar regular. De esta manera, de cada 100 habitantes de entre 15 y 24 años, 2 no saben leer y ni escribir, mientras que 2 de cada 100 personas de entre 6 y 11 años no asisten a la escuela. En el **Cuadro 4.45** se presenta el grado promedio de escolaridad para cada una de las localidades de referencia del SA.

Cuadro 4.45. Grado Promedio de Escolaridad en las Localidades de Referencia para el SA

Localidad	Grado promedio de escolaridad
Municipio de Nacozari de García	
Santo Domingo	5.22
La Caridad	13.42

Cuadro 4.45. Grado Promedio de Escolaridad en las Localidades de Referencia para el SA

Localidad	Grado promedio de escolaridad
El Abanico	9.51
El Globo	13.6

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda (2010); Principales resultados por localidad (ITER).

IV.2.4.5. Factores socioculturales

Según el Censo de Población y Vivienda 2010 realizado por INEGI, las localidades del SA cuentan con una población de 776 habitantes de religión católica, 50 de religiones protestantes, evangélicas y bíblicas, y 42 habitantes no cuentan con alguna religión.

Con respecto a las costumbres y tradiciones, estas son diversas en cada una de las localidades de referencia del SA por el tipo de creencias y el contexto histórico y geográfico en el que se desenvuelven, sin embargo, al no existir información específica para cada una de ellas, se presentará información general del municipio de Nacozari de García donde se localizan estas localidades.

En correspondencia con lo anterior, el 7 de noviembre en este municipio se celebra el aniversario de la muerte de Jesús García Corona, conocido como el héroe de Nacozari y por quien éste municipio lleva su nombre, debido a que salvo a una gran cantidad de personas al evitar que una locomotora cargada de dinamita destinada a excavaciones mineras explotara en la estación de Nacozari, conduciéndola así a las afueras de la población hasta que finalmente explotaron los vagones. En esta fecha es conmemorado el día del Ferrocarrilero (INAFED, 2015).

Nacozari de García ha sido desde sus orígenes en el siglo XVII un pueblo dedicado a la minería, principalmente a la extracción de cobre. Los alimentos típicos de la región son la machaca, el menudo, caldo de queso y el cocido; así como el dulce de membrillo y el cubierto de calabaza, particularmente en el municipio de Nacozari de García, se acostumbra comer carne asada, frijoles meneados y tortillas de harina. La bebida de tradición es el Bacanora (INAFED, 2015).

IV.2.5. Diagnóstico ambiental

Con base en todo lo antes expuesto en este capítulo se analizan enseguida los principales componentes físicos, bióticos y socioeconómicos del sitio del Proyecto (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte) y SA, haciendo énfasis en el grado de conservación mediante un análisis de valoración de los diferentes componentes y sus capacidades de asimilar probables impactos ambientales (homeostasis y resiliencia).

De manera general, los tres poligonos que forman el sitio del Proyecto se localizan en una zona conservada con un solo agente de presión por la presencia de la mina de cobre que a su vez fomenta diversa actividad humana y lleva consigo acciones como el establecimiento de infraestructura, caminos explotación de recursos, entre otras.

IV.2.5.1. Integración e interpretación del inventario ambiental

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

IV.2.5.1.1. Descripción del Sistema Ambiental.

El SA del Proyecto cuenta con dos tipos de clima clasificados como semiárido templado y semiárido semicálido. Este clima BS1k(x') es un clima intermedio entre los climas áridos (BW) y húmedos (A o C), con un cociente de precipitación/temperatura (P/T) mayor de 22.9, con lluvias en verano y con más del 18% de la precipitación anual en el invierno. La temperatura media anual es entre 12 y 18°C; en el mes más frío entre -3 y 18°C; y en el mes más caliente, mayor de 18°C. El clima BS1h(x'), "semiárido semicálido" es intermedio con un cociente de precipitación/temperatura (P/T) mayor de 22.9, con lluvias en verano y con más del 18% de la precipitación anual en el invierno. La diferencia entre estos dos tipos de clima es la temperatura que presenta su media anual mayor de 18°C y en el mes más frío menor de 18°C. La temperatura promedio anual oscila entre 19.5°C y 21°C; con una temperatura máxima promedio de 28.9°C y una mínima promedio de 10.2°C. La precipitación media anual

oscila entre 386.3 y 578.8 mm. En el SA se observa una humedad de suelo de 4 meses de duración de diciembre a marzo.

El SA se localiza en el límite de la Provincia Fisiográfica "Sierra Madre Occidental". Tanto el SA como el sitio del Proyecto forma parte de la Subprovincia "Sierras y Valles del Norte" la cual está caracterizada por sierras separadas por amplios valles paralelos con orientación Norte-Sur como son las Sierras de los Ajos, El Manzanal, La Elenita y la Mariquita. En el SA se identificó la unidad geomorfológica denominada Sierra Alta la cual está caracterizada por un conjunto de sierras, cuyas elevaciones varían de los 1,500 a los 2,500 msnm, estas sierras se encuentran escarpadas en algunas partes, dependiendo del tipo de roca; las pendientes de 30 %.

En el SA se encuentran afloramientos de origen ígneo y sedimentario del periodo Terciario en especial del Paleógeno. Las unidades más expuestas en el SA pertenecen al "Complejo Volcánica de la Sierra Madre Occidental" cubriendo parte del SA en el oeste, noroeste y norte. Del paleoceno se reconocen andesitas, tobas andesíticas, piroclásticos y brechas andesíticas en el SA. Durante del eoceno se formaron latitas-andesitas con aisladas coladas riodacíticas y traquíticas y al final del eoceno ocurrieron erupciones de carácter riolítica (tobas) y flujos de riolita. En el oligoceno los eventos volcánicos produjeron rocas basálticas y andesíticas esta formación subyace a una secuencia de tobas riolíticas y riolitas que están expuestas al norte del SA. Las unidades ígneas intrusivas que dieron lugar a la Mina Caridad son resultado del emplazamiento del Batolito Laramide durante el Cretácico superior al Terciario.

En la parte nororiental del SA se detectó una falla normal de dirección noroeste-sureste. El SA presenta escasas probabilidades de riesgo por sismo. Los tres polígonos que forman el sitio del Proyecto no tienden a inundarse debido a la pendiente que representa la topografía y las características climáticas de la zona. No se presenta susceptibilidad a fenómenos tales como deslizamientos, derrumbes u otros movimientos de tierra.

En el SA se encuentra en mayor parte el tipo de suelo Luvisol, solamente una pequeña parte es Leptosol. Los Luvisoles son pardo-grisáceos y muestran evidencias de

redistribución de arcilla y/o materia orgánica. Son suelos fértiles en la mayoría y apropiados para usos agrícolas, en áreas con pendiente se favorece huertos, forestales y/o pastoreo. Son susceptibles a erosión cuando contienen un alto contenido de limo y se labran mojados con maquinaria pesada. En pendientes fuertes requieren medidas de control de la erosión en especial cuando se trata de la fragmentación de áreas de bosques. Los Leptosoles son suelos someros sobre roca dura o material altamente calcáreo, se encuentran principalmente en tierras de mediana altitud o una topografía altamente disectada, particularmente en áreas fuertemente erosionadas, su mejor apariencia es bajo bosques. Tienen buen drenaje superficial, la erosión es considerable cuando se trata de un área sobreexplotada ambientalmente con el deterioro de los bosques o vegetación y por afectaciones debidas a actividades de origen humano.

El SA se ubica en la Cuenca Hidrológica Río Yaqui, la cual forma parte de la Región Hidrológica RH 9 "Sonora Sur". El SA abarca partes de dos subcuencas hidrológicas, la parte occidental se encuentra en la subcuenca Rio Moctezuma (RH09Bh) y la parte oriental en la subcuenca Rio Bavispe Bajo (RH09Bd). Las dos subcuencas se presentan en forma alargada en dirección Norte-Sur. La principal corriente superficial de la subcuenca hidrológica R. Moctezuma es el Río Moctezuma el cual fluye de norte a sur hasta su confluencia con el Río Yaqui. La corriente principal de la subcuenca hidrológica R. Bavispe Bajo es el Río Bavispe, un río casi perenne cuyos escurrimientos están controlados por la Presa Lázaro Cárdenas (La Angostura). El sitio del Proyecto se encuentran en la parte de la mina que pertenece a la subcuenca hidrológica R. Bavispe Bajo Sur solamente una pequeña parte del polígono Bella Unión abarca partes de la subcuenca hidrológica R. Moctezuma y el arroyo Agua Buena y en la parte sur está el arroyo Rastritas. El principal afluente en la parte oriental del SA que cruza la parte oriental del polígono Bella Unión y limita el polígono Cachuly en el sur es el arroyo Los Aguajes el cual se confluye con el arroyo Guadalupe en el límite oriental del polígono Cachuly. Todos los arroyos son de carácter intermitente. El limite oriental del polígono Francisca Norte forma el arroyo El Globo el cual se encuentra afectada por las actividades de la mina parcialmente obstruyendo su cauce por la tepetatera.

El SA se ubica en dos acuíferos administrativos en el noreste del estado de Sonora, los cuales se denominan acuífero 2652 Villa Hidalgo en la parte occidental y acuífero 2661 Cumpas en la parte oriental del SA. Los dos acuíferos presentan condiciones heterogéneas y anisotrópicas, de tipo libre. El SA y el sitio del Proyecto están constituidos por material consolidado con posibilidades bajas de conformar acuíferos. La calidad de las aguas subterráneas en estos acuíferos es buena, apto para todos los usos. Ambos acuíferos tienen disponibilidad de otorgar nuevas concesiones para la extracción de agua subterránea.

En el SA se desarrollan seis tipos de vegetación: Bosque de Encino (36.15 %), Sin Vegetación Aparente (27.37%), Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (22.93 %), Matorral Desértico Micrófilo (7.79%), Pastizal Natural (3.66 %) y Bosque de Encino-Pino (2.12 %), el 44.16 % restante corresponde al tajo de la mina, área que se encuentra desprovisto de vegetación. En el polígono correspondiente a Cachuly presenta Bosque de Encino (0.17 ha), Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (202.62 ha), Pastizal Natural (17.78 ha) y Matorral Desértico Micrófilo (145.20 ha). En el polígono correspondiente a Bella Unión está conformado por Bosque de Encino (289.93 ha), Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (41.09 ha) y Pastizal Natural (44.85 ha). Y para el polígono correspondiente a Francisca Norte está formado por Bosque de Encino (12.50 ha), Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (10.24 ha) y Pastizal Natural (28.11 ha). En el polígono correspondiente a Cachuly se registró 24 especies pertenecientes a 9 familias entre las de que destacan las Fabaceae y Poaceaes, en el polígono correspondiente a Bella Unión se reporta 25 especies y 9 familias de las cuales las más importantes son Fagaceas y Poaceas y por último en el polígono correspondiente a Francisca Norte se encontraron 21 especies pertenecientes a 7 familias las cuales igual que en Bella Unión las Fagaceas y Poaceas son las que sobresalen. En los tres poligonos no se registraron especies dentro de alguna categoría listada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El SA queda incluido la división de la región neártica. A nivel SA, se tiene un registro bibliográfico de 14 familias, distribuidas en 20 géneros y 24 especies, las cuales se distribuyen de la siguiente manera: 2 especies son de anfibios, 9 de reptiles, 8 de aves y 5

de mamíferos. En el sitio del Proyecto obtuvo un registro total de 25 especies, las cuales se encuentran distribuidas en 21 familias y 24 géneros, donde se incluyen 1 especies de reptiles, 20 de aves y 4 de mamíferos. Ninguna especie de anfibio fue registrado durante el periodo que comprendió el muestreo. Ninguna se considera de carácter endémico dentro del ninguno de los tres polígonos que conforman el sitio del Proyecto. Ninguna se encuentra listada en alguna categoría de riesgo dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

La cuenca visual en el terreno está limitada a consecuencia de la morfología. Desde lo puntos más elevados se alcanza una visibilidad más amplia de los tres poligonos que forman el sitio del Proyecto. De manera general el Sistema Ambiental se encuentra poco alterado hacia el oeste y sur, hacia el este se observa toda la perturbación por la alteración de la vegetación y el relieve por la apertura del tajo de la mina. El sitio del Proyecto muestra una alta naturalidad, con la característica de presentar un conjunto de sierras cubiertas por bosque de encino en buen estado de conservación. El sitio del Proyecto presenta una calidad paisajística media-alta. La fragilidad del paisaje en donde se encuentran los tres polígonos que forman el sitio del Proyecto, está determinada por factores biofísicos, de visualización, de singularidad y de accesibilidad visual, cada uno de los factores determina diferencias en la capacidad de absorción visual del paisaje, es por ello que no fue posible determinar un solo grado de fragilidad para el paisaje.

El sitio del Proyecto se ubica en el municipio de Nacozari de García casi en el límite con el municipio de Villa Hidalgo, Sonora. El municipio cuenta con una población total de 12,751 habitantes, de los cuales 6, 575 son hombres y 6, 176 son mujeres, con una densidad de población de 7.3 habitantes por kilómetro cuadrado. El índice de marginación para el municipio de Nacozari de García y Villa Hidalgo es muy Bajo. Alrededor de un 35.7% de la población total en el municipio de Nacozari de García se encuentra económicamente activa y el 36.1% e inactiva. La población ocupada se enfoca en un 2.97% al sector primario (actividades primarias), el 29.79% al sector secundario (industria), el 51.38% al sector terciario (servicios) y el 15.85% a ninguna actividad específica.

En el **Cuadro 4.46** se muestran los diferentes componentes del SA por separado y se describen sus características más destacadas.

Cuadro 4.46. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental (SA), descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
Clima	El clima está determinado por varios factores, entre los que se encuentran la altitud sobre el nivel del mar, la latitud geográfica, las diversas condiciones atmosféricas y la distribución existente de tierra y agua. Los elementos del clima (precipitación, evaporación, temperatura, viento) tienen una gran influencia a los componentes del SAR, como se presentan en el tipo de vegetación, en el desarrollo y humedad de suelo o en la manera de escurrimiento provocando una erosión (eólica o hídrica) más o menos significativa. Diferentes servicios ambientales pueden variar en función de los factores que determinan el clima. La regulación del clima de los ecosistemas corresponde a un servicio ambiental muy importante, ya que la mayor parte de los componentes de cualquier ecosistema son sensibles a las condiciones climáticas. Un cambio en la cobertura vegetal puede provocar alteraciones en el microclima; una remoción de la cobertura vegetal provoca cambios de los patrones energéticos (el flujo latente y sensible) y el albedo (Chapin *et al*., 2002). Estos cambios se pueden mostrar por un aumento de temperatura y reducción de precipitación.	La remoción de la cubierta vegetal en 802.50 ha correspondientes a los tres poligonos que forman el sitio del Proyecto implica una disminución en la evapotranspiración al disminuir la cubierta vegetal. Por otro lado, la remoción de la vegetación provoca la liberación del carbono que fue capturado mediante fotosíntesis, tanto en las diferentes estructuras de las plantas (vivas y muertas), como en el suelo. Lo anterior pudiera provocar cambios en el microclima de la región o microcuenca. El microclima del SA está fuertemente determinado por los efectos de la orografía que afecta la circulación atmosférica local. Se espera que la orografía sea afectada en el sitio, por lo que la circulación atmosférica será modificada. Así mismo los cambios que pudieran provocarse en el clima local se prevé serán mínimos dado que el Proyecto comprende una superficie total correspondiente al 14.7 % con respecto a la superficie del SA.

Cuadro 4.46. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental (SA), descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
Relieve y geomorfología	Las unidades geológicas y el desarrollo tectónico del sitio determinan la imagen paisajística con las diferentes topoformas geomorfológicas y el relieve las cuales en combinación con los elementos climatológicos influyen en el nivel de erosión hídrica y eólica. En caso de precipitaciones máximas se pueden generar aumentos en la escorrentía de forma turbulenta y según el material geológico el volumen arrastrado. Para mitigar el efecto de erosión hídrica, la vegetación juega un rol importante. En zonas donde la densidad vegetal es mayor, la erosión del suelo por el agua es menor	Se identificó la unidad geomorfológica denominada Sierra Alta la cual está caracterizada por un conjunto de sierras, cuyas elevaciones varían de los 1,500 a los 2,500 msnm, estas sierras se encuentran escarpadas en algunas partes, dependiendo del tipo de roca; las pendientes varían de 15 a 20 %. En general no se presenta riesgo de deslizamientos ni derrumbes en la zona. Como resultado de las actividades del Proyecto, el relieve será eliminado en su totalidad por la apertura del tajo. Los polígonos del sitio de proyecto se encuentran en la parte de la mina que pertenece a la subcuenca hidrológica R. Bavispe Bajo Sur solamente una pequeña parte del polígono bella Unión abarca partes de la subcuenca hidrológica R. Moctezuma donde ya se encuentra afectada el arroyo Agua Buena por una tepetatera de la mina. Así mismo como resultado de las actividades del Proyecto, la erosión eólica se verá favorecida al eliminar toda la vegetación y cambiar el relieve de la zona.

Cuadro 4.46. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental (SA), descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
Suelo	Las propiedades del suelo tienen una gran influencia en diferentes controles de procesos ecológicos. Este recurso juega un rol muy importante en los ciclos de carbono, nitrógeno y agua; y es importante para el crecimiento de vegetación. (Chapin *et al*., 2002). Las acciones humanas influyen directamente en este recurso, pues el uso agropecuario, uso de fertilizantes, la irrigación y el cambio de uso de suelo, pueden provocar cambios en sus propiedades. Los procesos de erosión eólica (temporada de sequía) e hídrica (temporada de lluvias torrenciales), clima, topografía, vegetación y características particulares del tipo y uso del suelo, determinan su vulnerabilidad.	El suelo en el Sistema Ambiental es en su mayoría Luvisol, el cual es susceptible a erosión cuando se labran mojados con maquinaria pesada, además en pendientes fuertes, como es el caso de estos sitios, requiere medidas de control de la erosión en especial en las zonas donde quedará fragmentado el bosque de encino. La disminución de la cobertura forestal principalmente por cambio de uso de suelo, contribuirá a la pérdida o alteración del suelo dentro de los SP y SA. El proceso de CUS implica la remoción del suelo y la materia orgánica en él, de esta manera el carbono almacenado es liberado a la atmósfera modificando el ciclo del carbono y las proporciones del mismo en la atmosfera, pudiendo contribuir al efecto invernadero. Para el desarrollo de los proyectos se afectará una superficie de 802.50 ha (14.7 %) dentro del SA, por lo anterior, las afectaciones al suelo serán mínimas en cantidad aunque si tomamos en cuenta las afectaciones previas, el proyecto actúa acumulativamente en sus perturbaciones a este elemento del ambiente.

Cuadro 4.46. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental (SA), descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
Hidrología superficial	Las condiciones climatológicas y geológicas del sitio determinan los patrones de drenaje y los caudales de los escurrimientos. Cualquier modificación en las características geomorfológicas y del relieve que sea de forma natural o por acciones humanas influye en los patrones y caudales. Disturbios ocasionados por la actividad humana afectan la cantidad y/o calidad del escurrimiento, tales como procesos como el cambio de uso de suelo (infiltración y escurrimientos), construcción de viviendas (abastecimiento y aguas residuales), nivelación de terrenos y pavimentación (escurrimientos), entre otros.	Dentro del SA se pueden encontrar dos subcuencas en las que se desarrollaban diversos escurrimientos intermitentes como son Agua Buena. En la parte sur del polígono Bella Unión se localiza el arroyo Rastritas que no va a ser afectado por las operaciones propuestas para este polígono. El principal afluente en la parte oriental del SA que cruza la parte oriental del polígono Bella unión y limita el polígono Cachuly en el sur es el arroyo Los Aguajes el cual se confluye con el arroyo Guadalupe en el límite oriental del polígono Cachuly. Todos los arroyos son de carácter intermitente.Esta característica está relacionada con la geomorfología característica de la provincia fisiográfica. Sin embargo, el estado actual del SA en su parte occidental se encuentra conservada en su mayoría, mientras la parte Este ha sido totalmente afectada por las actividades de extracción en el tajo de la mina. En el polígono Francisca Norte donde los escurrimientos se descargan directamente al patio de lixiviación o los cauces son obstruidos por las actividades de la mina. El limite oriental del polígono Francisca Norte forma el arroyo El Globo el cual se encuentra afectada por las actividades de la mina parcialmente obstruyendo su cauce por la tepetatera. En definitiva la hidrología superficial de esta microcuenca se está alterando por actividades previas y se seguirá afectando con este Proyecto.

Cuadro 4.46. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental (SA), descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
Hidrología subterránea	Los acuíferos constituyen una fuente de agua muy importante para concentraciones humanas e industriales, especialmente en zonas áridas y semiáridas; asimismo, el agua constituye un soporte a los ecosistemas naturales. A medida que una población o la industria crece y el uso de suelo se hace más extenso, se incrementa la demanda de fuentes alternas de agua. Por esta razón es importante un manejo sustentable, y se tiene que mantener la recarga de acuíferos, así como la buena calidad del agua y evitar que se contamine. Las principales fuentes de contaminación son las aguas residuales municipales, aguas residuales industriales y la agricultura (uso de fertilizantes y pesticidas).	Los dos acuíferos en los que se localiza el SA, Cumbas y Villa Hidalgo presentan condiciones similares, con una buena calidad del agua, apta para todos los usos y con buena recarga y poco aprovechamiento lo que representa una disponibilidad de otorgar nuevas concesiones para la extracción. Las características de permeabilidad del SA indican que las fuentes de recarga son la infiltración de la lluvia en el valle, de los escurrimientos generados en las zonas serranas que delimitan el acuífero, así como el agua que se infiltra en las zonas topográficamente altas. En relación a esto, se espera que la recarga del acuífero sea afectada mínimamente como consecuencia de la alteración de los escurrimientos al valle, principalmente.
Vegetación y uso de suelo	El tipo de vegetación es uno de los componentes más importante de un ecosistema. Varios procesos ecológicos y biológicos dependen de este recurso, presentando un papel importante en la regulación de clima, retención de suelo y regulación de ciclos de agua, nitrógeno, carbono, entre otros (Chapin *et al*., 2002). Por otro lado, la vegetación es usada como materia prima para la generación de energía, material para la construcción, alimento y forraje para animales domésticos. Finalmente, este recurso es un elemento clave en el contexto de los bienes y servicios ambientales que puede ofrecer un ecosistema.	En el SA la vegetación natural del sitio se encuentra en buen estado de conservación y poco perturbado. El bosque de encino es cerrado y presenta buena diversidad de especies nativas. La presencia de leguminosas en ambos tipos de vegetación añade una importancia biológica, sumada a la ya importancia de los encinos como reguladores de los ciclos biogeoquímicos, del clima y ecológicos. Así mismo la vegetación como base de la red trófica es apta para la distribución de especies de fauna, completando así la función ecosistémica del sitio. El desarrollo del proyecto implicará la remoción de vegetación, eliminando así todo tipo de bienes y servicios ambientales que ofrece el ecosistema en un área de 802.50 ha correspondiente al 14.7 % del SA.

Cuadro 4.46. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental (SA), descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
Fauna	La presencia de fauna silvestre depende mucho de la cobertura vegetal, tipo de uso de suelo y calidad de su hábitat natural. Características como presencia, composición, diversidad y abundancia, son indicadores de la calidad de un ecosistema. Los disturbios humanos (cacería, fragmentación del paisaje, destrucción del hábitat natural y competencia con animales domésticos) afectan directamente e indirectamente la presencia de la fauna silvestre.	El proceso de fragmentación, en este caso producto de las actividades humanas, desencadena una serie de modificaciones en los procesos ecológicos y por consecuencia impacta flora y fauna y como respuesta, de los suelos y el agua también. La presencia de anfibios dentro del SA indica una buena condición de la vegetación presente, sin embargo a nivel sitio del Proyecto no fue posible registrar anfibios. No se registraron especies endémicas ni enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo las especies encontradas en el sitio del Proyecto estarán susceptibles a limitar su distribución. Como resultado de las actividades del Proyecto se prevé que la fauna se desplazará hacia el oeste o sur ya en estas direcciones se encuentran condiciones conservadas y favorables para su desarrollo. Además la presencia del cauce del arroyo sirve como corredor para que se desplacen fuera del SA. El SA se encuentra ubicado fuera de Áreas Naturales Protegidas.

