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 03 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 055/2019/SIPOT, en la sesión celebrada el 05 de abril de 2019.

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.

CORPORACIÓN AMBIENTAL DE MÉXICO

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

Contenido

I.1. Datos del Proyecto 1
I.1.1. Nombre del Proyecto 1
I.1.2. Ubicación del Proyecto 1
I.1.3. Tiempo de vida útil del Proyecto 1
I.1.4. Presentación de la documentación legal 1
I.2. Datos del Promovente 2
I.2.1. Nombre o razón social 2
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes 2
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal 2
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 2
I.3. Responsable del Estudio de Impacto Ambiental 2
I.3.1. Nombre o razón social 2
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes 3
I.3.3. Nombre del Responsable Técnico del Estudio 3
I.3.4. Dirección del responsable del estudio 3

Tablas

Tabla I-2. Tiempo de vida útil del proyecto 1

Mapas

Mapa I-1: 5

Anexos

Anexo I-1. Escrituras propiedad de La Yaqui Grande y Contrato Temporal de Ocupación.

Anexo I-2. Acta Constitutiva de la empresa Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V.

Anexo I-3. Registro Federal de Contribuyentes Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V.

Anexo I-4. Identificación Oficial y Poder Notariado del Representante Legal

Anexo I-5. Registro Federal de Contribuyentes Corporación Ambiental de México, S.A. de C.V.

Anexo I-6. Identificación Oficial del Responsable Técnico del Estudio

I.1. Datos del Proyecto

I.1.1. Nombre del Proyecto

Proyecto Minero “La Yaqui Grande”.

I.1.2. Ubicación del Proyecto

El proyecto está ubicado en la parte norte de México, en el Municipio de Sahuaripa, cerca de la frontera este del estado de Sonora (ver Mapa I-1). El depósito conocido como La Yaqui, que forma parte del distrito Mulatos, está ubicado a unos 10.5 kilómetros (km) al sureste del poblado de Matarachi y aproximadamente 5.0 km al suroeste del Tajo Estrella.

Las altitudes de la región del Distrito Mulatos andan en el rango de 1 040 metros a 1 445 metros sobre el nivel del mar (msnm). El proyecto se encuentra a 220 km. por aire, al este de Hermosillo, capital del estado de Sonora, y 260 km. por aire, al oeste de Chihuahua, capital del estado de Chihuahua.

I.1.3. Tiempo de vida útil del Proyecto

La vida útil estimada del proyecto es de diez años: aproximadamente un año de preparación de sitio, un año de construcción, ocho años de operación y cinco años cierre y abandono, de los cuales 3 serán de manera simultanea con la etapa de operación. A partir del año seis se iniciarán con actividades de restauración de áreas fuera de uso por la actividad minera y en el año número nueve de operación se iniciará progresivamente con la restauración total del lugar (véase Tabla I-1).

Tabla I-1. Tiempo de vida útil del proyecto

Etapa	Año											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparación del sitio												
Construcción y operación												
Cierre y abandono												

I.1.4. Presentación de la documentación legal

En el **Anexo I-1** se presentan las escrituras de propiedad de La Yaqui Grande y el Contrato de Ocupación Temporal firmado con el Ejido Mulatos y su anexo Nuevo Mulatos el 22 de diciembre de 2016, que autoriza a desarrollar las actividades para la instalación de la infraestructura necesaria para la exploración y explotación de las concesiones mineras y que son objeto de esta solicitud de autorización en materia de impacto ambiental.

I.2. Datos del Promovente

I.2.1. Nombre o razón social

MINAS DE ORO NACIONAL, S.A. DE C.V.

Se anexa Acta Constitutiva de la empresa en el **Anexo I-2.**

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes

MON 001215 JC0

Se anexa copia simple del registro federal de contribuyentes en el **Anexo I-3.**

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

Laura Belem Caballero Hidrogo

Se anexa Identificación Oficial y Poder Notariado del Representante Legal en el **Anexo I-4.**

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

I.3. Responsable del Estudio de Impacto Ambiental

I.3.1. Nombre o razón social

CORPORACIÓN AMBIENTAL DE MEXICO, S.A. DE C.V.

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes

CAM950911PY0

Se anexa copia simple del registro federal de contribuyentes en el **Anexo I-5.**

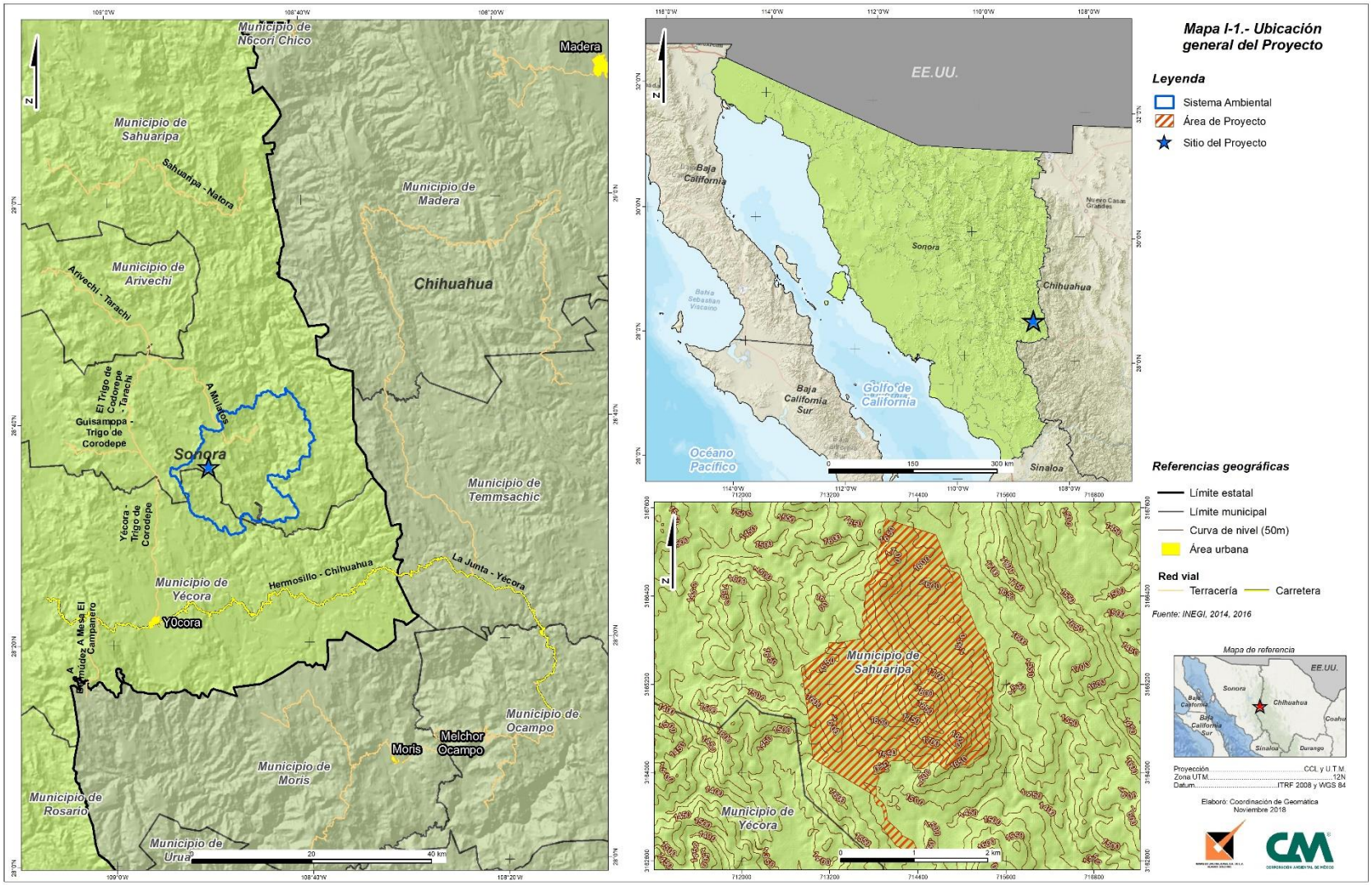
I.3.3. Nombre del Responsable Técnico del Estudio

Ing. Víctor Hugo Velázquez Fierro

Se anexa Identificación Oficial del Responsable Técnico del Estudio en el **Anexo I-6.**

I.3.4. Dirección del responsable del estudio

Página intencionalmente dejada en blanco.



Mapa I-1: Ubicación general del proyecto La Yaqui Grande

CORPORACIÓN AMBIENTAL DE MÉXICO

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Contenido

II.1. Información General del Proyecto 1
II.1.1. Antecedentes 1
II.1.2. Naturaleza del proyecto 1
II.1.3. Objetivos 2
II.1.4. Selección del sitio 2
II.1.3. Ubicación física del Proyecto 4
II.1.4. Inversión requerida y generación de empleos 6
II.1.5. Dimensiones del proyecto 6
II.1.6. Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias 7
II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 12
II.2. Características particulares del proyecto 15
I.2.1. Programa general de trabajo 15
I.2.2. Etapa de Preparación del Sitio 16
I.2.3. Etapa de Construcción y operación 18
I.1.1. Etapa de cierre y abandono 25
I.1.2. Utilización de explosivos 27
I.1.3. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 28
I.1.3.1. Residuos de la etapa de preparación del sitio 28
I.1.3.2. Residuos generados en la etapa de construcción y operación 30
I.1.3.3. Residuos generados durante la etapa de cierre y abandono 31
I.1.3.4. Emisiones a la Atmósfera 33
I.1.3.5. Ruido 33
I.1.3.6. Aguas Residuales 33
I.1.4. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos 33
I.1.5. Otras fuentes de daños 34

Tablas

Tabla II-1: Trámites autorizados proyectos MONSA 1
Tabla II-2: Criterios de selección del sitio del Proyecto 2
Tabla II-3 Coordenadas extremas del proyecto 4
Tabla II-4: Inversión requerida del proyecto 6
Tabla II-5: Dimensiones de las obras del proyecto Cerro pelón 6
Tabla II-6 Uso de Suelo de acuerdo a INEGI en áreas de Obras 7
Tabla II-7 Programa general de trabajo 15
Tabla II-8 Personal requerido en la preparación del sitio 17
Tabla II-9 Características de caminos de acceso y acarreo 17
Tabla II-10 Personal requerido para operación 18
Tabla II-11 Características de Tepetatera 20
Tabla II-12 Residuos generados durante la preparación de sitio 28
Tabla II-13 Residuos generados durante la operación y mantenimiento 30
Tabla II-14 Residuos generados durante la etapa de cierre y abandono 32

Mapas

Mapa II.1 Ubicación general del Proyecto 5
Mapa II.2 Conjunto de obras del proyecto Cerro Pelón 10
Mapa II.3 Uso de suelo y vegetación en el AP y SA 11

Figuras

Figura II-1 Proyectos mineros cercanos a La Yaqui Grande 12
Figura II-2 Corrientes intermitentes dentro del AP La yaqui Grande 13

Anexos

Anexo II-1 Coordenadas geográficas que componen el AP
Anexo II-2 Lista del equipo para la quebradora, diagramas de flujo del proceso de reclamo.
Anexo II-3 Resultados analíticos de potencial de drenaje ácido
Anexo II-4 Permiso de descarga Núm BOO.803.02.2.-1641

II.1. Información General del Proyecto

II.1.1. Antecedentes

La empresa Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V., (MONSA) inicia operaciones en el año 2005 haciendo explotación de mineral a tajo abierto y procesamiento del mineral para la producción de Oro, mediante el proceso de Lixiviación en terreros con solución de cianuro de sodio, recuperación de valores en columnas de carbón activado, electrodeposición electrolítica y fundición para producir el dore.

A MONSA le antecede la empresa Minera San Augusto, S.A. de C.V. quien fungió como promovente de la Manifestación de Impacto Ambiental y el Estudio Técnico Justificativo presentada ante la entonces Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, dependiente del Instituto Nacional de Ecología perteneciente a la entonces Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, quien mediante el oficio No. D.O.O.DGOEIA-01935 emitió la autorización en materia de impacto ambiental para el proyecto Mulatos, para un área total de 291.9 ha.

MONSA fue fundada en el año 2003, (año en que se fusionaron Alamos Minerals y National Gold para formar Alamos Gold, Inc.), Alamos Gold, Inc tiene una participación del 100 por ciento en el conjunto de lotes mineros que forman la propiedad La Salamandra que está integrada por el deposito Mulatos y nueve sistemas satélites en las propiedades conocidas como: El Halcón, La Yaqui, Los Bajíos, El Jaspe, La Dura, Cerro Pelón, El Víctor /San Carlos y El Carricito. Es por lo anterior que en el año 2004 MONSA comenzó con los trabajos de construcción del proyecto Mulatos, entrando en operación en el año 2005.

Posterior al inicio de operaciones MONSA ha llevado a cabo una serie de trámites en materia de Impacto y Riesgo Ambiental, mismos que se resumen en la Tabla II-2.

Tabla II-1: Trámites autorizados proyectos MONSA

Tramite	Proyecto	Fecha	Oficio de Resolutivo No.	Obras y actividades
Modificación MIA-P	Mulatos	17/Ene/2002	S.G.P.A.-DGIRA-000065	• Modificación al proceso de producción y construcción. .
Solicitud de ampliación	Mulatos	24/Feb/2006	S.G.P.A/DGIRA.-DG.0454.04	• Construcción (de plazo para la etapa de construcción)
Solicitud de ampliación	Mulatos	16/Feb/2006	S.G.P.A/DGIRA.-DEI.0206.06	• Construcción (plazo por un año para la etapa de construcción)
MIA-P	Tajo la Escondida	23/May/2007	S.G.P.A-DGIRA.-DG.115107	• Tajo, rampa de acceso y área entre obras.
IP	Planta de separación gravimétrica	25/Mar/2011	S.G.P.A-DGIRA.-DG.2194.11	• Construcción y operación
MIA-P	Planta de Tratamiento y Represo	31/Ene/2011	S.G.PA./DGIRA/DG/0366/11	• Construcción y operación de un represo impermeable para captar los escurrimientos de los efluentes ácidos generados en el área de

Tramite	Proyecto	Fecha	Oficio de Resolutivo No.	Obras y actividades
				operación de los tajos y el depósito de tepetate
MIA-P	Planta de Lixiviación Intensiva	01/Sep/2011	S.G.P.A/D.G.I.R.A/D.G./6701	Construcción y operación.
MIA-P	Expansión Proyecto Mulatos 2012	07/Mar/2013	S.G.P.A/DGIRA/DG/01596	Ampliación del área de Tepetatera y un camino de acceso a las áreas “El Víctor” y “San Carlos”
MIA-P	Integración a los Procesos de Minado de los Tajos El Víctor y San Carlos y dos Minas Subterráneas	09/Sep/2013	DS-SG-UGA-IA-0765-13	Construcción y operación de tajos abiertos y minado subterráneo.
MIA-P con ERA	Mina a Tajo Abierto La Yaqui	27/Sep/2016	S.G.P.A/D.G.I.R.A./DG/07207	Explotación y beneficio de oro y plata mediante mina a cielo abierto
ETJ-CUSTF	Mina a Tajo Abierto La Yaqui	22/Nov/2016	DFS/SGPA7UARRN/482/2016	Cambio de uso del suelo (CUS) para la construcción de obras del proyecto Mina a Tajo Abierto La Yaqui. Superficie autorizada para el CUS 75.44 hectáreas.
MIA-R con ERA	Ampliacion La Yaqui	20/Abr/2018	SGPA/DGIRA/DG/9332	Ampliación de superficies para obras del proyecto Mina a Tajo Abierto La Yaqui
MIA-P	Mina Tajo Cerro Pelón	21/Ago/2018	DS-SG-UGA-IA-0525-18	Explotación del yacimiento Cerro Pelón, actividad de trituración para su posterior beneficio en el proyecto Mulatos.

II.1.2. Naturaleza del proyecto

El proyecto **“Mina La Yaqui Grande” (LYG)** comprende el aprovechamiento de un yacimiento de oro y plata mediante el sistema de explotación minera a tajo a cielo abierto y el subsecuente beneficio de los valores metálicos, a través de un proceso de lixiviación por montones con cianuro de sodio.

De este proceso se obtendrá como producto final carbón cargado de valores, mismos que serán enviados a la planta ADR, ubicada en las actuales instalaciones de la Mina Mulatos (fuera del proyecto en cuestión) para concluir su proceso final y producir barras de doré (barra metálica de oro y plata).

La reserva del tajo de “Mina La Yaqui Grande” se estima en 117 147 millones de toneladas material a remover, de las cuales 14 125 millones de toneladas corresponden a mineral con una ley promedio de 1.41 gr/t, con una recuperación en el proceso de beneficio del 86% y 103 022 millones de toneladas de material estéril o tepetate, que se depositarán en la tepetatera.

Las obras principales o de mayor magnitud que comprenderá el proyecto son:

#	Obra/instalación	Tipo de obra Instalación
1	Almacén construcción	Provisional/asociada
2	Almacen general	Provisional/asociada
3	Area madera topsoil	Permanente
4	Camino de acarreo	Permanente
5	Camino perimetral patio	Permanente
6	Campamento temporal	Provisional/asociada
7	Caseta de acceso	Provisional/asociada
8	Laboratorio	Provisional/asociada
9	Oficinas construcción	Provisional/asociada
10	Oficinas generales	Permanente
11	Patio de lixiviación	Permanente
12	Pileta contingencia	Permanente
13	Pileta solucion pobre	Permanente
14	Pileta solucion rica	Permanente
15	Planta ADR o de beneficio	Permanente
16	Planta de poder	Permanente
17	Planta trituración	Permanente
18	Tajo	Permanente
19	Taller de minado	Provisional/asociada
20	Tanque de agua	Provisional/asociada
21	Tepetatera	Permanente
22	Torre de comunicaciones	Permanente
23	Torre repetidora	Permanente
24	Planta de Tratamiento de Aguas Ácidas (WTP) y pileta	Permanente

Las obras enunciadas con anterioridad quedan inmersas en un Área de Proyecto (AP) de 620.68 hectáreas (ha), de las cuales dichas obras ocupan un área de 256.03 ha, de estas 230.445 ha corresponden a vegetación forestal de encino y pino-encino.

Dada la cercanía de este proyecto con el proyecto autorizado Ampliación La Yaqui el promovente ha decidido aprovechar algunas de sus instalaciones tales como:

- Polvorines
- Área de combustibles: la capacidad de los tanques actualmente instalados se incrementará para poder cubrir el bastecimiento de los dos proyectos, y
- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), la cual será ampliada.

II.1.3. Objetivos

1. Obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental en una superficie de Área de Proyecto (AP) de 620.68 ha, de las cuales las obras/intalaciones ocupan un área de 256.03 ha.

2. Aprovechar la reserva mineral estimada en 14 125 millones de toneladas corresponden a mineral con una ley promedio de 1.41 gr/t.

II.1.4. Selección del sitio

Dada la naturaleza del proyecto, la ubicación de la mina, está condicionada y restringida a la localización del yacimiento de mineral. De acuerdo con criterios ambientales, sociales y económicos, para lograr un equilibrio entre la rentabilidad de la operación y la minimización de los impactos ambientales y sociales. Los criterios considerados para la selección del sitio se muestran en la Tabla II-2.

Tabla II-2: Criterios de selección del sitio del Proyecto

Criterio	Justificación
Ambiental	El Área definida como Área de Proyecto (AP) comprende una superficie de 620.68 ha hectáreas el tipo de vegetación predominante corresponde a bosque de encino (116.87 ha) y bosque de pino encino (113.58ha) para las cuales el promovente solicitará la autorización para el cambio de uso del suelo el resto de la superficie esta ocupado por agricultura anual (25.58). En los muestreos de vegetación realizados, se identificaron 300 especies de plantas vasculares de las cuales 68 especies (22.66% del total) se encontraron en el AP. Dentro del AP no se encontraron especies en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. En el caso de la fauna silvestre registrada es de 286 de las cuales, 92 especies registradas en el AP. En el AP solo se registraron 5 especies en riesgo (4 en categoría de protección especial y una amenazada). El AP no se intersecta ni está inmersa dentro de Áreas Naturales Protegidas.

Criterio	Justificación
	De acuerdo a la Información de la Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el AP se encuentra inmerso dentro de un Área de Interés para la Conservación de la Aves (AICA) denominada Cuenca del Río Yaqui (N° 127) y según CONABIO cuenta con 383 especies y tiene una superficie de 671 652 ha. NO hay sitios RAMSAR, ni humedales, Regiones Terrestres Prioritarias ni Regiones Hidrológicas Prioritarias. Se pretende utilizar agua de un pozo ubicado dentro del proyecto Mulatos, el promovente cuenta con el permiso (02SON123988/09EMGR06). La demanda de agua del proyecto será de 19 200 m^3/día para el proceso operativo.
Jurídica	De acuerdo con el análisis de vinculación que se presenta en el Capítulo III de la presente MIA-P, NO se identificaron elementos en la legislación mexicana a los que se contraponga el desarrollo del Proyecto. El Promovente cuenta una participación del 100% del conjunto de lotes mineros que forman la propiedad.
Ordenamiento Territorial	Conforme con lo señalado en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), la región considera la actividad minera como asociada a su desarrollo estableciendo como política ambiental el Aprovechamiento sustentable y protección. De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Sonora (POET) la actividad minera está considerada como la actividad económica más productiva dentro de la UGA 100-0/03 Sierra Baja, en la cual se encuentra inmerso el Proyecto. Según el Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Sahuaripa[1] (PROT), el proyecto se asentará en la Región Centro Sierra, en la UBT Subregión Sahuaripa y en la UTP zona de la sierra alta, en estas zonas se reconoce a la minería como la principal actividad productiva.
Económica	Se estima que para el desarrollo del proyecto Mina La Yaqui Grande necesitará una inversión aproximada total de $ 60 000 000.00 USD ($1 140 000 000.00 MNX), con una paridad de 19.00 MNX por USD. Dicha inversión proviene del sector privado.
Política	El Proyecto responde a las estrategias 4.1.1, 4.2.1, 4.8.1, 4.8.2 del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018[2].relativas a promover una política integral de desarrollo que vincule sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad, así como a la promoción de mayores niveles de inversión y competitividad en el sector minero. De acuerdo con el Programa de Desarrollo Municipal de Sahuaripa 2015-2018, el Proyecto se vincula con la Directriz 2 Empleo y Economía que tiene como objetivo convertir al municipio en un destino para el establecimiento de inversiones productivas y la generación de empleos a través de estrategias de: consolidar y difundir las ventajas que ofrece el municipio para atraer inversiones productivas, así como impulsar la capacitación de la ciudadanía para su mejor inserción en el mercado laboral. Así mismo, de acuerdo al Programa de Desarrollo Minero 2013-2018[3], el Proyecto responde a las estrategias 1.1 y 1.2 destinada a promover a México como destino de

[1] http://www.boletinoficial.sonora.gob.mx/boletin/images/boletinesPdf/2017/octubre/2017CC35V.pdf

[2] Documento disponible en línea: file:///C:/Users/MYMR/Documents/Plan-Nacional-de-Desarrollo-PND-2013-2018-PDF.pdf Consultado el 1 de enero de 2018.

[3] Documento disponible en línea: http://www.geomin.com.mx/juniors/memorias/jueves/MARIO%20CANTU.pdf Consultado el 1 de enero de 2018.

Criterio	Justificación
	inversión minera y a promover la diversificación en la exploración y aprovechamiento de minerales, favoreciendo los de interés industrial.
Social	El proyecto NO requiere reubicación de las comunidades cercanas. El Proyecto generará a lo largo de su vida útil 1 200 empleos directos e indirectos en la etapa de construcción y en la etapa de operación 320 empleos directos. De acuerdo con el Catálogo de Localidades Indígenas 2010[4]. El municipio de Sahuaripa se considera con población Indígena dispersa. No se reportan comunidades indígenas en las localidades cercanas al sitio del proyecto. Por lo tanto, se confirma que no hay etnias susceptibles de ser afectadas.

II.1.3. Ubicación física del proyecto

El “Proyecto Mina La Yaqui Grande” se encuentra ubicado dentro del municipio de Sahuaripa, Sonora, en las inmediaciones de la comunidad de Mulatos, en el extremo norte de la Sierra Madre Occidental, en la subcuenca Río Yaqui 1. Dentro de la concesión minera Salamandra fracción I, número 212185.

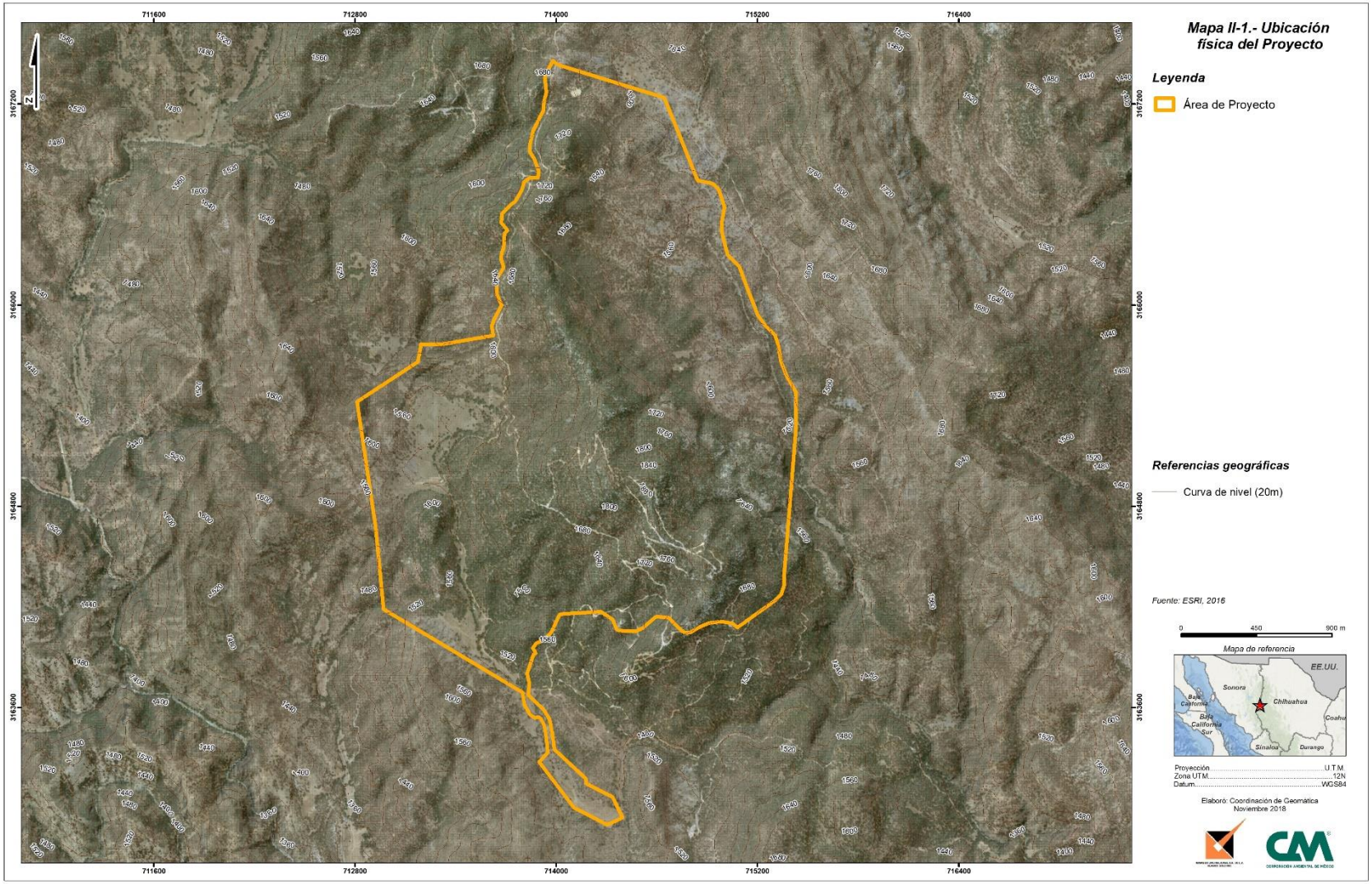
Se localiza aproximadamente a 220 km en línea recta de Hermosillo y 164 km en línea recta de Cd. Obregón. El acceso desde Hermosillo es por la carretera federal No. 16, recorriéndose 234 km y después por la No. 20, recorriendo 120 km.

En la Tabla II-3 se presentan las coordenadas extremas del proyecto, asimismo en el Mapa II.1 se muestra la ubicación general del área de proyecto. El conjunto de coordenadas que componen el AP se puede consultar en el **Anexo II-1.**

Tabla II-3 Coordenadas extremas del proyecto

	UTM zona 14 N WGS 84	
	X	Y
Máxima	715428.99	3167457.47
Mínima	712812.17	3162901.44

[4] Documento disponible en línea: http://www.cdi.gob.mx/localidades2010-gobmx/index.html Consultado el 1 de enero de 2018.



Mapa II.1 Ubicación general del Área de proyecto

II.1.4. Inversión requerida y generación de empleos

La inversión requerida para el proyecto “Mina La Yaqui Grande” está en el orden de los 60 millones de dólares (USD), equivalente a $1 140 000 000.00 pesos mexicanos (MXN). En la Tabla II-4 se menciona la inversión requerida para cada una de las etapas del proyecto, así como para la implementación de las medidas de prevención y mitigación.

Tabla II-4: Inversión requerida del proyecto

Inversión requerida por etapa		Cantidad (MXN)	Cantidad (USD)
1	Preparación del Sitio y Construcción	$665 000 000.00	$35 000 000.00
2	Capital de apoyo	$95 000 000.00	$5 000 000.00
3	Operación y Mantenimiento	$76 000 000.00	$4 000 000.00
4	Cierre y abandono de las Instalaciones	$247 000 000.00	$13 000 000.00
5	Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación (Rehabilitación)	$57 000 000.00	$3 000000.00
Total		**$1 140 000 000.00**	**$60 000 000.00**

Nota: Factor de cambio 19.00 pesos mexicanos (MXN) por dólar norteamericano (USD).

Respecto a la generación de empleos, se estima la generación de 1 200 empleos directos e indirectos en para la construcción y para la operación 320 empleos directos.

II.1.5. Dimensiones del proyecto

La superficie total requerida para el AP es de 620.68 ha (6 206 800.00 m^2), de las cuales 256.03ha corresponde a la superficie de ocupación de las obras y representa 41.24% del AP.

Las dimensiones de cada una de las obras se muestran en la Tabla II-5. Su ubicación con respecto al AP se muestra en el Mapa II.2.

Tabla II-5: Dimensiones de las obras del proyecto Cerro pelón

#	Obra/instalación	ha	m^2
1	Almacen construcción	2.30	22 972.33
2	Almacen general	1.70	16 980.55
3	Area madera topsoil	15.27	152 718.36
4	Camino de acarreo	15.66	156 641.56
5	Camino perimetral patio	1.96	19 577.22
6	Campamento temporal	8.38	83 781.54
7	Caseta de acceso	0.05	463.28
8	Laboratorio	0.04	374.77
9	Oficinas construcción	1.16	11 649.07
10	Oficinas generales	0.51	5 058.85
11	Patio de lixiviación	30.82	308 209.62

#	Obra/instalación	ha	m²
12	Pileta contingencia	2.97	29 664.42
13	Pileta solucion pobre	0.46	4 621.25
14	Pileta solucion rica	0.43	4 306.3
15	Planta ADR	0.22	2 208.37
16	Planta de poder	0.14	1 395.71
17	Planta trituración	5.15	51 483.44
18	Tajo	51.93	519 253
19	Taller de minado	1.49	14 929.08
20	Tanque de agua	0.05	503.28
21	Tepetatera	111.71	1 117 077.23
22	Torre de comunicaciones	0.04	400.01
23	Torre repetidora	0.04	400.01
24	Planta de Tratamiento de Aguas Ácidas (WTP) y pileta.	3.56	35 607.02
Superficie total de ocupación por obras/instalaciones		**256.03**	**2 560 276.27**
Superficie libre de obras		**364.65**	**3 646 523.73**
	Total	**620.68**	**6 206 800.00**

Cabe señalar que la remoción de la vegetación se realizará en un área de aproximadamente 256.03 ha (que corresponde a la superficie ocupada por las obras e instalaciones), para lo cual, de acuerdo a lo establecido en la legislación aplicable, se ha de presentar un Estudio Técnico Justificativo para obtener la autorización para el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales.

II.1.6. Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias

Actualmente el uso actual del suelo del sitio donde se pretende desarrollar el proyecto es forestal de acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación serie V (INEGI, 2013), el tipo de vegetación predominante de bosque de encino (116.87 ha), seguido de bosque de pino-encino (113.58 ha) y en menor proporción una superficie de agricultura anual (25.58 ha), según se muestra en el Mapa II.3.

Dado que el uso predominante es forestal será necesario el cambio de uso del suelo en la superficie ocupada por las obras del proyecto que corresponde ~256.03 ha. En la Tabla II-6 se menciona la superficie de afectación en cada tipo de vegetación por la ocupación de las obras.

Tabla II-6 Uso de Suelo de acuerdo a INEGI en áreas de Obras

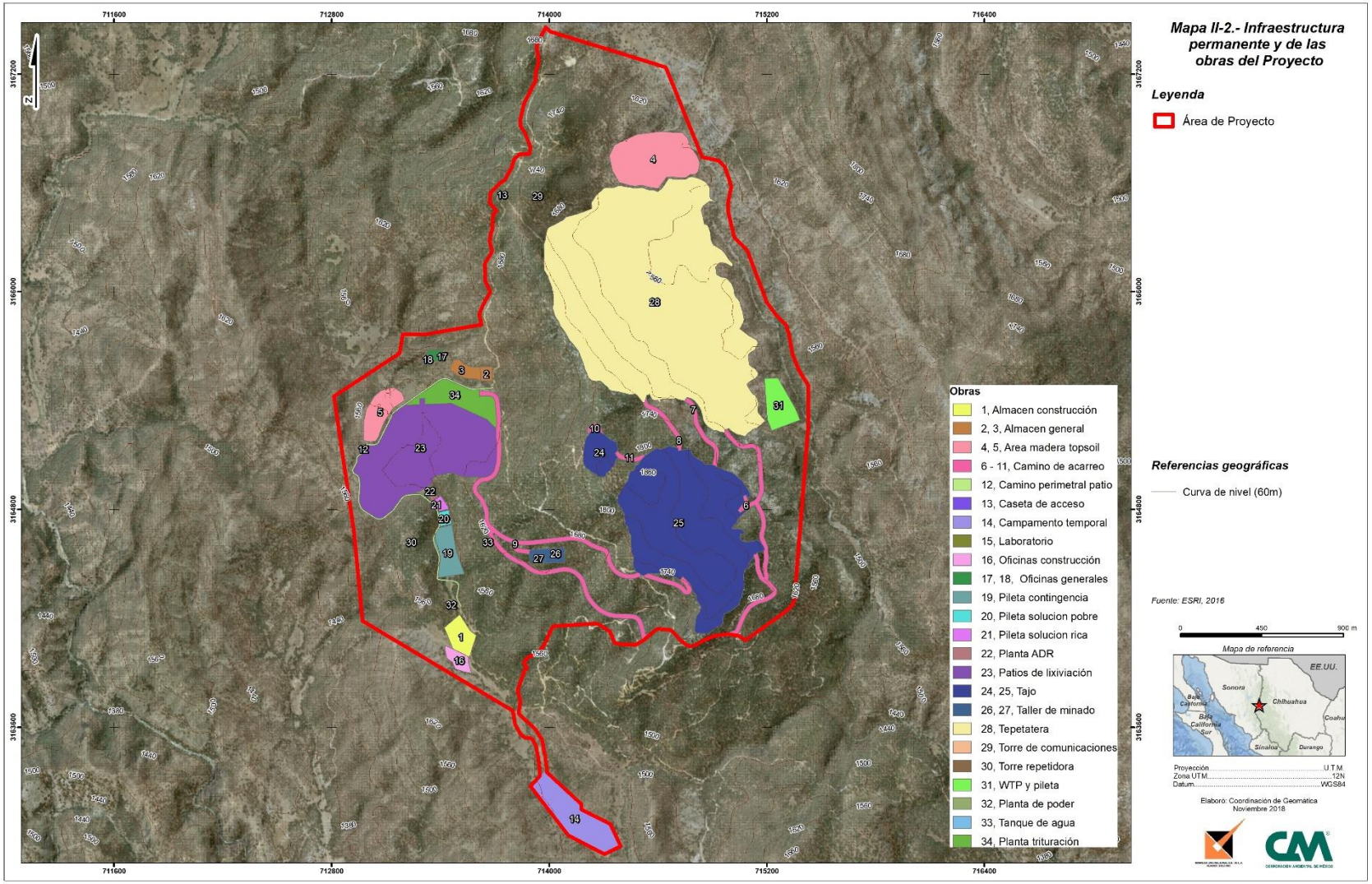
Uso de suelo	Obra/instalacion	ha	m²
Agricultura de temporal anual	Almacen general	0.89	8 873.72
	Area madera topsoil	1.71	17 122.30
	Camino de acarreo	0.00	0.93

Uso de suelo	Obra/instalacion	ha	m²
	Camino perimetral patio	0.60	5 989.39
	Oficinas generales	0.39	3 915.27
	Patio de lixiviación	18.02	180 205.55
	Planta trituración	3.97	39 715.32
		25.58	**255 822.48**
Bosque de encino	Almacen construcción	2.30	22 972.33
	Area madera topsoil	13.56	135 596.06
	Camino de acarreo	2.76	27 627.27
	Camino perimetral patio	1.29	12 918.45
	Campamento temporal	8.38	83 781.54
	Laboratorio	0.04	374.77
	Oficinas construcción	1.16	11 649.07
	Pileta contingencia	2.97	29 664.42
	Pileta solucion pobre	0.46	4 621.25
	Pileta solucion rica	0.43	4 306.30
	Planta ADR	0.22	2 208.37
	Planta de poder	0.14	1 395.71
	Patio de lixiviación	7.15	71 485.29
	Tajo	3.42	34 189.75
	Tepetatera	68.99	689 887.75
	Torre repetidora	0.04	400.01
	WTP y pileta	3.56	35 607.02
		116.87	**1 168 685.35**
Bosque de pino-encino	Tanque de agua	0.05	503.28
	Almacen general	0.81	8 106.84
	Camino de acarreo	12.90	129 013.36
	Camino perimetral patio	0.07	669.38
	Caseta de acceso	0.05	463.28
	Oficinas generales	0.11	1 143.58
	Patio de lixiviación	5.65	56 518.78
	Planta trituración	1.18	11 768.12
	Tajo	48.51	485 063.25
	Taller de minado	1.49	14 929.08
	Tepetatera	42.72	427 189.48
	Torre de comunicaciones	0.04	400.01
		113.58	**1 135 768.45**

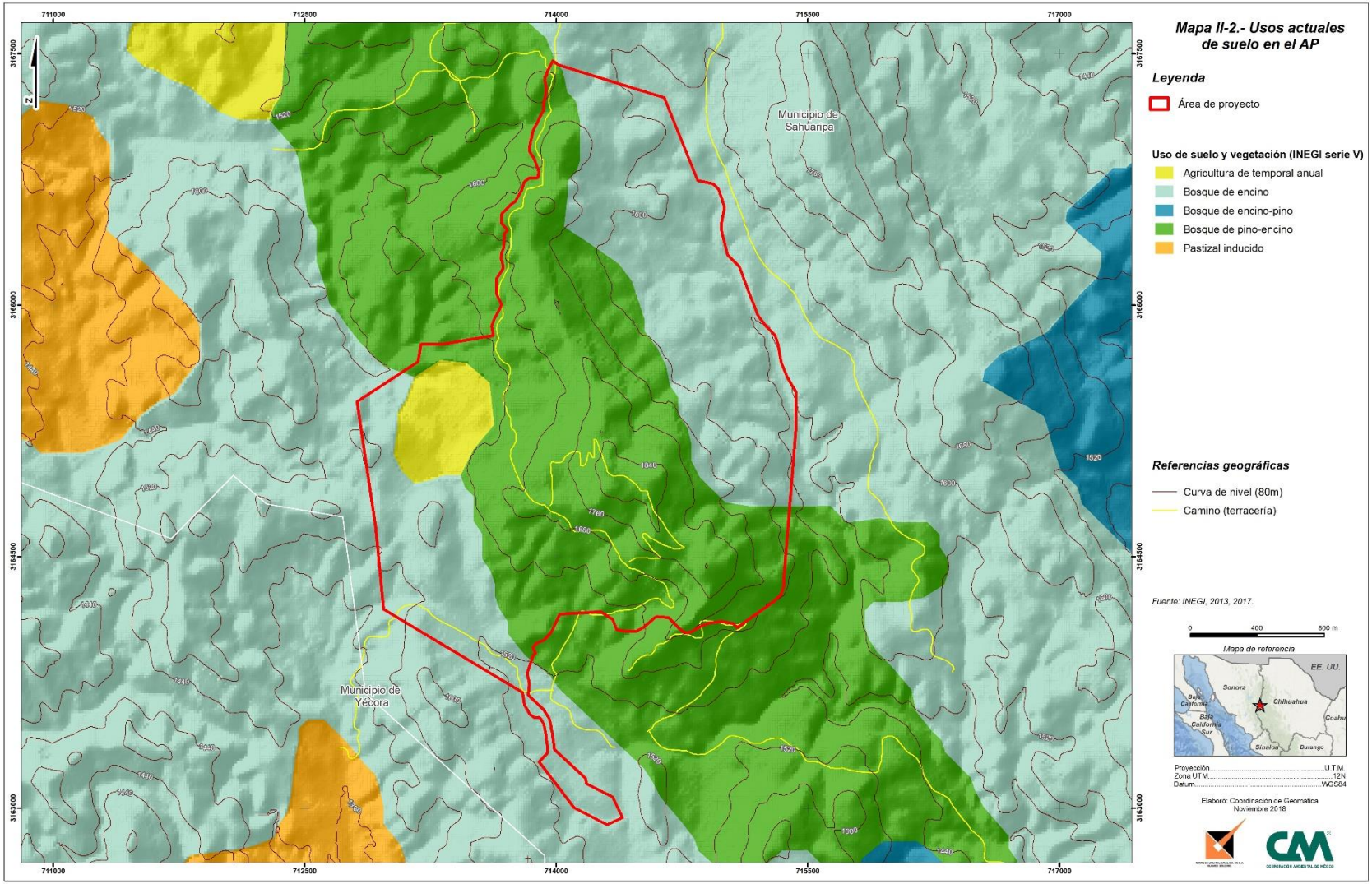
Por otro lado, las actividades que se han desarrollado dentro de esta región son actividades de de agostadero extensivo para la engorda de ganado bovino y actividades de exploración y explotación minera.

Actualmente, en el municipio de Sahuaripa se desarrolla la actividad minera, destacan las minas de Mulatos, Ampliación La Yaqui, Cerro Pelón, La India y La Ciénega. Los tres primeros son proyectos que ya desarrolla el promovente. El aprovechamiento de minerales en estos proyectos es de oro y plata. Actualmente en exploración las minas de Los Pinos (plata, plomo y zinc); la mina Argentina (oro); la mina Puebla (oro, plata, plomo y zinc) la mina El Víctor (oro); la mina La nueva Escondida (oro): la mina Alazana (oro). La mina El Jabalí (oro); la mina Ariel (cobre y molibdeno). En la Figura II-1 se observa que el proyecto Mina La Yaqui Grande se localiza muy cerca de otros proyectos mineros:al norte Mulatos, al oeste Cerro Pelón, y al sur Ampliación La Yaqui.

Respecto a cuerpos de agua con algún tipo de uso (abastecimiento público, recreación, pesca y acuicultura, conservación de la vida acuática, industrial, agrícola, pecuario, navegación, transporte de desechos, generación de energía eléctrica, control de inundaciones) no hay ninguno cercano o dentro del AP. Sin embargo, hay corrientes clasificadas como perennes intermitentes dentro del AP, durante los trabajos en campo en el mes de mayo se pudo constatar que la mayoría de las corrientes que se muestran en la Figura II-2 son corrientes intermitentes.



Mapa II.2 Conjunto de obras del proyecto La Yaqui Grande



Mapa II.3 Uso de suelo y vegetación en el AP

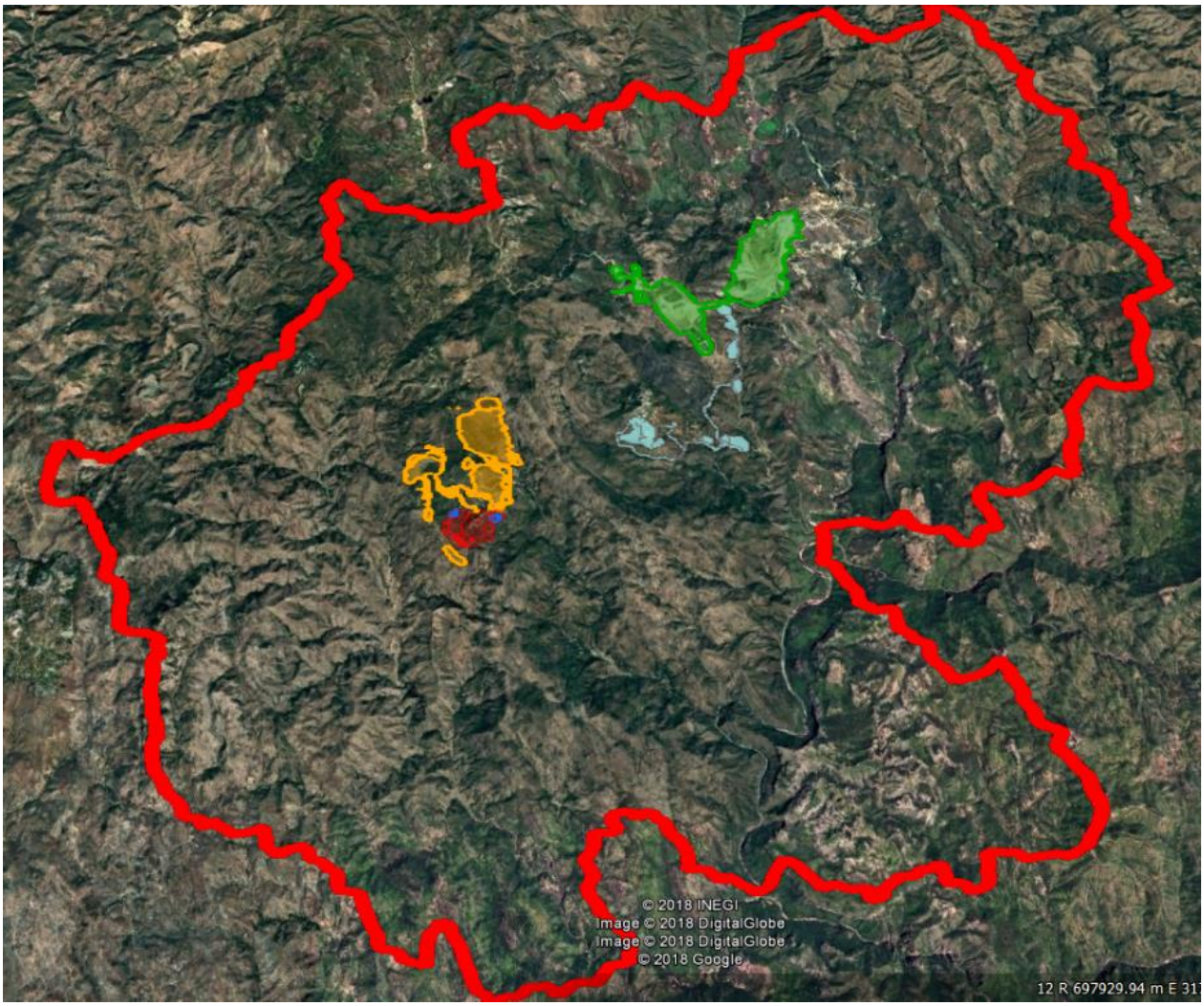


Figura II-1 Proyectos mineros cercanos a La Yaqui Grande

(Proyecto en color verde= Mulatos; proyecto en color azul= Cerro Pélon; proyecto en color rojo=Ampliación La Yaqui; Proyecto en color naranjado=La Yaqui Grande)

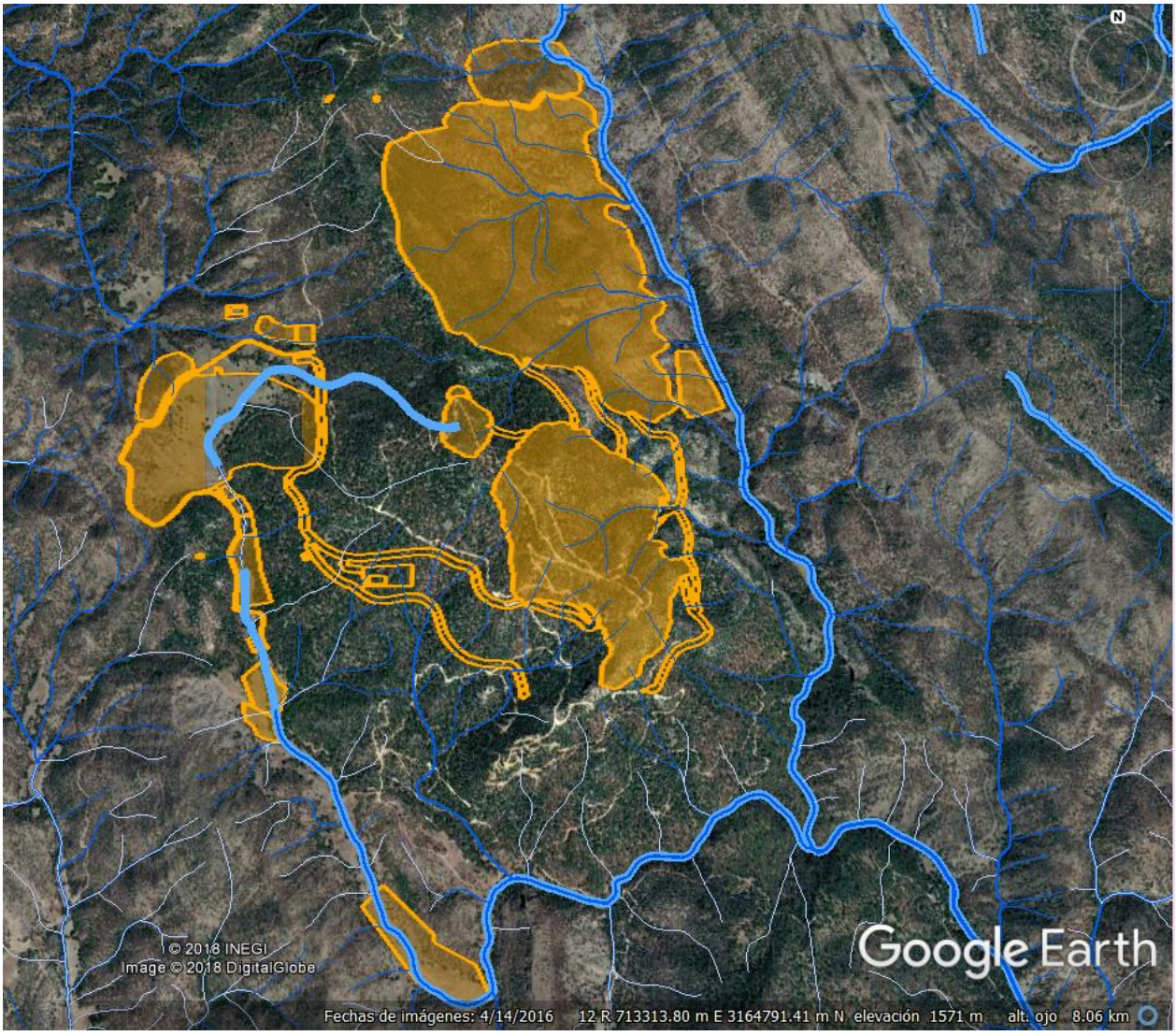


Figura II-2 Corrientes intermitentes dentro del AP La yaqui Grande

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

El proyecto a desarrollar se encuentra en una zona rural, el único servicio existente en la zona son las vías de acceso (carreteras federales No.16 y No.20 y vías de acceso hasta el sitio del proyecto 120 km). Por lo que será necesario proveer los siguientes servicios en el AP:

- La obtención de energía eléctrica para el proyecto será por medio de 3 generadores de 1 Megawatts cada uno, los cuales estarán instalados en el área denominada planta de fuerza.