Cuadro 4.46. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental (SA), descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
Paisaje	El paisaje se puede identificar como el conjunto del medio, contemplando éste como un indicador y síntesis de las interrelaciones entre los elementos inertes (rocas, agua, aire) y vivos (flora, fauna y humano). Existen diferentes tipos de contaminantes paisajísticos: los físicos y biológicos, es decir, todas aquellas acciones que indirectamente interfieren desfavorablemente con el sentido de la vista del ser humano, afectando principalmente la visibilidad o calidad paisajística (Conesa, 2010). Por otro lado, existen disturbios directos en forma de modificación del paisaje, que afectan la naturalidad o singularidad, como es el cambio de uso de suelo, cambios topográficos, modificación del recurso agua, introducción de nuevas estructuras, obras de ingeniería, ruidos continuos, materiales y colores inadecuados, entre otros (Conesa, 2010).	De manera general el paisaje dentro del Sistema Ambiental está alterado por el tajo de la mina. Los tres poligonos que forman el sitio del Proyecto muestran una alta naturalidad, con la característica de presentar un conjunto de sierras cubiertas por bosque de encino en buen estado de conservación. Los tres poligonos que forman el sitio del Proyecto presentan una calidad paisajística media-alta. La fragilidad del paisaje depende del factor que se tome en cuenta. La topografía, el fondo escénico y la vegetación se perciben desde cualquier punto. La presencia de fauna aumenta la calidad visual del sitio. Las actividades humanas, se observan desde puntos altos y atrae mucho la visibilidad disminuyendo la calidad paisajística. Aunque el paisaje será afectado por las actividades del proyecto, la superficie que será afectada así como las características similares en el resto del SA minimizan los impactos generados en el sitio del Proyecto.

Cuadro 4.46. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental (SA), descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
Componente social y economía	En el componente socioeconómico podemos encontrar cuatro grupos de factores fundamentales: sociodemográficos, socioculturales, socioeconómicos y servicios de salud (Alfonso y Calderín, 2002). Estos factores interactúan constantemente y algunas de sus repercusiones se ven reflejadas en la satisfacción de las necesidades básicas, la alimentación, uso del suelo, salud, vivienda, trabajo, educación, cultura infraestructura, entre otros. Alteraciones de este componente están vinculadas con los medios bióticos y abióticos; comportándose al mismo tiempo como sistema receptor.	El área urbana más próxima al SA es la localidad de Nacozari de García. La actividad minera y profesiones relacionadas a esta actividad, son una fuente de trabajo importante en la región. Los habitantes de la región que reciben los beneficios económicos pero también pueden sufrir otros problemas derivados de esta actividad. La distancia de la localidad más cercana no implica afectación directa a la población por las actividades del Proyecto. En cuanto al aspecto social, la preparación del sitio del proyecto así como las actividades posteriores a la operación (Reforestación) implican la creación de nuevas fuentes de empleo.

IV.2.5.2. Síntesis del inventario ambiental.

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

Las presiones a las que se encuentra sometido el medio ambiente son varias, principalmente las relacionadas con las actividades humanas y en particular, con las actividades de la Mina La Caridad en el SA en estudio. Se observa que la vegetación natural ha sufrido y sufrirá una degradación y fragmentación, aunado esto a la alteración del paisaje. Todo lo anterior inducido por el hombre, tanto en los tres poligonos que forman el sitio del Proyecto como en el SA. Como resultado de estas actividades, se

encuentran el depósito de tepetates sobre la vegetación, cauces de arroyos y el suelo, así como la extracción de material en el tajo de la mina. Antes del desmonte y despalme, se realizará el ahuyentamiento de fauna lo que reducirá impactos a la misma al permitirles desplazarse a zonas conservadas en los alrededores del SA.

El disturbio que se observa en el SA ocasionado por las actividades de Mina La Caridad (44.16 % del SA) y su depósito de tepetates actual ha tenido influencia en el funcionamiento del ecosistema principalmente al interceptar el flujo de los arroyos Agua Buena, Los Aguajes y Guadalupe. En lo que resta del SA el ecosistema presenta alta naturalidad resultado de los tipos de ecosistemas presentes (55.84 %). Sin embargo la superficie del sitio del Proyecto disminuirá superficie en el sistema ambiental con alta naturalidad (11.7 %).

La remoción de la vegetación natural por cambio de uso de suelo ha afectado la calidad del hábitat de la fauna silvestre, provocando su desplazamiento hacia lugares que presentan una mayor conservación. En el SA estas zonas se encuentran al oeste, pero principalmente al sur, fuera del SA. Las zonas montañosas cubiertas de bosque son las que proporcionan espacios para que la fauna se desarrolle.

Los cambios en los ecosistemas y en el paisaje provocados por actividades de origen humano, tales como la deforestación son reconocidas como las principales causas por las que la regulación climática pudiera estar en riesgo, y sus efectos podrían alterar la integridad y calidad de vida de las poblaciones humanas. En el caso específico de este Proyecto, los efectos conocidos por la deforestación serán: impactos sobre la captura de carbono, retención e infiltración de agua, interacciones climáticas, regulación de ciclos biogeoquímicos, así como disminución de la biodiversidad serán evidentes en las áreas ocupadas por el Proyecto.

Cabe resaltar, que los sitios donde se pretende realizar el Proyecto no se localizan cerca de algún Área Natural Protegida Federal ni Estatal, que no se encontraron especies endémicas de flora y fauna y que ninguna especie registrada se encuentra enlistada bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En cuanto al aspecto social, dado que los tres poligonos que forman el sitio del Proyecto no se encuentran cercano a alguna población o centro urbano ni rural, los impactos tanto negativos como positivos serán mínimos.

En conclusión se puede decir que los elementos que se verán más impactados a consecuencia de las actividades del Proyecto serán el paisaje, la vegetación y la hidrología superficial. Considerando que la superficie del proyecto representa una mínima superficie del SA (14.7 %), que existen paisajes similares en el resto del SA y alrededores, que la vegetación circundante es similar a la del sitio del Proyecto y que la cuenca hidrológica posee diversas escorrentías fuera del sitio del Proyecto; los Proyectos no tendrá mayores afectaciones. Así mismo, medidas de mitigación de los impactos ocasionados serán consideradas.

MINERA MEXICO
GRUPO MEXICO

CAPÍTULO V

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular para el Proyecto denominado "Desarrollo de las actividades de explotación, depósito de tepetate y mineral lixiviable, en los polígonos de Bella Unión, Cachuly y Francisca Norte" en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V., a ubicarse en Nacozarí de García, estado de Sonora.

cesca
CENTRO DE ESTUDIOS, SERVICIOS Y CONSULTORÍAS AMBIENTALES

Octubre 2016

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 5

V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 6

V.1.1. Identificación de impactos 7

V.1.1.1. Lista de verificación 7

V.1.1.2. Selección de indicadores ambientales de impacto 8

V.1.1.3. Matriz de cribado de identificación de impactos 10

V.1.2. Evaluación de impactos 17

V.1.3. Elección de criterios de valoración de impactos 17

V.1.3.1. Elaboración de la Matriz de Cribado de Categorías del Índice de Significancia de impactos. 18

V.2. Descripción de impactos. 26

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 5.1. Lista de verificación de las etapas y actividades del Proyecto. 8

Cuadro 5.2. Indicadores ambientales propensos a ser afectados por la implementación del Proyecto. 9

Cuadro 5.3. Matriz de identificación de los posibles impactos a generar por etapa del desarrollo del Proyecto. 12

Cuadro 5.4. Impactos identificados por factor ambiental del Proyecto. 14

Cuadro 5.5. Matriz de categorías del índice de significancia de impactos, que presentan los resultados obtenidos de la evaluación de la memoria de cálculo para el Proyecto. 20

Cuadro 5.6. Número de impactos ambientales por categoría del índice de Significancia, por etapa del Proyecto. 23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5. 1. Metodología para la identificación, evaluación y descripción de impactos del Proyecto. 7

Figura 5. 2 Impactos identificados por indicador ambiental para el Proyecto. 16

Figura 5.3. Porcentaje de impactos adversos evaluados para el Proyecto. 22

Figura 5.4. Impactos evaluados por indicador ambiental para el Proyecto. 25

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 5.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

Anexo 5.2. Matriz de Cribado de Categorías del Índice de Significancia de impactos por etapas.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La implementación del Proyecto **"Desarrollo de las actividades de explotación, depósito de tepetate y mineral lixiviable, en los polígonos de Bella Unión, Cachuly y Francisca Norte" en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A de C.V**, a ubicarse en el municipio de Nacozari de García, Sonora, provocará cambios generados por las distintas actividades particulares del mismo. Estos cambios podrían conducir a modificaciones en la calidad del entorno natural (componentes abiótico y biótico). Teniendo como punto de inicio el estado actual del sitio, donde se pretende implementar el Proyecto, en este capítulo se identifican, evalúan y describen los impactos ambientales, que se podrían ocasionar en las etapas del mismo: preparación del sitio, operación-mantenimiento y abandono del sitio.

El objetivo principal de la evaluación del impacto ambiental es estimar los efectos negativos sobre el ambiente y que pudieran causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones en las disposiciones aplicables y a su vez proponer, con base a esta estimación, las medidas más adecuadas a implementar para llevar a niveles aceptables los impactos derivados de acciones humanas y proteger la calidad del ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos.

En este contexto, la evaluación permite anticipar los futuros impactos negativos y positivos de acciones humanas, buscando incrementar los beneficios y disminuir las alteraciones humanas no deseadas. Para ello, es necesario asegurar que las variables ambientales de interés se identifiquen desde el inicio y se protejan a través de decisiones pertinentes, haciéndolas compatibles con las políticas y regulaciones ambientales establecidas, con la finalidad de proteger el entorno.

Dentro del proceso de evaluación del impacto ambiental, la etapa del pronóstico y análisis de impactos ambientales, se realiza con el fin de revisar la significancia de los impactos, poniendo especial atención en aquellos que presentan un nivel crítico o

irreversible. Esta etapa permite reconocer los impactos directos, indirectos, acumulativos y los riesgos inducidos sobre los componentes ambientales. Para lo anterior, se utilizan variables ambientales representativas que permitan identificar impactos y sus umbrales de aceptación, así como las medidas de mitigación y seguimiento.

Por lo anterior, la evaluación es necesaria para describir la acción generadora de los impactos, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales, interpretar los resultados y prevenir los efectos adversos sobre el ambiente, haciéndolas compatibles con las políticas y regulaciones ambientales establecidas, con la finalidad de proteger el entorno.

Para este Proyecto la evaluación de los impactos ambientales se realiza de manera cualitativa y cuantitativa. La información obtenida es empleada para proponer una matriz de interacciones con el propósito de indicar las relaciones causa-efecto, en donde, se identificaron las principales interacciones de las actividades del Proyecto con el entorno ambiental (previamente descrito).

Como se describió en el Capítulo II, el proyecto consiste en obtener la autorización en materia de impacto ambiental para tres polígonos llamados en conjunto sitio del Proyecto (SP) cuyas áreas estarán destinadas para; [i] la explotación de mineral de cobre de diferente ley (zona sur del tajo en el polígono Bella Unión), [ii] depósito de mineral de tepetate (polígono Cachuly) y [iii] al depósito de mineral lixiviable (polígono Francisca Norte). Los tres polígonos objeto de la presente solicitud se encuentran localizados en predios propiedad de Mexicana de Cobre, S. A. de C. V. dentro del complejo minero metalúrgico en el municipio de Nacozari de García, Estado de Sonora.

V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La metodología que se utilizó para la identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales asociados al Proyecto (Bojórquez-Tapia, 1998; Canter, 1998), se presenta de manera general en la **Figura 5.1**, mientras que en el **Anexo 5.1** se presenta la metodología empleada a detalle.

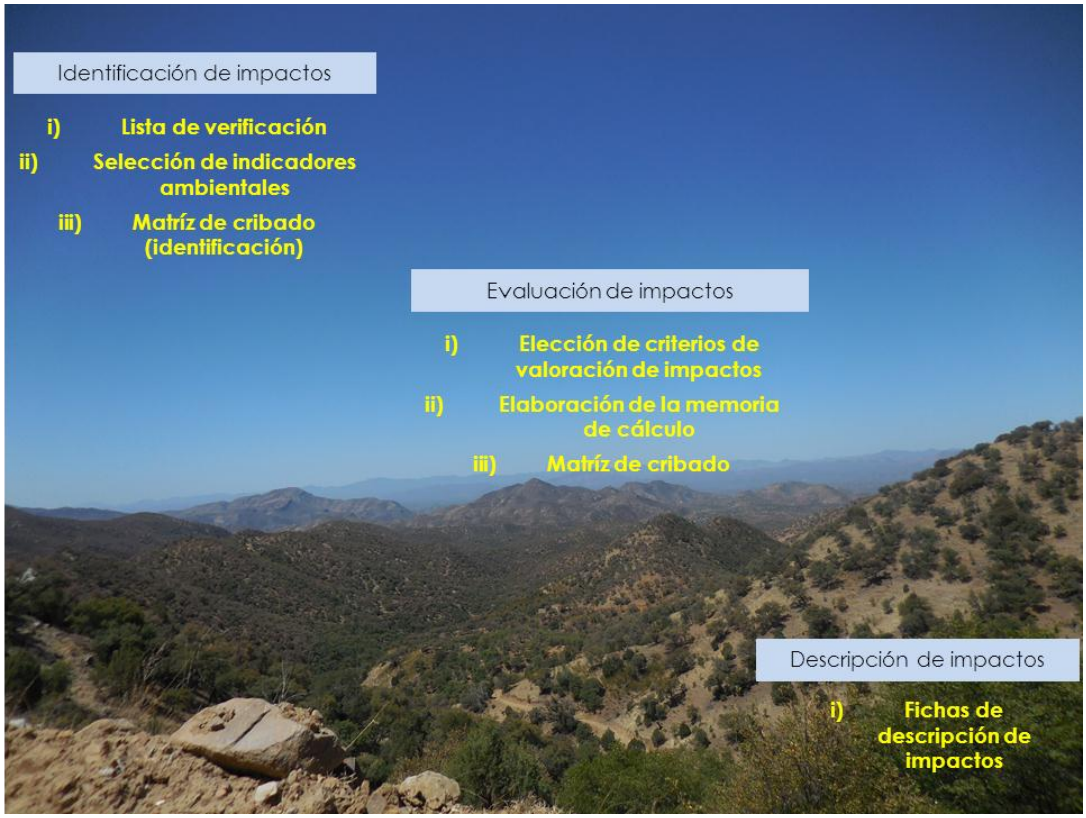


Figura 5. 1. Metodología para la identificación, evaluación y descripción de impactos del Proyecto.

V.1.1. Identificación de impactos

Los impactos ambientales que podrían generarse por la implementación del Proyecto, se identificaron mediante un análisis multidisciplinario, para identificar y conocer los impactos de cada una de las actividades sobre los factores ambientales, iniciando con la lista de verificación de las actividades del Proyecto.

V.1.1.1. Lista de verificación

A través de la lista de verificación, se identifican y describen las acciones asociadas con el Proyecto durante las diferentes etapas de desarrollo cuya ejecución pudieran ser generadoras de los impactos ambientales.

En el **Cuadro 5.1,** se presenta la lista de verificación propuesta para el Proyecto, que incluye las actividades que pudieran provocar algún impacto, agrupadas por etapa del Proyecto.

Cuadro 5.1. Lista de verificación de las etapas y actividades del Proyecto.

Etapas	Actividades	
Preparación del sitio	Ejecución de actividades de protección y conservación de flora silvestre	
	Ejecución de actividades de protección y conservación de fauna silvestre	
	Desmonte y despalme	
	Manejo y conservación del material de despalme	
Operación y mantenimiento	Construcción de caminos de acceso	
	Depositación de material en el polígono de Tepetatera	
	Tajo	Voladuras en Área de Tajo
		Niveles de Bancos de Tajo
		Extracción de material de Tajo
		Transporte y depositación de material
	Lixiviación	Depósito de material lixiviable
		Acondicionamiento de mangueras para lixiviar y lixiviación del material.
		Proceso de lixiviación
Abandono del sitio	Retiro de equipos	
	Lavado y neutralización del material gastado	
	Limpieza y estabilización de taludes de los niveles	
	Restauración y revegetación	
	Monitoreo de agua superficial y subterránea	

V.1.1.2. Selección de indicadores ambientales de impacto

Los factores ambientales son todos los elementos del ambiente susceptibles de recibir impactos, considerando la complejidad del ambiente y su carácter de sistema. Fueron seleccionados los considerados como relevantes, medibles y que ofrecen información del estado y funcionamiento del ambiente. En el caso de los indicadores de impacto[1], permiten evaluar de manera puntual la dimensión de las alteraciones por el establecimiento de un

[1]La definición de **indicador de impacto** es: *"un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio"* (Gómez Orea, 1999).

Proyecto y/o desarrollo de una actividad, así como su integración al ambiente, de tal forma que el impacto de un Proyecto se concreta en un valor que dimensiona la desviación de éste.

Para ser de utilidad, los indicadores también cumplen con criterios (representatividad, relevancia, excluyentes y de fácil identificación) que proporcionan información para establecer un comparativo del antes y del después de la ejecución del Proyecto, pudiendo dimensionar los impactos producidos.

Los indicadores ambientales de impacto están relacionados con componentes y factores ambientales susceptibles de ser afectados por la ejecución del Proyecto, tomando en consideración la información obtenida en campo y la de fuentes bibliográficas. En el **Cuadro 5.2** se presentan los factores e indicadores ambientales que pudieran recibir algún impacto ambiental por el desarrollo del Proyecto.

Cuadro 5.2. Indicadores ambientales propensos a ser afectados por la implementación del Proyecto.

Componente ambiental	Factor ambiental	Indicador ambiental
Abiótico	Atmósfera	Emisiones a la atmósfera por vehículos (CO_2, NOx, SOx, etc.)
		Polvos y partículas suspendidas
		Nivel de ruido
	Suelo	Geoforma (estructura o rasgos físicos)
		Topografía (modificación al relieve)
		Cambio y uso de suelo
		Modificación de las características edáficas (propiedades físicas y químicas)
		Susceptibilidad a la erosión eólica e hídrica
		Susceptibilidad a la contaminación de suelo
	Agua	Modificación en los coeficientes de escurrimiento e infiltración
		Desvío de cauces y/o escurrimientos superficiales intermitentes
		Azolve de cuerpos superficiales y/o escurrimientos
		Susceptibilidad de contaminación a cuerpos de agua superficial (bordos y escorrentías intermitentes)
		Susceptibilidad de contaminación al acuífero
Biótico	Flora	Reducción y/o eliminación de la cobertura vegetal
		Diversidad y degradación de las especies (arbóreas, herbáceas y arbustivas)
	Fauna	Fragmentación y perturbación del hábitat

Cuadro 5.2. Indicadores ambientales propensos a ser afectados por la implementación del Proyecto.

Componente ambiental	Factor ambiental	Indicador ambiental
		Desplazamiento de especies vertebrados terrestres (mamíferos, anfibios y reptiles) y aves
Paisaje		Calidad paisajística
		Fragilidad visual y visibilidad
Socio económico	Económico	Uso de bienes y servicios (locales)

V.1.1.3. Matriz de cribado de identificación de impactos

Una vez realizada la lista de verificación[2] de actividades derivadas del Proyecto, así como la identificación de los componentes, factores e indicadores ambientales susceptibles de afectación, se procedió a identificar de manera preliminar los impactos mediante la construcción de una matriz de Leopold (**Cuadro 5.3**). La matriz de identificación[3] presenta columnas que muestran las actividades del Proyecto por etapas y filas con los componentes, factores e indicadores ambientales. Esta matriz nos servirá sólo para identificar los impactos y su origen, sin proporcionarles un valor, permitiendo estimar la importancia y magnitud de los impactos, por lo que cuando se espera que una acción provoque un cambio en un factor ambiental, se registrará en la intersección correspondiente para el Proyecto, y se señalan resaltados en color rojo y -1, las interacciones potenciales de provocar impactos negativos y en color verde y +1, las interacciones potenciales de provocar impactos benéficos. En el caso de aquellas casillas que no presentan valor, se debe entender que esa estructura o actividad no generó algún impacto en el indicador ambiental respectivo.

Cabe mencionar que la elaboración de la matriz considera la aplicación de algunas de las medidas de mitigación propuestas y que serán descritas en el Capítulo VI. Es por ello que se presentan impactos positivos o benéficos en su evaluación, ya que estas actividades

[2] La **lista de verificación o de chequeo**, es un listado de cada una de las actividades contempladas en el Proyecto, así como de los indicadores ambientales identificados, de acuerdo al posible impacto y posible efecto identificado, además de su valoración por la implementación del Proyecto. Dicha lista puede variar de acuerdo al tipo de Proyecto.

[3] La **matriz de identificación** muestra la identificación de impactos mediante la interacción, la cual enfatiza los rasgos característicos. Esta metodología establece la relación causa y efecto, de acuerdo con las características particulares del Proyecto.

también son generadoras de acciones sobre el ambiente, por ejemplo el rescate de individuos de flora y fauna que mediante la implementación de acciones de protección y conservación se llega a mitigar el impacto provocado por las actividades de preparación del sitio. Así como también considerando aquellos impactos que se verán compensados por las actividades que se ejecutarán una vez la vida útil del Proyecto haya llegado a su fin.

Como puede observarse en el **Cuadro 5.3**, se identificaron un total de 147 impactos ambientales, de los cuales 79 son adversos y 68 son benéficos. El mismo cuadro se observa que la etapa de operación es donde se presentan la mayor cantidad de impactos adversos (60), seguida la etapa de preparación del sitio (19). La etapa de abandono del sitio es la que presenta un mayor número pero de impactos benéficos (47).

Cuadro 5.3. Matriz de identificación de los posibles impactos a generar por etapa del desarrollo del Proyecto.

1. Ejecución de actividades de protección y conservación de flora silvestre., 2. Ejecución de actividades de protección y conservación de fauna silvestre., 3. Desmonte y despalme., 4. Manejo y conservación de material del despalme., 5. Construcción de caminos de acceso., 6. Depositación del material en el polígono de tepetatera., 7. Voladuras en área de tajo., 8. Niveles de bancos de tajo., 9. Extracción de material de tajo., 10. Transporte y depositación del material., 11. Depósito del material lixiviable., 12. Acondicionamiento de mangueras y lixiviado de material., 13. Retiro de equipos., 14. Lavado y neutralización del material gastado., 15. Limpieza y estabilización de taludes de los niveles., 16. Restauración y revegetación., 17. Monitoreo de agua superficial y subterránea.

Componente ambiental	Factor ambiental	Indicador ambiental	Preparación del sitio				Operación-mantenimiento								Abandono del sitio				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Abiótico	Atmósfera	Emisiones a la atmósfera por vehículos (CO2, NOx, SOx, etc.)			(-1)		(-1)			(-1)	(-1)	(-1)	(-1)				(+1)	(+1)	
		Polvos y partículas suspendidas			(-1)		(-1)		(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)				(+1)	(+1)	
		Nivel de ruido			(-1)		(-1)		(-1)		(-1)	(-1)					(+1)	(+1)	
	Suelo	Geoforma (Estructura o rasgos físicos)			(-1)		(-1)		(-1)	(-1)							(+1)	(+1)	
		Topografía (Modificación al relieve)			(-1)		(-1)			(-1)							(+1)	(+1)	
		Cambio y uso de suelo	(+1)	(+1)	(-1)	(+1)											(+1)	(+1)	
		Modificación de las características edáficas (propiedades físicas y químicas)			(-1)	(+1)		(-1)	(-1)		(-1)		(-1)			(+1)	(+1)	(+1)	
		Susceptibilidad a la erosión eólica e hídrica			(-1)	(+1)											(+1)	(+1)	
		Susceptibilidad a la contaminación de suelo			(-1)			(-1)		(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	
	Agua	Modificación en los coeficientes de escurrimiento e infiltración			(-1)			(-1)		(-1)			(-1)				(+1)	(+1)	
		Desvío de cauces y/o escurrimientos superficiales intermitentes			(-1)		(-1)	(-1)		(-1)		(-1)	(-1)				(+1)	(+1)	
		Azolve de cuerpos superficiales y/o escurrimientos			(-1)			(-1)				(-1)	(-1)				(+1)	(+1)	
		Susceptibilidad de contaminación a cuerpos de agua superficial (bordos y escorrentías intermitentes)			(-1)		(-1)	(-1)		(-1)		(-1)	(-1)	(-1)			(+1)	(+1)	(+1)
		Susceptibilidad de contaminación al acuífero												(-1)				(+1)	(+1)

Cuadro 5.3. Matriz de identificación de los posibles impactos a generar por etapa del desarrollo del Proyecto.

1. Ejecución de actividades de protección y conservación de flora silvestre., 2. Ejecución de actividades de protección y conservación de fauna silvestre., 3. Desmonte y despalme., 4. Manejo y conservación de material del despalme., 5. Construcción de caminos de acceso., 6. Depositación del material en el polígono de tepetatera., 7. Voladuras en área de tajo., 8. Niveles de bancos de tajo., 9. Extracción de material de tajo., 10. Transporte y depositación del material., 11. Depósito del material lixiviable., 12. Acondicionamiento de mangueras y lixiviado de material., 13. Retiro de equipos., 14. Lavado y neutralización del material gastado., 15. Limpieza y estabilización de taludes de los niveles., 16. Restauración y revegetación., 17. Monitoreo de agua superficial y subterránea.

Componente ambiental	Factor ambiental	Indicador ambiental	Preparación del sitio				Operación-mantenimiento								Abandono del sitio				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Biótico	Flora	Reducción y/o eliminación de la cobertura vegetal	(+1)		(-1)	(+1)											(+1)	(+1)	
		Diversidad y degradación de las especies (arbóreas, herbáceas y arbustivas)	(+1)		(-1)	(+1)												(+1)	
	Fauna	Fragmentación y perturbación del hábitat		(+1)	(-1)													(+1)	
		Desplazamiento de especies vertebrados terrestres (mamíferos, anfibios y reptiles) y aves		(+1)	(-1)													(+1)	
Paisaje		Calidad paisajística			(-1)	(+1)	(-1)	(-1)		(-1)	(-1)	(-1)	(-1)		(+1)		(+1)	(+1)	
		Fragilidad visual y visibilidad			(-1)	(+1)	(-1)	(-1)		(-1)	(-1)	(-1)	(-1)		(+1)		(+1)	(+1)	
Socio económico	Económico	Uso de bienes y servicios (locales)			(+1)			(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	
Impactos totales adversos por etapa			**19**				**60**								**0**				
Impactos totales benéficos por etapa			**14**				**7**								**47**				

N° total de Impactos Ambientales detectados	**147**
Impactos adversos	79
Impactos benéficos	68

En el **Cuadro 5.4**, se presentan los impactos ambientales identificados por factor ambiental. Los factores ambientales con mayor número de impactos adversos son el agua, suelo, atmosfera y paisaje con 22, 21, 18 y 14 impactos adversos, respectivamente, mientras que factores como flora y fauna tan solo presentan 2 impactos adversos. Los factores ambientales con mayor número de impactos benéficos son el suelo, económico y agua con 20, 12 y 11 impactos respectivamente.

Cuadro 5.4. Impactos identificados por factor ambiental del Proyecto.

Factor ambiental	Número de impactos adversos	Número de impactos benéficos	TOTAL
Atmósfera	18	6	24
Suelo	21	20	41
Agua	22	11	33
Flora	2	7	9
Fauna	2	4	6
Paisaje	14	8	22
Económico	0	12	12
Totales	**79**	**68**	**147**

En la **Figura 5.2** se muestran los impactos benéficos y adversos por indicador ambiental, donde, el mayor número de impactos adversos (7) se identificaron en los indicadores susceptibilidad de contaminación en suelo, susceptibilidad de contaminación a cuerpos de agua superficial y polvos y partículas suspendidas, calidad paisajística y fragilidad visual y visibilidad con la misma cantidad de impactos respectivamente, seguidos con 6 impactos adversos los indicadores de emisiones a la atmosfera y desvío de cauces y/o escurrimientos superficiales, mientras que los restantes indicadores ambientales oscilan entre 5 y 1 impactos adversos. Respecto a los impactos benéficos, el indicador ambiental con mayor número de impactos (12) es el uso de bienes y servicios locales, seguido el indicador de cambio de uso de suelo con 5 impactos, mientras que los indicadores de modificación de las características edáficas, susceptibilidad a la contaminación de suelo, reducción y/o eliminación de la cobertura vegetal, calidad paisajística y fragilidad visual y

visibilidad presentan 4 impactos benéficos; para el resto de los indicadores, se tuvo una identificación variable de impactos, los cuales van de 3 a 2 impactos.

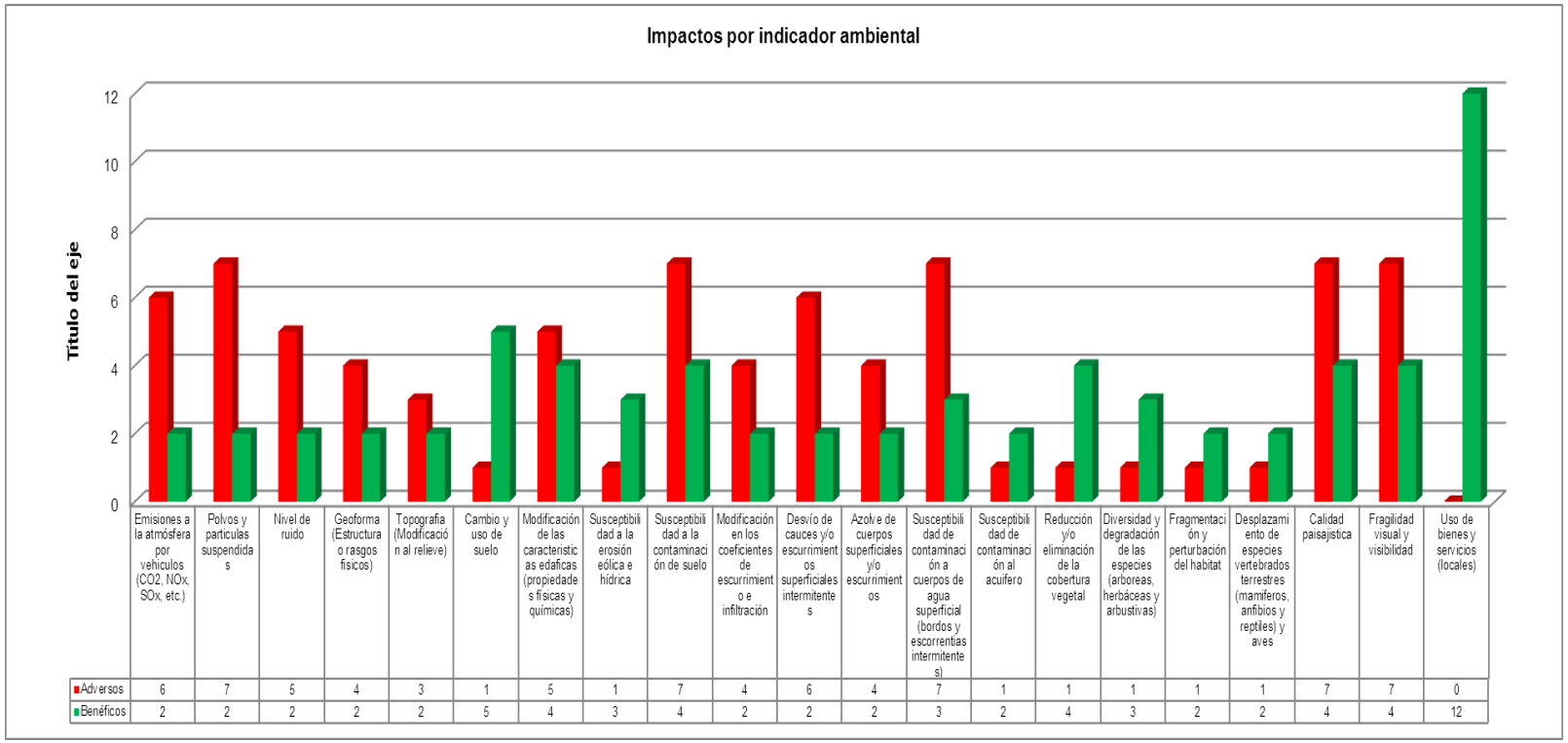


Figura 5. 2 Impactos identificados por indicador ambiental para el Proyecto.

V.1.2. Evaluación de impactos

Con la aplicación de la metodología para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que ocasionará el desarrollo del Proyecto, se garantiza en gran medida estimar la dimensión real de los impactos provocados por la ejecución del Proyecto, determinando las afectaciones y modificaciones que presentarán sobre los componentes, factores e indicadores ambientales. Se consideran criterios como la magnitud, extensión y la duración del impacto, aunado a este análisis, se incluyen criterios complementarios como la sinergia, acumulación y controversia, que en conjunto permiten obtener la información necesaria para tener una aproximación real del impacto ocasionado, además de reducir la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales, directos, indirectos, acumulativos, sinérgicos y residuales producidos por el Proyecto. Por estas razones, la metodología seleccionada para la identificación y evaluación de impactos queda plenamente justificada.

V.1.3. Elección de criterios de valoración de impactos

Para la elección de los criterios de valorización de impactos, se utilizaron tres criterios Básicos y cuatro Complementarios. La clasificación y definición de los criterios Básicos, y Complementarios, así como la escala utilizada para su clasificación se presentan en el **Anexo 5.1.**

Se evaluó el alcance, la incidencia y significancia (en términos de la destacabilidad que tiene el impacto en el contexto general de los impactos en este Proyecto) de cada uno de los impactos identificados y establecidos en la Matriz anteriormente presentada, para asegurar la sustentabilidad del Proyecto. Ambos criterios (Básicos y Complementarios) fueron evaluados bajo una escala ordinal correspondiente a expresiones relacionadas con el efecto que tiene una actividad sobre los indicadores ambientales seleccionados para cada uno de los componentes del medio. Los valores asignados a cada uno de los atributos mencionados se obtienen con base en la escala que rige a los criterios.

V.1.3.1. Elaboración de la Matriz de Cribado de Categorías del Índice de Significancia de impactos.

Se elaboró obteniendo los índices de los criterios *Básicos* y *Complementarios* (Bojórquez-Tapia *et al.*, 1998) y consistió en obtener los índices de los criterios *Básicos* y *Complementarios,* mediante la metodología propuesta por Bojórquez-Tapia *et al.* (1998) de los impactos identificados para facilitar y sistematizar la identificación de los mismos.

La evaluación de las interacciones se ha realizado tomando en consideración los indicadores ambientales en los cuales incide el Proyecto. Por otra parte, es importante señalar que el impacto ambiental está determinado por la modificación del ambiente ocasionado por la acción del hombre. Los impactos ambientales fueron analizados desde dos puntos clave, que son:

- La capacidad de recuperación del medio (resilencia), entendida como la dificultad o la imposibilidad para retornar a las condiciones previas a la acción que lo modificó; por medio de mecanismos naturales de autorecuperación, o bien con la ayuda del hombre.

- La necesidad de aplicar medidas para atenuar dicho impacto; en este sentido es necesario recordar que la medida aplicada sea directamente proporcional a la gravedad del impacto y que dicha gravedad esté referida por el número de grupos sociales o individuos que se afectará, así como por su extensión.

Los resultados de los índices, por indicador ambiental afectado, son identificados en la Matriz de cribado utilizada para determinar la dimensión de los impactos identificados como adversos (79), y es mostrada a manera de resumen en el **Cuadro 5.5**, mientras en el **Anexo 5.2** muestra el resultado de la evaluación por etapa (Matriz de Cribado de Categorías del Índice de Significancia de impactos para la etapa de preparación del sitio y Matriz de Cribado de Categorías del Índice de Significancia de impactos para la etapa de operación-mantenimiento).

La posición de las columnas es ocupada por los criterios (básicos y complementarios) considerados para su evaluación (metodología propuesta por Bojórquez- Tapia (1989 y

1998) y las filas por los factores e indicadores ambientales y las actividades generadoras del impacto. Las relaciones se señalan con casillas resaltadas en color y abreviatura del tipo de impacto.

Además en dicha matriz se muestran los valores del Índice Complementario (SACij), cuyo valor se obtuvo de la evaluación de: S_{ij}= Efectos Sinérgicos; A_{ij}= Efectos Acumulativos; C_{ij}= Controversia; el MED_{ij} = Índice del Criterio Básico y el SAC_{ij}= Índice del Criterio Complementario; así como la significancia de cada uno de los impactos detectados por factor ambiental, donde: I_{ij}= Importancia o Significancia parcial del Impacto; G_{ij}= Significancia Final del Impacto; y T_{ij}= Medida de Mitigación.

Cuadro 5.5. Matriz de categorías del índice de significancia de impactos, que presentan los resultados obtenidos de la evaluación de la memoria de cálculo para el Proyecto.

1. Ejecución de actividades de protección y conservación de flora silvestre., 2. Ejecución de actividades de protección y conservación de fauna silvestre., 3. Desmonte y despalme., 4. Manejo y conservación de material del despalme., 5. Construcción de caminos de acceso., 6. Depositación del material en el polígono de tepetatera., 7. Voladuras en área de tajo., 8. Niveles de bancos de tajo., 9. Extracción de material de tajo., 10. Transporte y depositación del material., 11. Depósito del material lixiviable., 12. Acondicionamiento de mangueras y lixiviado de material., 13. Retiro de equipos., 14. Lavado y neutralización del material gastado., 15. Limpieza y estabilización de taludes de los niveles., 16. Restauración y revegetación., 17. Monitoreo de agua superficial y subterránea.

Componente ambiental	Factor ambiental	Indicador ambiental	Preparación del sitio				Operación-mantenimiento								Abandono del sitio				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Abiótico	Atmosfera	Emisiones a la atmósfera por vehículos (CO_2, NOx, SOx, etc.)			A		A			A	A	A	A						
		Polvos y partículas suspendidas			Md		Md		A	Md	Md	Md	Md						
		Nivel de ruido			Md		Bj		Md		Bj	Bj							
	Suelo	Geoforma (Estructura o rasgos físicos)			Md		A		A	A									
		Topografía (Modificación al relieve)			A		A			MA									
		Cambio y uso de suelo			A														
		Modificación de las características edáficas (propiedades físicas y químicas)			A			A	Md		Md		A						
		Susceptibilidad a la erosión eólica e hídrica			A														
		Susceptibilidad a la contaminación de suelo			Md			A		Md	Md	Md	A	A					
	Agua	Modificación en los coeficientes de escurrimiento e infiltración			A			A		Md			A						
		Desvío de cauces y/o escurrimientos superficiales intermitentes			Md		Md	A		Md		Md	A						
		Azolve de cuerpos superficiales y/o escurrimientos			Md			Md				Md	Md						
		Susceptibilidad de contaminación a cuerpos de agua superficial (bordos y escorrentías intermitentes)			Md		Md	A		Md		Md	A	A					
		Susceptibilidad de contaminación al acuífero												A					
Biótico	Flora	Reducción y/o eliminación de la cobertura vegetal			A														
		Diversidad y degradación de las especies (arbóreas, herbáceas y arbustivas)			Md														

Cuadro 5.5. Matriz de categorías del índice de significancia de impactos, que presentan los resultados obtenidos de la evaluación de la memoria de cálculo para el Proyecto.

1. Ejecución de actividades de protección y conservación de flora silvestre., 2. Ejecución de actividades de protección y conservación de fauna silvestre., 3. Desmonte y despalme., 4. Manejo y conservación de material del despalme., 5. Construcción de caminos de acceso., 6. Depositación del material en el polígono de tepetatera., 7. Voladuras en área de tajo., 8. Niveles de bancos de tajo., 9. Extracción de material de tajo., 10. Transporte y depositación del material., 11. Depósito del material lixiviable., 12. Acondicionamiento de mangueras y lixiviado de material., 13. Retiro de equipos., 14. Lavado y neutralización del material gastado., 15. Limpieza y estabilización de taludes de los niveles., 16. Restauración y revegetación., 17. Monitoreo de agua superficial y subterránea.

Componente ambiental	Factor ambiental	Indicador ambiental	Preparación del sitio				Operación-mantenimiento								Abandono del sitio				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Fauna	Fragmentación y perturbación del hábitat			Md														
		Desplazamiento de especies vertebrados terrestres (mamíferos, anfibios y reptiles) y aves			Md														
Paisaje		Calidad paisajística			A		Md	A		Md	Md	Md	A						
		Fragilidad visual y visibilidad			A		Md	Md		Md	Bj	Bj	Md						

Los resultados obtenidos en la evaluación, arrojaron que del total de los impactos adversos evaluados (79), se obtuvo un 6% de impactos ambientales en la categoría de Significancia Baja (Bj), seguida la categoría de Significancia Moderada (Md) con un 50%, mientras que para la categoría de Significancia Alta (A) se obtuvo un 43% de los impactos identificados y para la categoría de Significancia Muy Alta (MA) se obtuvo un 1 % (**Figura 5.3**).

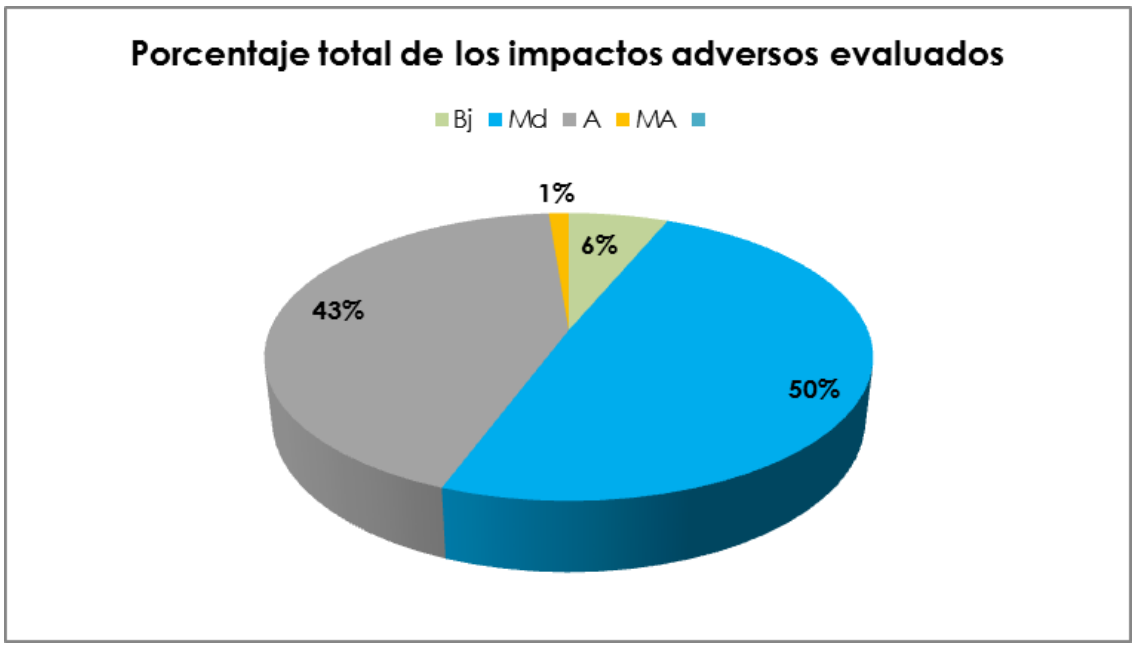


Figura 5.3. Porcentaje de impactos adversos evaluados para el Proyecto.

En el **Cuadro 5.6**, se presentan los 79 impactos adversos identificados para el Proyecto y categoría de Significancia por etapa. En dicho cuadro se observa que de la totalidad de impactos identificados para la etapa de operación y mantenimiento (60), 29 de ellos son de significancia Moderada, 25 de significancia Alta, 5 son de significancia Baja y solo uno se evaluó como impacto de significancia Muy Alta. Mientras que para la etapa de preparación del sitio del total de los impactos (19), 10 de ellos son de significancia Moderada y 9 fueron evaluados como impactos de significancia Alta.

Para la etapa de abandono del sitio no se registraron impactos adversos, dadas las actividades de limpieza, restauración y reforestación del sitio, mismas que contribuyen al restablecimiento del ecosistema.

Cuadro 5.6. Número de impactos ambientales por categoría del índice de Significancia, por etapa del Proyecto.

Categoría	Total por etapa			Total por categoría
	Preparación del sitio	Operación-mantenimiento	Abandono de sitio	
Baja	0	5	0	5
Moderada	10	29	0	39
Alta	9	25	0	34
Muy alta	0	1	0	1
Total	**19**	**60**	**0**	**79**

En la **Figura 5.4**, se muestra de igual manera los 79 impactos adversos identificados para el Proyecto por categoría de Significancia por indicador ambiental, donde los de categoría de significancia Alta se presentan en el indicador ambiental emisiones a la atmosfera (6), seguidos los factores geoforma (estructura o rasgos físicos), modificación de las características edáficas (propiedades físicas y químicas), susceptibilidad a la contaminación de suelo, susceptibilidad de contaminación a cuerpos de agua superficial y calidad paisajística con la misma cantidad de impactos (3) respectivamente, mientras que los factores topografía y desvío de cauces y/o escurrimientos superficiales intermitentes presentan 2 impactos en esta categoría.

Para la categoría de significancia Moderada el indicador ambiental polvos y partículas suspendidas es el que presenta un mayor número de impactos (6), seguidos los factores susceptibilidad a la contaminación de suelo, desvío de cauces y/o escurrimientos, azolve de cuerpos superficiales y/o escurrimientos, susceptibilidad de contaminación a cuerpos de agua superficial, calidad paisajística y fragilidad visual y visibilidad con la misma cantidad de impactos (4) dentro de esta misma categoría; los indicadores nivel de ruido y fragilidad visual presentan 3 y 2 impactos respectivamente dentro de la categoría de significancia Baja.

Por último, dentro de la categoría de significancia Muy Alta se tiene un solo impacto sobre el factor suelo, donde el indicador ambiental es la Topografía (modificación al relieve), mismo que será presentado durante la etapa de preparación del sitio y operación-mantenimiento y donde su magnitud, extensión y duración en el sitio del Proyecto son los criterios más sobresalientes.

Con base en los resultados anteriormente expuestos, es congruente que la etapa de operación-mantenimiento es la que presenta un mayor número de impactos adversos (60), lo anterior es dado por las actividades a realizar tales como la explotación, depósito de tepetate y depósito de material lixiviable, así como por el tiempo de vida útil del Proyecto que es de 65 años; la mayoría de los impactos adversos dentro de esta etapa son clasificados como de significancia Moderada sobre los factores suelo, agua, atmosfera y paisaje. Mientras que para la etapa de preparación del sitio se presentaron 19 impactos adversos, la mayoría de ellos clasificados como de significancia Moderada sobre los factores suelo, agua y atmosfera, esto es a consecuencia de que las actividades a realizar como son el desmonte y despalme serán ejecutadas de manera paulatina.