- El suministro de agua para el proceso será por medio de extracción de agua subterránea de un pozo actualmente en operación ubicado en la Mina Mulatos, esta será enviada con un sistema de bombeo y tubería para hacerla llegar a la parte alta del proyecto LYG y por medio de gravedad, llevarla hasta la planta de beneficio del proyecto en cuestión. La cantidad mensual requerida para el proceso es de 19 200 m^3 por dia y 800 m^3 por hora.

- Para el almacenamiento de agua, se instalará un tanque.

- Tratamiento de aguas residuales, el proyecto utilizará la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) instalada en el proyecto Ampliación La Yaqui para el tratamiento de aguas provenientes de sanitarios, oficinas y comedor. En un futuro dicha planta será ampliada.

- Planta de Tratamiento de Aguas Ácidas (WTP) para el tratamiento de las aguas provenientes de la tepetatea, en caso de producirse drenaje ácido.

- Manejo de residuos sólidos urbanos y peligrosos, se construirán almacenes para el manejo de los residuos urbanos, de manejo especial y para el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos, los cuales serán enviados a sitios autorizados.

- Vivienda, el personal operativo se alojará en el campamento existente de la Mina Mulatos, por lo que no habrá necesidad de construir viviendas. Sin embargo, se instalarán campamentos provisionales dentro del AP para los contratistas que vayan a trabajar en determinadas obras de construcción y se retirarán al terminar su trabajo.

- Drenaje: No se requerirá este servicio, dado que, el proceso operativo consta de un circuito cerrado y en las áreas de trabajo se instalarán baños portátiles.

- Comunicación: se instalará una torre de comunicación y repetidora.

- Infraestructura para la disposición final de los diferentes tipos de residuos, los residuos urbanos y organicos serán depositados en el relleno sanitario ubicado en el proyecto de Mulatos, los residuos de manejo especial y peligrosos serán almacendos temporalemente en los almacenes construidos para este fin y serán dispuestos a través de terceros autorizacidos para su correcto tratamiento o disposición final.

II.2. Características particulares del proyecto

El proyecto Mina La Yaqui Grande (proyecto) consiste en el aprovechamiento de un yacimiento de oro y plata. La tecnología empleada para la extracción del mineral será la denominada tajo a cielo abierto, mientras que, para el beneficio, de acuerdo con las características del mineral, la técnica más adecuada y viable económicamente es el proceso de lixiviación con cianuro de sodio, el material triturado se colocará en el patio de lixiviación. El proceso de electrodepositación para la obtención de doré (barra metálica de oro y plata) se llevará a cabo en las instalaciones del proyecto Mulatos.

Las características del proyecto se mencionan en las siguientes secciones.

I.2.1. Programa general de trabajo

A continuación, en la Tabla II-7 se presenta el programa general de trabajo del proyecto Mina La Yaqui Grande. El tiempo de vida útil de esta considerado en diez años operativos.

El promovente tiene estimado obtener los permisos correspondientes dentro del primer semestre de 2019 y de inmediato iniciar con las actividades de preparación del sitio, en el mismo año 2019 empezarán actividades de construcción, concluyendo dicha construcción en el año 2020 para comenzar a llevar a actividades productivas en el año 2021.

A partir del año seis se iniciarán con actividades de restauración de áreas fuera de uso por la actividad minera y en el año número nueve de operación se iniciará progresivamente con la restauración total del lugar.

Tabla II-7 Programa general de trabajo

Etapa	Año											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparación del sitio												
Rescate de flora y fauna												
Desmonte												
Rescate de suelos												
Construcción y operación												
Minado												
Transporte para trituración y beneficio												
Cierre y abandono												
Restauración												

Las actividades de la etapa de preparación de sitio se llevarán a cabo de manera paulatina y de forma unidireccional a fin de no provocar erosión.

Por otro lado, la etapa de cierre y abandono también se llevará a cabo de manera paulatina, estimando esta comenzará a partir del sexto año de haber iniciado el proyecto pudiendo extenderse hasta tres años después de la vida útil del mismo.

Las principales actividades que se desarrollaran en cada una de las etapas se describen en las siguientes secciones.

I.2.2. Etapa de Preparación del Sitio

La preparación del sitio se llevará a cabo durante el primer año, en este tiempo se realizarán diferentes actividades de manera continua e inmediata una tras otra:

- **Delimitación de Áreas**

Se preseleccionan las áreas a minarse por medio de listones, señalándose la vegetación que permanecerá intacta, además de delimitar las áreas de caminos de acceso, tajo, camino, oficinas, áreas de banco de materiales, área para colocar cubierta vegetal, área para colocar madera y demás áreas auxiliares para el proyecto en estudio. Esta actividad no genera un impacto ambiental.

- **Rescate de Flora y Fauna**

Las actividades de rescate de especies de flora se efectuarán previamente a las actividades de despalme y desmonte, para ello un supervisor de campo capacitado en el tema y en los componentes florísticos del sitio efectuará recorridos para identificar seleccionar y efectuar el marcaje de individuos que deben ser rescatados.

El marcaje se realizará con cintas de color amarillo para los individuos que deben ser rescatados y con cintas de color azul los individuos a los cuales se deberá respetar su ubicación por estar en los límites de las áreas del proyecto.

Se marcarán los individuos de flora silvestre con posibilidades de sobrevivir a un trasplante, y de ninguna manera se rescatarán individuos mal conformados que pueden poner en riesgo la calidad del material genético de la especie, o individuos con plagas que pueden contaminar a otros individuos

Para el rescate de especies de fauna se tendrá una brigada de avanzada previamente capacitada contando con un supervisor de campo, que ahuyentará a las especies, realizará reubicación de nidos y rescatará a las especies de lento movimiento.

- **Desmonte**

Se efectuará el desmonte gradual de las áreas a intervenir, para el desarrollo del proyecto, será realizado con maquinaria pesada, manualmente con motosierra y siendo una actividad paulatina en las áreas de tajo, oficinas, planta, caminos, comedor, laboratorio, patios de lixiviación, y demás áreas incluidas en el presente documento.

El producto del desmonte será sujeto a trituración y depositado junto al suelo fértil rescatado, para su posterior utilización en las actividades de restauración del sitio. El área a desmontar es de ~256.03ha.

- **Rescate de suelo/despalme**

Una vez realizado el desmonte se llevará a cabo el despalme o recuperación del suelo fértil en los sitios con condiciones propicias para después ser utilizado en la restauración de las diferentes obras mineras. Mediante medios mecánicos se retirará la capa superficial de 20 a 30 cm que representa la capa vegetal, amontonando en un extremo del frente de trabajo el material

descapotado, para ser posteriormente cargado a camiones mediante cargador frontal y retirado del sitio hacia las áreas de almacenamiento.

El personal requerido para esta etapa, así como el equipo y maquinaria a utilizar en esta etapa se menciona en la siguiente Tabla II-8:

Tabla II-8 Personal requerido en la preparación del sitio

Preparación del Sitio	
Personal	**Maquinaria y equipo**
10	Tractor buldozer
6	Excavadora
5	motoconformadora
20	Camiones de acarreo
5	Cargador frontal
6	Retroexcavadora
6	Equipo topografico

- **Rehabilitación y construcción de caminos**

Consiste en la rehabilitación construcción de caminos con maquinaria, ya sea rellenando, aplanado o ampliando los caminos existentes a fin de tener acceso a las áreas de trabajo y a las que ya se tiene acceso para continuar con los trabajos de preparación del sitio y construcción y operación. Las características de los caminos de acceso y acarreo se muestran en la siguiente Tabla II-9.

Tabla II-9 Características de caminos de acceso y acarreo

Característica	**Valor**
Grado máximo del camino de acarreo en el montón durante la operación	10%
Camino de grado máximo de acceso en el montón después de la operación (cierre)	10%
Ancho mínimo de camino de acarreo durante la operación	25 metros
Grado máximo de acceso a proceso de camino	10%
Ancho mínimo del camino de acceso al proceso	12 metros
Grado máximo del camino perimetral de acceso al patio de lixiviación	8%
Ancho mínimo del camino perimetral de acceso al patio de lixiviación	20 metros

I.2.3. Etapa de Construcción y operación

A continuación, se describen las obras y actividades mineras que se desarrollarán durante la etapa de construcción y operación. En la siguiente Tabla II 10 se muestra el personal aproximado requerido para las actividades de esta:

Tabla II-10 Personal requerido para operación

Departamento	No. Empleados
Geología	8
Ayudantes	6
Geólogos	4
Jefes	2
Área de mina y transporte	65
Operador trascabo	7
Operador camión	23
Perforista	7
Ayudante perforista	6
Ayudante medio ambiente	5
Operador tractor	6
Jefes Grupo / Turno	3
Señalero calero	4
Otras oficinas, taller, polvorín seguridad, limpieza	20
Total de empleados	**168**

- **Excavaciones, cimentaciones, nivelaciones y compactación**

Actividades que consisten en el afloje, extracción de los suelos en las áreas que se requiere construir las nuevas obras o instalar infraestructura para el proyecto.

Consisten en rellenar las superficies del terreno con materiales adecuados. Luego se procederá a la compactación. Esta acción se realiza en capas y con la ayuda de un pisón. Se realiza el paso anterior hasta alcanzar el nivel deseado. Estas actividades se realizarán para las obras que componen el sistema de piletas, área de trituración, almacén y talleres, entre otras.

- **Caminos**

Caminos de acarreo (trituración y tepetateras) y caminos perimetrales de acesso a patios de lixiviación. La superficie de estas obras es de15.66 ha y de 1.96 ha, respectivamente. Serán utilizados para que personal operativo, maquinaria y equipo puedan acceder a todas las áreas de trabajo.

Por otro lado, a los caminos de acceso y acarreo del proyecto se les dará mantenimiento continuo y consta en tener en buenas condiciones los caminos, es decir se aplanarán, en caso de ser necesario.

- **Acarreo**

El mineral, una vez extraído del tajo, será transportado en camiones de alto perfil 777cat de 80 toneladas de capacidad al área de trituración (quebradora), vaciando directamente dentro de la quebradora de quijada. La distancia de acarreo hacia está superficie es de 2 km.

Posteriormente este material triturado un tamaño de 25mm (0.98”) será transportado mediante el uso de bandas transportadorasal patio de lixiviación para su beneficio.

El material estéril sin valor económico será transportado en camiones a la tepetatera, la distancia de acarreo a esta obra es de aproximadamente 1 km.

- **Tajo y operación de minado**

El tajo es el área donde se localiza y extrae el mineral, al final de su vida útil alcanzará abarcará una superficie de 51.93 ha y una profundidad de 292 m, el punto de pared más alto será de 18 metros equivalente a 2 bancos de 9 metros cada uno. Los bancos están diseñados a 9 m de altura con área de banqueta de 10 metros cada doble banco, formando un ángulo general de 56° con el horizonte. Las rampas de acceso tienen pendiente de 10%.

La operación de minado consiste en la extracción del mineral mediante roturación con bulldozer en frentes de terreno muy fracturado y alterado, y mediante el uso de explosivos en basamento rocoso masivo, para lo cual se programa una red de barrenos dispuestos en cuadrícula, con track-drill, los cuales se rellenarán con explosivos y se detonarán. La roca fragmentada será removida con un cargador frontal y dispuestos en camiones de alto perfil, para ser trasladado fuera del tajo, al sitio del proceso de trituración o a la tepetatera.

- **Planta y actividad de trituración**

El área de ocupación de la infraestructura para la trituración del mineral será de 5.15 ha. El circuito de trituración estará conformado por una quebradora primaria, 1 stock pile, 1 quebradora secundaria y una quebradora terciaria, procesando 9 000 toneladas por día, con una producción de 750 toneladas /hora de mineral triturado con un P80 de ± 3/8 de pulgada, que serán enviados mediante el uso de bandas transportadoras a un PUG1000 (mezclador) pasarlos por un aglomerador para hacer la mezcla de cemento con mineral para reducir al mínimo los finos de mineral y enviarlo al patio de lixiviación apoyados por bandas transportadoras y con un apilador radial stacker para el deposito sobre las celdas del patio de lixiviación.

El área de trituración es la superficie en la que ha de instalarse el conjunto de quebradoras. El proceso inicia con el triturado del material extraído del tajo, la trituración a aplicar en el proyecto consiste en 3 etapas, se contará con una quebradora primaria de quijada con una capacidad de recepción de rocas de 400 mm (15.78”) y con capacidad de procesamiento de 750 toneladas por hora, se pretende que el tamaño de la roca de alimentación sea de un tamaño de 300 mm (11.81”).

Posterior a la salida del mineral triturado de la quebradora de quijadas, mediante bandas transportadoras se colocará en un stock pile donde se alimentará una quebradora secundaria y posterior a una quebradora terciaria hasta reducir el tamaño de la roca a un tamaño de 25 mm (0.98”) que es el P80 óptimo para depositar este mineral triturado en el patio de lixiviación para su procesamiento. La capacidad nominal de tratamiento instalada de 9 000 toneladas trituradas de mineral por día.

- **Banda transportadora y apilador radial stacker**

El mineral extraído del tajo, previamente triturado y mezclado con cal hidratada ($Ca(OH)_2$) a razón de 7.0 k/ton, se extenderá y amontonará sobre un área impermeabilizada de laier. Se contara con una red de bandas transportadoras del mineral (chapulines o grasshoper) que tendrán la finalidad de transportar el mineral producto de la trituración hacia el proceso, el sistema de bandas tiene una capacidad para transportar 1 000-1 200 toneladas de mineral por hora y a su vez se utilizara un apilador radial stacker para distribuir uniformemente el mineral dentro del patio de lixiviación, con este equipo, podemos apilar a una altura de 9 metros y distribuir uniformemente el mineral para formar los bancos dentro de los patios de liiviación.

- **Circuito de aglomeración**

Los aglomeradores estarán situados aledaños al patio de lixiviación los cuales se montarán sobre una plancha de concreto reforzado con embebidos de HDPE con una pendiente hacia el mismo patio de lixiviación. En los embebidos se soldarán tramos de layner con el objeto de recubrir al 100% el piso de concreto y con ello evitar infiltraciones al suelo de solución cianurada. debido a que los aglomeradores al momento de estar funcionando, se les adicionará una línea de solución de cianuro de sodio a una concentración de 350-450 ppm, por ello se tendrá completamente impermeabilizada el área donde se colocarán los aglomeradores,

Este sistema de aglomeración no tiene ninguna repercusión en la generación de emisiones a la atmósfera, debido a que el proceso trabaja con solución inyectada directamente en el mineral que ya del sistema de trituración lleva una humedad del 5% y a una razón de 2.0 litros por segundo se le adiciona dentro del sistema de aglomeración, que consiste básicamente en girar el cilindro que en sus paredes cuenta con un sistema de aspas que homogenizan el mineral con el cemento y la solución, este sistema radial a su vez envía el mineral homogenizado de nuevo a las bandas que llevaran el mineral hacia en interior de los patios de lixiviación, el mineral en las bandas transportadoras ya homogenizado y con los finos aglomerados tipo “bolitas”, la relación de cemento agregada a esta mezcla es en el orden de 2.5 kilogramo de cemento por cada tonelada de mineral.

En el **Anexo II-2** se pueden consultar los diagramas de flujo y planos generales de trituración, lista del equipo para la quebradora, así como los diagramas de flujo del proceso de trituración y transporte del mineral por bandas al patio de lixiviación del proyecto.

- **Tepetatera**

Es el lugar donde se depositará el material sin valor económico extraído del tajo. Su superficie es de 111.71 ha. Con capacidad para almacenar 100 millones de toneladas de tepetate. De acuerdo a los resultados analíticos (ver **Anexo II-3**) el material estéril que será depositado en esta superficie tiene potencial para generar drenaje ácido. Las características de esta tepetatera se presentan en la siguiente Tabla II-11.

Tabla II-11 Características de Tepetatera

parámetro	Valor
Área	111.71 ha
Densidad de roca residual	2.4 toneladas/m³
Capacidad	100 M toneladas

parámetro	Valor
Altura máxima de descarga	1 795 m
Altura de elevación nominal	145 m
Pendiente general	3H:1V
Pendiente local (entre bancos)	2.75H:1V
Ancho del banco de cierre	100 a 150 m
Ancho mínimo de cresta de descarga	50 m

- **Top soil y madera**

Si bien estas superficies no requieren de preparación o acondicionamiento especial dado que solo son los sitios utilizados como almacenes del material producto del desmonte y del suelo fértil recuperado en la etapa de preparación de sitio. El suelo fértil recuperado se almacenará y conservarán sus propiedades en las áreas destinadas para tal actividad. Esta instalación requiere una superficie de 15.27 ha.

- **Polvorines**

Área utilizada exclusivamente para guardar de manera permanente o transitoria los explosivos autorizados para el proyecto en cuestión. Los polvorines de artificios y de alto explosivo actualmente autorizados para el proyecto Ampliación La Yaqui, serán utilizados para el resguado del explosivo utilizado para este proyecto. El polvorin de alto explosivo y de accesorios se construirán de forma separada, y de acuerdo a lo que establezca la SEDENA. La superficie de estos almacenes es de 5.53 ha.

Una vez que el promovente cuente con la autorización en materia de impacto ambiental para el proyecto minero La Yaqui Grande, se gestionará el permiso para la compra, uso y almacenamiento de explosivos.

- **Piletas de solución pobre y solción rica**

La pileta de solución rica o pregnand pond tendrá una capacidad de 9 120 m^3, un largo de 70 m, ancho: 49.5 m con una profundidad de 6 m; asimismo la pileta de solución pobre o barrend pond tendrá características idénticas de construcción a la pileta rica

Estas obras ocupan una superficie de 0.89 ha (pileta de solución rica 0.43 ha y pileta de solución pobre 0.46 ha), las cuales se impermeabilizarán con una cubierta de capas protectoras de polietileno de alta densidad HDPE, la superficial de 60 milésimas de pulgada y la de abajo será de 40 milésimas de pulgada. La solución cargada de valores proveniente del patio de lixiviación fluirá por gravedad hasta la pileta de solución rica, de donde se bombeará a la planta ADR, pasando a flujo continuo por columnas de carbón activado.

Posteriormente esta solución (agotada en valores), se bombea a la pileta pobre en donde se adiciona cianuro de sodio hasta lograr la concentración inicial, se regulará el pH (10.5-11.5), para ser rebombeada al patio de lixiviación para continuar disolviendo valores de oro y plata.

- **Pileta de contingencia**

La pileta contingencia llamada también pileta de emergencia, o de sobreflujo, será impermeabilizada con el mismo material de HDPE del patio de lixiviación, con 2 capas protectoras

de HDPE, la superficial de 60 milésimas de pulgada y la de abajo será de 40 milésimas de pulgada, así mismo, el área donde se ubicará la Planta de Recuperación tendrá dispuesto este material con drenaje hacia las piletas. La pileta de emergencia tendrá una capacidad de captación de sobreflujo de 210 624 m^3, un largo de 270 m, ancho de 91 m y una profundidad de 12 m. Dicha pileta está diseñada y tiene un 100% de la capacidad extra a la calculada con un periodo de retorno en el peor evento presentado en la zona en 100 años.

La Pileta de emergencia o de tormenta y canal, recibirá el flujo sobrante de piletas rica y pobre en casos de derrame. Ocupará una superficie de 2.97 ha.

- **Patio de lixiviación y proceso de lixiviación**

Esta obra ocupara una superficie de 30.82 ha. Se estima depositar en el patio de lixiviación 15 000 millones de toneladas de mineral, en cuyo terreno natural o base, (una vez despalmado, compacto y nivelado), se coloca una delgada capa de 30 cm de arcilla para eliminar irregularidades propias del terreno, se impermeabiliza con una cubierta de capas protectoras de polietileno de alta densidad HDPE de 80 milésimas de espesor. Por encima de la cubierta impermeable, se colocará una cama de material aglomerante denominado Overlainer (material de mina con valores y de tamaño de ¾” a 1” de 80 cm. de espesor, en la que se alojará una red de tubos de PVC ranurados de 10 cm de diámetro, que permitirá drenar la solución impregnada, del piso del patio hacia la pileta de recolección de solución rica en valores. El terreno o piso del patio lixiviador tendrá una pendiente del 3.75 %, para que el drenado fluya por gravedad.

Cabe mencionar que, de acuerdo a una serie de estudios y pruebas metalúrgicas, el Cianuro de Sodio resultó ser el agente técnico-económico más conveniente para la extracción de los valores de los que se pretende beneficiar en el Proyecto. Esta sustancia forma complejos de oro y plata solubles que pueden ser recuperados de las soluciones resultantes obtenidas.

El mineral extraído del tajo, previamente triturado y mezclado con cal hidratada ($Ca(OH)_2$) a razón de 2.0 Kg/t, se extenderá y amontonará sobre el área impermeabilizada de 30.82 ha. Este mineral será depositado en terraplenes o estratos compactados de 7 metros de altura cada uno, con su parte superior a cima nivelada horizontalmente.

El mineral amontonado, será saturado por una solución de agua con cianuro de sodio al 15% (300-450 ppm), mediante un sistema de riego por goteo a razón de 5-10 $L/h/m^2$, esta solución al pasar a través del montón irá disolviendo los valores de oro y plata del mineral.

La solución se infiltrará a través del montón, disolviendo valores de oro y plata, conduciéndose por gravedad hasta el fondo del montón, de donde será recolectado por red de drenaje y canalizada dicha corriente por gravedad hacia la pileta rica (Pregnand Pond), de donde se bombeará a la planta de recuperación, pasando a flujo continuo por columnas de carbón activado.

A La solución agotada en valores, se le adicionará cianuro hasta lograr la concentración inicial, se le regulará el pH (10.5-11.5), para ser rebombeada y utilizada nuevamente en el circuito de lixiviación, para continuar disolviendo los valores de oro y plata en el patio de lixiviación, hasta que el montón de mineral sea agotado.

El modelo del balance de agua promedio para el patio de lixiviación es de 750 m^3/hora y una tasa de riego de 9 lph/m^2 (litros por hora por metro cuadrado).

- **Planta de beneficio o ADR**

Planta de beneficio o planta ADR (que incluye el almacén de reactivos y cianuro) tiene una superficie de ocupación de 0.22 ha. Esta acondicionada para que se lleve a cabo la Adsorción, Desorción y Recuperación (ADR) de la solución preñada o rica. El almacén de reactivos estará acondicionado de acuerdo a especificaciones técnicas para resguardar los reactivos que serán utilizados en el proyecto. La planta ADR contará con 6 columnas de carbón activado con capacidad de 3.5 toneladas cada uno, se van a procesar flujos de 13 000 m^3 diarios con un flujo de 550 m^3 por hora. Y agua para el patio serán suministrados diario un promedio de 250 m^3 por hora, haciendo un total en el proceso de 800 m^3 por hora y 19 200 m^3 por dia en total en el proceso.

- **Laboratorio**

En el laboratorio: se llevarán a cabo el análisis de las muestras de solución, carbón cargado y porcentajes de humedad, mediante absorción atómica. Esta obra tendrá una superficie de XX ha.

- **Columnas de carbón**

De las columnas, el carbón una vez cargado de valores, se enviarán a la mina Mulatos para continuar con el proceso donde se someterán a despojo del metal, empleando iones de hidróxido provenientes de soluciones alcalinas calientes. Esto es, para resorber el oro y la plata del carbón, la solución alcalina óptima de despojo a utilizar, es una relación de 1.0 % de NaOH y 0.1 % de NaCN a casi 100ºC y presión atmosférica, para crear soluciones fuertes que contengan oro, susceptibles de ser electrodepositadas (proceso Zadra, S.M.EUA, 1952). Esta solución rica, resultante del proceso de calentamiento del carbón cargado, se lleva a una celda electrolítica, donde los metales se recuperan mediante corriente eléctrica directa a través de un ánodo insoluble.

El cátodo de la celda, hecho a base de lana de acero, con el metal de oro depositado en el, se envía a fundición directamente para obtener dore en barra, este a su vez, se envía fuera de la planta a refinación, para obtener metal de oro puro.

- **Taller de minado**

Esta obra requiere una superficie de 1.49 ha, es en esta área donde se realizarán las actividades de mantenimiento preventivo tales como: cambios de filtro y aceites, reparaciones menores a maquinaria, vehículos y equipo ligero.

- **Oficinas generales**

Esta obra incluye el espacio requerido para instalar las oficinas, clínica, áreas de maniobras temporales y estacionamiento, área de recepción de materiales y comedor), la ocupación de esta área es de 0.51 ha, esta infraestructura serátipo móvil.

- **Planta de Tratamiento de Aguas Ácidas (WTP) y piletas**

Para la construcción de esta obra se requiere una superficie de 3.56 ha. La función de esta es la colectar las aguas de escurrimiento provientes de la tepetarera con la finalidad de regular el pH producido por el drenaje acido del mineral esteril dispuesto en la tepetatera.

El proyecto contempla el diseño, construcción y operación de una pileta que mediante un bordo de contención captará los escurrimientos naturales provenientes del área de tepetatera y la zona mineralizada, asi como una planta de tratamiento de agua (NO residual), con la tecnología de lodos activados de alta densidad (HDS).

Las principales operaciones unitarias son:

- Retención aguas arriba del drenaje
- Bombeo desde la pileta hasta la Planta de Tratamiento
- Preparación de lechada de cal
- Dos etapas de neutralización por agitación
- Separación líquido/sólido (Clarificador)
- Retención de solución del efluente tratado para muestreo previo a la descarga
- Filtrado y disposición de residuo

El diseño de flujo máximo para la planta a gran escala será 1 000 o 1 200 galones por minuto.

El diseño clasificado para la HDS es de 1000 gpm con 20% extra de capacidad (1.200 GPM).

- **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**

Obra previamente autorizada en el proyecto adyacente. Esta obra se pretende ampliar, actualmente la superficie y características autorizadas son las siguientes: 0.02 ha y actúa por el principio de lodos activados, 40 m^3/día para 200 personas, tratamiento con lodos activados.