Es importante mencionar, que todos los impactos identificados por la implementación del Proyecto son mitigables, con la aplicación inmediata de las medidas establecidas en el Capítulo VI del presente estudio. Asimismo, algunos de ellos podrán ser compensados y prevenidos durante la preparación del sitio, operación-mantenimiento y abandono del sitio.

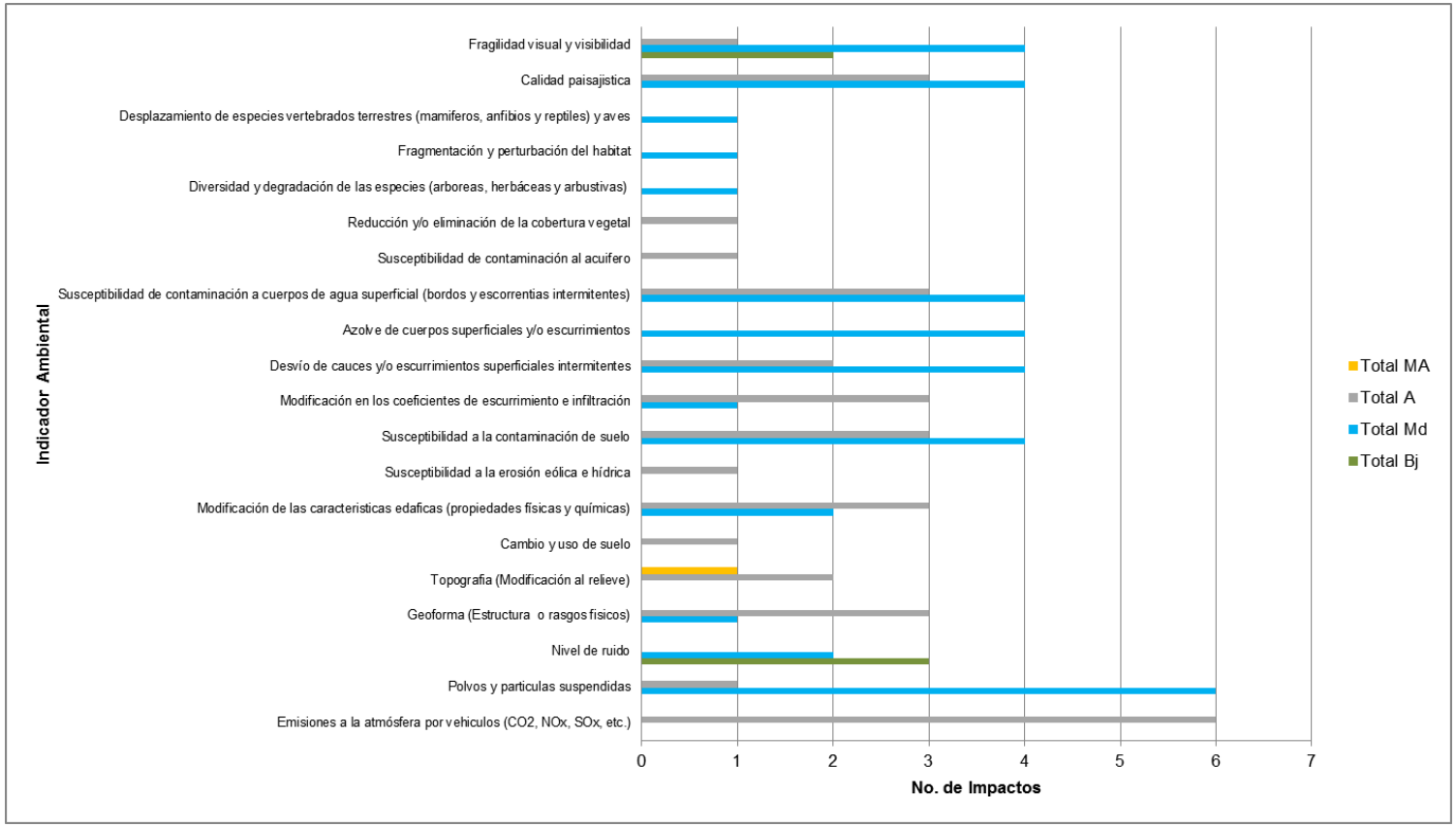


Figura 5.4. Impactos evaluados por indicador ambiental para el Proyecto.

V.2. Descripción de impactos.

En este apartado se presenta una breve descripción de cada impacto ambiental identificado por la ejecución del Proyecto. La información se organizó en fichas de manera puntual para los factores ambientales. La descripción en las fichas se realiza considerando, la lectura de las Matrices de índices de significancia por: [i] factor ambiental; [ii] indicador ambiental, [iii] etapa en la que se identifica y [v] breve descripción. Las fichas se realizan a través de un análisis sistémico que parte de lo siguiente:

- *Caracterización y Diagnóstico ambiental del sitio del Proyecto, sistema ambiental y en su caso del sistema ambiental;*
- *Análisis detallado de las actividades del Proyecto identificadas como fuente de perturbación en el medio ambiente;*
- *Ejercicio de interacción entre componentes ambientales, las obras y actividades del Proyecto generadoras de impacto;*
- *Identificación y evaluación de los impactos ambientales ocasionados*

Factor ambiental	ATMÓSFERA			
Etapa (s)	**Indicador ambiental**	**Descripción del Impacto Generado**	**CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA**	**ATRIBUTO DEL IMPACTO**
Preparación del sitio	Emisiones a la atmósfera (CO_2, NOx, SOx, etc.)	Las emisiones son producidas por la combustión de la maquinaria, equipo y vehículos automotores utilizados durante las etapas de preparación de sitio, principalmente durante las actividades de desmonte y despalme.	Alta	Impacto adverso, de magnitud mínima, extensión puntual y de media duración. La sinergia es moderada y acumulación media. Controversia moderada y mitigable a corto plazo.
	Polvos y partículas suspendidas	Los polvos son producidos por el movimiento y remoción del suelo durante las actividades y/o el tránsito de maquinaria por caminos inmediatos a la zona del proyecto. También pueden ser generados por el acarreo de material producto del desmonte y despalme.	Moderada	Impacto adverso, de magnitud mínima, extensión puntual y de media duración. La sinergia es nula y acumulación poca. Controversia moderada y mitigable a corto plazo.
	Nivel de ruido	El ruido será producido en niveles bajos por la presencia del personal que ejecutará las actividades encaminadas a la protección de flora y fauna silvestre, posteriormente por la circulación de maquinaria, equipo y vehículos utilizados durante las actividades de desmonte y despalme.	Moderada	Impacto adverso, de magnitud mínima, extensión puntual y de media duración. La sinergia es ligera y acumulación poca. No existe controversia y es mitigable a medio plazo.
Operación-mantenimiento	Emisiones a la atmósfera (CO_2, NOx, SOx, etc.)	Las emisiones producidas durante esta etapa son ocasionadas por la construcción de caminos de acceso, combustión de la maquinaria utilizada para la nivelación de las terrazas y bancos de tajo, taludes, extracción de material, el depósito del material de tepetate y el lixiviable, donde la maquinaria es de mayor presencia en comparación a la etapa de preparación y por un tiempo más prolongado.	Alta	Impacto adverso, de magnitud mínima, extensión puntual y de larga duración. La sinergia es moderada y acumulación media. Controversia moderada y mitigable a medio plazo.
	Polvos (partículas en suspensión)	La generación de polvos será a causa de la extracción del material y del movimiento de suelo por la nivelación de las terrazas y bancos de tajo, así como también durante el uso de los explosivos	Alta y moderada	Impacto adverso, de magnitud mínima, extensión puntual y de larga duración. La sinergia es ligera y acumulación poca. Controversia alta y mitigable a medio plazo.

Factor ambiental	ATMÓSFERA			
Etapa (s)	**Indicador ambiental**	**Descripción del Impacto Generado**	**CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA**	**ATRIBUTO DEL IMPACTO**
		por el rompimiento de la roca y el tránsito de vehículos durante esta etapa y el acarreo del material de tepetate y el lixiviable, hasta su depósito final.		
	Nivel de ruido	El ruido será producido en niveles bajos por la circulación de maquinaria, equipo y vehículos utilizados durante las actividades. El ruido en la etapa de operativa se ve incrementado por la utilización de explosivos para la extracción del material, aunque estos impactos son de tipo puntual mientras se ejecuta la actividad.	Moderada y baja	Impacto adverso, de magnitud mínima, extensión puntual y de larga duración. La sinergia es nula y la acumulación es de moderada a poca. Controversia moderada y mitigable a medio plazo.

Factor ambiental	SUELO			
Etapa (s)	**Indicador ambiental**	**Descripción del Impacto Generado**	**CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA**	**ATRIBUTO DEL IMPACTO**
Preparación del sitio	Geoforma (estructura o rasgos físicos)	Actualmente el uso de suelo dentro del sitio del proyecto (polígonos Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte) está considerado como vegetación Bosque de Encino, Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino, Pastizal Natural y Matorral desértico micrófilo, La vegetación secundaria surge como remanente de las actividades mineras y algunas otras de origen antrópico realizadas en la zona y a sus inmediaciones. Con la ejecución de las actividades de desmonte y despalme sobre el SP pueden dejarse suelos desnudos por tiempos prolongados propiciando de esta manera la erosión eólica y/o hídrica, afectando características edáficas, tales como textura, reducción en la capacidad de infiltración, porosidad, nutrientes, etc. Por otra parte, estas actividades modifican ligeramente la topografía del sitio, lo que puede causar afectación en los escurrimientos naturales.	Moderada	Impacto adverso, de magnitud mínima, extensión puntual y de media duración. La sinergia y acumulación es nula. Controversia alta y mitigable a largo plazo.
	Topografía (modificación al relieve)		Alta	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y de media duración. La sinergia es moderada y acumulación media. Controversia alta y mitigable a largo plazo.
	Cambio y uso de suelo		Alta	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y de media duración. La sinergia es moderada y acumulación media. Controversia moderada y mitigable a largo plazo.
	Modificación de las características edáficas(propiedades físicas y químicas)		Alta	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y de media duración. La sinergia es moderada y acumulación alta. Controversia moderada y mitigable a largo plazo.
	Susceptibilidad a la erosión eólica e hídrica	La susceptibilidad a la contaminación del suelo puede darse por la generación de residuos (peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos) durante esta etapa, por lo que las malas prácticas en el manejo, transporte, y almacenamiento de los residuos puede causar alteraciones a las propiedades del suelo y a otros factores ambientales como el agua y paisaje. También la entrada y operación de maquinaria y equipos puede ocasionar un derrame accidental de hidrocarburos, mismo que puede causar deterioro a ambiental.	Alta	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y de media duración. La sinergia es moderada y acumulación media. Controversia moderada y mitigable a largo plazo.
	Susceptibilidad a la contaminación de suelo		Moderada	Impacto adverso, de magnitud mínima, extensión puntual y de media duración. La sinergia es ligera y acumulación media. Controversia moderada y mitigable a medio plazo.

Factor ambiental	SUELO			
Etapa (s)	**Indicador ambiental**	**Descripción del Impacto Generado**	**CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA**	**ATRIBUTO DEL IMPACTO**
Operación-mantenimiento	Geoforma (estructura o rasgos físicos)	La extracción del material, depositación de material tepetate y lixiviable, puede causar cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo. La geoforma y topografía del sitio se verá modificada por las actividades de nivelación, fractura y extracción del material, perdiendo estabilidad, siendo propensa a hundimientos y a discontinuidades (grietas, elevaciones, etc.). Por otra parte, la disposición y el riego de material lixiviable (con solución acida) sobre el suelo, puede modificar las características de los suelos, causando deterioro y perdida de fertilidad en los mismos, limitándolo en su uso y perdiendo una o varias de sus funciones dentro del ecosistema. El manejo inadecuado de los residuos (peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos) generados durante esta etapa puede llevar a un deterioro significativo en el suelo, además por el uso de maquinaria, equipos y explosivos sobre el sitio del Proyecto puede ocurrir algún derrame de hidrocarburos u otras sustancias causando drenaje acido del material depositado (tepetate y lixiviable) y los elementos naturales del suelo, generando materiales que pueden causar el deterioro de este factor ambiental.	Alta	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y de larga duración; la sinergia es moderada y la acumulación es poca. Controversia moderada y parcialmente mitigable a largo plazo.
	Topografía (modificación al relieve)		Muy Alta y Alta	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y de larga duración; la sinergia es moderada y la acumulación es media. Controversia moderada y parcialmente mitigable a largo plazo.
	Modificación de las características edáficas(propiedades físicas y químicas)		Alta y moderada	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y de larga duración; la sinergia es ligera y la acumulación es media. Controversia moderada y mitigable a largo plazo.
	Susceptibilidad a la contaminación de suelo		Alta y moderada	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y de larga duración; la sinergia es moderada y la acumulación es media. Controversia moderada y mitigable a medio plazo.

Factor ambiental	AGUA			
Etapa (s)	**Indicador ambiental**	**Descripción del Impacto Generado**	**CATEGORÍA (S) DEL IMPACTO**	**ATRIBUTO DEL IMPACTO**
Preparación del sitio	Modificación en los coeficientes de escurrimiento e infiltración	Durante la preparación del terreno la captación y escurrimiento del agua de lluvia cambiará moderadamente debido a que el terreno será despojado de cobertura vegetal, esta afectación puede darse hacia los afluentes intermitentes localizados a inmediaciones del SP, reflejando esta afectación en indicadores como la infiltración y el coeficiente de escurrimiento. Por otra parte, la modificación a los patrones de escurrimiento puede darse también por el arrastre de materiales durante las actividades de desmonte y despalme, mismo que pueden causar obstrucción de escurrimientos naturales. Los derrames de sustancias y materiales considerados peligrosos, así como un manejo inadecuado de residuos de manejo especial y sólidos urbanos pueden causar afectaciones directas o indirectas sobre cuerpos superficiales aledaños al sitio del Proyecto.	Alta	Impacto adverso, de magnitud mínima, extensión puntual y de media duración; la sinergia es ligera y la acumulación es poca. Controversia alta y mitigable a largo plazo.
	Desvío de cauces y/o escurrimientos superficiales intermitentes		Moderada	Impacto adverso, de magnitud mínima, extensión puntual y de media duración; la sinergia es ligera y la acumulación es media. Controversia moderada y mitigable a medio plazo.
	Azolve de cuerpos superficiales (arroyos, lagunas)		Moderada	Impacto adverso, de magnitud mínima, extensión puntual y de media duración; la sinergia es ligera y la acumulación es media. Controversia moderada y mitigable a medio plazo.
	Susceptibilidad a la contaminación de cuerpos superficiales		Moderada	Impacto adverso, de magnitud mínima, extensión puntual y de media duración; la sinergia es ligera y la acumulación es media. Controversia moderada y mitigable a medio plazo.
Operación-mantenimiento	Modificación en los coeficientes de escurrimiento e infiltración	El depósito de tepetate y material lixiviable dentro del SP, pueden causar modificaciones a los escurrimientos intermitentes aledaños al SP, desviando las aguas hacia terrenos más bajos lo que puede ocasionar encharcamientos o inundaciones en otras instalaciones; también el depósito de materiales puede causar azolvamientos en cuerpos cercanos y disminuir el coeficiente de infiltración y escurrimiento del SP.	Alta y moderada	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y de larga duración; la sinergia es nula y la acumulación es poca. Controversia moderada y mitigable a medio plazo.
	Desvío de cauces y/o escurrimientos superficiales intermitentes		Alta y moderada	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y de larga duración; la sinergia es ligera y la acumulación es moderada. Controversia moderada y mitigable a medio plazo.

Factor ambiental	AGUA			
Etapa (s)	**Indicador ambiental**	**Descripción del Impacto Generado**	**CATEGORÍA (S) DEL IMPACTO**	**ATRIBUTO DEL IMPACTO**
	Azolve de cuerpos superficiales (arroyos, lagunas)	La manipulación de diversos materiales y sustancias en la etapa de operación, así como una inadecuada disposición de los residuos puede contribuir al deterioro de los cuerpos superficiales y por consecuencia a otros factores ambientales. Por otra parte, una falla en el sistema de riego para el material de lixiviación sobre la superficie, puede ocasionar una infiltración en el subsuelo y de esta manera llegar al acuífero.	Moderada	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y de larga duración; la sinergia es nula y la acumulación es poca. Controversia moderada y mitigable a corto plazo.
	Susceptibilidad a la contaminación de cuerpos superficiales		Alta y moderada	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y de larga duración; la sinergia es moderada y la acumulación es media. Controversia moderada y mitigable a corto plazo.
	Susceptibilidad de contaminación al acuífero		Alta	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y de larga duración; la sinergia es moderada y la acumulación es media. Controversia moderada y mitigable a medio plazo.

Factor ambiental	FLORA			
Etapa (s)	**Indicador ambiental**	**Descripción del Impacto Generado**	**CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA**	**ATRIBUTO DEL IMPACTO**
Preparación del sitio	Reducción y/o eliminación de la cobertura vegetal	La pérdida de la cobertura vegetal se dará principalmente por el cambio de uso de suelo en el SP y durante las actividades de desmonte y despalme, donde predominan distintos tipos de vegetación como son: el Bosque de Encino, vegetación arbustiva secundaria de Bosque de Encino, Pastizal Natural y en menor superficie matorral desértico micrófilo. Con el cambio de uso de suelo y la perdida de cobertura vegetal puede ocasionarse la degradación de los suelos, lo que modifica la capacidad de estabilidad de las áreas verdes, biodiversidad y en general al capital natural, incluyendo a los servicios ambientales.	Alta	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y de larga duración; la sinergia es moderada y la acumulación es media. Controversia moderada y mitigable a medio plazo.
	Diversidad y degradación de las especies (arbóreas, herbáceas y arbustivas)		Moderada	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y de larga duración; la sinergia es moderada y la acumulación es media. Controversia moderada y mitigable a medio plazo.

Factor ambiental	FAUNA			
Etapa (s)	**Indicador ambiental**	**Descripción del Impacto Generado**	**CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA**	**ATRIBUTO DEL IMPACTO**
Preparación del sitio	Fragmentación y perturbación del hábitat	Impacto generado por la remoción de la vegetación y como consecuencia la afectación de hábitats (sitios donde anidan y se reproducen las especies encontradas en el lugar). El efecto sinérgico puede afectar la cadena trófica desde sus eslabones más básicos deteriorando al ecosistema. El uso de maquinaria, equipo y vehículos en el sitio, propiciará el que la fauna silvestre se ahuyente y desplace, modificando temporalmente sus hábitos.	Moderada	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y de media duración; la sinergia es ligera y la acumulación es nula. Controversia moderada y mitigable a medio plazo.
	Desplazamiento de Vertebrados terrestres (anfibios, reptiles y mamíferos) y aves		Moderada	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y de media duración; la sinergia es ligera y la acumulación es nula. Controversia moderada y mitigable a medio plazo.

Componente ambiental	PAISAJE			
Etapa (s)	**Indicador ambiental**	**Descripción del Impacto Generado**	**CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA**	**ATRIBUTO DEL IMPACTO**
Preparación del sitio	Calidad paisajística	Afectación a la calidad paisajística y fragilidad visual por la eliminación de la vegetación lo que trae consigo el incremento de áreas abiertas, lo que las hace más vulnerables a ser vistas desde cualquier punto del observador. Las actividades de Preparación del sitio modificaran definitivamente el paisaje por la introducción de agentes externos que no se encontraban originalmente y sobre todo por la eliminación de la vegetación y la capa fértil del suelo, y la movilidad de fauna característica del lugar.	Alta	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y de media duración; la sinergia es ligera y la acumulación es media. Controversia mínima y mitigable a largo plazo.
	Fragilidad visual y visibilidad		Alta	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y de media duración; la sinergia es ligera y la acumulación es poca. Controversia mínima y mitigable a largo plazo.
Operación-mantenimiento	Calidad paisajística	Durante esta etapa ingresara maquinaria, materiales y personal, ejecutando diversas actividades que estarán causando deterioro en los factores ambientales como son el suelo, aire, contribuyendo a la fragilidad visual y disminuyendo la calidad paisajística que presenta el sitio del Proyecto. Los cambios en los ecosistemas y en el paisaje provocados por actividades de origen humano, tales como la deforestación son reconocidas como las principales causas por las que la regulación climática pudiera estar en riesgo, y sus efectos podrían alterar la integridad y calidad de vida de las poblaciones humanas.	Alta y moderada	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y de larga duración; la sinergia es ligera y la acumulación es media. Controversia mínima y mitigable a medio plazo.
	Fragilidad visual y visibilidad		Moderada y baja	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y de larga duración; la sinergia es ligera y la acumulación es media. Controversia mínima y mitigable a corto plazo.

MINERA MEXICO
GRUPO MEXICO

CAPÍTULO VI

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular para el Proyecto denominado "Desarrollo de las actividades de explotación, depósito de tepetate y mineral lixiviable, en los polígonos de Bella Unión, Cachuly y Francisca Norte" en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V., a ubicarse en Nacozarí de García, estado de Sonora.

cesca Centro de Estudios, Servicios y Consultorías Ambientales

Octubre 2016

CONTENIDO

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....3

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.....3

VI.2. Impactos residuales.....17

VI.3. Impactos acumulativos.....18

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento. 6

Cuadro 6. 2. Impactos residuales detectados para el Proyecto y las posibles medidas de mitigación aplicables, para la reducción de impactos. 17

Cuadro 6. 3. Impactos acumulativos detectados para el Proyecto y las posibles medidas de mitigación aplicables. 19

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

En este capítulo se describen las medidas preventivas y de mitigación, que se relacionan directamente con los impactos ambientales identificados y evaluados en el Capítulo V del presente documento, y que tienen que ver con las diferentes etapas a ejecutar del Proyecto: preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y abandono del sitio.

La implementación del Proyecto denominado **"Desarrollo de las actividades de explotación, depósito de tepetate y mineral lixiviable, en los polígonos de Bella Unión, Cachuly y Francisca Norte" en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V.**, (enseguida referido como el Proyecto) ubicado en Nacozari de García, Estado de Sonora, traerá como consecuencia una serie de impactos adversos sobre el ambiente, los cuales fueron identificados y evaluados en el Capítulo V que le antecede a este apartado.

De acuerdo con lo anterior y con base en Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente a continuación se definen los tipos de medidas a aplicar para atenuar los efectos de los impactos generados por el desarrollo del Proyecto. Es importante señalar que las medidas propuestas, se presentan de acuerdo a su importancia, siendo las "Preventivas" las medidas más adecuadas para evitar impactos ambientales y las que se deberán de implementar principalmente antes de la ejecución del Proyecto; mientras que las de "Mitigación" pueden disminuir impactos ambientales negativos ocasionados por la implementación del Proyecto; y por último, las de "Compensación" promueven la restauración, restitución, reparación, sustitución, y reemplazo de los impactos.

- **Medida de prevención**: Conjunto de acciones que deberán aplicarse previo al desarrollo de actividades del Proyecto para evitar la generación de posibles efectos que propicien el deterioro del ambiente,

- **Medida de mitigación:** Conjunto de acciones que deberán ejecutarse durante y posterior al desarrollo de las actividades del Proyecto para atenuar los impactos y restablecer las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causara por la realización del Proyecto,

- **Medida de compensación**: Conjunto de acciones que permiten restituir los efectos de los impactos que no pueden ser prevenidos y/o mitigados, su finalidad es la de restablecer las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación. Por tal razón, la magnitud de estas acciones será equivalente al de la acción que ocasionó el deterioro del ambiente.

Una vez identificados los impactos ambientales que puede provocar el Proyecto, se proponen las medidas necesarias para que sean aplicables en cada etapa. Es importante mencionar, que todo proyecto provoca impactos en mayor o menor grado, por lo que el propósito del presente apartado es de identificar y señalarlas medidas necesarias para corregir, mitigar, controlar y compensar todos aquellos impactos ambientales que serían generados por el Proyecto.

Es importante señalar que las medidas propuestas, incluyen: [i] "Medidas Preventivas", las más adecuadas para evitar impactos ambientales y las que se deberán de implementar principalmente antes de la ejecución del Proyecto; [ii] "Medidas de Mitigación", que pueden disminuir impactos ambientales negativos ocasionados por la implementación del Proyecto; y [iii] "Medidas de Compensación", que promueven la restauración, restitución, reparación, sustitución, y reemplazo de los impactos.

Para llevar a cabo la identificación objetiva y viable de las medidas que se ejecutarán durante el Proyecto, se toma primero en cuenta a las actividades por desarrollar en el Proyecto. En el **Cuadro 6.1**, se presenta el listado de las medidas preventivas y de mitigación que se proponen para el Proyecto con base a los impactos ambientales

identificados que serían producidos por las distintas actividades en el desarrollo del Proyecto. En este Cuadro, se indica el factor e indicador ambiental a afectar, la etapa a ejecutar, el tipo de medida, objetivo de la aplicación de la medida, su indicador de desempeño y la evidencia de cumplimiento de la aplicación.

Cabe mencionar que en el caso del indicador de cumplimiento cuando se señala una periodicidad de entrega, ésta es para requerimientos de cumplimiento y será evidencia que se integrará como parte de los informes anuales o semestrales que señale la autoridad deberán ser entregados como parte del cumplimiento de los resolutivos de Autorización.

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapa en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
Atmósfera	Emisiones de CO_2, SO_2 y NO_x	**MP y MM:** i) Aplicación de un Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de maquinaria, equipo y vehículos utilizados durante el Proyecto, el cual deberá incluir verificación, cambio de aceite, neumáticos, etc.	Preparación del sitio Operación-mantenimiento Abandono de sitio	Reducir las emisiones de gases de combustión por el uso de Equipo, Maquinaria y Vehículos, así como no sobrepasar los límites establecidos en las normas.	✓ **PMP=100%;** donde PMP se refiere a la ejecución del programa de mantenimiento preventivo programado.	✓ Documentación de la ejecución del programa de mantenimiento preventivo de todos los equipos empleados en el proyecto (bitácoras, registros y fotografías).
Atmósfera	Polvos y partículas suspendidas	**MP y MM**: i) Establecer límites de velocidad y en su caso colocar letreros que indiquen los límites de velocidad para el tránsito en los caminos. ii) Ejecutar riego periódico sobre los caminos de acceso al Proyecto. iv) Los vehículos que transporten algún material, deberán cargar sus unidades sin exceder la altura de la caja, para evitar la dispersión de polvo o partículas. v) Ejecución del monitoreo ambiental de partículas tales como PM10, en función de las fuentes, rutas de dispersión, y medio receptor.	Preparación del sitio Operación-mantenimiento Abandono de sitio	Evitar y disminuir la generación de polvos y partículas suspendidas en el SP por el tránsito de vehículos y/o maquinaria, así como por la ejecución de las actividades de construcción y operación del Proyecto.	✓ **PR=100%;** donde el PR se refiere a la ejecución del programa de riego. ✓ **RE-PM10 < ó = LMP;** donde RE-PM10 se refiere al resultado del estudio de partículas PM10, y LMP es el límite máximo permisible por la normatividad ambiental vigente.	✓ Documentación de la ejecución del riego periódico (bitácora, volumen de agua utilizados, fotografías). ✓ Resultados del estudio de partículas suspendidas PM10. ✓ En el caso de la instalación de señalética que establezcan los límites de velocidad deberán ser documentados a través de fotografías.
Suelo Paisaje	Geoforma (estructura y rasgos físicos)	**MP y MM**: i) Conformar los terreros de lixiviación de acuerdo a los	Operación-mantenimiento Abandono del	Mantener la estabilidad en los terreros de lixiviación	✓ **DMT = 0,** donde DMT se refiere a los derrumbes de mineral	✓ Estudio de geotecnia para la estabilidad de los terreros ✓ Planos de diseño de los

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapa en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
	Topografía (modificación al relieve)	resultados obtenidos en el Estudio de Geotecnia y Estabilidad del Terrero. ii) Realizar la sección estable tipo de corte del banco con bermas o banquetas para el área de tajo. iii) Estabilizar los taludes (corrigiendo pendientes). Lo anterior para ejecutar trabajos apropiados y asegurar la estabilidad adecuada, que incluya ángulos adecuados de reposo, alturas, pendientes, compactación, etc.	sitio	para evitar derrumbes de material. Que el sitio del proyecto, presente una topografía final estructuralmente estable que minimice los riesgos de deslizamiento o colapso de los taludes; y que facilite el drenaje natural del agua superficial, así como la colocación de una cubierta de suelo para su revegetación, disminuyendo riesgos de procesos erosivos.	triturado en las pilas de mineral. ✓ **Vm = 0** Donde Vm se refiere al volumen de mineral fuera del talud de diseño. ✓ **Cbm =0** Donde Cbm se refiere a la no ocurrencia del colapso o derrumbe en los bancos de material.	terreros de lixiviación ✓ Evidencia documental del monitoreo periódico de los taludes ✓ Informe final del plan de cierre. ✓ Evidencia fotográfica ✓ Evidencia fotográfica de la extracción mediante cortes con bermas o banquetas ✓ Evidencia fotográfica de estabilización de taludes ✓ Informe final de cumplimiento de términos y condicionantes
Suelo Paisaje	Estabilidad Modificación al relieve (topografía) Cambio y uso de suelo Susceptibilidad a la erosión eólica e hídrica Susceptibilidad de contaminación en suelo	**MP y MM:** i) El mineral se dispondrá asegurando su estabilidad considerando los resultados de un estudio de geotecnia del sitio para los polígonos de disposición de tepetate y mineral lixiviable, respetando los ángulos de reposo y alturas indicadas, acorde a lo establecido en la NOM-159-SEMARNAT-2011. **MC:** i) Implementar un programa de abandono del sitio de acuerdo	Operación-mantenimiento Abandono del sitio	Prevenir derrumbes y arrastre de mineral por inestabilidad en la conformación de los terreros de lixiviación. Reincorporar la superficie del proyecto a su entorno, regresando las aportaciones ambientales que el sitio tenia al ecosistema. También, con la ejecución del	✓ **Vm = 0;** Donde Vm se refiere al volumen de mineral fuera del talud de diseño. ✓ **ES/EE≥0.90** donde ES se refiere a las especies sembradas; EE a las especies existentes antes de la construcción del proyecto de acuerdo al inventario forestal. ✓ **SL/STI=1;** donde SL se refiere a la superficie liberada por concluirse las actividades de	✓ Evidencia fotográfica ✓ Planos de diseño de terreros de lixiviación. ✓ Documentación de las actividades de restauración que se apliquen, dichos documentos avalados por el técnico forestal que se asigne al proyecto, donde se incluyen bitácoras de campo, memoria fotográfica, etc. ✓ Informe del Programa de Restauración del Sitio. ✓ Informe final del cierre de las actividades y obras del

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapa en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
		al Plan de Manejo de Residuos Mineros, una vez terminada su vida útil, el cual incluye: limpieza del sitio del Proyecto, retirando la infraestructura construida (el sistema de bombeo), además de lavado y neutralización del material gastado (gradual) si así lo requiere según las pruebas finales del mineral gastado, para el mineral lixiviado, estabilización de taludes (gradual), construcción de la cubierta (gradual), de acuerdo con las medidas señaladas en la NOM-157-SEMARNAT-2009 y NOM-159-SEMARNAT-2011 en el numeral 5.8. Criterios de cierre; y por último la ejecución de actividades de reforestación y monitoreo de agua superficial y subterránea.		monitoreo de material lixiviado se evitara la contaminación del suelo y en caso de sobrepasar valores de norma se implementaran medidas inmediatas.	restauración**;** ✓ **STI** se refiere a la superficie total impactada por el proyecto. ✓ **RMM < ó = VN;** donde RMM es resultados del monitoreo de material lixiviado y VN es valor de norma.	Proyecto. ✓ Caracterización del material. ✓ Plan de Manejo de Residuos Mineros. ✓ Resultados de la ejecución del monitoreo de material lixiviado.
Suelo Vegetación	Modificación de las características edáficas (propiedades físicas y químicas) Susceptibilidad de erosión eólica e hídrica	**MP y MM:** i) El desmonte y cualquier remoción de vegetación o suelo se realizará exclusivamente por medios mecánicos, sin utilizar fuego, herbicidas y/o cualquier otro producto químico que inhiba el crecimiento de la vegetación; **MC:**	Preparación del sitio Operación-mantenimiento	Evitar afectaciones al suelo y a la vegetación por la entrada de agentes químicos que puedan modificar las características físicas y químicas del suelo, así como inhibir el crecimiento de la vegetación aledaña;	✓ **PCS=100%;** donde PCS se refiere al programa de conservación de suelos.	✓ Delimitación del polígono. ✓ Bitácora del cambio y uso de suelo del sitio. ✓ Plano topográfico de obras autorizadas. ✓ Evidencia fotográfica de cada una de las actividades de desmonte y despalme.

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapa en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
		i) Durante la actividad de desmonte y despalme dentro de la superficie autorizada, el suelo vegetal recuperado, se deberá de colocar en superficies planas evitando bloquear escurrimientos intermitentes, así como afectación a la vegetación aledaña fuera de la superficie autorizada. El suelo removido podrá ser utilizado en las actividades de restauración, almacenándolo en cantidades que permitan su buen manejo para ser reutilizado en actividades de acondicionamiento de áreas de recuperación (**Programa de conservación de suelos**) o áreas de reubicación de los ejemplares rescatados.		por otra parte con las medidas propuestas se pretende mantener las condiciones de origen que permitan conservar y restablecer el ecosistema característico del área de estudio, además de evitar áreas abiertas que pudieran ser susceptibles a fenómenos de erosión.		
Suelo Agua Paisaje	Susceptibilidad de contaminación en suelo Susceptibilidad de contaminación en cuerpos de agua superficial	**MP y MM**: i) Ejecutar el Plan Integral de Manejo y Disposición de Residuos (peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos), el cual deberá incluir actividades de prevención en la generación, manejo, almacenamiento, transporte y disposición, así como alternativas de manejo como	Preparación del sitio Operación-mantenimiento Abandono del sitio	Manejar los residuos en base a los lineamientos establecidos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, buscando siempre la reducción de los mismos y su valorización	✓ $\mathbf{CSC = 0}$ ✓ $\mathbf{CAC = 0}$ ✓ Donde CSC se refiere a cantidad en kg de suelo contaminado; CAC se refiere a cantidad en m^3de agua contaminada. ✓ $\mathbf{HR} = 0$; donde HR se refiere a hallazgos Registrados sobre el	✓ Bitácoras de generación y recepción en los centros de acopio de cada residuo. ✓ Manifiestos de entrega, manejo y disposición de residuos. ✓ Registro de detección de áreas de oportunidad en los recorridos de inspección al proyecto. ✓ Evidencias documentales del

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapa en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
		reciclaje, aprovechamiento y valorización en los términos de la LGPGIR y demás normatividad aplicable en la materia. ii) Impartir pláticas informativas dirigidas al personal participante en cada una de las etapas del proyecto sobre la clasificación y correcta disposición de los diferentes tipos de residuos. iii) Las empresas contratadas para el manejo, transporte y disposición de residuos en cualquiera de su clasificación, deberá contar con las autorizaciones correspondientes.			mal manejo de residuos dentro de la verificación ambiental del proyecto.	manejo de registros en cada modalidad.
Suelo Agua Paisaje	Susceptibilidad de contaminación al suelo Susceptibilidad de contaminación al agua	**MP y MM**: i) Prohibir la defecación al aire libre y colocar sanitarios portátiles en cada frente de trabajo en relación al número de trabajadores, así como la señalización respectiva. ii) Contratar a una empresa especializada y autorizada para las acciones periódicas de limpieza y recolección, transporte y disposición final de aguas residuales generadas en los sanitarios, y	Preparación del sitio Operación-mantenimiento Abandono del sitio	Evitar la contaminación del suelo, por posibles infiltraciones al subsuelo de aguas residuales. Además, de garantizar condiciones adecuadas de higiene en los frentes de trabajo.	✓ **FT/LI≤FTL**; donde FT se refiere a fuerza de trabajo; LI se refiere a letrinas instaladas en campo; FTL se refiere a la cantidad de sanitarios portátiles letrinas por trabajadores o fuerza de trabajo, dependiendo la naturaleza del proyecto. ✓ **CSR/CSP=1;** donde CSR se refiere a la cantidad de servicios realizados, CSP se	✓ Listas de mantenimiento y limpieza de cada sanitario portátil. ✓ Contrato con empresa recolectora de residuos sanitarios y su permiso de descarga. (Autorizaciones y manifiestos de entrega).

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapa en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
		en su caso, de la remediación de los impactos que se generen por su mal manejo.			refiere a la cantidad de servicios programados de acuerdo a la propia naturaleza del proyecto	
Agua	Modificación en el coeficiente de escurrimiento e infiltración. Desvío de cauces y/o escurrimientos superficiales. Azolve de escurrimientos y/o cuerpos superficiales.	**MP y MM:** i) Implementar obras civiles para la captación, desvío y reincorporación de los escurrimientos a cauces naturales evitando la entrada de agua pluvial al sistema de lixiviación.	Preparación del sitio Operación-mantenimiento Abandono del sitio	Evitar la afectación y obstrucción de las corrientes superficiales presentes en el sitio del Proyecto, permitiendo de esta manera no disminuir la cantidad de agua superficial que se integra al medio en los escurrimientos naturales (incluidos los intermitentes).	✓ **OCD/ENA= 1** Donde OCD se refiere al número de obras de conducción o desvío, ENA se refiere al número de escorrentías naturales afectadas.	✓ Planos topográficos y constructivos de obras civiles. ✓ Evidencia fotográfica de la construcción de las obras para captación o desvío. ✓ Evidencia fotográfica del mantenimiento a las obras. ✓ Medición de la cantidad de agua captada.
Agua	Susceptibilidad de contaminación en cuerpos superficiales y susceptibilidad de contaminación al acuífero	**MP:** **i)** Ejecutar un programa de monitoreo de agua, realizando los muestreos en los pozos de monitoreo. ii) Mantener en buen estado los pozos de monitoreo.	Preparación del sitio Operación-mantenimiento Abandono del sitio	Evaluar posibles afectaciones ocasionadas por el Proyecto en las zonas aledañas por fugas y/o derrames o por la infiltración de soluciones durante la lixiviación del material.	✓ **RMP> ó = LMP**; donde RMP se refiere a los resultados del monitoreo de pozos, y LMP será el límite máximo permisible marcado por la normatividad aplicable.	✓ Resultados del monitoreo de los pozos.
Flora Suelo Paisaje	Reducción y/o eliminación de la cobertura vegetal Diversidad y	**MP y MM:** i) Previo a las actividades de desmonte y despalme, realizar y ejecutar un ***programa de rescate y reubicación de***	Preparación del Sitio	Rescatar los individuos de especies florísticas presentes en el área del proyecto,	✓ **SR/SA≤1;** donde SR es la superficie donde se realizó ya actividad de rescate de flora; SA es la superficie autorizada.	✓ Bitácora de campo y electrónica del seguimiento a las actividades de rescate y reubicación. ✓ Memoria Fotográfica.

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapa en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
	degradación de las especies (arbóreas, herbáceas y arbustivas)	***especies de flora silvestre.*** ii) Previamente a las actividades de desmonte, se deben identificar las especies arbóreas que se conservaran in situ o se integren al diseño de áreas verdes, así como las especies de interés biológico susceptibles de trasplante, y aquellas con algún tipo de valor regional. iii) Realizar y ejecutar acciones de protección de la vegetación circundante. iv) Realizar cursos de inducción ambiental, en los que se dé a conocer el reglamento ambiental del Proyecto, y se enfatice la prohibición de la caza, captura, comercialización y tráfico de individuos de fauna silvestre, así como colecta, comercialización y tráfico de individuos de flora silvestre que se encuentren en el área del Proyecto y en las áreas adyacentes al mismo.		considerando a las especies de interés biológico y/o aquellas de difícil regeneración y lento crecimiento, en el ámbito local o regional tendientes a la conservación, desarrollo y evolución de las especies. Compensar la pérdida de flora silvestre más representativa dentro de la superficie ocupada por el proyecto donde no ha sido posible su rescate, realizando un programa de reproducción y resiembra a largo plazo que sea cuantificable.	La superficie susceptible de rescate, desmonte y despalme dependerá de topografía y presencia de suelo. ✓ **ERe/ERs=1;** donde ERe se refiere a los ejemplares reubicados; ERs se refiere a la cantidad total de ejemplares rescatados. ✓ **ERL/ER≥0.95;** donde ERL es el número de ejemplares reubicados y liberados sanos; ER se refiere al número total de ejemplares rescatados, medible esta relación periódicamente a partir del primer informe.	
Flora Fauna Paisaje	Reducción y/o eliminación de la cobertura vegetal Diversidad y	**MP:** i) Colocar señalización para prohibir la cacería, captura, colecta, consumo, comercialización, tráfico y la	Preparación del sitio Operación-mantenimiento Abandono de	La medida tiene por objetivo evitar la afectación a la vegetación aledaña y a la fauna presente	✓ **I=0;** donde I se refiere a los incidentes presentados en las inmediaciones (incendios, tala y	✓ Colocación de la señalética prohibitiva en el SP y áreas aledañas al mismo.

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapa en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
	degradación de las especies (arbóreas, herbáceas y arbustivas)	extracción de especies de flora dentro del SP y áreas aledañas al mismo. ii) Prohibir la realización de fogatas y quemas en el proyecto para evitar la pérdida de especies arbóreas, arbustivas y pastos nativos, así como utilizar fuentes de ignición (cerillos, encendedores) donde se almacenen residuos peligrosos. iii) Realizar y ejecutar acciones de protección a la vegetación circundante.	sitio	del SP y áreas aledañas al mismo.	deforestación clandestina, tiradero de residuos, etc.)	
Flora Suelo	Reducción y/o eliminación de cobertura vegetal Características edáficas (propiedades físicas y químicas) Susceptibilidad de erosión eólica e hídrica	**MP y MM**: i) Realizar y ejecutar un **Programa de conservación de suelos** para el Proyecto, donde se incluya el manejo del suelo fértil producto del despalme, que incluya especies maderables producto del desmonte, los cuales deberán mezclarse, y almacenarse temporalmente, para ser utilizado en actividades de restauración o abandono del Proyecto o en su caso, para actividades de reforestación en otros sitios.	Preparación del sitio Operación-mantenimiento Abandono de sitio	El programa tiene como objetivo recuperar el suelo fértil (capa orgánica) durante el despalme y el enriquecimiento del mismo con el material producto del desmonte, para que este sea utilizado en espacios abiertos susceptibles a fenómenos de erosión, también se pretenden mantener las características del ecosistema para su	✓ **PCS=100%;** donde PCS se refiere al programa de conservación de suelos.	✓ Bitácora del cambio y uso de suelo del sitio. ✓ Evidencia fotográfica.

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapa en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
				conservación y restablecimiento una vez iniciado el Proyecto.		
Fauna	Fragmentación y perturbación del hábitat Desplazamiento de especies vertebrados terrestres y voladores	**MP y MM:** i) Previo a las actividades de desmonte y despalme, realizar y ejecutar un ***programa de ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre.*** ii) El desmonte y despalme se deberá de realizar de manera direccionada, esto con el objetivo de permitir el desplazamiento de la fauna hacia zonas menos perturbadas. iii) El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del Proyecto.	Preparación del Sitio Operación-mantenimiento	Ahuyentar y/o reubicar mediante técnicas prácticas las especies de fauna que se presenten en el área del proyecto, consideradas o no bajo algún estatus de protección con base a los listados de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.	✓ **NOF/SACUS=0;** donde NOF se refiere al número de observaciones de presencia de fauna en el polígono (incluye excretas, huellas, capturas dentro del polígono, etc.). Esto aplica en la superficie ya impactada, debido a los trabajos de manera paulatina que se realizarán.	✓ Bitácora del rescate de especies. ✓ Anexo fotográfico ✓ Informe del programa de ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre.
Todos	Contaminación de suelo,	**MP:**	Abandono del	La medida tiene como objetivo evaluar	✓ $\mathbf{CSCd = 0}$ ✓ $\mathbf{CACd = 0}$	✓ Resultados del monitoreo periódico realizado aguas

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapa en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
	corrientes superficiales y/o agua subterránea, así como afectación a flora y fauna en zonas aledañas al proyecto causado por fugas y/o derrames durante la conducción de las soluciones ácidas.	ii) Como parte de las actividades de abandono del sitio, se llevará a cabo la estabilización física y química de los terreros lo que incluye el lavado, la neutralización, la estabilización de los taludes y la cubierta total para evitar afectaciones por el movimiento de contaminantes presentes en el mineral gastado, de acuerdo al Programa de abandono y programa de manejo de residuos mineros conforme a la NOM-157-SEMARNAT-2009 y a lo que establece la NOM-159-SEMARNAT-2011.	sitio	posibles afectaciones ocasionadas por el Proyecto en las zonas aledañas al mismo por fugas y/o derrames de soluciones ácidas; así como asegurar la estabilidad física y química de los terreros tras el abandono.	Donde CSCd se refiere a cantidad en kg de suelo contaminado por derrames de sustancias peligrosas; CACd se refiere a cantidad en m^3 de agua contaminada por derrames de sustancias peligrosas.	arriba y aguas debajo del sistema de lixiviación. ✓ Evidencia documental de las actividades de estabilización que se apliquen a los terreros, donde se incluyen bitácoras de campo, memoria fotográfica, etc.
Todos	Desempeño ambiental incorrecto o deficiente del proyecto si se tiene falta de supervisión del mismo.	**MP:** i) Designar personal técnico encargado de supervisar el cumplimiento de las especificaciones establecidas y autorizadas para el Proyecto; ii) Implementar un Programa de Vigilancia ambiental, para dar y evaluar el cumplimiento de las medidas establecidas en el presente documento, así como las que establezca la autoridad.	Todas	El personal asignado tendrá la capacidad técnica necesaria para identificar aspectos críticos desde el punto de vista ambiental, así como para tomar decisiones y establecer las acciones que aseguren el cumplimiento de las especificaciones contenidas en el presente estudio y las	✓ **SPVA=100%;** donde SPVA se refiere a seguimiento al programa de vigilancia y monitoreo ambiental.	✓ Evidencia documental y de campo de la supervisión, para lo cual se implementarán formatos de registro, tales como: i) Matriz de registro de áreas de oportunidad y planes de acción para subsanar estas medidas; ii) Matriz de entrega y recepción de evidencias de cumplimiento al Programa de Vigilancia Ambiental.

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapa en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
				que se deriven su evaluación. La ejecución del programa de manejo ambiental tendrá como objetivo general, verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación, así como los términos y condicionantes establecidos en el Resolutivo emitido por la evaluación de impacto ambiental.		
Todos	Afectación de los componentes del ambiente por faltas de comunicación, capacitación y concientización.	**MP**: i) Implementar un programa de concientización ambiental, el cual involucre la capacitación a los actores involucrados de todos los temas de importancia tales como el conocer los propios procedimientos o estándares ambientales con que ya se cuentan para asegurar el desempeño ambiental, dando a conocer las restricciones y precauciones que se deben de tener a lo largo del proyecto y en sus diferentes etapas.	Todas	Dar a conocer a todos los involucrados en el proyecto por mínima que sea su aportación, cada uno de los lineamientos ambientales que se deben de seguir en todas las etapas del proyecto.	✓ **HCR/HCP≥1;** donde HCR se refiere a horas de capacitación registradas; HCR se refiere a horas de capacitación programadas.	✓ Calendarios de la programación de pláticas informativas y cursos. ✓ Registro de asistencia del personal a los cursos y platicas calendarizadas

VI.2. Impactos residuales

De acuerdo con SEMARNAT (2011), los impactos residuales se definen como aquellos impactos que persisten en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación incorporadas sistemáticamente en el Proyecto. Los que podrían persistir, serían aquellos impactos que carecen de medidas correctivas, los que sólo se mitigan de manera parcial o los que no alcanzan el umbral suficiente para poder aplicar alguna medida de compensación. Los impactos residuales, presentan sus efectos sobre el ambiente, dependiendo de las acciones que le dan origen. Por su parte, Estevan (1999) define a los impactos residuales, como aquellos que, pese a la aplicación de otras alternativas y medidas correctivas, no pueden ser eliminados en su totalidad, debido a limitaciones de tecnología, costos excesivos, o a incompatibilidad con los objetivos del Proyecto.