Esta PTAR tratará el agua utilizada en las oficinas y comedor del proyecto en cuestión. El agua tratada será reutilizada para el riego de caminos de acarreo y acceso (Permiso de descarga Núm BOO.803.02.2.-1641 de fecha 4 de julio de 2018, se pretende modificar el permiso de descarga para el Proyecto La Yaqui Grande, ver **Anexo II-4**).

- **Almacén general**

Superficie de 1.70 ha, usado exclusivamente para guardar equipos, materiales y herramienta tales como: tuberias, rollos de lainer, bombas, mangueras, refacciones y partes de equipos criticos, materiales de mantenimiento, pinturas, herramientas, equipo de seguridad de empleados, etc., los cuales serán utilizados en el proyecto.

- **Caseta de vigilancia principal**

Obra que requiere una superficie de 0.05 ha. Esta obra requiere estar ubicada en la entrada principal al proyecto. En este espacio se resguardar el personal para vigilancia y registro de ingresos y salidas del personal al proyecto.

- **Torre de comunicación y repetidora**

La superficie de estas obras es de 0.08 ha (0.04 ha cada una). La superficie de estas obras es de 0.08 ha (0.04 ha cada una). Dicho equipo tiene la finalidad de amplificar la señal de la frecuencia de Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V. en el área del Proyecto La Yaqui Grande, debido a la interferencia de la topograífa de la region, los cerros bloquean las ondas de frecuencia o espectro de señal y por esta razón se colocarán dichas antenas para amplificar y tener una señal eficiente en la comunicación durante la operación del Proyecto La Yaqui Grande. La antena utilizada generalmente es de tamaño en altura de 15 metros. La antena es fijada rígidamente, y transmite un haz estrecho que debe estar perfectamente enfocado hacia la antena receptora.

Estas antenas de microondas se deben ubicar a una altura considerable sobre el nivel del suelo, con el fin de conseguir mayores separaciones posibles entre ellas y poder superar posibles obstáculos.

- **Área de combustible**

Obra previamente autorizada en el proyecto adyacente, ocupa actualmente una superficie de 0.25 ha. En esta área se ha colocado infraestructura propia para almacenar combustible (diesel). Se cuenta con 2 tanques metálicos con capacidad de 60 m^3 cada uno para suministro de maquinaria y equipo y un tercer tanque de 15 m^3 de capacidad para abastecimiento de los generadores.

Los tanques cuentan con dique de contención secundaria con capacidad suficiente para contener el volumen total del mismo en caso de derrame.

Dado los requerimientos del proyecto en cuestion el promovente tendrá que reemplazar los tanques por unos de mayor capacidad, 150 000 m^3. Los diques tendrán que tener capacidad suficiente para contener el nuevo volumen de combustible en caso de algún derrame.

- **Almacenes de residuos**

Almacenes de residuos peligroso que serán construidos de acuerdo a los criterios establecidos por los instrumentos jurídicos aplicables dentro del AP del proyecto en cuestión.

I.1.1. Etapa de Cierre y abandono

En esta etapa se realizarán las siguientes actividades principales:

- **Desmantelamiento y/o clausura de áreas**

Esta actividad consiste en el desmantelamiento y retiro de infraestructura, tuberías, residuos, equipos, maquinaria que representen riesgos para las comunidades cercanas o para la distribución d ela fauna. Lo anterior se realizará a fin de tener áreas libres de infraestructura y seguras para empezar con las actividades de restauración.

- **Detoxificación del patio de lixiviación**

El mineral agotado (residuo) será neutralizado químicamente y estabilizado físicamente, permaneciendo en el sitio.

- **Plantaciones:**

La plantación de ejemplares arbóreos y de matorral (especies arbustivas y subarbustivas) que formen una cubierta vegetal estable, en la que han de estar presentes el mayor número de estratos posible, además de servir para controlar la erosión y mejorar la integración paisajística supondrá una fuente de alimento y refugio para muchas aves y mamíferos. Además, los ejemplares podrán disponerse en mezcla y/o individualmente, así como formando cercos a lo largo de vías de drenaje interiores, entre parcelas y caminos, alrededor de charcas que pudieran formarse en las partes más bajas y distribuido aleatoriamente entre los diferentes espacios de transición existentes.

- **Actividades de restauración**

La restauración del área de tajo y tepetatera se realizará paulatinamente, conforme se vaya avanzando y abandonando el sitio, en donde se nivelara y se reubicara el suelo fértil para, posteriormente reforestar con gramíneas y replantar las especies rescatadas y producidas en el vivero, esto con el fin de propiciarle al suelo mayor productividad y mayor retención de humedad para que se generen el desarrollo de la masa forestal e inducir una cobertura vegetal con especies nativas; es por ello que se contempla en un lapso de 3 años, donde 2 de ellos serán en forma paralela a la operación y un año restante al finalizar la vida útil del proyecto.

Esta etapa es cuando se terminan las actividades del proceso minero por áreas, es decir, cuando los trabajos de minado y tepetate concluyen. En esta etapa se considera la restauración del sitio con obras de control de sedimentos, como son las presas filtrantes, reubicación de suelo fértil y replante de las especies típicas de la región.

La aplicación paulatina del Programa General de Restauración del Sitio, conforme los diversos componentes de la unidad minera dejen de prestar su servicio, permitirá en su medida que el sitio retorne a sus condiciones originales.

Las actividades a implementar son:

- Mejoras del relieve y soltar o aflojar el suelo en la superficie que sea posible.
- Hidrosiembras y siembras
- En principio, sería recomendable que todas las superficies llevaran un tratamiento de implantación de herbáceas (al menos en fajas siguiendo las curvas de nivel y entre las líneas de plantación) como primera fase en la protección del suelo.
- Se utilizará preferentemente una mezcla de semillas de especies de rápido arraigo y otras autóctonas persistentes, que se automantengan en las condiciones ecológicas de la región.
- En pendientes mayores de 20° (36%) el método de implantación será la hidrosiembra: aplicación mediante un chorro a presión de una mezcla en agua de semillas, abonos y otros componentes. En el resto de las superficies la técnica será la de siembra -en otoño o primavera- con máquina sembradora suspendida o

arrastrada por un tractor agrícola. En función del estado del suelo se utilizarán siempre que sea posibles sistemas de siembra directa.

- El tratamiento vegetal de taludes, especialmente en el caso de los muros, se basará en la aportación de tierra vegetal y en la hidrosiembra con una mezcla de especies poco agresivas que se limiten a fijar el sustrato, protegiéndolo de la erosión inicial y enriqueciéndolo con materia orgánica, de manera que se cree un medio adecuado para la instalación de la flora espontánea del lugar.

Dichas mezclas deberán incluir una dosis suficientemente eficaz de semillas del tipo "estarter" y a ser posible no incorporará plantas de gran desarrollo en altura.

Se considerará preferible dar dos pasadas de hidrosiembra con dosificaciones más ligeras que una sola con fuerte carga. Por ejemplo, siembra inicial y repaso a los seis meses.

Todo lo anterior a fin de restablecer y fomentar el crecimiento de las especies de flora típicas y propiciar hábitats para la vida silvestre, además de dejar el sitio en condiciones seguras, tanto para la población humana como para la fauna.

I.1.2. Utilización de explosivos

Con la finalidad de facilitar la extracción del mineral de tajo a través de las voladuras, se utilizarán explosivos en las actividades de minado. El manejo de transporte y almacenamiento de explosivos se realizará de acuerdo a la normatividad correspondiente.

El explosivo que será utilizado para el proyecto en cuestión es el ANFO (Ammonium Nitrate Fuel Oil), que consiste para el caso en particular en una mezcla de nitrato de amonio y diesel. El ANFO es considerado como un alto explosivo terciario o como un agente explosivo, compuesto de nitrato de amonio (94%) mezclado con diesel (6%). El ANFO tiene baja sensibilidad a los golpes, y no inicia con fulminantes directamente, sino que requieren ser iniciados con explosivos primarios o cebos (primer). El ANFO es ideal para cargar una columna de un barreno en barrenos secos (pues no resiste bien al agua). La explosión del ANFO es sin destello, y la onda expansiva es muy poderosa en relación al poco monto que se ha de usar.

El ANFO es muy utilizado debido a que es muy seguro, barato y se puede adquirir con facilidad.

Las cantidades exactas de ANFO utilizadas quedan a consideración del experto en explosivos encargado de realizar las voladuras en la mina. Para el caso de explosivos las técnicas operativas de voladuras en los tajos se hacen con frentes libres hacia los flancos norte, este y oeste, teniendo la profundidad adecuada para no tener contingencias de piedras volando hacia la parte donde se ubiquen las instalaciones.

Asimismo, se operará un procedimiento para el estricto control del manejo de explosivos y voladuras.

Cabe mencionar que, como resultado del uso controlado de explosivos, se esperan vibraciones en el área del tajo, sin embargo, ya que la comunidad más cercana, Matarachi, se encuentra aproximadamente a 8 km de distancia, las vibraciones producidas serán imperceptibles y no deberán producir afectaciones.

I.1.3. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

El manejo de residuos generados en el interior del proyecto se llevará a cabo con apego al Programa de manejo integral residuos y sus distintos procedimientos (ver Capítulo VII), los cuales actualmente se están implementando tanto en el proyecto Mulatos, proyecto Ampliación La Yaqui, así como en el proyecto Cerro Pelón. A continuación, se describe brevemente los diferentes tipos de residuos y sus cantidades estimadas de generación en cada etapa del proyecto, así como las acciones relativas a su manejo.

I.1.3.1. Residuos de la etapa de preparación del sitio

Durante esta etapa se generarán diferentes tipos de residuos entre ellos los siguientes:

- ***Residuos orgánicos****:* Se generará material vegetal producto del desmonte, mismo que será picado y llevado hacia las áreas de almacenamiento de suelo fértil para su posterior uso en las actividades de restauración del sitio. La madera, producto del desmonte, se enviará a sitios autorizados, como aserraderos, para su legal comercialización.
- ***Residuos sólidos****:* Se generarán desechos domésticos (papel, cartón, vidrio, aluminio etc.) en las áreas operativas de empleados (oficina, comedor y campamento de empleados). Estos residuos, serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados, los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su aprovechamiento y disposición final en las áreas destinadas para este fin dentro del proyecto.
- ***Residuos Peligrosos:*** Estos residuos de generarán principalmente en el área de trituración, donde se dará mantenimiento al equipo. Se almacenará temporalmente en el almacén de residuos peligrosos y serán recolectados por empresas autorizadas por la SEMARNAT.
- ***Residuos de manejo especial:*** Tales como llantas, filtros, etc.

En caso de algún derrame de hidrocarburos será limpiado, colectando los líquidos y excavando y removiendo todo el suelo contaminado. Los residuos son dispuestos en contenedores y enviados a confinamiento externo autorizado por la SEMARNAT.

Todo el material impregnado de hidrocarburos como estopas, filtros, papel, etc., será dispuesto adecuadamente en contenedores tapados hasta su disposición final o tratamiento. En la Tabla II-12 se enlista y clasifican los residuos a generar.

Tabla II-12 Residuos generados durante la preparación de sitio

Tipo residuo	Emisión, residuo o descarga	Descripción de la emisión, residuo o descarga	Cantidad	Fuente emisora	Manejo / disposición de los residuos o emisiones.
Suelo fértil	Residuos organicos	Materia orgánica para reforestación	80 000 m^3	Desalme de las diferentes áreas de la mina	Será depositado en áreas de almacenamiento temporal para su posterior uso en las actividades de restauración del sitio.

Tipo residuo	Emisión, residuo o descarga	Descripción de la emisión, residuo o descarga	Cantidad	Fuente emisora	Manejo / disposición de los residuos o emisiones.
Material vegetal producto del desmonte	Residuos organicosl	Sub productos forestales	400 m^3	Del desmonte de las diferentes áreas de la mina	Será picado y llevado hacia las áreas de almacenamiento de suelo fértil.
Desechos domésticos	Residuo	Residuos sólidos urbanos	150 kg/dia	Áreas de oficina, comedor, taller, trituración, planta ADR, contratistas	Serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su disposición final en el relleno sanitario. En el archivo adjunto IT-MAP-23 se menciona detalladamente la forma en la que se tiene que llevar a cabo la separación de los diferentes tipos de residuos
Aceite usado	Residuo	Peligroso	5 000 lts	Áreas de taller de mina y trituración, donde se dará mantenimiento al equipo pesado.	El aceite usado se almacena temporalmente en sitio seguro y son recolectados por empresa autorizada por la SEMARNAT. En el Archivo adjunto IT-MAP-22 e IT-MAP-02, se describe el manejo, recolección, transporte y disposición de los residuos peligrosos. Así mismo, en el archivo IT-MAP-54 se describe el manejo de los residuos metálicos procedentes de los mantenimientos de instalaciones y equipos.
Filtros de aceite usado	Residuo	Peligroso	150 kg.	Cambio de aceite de los vehículos automotores, maquinaria en el taller de Mina y trituración	Serán dispuestos adecuadamente en contenedores tapados en el almacén temporal de residuos peligrosos hasta su disposición final o tratamiento en un centro de acopio autorizado.
Filtros, estopas y otros materiales impregnados de HC	Residuo	Peligroso	100 kg.	Mantenimiento de maquinaria y equipo en general, en el taller de mina y trituración	
Polvos fugitivos	Emisión	Partículas de polvo	Se estima 700 kg/mes	Originados por los trabajos de despalme y desmonte del terreno, y de motores de combustión interna de la maquinaria utilizada, tránsito de vehículos.	Se minimizarán realizando riegos periódicos en los caminos principales.
Ruido y vibraciones	Emisión	Ruido y vibraciones	N/A	Generado por la operación de vehículos, maquinaría y voladuras.	Se tomarán las medidas necesarias de mitigación.

Tipo residuo	Emisión, residuo o descarga	Descripción de la emisión, residuo o descarga	Cantidad	Fuente emisora	Manejo / disposición de los residuos o emisiones.
Aguas residuales	Descarga	Agua residual	80 m^3 por mes	Servicios sanitarios del personal, mismos	Serán manejados a través de baños portátiles y tratados en PTAR.

I.1.3.2. Residuos generados en la etapa de construcción y operación

- ***Residuos Sólidos:*** Se generarán desechos domésticos de las áreas operativas de empleados. Estos residuos (papel, cartón, vidrio, aluminio etc.), serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados, los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su aprovechamiento y disposición final en las áreas destinadas para este fin dentro del proyecto.

  Se generará material estéril que serán usados para rellenos y revestimientos de caminos de acarreo para evitar dispersión de polvos.

- ***Residuos Peligrosos:*** Se generará aceite usado principalmente, material impregnado de hidrocarburos como estopas, filtros, papel, suelo contaminado, residuos de solventes y líquidos limpiadores utilizados en los mantenimientos de los vehículos y maquinaría.

  Los residuos serán dispuestos en contenedores de acuerdo a la normatividad aplicable, se almacenará temporalmente en el almacén de residuos peligrosos y serán enviados a confinamiento externo autorizado por la SEMARNAT. En caso de algún derrame de hidrocarburos será limpiado en su totalidad.

- ***Residuos de manejo especial:*** Tales como llantas, filtros, etc.

En la Tabla II-13 se enlistas y clasifican los residuos a generar.

Tabla II-13 Residuos generados durante la operación y mantenimiento

Tipo residuo	Emisión, residuo o descarga	Descripción de la emisión, residuo o descarga	Cantidad	Fuente emisora	Manejo / disposición de los residuos o emisiones.
Desechos domésticos	Residuo	Residuos sólidos urbanos	200 kg cada 2 días	Áreas de oficina, comedor, trituración, taller y planta ADR	Como se ha mencionado serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su disposición final en el relleno sanitario.
Madera, cartón, plásticos, embalajes. vidrio, aluminio	Residuo reciclable	Residuos de manejo especial	450 kg semanal	Generados en cocina, almacén, campamento y áreas en construcción	Serán almacenados temporalmente hasta en tanto se acumule una cantidad económicamente viable para el envío de estos materiales reciclables a la ciudad de Hermosillo a centros de reciclaje.
Aceite Usado	Peligroso	Residuos peligrosos	20 000 lts/mes	Áreas de taller de mina y trituración, donde se dará	Se depositarán en contenedores metálicos en almacén de residuos

Tipo residuo	Emisión, residuo o descarga	Descripción de la emisión, residuo o descarga	Cantidad	Fuente emisora	Manejo / disposición de los residuos o emisiones.
				mantenimiento al equipo pesado	peligrosos hasta que se envíen a reciclaje con empresas autorizadas.
Diesel contaminado	Peligroso	Residuos peligrosos	500 lts/mes	Áreas de taller de mina y trituración, donde se dará mantenimiento al equipo pesado	Se depositarán en contenedores de 1000 lts. De capacidad hasta en tanto se envíen a reciclaje con empresas autorizadas por semarnat p ara tal actividad
Baterías (plomo-acido)	Peligroso	Residuos peligrosos	600 kg/mes	Área de taller de mantto.	Se enviarán a reciclaje con el proveedor de baterías, que cuenten con autorización para ello
Filtros Usados	Peligroso	Residuos peligrosos	350 kg/mes	Cambio de aceite de maquinaria y equipo	Se enviarán a confinamiento controlado con empresas autorizadas para tal objetivo
Mangueras contaminadas	Peligroso	Residuos peligrosos	200 kg/mes	Reemplazo de componentes a los equipos de mina	Se enviarán a confinamiento controlado con empresas autorizadas
Solidos Impregnados de aceite o hidrocarburos (estopa, trapos)	Peligroso	Residuos peligrosos	350 kgs por mes	los vehículos automotores, maquinaria en el taller de Mina y trituración	Serán dispuestos adecuadamente en contenedores tapados en el almacén temporal de residuos peligrosos hasta su disposición final o tratamiento en un centro de acopio autorizado
Polvos fugitivos	Emisión	Partículas de polvo	5.2 ton/año	Originados por los trabajos de despalme y desmonte del terreno, y de motores de combustión interna de la maquinaria utilizada, tránsito de vehículos.	Se realizarán riegos periódicos en los caminos principales.
Ruido y vibraciones	Emisión	Ruido y vibraciones	N/A	Generado por la operación de vehículos, maquinaría y voladuras.	Se tomarán las medidas necesarias de mitigación.
Aguas residuales	Descarga	Agua residual	1 250 m^3 cada 6 meses	Servicios sanitarios del personal, mismos	Serán manejados a través de baños portátiles y a través de la Planta de tratamiento de aguas residuales.

I.1.3.3. Residuos generados durante la etapa de cierre y abandono

Los residuos generados durante esta etapa del proyecto serán en menores cantidades dado que las actividades han cesado y el número de trabajadores ha disminuido.

- ***Residuos Sólidos:*** Se generarán desechos domésticos de las áreas operativas de empleados. Estos residuos (papel, cartón, vidrio, aluminio etc.), serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados, los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su aprovechamiento y disposición final en las áreas destinadas para este fin dentro del proyecto.

- ***Residuos Peligrosos:*** Se generará aceite usado, material impregnado de hidrocarburos como estopas, filtros, papel, suelo contaminado, residuos de solventes y líquidos limpiadores utilizados en los mantenimientos de los vehículos y maquinaría.

  Los residuos serán dispuestos en contenedores de acuerdo a la normatividad aplicable y enviados a confinamiento externo autorizado por la SEMARNAT. En caso de algún derrame de hidrocarburos será limpiado en su totalidad

- ***Residuos de manejo especial:*** Tales como llantas, filtros, e infraestructura del proyecto.

En la Tabla II-14 se enlistan y clasifican los residuos a generar en esta etapa.

Tabla II-14 Residuos generados durante la etapa de cierre y abandono

Tipo residuo	Emisión, residuo o descarga	Descripción de la emisión, residuo o descarga	Cantidad	Fuente emisora	Manejo / disposición de los residuos o emisiones.
Desechos domésticos	Residuo	Residuos sólidos urbanos	50 kg por dia	Áreas de oficina, comedor y campamento de empleados	Como se ha mencionado serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su disposición final en el relleno sanitario.
Madera, cartón, plásticos, embalajes.	Residuo	Residuos de manejo especial	100 kg semanal	Generados en cocina, almacén, campamento y áreas en construcción	Serán almacenados temporalmente hasta en tanto se acumule una cantidad económicamente viable para el envío de estos materiales reciclables a la ciudad de Hermosillo a centros de reciclaje.
Aceite usado	Residuo	Peligroso	4 000 lts por mes	Áreas de taller de mina y trituración, donde se dará mantenimiento al equipo pesado.	El aceite usado se almacena temporalmente en sitio seguro y son recolectados por empresa autorizada por la SEMARNAT.
Filtros de aceite usado	Residuo	Peligroso	100 kg/mes	Cambio de aceite de los vehículos automotores, maquinaria en el taller de Mina y trituración	Serán dispuestos adecuadamente en contenedores tapados en el almacén temporal de residuos peligrosos hasta su disposición final o tratamiento en un centro de acopio autorizado.
Filtros, estopas y otros materiales impregnados de HC	Residuo	Peligroso	100 kg/mes	Mantenimiento de maquinaria y equipo en general, en el taller de mina y trituración	
Residuos Mineros	Residuos	Peligrosos	15 millones de toneladas	Patio de lixiviación	El mineral agotado (residuo) será neutralizado químicamente y estabilizado físicamente, permaneciendo en el sitio. (plan de manejo de residuos Mineros)
Polvos fugitivos	Emisión	Partículas de polvo	5.t/ año	Originados por los trabajos de despalme y desmonte del terreno, y de motores de combustión interna de la maquinaria utilizada, tránsito de vehículos.	Se realizarán riegos periódicos en los caminos principales.

Tipo residuo	Emisión, residuo o descarga	Descripción de la emisión, residuo o descarga	Cantidad	Fuente emisora	Manejo / disposición de los residuos o emisiones.
Ruido y vibraciones	Emisión	Ruido y vibraciones	N/A	Generado por la operación de vehículos, maquinaría y voladuras.	Se tomarán las medidas necesarias de mitigación.
Aguas residuales	Descarga	Agua residual	700 m^3 por año	Servicios sanitarios del personal, mismos	Serán manejados a través de baños portátiles y a través de la Planta de tratamiento de aguas residuales.

I.1.3.4. Emisiones a la Atmósfera

Durante todas las etapas se generarán polvos fugitivos originados por los trabajos de despalme y desmonte del terreno, rehabilitación y construcción de caminos, operación de minado, así como emisiones de motores de combustión interna de la maquinaria utilizada y vehículos.

I.1.3.5. Ruido

Existirá generación de ruido por parte de la maquinaria, sin embargo, se considera que éste no es de relevancia ya que la fuente receptora más cercana, la comunidad Matarachi, se encuentra a 8 km, aproximadamente. La fauna habrá sido ahuyentada y al interior de proyecto se seguirán las normas aplicables para centros de trabajo y el personal usará el debido equipo de protección personal de acuerdo a cada actividad.

I.1.3.6. Aguas Residuales

Durante las todas las etapas se tendrán baños portátiles instalados en las áreas de trabajo del Proyecto, el proveedor estará encargado del mantenimiento, la limpieza y de la descarga de aguas a plantas de tratamiento autorizadas. De manera simultánea las aguas residuales generadas en las áreas, de comedor, oficinas y baños de oficina serán tratadas en la PTAR del proyecto Ampliación La Yaqui. Las aguas tratadas se utilizarán para riego de caminos y de áreas verdes. El volumen de agua tratada se estima 1 200 m^3 mensuales.

En la etapa de operaciónse construirá la WTP para los escurrimientos de las aguas de la tepetatera, con el objeto de evitar que se escurran y provoquen cambios importantes en el pH local del arroyo las Moritas.

I.1.4. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

El sitio en el que se localiza el proyecto no cuenta con los servicios ni con la infraestructura publica para el manejo y disposición de residuos sólidos (tales como: rellenos sanitarios, plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, servicios de recolección y separación, manejo, tratamiento, reciclamiento o confinamiento de residuos). Por lo tanto, el promovente ha construido

un relleno sanitarioen las instalaciones del proyecto Mulatos en el que actualmente se depositan los residuos generados en los proyectos del promovente (Mulatos, Ampliación La Yaqui, Cerro Pelón), en este mismo relleno se considera como destino final para depositar los resids del presente proyecto, La Yaqui Grande. Las actividades de recolección, transporte de los residuos solidos urbanos y orgánicos estarán a cargo del promovente.

I.1.5. Otras fuentes de daños

a) Si bien, la cercanía de otros proyectos de aprovechamiento minero Mulatos, Cerro Pelón, Ampliación La Yaqui, este último adyacente al proyecto en cuestión. Las fuentes de daños identificados en cada uno de estos (polvorines, plantas de beneficios, voladuras, áreas de almacenamiento de combustible, área de planta de fuerza), no representan una fuente de daño para el proyecto La Yaqui Grande, dado que los radios de afectación, de acuerdo a las modelaciónes para cada una de estas áreas son puntuales.

   Por otra parte, es importante mencionar, que no existen en la zona fuentes generadoras de vibraciones, radiactividad, contaminación térmica o luminosa, para los proyectos o para las comunidades cercanas a ellos.

   Respecto a las vibraciones, auque el proyecto producirá vibraciones por las voladuras realizadas durante la etapa de contrucción y operación estas serán imperceptibles. Sin embargo, se instalarán sismógrafos una vez que arranque la etapa, a fin de confirmar que las vibraciones no representan ningún daño a las comunidades más cercanas al proyecto.

   Las voladuras se diseñarán bajo los criterios de seguridad y técnicas operativas de voladuras controladas. Asimismo, se operará un procedimiento para el estricto control del manejo de explosivos y voladuras, que consistirá en lo siguiente:

   - Bitácora de actividades (donde se indicarán datos como: el sitio, el personal involucrado, la autorización de los trabajos, la configuración y diseño de plantilla de barrenación y cargas, registro de información de los resultados).
   - Check list de seguridad
   - Señalética de seguridad
   - Señalamiento de restricción de acceso al sitio
   - Revisión previa a plantillas de barrenación.

   El nitrato de amonio y los detonantes (explosivos) serán almacenados en forma separada en los dos polvorines, los cuales cumplirán con las especificaciones que la Ley de Explosivos y Armas de Fuego establece, además de que estas especificaciones serán supervisadas de cerca por el personal de SEDENA.

b) Posibles accidentes, la probabilidad de que ocurran accidentes que puedan causar un daño ambiental, es mínimo dado que el promovente ha de aplicar y cumplir con las políticas, protocolos de seguridad, diseño de construcción, medidas de seguridad y prevención a fin de reducir posibles riesgos.

Para evitar colapsamientos o derrumbes de las paredes del tajo o de los caminos se realizarán mantenimiento y se seguirán las especificaciones de construcción y seguridad.

El sistema de piletas utilizadas para el proceso de beneficio con cianuro de sodio, estará compactadas y recubiertas con geomembranas impermeables (2 capas) que impedirán la filtración de lixiviados al suelo natural. Además, contarán con un sistema que para detectar las fugas por lo que se descarta daño ambiental por esta obra y actividad.

En el caso del manejo del cianuro de sodio en la preparación de la solución lixiviante para el beneficio se regulará de manera constante el pH para evitar la formación de nubes de Ácido cianhídrico.

Dado que el proyecto no realizará ninguna actividad de aprovechamiento de especies de flora o fauna, no hay riesgo de afectación. Para evitarlo se implenetarán programas de rescate y reubicación.

Corporación Ambiental de México, S.A. de C.V.
[redacted]

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

Contenido

Panorama Minero del Estado de Sonora 2017 1
III.2. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) 2
III.3. Convenios y tratados internacionales 2
III.4. Leyes 3
III.5. Reglamentos 12
III.6. Normas 19
III.7. Programas de Ordenamiento Territorial 25
III.7.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 25
III.7.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora (POET) 28
III.7.3. Programa Regional de Ordenamiento Territorial del Municipio de Sahuaripa (PROT) 31
III.8. Planes de Desarrollo 35
III.8.1. Plan Nacional de Desarrollo 35
III.8.2. Plan Estatal de Desarrollo 35
III.8.3. Plan Municipal 36
III.9. Programas sectoriales 36
III.3.1. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018 36
III.3.2. Programa de Desarrollo Minero 2013-2018 37
III.3.3. Oficio No. DS -SG-UGA-077-2013 SEMARNAT 37

Tablas

Tabla III-1: Vinculación de la CPEUM con el proyecto 2
Tabla III-2: Vinculación con acuerdos, convenios, y tratados nacionales e internacionales 2
Tabla III-3: Vinculación de Leyes con el proyecto 3
Tabla III-4: Vinculación del proyecto con Reglamentos 12
Tabla III-5: Vinculación de Normas Oficiales Mexicanas con el proyecto 19
Tabla III-6 Descripción de la Unidad Ambiental Biofísica 10, de conformidad al POEGT 25
Tabla III-7 Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 10 26
Tabla III-8 Características de la UGA 100-0/03 28
Tabla III-9: Vinculación del proyecto La Yaqui Grande con el POET 28
Tabla III-10: Región Centro Sierra del PROT 31
Tabla III-11: Politicas de kla UTB Sahuaripa 33
Tabla III-12: Vinculación de las estrategias y líneas de acción del PND y el Proyecto 35

Figuras

Figura III-1: UAB 10 “Sierras y cañadas del norte” 25
Figura III-2 División del Estado de Sonora en 4 Macro regiones. 31

Mapas

Mapa III-1 Ubicación del proyecto La Yaqui Grande respecto al POEGT 27
Mapa III-2: Ubicación del proyecto La Yaqui Grande respecto al POET 34

Anexos

Anexo III-1: Permiso SEDENA 3622-SON
Anexo III-2: Concesión 02SON123903/09FAGR06 y 02SON112109/09FAGR06
Anexo III-3: Oficio No. DS -SG-UGA-077-2013 SEMARNAT Asociacion de Ingenieros de Minas Metalurgicas y Geologos de México, A.C. Distrito Sonora.

III.1.Información sectorial

Panorama Minero del Estado de Sonora 2017

Este documento[1] integra la información de la infraestructura geológica y minera de la entidad, teniendo como objetivo específico dar a conocer la situación actual de la actividad minera, repercutiendo en la generación de nuevos empleos, detonando así el desarrollo económico del estado.

Sonora ha sido considerado como un estado minero de gran importancia, con una amplia gama de recursos en este renglón. La actividad minera en el estado, durante los últimos años ha sido la más importante en el ámbito nacional, sus niveles de producción en los minerales metálicos (oro, cobre, molibdeno) y no metálicos (grafito y wollastonita) lo colocan en el primer lugar nacional, así como el único productor, en molibdeno, grafito amorfo, wollastonita en el país.

Por lo anterior, es evidente que el potencial geológico-minero es muy amplio y favorable, ya que existe una gran cantidad de zonas geológicamente prospectivas.

Para el estado, la minería representa un sector estratégico que además de brindar a la entidad un importante dinamismo en materia de producción, inversión y empleo, impulsa el crecimiento económico sustentable de varias zonas rurales.

Para el oro, se tienen altibajos, en el año 2003, se reportó el nivel más bajo con una producción de 5 663 kg, para el año 2009 se observa una recuperación, reportando 17 561 kg, y para el 2016, repunta ocupando el primer lugar a nivel nacional, con una producción total de 47 412.30 kg que representan el 35.81% del total nacional.

Durante el año 2016, entre los municipios que más han contribuido para que el estado sea considerado como uno de los más importantes productores mineros, son los siguientes:

En producción de oro son: Caborca con una producción de 20 796 kg, **Sahuaripa** con 8 406.90 kg, Santa Ana 3 125 kg, Altar 6 128.00 kg, Cucurpe 3 579.00 Kg, Banamichi 1 513 kg, Álamos 303 kg, Cananea 1 439.40 kg, La Colorada 1 147 Kg, Magdalena 693.10 Kg, Nacozari de Garcia 272.80 kg y Hermosillo con una producción de 9.10 kg, los que en conjunto aportaron el 35.81% de la producción total del País.

La superficie concesionada reportada hasta el 31 de agosto de 2016 es de 5 548 707.0723 hectáreas y 5 974 títulos de concesiones, que representan el 29.34% de la superficie total del estado.

Sonora cuenta con una infraestructura de más de 40 plantas de beneficio para el procesamiento de minerales metálicos y no metálicos. Para el beneficio de minerales metálicos actualmente están activas 14 plantas, con una capacidad de unas 175 000 t/día, lo cual representa un aprovechamiento del orden de 92%, de la capacidad instalada en el Estado.

[1] Panorama Minero del Estado de Sonora. Diciembre de 2017. Disponible en: http://www.sgm.gob.mx/pdfs/SONORA.pdf

III.2.Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)

Tabla III-1: Vinculación de la CPEUM con el proyecto

Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
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 contribuirá en el ejercicio de alentar y proteger la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, promoviendo la competitividad e implementando una política nacional para el desarrollo industrial sustentable, contemplando el cumplimiento de normas, leyes y reglamentos que se encuentren vigentes por parte del promovente.
Artículo 25. Al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación. El sector público tendrá a su cargo, de manera exclusiva, las áreas estratégicas que se señalan en el artículo 28, (…). Asimismo, podrá participar por sí o con los sectores social y privado, de acuerdo con la ley, para impulsar y organizar las áreas prioritarias del desarrollo.	

III.3.Convenios y tratados internacionales

Tabla III-2: Vinculación con acuerdos, convenios, y tratados nacionales e internacionales

Instrumento normativo	Tema o factor ambiental que considera	Etapa o actividad del Proyecto en que se aplica el instrumento	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
Acuerdos, Convenios y Tratados nacionales e Internacionales			
Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN) Art. 2. Con relación a su territorio, cada una de las Partes: (…) e) evaluará los impactos ambientales y (…).	Administración del ambiente	Previo a la autorización del proyecto	La presente MIA forma parte del procedimiento de la Evaluación del Impacto Ambiental que realiza la SEMARNAT para el cumplimiento del ACAAN.
Convenio sobre la diversidad Biológica Art. 14º (…) se deberán aplicar evaluaciones de	Administración del ambiente	Previo a la autorización del proyecto	La presente MIA forma parte del procedimiento de la Evaluación del Impacto Ambiental que realiza la SEMARNAT.

Instrumento normativo	Tema o factor ambiental que considera	Etapa o actividad del Proyecto en que se aplica el instrumento	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
Acuerdos, Convenios y Tratados nacionales e Internacionales			
impacto con el objeto de medir y reducir al mínimo el impacto adverso hacia la diversidad biológica.			
Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).	Fauna	Preparación del sitio Construcción Operación	Si bien el proyecto NO contempla el aprovechamiento de alguna especie de flora o fauna, los listados elaborados durante las etapas de campo fueron contrastados con los apéndices I y II del Convenio, de tal forma que se ha convenido incluir dentro de los programas de capacitación al personal propio y subcontratado, las normas mínimas que garanticen el respeto a la flora y fauna silvestre.
Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación.	Flora y fauna	Durante todas las etapas del proyecto.	En concordancia con este Acuerdo el promovente realizará acciones de rescate, reubicación y compensación que promueven la conservación de las especies que se han registrado en el SA y AP del proyecto.

III.4.Leyes

Tabla III-3: Vinculación de Leyes con el proyecto

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	Art. 15. Fracción IV. Quien realice obras o actividades que afecten o dañen el ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha alteración involucre.	En cumplimiento a este artículo, se contemplaron en la Evaluación de Impacto Ambiental diversas actividades y/o medidas para la prevención y mitigación de los posibles impactos negativos que pudiera ocasionar el proyecto.
	Art. 28, Fracción III, que establece la obligatoriedad de la evaluación del impacto ambiental para proyectos de exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera. Fracción VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;	La presente Manifestación muestra el apego con el instrumento normativo, al solicitar la autorización del proyecto en materia de la evaluación del impacto ambiental por las obras y actividades de explotación y benefico, así como por el cambio de uso de suelo. Complementariamente se presentará en su momento la solicitud de la evaluación del Estudio Técnico Justificativo para Cambio de Uso del Suelo de Terrenos Forestales,

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
		para las superficies en las que se requiere la remoción de la vegetación.
	Art. 98, Refiere los criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, mismos que se mencionan a continuación: 1. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas; 2. El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva. 3. Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos. 4. En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural; 5. En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, deberán llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas, y, 6. La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.	1.-El cumplimiento a este criterio se efectúa al seleccionar la ubicación de las áreas requeridas para el aprovechamiento, teniendo en mente la menor degradación posible. 2.-Las obras incorporan en sus criterios de diseño la constante de aprovechar al máximo la topografía existente. 3.-Para el cumplimiento de este criterio se contempla dentro del Programa de Vigilancia Ambiental el control de la erosión. 4.-Dentro del programa de construcción y durante la operación de las instalaciones se procuró incluir obras para el control de la erosión, además del rescate de suelos, para su utilización en actividades de restauración. 5.-Este proyecto incluye actividades de restablecimiento de la vocación natural del suelo en aquellas áreas afectadas por la realización de las obras del proyecto. Esto quedará identificado dentro del Programa de Vigilancia Ambiental. 6.-Dadas las dimensiones del proyecto y las superficies que finalmente serían ocupadas (256.03 ha), se considera un impacto severo sobre el recurso uso de suelo y paisaje; sin embargo, se han incluido acciones de restauración paralelas a la operación del proyecto a sí como de manera intensiva en la etapa de cierre y abandono.
	Art. 99, refiere que dichos criterios se aplicarán en actividades de extracción de materiales del subsuelo, como es el caso de la explotación, beneficio y aprovechamiento de minerales.	El promovente presenta en esta MIA-P, en la cual se presentan las actividades y para la realización de la extracción, beneficio del mineral, así como para el cambio de uso del suelo, presentando sus respectivas medidas de prevención, mitigación y restauración.
	Art. 110, referido a los criterios para la protección de la atmósfera, mismos que se mencionan a continuación:	El proyecto utilizará equipo de tecnología reciente disponible, por lo que las emisiones originadas por equipos de combustión interna serán mínimas. Asimismo, plantea la

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	Frac. II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	aplicación de medidas, tales compo el riego de caminos para disminuir los polvos generados por el tránsito de vehículos voladuras y manejo de mineral con el fin de asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de las poblaciones aledañas y el equilibrio ecológico.
	Art. 113. Restringe la emisión de contaminantes que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente.	
	Art. 117. referido a los criterios para la prevención y control de la contaminación del agua., mismos que se mencionan a continuación: Fracc. I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país; Fracc. III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas.	El proyecto cumplirá con la regulación vigente en materia de agua en todas las fases (permiso para la extracción de agua subterránea en el proyecto Mulatos, permiso de descarga de aguas residuales conforme a lo establecido en la NOM-003-SEMARNAT-1997) para poder ser reutilizadas para el riego de los caminos. Independientemente, de lo anterior las aguas generadas en los baños portátiles instalados en las áreas de trabajo serán dispuestas a través de contratistas autorizados para su tratamiento.
	Art. 136. señala que los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar: I. Su contaminación, II. Alteraciones nocivas en sus procesos biológicos, III. Aquellas alteraciones que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, así como IV. Riesgos y problemas de salud.	El promovente implementará un Programa integral de manejo de residuos, a través del cual se pretende prevenir o minimizar las condiciones señaladas en el presente Artículo. La probabilidad de ocurrencia de un derrame accidental de hidrocarburos, se considera remota; sin embargo, en su caso, serán aplicados los lineamientos que las normas establecen, con estricto apego, a fin de evitar condiciones adversas en el medio ambiente.
	Art. 150. Menciona las medidas que deberán adoptarse en atención al manejo de esos materiales y residuos peligrosos, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final.	Para el manejo de los residuos peligrosos generados durante las etapas de construcción y operación del proyecto, se contratará a empresas autorizadas las cuales serán supervisadas por el responsable ambiental de la obra. Así mismo se cuenta con un Programa de Manejo integral de residuos y se construirá un almacén temporal para resguardo y manejo adecuado de éstos, el cual cumplirá con todos los requerimientos señalados en las leyes y normas correspondientes.

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	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 promovente implementará un Programa integral para el manejo de los residuos para su reúso o disposición final. En el caso de los residuos que necesitan la disposición final, el promovente contratará una empresa autorizada por la SEMARNAT para la disposición de estos residuos.
	Art. 152. BIS.- Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.	Para el manejo de los residuos peligrosos generados durante las etapas de construcción y operación del proyecto, se contratará a empresas autorizadas las cuales serán supervisadas por el responsable ambiental de la obra. Así mismo se cuenta con un Plan de manejo integral de Residuos y se implementará un almacén temporal para resguardo y manejo adecuado de éstos, el cual cumplirá con todos los requerimientos señalados en las leyes y normas correspondientes.
	Art. 155. Sobre las emisiones de ruido, energía térmica y lumínica, vibraciones y contaminación visual generadas por obras o instalaciones, así como las medidas preventivas y correctivas para mantener el equilibrio ambiental.	El proyecto contará con estudios de ruido anuales con base a la NOM-081-SEMARNAT-1994, para asegurar siempre estar por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por la normatividad aplicable.
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)	Art. 19: Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación: (…) VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.	El implementará un Programa de Manejo integral de residuos para su disposición adecuada a cada uno de las etapas del proyecto.
	Art. 31.- Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos (…) ; I. Aceites lubricantes usados; VI. Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio; VII. Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo;	
	Art. 33.- Las empresas o establecimientos responsables de los planes de manejo presentarán, para su registro a la Secretaría, los relativos a los residuos peligrosos; y para efectos de su conocimiento a las autoridades estatales los residuos de manejo especial, y a las municipales para el mismo efecto los residuos sólidos urbanos, (…).	Durante la etapa operativa, la generación de residuos sólidos urbanos y peligrosos, se realizará de manera periódica, por lo que se contará con infraestructura (recipientes debidamente rotulados y almacenes) para su acopio temporal, y se
	Art. 40.- Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las Normas	

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	Oficiales Mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.	dispondrán en un sitio autorizado para su confinamiento archivando los documentos probatorios resultantes.
	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.	Para el caso de los residuos urbanos, estos serán dispuestos en el relleno sanitario del proyecto Mulatos el cual cumple con las especificaciones técnicas establecidas en la NOM-083-SEMARNAT-2003.
	Art. 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.	
	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 (…).	El proyecto cuenta con un Programa de manejo integral de residuos, el cual identifica los tipos de residuos que se generarán en el proyecto (Peligrosos, Sólidos urbanos y de Manejo especial), así también incluirá dentro de sus procedimientos la separación de residuos por su tipo, evitando su mezcla con residuos peligrosos.
	Art. 47.- Los pequeños generadores de residuos peligrosos, deberán de registrarse ante la Secretaría y contar con una bitácora en la que llevarán el registro del volumen anual de residuos peligrosos que generan y las modalidades de manejo, sujetar sus residuos a planes de manejo, cuando sea el caso, así como cumplir con los demás requisitos que establezcan el Reglamento y demás disposiciones aplicables.	Durante la construcción y operación del proyecto se prevé generar una cantidad mayor a las 10 t/año de los diferentes tipos de residuos, lo que posiciona al promovente dentro de la clasificación de grande generador. Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, se implementarán medidas adecuadas para el control, manejo, almacenaje y disposición final de tales residuos peligrosos. Así mismo se contará y mantendrán registros correspondientes al almacenamiento y disposición final, conforme al nivel de generación de residuos.
	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.	Es importante resaltar que los contenedores de los residuos estarán debidamente etiquetados, que se obtendrá el registro correspondiente como generador ante la SEMARNAT, y que se llevarán las bitácoras y manifiestos correspondientes, todo esto de conformidad con la referida ley y su reglamento. Se contará con almacenes temporales de residuos peligrosos, donde se almacenarán por un periodo no mayor a 6 meses; los cuales serán transportados y puestos a
	Art. 67.- En materia de residuos peligrosos, está prohibido: (…) V. El almacenamiento por más de seis meses en las fuentes generadoras;	
	Art. 68.- Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia	

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes.	disposición final por empresas con las autorizaciones correspondientes según la normatividad aplicable. Cabe reiterar que los almacenes temporales de residuos peligrosos cumplirán con las disposiciones de la LGPGIR, su reglamento y normatividad aplicable.
	Art. 69.- Las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios con éstos, están obligadas a llevar a cabo las acciones de remediación conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.	En caso del presentarse alguna situación que implique la contaminación de algun recurso natural por residuos peligrosos, el promovente será responsable de implementar a quellas acciones que garanticen la restauración y reparación del daño.
Ley de Aguas Nacionales (LAN)	Art. 20. De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal (…)	Para abastecer sus necesidades de agua, el promovente hará uso del agua subterránea extraida de un pozo instalado dentro del Proyecto Mulatos, el cual cuenta con su debida autorización, concesión 02SON123903/09FAGR06 y 02SON112109/09FAGR06 (**ver Anexo III-1**), para la extracción de un volumen de 1.5 Mm^3/anuales y 50 368.90 m^3/anuales, respectivamente. Para el proyecto en cuestión se utilizará un volumen estimado de 19 200 m^3/día para el proceso operativo.
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)	Art. 10. Son atribuciones de la federación: Fracción XXX: Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, así como controlar y vigilar el uso del suelo forestal.	Complementariamente se presentará ante la Delegación de la SEMARNAT en Sonora, la solicitud de la evaluación del Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para el Cambio de Uso del Suelo de Terrenos Forestales, para las superficies en las que se requiere la remoción de la vegetación dentro del AP.
	Art. 14. La secretaría ejercerá las siguientes atribuciones: Fracción XI: Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales;	
	Art. 68. Corresponderá a la Secretaría emitir los siguientes actos y autorizaciones: Fracción I: Autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción;	
	Art. 69: Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones: Fracción I: Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción. Las autorizaciones a las que se refieren las fracciones I, II y III de este artículo podrán ser realizadas por las autoridades competentes de las Entidades Federativas, en los términos de los mecanismos de coordinación previstos en la presente Ley.	
	Art. 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios	El presente documento pretende sustentar el mencionado artículo a efecto de demostrar la viabilidad ambiental del proyecto y el uso más conveniente en

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.	términos productivos que se dará al suelo con el desarrollo del proyecto.
Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricos (LFMyZAAH)	Art. 27. Son propiedad de la Nación, inalienables e imprescriptibles, los monumentos arqueológicos muebles e inmuebles.	A la fecha de presentación de la MIA-P, el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), ha concluido las actividades de prospección y liberado las áreas de trabajo, concluyendo mediante Oficio núm: XXXXX que no se ponen en riesgo los hallazgos docuemntados dentro del AP.
	Art. 28. Son monumentos arqueológicos los bienes muebles e inmuebles, producto de culturas anteriores al establecimiento de la hispánica en el territorio nacional, así como los restos humanos, de flora y de la fauna, relacionados con esas culturas.	
	Art. 28 Bis. Para los efectos de esta Ley y su Reglamento, las disposiciones sobre monumentos y zonas arqueológicas, serán aplicables a los vestigios o restos fósiles de seres orgánicos que habitaron el territorio nacional (…)	
	Art. 29. (…) El que encuentre bienes arqueológicos deberá dar aviso a la autoridad civil más cercana. La autoridad correspondiente expedirá la constancia oficial del aviso, o entrega en su caso, y deberá informar al Instituto Nacional de Antropología e Historia dentro de las 24 horas siguientes, para que éste determine lo que corresponda.	
	Art. 30. Toda clase de trabajos materiales para descubrir o explorar monumentos arqueológicos, únicamente será realizada por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (…).	
Ley General de Vida Silvestre (LGVS)	Art. 18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	Sin menos cabo de que el proyecto no es un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre. Se llevarán a cabo actividades de rescate y reubicación que se establecen en los Programas de rescate y reubicación para especies de flora y fauna, previamente a las actividades de la remoción de vegetación y suelo.
	Art. 31. Señala que cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que	Los Programas de rescate y reubicación de flora y fauna, establen las medidas necesarias, en caso de requerirse el

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	traslado de algún ejemplar, además se cuenta con un especialista en materia de seguridad y medio ambiente.
	Art. 106.- Señala la obligación de toda persona de reparar los daños a la vida silvestre o su hábitat de acuerdo a la LGEEPA	El promovente implementará medidas de prevención, mitigación o restauración con el fin de reparar los daños que se originen por los impactos de las actividades u obras del proyecto.
Ley Minera (LM)	Art. 27. Fracc. IV, indica que los titulares de concesiones mineras deberán sujetarse a las disposiciones generales y a las normas oficiales mexicanas aplicables a la industria minero-metalúrgica en materia de seguridad en las minas y de equilibrio ecológico y protección al ambiente.	La planeación, realización y puesta en maracha del proyecto en cuestión ha sido y será conforme a derecho. El promovente cumplirá con los procesos administrativos y demás especificaciones establecidas para el sector minera a fin de poder concretar las obras y actividades consideradas para este proyecto.
	Art. 39. señala que, en las actividades de exploración, explotación y beneficio de minerales o sustancias, los concesionarios mineros deberán procurar el cuidado del medio ambiente y la protección ecológica, de conformidad con la legislación y la normatividad de la materia.	Para dar cumplimiento a este instrumento, el promovente llevará a cabo, además de los estudios en materia de evaluación de impacto ambiental y cambio de uso del suelo, medidas de prevención, mitigación y restauración, rescate de flora y fauna, todo acorde la legislación y la normatividad aplicable, posteriormente descrita en el presente documento.
Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	Art. 6. fracción I. Expresa que no se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la SEMARNAT, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría. La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.	A través de los estudios presentados y el actual se da cabal cumplimiento a lo que señala el precepto invocado, por lo que se estará a la resolución de la SEMARNAT para iniciar las actividades que se describen en esta MIA-P, de tal forma que no se generará afectación alguna con anterioridad a su evaluación y resolución.
Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos (LFAFE)	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.	Una vez autorizado el proyecto, el promovente solicitará los permisos correspondientes para la compra, almacenamiento y consumo de material explosivo para el proyecto La Yaqui Grande, a través del cual se dará cumplimiento a todas las disposiciones dictadas por la SEDENA.
	Art. 41. Indica que la Ley en cuestión es aplicable a todas las actividades relacionadas con cualquier sustancia con propiedades explosivas.	El promovente ya cuenta con un permiso (Permiso SEDENA 3622-SON, **ver Anexo III-2**), el cual utilizará para el uso de explosivos para el proyecto en cuestión.

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
Ley General de Cambio Climático (LGCC)	Art. 88, Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro. Art. 89, Las personas físicas o morales que lleven a cabo proyectos o actividades que tengan como resultado la mitigación o reducción de emisiones, podrán inscribir dicha información en el Registro, conforme a las disposiciones reglamentarias que al efecto se expidan. La información de los proyectos respectivos deberá incluir, entre otros elementos, las transacciones en el comercio de emisiones, ya sea nacional o internacional de reducciones o absorciones certificadas, expresadas en toneladas métricas y en toneladas de bióxido de carbono equivalente y la fecha en que se hubieran verificado las operaciones correspondientes; los recursos obtenidos y la fuente de financiamiento respectiva. Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley establecerán las medidas para evitar la doble contabilidad de reducciones de emisiones que se verifiquen en el territorio nacional y las zonas en que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, considerando los sistemas y metodologías internacionales disponibles.	El promovente, a través de sus políticas de cumplimiento vigilará que el control de sus emisiones de gases de efecto invernadero de acuerdo a lo establecido en la normatividad que le sea aplicable, además dará cumplimento a lo establecido en dichos artículos a través de la Cédula de Operación Anual.

III.5.Reglamentos

Tabla III-4: Vinculación del proyecto con Reglamentos

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
Reglamento de la LGEEPA en Materia de la Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)	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; II. Obras de exploración excluyendo las de prospección gravimétrica, geológica superficial, geoeléctrica, magnetotelúrica, de susceptibilidad magnética y densidad, así como las obras de barrenación, de zanjeo y exposición de rocas, siempre que se realicen en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos o templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinares, ubicadas fuera de las áreas naturales protegidas, y”. III. Beneficio de minerales y disposición final de sus residuos en presas de jales, excluyendo las plantas de beneficio que no utilicen sustancias consideradas como peligrosas y el relleno hidráulico de obras mineras subterráneas. O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas: II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso.	En cumplimiento con este Artículo, el promovente presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental, a fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental por las actividades de explotación, beneficio de mineral y el cambio de uso del suelo. Complementariamente se presentará el Estudio Técnico Justificativo para Cambio de Uso del Suelo de Terrenos Forestales, para las superficies en las que se requiere la remoción de la vegetación.
	Art. 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.	De acuerdo a las características del presente proyecto, el promovente ha elaborado la presente Manifestación del Impacto Ambiental, modalidad Particular, utilizando la Guía orientativa para el sector minero disponible en internet[2].
	Art. 14. Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto	Concordantemente con lo señalado, se presenta la valoración por dicho impacto, incorporándose en la solicitud de autorización del impacto ambiental. Por separado, se entregará el Estudio Técnico Justificativo para su correspondiente evaluación y resolución.