Cabe mencionar que cada impacto residual, presenta efectos sobre los elementos del ambiente, dependiendo en gran medida de las acciones que le dan origen. El proceso de selección de los impactos residuales ha considerado las interacciones adversas que al aplicar una medida de mitigación, su impacto residual recae en la categoría de significativo o medianamente significativo, descartando aquellas interacciones en las cuales el impacto residual se convierte en irrelevante. A continuación, en el **Cuadro 6.2**, son presentados los impactos residuales más relevantes detectados para este Proyecto, así como la relevancia del impacto y las posibles medidas de mitigación aplicables.

Cuadro 6. 2. Impactos residuales detectados para el Proyecto y las posibles medidas de mitigación aplicables, para la reducción de impactos.

Componente ambiental	Descripción del impacto residual por el desarrollo del Proyecto	Medida de compensación
Suelo	El suelo presentará impactos por la remoción de la vegetación por lo que será más susceptible a la erosión, además de la modificación de las propiedades fisicoquímicas del suelo como son los nutrientes, textura, permeabilidad, granulometría, densidad, perdida de la infiltración, etc. En cuanto a la modificación al relieve (topografía) del terreno cambiara debido a que será un sitio desprovisto totalmente de suelo y los elementos que lo conforman por la extracción definitiva del mineral de interés y la acumulación de mineral de	Las medidas para retornar al suelo a sus condiciones naturales es el retiro de equipos, limpieza y nivelación del sitio, así como la ejecución de los programas de Revegetación y restauración una vez terminada la vida útil del proyecto; durante las actividades de restauración y Revegetación del sitio será utilizado el suelo producto de las actividades de desmonte y despalme para recobrar y mantener parte de las características del

Cuadro 6. 2. Impactos residuales detectados para el Proyecto y las posibles medidas de mitigación aplicables, para la reducción de impactos.

Componente ambiental	Descripción del impacto residual por el desarrollo del Proyecto	Medida de compensación
	tepetate y el destinado a la lixiviación.	mismo.
Paisaje	Afectación visual por la remoción de vegetación, entrada de agentes externos (personal, materiales, maquinaria, etc.) y el cambio de tonalidades por la operación del Proyecto (disposición de mineral). Como resultado de estas actividades una vez terminada la vida útil del proyecto se observaran depósitos de tepetates y las terrazas o bancos producto de la extracción del mineral en el tajo de la mina.	Ejecución de acciones como: limpieza, revegetación y restauración del sitio.

Los impactos residuales descritos anteriormente tendrán a recuperarse después de terminada la vida útil del Proyecto, por lo que es indispensable llevar a cabo cada una de las medidas de mitigación propuestas para su pronto restablecimiento.

VI.3. Impactos acumulativos

De acuerdo con SEMARNAT, los impactos acumulativos se definen como aquellos impactos que resultan de la suma de impactos ocurridos en el pasado o que están ocurriendo en el presente, independientes del Proyecto. Por lo que, en esta categoría, se consideran impactos individuales identificados para el Proyecto que tienen el potencial de causar impactos mayores al unirse a los impactos de otros proyectos de Mina La Caridad perteneciente a Mexicana de Cobre u otras actividades que se desarrollan en el sistema ambiental del Proyecto. En el **Cuadro 6.3** son presentados los impactos acumulativos y el indicador ambiental sobre el que inciden, así mismo son presentadas las medidas propuestas para evitar el efecto acumulativo dentro del SA y SP.

Cuadro 6. 3. Impactos acumulativos detectados para el Proyecto y las posibles medidas de mitigación aplicables.

Componente ambiental	Indicador ambiental que incide	Descripción del impacto acumulativo por el desarrollo del Proyecto	Medida de prevención, mitigación y/o compensación
Atmósfera	Emisiones a la atmósfera y deterioro en la calidad del aire	La calidad del aire en el sistema ambiental donde se ubica el Proyecto se ve afectada, no sólo por las emisiones de gases y polvos causadas por la construcción y operación de todas las actividades mineras, como las voladuras, trituración, el manejo y transporte de mineral triturado, la combustión de hidrocarburos en vehículos maquinaria y equipos y la emisión de polvo por el tránsito de vehículos en caminos de servicio, etc., sino que también se ve afectada por las emisiones de polvo por construcciones y uso de caminos de terracería en áreas aledañas a la mina, así como por la combustión de hidrocarburos en vehículos automotores particulares y públicos que son utilizados dentro y fuera de las instalaciones. Las actividades antes mencionadas pueden llevar a un incremento en la generación de gases de efecto invernadero y por consecuencia en modificaciones a parámetros importantes para el bienestar del ser humano.	Ejecución del programa de mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y equipos durante el tiempo de vida útil del Proyecto. Ejecución del programa de riego en caminos internos para evitar la dispersión de polvos; así como la implementación de monitoreo ambiental de partículas tales como PM10, el cual estará situado en una de las colonias aledañas al área del Proyecto. Además de realizar la supervisión ambiental de cada una de las medidas propuestas.
Suelo	Cambio y uso de suelo	El incremento de actividades en Mina La Caridad implica el cambio de uso de suelo en superficies extensas. Adicionalmente, se debe considerar que el crecimiento de la población y la demanda de servicios, así como otras actividades como la agricultura aumentan el cambio de uso de suelo. Este impacto es considerable, ya que el cambio es realizado sobre superficies forestales, reduciendo de esta manera los servicios ambientales brindados por la vegetación característica del sitio.	Ejecutar un programa de abandono que incluya actividades de restauración y revegetación.

MINERA MEXICO
GRUPO MEXICO

CAPÍTULO VII

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular para el Proyecto denominado "Desarrollo de las actividades de explotación, depósito de tepetate y mineral lixiviable, en los polígonos de Bella Unión, Cachuly y Francisca Norte" en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V., a ubicarse en Nacozarí de García, estado de Sonora.

cesca
CENTRO DE ESTUDIOS, SERVICIOS Y CONSULTORÍAS AMBIENTALES

Octubre 2016

CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 4

VII.1. Pronóstico del escenario 4

VII.2. Descripción y análisis de la proyección para minimizar los impactos en todos los factores ambientales.....5

VII.2.1. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Atmósfera 5

VII.2.2. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Suelo 6

VII.2.3. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Agua 7

VII.2.4. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Flora 8

VII.2.5. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Fauna 10

VII.2.6. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Paisaje 10

VII.3. Escenarios de emisiones y cambio climático en el Sitio del Proyecto 19

VII.4. Programa de Vigilancia Ambiental.....24

VII.4.1. Objetivo general 25

VII.4.2. Estrategia de ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental 26

VII.4.3. Rubros de inspección.....26

VII.4.4. Días de inspección 26

VII.4.5. Ejecución de la inspección.....27

VII.4.6. Medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación comprometidas en la Manifestación de Impacto Ambiental. 27

VII.4.7. Evidencias de ejecución, evaluación y presentación de resultados. 27

VII.5. Conclusiones 29

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 7. 1. Superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal del sitio del Proyecto en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V. 9

Cuadro 7. 2. Análisis de Pronósticos Ambientales que se tendrían para el Proyecto, considerando al sitio si no se realiza el Proyecto, con el Proyecto sin aplicarle medidas de mitigación y con la aplicación de las medidas de mitigación. 12

Cuadro 7. 3. Escenarios de emisiones GEI para el Sitio del Proyecto. 20

INDICE DE FIGURAS

Figura 7. 1. Análisis comparativo del área considerando el escenario actúan sin Proyecto y con Proyecto. 18

Figura 7. 2. Escenarios de GEI respecto a las variaciones en parámetros climatológicos de precipitación pluvial. 22

Figura 7. 3. Escenarios de GEI respecto a las variaciones en parámetros climatológicos de temperatura. 23

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1. Pronóstico del escenario

En este capítulo se presenta el análisis del escenario ambiental resultante al introducir el Proyecto **"Desarrollo de las actividades de explotación, depósito de tepetate y mineral lixiviable, en los polígonos de Bella Unión, Cachuly y Francisca Norte"** en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A de C.V. a ubicarse en el municipio de Nacozari de García, Sonora, con la proyección de la acción de las medidas correctivas o de mitigación por ejecutar, las cuales fueron descritas en el Capítulo VI, a partir de los impactos ambientales relevantes identificados y descritos previamente en el Capítulo V de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular (MIA-P).

Tomando como base el escenario ambiental obtenido en los apartados anteriores (escenario actual) para construir el escenario final, considerando para ello la dinámica natural y socioeconómica de las actividades y elementos del Proyecto,en función de la intensidad y permanencia de impactos ambientales residuales, de los mecanismos de autorregulación y estabilización de los ecosistemas que pudieran contrarrestarlos.

El pronóstico detallado para el escenario proyectado, describe las características por factor ambiental (atmosfera, suelo, agua, flora, fauna y paisaje) y por los indicadores ambientales propensos a ser afectados debido a la naturaleza del Proyecto, con base a lo descrito en los Capítulos IV, V y VI de este documento.

A continuación, se describirá la proyección de cada escenario, con la finalidad de lograr una perspectiva de la situación, con relación a los aspectos ambientales y técnicos. La ejecución del Proyecto implica un número importante de impactos significativos, del 100% de los impactos identificados como adversos, el 50% de ellos tendrán una significancia Moderada, seguidos los de significancia Alta con 43%, significancia Baja con un 6% y

significancia Muy Alta con el 1%, aplicándose también las correspondientes medidas de mitigación, descritas en el capítulo VI del presente estudio, donde los impactos negativos se ven reflejados de manera directa y temporal sobre los factores suelo, agua, atmosfera y paisaje.

VII.2. Descripción y análisis de la proyección para minimizar los impactos en todos los factores ambientales

Para minimizar los impactos ambientales generados por incumplimiento de la normatividad ambiental aplicable al Proyecto, así como incumplimiento de las medidas de mitigación, términos y condicionantes establecidos en el Resolutivo emitido como resultado de la evaluación del presente estudio para todas las etapas del Proyecto, se implementará un **programa de *vigilancia ambiental***, el cual incluya la capacitación a los actores involucrados de todos los temas de importancia tales como el conocer los propios procedimientos o estándares ambientales con que ya se cuentan para asegurar el desempeño ambiental, dando a conocer las restricciones y precauciones que se deben de tener a lo largo del proyecto y en sus diferentes etapas, establecidas por el Promovente así como leyes, normas y reglamentos aplicables; además de las medidas específicas propuestas en este documento y las que resulten de la evaluación y dictamen por parte de la autoridad.

VII.2.1. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Atmósfera

Dentro del SP, la calidad del aire puede disminuirse directamente por la generación de emisiones de gases (SO_2, NO_x, SO_x, etc.), polvos (partículas suspendidas) e incremento en el nivel de ruido, las cuales serán producidas por la entrada y circulación de maquinaria y equipos dentro del área en estudio y como consecuencia de las actividades de desmonte y despalme, así como también durante la etapa de operación-mantenimiento por actividades como voladuras, transporte y depósito de material. De los impactos anteriormente mencionados puede tenerse un efecto acumulativo en caso de no ejecutar las medidas

necesarias para contrarrestarlos o mitigarlos. Este efecto acumulativo es causado por la larga duración de los gases de efecto invernadero sobre el ambiente resultando en altas temperaturas, fenómenos meteorológicos extraordinarios, aumento en el nivel del mar y el incremento en la acidez de los océanos[1]. La Promovente ejecutara las medidas de mitigación considerando la normatividad ambiental vigente en la materia, realizando el mantenimiento preventivo y correctivo a cada uno de los equipos y maquinaria a utilizar dentro del sitio del Proyecto, para evitar emisiones por arriba de los límites permisibles, además los trabajos se ejecutaran bajo estándares de calidad y acorde con las características del sitio. Además al término de la vida útil del Proyecto se realizara la reforestación y restauración del sitio, y evitar con ello el incremento del efecto invernadero.

VII.2.2. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Suelo

Dentro del Sistema Ambiental (SA) y Sitio del Proyecto (SP) los suelos han sido sometidos a diferentes cambios en su estructura y características físicas y químicas, lo anterior dada su ocupación por las actividades mineras.

La instalación del Proyecto implica el cambio y uso de suelo, por lo que la cobertura forestal se verá reducida dentro del SP como consecuencia de las actividades de desmonte y despalme a ejecutar durante la etapa de preparación, por lo que alteraciones y/o modificaciones a este factor se verán reflejados en indicadores ambientales tales como: geoforma (estructura y rasgos físicos), topografía (modificación al relieve), características edáficas (propiedades físicas y químicas), susceptibilidad a la erosión y la susceptibilidad de contaminación al suelo; los indicadores antes mencionados también serán manifestados durante la etapa de operación-mantenimiento debido a las actividades de construcción de caminos, voladuras en el tajo, extracción de material, así como en el transporte y depósito de material tepetate y lixiviable y la lixiviación.

Una vez vista la naturaleza del Proyecto, el factor suelo es susceptible de contaminación, eventos como posibles fugas o derrames de solución acida durante la lixiviación del material, falta de mantenimiento y supervisión en equipo y maquinaria

[1] Centro de Información de las Naciones Unidas (CINU). Boletín de la Organización Meteorológica Mundial (OMM): Las concentraciones de gases de efecto invernadero vuelven a batir un récord (Noviembre 2015).

utilizados, así como una disposición inadecuada de residuos (peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos) dentro del SP y en el SA, pueden causar deterioro en este factor, disminuyendo su posibilidad de recobrar sus características de origen y por lo tanto desistir de los servicios ambientales que este ofrece.

La Promovente en un sentido preventivo y estricto establece medidas de prevención, mitigación y compensación para los indicadores ambientales anteriormente expuestos, algunas de estas medidas consisten en respetar el área autorizada para la operación del Proyecto (CUSF), realizar las excavaciones y nivelaciones acorde al estudio de geotecnia de suelo, no utilizar sustancias químicas para el desmonte y despalme, depositación del material acorde a estándares de calidad, así como la ejecución en tiempo y forma del Plan de Manejo de Residuos, entre otras; además una vez terminada la vida útil del Proyecto se contemplada la restauración y reforestación de la superficie, la estabilización de taludes (gradual), construcción de la cubierta (gradual), de acuerdo con las medidas señaladas en la NOM-157-SEMARNAT-2009 y NOM-159-SEMARNAT-2011 en el numeral 5.8. Criterios de cierre, por lo que de esta manera, no solo se busca la compensación de la superficie, sino la recuperación del ecosistema y la mejora de los servicios ambientales característicos del mismo.

VII.2.3. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Agua

El SA y SP presentan diversos afluentes de carácter intermitente, dentro de los cuales destacan: i) arroyo Los Aguajes, ubicado al límite Suroeste del polígono en estudio Cachuly y del cual sus afluentes se extienden hacia el polígono Bella Unión; ii) arroyo Guadalupe, ubicado al Oeste del polígono Bella Unión, el cual presenta obstrucción y modificación en su cauce como consecuencia de las actividades de extracción de tajo, así mismo al sur del polígono Bella Unión se encuentra el arroyo Rastritas; iii) arroyo El Globo, ubicado hacia el Este del polígono Francisca Norte y el cual presenta obstrucción de cauce como consecuencia del depósito de material tepetate. Es importante mencionar que dentro del SP no existen embalses o aprovechamientos hidráulicos.

La implementación del Proyecto puede involucrar algunas modificaciones al factor agua, mismas que se ven reflejadas sobre indicadores como son: modificación en los coeficientes de escurrimiento e infiltración por la falta de cobertura vegetal y ocupación de la superficie, desvío de cauces y/o escurrimientos superficiales intermitentes, azolve de cuerpos superficiales y/o escurrimientos, susceptibilidad de contaminación a cuerpos de agua superficial (bordos y escorrentías intermitentes) y susceptibilidad de contaminación al acuífero; estos indicadores pueden presentarse dada la entrada de maquinaria y equipos al SP, así como por las actividades que se realizaran durante la etapa operativa y las cuales consisten en la extracción de material del tajo, depósito de tepetate y depósito de material lixiviable. Por esta razón, la Promovente ejecutará medidas de prevención y mitigación, ejemplos de estas son: respetar el patrón de drenaje natural del área del Proyecto, conformación y estabilización del material de las tepetateras y terreros, principalmente las que se ubicaran inmediatas a cauces de arroyos, implementar obras civiles para la captación, desvío y reincorporación de los escurrimientos a cauces naturales, también la implementación del Plan de Manejo de Residuos (peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos) con el que se busca evitar no solo afectaciones a cuerpos de agua dentro del sitio, sino también a cuerpos aledaños al mismo, entre otras. Es importante mencionar que si no se cuenta con medidas de mitigación los impactos antes expuestos pueden ser considerados acumulativos y/o sinérgicos.

VII.2.4. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Flora

En el SA y SP existen diferentes tipos de vegetación natural, dentro de las que destacan: Bosque de Encino, Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino, Pastizal Natural y Matorral Desértico Micrófilo. Es relevante mencionar que el SP lo conforman tres polígonos (Cachuly, Bella Unión y Francisca Norte), en los cuales el tipo de vegetación varía en cada uno de ellos y es mostrada en el **Cuadro 7.1** con respecto al total de la superficie objeto del presente informe.

Cuadro 7. 1. Superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal del sitio del Proyecto en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V.

Vegetación en el SP	Polígono						Total	
	Bella Unión (explotación minera)		Cachuly (depósito de tepetate)		Francisca (material lixiviable)			
	m^2	ha	m^2	ha	m^2	ha	m^2	ha
Bosque de Encino	2,899,283.37	289.93	1,660.02	0.17	125,047.53	12.50	3,025,990.93	302.60
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	510,892.67	51.09	2,026,195.71	202.62	102,434.78	10.24	2,639,523.16	263.95
Pastizal Natural	448,521.38	44.85	177,849.02	17.78	281,087.41	28.11	907,457.81	90.75
Matorral Desértico Micrófilo	0.00	0.00	1,452,020.82	145.20	0.00	0.00	1452020.82	145.20
Total	**3,858,697.42**	**385.87**	**3,657,725.57**	**365.77**	**508,569.72**	**50.86**	**8,024,992.71**	**802.50**

De las especies encontradas dentro del SP, no se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, solo especies como Sotol o maguey (*Agave parryi*), Datil (*Yuca elata*) y Lechuguilla (*Agave palmerre*) son consideradas de interés biológico.

Durante la etapa de preparación del sitio (desmonte y despalme), ocurrirá una disminución en la cobertura vegetal presente en la superficie del mismo, lo que puede verse reflejado en la degradación de especies, no solo del SP, sino también del SA. Esta posible afectación, también puede contribuir al deterioro de otros factores ambientales como son el suelo y el aire, ya que las malas prácticas en la ejecución del desmonte y despalme y el no implementar programas de rescate y reubicación adecuados al tipo de vegetación pueden alterar las funciones eco sistemáticas del SA.

La Promovente dentro del Capítulo VI incluye algunas medidas preventivas como son la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora, la prohibición de fogatas dentro del SP y áreas aledañas; medidas de mitigación como son la reubicación de ejemplares de interés biológico, la prohibición de colecta, comercialización y tráfico de individuos, así como medidas compensatorias como es la reforestación de la superficie ocupada una vez terminada la vida útil del Proyecto, permitirán recobrar características importantes para el restablecimiento del ecosistema dentro del SP y SA.

VII.2.5. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Fauna

Las condiciones actuales del SP y del SA reflejan una fragmentación del hábitat para las especies de fauna, lo cual es causado por la ejecución de actividades mineras y de otras actividades de origen antrópico, como lo son la ganadería, agricultura y apertura de caminos. Expuesto lo anterior, los impactos previstos hacia este factor son: la fragmentación y perturbación del hábitat (disminución de los sitios de anidación, cambios en el comportamiento de las especies, etc.,), y el desplazamiento de mamíferos y voladores vertebrados, los cuales son posibles a presentarse durante la etapa de preparación del sitio como consecuencia de las actividades de desmonte y despalme, así como la entrada de maquinaria y equipos. Sin embargo, la Promovente ejecutará el programa de rescate y reubicación de fauna, así como la implementación de técnicas de ahuyentamiento con la finalidad de mitigar los efectos que pudieran causarse sobre este factor.

Es importante mencionar, que actualmente dentro del SP no existen especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni de interés biológico; mientras que en el SA si existen especies de Norma.

VII.2.6. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Paisaje

El SA presenta un paisaje en transición, de un paisaje natural dominado por la vegetación natural, sierras y afluentes intermitentes, a un paisaje urbano industrial, donde la actividad minera y el desarrollo local de las zonas urbanas aledañas comienzan a predominar.

El SP es conformado por tres polígonos, donde la cuenca visual de cada uno de ellos es limitada principalmente por elementos naturales, donde destacan las Sierras Altas cubiertas con vegetación característica, así como por la infraestructura y actividades mineras realizadas en el entorno. También, dentro del SP existen distintos cauces intermitentes dentro de los que destacan Los Aguajes, Guadalupe y el Globo, estos dos últimos han sido sujetos de obstrucción y desvío de cauce como consecuencia de las actividades de extracción de material en el tajo y el depósito de material tepetate.

De acuerdo a lo antes mencionado, la calidad del paisaje dentro del SP es considerada media-alta, con elementos naturales destacables como son la vegetación, sierras y afluentes intermitentes; mientras que la fragilidad visual y visibilidad es media, ya que dentro del SA existe una dominancia de la actividad minera sobre elementos naturales.

El impacto hacia este factor ambiental es considerado como residual, no por la falta de medidas de prevención, mitigación o compensación, sino por el tipo de actividades y el tiempo de vida útil del proyecto, aunque cabe destacar que las actividades dentro del SP sobre todo el desmonte y despalme serán ejecutados de manera paulatina. Expuesto lo anterior, la Promovente ejecutará una vez terminada la vida útil del Proyecto la restauración y limpieza del SP durante la etapa de abandono del sitio, con lo que se busca restablecer las condiciones naturales del ecosistema y la recuperación de los servicios ambientales que este ofrece.

En el **Cuadro 7.2** y **Figura 7.1** se presenta un análisis comparativo de los pronósticos ambientales, considerando la proyección de cada escenario: [i] sin proyecto; [ii] con proyecto, sin aplicar medidas de prevención, mitigación ni compensación; y [iii] con proyecto, aplicando medidas de prevención, mitigación y compensación.

Cuadro 7. 2. Análisis de Pronósticos Ambientales que se tendrían para el Proyecto, considerando al sitio si no se realiza el Proyecto, con el Proyecto sin aplicarle medidas de mitigación y con la aplicación de las medidas de mitigación.