[2] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121006/Guia_MIA-Particular_Minero.pdf

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.	
	Art. 17. El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando: I. La manifestación de impacto ambiental; II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes. Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo.	De acuerdo a lo indicado, se ha incorporado el resumen y constancia del pago de derechos en la modalidad de MIA-P correspondiente al sector minero.
Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)	Art. 24. Las personas que conforme a lo dispuesto en la Ley deban registrar ante la Secretaría los planes de manejo de residuos peligrosos se sujetarán al procedimiento descrito en este artículo.	Enl promovente registrará ante la Secretarái los planes de maenejo de residuos peligrosos correspondientes al proyecto.
	Art. 46.- Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán: I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen; II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, (…); III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes; IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos (…) V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley; VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable;	El promovente cumplirá con las acciones establecidad en este articulo con la finalidad de evitar contaminación o algún incidente. Estas acciones estan ya establecidad también en los procedimientos operativos de del promovente, los cuales se han integrado al Programa de Vigilancia Ambiental.

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes; VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos, y; IX. Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables. (…).	
	Art. 82.- Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular: I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento: a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados; b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones; c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretiles de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados; d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño; e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia; f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados; g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles; h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.	El promovente construira almacenes para resguardar temporalmente residuos peligrosos o de manejo especial, los cuales cumpliarán con las condiciones básicas indicadas en el presente artículo, así como cualquier otra establecidad en la NOM´s aplicables en materia de residuos.

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo: a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida; b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables; c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora; d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y e) No rebasar la capacidad instalada del almacén. III. Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo: a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona, b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados; c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y d) En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento. En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.	
	Art. 83. El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizará de acuerdo con lo siguiente: I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios; II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la micro generación de residuos peligrosos.	El promovente complira con las especificaciones del presente artículo y de la normatividad aplicable, con la finalidad de evitar cualquier incidente que se pueda producir en caso de derrames o fugas.
	Art. 87. Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos u otros compatibles con los envasados originalmente,	De ser el caso, con el fin de promover la reutilización de envases, el promovente regresará al provedor estos envases cuando sea posible cumplir con lo establecido en dicho artículo.

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos.	
	Art. 132. Los programas de remediación se formularán cuando se contamine un sitio derivado de una emergencia o cuando exista un pasivo ambiental.	En caso de tener esta situación, el promovente ha de desarrollar dichos programas, así como los planes de respuestas a emergencias de este tipo.
Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera (RPyCCA)	Art. 13. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: I.- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y II.- Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	El promovente implementará un medidas y acciones para la prevención, mitigación y control de las emisiones de contaminantes a la atmósfera, que aplicará en todas las etapas del proyecto. Para el caso de las partículas suspendidas se considera aplicar riegos con agua previamente tratada.
	Art. 16. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, con base en la determinación de los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que esta última determina.	El promovente da cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que le sean aplicables con un control, inspección y monitoreo estricto de las fuentes fijas que generen emisiones a la atmósfera. Mediante actividades de mantenimiento a maquinaria y equipo.
	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 (…) 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 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;	La acciones o medidas para la prevención, mitigación y control de las emisiones de contaminantes a la atmósfera que aplicará el promovente, cumplirán con las obligaciones que le sean aplicables conforme al Reglamento.

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	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.	
Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS)	Art.120. Establece que quienes pretendan realiza cambios de uso de suelo en terrenos forestales deberán solicitar autorización a la Secretaría, presentando una solicitud en formato oficial y el Estudio Técnico Justificativo Correspondiente.	Complementariamente se presentará en su momento la solicitud de la evaluación del Estudio Técnico Justificativo para Cambio de Uso del Suelo de Terrenos Forestales, para las superficies en las que se requiere la remoción de la vegetación.
Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (RLGVS)	Art 89. En caso de colecta o captura ilícita flagrante, la Secretaría podrá liberar inmediatamente a los ejemplares de que se trate, previa evaluación positiva de la viabilidad de la liberación, mediante el levantamiento del acta respectiva en la que se deberán asentar explícitamente los elementos valorados.	El presente estudio de impacto ambiental prevé las medidas preventivas para asegurar el cumplimiento de las disposiciones legales vigentes en materia de vida silvestre, durante la ejecución del Cambio de Uso de Suelo y la operación del proyecto. Cabe recordar que el proyecto cuenta con Programas de manejo y rescate de Flora y Fauna, diseñado por especialistas en el ámbito y diseñado para las especies existentes en el área de proyecto.
Reglamento de la Ley de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones.	**Art. 3. Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo de la Ley se identifica como sectores y subsectores en los que se agrupan los Establecimientos Sujetos a Reporte, los siguientes:** III. Sector Industrial: e. Subsector industria minera; Art. 4. Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes: III. Sector Industrial: e. Subsector industria minera: e.1. Minería de minerales metálicos; V. Sector Residuos: a. Subsector aguas residuales: a.1. Tratamiento de aguas residuales; b. Subsector residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial, incluyendo disposición final: b.1. Actividades de reducción en la fuente de generación del residuo, separación,	El promovente informará a la Secretaría de sus actividades específicas que, conforme al presente artículo, se consideran como sujetos a reporte, y proporcionara información sobre sus Emisiones o descargas a través de la Cédula de Operación Anual.

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada Las actividades agrupadas a los sectores transporte, agropecuario, residuos y de comercio y servicios a que se refieren las fracciones II, IV, V y VI del presente artículo, calcularán y reportarán sus Emisiones considerando todas las instalaciones, sucursales, locales, lugares donde se almacenen mercancías y en general cualquier local, instalación o sitio que utilicen para el desempeño de sus actividades. Las actividades previstas en las fracciones I y III del presente artículo calcularán y reportarán sus Emisiones Directas o Indirectas por instalación.	

III.6.Normas

Tabla III-5: Vinculación de Normas Oficiales Mexicanas con el proyecto

Norma Oficial Mexicana	Especificación de la NOM	Aplicación al proyecto
NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Tabla 3. Límites Máximos permisibles para metales pesados y cianuros	No existirán descargas de aguas de proceso a cuerpos de agua nacionales, ni durante la operación ni al término de la vida útil, pues el proceso es un circuito cerrado.
NOM-003-SEMARNAT-1997 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.	4.Especificaciones 5. Muestreo	El promovente cumplirá con los muestreos posteriores al tratamiento del agua a fin de verificar que las especificaciones de los parámetros claves están dentro los valores permitidos. En caso afirmativo procederá a utilizar el agua tratada en el riego a caminos.
NOM-035-SEMARNAT-1993 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.	Sección 9 Procedimiento de muestreo del método de referencia	El promovente implementará monitoreos con base a la Norma en referencia, a fin de confirmar o descartar la efectividad de las medidas de prevención y mitigación dirigidas para este parámetro ambiental. La fuente principal de generación de polvos será el tránsito de los vehículos pesados en los caminos de acceso y de servicio y la tepetatera.
NOM-041-SEMARNAT-2006, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible	Tabla 2. Límites Máximos Permisibles de Emisión del Método Estático	MONSA exigirá que los vehículos propios y de contratistas sean unidades que hayan cumplido con la norma de referencia, mediante condiciones establecidas en contratos u órdenes de compra.
NOM-045-SEMARNAT-1996 Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	Sección 7.1.3 y Tablas 1 y 2Bis	MONSA exigirá que los vehículos propios y de contratistas sean unidades que hayan cumplido con la norma de referencia, mediante condiciones establecidas en contratos u órdenes de compra.
NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Secciones 6, 7 y 8. 6. Procedimiento para determinar si un residuo es peligroso; 7. Características que definen a un residuo como peligroso; 8. Procedimiento para la evaluación de la conformidad	Se determinará con base en la norma el carácter de peligrosidad de los residuos producidos durante el proyecto.
NOM-054-SEMARNAT-1993, Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana nom-052-semarnat-1993.	Sección 5.1. Para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos considerados como peligrosos de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-052-ECOL-1993, se deberá seguir el siguiente procedimiento:	MONSA, empleará los criterios de esta norma para distinguir los residuos peligrosos que pudieran surgir de los procesos que derivan de este proyecto, tales como aceites quemados; y en ese sentido, atender su disposición, tratamiento y manejo de manera adecuada.
NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.	Sección 4 y Anexo Normativo III	MONSA; a través de su Plan de Vigilancia Ambiental (PVA), constatará que en la capacitación del personal que labore en el proyecto, se incluya los lineamientos de protección flora y fauna, con énfasis en las especies protegidas.

<table>
<tr><th>Norma Oficial Mexicana</th><th>Especificación de la NOM</th><th>Aplicación al proyecto</th></tr>
<tr><td>NOM-061- SEMARNAT-1994
Especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal</td><td></td><td>Se instrumentarán las especificaciones y recomendaciones emitidas para el adecuado manejo de los productos forestales que se obtengan por actividades de desmonte.</td></tr>
<tr><td>NOM-081-SEMARNAT-1994,
que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.</td><td>Tabla 1. Horario límites máximos permisibles</td><td>MONSA identificará con base en hojas técnicas, el conjunto de elementos de la instalación, capaces de producir ruido al exterior de las colindancias del predio deberán cumplir con la norma. Eventualmente se realizarán monitoreos para verificar el cumplimiento.</td></tr>
<tr><td>NOM.138-SEMARNAT/SS-2003,
Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelo y las especificaciones para su caracterización y remediación.</td><td>Sección 6. Límites máximos permisibles</td><td>En el caso de que se presentasen derrames o fugas de hidrocarburos al suelo, MONSA dará cumplimento a la norma o bien se asegurar que lo hagan sus contratistas, no solo en cuanto a los Límites Máximos Permisibles, sino también en cuanto a los requerimientos para que el muestreo sea representativo.</td></tr>
<tr><td>NOM-141-SEMARNAT-2003
Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales</td><td>Sección desde 5.2.6 y Anexos Normativos 1 y 5 (II) de la NOM-141-SEMARNAT-2003 y sujetarse a los límites establecidos en el Cuadro 1</td><td>Si bien es importante señalar que, por la naturaleza del Proyecto, NO se generarán jales se dará cumplimiento a la norma de referencia en cuanto a los mecanismos para confirmar la no generación de drenaje ácido.</td></tr>
<tr><td>NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004,
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.</td><td>Secciones 5.1 a 5.6</td><td>En caso de que se llegasen a presentar sospechas de afectación al suelo o bien, se presentase un evento fortuito de liberación de contaminantes, se dará seguimiento a la norma referida para valorar la posible afectación y tomar acciones en consecuencia.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">NOM-155-SEMARNAT-2007,
que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata.</td><td>5.1.
Especificaciones generales</td><td>En la formulación del anteproyecto de ingeniería, la empresa consideró dentro del planteamiento de su proyecto, las especificaciones señaladas en el ordenamiento referido.
La información que se ha generado a la fecha, se ha concentrado en las oficinas de la empresa y se mantienen respaldos electrónicos a disposición de los diferentes contratistas.
Una vez que la MIA del proyecto haya sido dictaminada, se podrá designar al responsable de la supervisión en el sitio de proyecto.</td></tr>
<tr><td>5.2
Peligrosidad del mineral lixiviado o gastado</td><td>Con base en el análisis incluido como Anexo II.3 de la MIA-P, es posible afirmar que NO se espera que el material gastado, ni sus lixiviados resulten peligrosos; sin embargo, durante la operación y la etapa de abandono, se continuará con el monitoreo del mineral gastado, actuando en consecuencia en el presunto caso de que la afirmación cambie.</td></tr>
<tr><td>5.3
Caracterización del sitio</td><td>La información requerida ha sido compilada, destacando los siguientes datos relevantes:
<table>
<tr><th>Parámetro</th><th>Valor</th></tr>
<tr><td>Región hidrológica</td><td>09 Sonora Sur</td></tr>
<tr><td>Precipitación media mensual y anual</td><td>Mensual (mes más seco): 3.04 mm
Mensual (mes más lluvioso): 157 mm
Anual: 489.88 mm</td></tr>
<tr><td>Temperatura media mensual y anual</td><td>Mensual (mes más caliente): 26. 67 ° C
Mensual (mes más frío): 11.88 ° C
Anual: 19.40</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Norma Oficial Mexicana	Especificación de la NOM	Aplicación al proyecto	
		Niveles de evaporación	3.66 mm
		Tormenta máxima observada para una duración de 24 h	40.82 mm (agosto)
		Tormenta de diseño para un periodo de 100 años	125.81 mm/día
		Tormenta de diseño para un periodo de 200 años	137.11 mm/día
		Tormenta de diseño para un periodo de 10 años	87.64 mm/día
		Tormenta de diseño para un periodo de 50 años	114. 47mm/día
		Viento, dirección y frecuencia	Dato no Disponible, se realizará búsqueda en INEGI:
		Clasificación topográfica	Terreno plano K= 3.6 y α= de 0 - 46.3
		Tipo climático	Templado Subhúmedo C (w1)(x´).
		Tipo de suelo	Phaeozem esquelético
		Aspectos geotécnicos	Una vez que se tengan la autorización se realizaran los estudios especificados.
		Región sísmica	B=Penisísmica, Sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno <70% de gravedad
		Volumen medio anual de escurrimiento aguas arriba	23 004.92 m^3 anuales
		Calidad de agua superficial aguas arriba	No existen escurrimientos perennes
		Vulnerabilidad del acuífero	Se realizó el análisis de vulnerabilidad con el método DRASTIC, y para el Área de Proyecto y es baja (6.78 ha) y muy baja (63.1 ha), es decir que el acuífero en la zona tiene pocas posibilidades de transporte de alguna sustancia hacia el acuífero profundo, es en términos generales es poco permeable. Para el caso del acuífero Yécora se considera que no existen descargas naturales comprometidas.
		Aprovecha-mientos hidráulicos	No existen, el más cercano se localiza a más de 4 km aguas arriba del área de proyecto. En 2008 fueron censados seis aprovechamientos, de los cuales tres corresponden a norias y tres a pozos. Tres aprovechamientos se encuentran en estado inactivo (abandonados) y el resto se mantiene activo: el pozo de agua potable en la comunidad Yécora y los dos pozos ubicados en la unidad minera Mulatos. En conjunto, el volumen de extracción asciende a 0.4 hm3 anuales.
		Calidad del agua subterránea	No se afectará la calidad del agua subterránea ya que las piletas de lixiviación serán impermeabilizadas.
		Presencia de Hábitat crítico	No es Sitio Prioritario con base en información de CONABIO – No hay declaratoria de hábitat crítico según LGVS
		Especies incluidas en NOM-059-SEMARNAT-2010	De las 300 especies de flora identificadas solo 5 especies (*Cupressus lusitánica, Echinocereus stoloniferus, Tripsarum zopilotense, Lisea glaucescens y Juglans major*) se encuentran en alguna categoría

<table>
<tr><th>Norma Oficial Mexicana</th><th>Especificación de la NOM</th><th colspan="4">Aplicación al proyecto</th></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td rowspan="2"></td><td></td><td colspan="3">de riesgo (según la NOM-059-SEMARNAT-2010), ninguna de ellas se reporto en AP. De estas especies solo solamente Echinocereus stoloniferus no fue encontrada en AP.
En el caso de la fauna silvestre registrada es de 286 de las cuales, 92 especies registradas en el AP. En el AP solo se registraron 5 especies en riesgo (4 en categoría de protección especial y una amenazada).</td></tr>
<tr><td>Tipos de vegetación</td><td colspan="3"><table>
<tr><th>Obra</th><th>Vegetación</th><th>Superficie (ha)</th></tr>
<tr><td>Almacen general</td><td>Agricultura</td><td>0.89</td></tr>
<tr><td>Area madera topsoil</td><td>Agricultura</td><td>1.71</td></tr>
<tr><td>Camino de acarreo</td><td>Agricultura</td><td>0.00</td></tr>
<tr><td>Camino perimetral patio</td><td>Agricultura</td><td>0.60</td></tr>
<tr><td>Oficinas generales</td><td>Agricultura</td><td>0.39</td></tr>
<tr><td>Patio de lixiviación</td><td>Agricultura</td><td>18.02</td></tr>
<tr><td>Planta trituración</td><td>Agricultura</td><td>3.97</td></tr>
<tr><td>Almacen construcción</td><td>Bosque encino</td><td>2.30</td></tr>
<tr><td>Area madera topsoil</td><td>Bosque encino</td><td>13.56</td></tr>
<tr><td>Camino de acarreo</td><td>Bosque encino</td><td>2.76</td></tr>
<tr><td>Camino perimetral patio</td><td>Bosque encino</td><td>1.29</td></tr>
<tr><td>Campamento temporal</td><td>Bosque encino</td><td>8.38</td></tr>
<tr><td>Laboratorio</td><td>Bosque encino</td><td>0.04</td></tr>
<tr><td>Oficinas construcción</td><td>Bosque encino</td><td>1.16</td></tr>
<tr><td>Pileta contingencia</td><td>Bosque encino</td><td>2.97</td></tr>
<tr><td>Pileta solucion pobre</td><td>Bosque encino</td><td>0.46</td></tr>
<tr><td>Pileta solucion rica</td><td>Bosque encino</td><td>0.43</td></tr>
<tr><td>Planta ADR</td><td>Bosque encino</td><td>0.22</td></tr>
<tr><td>Planta de poder</td><td>Bosque encino</td><td>0.14</td></tr>
<tr><td>Patio de lixiviación</td><td>Bosque encino</td><td>7.15</td></tr>
<tr><td>Tajo</td><td>Bosque encino</td><td>3.42</td></tr>
<tr><td>Tepetatera</td><td>Bosque encino</td><td>68.99</td></tr>
<tr><td>Torre repetidora</td><td>Bosque encino</td><td>0.04</td></tr>
<tr><td>WTP y pileta</td><td>Bosque encino</td><td>3.56</td></tr>
<tr><td>Tanque de agua</td><td>Bosque pino-encino</td><td>0.05</td></tr>
<tr><td>Almacen general</td><td>Bosque pino-encino</td><td>0.81</td></tr>
<tr><td>Camino de acarreo</td><td>Bosque pino-encino</td><td>12.90</td></tr>
<tr><td>Camino perimetral patio</td><td>Bosque pino-encino</td><td>0.07</td></tr>
<tr><td>Caseta de acceso</td><td>Bosque pino-encino</td><td>0.05</td></tr>
<tr><td>Oficinas generales</td><td>Bosque pino-encino</td><td>0.11</td></tr>
<tr><td>Patio de lixiviación</td><td>Bosque pino-encino</td><td>5.65</td></tr>
<tr><td>Planta trituración</td><td>Bosque pino-encino</td><td>1.18</td></tr>
<tr><td>Tajo</td><td>Bosque pino-encino</td><td>48.51</td></tr>
<tr><td>Taller de minado</td><td>Bosque pino-encino</td><td>1.49</td></tr>
<tr><td>Tepetatera</td><td>Bosque pino-encino</td><td>42.72</td></tr>
<tr><td>Torre de comunicaciones</td><td>Bosque pino-encino</td><td>0.04</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>256.03</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>5.4
Determinación de la magnitud de riesgos físicos y criterios de proyecto del patio</td><td>Aspecto a describir</td><td colspan="3">Aseveración</td></tr>
<tr><td></td><td>Riesgos a centros de población</td><td colspan="3">Las comunidades más cercanas al proyecto son Matarachi a 10.8 km y Mulatos a 9.7 km. Por lo que se considera que el desarrollo del proyecto no representa un riesgo para dichas poblaciones.</td></tr>
</table>

Norma Oficial Mexicana	Especificación de la NOM	Aplicación al proyecto	
		Riesgos a cuerpos de agua	Respecto al AP, intersecta dos corrientes de agua considerados por INEGI como permanentes así como algunas intermitentes *“Sin Nombre”* para todas estas el promovente ha tomado las medidas y se han diseñado las obras civiles necesarias para el desvío e reincorporación de las mismas.
		Riesgos a ecosistemas frágiles	No existen ecosistemas frágiles en las inmediaciones del proyecto.
		Riesgos a suelos agropecuarios	No se presentan suelos con uso agropecuario en el área de proyecto.
		Medidas de prevención	Las medidas de prevención están consideradas para los parámetros ambientales: suelo, agua, atmosfera, y diversidad biológica, estas medidas se presentan en el Capítulo VI y VII dentro del PVA.
		Capacidad de carga del terreno de cimentación	Para el cumplimiento de estas especificaciones, MONSA implementará un programa de geotecnia que permitirá establecer la ingeniería y bases de diseño, las cuales serán debidamente contempladas y atendidas. Para evitar las roturas, el contratista seleccionado contará con un sistema de calidad que incluya la inspección durante la instalación que permita garantizar el correcto montaje del recubrimiento.
		Estabilidad de taludes de las pilas	
		Rotura de recubrimiento	
		Erosión en la superficie de las pilas por efecto de las lluvias	
		Derrames de lixiviados por efecto de tormentas	
		Obras de ingeniería para prevenir o controlar la contaminación	El proyecto cuenta con Sistema de drenaje diseñado para la contención de cualquier excedencia, estimada con base en las avenidas máximas estimadas.
	5.5 Criterios de preparación del sitio	Criterios de preparación del sitio	El proyecto considera la implementación de un sistema de calidad que garantice el apego a los criterios de diseño, de tal forma que se asegure su cumplimiento durante la implementación del proyecto.
	5.6 Criterios de obra	Criterios de obra	
	5.7 Criterios de construcción-operación	Criterios de construcción-operación	
	5.8 Eliminación de toxicidad	Eliminación de toxicidad	
	5.9. Criterios para el cierre del patio	Criterios para el cierre del patio	
	5.10 Monitoreo	Monitoreo	
NOM-157-SEMARNAT-2009, que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros.	Sección 5 Especificaciones Especificaciones 5.1 Clasificación de los residuos mineros 5.2 Propósito de los planes de manejo	Conforme al ordenamiento de referencia, la promovente cumplirá desarrollando, presentando para autorización e implementando el Plan de Manejo que se desarrolle una vez que el proyecto entre en su fase de operación.	

Norma Oficial Mexicana	Especificación de la NOM	Aplicación al proyecto
	5.3 Elementos y procedimientos a considerar al formular planes de manejo de los residuos mineros 5.4 Caracterización de los residuos 5.5. Criterios generales para la valorización de residuos 5.6 Criterios para el almacenamiento y disposición final de residuos	Es importante señalar que, dado el tipo de proyecto, NO se desarrollaran presas de jales, pero si tepetateras con posibilidad de generación de denaje ácido. MONSA, ya ha realizado muestreo del material estéril (ver Capítulo II) estos análisis de laboratorio corroboran que los componentes del material estéril pueden generar drenaje ácido).

III.7.Programas de Ordenamiento Territorial

III.7.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

Conforme a la información contenida en el POEGT, publicado en el Diario Oficial de la Federación el pasado 7 de septiembre de 2012, el Proyecto se encuentra ubicado en la Región Ecológica 12.17, dentro de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 10 “Sierras y Cañadas del Norte” (ver Figura III-1, Mapa III-1 y Tabla III.1). Convenientemente, se destaca que conforme con lo señalado en el POEGT, la región considera como Política Ambiental el Aprovechamiento Sustentable y Protección, y la actividad minera considerada como asociada a su desarrollo estableciendo, el estado del medio ambiente al 2008 presenta un conflicto sectorial nulo, con alta importancia de la actividad minera. El escenario al 2033 medianamente estable a inestable.

Resulta importante destacar también que la región cuenta con disponibilidad de agua tanto superficial como subterránea.