Factor Ambiental	Pronósticos Ambientales		
	Sin Proyecto	**Con proyecto, sin medidas de mitigación**	**Con proyecto, con medidas de mitigación**
Atmósfera	La calidad del aire en el SP y dentro del SA puede ser considerada como aceptable, sin embargo es de relevancia considerar la actividad minera y urbana que es realizada a inmediaciones del SP. Estas actividades son causantes de las emisiones de gases de efecto invernadero, incremento en los niveles de ruido, así como en la generación de polvos y partículas suspendidas, que no solo alteran la calidad del aire y el resto de los factores ambientales, sino también pueden causar malestares entre la población. La calidad del aire y la contaminación atmosférica depende en mayor parte de las actividades de origen antrópico las cuales son intensificadas dado el desarrollo local y regional de la zona.	Sin las medidas de prevención y mitigación propuestas puede afectarse de manera severa la calidad del aire, no solo del sitio del Proyecto, sino también dentro del SA, contribuyendo al efecto invernadero. Por otra parte, la actividad minera y la cercanía de la zona urbana, así como caminos y carreteras al sitio del Proyecto, pueden provocar un efecto acumulativo y sinérgico con la ejecución de las actividades de operación del Proyecto, deteriorando la calidad del aire. El escenario sin la ejecución de medidas de mitigación acelera los efectos del calentamiento global, lo que puede manifestarse en fenómenos climatológicos extremos como son las sequías y las altas temperaturas, fusión del hielo, aumento en el nivel del mar, incremento en la acidez de los océanos y por consecuencia puede disminuir de la calidad de vida de la población al ser más susceptibles a enfermedades.	Las medidas de mitigación propuestas prevendrán y mitigarán los efectos causados por la emisión de gases de efecto invernadero (SO_2, NO_x, SO_x) causados principalmente por el uso de máquinas y equipos de combustión dentro del sitio del Proyecto, por lo que el mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria, así como la aplicación de la normatividad en materia de emisiones, son solo algunas de las medidas a ejecutar para contrarrestar los efectos adversos. Para el caso de la generación de polvos (partículas suspendidas) se implementará un programa de riego, mientras que para el incremento en el nivel de ruido se consideraran los límites de velocidad en los vehículos, el uso de tapones auditivos y los horarios diurnos, además de realizar el estudio bajo los criterios de la NOM-084-SEMARNAT-1991. Además a largo plazo con las actividades de restauración y limpieza se pretende devolver al sitio características importantes para su restablecimiento y

Cuadro 7. 2. Análisis de Pronósticos Ambientales que se tendrían para el Proyecto, considerando al sitio si no se realiza el Proyecto, con el Proyecto sin aplicarle medidas de mitigación y con la aplicación de las medidas de mitigación.

Factor Ambiental	Pronósticos Ambientales		
	Sin Proyecto	**Con proyecto, sin medidas de mitigación**	**Con proyecto, con medidas de mitigación**
			mejora en la calidad del aire.
Suelo	Actualmente, el suelo dentro del SA es mayormente ocupado por la actividad minera, en conjunto con otras actividades de origen antrópico como son el crecimiento poblacional y el desarrollo local, actividades que siguen predominando en el SP y SA, disminuyendo así su cobertura vegetal y modificando algunas de sus características edáficas, geoforma, topografía, además de hacerlos más susceptibles a la contaminación y erosión, este último considerado de alta probabilidad dada la instalación y operación de la Mina "La Caridad".	El suelo al tener un uso y ocupación por la actividad minera es idóneo al deterioro y a la alteración de algunas de sus propiedades, mismas que pueden ser acumulativas y sinérgicas, no solo por ejecutarse actividades (antropogénicas) dentro del SP sino también en áreas aledañas. Dada la situación, las actividades a desarrollar en el Proyecto pueden causar riesgo de contaminación (derrames e infiltración) alterando las propiedades físicas y químicas del suelo, por agentes externos como sustancias ácidas, hidrocarburos y residuos (principalmente peligrosos) involucrados con el desarrollo del Proyecto durante las etapas de preparación del sitio, operación-mantenimiento y abandono del sitio.	La delimitación del Proyecto es la primera actividad a considerar, esto con la finalidad de no causar afectaciones a áreas circundantes; además como medida de compensación se propone la restauración y reforestación del SP para restablecer el ecosistema una vez terminada su vida útil; mientras que para la susceptibilidad a la contaminación del suelo será prevenida ejecutando el Plan de Manejo de Residuos (en cualquiera de sus categorías) en cualquiera de sus etapas. También se propone la supervisión ambiental en todas las etapas del Proyecto y la aplicación del reglamento interno para evitar malas prácticas y deterioro ambiental.
Agua	Dentro del SA y SP existen algunos arroyos intermitentes, en los cuales destacan Los Aguajes, ubicado al límite Suroeste del polígono en estudio Cachuly y del cual sus afluentes se extienden hacia el	Con la implementación y operación del Proyecto, se perciben como indicadores de impacto los siguientes: modificación a coeficientes de escurrimientos e infiltración, desvío y azolve de escurrimientos superficiales	Con la finalidad de evitar afectaciones a este factor, la Promovente implementará medidas preventivas y de mitigación para los impactos previstos, destacando: respetar el patrón de drenaje natural del área del Proyecto, considerar un área de

Cuadro 7. 2. Análisis de Pronósticos Ambientales que se tendrían para el Proyecto, considerando al sitio si no se realiza el Proyecto, con el Proyecto sin aplicarle medidas de mitigación y con la aplicación de las medidas de mitigación.

Factor Ambiental	Pronósticos Ambientales		
	Sin Proyecto	**Con proyecto, sin medidas de mitigación**	**Con proyecto, con medidas de mitigación**
	polígono Bella Unión; ii) arroyo Guadalupe, ubicado al Oeste del polígono Bella Unión, mismo que presenta obstrucción y modificación en su cauce como consecuencia de las actividades de extracción de tajo; iii) arroyo El Globo, ubicado hacia el Este del polígono Francisca Norte y el cual presenta obstrucción de cauce como consecuencia del depósito de material tepetate producto de las actividades mineras. También dentro del SA se encuentra la presa de jales, esta como parte de la infraestructura de la Mina La Caridad.	e intermitentes, y la susceptibilidad de contaminación a cuerpos superficiales aledaños al SP, así como al acuífero. Lo antes mencionado puede ocurrir por las actividades a desarrollar durante la etapa de preparación del sitio que son el desmonte y despalme, donde al ser retirada la cubierta vegetal el suelo resta la capacidad de infiltración, también la entrada de maquinaria y equipos, así como la generación de residuos puede provocar azolve y contaminación a cuerpos superficiales de agua dentro del SP y aledaños. Durante la etapa de operación, las actividades de extracción de material, depósito de tepetate y material de lixiviación, pueden causar desvío de cauces y azolvamiento por no considerar una adecuada conformación y estabilización, además durante la lixiviación de material puede presentarse fuga de sustancia acida y llegar a contaminar cuerpos superficiales de agua e infiltraciones al acuífero deteriorando no solo al factor agua, sino a otros factores	amortiguamiento para no afectar cauces de arroyos cercanos al SP. Respecto a la susceptibilidad de la contaminación de aguas superficiales, estos impactos se evitarán aplicando las medidas necesarias que prohíben arrojar cualquier tipo de residuo sólido y líquido a escurrimientos, así como realizar un adecuado manejo y disposición de los residuos peligrosos, de manejo especial, así como para el almacenamiento de combustibles, lo anterior ejecutando el Plan de Manejo de Residuos en tiempo y forma; además para evitar la contaminación al acuífero se tiene activo el programa de muestreo en los pozos de monitoreo con la finalidad de evitar infiltración de sustancias ácidas y lixiviados al acuífero. Por otra parte, la adaptación de infraestructura (drenaje pluvial y/o canaletas) al SP evitara la modificación de escurrimientos, así como el azolve de los mismos, con lo que el coeficiente de escurrimiento e infiltración no será alterado.

Cuadro 7. 2. Análisis de Pronósticos Ambientales que se tendrían para el Proyecto, considerando al sitio si no se realiza el Proyecto, con el Proyecto sin aplicarle medidas de mitigación y con la aplicación de las medidas de mitigación.

Factor Ambiental	Pronósticos Ambientales		
	Sin Proyecto	**Con proyecto, sin medidas de mitigación**	**Con proyecto, con medidas de mitigación**
		como son suelo, vegetación y fauna.	
Flora	Dentro del SA y SP existen los siguientes tipos de cobertura vegetal: i) vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Encino; ii) Bosque de Encino; iii) Pastizal Natural y iv) Matorral Desértico Micrófilo. Es importante mencionar que dentro del SA la cobertura vegetal ha sido sujeta a remoción y a modificaciones, ejemplo de esto es la vegetación secundaria arbustiva Bosque de Encino que evidencia la influencia de la actividad antropogenica sobre el área en estudio. Mientras que dentro del SP la cobertura vegetal se mantiene de origen, sin embargo es de poca diversidad biológica, sin especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y solo algunas de interés biológico como son: Sotol o maguey (Agave parryi), Datil (Yuca elata) y Lechuguilla (Agave palmerre).	Durante la etapa de preparación del sitio serán ejecutadas las actividades de desmonte y despalme, que al no considerar medidas preventivas como son el rescate y reubicación de especies, puede existir una degradación a la diversidad bilógica, además de la remoción de la cobertura vegetal que no solo afecta la flora, sino también influye en factores como son suelo, agua fauna paisaje y la calidad del aire.	Previo a las actividades de desmonte y despalme será ejecutado el programa de rescate y reubicación de flora silvestre, con el que se pretende conservar especies de interés biológico, mantener la diversidad existente y conservar las características del ecosistema. También durante la etapa de operativa del Proyecto es contemplada la protección y cuidado de la vegetación existente en los alrededores a través de la instalación de señalética prohibitiva para la captura, consumo, tráfico, etc., así como la impartición de pláticas informativas sobre su importancia. Por otra parte, una vez terminada la vida útil del Proyecto se ejecutara el programa de restauración y reforestación del SP, el cual tendrá como objetivo retornar las condiciones de origen del ecosistema y restablecer los servicios ambientales.

Cuadro 7. 2. Análisis de Pronósticos Ambientales que se tendrían para el Proyecto, considerando al sitio si no se realiza el Proyecto, con el Proyecto sin aplicarle medidas de mitigación y con la aplicación de las medidas de mitigación.

Factor Ambiental	Pronósticos Ambientales		
	Sin Proyecto	**Con proyecto, sin medidas de mitigación**	**Con proyecto, con medidas de mitigación**
Fauna	En general, el SP y el SA presentan poca diversidad de especies, lo que evidencia una perturbación causada por la actividad de origen antropogénico presente en la zona, principalmente por la actividad minera. Así mismo, la perturbación existente a la vegetación también afecta a los distintos grupos faunísticos (mamíferos, reptiles, aves) presentes en el SA y SP, ya que sus avistamientos son aislados, lo que es causado por la fragmentación de la zona debido a las actividades antropogenicas y el desarrollo local de la zona. Con lo que respecta a especies de fauna, dentro del SP no son registradas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Durante las actividades de desmonte y despalme, se perderían especies de diversidad biológica, además de causar la fragmentación al hábitat y provocar el desplazamiento de algunas especies. De omitirse las medidas de prevención y mitigación para estos indicadores ambientales, puede causarse un fuerte desequilibrio y disturbios al ecosistema eliminando bienes y servicios ambientales característicos del SA y del SP.	Ejecutando en tiempo y forma los programas de rescate y reubicación de fauna silvestre del sitio, previo a cualquier inicio de actividad del proyecto, se busca conservar a las especies características del sitio y con ello mantener la diversidad existente. Durante la etapa de operación del Proyecto es contemplada la protección y cuidado de la fauna existente en los alrededores a través de la instalación de señalética prohibitiva para la captura, consumo, trafico, etc., así como la impartición de pláticas informativas sobre su importancia; mientras que para la etapa de abandono del sitio se ejecutara la restauración y reforestación del sitio.
Paisaje	El SA presenta un paisaje en transición, de un paisaje natural dominado por la vegetación natural, sierras y afluentes intermitentes, a un paisaje urbano industrial, donde la actividad minera y el desarrollo local de las zonas urbanas aledañas	El paisaje dentro del SP estaría dominado por la instalación y operación del Proyecto, que al no considerar medidas de prevención y mitigación para cada uno de los factores ambientales (aire, suelo, agua, flora y fauna), pueden contribuir	Para cada uno de los factores ambientales son propuestas medidas de prevención, mitigación y compensación (propuestas en el Capitulo VI), además de dar cumplimiento a la normatividad aplicable, así como considerar las medidas que establezca la autoridad en

Cuadro 7. 2. Análisis de Pronósticos Ambientales que se tendrían para el Proyecto, considerando al sitio si no se realiza el Proyecto, con el Proyecto sin aplicarle medidas de mitigación y con la aplicación de las medidas de mitigación.

Factor Ambiental	Pronósticos Ambientales		
	Sin Proyecto	**Con proyecto, sin medidas de mitigación**	**Con proyecto, con medidas de mitigación**
	comienzan a predominar. La calidad del paisaje dentro del SP es considerada media-alta, con elementos naturales destacables como son la vegetación, sierras y afluentes intermitentes, por lo que la cuenca visual es limitada por estos elementos, así como la infraestructura existente y operación de la Mina La Caridad. Mientras que la fragilidad visual y visibilidad es media, ya que dentro del SA existe una dominancia de la actividad minera sobre elementos naturales. En contexto general, el paisaje del SA y SP presenta una transición que evidencia la entrada de elementos industriales y urbanos impulsados por la demanda en el mercado y por el crecimiento de la población y en consecuencia la demanda de servicios.	al desequilibrio del mismo disminuyendo la calidad paisajística y aumentando la fragilidad visual y visibilidad del SP, además que el deterioro de los factores como son la calidad del aire, la susceptibilidad de contaminación al suelo y cuerpos superficiales, así como la degradación de la especies y la perturbación del hábitat pueden dirigir a fuertes problemas de salud entre la población aledaña, así como desequilibrios en el ecosistema (perdida y/o cambios de los servicios ambientales) en el corto plazo.	el resolutivo resultado de la evaluación del presente documento. Terminada la vida útil del Proyecto se buscará mitigar este impacto al paisaje con las medidas compensatorias establecidas para la recuperación y restauración ecológica que incluya, restauración y uso posterior del sitio, con actividades de limpieza, cuyo objetivo será que el ecosistema tenga una recuperación gradual.

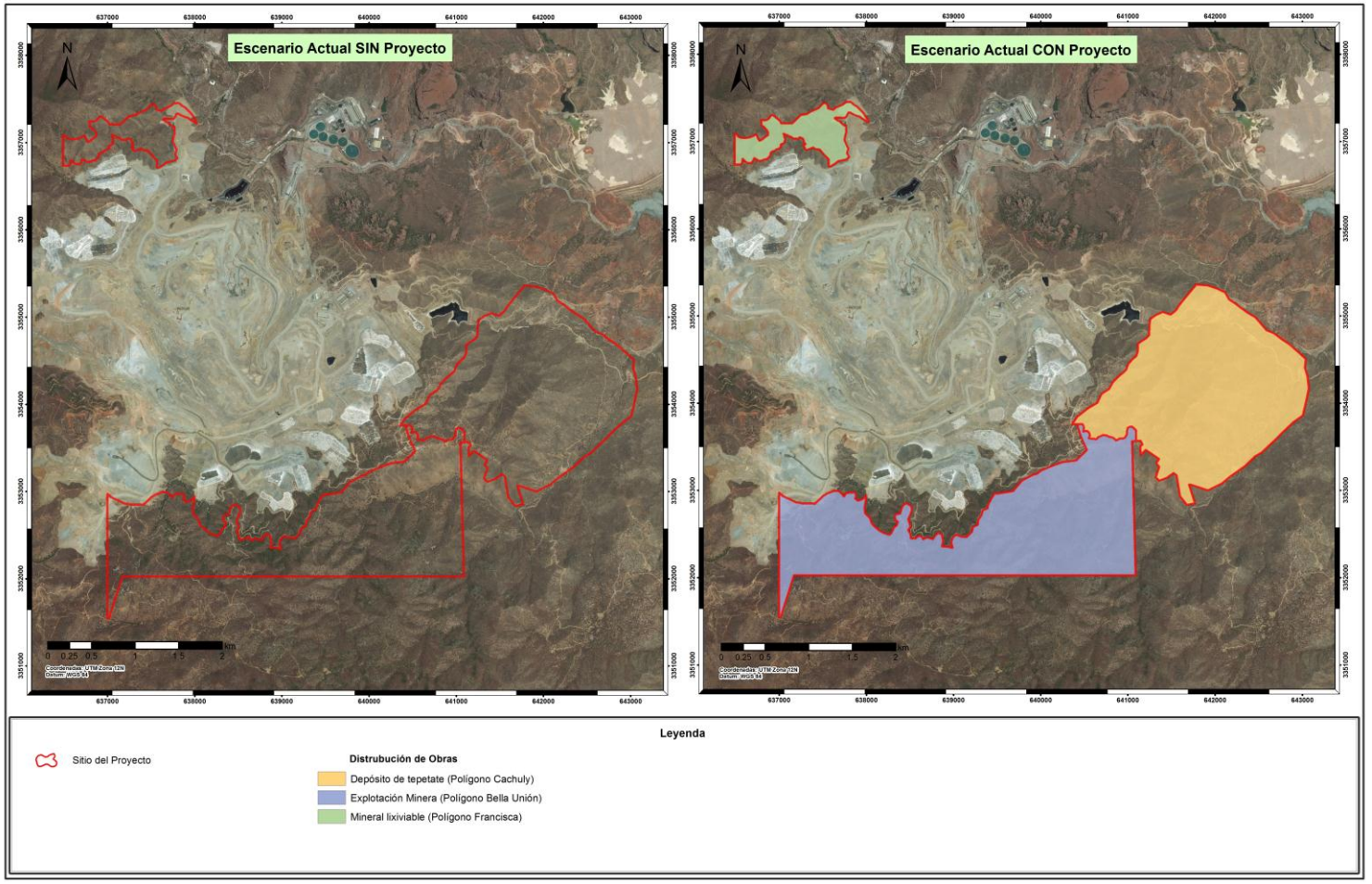


Figura 7. 1. Análisis comparativo del área considerando el escenario actúan sin Proyecto y con Proyecto.

VII.3. Escenarios de emisiones y cambio climático en el Sitio del Proyecto

México tiene características geográficas y sociales que lo colocan como uno de los países más vulnerables a los efectos del cambio climático, por esta razón el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) hace mención a los escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero (SRES) contemplando diversas hipótesis relativas al desarrollo socioeconómico del planeta.

Los escenarios de cambio climático son una representación estimable y simplificada del clima futuro, basados en un conjunto de relaciones climatológicas, que se construyen para ser utilizados de forma explícita en la investigación de las consecuencias potenciales del cambio climático antropogénico, y que sirven a menudo de insumo para las simulaciones de los impactos. Estos escenariosno son considerados pronósticos climáticos, ya que cada escenario es una alternativa de cómo se puede comportar el clima futuro[2].

Además, el conocer los escenarios proporciona importantes ideas sobre los vínculos existentes entre la calidad del medio ambiente y el tipo de desarrollo elegido, por otra parte sirven para evaluar las consecuencias climáticas y medioambientales de las emisiones futuras de gases de efecto invernadero (GEI), estrategias de mitigación, y adaptación de alternativas.

Para el estado de Sonora lugar donde se pretende ejecutar el Proyecto, se conocen tres escenarios de cambio climático asociados a emisiones de GEI: *Cercano* (2015-2036), *Intermedio* (2045-2069) y *Lejano* (2075-2099), los cuales consideran variaciones de parámetros climatológicos como son la precipitación total anual y la temperatura promedio anual; el **Cuadro 7.3** muestra las variaciones de los parámetros mencionados y contemplan

[2] Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático: http://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/cambio-climatico-en-mexico.

diversas hipótesis relativas al desarrollo socioeconómico proyectadas para el área de interés[3].

Cuadro 7. 3. Escenarios de emisiones GEI para el Sitio del Proyecto.

Escenarios de emisiones GEI	Cercano (Año 2015-2036)	Intermedio (Año 2045-2069)	Lejano (Año 2075-2099)
Precipitación total anual	**Disminuirá entre 0 y 10%.** Esta disminución es dada por las emisiones *media-alta*, originadas por el rápido crecimiento económico regional con la introducción de tecnologías nuevas y eficientes, existiendo un balance entre el uso de fuentes de energía fósil y no fósil.	**Variara entre +5 y -10%**. Para este escenario se mantiene la generación de emisiones *media-alta* y hay un ligero aumento de las emisiones consideradas *baja*, estas últimas están orientadas hacia la protección ambiental y la igualdad social que se enfoca en niveles locales y regionales a través de soluciones locales para la economía, sociedad y ambiente sustentable.	**Disminuirá entre +5 y -15%.**Dentro de este escenario existirá un equilibrio en la generación de emisiones *media-alta* y *baja*, en respuesta a la tendencia del crecimiento económico se busca la introducción de tecnologías eficientes orientadas a la sustentabilidad, ya que se busca un equilibrio entre lo ambiental, económico y la igualdad social en niveles locales y regionales.
Temperatura media anual	**Aumentará entre 1.0 y 2.0 °C.** Este aumento es influenciado por emisiones *media-alta* al igual que la precipitación, están son originadas por el rápido crecimiento económico regional con la introducción de tecnologías nuevas y eficientes, existiendo un balance entre el uso de fuentes de energía fósil y no fósil.	**Aumentará entre 1.5 y 3.0 °C.** Este aumento es influenciado por las emisiones consideradas *media-alta*, que como ya ha sido mencionado son originadas por el crecimiento económico con la introducción de tecnologías nuevas y eficientes.	**Aumentará entre 3 y 5 °C.** Para este periodo, el aumento a la temperatura se mantendrá dadas las emisiones Altas, provocadas por el constante crecimiento de la población y el desarrollo económico de la región, sin embargo el cambio tecnológico será fragmentado y lento en comparación con otros escenarios.

Los diferentes escenarios expuestos están influenciados por las actividades de origen antrópico, por ejemplo, la minería, agricultura, ganadería, crecimiento poblacional, entre otras, que han aumentado los volúmenes y la proporción de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmosfera, lo que se refleja en las variaciones de parámetros climatológicos tales como la precipitación pluvial (**Figura 7.1**) y la temperatura (**Figura 7.2**). Dadas estas variaciones se prevén amenazas en todo el estado (Sonora), donde indicadores como la

[3]Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático:http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_sonora.html

sequía y olas de frío y calor serán los más susceptibles a presentarse causando afectaciones no solo a factores ambientales, sino también a la población y en su defecto impactos al sector económico.

Específicamente algunos sectores serán mayormente vulnerables a los escenarios de GEI, tales como: *i)* agua, donde la disponibilidad del recurso será baja y el grado de presión es fuerte (78%) por la demanda de procesos productivos, tecnológicos y sociales; *ii)* la sequía, presentándose índices más graves de fuerte a muy severa aumentando en un 30%; *iii)* centros urbanos, exacerbando el efecto del cambio climático por la alta concentración demográfica y la productividad industrial; *iv)* agricultura, la producción intensiva origina una gran demanda entrando en competencia con los centros urbanos demandando un mayor suministro que se incrementara con la disminución de las precipitaciones; *v)* vegetación, existe un descontrol debido a la deforestación y erosión de los suelos, disminuyendo la superficie con vegetación natural y *vi)* salud, donde se tienen altos índices de mortalidad por golpes de calor en la población (como antecedente se tienen registros de mortalidad de 1979-2003 por incrementos en un grado centígrado en la temperatura).

La importancia de identificar los sectores vulnerables de los GEI y las fuentes emisoras, sirven como base para el diseño de políticas y acciones de captura o reducción de emisiones. Por esta razón, la Promovente incluye medidas de prevención, mitigación y compensación para reducir las emisiones de GEI, así mismo el Proyecto será diseñado y actuara conforme a los lineamientos en materia ambiental planteando enfoques de sustentabilidad (social, económica y ambiental) que permitan prevenir afectaciones a especies y poblaciones, mantener los niveles de presión actual y evitar una degradación del ecosistema.