Tabla III-6 Descripción de la Unidad Ambiental Biofísica 10, de conformidad al POEGT

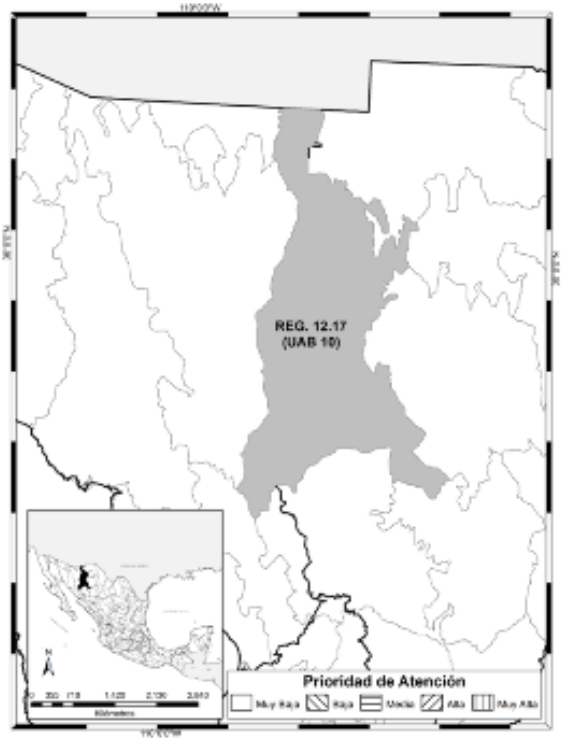


Figura III-1: UAB 10 “Sierras y cañadas del norte”

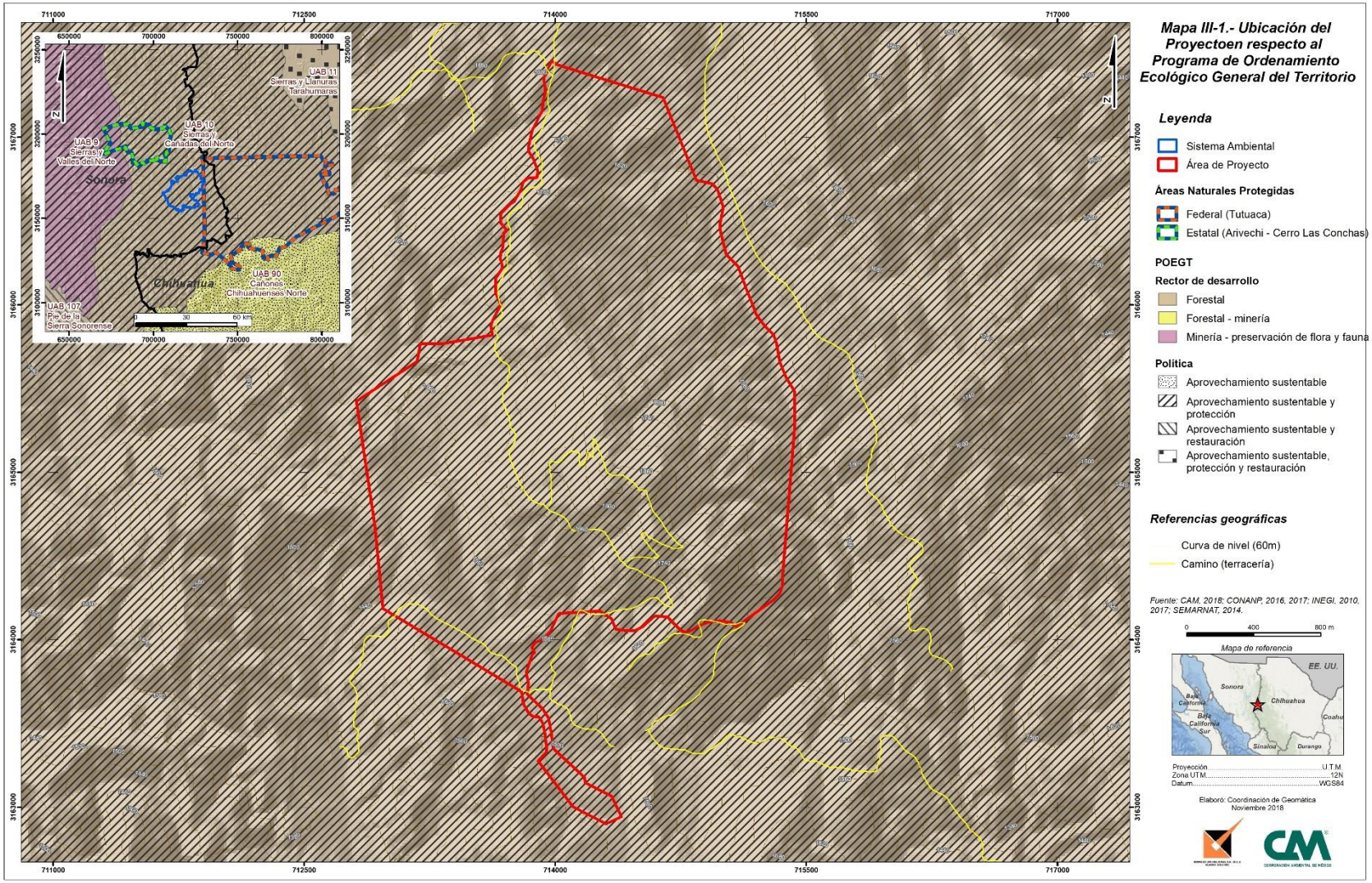
CARACTERÍSTICAS UAB 10	
Clave Región	12.17
Rectores del Desarrollo	Forestal
Coadyuvantes del Desarrollo	Preservación de Flora y Fauna
Asociados del Desarrollo	**Minería** y Poblacional
Otros Sectores de Interés	Ganadería e Industria
Política Ambiental	Aprovechamiento sustentable y protección
Nivel de Prioridad de Atención	Muy baja
Estrategias	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 bis, 16, 17, 33, 34, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

El POEGT reporta 29 793 habitantes en la UAB 10, con presencia de población indígena tarahumara, misma que no se localiza dentro del Sistema Ambiental del proyecto.

De acuerdo con la ficha técnica de la UAB, incluida en el POEGT, las estrategias sectoriales que corresponden a esta unidad, pueden verse en la siguiente Tabla III-7, advirtiendo que el proyecto resulta compatible con la preservación, aprovechamiento sustentable, protección de recursos naturales, restauración, actividades económicas productivas y de desarrollo social.

Tabla III-7 Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 10

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		**Vinculación con el Proyecto**
A) Preservación	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Al momento de llevar a cabo actividades de desmonte de zonas forestales, será debidamente presentado el Estudio Técnico Justificativo en el que se especificarán las medidas de preservación y restauración a implementar, con el objeto de minimizar las posibles afectaciones a las mismas. No obstante, en el capítulo VI se pueden observar las medidas de prevención y mitigación de daños ambientales del proyecto que nos ocupa.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.	Si bien el proyecto no consiste del aprovechamiento de ecosistemas o genes, para el aprovechamiento de manera general, se sostiene que NO se realizarán actividades que afecten significativamente los servicios ambientales que ofrece el capital natural en la región; ya que se considera evitar invadir zonas con potencial de conservación, se respeta el valor ecológico de las mismas y se potencializa su preservación.
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 12. Protección de los ecosistemas.	Se estima que se requerirán 3 500 m^3 mensuales de agua cruda al día durante la etapa de operación, que será obtenida de un uno de los pozos autorizados del proyecto Mulatos. Y será transportada en pipas hasta el sitio del proyecto. Asimismo, como medida de prevención, se implementará la política de minimización del uso de agua. No se realizarán actividades que afecten la integridad de los ecosistemas.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Con la aplicación de las medidas de compensación propuestas en “Plan de cierre”, se pretende desarrollar una estrategia que permita restituir las áreas afectadas por el proyecto y mejorar aquellas áreas que estén al alcance del promovente. De esta manera el proyecto contribuirá con la restauración de los ecosistemas forestales.



Mapa III-1 Ubicación del proyecto La Yaqui Grande respecto al POEGT

III.7.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora (POET)

Según el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora (2011), el proyecto se encuentra dentro de la UGA 100-0/03 Sierra Baja (véase Mapa III-2), en la Tabla III-8 se muestran las características de ésta.

Tabla III-8 Características de la UGA 100-0/03

UGA: 100-0/03 Sierra Baja	
Superficie	2 117 009 hectáreas. es la tercera más extensa de le entidad
Características	Conforma una especie de matriz de la Provincia II Llanuras Sonorenses, especialmente en la subprovincia 8 sierras y llanuras Sonorenses, y en menor medida en la subprovincia 12 Pie de la Sierra de la Provincia III Sierra Madre Occidental
Terrenos y clima	Tienen pendiente abrupta, generalmente con suelos delgados o roca aflorante, en altitud menor de 600 msnm y los climas son extremosos.
Elementos biológicos predominantes	Ecosistemas desérticos. Las sierras bajas de la subprovincia 12 pie de la sierra también están asociadas con bosques secos; de hecho, parte del Área de protección de flora y fauna sierre de álamos y Río Cuchujaqui pertenece a esta UGA.
Actividades económicas	**Minería, sobre todo de elementos metálicos** (oro y cobre principalmente, especialmente en las formaciones montañosas de la Megacisalla Sonora Mohave) y en las cercanías a Hermosillo para no metálicos (cemento, calhidra y otros). Entre otras actividades se tiene el turismo especializado Las especies cinegéticas más importantes son cimarrones en las sierras del noroeste del estado, mamíferos menores (jabalí y liebre) y aves residentes y la actividad forestal no maderable.
Conflictos	Relacionados con la minería, probablemente la actividad productiva más rentable en esta UGA. La ganadería extensiva, aunque no es recomendable, existe en el área y también es fuente de conflicto con la conservación de ecosistemas de bosques secos y desérticos.

Para el desarrollo del proyecto La Yaqui Grande, el promovente ha considerado lo antes mencionado con la finalidad de conservar y aprovechar sustentablemente los recursos naturales, previniendo y minimizando los posibles impactos ambientales de las obras y actividades. La vinculación del proyecto con los criterios establecidos en el POET se menciona a continuación, en la Tabla III-9.

Tabla III-9: Vinculación del proyecto La Yaqui Grande con el POET

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora		
Artículo	**Disposición**	**Vinculación**
Artículo 2	El Programa será aplicable en todas las Unidades de Gestión Ambiental en las que se dividió el estado de sonora en el proceso de ordenamiento ecológico territorial, mismas que se describen en el propio Programa.	El promovente presenta la vinculación a los artículos y criterios aplicables al proyecto, a fin de dar cabal cumplimiento con lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora, el cual se publicó en el Boletín Oficial del Gobierno del estado de Sonora el 21 de mayo de 2015 y que está disponible en: http://www.boletinoficial.sonora.gob.mx/boletin/images/boletinesPdf/2015/mayo/2015CXCV41III.pdf)
Artículo 3	El Programa será de observancia obligatoria para las dependencias y entidades de la Administración Pública Estatal cuando en el	El promovente presenta este documento (MIA-P) a fin de obtener la dictaminación correspondiente para el presente proyecto en materia de Impacto

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora		
Artículo	**Disposición**	**Vinculación**
	ejercicio de sus atribuciones programen o ejecuten obras, servicios o acciones en el territorio del estado de sonora. La comisión de ecología y desarrollo sustentable del estado de sonora dará la atención, orientación y opinión en materia de ordenamiento ecológico respecto de las actividades, obras y servicios de carácter público, social y privado que se pretenda realizar o ejecutar en el territorio de estado, asegurándose de que las mismas se apeguen a las disposiciones, lineamientos y criterios que señala el Programa.	Ambiental por las actividades de explotación, beneficio y por el cambio del uso del suelo. Es importante resaltar que la **actividad minera está incluida en el Ordenamiento estatal** y que dentro la UGA en la que se encuentra inmerso el proyecto **se considera la actividad económica más productiva**. De acuerdo al POET, las obras y actividades del Proyecto La Yaqui Grande, las cuales consisten en el aprovechamiento de los recursos minerales del sitio, al mismo tiempo se realizarán actividades de prevención, mitigación y restauración, NO se contrapone con los usos, estrategias y criterios ecológicos señalados en este Instrumento. Sin mebrago para manetener los recursos será necesaria la implementación en tiempo y forma de las medidas propuestas en este documento.
Número y nombre de la UGA	**UGA 100-0/03 Sierra Baja**	
Política ambiental	Aprovechamiento sustentable de la cacería de especies de desierto, conservación de ecosistemas dulceacuícolas y desérticos; forestal no maderable, minería y turismo de aventura.	
uso	Cinegético, Conservación, Forestal, **Minería** y Turismo	
¿Es compatible con los usos?	El Proyecto **Si** es compatible con los usos de la UGA	
Criterios de Regulación Ecológica (CRE)		
No. Criterio	**Criterio**	**Vinculación**
CRE-06	Pérdida de la estructura y funciones de los ecosistemas por cambios de uso del suelo.	A fin de minimizar las posibles afectaciones en la estructura y función del ecosistema, el promovente presentará el Estudio Técnico Justificativo para la autorización para el cambio del uso del suelo. En dicho documento de presentarán medidas para la preservación, mitigación y restauración a implementar en las áreas sujetas a cambio de uso del suelo (~256.03 ha).
CRE-07	Regulación de la contaminación por residuos líquidos y sólidos.	El promovente implementa actualmente un programa de manejo de residuos, que contiene las instrucciones de trabajo para el manejo, separación, la recolección, transporte y disposición de residuos peligrosos, a través del cual se minimizan las condiciones por contaminación.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora		
Artículo	**Disposición**	**Vinculación**
CRE-08	Regulación sobre la remoción, cacería o aprovechamiento de especies protegidas sin el permiso correspondiente.	Si bien el proyecto no consiste en el aprovechamiento de ningún tipo de especies de flora o fauna protegidas. Algunas de las medidas presentadas en el Programa de Vigilancia Ambiental, tales como el control de acceso a la propiedad, la colocación de señales que prohíban la caza o aprovechamiento de especies en riesgo, límites de velocidad y a través de un programa de educación ambiental para empleados y vecinos sobre la importancia de la conservación. Estas acciones ayudarán a la protección de las especies registradas en el área de estudio del proyecto.
CRE-24	Se prohíben los desmontes generalizados y el aprovechamiento forestal que afecte la integridad y funcionalidad del ecosistema para evitar/minimizar daños permanentes a los ecosistemas en los que se desarrollen las actividades de manejo forestal maderable.	El promovente someterá a evaluación el Estudio Técnico Justificativo para las superficies que requieren las obras del proyecto La Yaqui Grande. No se realizarán desmontes sin contar con la autorización de la Secretaría. Una vez autorizado, solo se procederá a desmontar las áreas autorizadas. Por otra parte, las medidas de prevención y mitigación a implementarse garantizan la restauración del área en la que se desarrollará el proyecto, que contempla de manera enunciativa, más no limitativa, entre otras, las siguientes medidas: Obras de control de erosión, como las zanjas de infiltración, estabilización de canal con herbáceas, barreras vivas, revegetación, terrazas y acolchonado, barreras de material vegetal, esto con el fin de reducir la escorrentía superficial. No se descargarán desechos de ningún tipo en cuerpos de agua o a suelos naturales. Se construirán obras como cunetas, bermas o bordos para evitar erosión y migración excesiva de material fino a los arroyos. Producción de planta in situ. Rescate y reubicación de suelo fértil, rescate y reubicación de especies de flora y fauna, mantenimiento a la maquinaria o equipo utilizado en el proyecto. Todas estas obras están incluidas en el PVA.
CRE-25	Se elaborarán programas específicos de protección y recuperación de especies prioritarias y poblaciones de flora y fauna en peligro de extinción.	A fin de abonar al tema de conservación, el promovente ha implementado y se compromete a continuar con la aplicación de su Procedimiento operacional Rescate y preservación de flora (Ver documento IT-MPA-51) y Procedimiento operacional para el ahuyentamiento y rescate de Fauna (ver documento IT-MAP-46), los cuales están incluidos en el PVA que será aplicado al presente proyecto.
CRE-28	Se deberán restaurar las áreas degradadas por efectos de las actividades de aprovechamiento forestal. Las especies a utilizarse deben ser nativas con el fin de no generar más presión ni competir con las especies de flora nativas.	Con las aplicaciones de las medidas prevención, mitigación y restauración, propuestas tanto en MIA, ETJ, así como en su Plan de Cierre, se pretende restituir y mejorar las áreas afectadas del proyecto.

III.7.3. Programa Regional de Ordenamiento Territorial del Municipio de Sahuaripa (PROT)

El Programa Regional de Ordenamiento Territorial[3] (PROT) de la Unidad Territorial Básica (UTB) subregión Sahuaripa, en subregión Centro Sierra comprende Sahuaripa, Yécora, Soyopa, Arivechi, Bacanora y Ónavas (ver Figura III-2 y Tabla III-10). La UTB forma parte de la denominada región Centro Sierra de Sonora, zona eminentemente ganadera y de explotación minera.



Fuente: Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Sonora 2010.

Figura III-2 División del Estado de Sonora en 4 Macro regiones.

Tabla III-10: Región Centro Sierra del PROT

Región	Unidad Territorial Básica (UTB)	Unidad de Paisaje	Unidad Territorial Prioritaria (UTP)
Centro Sierra	Subregión Sahuaripa	II Zona montañosa	Zona sierra alta

El objetivo del PROT en materia de medio ambiente y recursos naturales es proteger la biodiversidad y el valor ecológico y paisajístico de las reservas naturales y otras áreas identificadas como de importancia para el equilibrio ecológico; conservar y mejorar la calidad ambiental de las localidades rurales y urbanas; hacer un uso racional, eficiente y sustentable de los recursos naturales, que permita el adecuado desarrollo de las actividades humanas y

[3] file:///C:/Users/MYMR/Downloads/Documento%20COMPLETO%20(1).pdf

productivas de la UTB, sin comprometer su integridad, en disponibilidad y calidad, para el sustento de las futuras generaciones; implementar las medidas necesarias para revertir los impactos ambientales negativos y eliminar o mitigar los riesgos ambientales presente

El **Programa contempla a la minería como la actividad productiva más importante de la región y tiene en cuenta que es la que causa un mayor impacto ambiental, sin embargo, considera que la minería podría contrarrestar el desempleo de toda la región**. El escenario estratégico propuesto dentro del PROT es generar un plan integral de desarrollo que magnifique el potencial con que cuenta esta región de la UTB, que incluya a todas las cabeceras municipales los centros urbanos y centros rurales, al potencial ganadero, minero, turístico, uso del agua, de la tierra y de la flora y fauna; incorporando nuevas tecnologías para generar proyectos de empresa-gobierno rentables, económicamente sustentados en un gran desarrollo y beneficio social y económico.

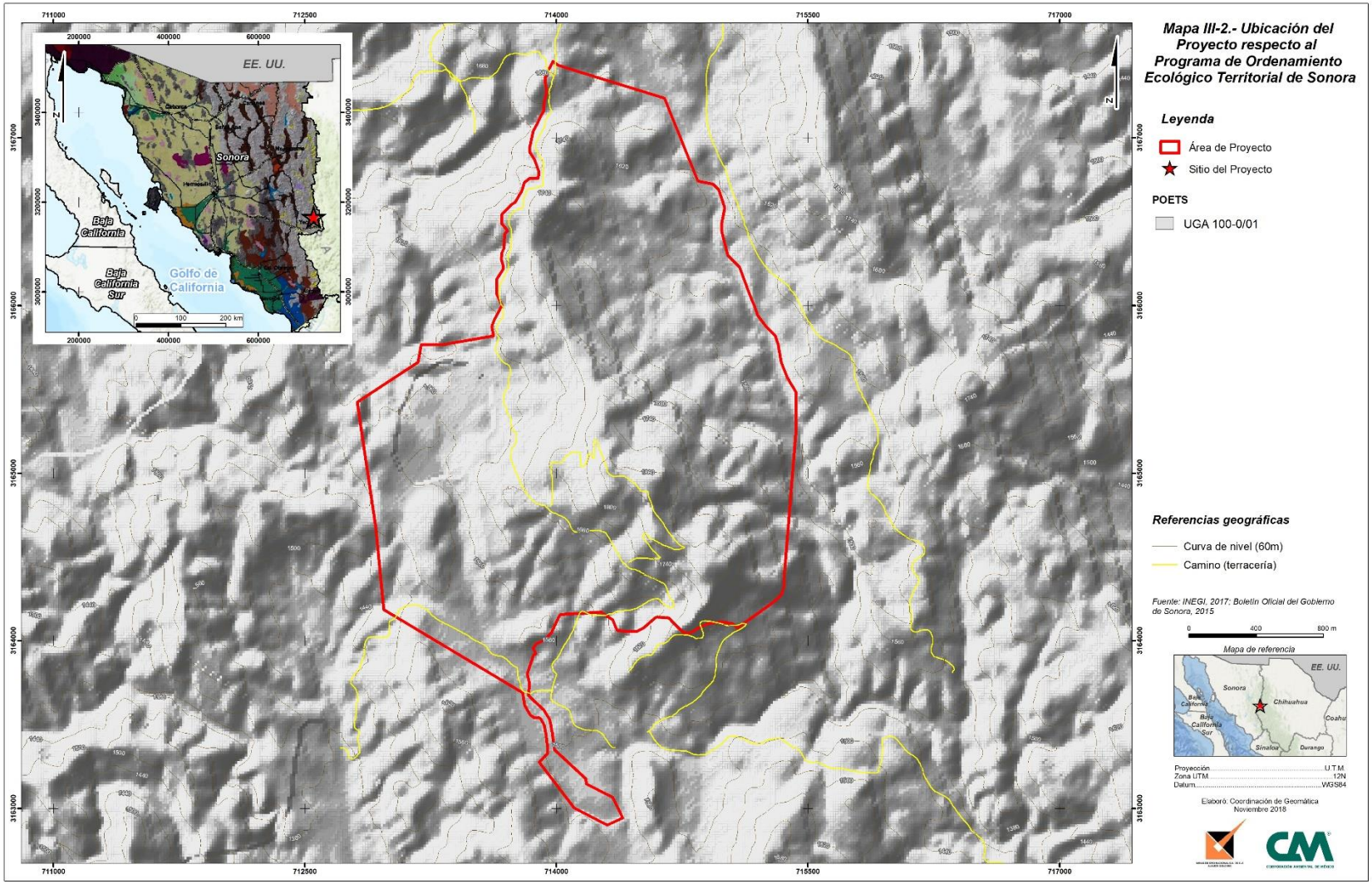
La UTP zona de la sierra alta de la UTB Sahuaripa está localizada al este de los municipios de Sahuaripa, Arivechi y Yécora, es una extensión territorial muy amplia y con una topografía muy accidentada presentando todos los ecosistemas de flora y fauna de la región de la UTB, su vocación es ganadera, con potencial turístico, siembra intensiva del maguey para la elaboración de bacanora etc. Esta región por excelencia es minera.

La región de Sahuaripa y Arivechi, fue determinada como prioritaria en función a la existencia de ecotonos entre elementos florísticos del desierto sonorense, el matorral espinoso y el bosque de encino, selva baja caducifolia y ambientes, desérticos como matorral sarco-crasicaule y mezquital. Es decir, posee un alto valor paisajístico y forestal.

Respecto a la minería destacan en la región las zonas mineralizadas de oro, plata, cobre, tungsteno, grafito, fierro y plomo; las minas que están en explotación son: en el Municipio de Sahuaripa (Mulatos-El Víctor y la India de oro y plata; en el Municipio de Arivechi, La India y La Cienega de oro y plata; en el Municipio de Soyopa, Los Mautos contiene grafito y Luz del Cobre oro). Las minas que están en exploración son: En el municipio de Sahuaripa (Los Pinos, Argentina, Puebla, La Nueva Escondida, Alazana, el Jabalí y Ariel), en el municipio de Yécora (Santa Rosa y la Cruz) en el municipio de Soyopa (El Oro y San Antonio) en el municipio de Ónavas (Golfo de Oro, Guisamopa, El Compa y la Dura/real Viejo)

Tabla III-11: Politicas de kla UTB Sahuaripa

		Debilidades	Fortalezas
UTP VII. Sierra alta de la UTB Sahuaripa Es la zona de la alta sierra oriente de los municipios de Sahuaripa Arivechi y Yécora donde se desarrolla la actividad ganadera y minera de toda la región, con un extraordinario paisajismo y de flora y fauna enmarcada por los ríos Mulatos, Aros arroyos y cuerpos de agua		• Poca planeación, conceso y promoción • Baja movilidad y sin proyección al futuro de la población • Percepción de inseguridad en la zona • Zona de alto valor sin proyección al futuro	• Oferta de calidad de vida • Zona de gran potencial ganadero, forestal y de explotación minera • Disponibilidad de agua • Zona futura con destino turístico
Oportunidades	• Desarrollo de la actividad ganadera, de la explotación minera, del desarrollo cinegético y del ecoturismo	**POLÍTICAS** • Mejorar la accesibilidad de la población rural a servicios y equipamientos. • Intercomunicación total de la zona • Mejorar la percepción de seguridad	**POLÍTICAS** • Consolidar un corredor de producción forestal, ganadera y minera
Amenazas	• Sequías, incendios forestales y heladas recurrentes. • narcotráfico	**POLÍTICAS** • Reducir la contaminación de los ríos arroyos y cuerpos de agua • Reducir la contaminación por explotación minera	**POLÍTICAS** • Descontaminación ambiental, regulación de la actividad minera y de incendios forestales



Mapa III-2: Ubicación del proyecto La Yaqui Grande respecto al POET

III.8.Planes de Desarrollo

III.8.1. Plan Nacional de Desarrollo

El objetivo general del Plan Nacional de Desarrollo es llevar a México a su máximo potencial, a tráves de cinco metas nacionales:

1. México en paz
2. México incluyente
3. México con educación de calidad
4. México próspero
5. México con responsabilidad global

La meta numero cuatro, busca que se promueva el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades. Lo anterior considerando que una infraestructura adecuada y el acceso a insumos estratégicos fomentan la competencia y permiten mayores flujos de capital y conocimiento hacia individuos y empresas con el mayor potencial para aprovecharlo.
Asimismo, esta meta busca proveer condiciones favorables para el desarrollo económico, a través de una regulación que permita una sana competencia entre las empresas y el diseño de una política moderna de fomento económico enfocada a generar innovación y crecimiento en sectores estratégicos.
En la siguiente Tabla III-12 se presentan las estrategias y líneas de acción que se vinculan con el proyecto.

Tabla III-12: Vinculación de las estrategias y líneas de acción del PND y el Proyecto

Meta 4: Mexico Próspero		
Objetivo	**Estrategia**	**Correspondencia con el proyecto**
4.8 Desarrollar los sectores estratégicos del país	4.8.2 Promover mayores niveles de inversión y competitividad en el sector minero.	Con la autorización y ejecución del proyecto se promueve la inversión extranjera para este sector.

Como se expone el proyecto de explotación y beneficio de minerales Ixtaca se vincula de manera económica y ecológica con el Plan de Nacional de Desarrollo, a fin de promover la inversión extranjera y coadyuvar al incremento económico a nivel puntual, local, regional y estatal.

III.8.2. Plan Estatal de Desarrollo

Según en el Plan Estatal de Desarrollo de Sonora (2016-2021), este proyecto se vincula con el *Eje Estratégico 3. Economía con Futuro: Gobierno impulsor de las potencialidades regionales y los sectores emergentes*, respecto a los siguientes retos:

- Reto 1. Fortalecer la economía cuyo crecimiento y desarrollo económico sea sostenible y sustentable, competitiva a partir de la apropiación del conocimiento y la innovación; donde se incentive la conformación de clústers tanto en las zonas agropecuarias como en las más industrializadas.

Estrategia 1.7 Impulsar el desarrollo industrial y comercial de los productos regionales representativos del Estado.
Línea de acción 1.7.1 Fortalecer el desarrollo industrial y comercial de productos regionales que permitan el crecimiento del desarrollo económico del Río Sonora y la zona serrana.

- Reto 4. Consolidar el liderazgo del Sector Minero del Estado de Sonora
  Estrategia 4.1 Promover a Sonora como destino de Inversión Minera Sustentable y de Calidad.
  Línea de acción 4.1.2 Promover la diversificación en la explotación y aprovechamiento de minerales, con énfasis en los de interés industrial.
  Línea de acción 4.1.5 Fortalecer de las actividades del clúster minero e incentivar el desarrollo de proveeduría.

III.8.3. Plan Municipal

De acuerdo con el Programa de Desarrollo Municipal de Sahuaripa **2015-2018**, las actividades del actual proyecto se vincula con la Directriz 2 Empleo y Economía, que tiene como objetivo convertir al municipio en un destino para el establecimiento de inversiones productivas y la generación de empleos a través de consolidar y difundir las ventajas que ofrece el municipio para atraer inversiones productivas, así como impulsar la capacitación de la ciudadanía para su mejor inserción en el mercado laboral.