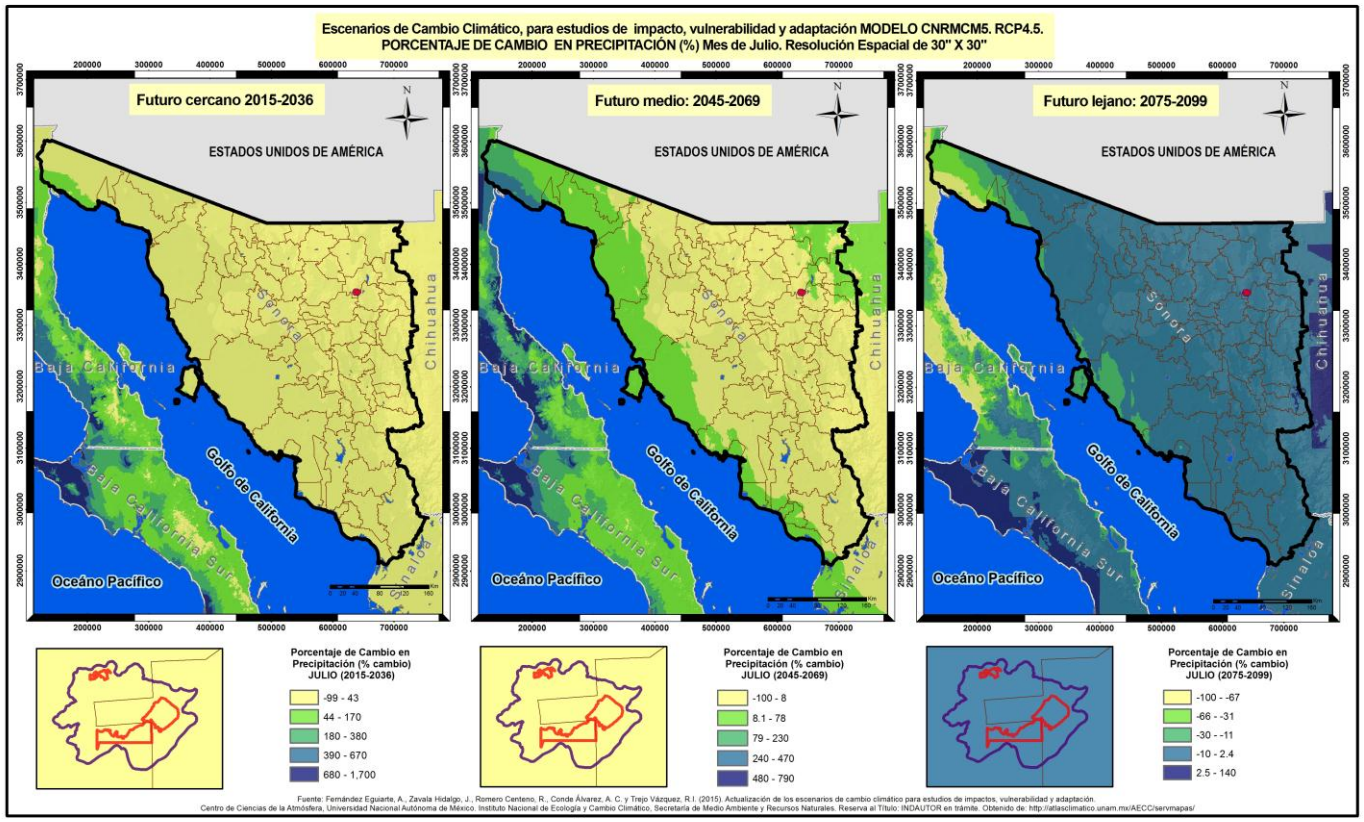


Figura 7. 2. Escenarios de GEI respecto a las variaciones en parámetros climatológicos de precipitación pluvial[4].

[4]Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales, Centro de Ciencias de la Atmosfera UNAM: http://www2.inecc.gob.mx/cgacc/escenarios_cu/act_escenarios.html; Año 2016.

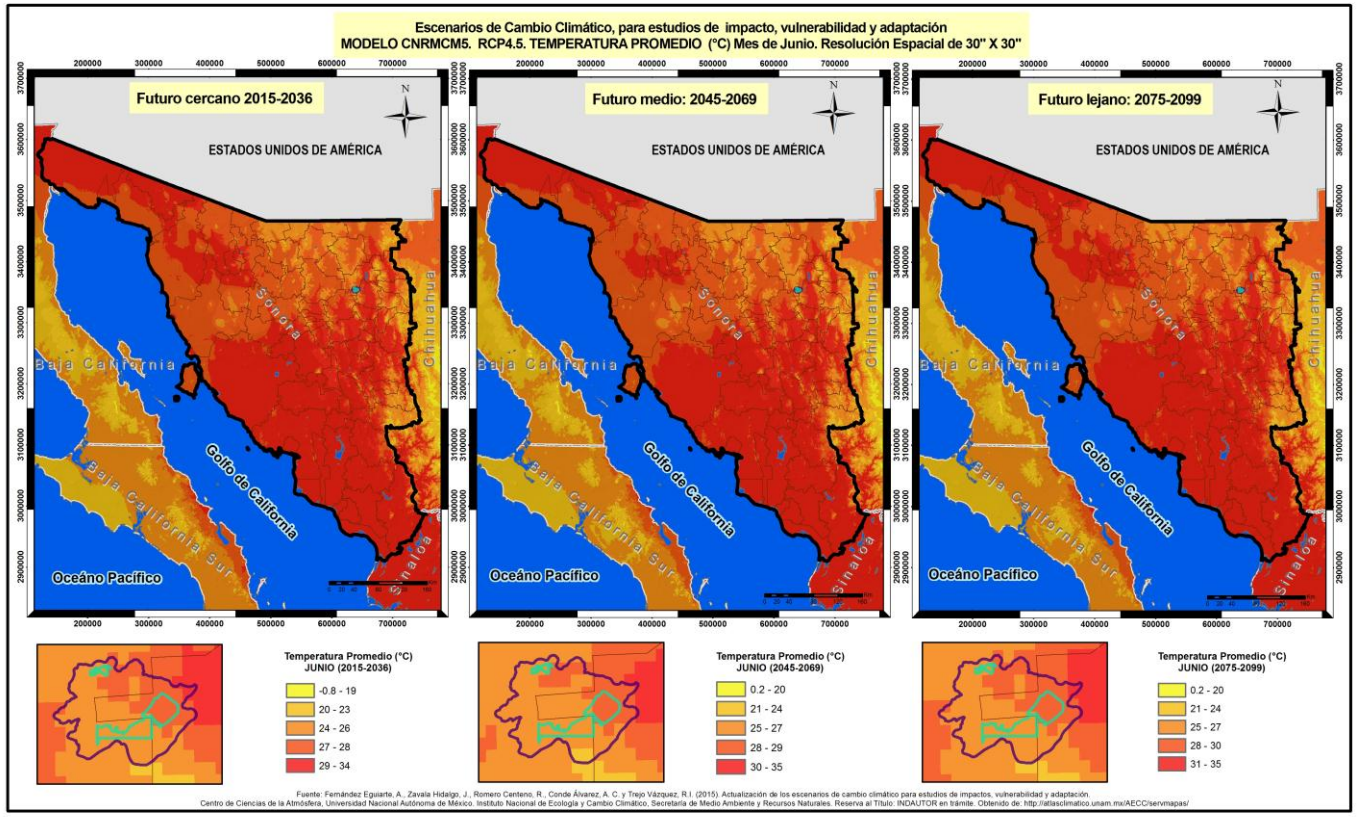


Figura 7. 3. Escenarios de GEI respecto a las variaciones en parámetros climatológicos de temperatura[5].

[5]Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales, Centro de Ciencias de la Atmosfera UNAM: http://www2.inecc.gob.mx/cgacc/escenarios_cu/act_escenarios.html; Año 2016.

VII.4. Programa de Vigilancia Ambiental

Como parte del cumplimiento de las medidas establecidas para el Proyecto se ejecutara un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), donde se aplicarán las especificaciones ambientales generales para el adecuado cumplimiento de las medidas de mitigación incluidas en el presente documento, así como de los términos y/o condicionantes que de su evaluación se deriven.

En este documento se detallará el seguimiento de las actuaciones y se describirá el tipo de informes, la frecuencia y período de su entrega. Los informes deberán remitirse a la autoridad facultada para ejercer la inspección y vigilancia según corresponda.

Mediante la vigilancia se asegurará que, en relación con el ambiente, la infraestructura y las actividades se realicen según el diseño y características del proyecto autorizado.

Las medidas de mitigación irán encaminadas a incidir sobre el agente causante, para mejorar su comportamiento ambiental y en la etapa final con la aplicación de las medidas de compensación sobre el medio que la recibe, sobre todo en los impactos residuales.

Dicho PVA, considera los impactos ambientales ocasionados a los diferentes componentes ambientales, conteniendo las obligaciones, en materia de protección y conservación ambiental.

Servirá para vigilar el correcto cumplimiento de las medidas de mitigación y/o compensación. La Promovente propone dentro de esta MIA-P, que se ejecutará de acuerdo a los impactos detectados, e implementando indicadores para medir el éxito y la eficacia de dichas medidas de protección ambiental y en su caso, corregirlas.

El análisis de los resultados del Programa de Vigilancia Ambiental, determinará si el Promovente y las empresas subcontratistas cumplen adecuadamente con las medidas y

acciones para proteger el ambiente y, en caso de no ser así, se establecerán las medidas correctivas necesarias.

VII.4.1. Objetivo general

Evaluar el grado de cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación, y compensación comprometidas en el presente estudio, teniendo como objetivos específicos.

- Comprobar la correcta ejecución de las medida de mitigación y los Términos y Condicionantes establecidos en la autorización del Proyecto.
- Comprobar la dimensión de ciertos impactos cuya predicción resulta difícil. Evaluar los impactos y articular nuevas medidas correctivas o de mitigación en el caso de que las ya aplicadas resulten insuficientes.
- Determinar las causas y establecer las medidas de restauración y/o de compensación que correspondan, cuando la eficacia de las medias de mitigación no sean satisfactorias.
- Identificar alteraciones o desviaciones no previstas en el estudio de impacto ambiental, debiendo en este caso adoptar medidas correctivas.
- Dar seguimiento a los impactos ambientales negativos provocados por el desarrollo del proyecto y poder determinar, de manera inmediata, que los niveles de los mismos no se acerquen a un nivel crítico no deseado.
- Valorar la eficacia de las medidas de mitigación y compensación.
- Proponer, en su caso, ajustes o modificaciones a las mismas para evitar afectaciones ambientales.

Las actividades de vigilancia ambiental, tienen el fin de cumplir con las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en esta MIA-P. Tales medidas establecen la obligación del Promovente de garantizar la realización y cumplimiento de todas y cada una de las acciones de prevención, mitigación y compensación propuestas, las cuales deberán ser consideradas por la autoridad ambiental como viables de ser instrumentadas y congruentes para la protección y conservación del ambiente.

La evaluación del cumplimiento de cada medida o acción, se hará en función de la fecha de término del cumplimiento de ésta, el porcentaje de avance en el momento de evaluación y la calidad de las medidas adoptadas. El resultado de las evaluaciones realizadas durante la inspección, se notificará a través de un informe que incluirá:

I. Evidencia de cumplimientos a los términos, condicionantes y medidas de mitigación

II. Estimación de los indicadores de éxito.

III. Evidencia fotográfica.

Estos informes de cumplimiento serán elaborados semestral y/o anualmente, dependiendo de lo dictaminado por la autoridad. La supervisión ambiental estará a cargo del personal supervisor de la empresa, que será capacitado y designado para verificar el cumplimiento de las especificaciones establecidas y autorizadas para el Proyecto.

VII.4.2. Estrategia de ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental

VII.4.2.1. Áreas sujetas a inspección

La ejecución de las actividades de vigilancia ambiental se realizará en las instalaciones de todo el Proyecto, principalmente en las áreas de preparación, construcción y operación, así como en el almacenaje de sustancias y residuos peligrosos.

VII.4.3. Rubros de inspección

Los rubros que cubren las diferentes medidas de prevención y mitigación son los relacionados con los elementos del ambiente susceptibles a ser afectados: [1] Atmósfera; [2] Suelo; [3] Agua, [4] Flora, [5] Fauna, y [6] Paisaje.

VII.4.4. Días de inspección

La inspección realizada por supervisores se llevará a cabo de manera diaria y permanente durante las horas de jornada laboral de la empresa para ejecutar el Proyecto.

VII.4.5. Ejecución de la inspección

Durante las inspecciones, el personal supervisor recorrerá el área del Proyecto que abarca todos los frentes de trabajo, con la finalidad de verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación. Las evidencias encontradas serán registradas en una lista de verificación. Se tomarán evidencias fotográficas, que conforman el registro fotográfico de los cumplimientos. Al finalizar la inspección se dejan asentados los incumplimientos en una bitácora ambiental. En dicha bitácora se registrarán también las recomendaciones realizadas por los especialistas encargados de la vigilancia para corregir los incumplimientos detectados y con ello se esté en posibilidad de presentar evidencias de cumplimiento en los informes que deban de presentarse a la Autoridad Ambiental. En caso de que, resultado de la inspección, se detecten situaciones críticas de riesgo ambiental, éstas se informan inmediatamente a la empresa, con el fin de que se realicen las acciones inmediatas necesarias para controlar, minimizar o eliminarlas.

VII.4.6. Medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación comprometidas en la Manifestación de Impacto Ambiental.

En el Cuadro 6.1 del Capítulo VI del presente estudio se muestran las medidas que deberán de ser ejecutadas y vigiladas en el presente Programa de Vigilancia Ambiental.

VII.4.7. Evidencias de ejecución, evaluación y presentación de resultados.

Se elaborarán listas de verificación, las cuales consisten en una matriz en cuyas filas se presentan las medidas de mitigación a cumplir para el Proyecto, divididas por rubro o elemento del ambiente a afectar; mientras que en las columnas se registra el cumplimiento de cada medida, así como observaciones pertinentes al respecto y sus datos de ubicación.

La bitácora ambiental consiste en un cuadro en cuyas columnas se registrará el incumpliendo registrado y las recomendaciones hechas por los especialistas encargados de la vigilancia para subsanarlo. Además se generará un Anexo fotográfico que evidencia los cumplimientos más relevantes efectuados.

VII.4.7.1. Evaluación y presentación de resultados

Con la finalidad de mostrar la correcta ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental, las actividades y medidas preventivas o de mitigación serán evaluadas con uno o más indicadores de evaluación de cumplimiento, y estos pueden ser de carácter administrativo (presentación de bitácoras, informes, oficios o manifiestos) o ambiental (cumplimiento de una condición o medida), que puede constatarse presencialmente. El intervalo de control que se presenta para cada actividad específica, indica el rango o el valor con el que cada actividad se considera como cumplida. Mientras que, la evaluación, indicará si se cumple o no con tal actividad. Dicha evaluación permitirá realizar una descripción y seguimiento de las actividades ambientales en las distintas etapas y actividades del Proyecto, agrupadas por componente e Indicador Ambiental.

VII.4.7.2. Elaboración de informes

La evaluación del cumplimiento de cada medida o acción, se hará en función de la fecha de término del cumplimiento de ésta, el porcentaje de avance en el momento de evaluación y la calidad de las medidas adoptadas. El resultado de las evaluaciones realizadas durante la inspección, así como el resto de los documentos generados durante su vigilancia (listas de verificación, bitácoras semanales y anexo fotográfico), se notificará en el Informe que será presentado a la Autoridad Ambiental, donde se incluirán: [i] el desglose de los resultados de inspección para cada uno de los rubros; [ii] la evidencia de cumplimiento a los términos, condicionantes y medidas de mitigación; [iii] la estimación de los indicadores de éxito; y [iv] la evidencia fotográfica.

VII.5. Conclusiones

La evaluación del impacto ambiental ejercido sobre los factores abióticos y bióticos se ha estimado como Moderada, dado que el 50% de los impactos están considerados como de Significancia Moderada, mientras que el resto de los impactos son clasificados como significancia Alta (43%), significancia Baja (6%) y significancia Muy Alta (1%); lo anterior se debe a que los tiempos de ejecución de las actividades de preparación del sitio y operación-mantenimiento se realizaran de manera paulatina en un tiempo de vida útil de 73 años, sin embargo serán incluidas actividades que prevengan y amortigüen cualquier impacto negativo.

El ecosistema del SA presenta un dominio de la actividad antropogénica sobre elementos naturales (destacando el tipo de vegetación, sierras y algunos afluentes), dado que el Proyecto formara parte de las instalaciones y operación de Mina La Caridad, perteneciente a Mexicana de Cobre S.A de C.V.; lo anterior es concordante con la evaluación de los impactos previstos para el Proyecto, así como con la información que plantea el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) sobre los escenarios de GEI, donde la problemática ambiental recae sobre sectores como el agua, sequía, centros urbanos, agricultura (expansiva), vegetación y salud.

Dada esta situación el Proyecto contempla medidas preventivas, mitigación y compensación para cada uno de los factores ambientales en cada una de las etapas (preparación del sitio, operación-mantenimiento y abandono del sitio), con la finalidad de evitar y contrarrestar los efectos que este pudiera ocasionar sobre los mismos.

Por otra parte, el proyecto involucra procedimientos operativos con enfoque en la protección, preservación y equilibrio ambiental. Este enfoque mantendrá la integridad de los ecosistemas presentes en el medio natural, preservando las condiciones que permitan la movilidad y la viabilidad de las especies, no deteriorar cuerpos superficiales de agua, y no causar afectaciones al suelo como erosión y susceptibilidad de contaminación, así como la integración de los elementos antropogenicos sin deteriorar la calidad paisajística.

Expuesto lo anterior, el Proyecto "**Desarrollo de las actividades de explotación,**

depósito de tepetate y mineral lixiviable, en los polígonos de Bella Unión, Cachuly y Francisca Norte" en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A de C.V, a ubicarse dentro de las instalaciones de Mina La Caridad, municipio de Nacozari de García, Sonora, bajo el formato de Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular (MIA-P), concluye que las etapas de preparación del sitio y operación-mantenimiento del proyecto es factible y se ha diseñado para cumplir con los lineamientos en materia ambiental ya que sus procedimientos (constructivos y operativos) están planteados con un enfoque preventivo. Los impactos negativos relevantes identificados son prevenibles y/o mitigables aplicando las medidas propuestas, por lo que permitirán mantener los niveles de presión actual, evitando la afectación de las especies y poblaciones en riesgo, mientras que a plazo futuro podrá restaurarse el ecosistema y con ello el impulso de los servicios ambientales característicos, como son: captura de agua, captura de carbono, amortiguación de eventos hidrometeorológicos, formación y recuperación de los suelos, regulación del clima, entre otros.

MINERA MEXICO
GRUPO MEXICO

CAPÍTULO VIII

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular para el Proyecto denominado "Desarrollo de las actividades de explotación, depósito de tepetate y mineral lixiviable, en los polígonos de Bella Unión, Cachuly y Francisca Norte" en la Mina La Caridad de Mexicana de Cobre S.A. de C.V., a ubicarse en Nacozarí de García, estado de Sonora.

cesca
CENTRO DE ESTUDIOS, SERVICIOS Y CONSULTORÍAS AMBIENTALES

Octubre 2016

CONTENIDO

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....4

VIII.1. Formatos de presentación.....4

VIII.1.1. Fotografías. 5

VIII.1.2. Videos.....5

VIII.1.3. Listado faunístico. 5

VIII.1.4. Resultados de análisis y/o trabajos de campo.....5

VIII.1.4.1. Metodología empleada para la caracterización climatológica del área de estudio. 5

VIII.1.4.2. Metodología empleada para la caracterización geológica y edafológica del área de estudio. 5

VIII.1.4.3. Metodología empleada para la caracterización hidrológica del área de estudio. 5

VIII.1.4.4. Metodología empleada para la caracterización de la vegetación del área de estudio. 6

VIII.1.4.5. Metodología para la caracterización del paisaje en el sitio del Proyecto. 6

VIII.1.4.6. Metodología empleada para evaluar los impactos ambientales y la memoria de cálculo. 6

LISTADO DE ANEXOS

ANEXOS INCLUIDOS EN EL CAPÍTULO I

Anexo 1.1. Escrituras de constitución de la empresa Promovente

Anexo 1.2. RFC de la Promovente.

Anexo 1.3. Documentación que acredita la personalidad del representante legal y copia simple del poder notarial.

ANEXOS INCLUIDOS EN EL CAPÍTULO II

Anexo 2.1. Plano topográfico general de la ubicación del sitio del Proyecto.

Anexo 2.2. Plano topográfico de cada uno de los polígonos con las coordenadas métricas (UTM) de los vértices que los delimitan.

Anexo 2.3. Coordenadas métricas (UTM) de los vértices que delimitan el polígono del Proyecto en formato Excel.

ANEXOS INCLUIDOS EN EL CAPÍTULO IV

Anexo 4.1. Metodología para la elaboración del apartado de Clima.

Anexo 4.2. Metodología para la elaboración del apartado de Geología y geomorfología.

Anexo 4.3. Metodología para la elaboración del apartado de Hidrología superficial y subterránea.

Anexo 4.4. Metodología para la elaboración del apartado Caracterización de la Vegetación.

Anexo 4.5. Listado faunístico de los vertebrados reportados para el municipio de Nacozari de García, SA y SP.

Anexo 4.6. Metodología de avistamiento y captura de vertebrados acuáticos y terrestres presentes en el sitio del Proyecto.

Anexo 4.7. Metodología Paisaje

ANEXOS INCLUIDOS EN CAPÍTULO V

Anexo 5.1. Metodología empleada para evaluar los impactos ambientales del Proyecto.

Anexo 5.2. Matrices de categorías del Índice de Significancia de Impactos para La Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular para el Proyecto "construcción de nave industrial que se utilizara para el almacenamiento de 22,000 toneladas de concentrado de cobre", a ubicarse en el municipio de Guaymas, Estado de Sonora.

OTROS ANEXOS

Anexo 8.1. Cartografía.

Anexo 8.2. Bibliografía.

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

VIII.1. Formatos de presentación

De acuerdo al Artículo número 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, se entregará un ejemplar impreso de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular. Asimismo, se presentará el estudio grabado en memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información complementaria de los cuales uno será utilizado para consulta pública.

Se integró el Resumen Ejecutivo de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, presentándose de manera impresa y grabado en memoria magnética.

La información solicitada está completa y en idioma español para evitar que la autoridad requiera de información adicional y esto ocasione retraso o falta de continuidad en el proceso de evaluación.

VIII.1.1. Fotografías.

Las evidencias fotográficas, se presentan insertadas en cada Capítulo de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular.

VIII.1.2. Videos.

No se incluyen videos.

VIII.1.3. Listado faunístico.

En los **Anexos 4.5**, se presentan los listados faunístico, del presente estudio.

VIII.1.4. Resultados de análisis y/o trabajos de campo.

VIII.1.4.1. Metodología empleada para la caracterización climatológica del área de estudio.

En el **Anexo 4.1**, se presentan la descripción metodológica empleada para la caracterización climatológica en el sitio del Proyecto del presente estudio.

VIII.1.4.2. Metodología empleada para la caracterización geológica y edafológica del área de estudio.

En el **Anexo 4.2**, se presentan la descripción metodológica empleada para la caracterización geológica y edafológica en el sitio del Proyecto del presente estudio.

VIII.1.4.3. Metodología empleada para la caracterización hidrológica del área de estudio.

En el **Anexo 4.3**, se presentan la descripción metodológica empleada para la caracterización hidrológica en el sitio del Proyecto del presente estudio.

VIII.1.4.4. Metodología empleada para la caracterización de la vegetación del área de estudio.

En el **Anexo 4.4**, se presenta la descripción metodológica empleada para la caracterización de la vegetación en el sitio del Proyecto del presente estudio.

VIII.1.4.5. Metodología para la caracterización del paisaje en el sitio del Proyecto.

En el **Anexo 4.6**, se presenta la descripción metodológica empleada para la caracterización del paisaje en el sitio del Proyecto del presente estudio.

VIII.1.4.6. Metodología empleada para evaluar los impactos ambientales y la memoria de cálculo.

En el **Anexo 5.1** y **Anexo 5.2**, se presenta la descripción metodológica empleada para la evaluación de los impactos ambientales y la memoria de cálculo, del presente estudio.