III.9.Programas sectoriales

III.3.1. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018

Dentro del programa se consideran diversas estrategias y líneas de acción, a fin de alcanzar seis objetivos principales. Es importante señalar que las condiciones en que se desarrollará el proyecto de explotación minera que hoy nos ocupa, son totalmente concordantes con dichos objetivos.

El Programa en cuestión considera como un área de oportunidad para el escalamiento productivo de las empresas del país, la generación de empleos verdes relacionados con la actividad minera, entre otros sectores económicos, comprendiendo aquellos destinados a encaminar los proyectos hacia el aprovechamiento sustentable de los recursos minerales y atendiendo la normatividad aplicable en cuanto a la protección ambiental y mitigación de impactos negativos en los ecosistemas. Durante el desarrollo del proyecto de explotación minera que se presenta en este documento, se generarán empleos socialmente incluyentes que además impulsarán la economía local, en una zona prioritaria en razón de las condiciones de seguridad que hoy la aquejan.

Si bien es cierto que el Programa refleja la preocupación del Estado mexicano en relación a los principales factores que amenazan el capital forestal del país: la pérdida y degradación de zonas forestales, también lo es que para el desarrollo de actividades económicas que precisen dichos impactos ambientales, deberán implementarse las medidas necesarias y suficientes que

prevengan, mitiguen y/o compensen los mismos, incluyendo el fomento, gestión e implementación de actividades de aprovechamiento sustentable de recursos naturales en ANP. En virtud de lo antes señalado, resulta pertinente enfatizar que el proyecto en cuestión implementará dichas medidas en estricto apego a los lineamientos del Programa y a la normatividad en la materia, tal y como se expone en el Capítulo VI de este documento.

III.3.2. Programa de Desarrollo Minero 2013-2018

Los objetivos de este Programa, siempre en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo, se relacionan con la gestión económica de la actividad minera, es decir, con la promoción y procuración de las inversiones y financiamientos destinados a este sector industrial. De igual forma, se pretende fomentar el crecimiento de las empresas mineras del país y promover su competitividad; para ello, han de implementarse, entre otras, las siguientes estrategias:

- Promover a México como destino de inversión minera.
- Detonar proyectos mineros de gran impacto
- Ofrecer financiamiento a proyectos para la explotación de los recursos minerales cuantificados.

De lo anterior se advierte que el proyecto minero que se pretende, resulta congruente con los objetivos y estrategias del Programa, como se desprende del contenido de esta manifestación de impacto ambiental, la inversión económica para el proyecto sin lugar a dudas permearía en la generación de empleos y promoción del sector, tanto al interior del país como en el extranjero.

III.3.3. Oficio No. DS -SG-UGA-077-2013 SEMARNAT

Este oficio de fecha 04 de septiembre de 2013, expedido por la SEMARNAT, delegación federal en Sonora y dirigido a la Asociacion de Ingenieros de Minas Metalurgicas y Geologos de México, A.C. Distrito Sonora.

Tiene como fin ser congruetes en la aplicación de las políticas y programas que lleva a cabo esta Secretaría, se comenta que, basado en el Acuerdo Secretarial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1990, “*una sustancia en estado sólido es aquella que se encuentra en partículas menor a 10 micras (polvo fino)”*.

*De lo anterior, como es de su conocimiento el manejo del **cianuro de sodio** en la industria minera difiere de la consideración de ser polvo menor a 10 micras, ya que su presentación comercial es en forma de briquetas o pellets, **por lo que su manejo no es considerada una actividad altamente riesgosa…”***

Por lo anterior, esta Delegación Federal exhorta a esa Asociacion a promover entre sus agremiados el manejo de cianuro de sodio en briquetas o pellets, como una medida preventiva de potenciales afectaciones ambientales derivado de incidentes con dicho material (véase Anexo III.3).

Página intencionalmente dejada en blanco.

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

Contenido

IV.1. Delimitación del área de estudio 1
IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental 5
IV.2.1. Aspectos abióticos 5
IV.2.1.1. Clima 5
IV.2.1.2. Geología 10
IV.2.1.3. Geomorfología 13
IV.2.1.4. Suelos 13
IV.2.1.5. Erosión 17
IV.2.1.6. Hidrogeología 29
IV.2.1.7. Hidrología superficial 30
IV.2.1.8. Hidrología subterránea 31
IV.2.2. Aspectos bióticos 35
IV.2.2.1. Vegetación 35
IV.2.2.1.1. Provincia florística 35
IV.2.2.1.2. Descripción de las formaciones vegetales existentes 35
IV.2.2.1.3. Metodología 41
IV.2.2.1.4. Validación del muestreo (Curvas de acumulación). 53
IV.2.2.1.5. Análisis de vegetación por estratos 55
IV.2.2.1.6. Resultados 59
IV.2.2.1.7. Análisis de especies en categoría de riesgo 81
IV.2.2.1.8. Conclusión 85
IV.2.2.2. Fauna 86
IV.2.2.2.1. Descripción de los grupos faunísticos potenciales y antecedentes del sitio 87
IV.2.2.2.2. Descripción de los grupos faunísticos existentes 87
IV.2.2.2.3. Metodología 88

IV.2.2.2.4. Ictiofauna 89
IV.2.2.2.5. Herpetofauna 89
IV.2.2.2.6. Mastofauna 90
IV.2.2.2.7. Ornitofauna 93
IV.1.1.1.1. Validación del muestreo (Curvas de acumulación) 99
IV.1.1.1.2. Análisis de comunidades faunísticas 102
IV.1.1.1.3. Análisis de régimen de riesgo y estatus ecológico 110
IV.1.2. Paisaje 114
IV.1.2.1. Visibilidad del proyecto 115
IV.1.2.2. Calidad visual paisajística 116
IV.1.2.3. Fragilidad visual paisajística 118
IV.1.3. Medio socioeconómico 126
IV.1.4. Diagnóstico ambiental 134

Tablas

Tabla IV-1: Datos de temperatura y precipitación registradas en la estación de Maycoba 5
Tabla IV-2: Temperatura y precipitación registradas en la estación de Mulatos 7
Tabla IV-3: Tipos de suelos en el SA y AP 13
Tabla IV-4: Temperatura media mensual (°C) de las estaciones cercanas al SA 19
Tabla IV-5: Valor promedio del factor R 19
Tabla IV-6: Valor de K estimado en función del suelo y textura en el SA 20
Tabla IV-7: Valor del factor LS 20
Tabla IV-8: Valor de C estimado en función de la vegetación y cultivos 21
Tabla IV-9: Categorías/grado de erosión 22
Tabla IV-10: Erosión hídrica en el SA y AP 22
Tabla IV-11: Valor CATEX estimado en función del suelo y textura 23
Tabla IV-12: Valor de CAUSO estimado en función de la vegetación y cultivos 23
Tabla IV-13: Valor del factor IAVIE 24
Tabla IV-14: Erosión eólica en el SA y AP 25
Tabla IV-15: Datos balance hídrico del acuífero Yécora 30
Tabla IV-16: Tipos de vegetación y usos de suelo presentes de acuerdo a INEGI 35
Tabla IV-17: Especies de flora registradas en SA y AP 47
Tabla IV-18: Características estructurales por especie en el estrato arbóreo de BQ en el SA 60
Tabla IV-19: Características estructurales por especie en el estrato arbustivo de BQ en el SA. 61

Tabla IV-20: Características estructurales por especie en el estrato herbáceo de BQ en el SA 63
Tabla IV-21: Características estructurales por especie en el estrato arbóreo en BQP en el SA. 67
Tabla IV-22: Características estructurales por especie en el estrato arbustivo de BQP en el SA 68
Tabla IV-23:Características estructurales por especie en el estrato herbáceo de BQP en el SA70
Tabla IV-24:Características estructurales por especie en el estrato arbóreo de BPQ en el SA.. 72
Tabla IV-25: Características estructurales por especie en el estrato arbustivo de BPQ en el SA 73
Tabla IV-26: Características estructurales por especie en el estrato herbáceo de BPQ en el SA 74
Tabla IV-27: Características estructurales por especie en el estrato arbóreo de SBC en el SA. 76
Tabla IV-28: Características estructurales por especie en el estrato arbustivo de SBC en el SA 76
Tabla IV-29: Características estructurales por especie en el estrato herbáceo de SBC en el SA 77
Tabla IV-30: Características estructurales por especie en el estrato arbóreo de PI en el SA..... 78
Tabla IV-31: Características estructurales por especie en el estrato arbustivo de PI en el SA... 78
Tabla IV-32: Características estructurales por especie en el estrato herbáceo de PI en el SA .. 79
Tabla IV-33: Características estructurales por especie en el estrato arbóreo de AT en el SA ... 80
Tabla IV-34: Características estructurales por especie en el estrato arbustivo de AT en el SA . 80
Tabla IV-35: Características estructurales por especie en el estrato herbáceo de AT en el SA . 81
Tabla IV-37:Especies del SA en algún régimen de protección nacional e internacional..... 82
Tabla IV-38: Especies consideradas como maleza en listados de CONABIO. 84
Tabla IV-39: Parámetros estructurales de la ictiofauna en el SA. 102
Tabla IV-40: Parámetros estructurales de la herpetofauna en el SA..... 103
Tabla IV-41: Parámetros estructurales de la Mastofauna en el SA..... 104
Tabla IV-42: Parámetros estructurales de la ornitofauna en el SA..... 106
Tabla IV-43: Especies endémicas en el SA y AP..... 110
Tabla IV-44: Especies en la NOM059-SEMARNAT-2010..... 111
Tabla IV-45: Fauna considerada en los Apéndices de la CITES..... 112
Tabla IV-46: Especies en la red list de la IUCN 113
Tabla IV-47: Estación meteorológica utilizada en el análisis de visibilidad..... 115
Tabla IV-48: Calidad visual paisajística en el SA..... 118
Tabla IV-49: Fragilidad visual paisajística en el SA 120
Tabla IV-50: Diagnóstico de la dinámica poblacional en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora 126

Tabla IV-51: Inmigración en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora.....127
Tabla IV-52: Migración en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora.....127
Tabla IV-53: Densidad de población en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora. 127
Tabla IV-54: Población en la región de estudio por sexo y rangos de edad, 2010 128
Tabla IV-55: Escolaridad de la población de Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora. 128
Tabla IV-56: Infraestructura para servicios de educación en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora. 129
Tabla IV-57: Servicios de salud en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora. 129
Tabla IV-58: Bienes en la vivienda en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora.....130
Tabla IV-59: Servicios generales en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora. 130
Tabla IV-60: Población hablante de legua indígena en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora .131
Tabla IV-61: Actividades económicas predominantes en el área de estudio.....132
Tabla IV-62: Marginación en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora.....133
Tabla IV-63: Funciones de los ecosistemas 135
Tabla IV-64: Descripción de las funciones y servicios ambientales en el SA 136
Tabla IV-65: Estado actual de los componentes en el SA 137

Mapas

Mapa IV-1: Delimitación del Sistema Ambiental 3
Mapa IV-2: Áreas de Importancia Ecológica.....4
Mapa IV-3: Climas en el SA 9
Mapa IV-4: Unidades geológicas del SA 12
Mapa IV-5: Geomorfología del SA.....15
Mapa IV-6: Suelos en el SA 16
Mapa IV-7: Erosión hídrica en el SA.....27
Mapa IV-8: Erosión eólica en el SA 28
Mapa IV-9: Hidrología superficial en el SA 33
Mapa IV-10: Hidrología subterránea en el SA. 34
Mapa IV-11: Provincias florísticas del municipio de Sahuaripa 39
Mapa IV-12: Uso de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental 40
Mapa IV-13: Unidades de Muestreo de flora en el SA, temporada de secas. 45
Mapa IV-14: Unidades de Muestreo de flora en el SA, temporada de lluvias.....46
Mapa IV-15:Muestreo de ictiofauna en el SA.....95
Mapa IV-16: Muestreo de herpetofauna en el SA 96

Mapa IV-17:Muestreo de mastofauna en el SA 97
Mapa IV-18: Muestreo de ornitofauna en el SA 98
Mapa IV-19: Visibilidad del proyecto..... 123
Mapa IV-20: Calidad visual paisajística en el SA 124
Mapa IV-21: Fragilidad visual paisajística en el SA 125
Mapa IV-22: Mapa Diagnóstico ambiental 140

Figuras

Figura IV-1: Temperatura promedio mensual (1944 a 2011) 6
Figura IV-2: Precipitación promedio mensual (1944-2011) 7
Figura IV-3: Temperatura promedio mensual (1943 a 2005) 8
Figura IV-4: Precipitación promedio mensual (1943-2005) 8
Figura IV-5: Regiones y ecuaciones de erosividad de la lluvia en México 19
Figura IV-6: Obtención de la erosión hídrica..... 21
Figura IV-7: Obtención de la erosión eólica. 24
Figura IV-8: Esquema de las parcelas circulares utilizadas 42
Figura IV-9: Detalles de medidas tomadas 42
Figura IV-10: Familias registradas en el Sistema Ambiental 53
Figura IV-11: Curva de acumulación de especies para el muestreo en bosque de encino (BQ). 54
Figura IV-12: Curva de acumulación de especies para el muestreo en bosque de encino-pino 54
Figura IV-13: Ambientes representativos del SA donde se desarrolló el trabajo de campo. 88
Figura IV-14: Métodos empleados en herpetología para el registro de especies en el SA..... 90
Figura IV-15: Métodos mastozoológicos para el registro de mamíferos en el SA 92
Figura IV-16: Métodos de ornitología para registrar especies de aves en el SA. 93
Figura IV-17: Curva de acumulación de especies de ictiofauna en el SA 99
Figura IV-18: Curva de acumulación de especies de herpetofauna en el SA..... 100
Figura IV-19: Curva de acumulación de especies de mastofauna en el SA 101
Figura IV-20: Curva de acumulación de especies de la ornitofauna en el SA 102
Figura IV-21: Vista en 3D del impacto visual del proyecto. 116
Figura IV-22: Obtención de la calidad visual paisajística 117
Figura IV-23: Obtención de la fragilidad visual paisajística. 120

Anexos

Anexo IV-1. Coordenadas geograficas de Unidades de Muestreo de flora.

Anexo IV-2. Memoria fotográfica de los sitios de muestreo de flora.

Anexo IV-3. Memoria fotográfica de los especímenes identificados.

Anexo IV-4. Listado de especies potenciales de fauna

Anexo IV-5. Listado de especies de fauna registradas en el SA.

Anexo IV-6. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo para cada tipo de fauna.

Anexo IV-7. Registro fotográfico de las especies de fauna.

IV.1. Delimitación del área de estudio

Conforme a la guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental para proyectos que requieren de cambio de uso suelo modalidad particular *“[…]para delimitar el área de estudio se utilizará la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del Ordenamiento Ecológico (cuando exista para el sitio y esté decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación o en el boletín o Periódico Oficial de la entidad federativa correspondiente).*

Conforme al modelo de Ordenamiento Ecológico y a las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) basadas en sistemas de topoformas propuestas en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Sonora (**+-**), las actividades consideradas en el **POET** diversas entre ellas: Acuacultura, agricultura, cinegética, ganadería, silvicultura, **minería** y turismo. El Área de Proyecto está inmerso dentro de la **UGA 100-0/03 Sierra baja,** que tiene una superficie de 2 117 009 ha, es la tercera UGA más extensa de le entidad. Su política ambiental es aprovechamiento sustentable de la cacería de especies de desierto, conservación de ecosistemas dulceacuícolas y desérticos; forestal no maderable, minería y turismo de aventura. Destaca que la actividad minera es la actividad productiva más rentable en esta UGA.

Según el Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Sahuaripa (**PROT**), el proyecto se ubica dentro de la Unidad Territorial Básica de la subregión de Sahuaripa, el proyecto se encuentra en la región Centro Sierra. El PROT reconoce que la zona tiene potencial minero y que la minería es la actividad productiva más importante de la región y tiene en cuenta que es la que causa un mayor impacto ambiental, sin embargo, considera que podría contrarrestar el desempleo de toda la región.

Para la delimitación del **Sistema Ambiental (SA)** se consideraron los Lineamientos que establecen criterios técnicos de aplicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Con base en el Séptimo de los lineamientos, para delimitar un SA, se ha seleccionado el criterio de cuenca y microcuenca, las cuales están establecidas en el Sistema de Información Geográfica para Estudios de Impacto Ambiental (SIGEIA). Además, se consideró la situación de seguridad existente en el límite sur posterior al río Mulatos. De lo anterior se obtuvo como resultado un SA de 34 189.56 ha, conformado por 3 microcuencuas: Mulatos, Aserradero Los Rincones y 09-027-07-046, esta delimitación se puede observar en el Mapa IV-1.

Por otro lado, respecto al AP, cabe mencionar que se encuentra dentro de regiones prioritarias, criterios que, si bien suelen ser muy generales, presentan unidades básicas de clasificación para determinados temas, constituidas por áreas que albergan grupos de especies de origen común y patrones similares de fisiografía, clima, suelo y fisonomía de la vegetación.

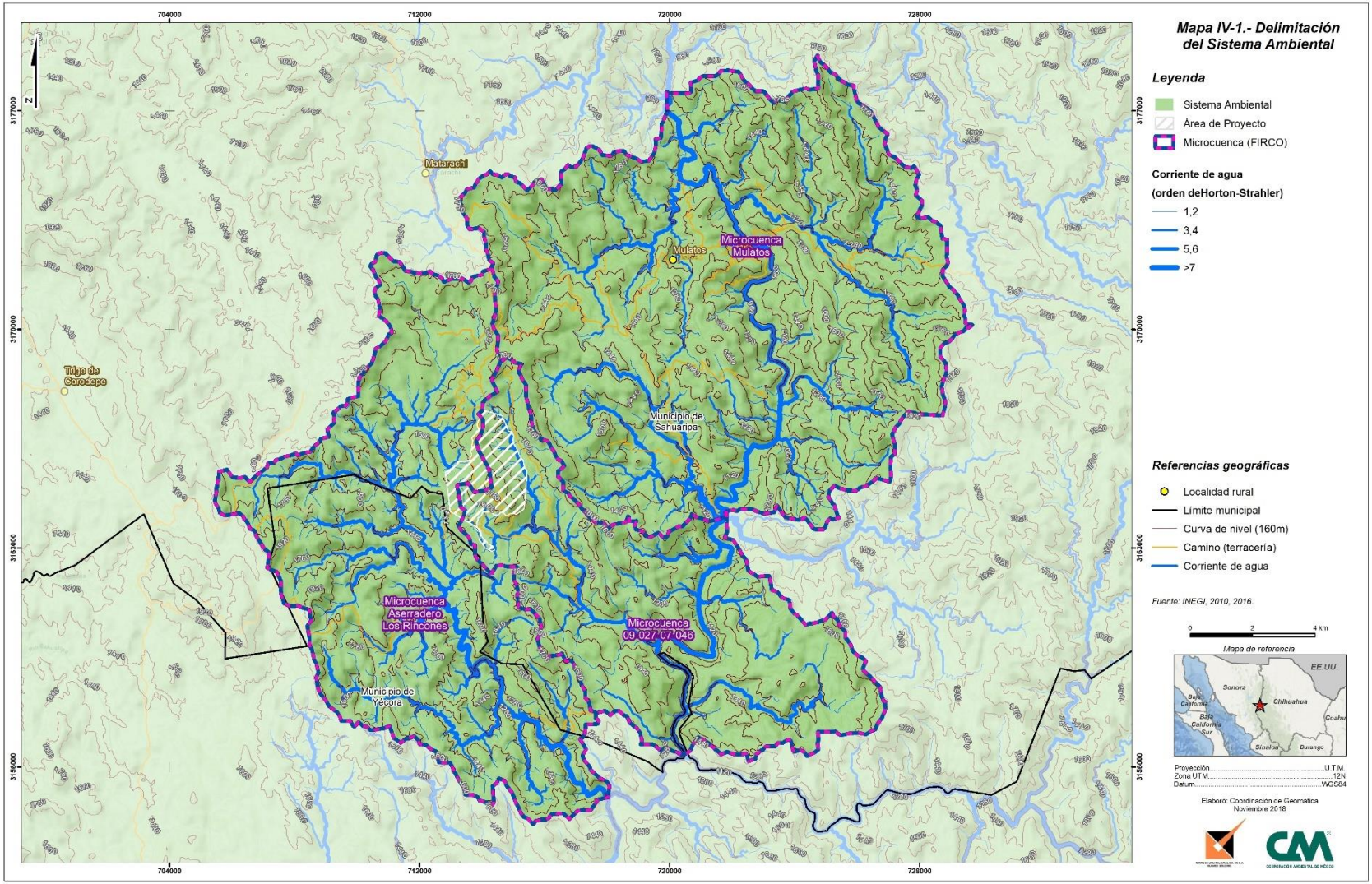
Las regionalizaciones mencionadas, fueron definidas como resultado de diversas iniciativas auspiciadas por instituciones tanto gubernamentales como no gubernamentales, nacionales e internacionales, como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), Pronatura, A.C., la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX), la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA), la Fundación David y Lucile Packard, el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID), The Nature Conservancy (TNC) y BirdLife Internationals (Arriaga, *et al*, 2009).

Mediante el uso de sistemas de información geográfica; se pudo ubicar el AP, respecto a las regiones relevantes antes mencionadas, constatando lo siguiente:

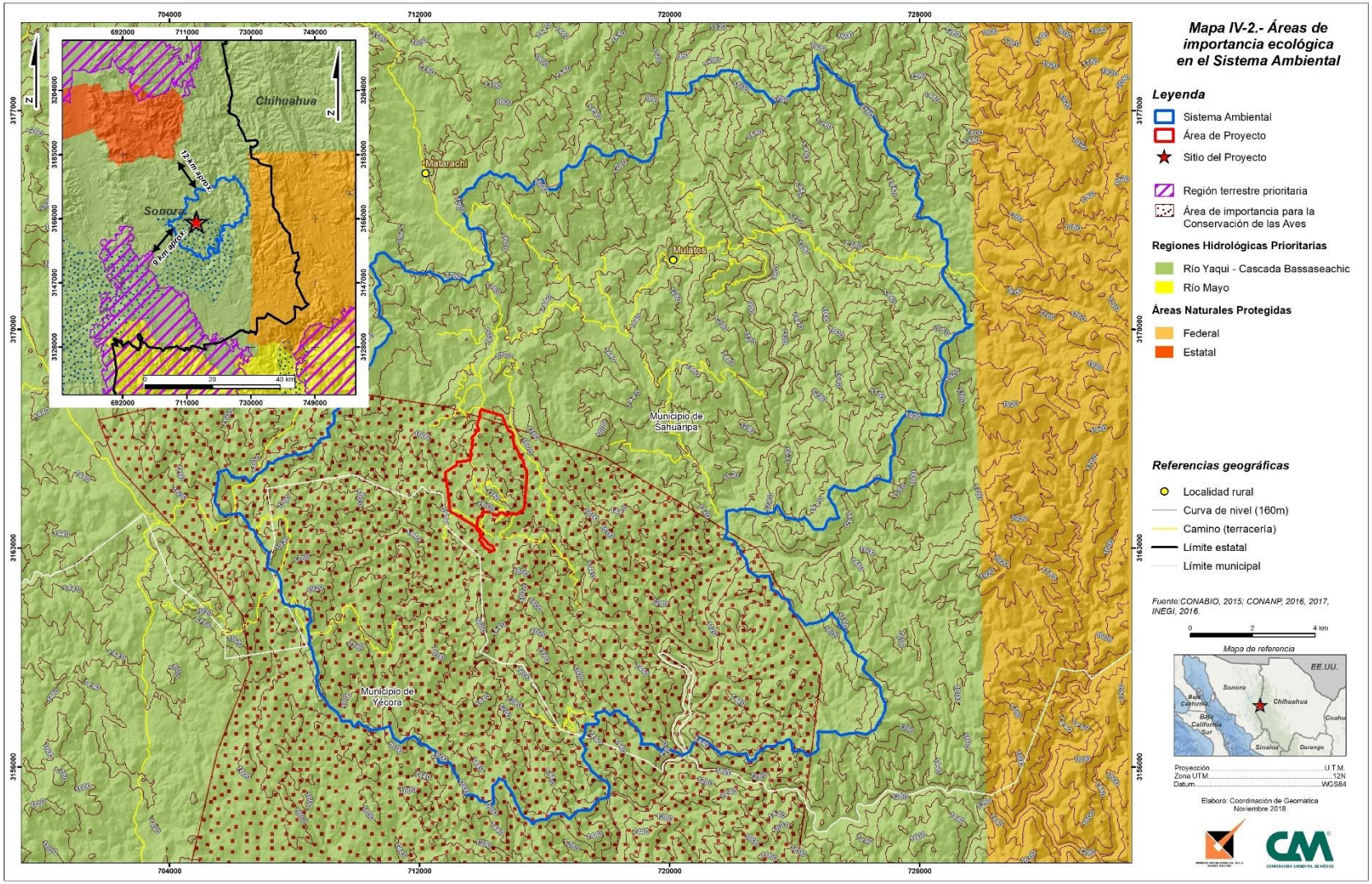
- El AP se ubica dentro de la provincia florística Sierra Madre Occidental.
- De acuerdo a CONANP el AP se encuentra cerca de dos Áreas Naturales Protegidas (ANP), una estatal y la otra federal. La ANP federal denominada Tutuaca, decretada como reserva forestal nacional y zona de refugio de fauna silvestre se encuentra a una distancia de 7 km en línea recta y con dirección este del AP. La ANP estatal denominada Arivechi Cerro Las Conchas se encuentra en línea recta a una distancia de 25 km dirección noroeste (Figura IV.1-2).
- El AP cae dentro de un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). Esta AICA se denomina Cuenca del Río Yaqui (N° 127) y según la CONABIO[1] cuenta con 275 especies y tiene una superficie de 671 652 ha, de la superficie total del SA, ocupa 15 764.31 ha (46.1%), en la parte suroeste; respecto a la superficie del AP ocupa 600.31 ha (96.71%), véase Mapa IV-2. Es de suma importancia conservar la cuenca ya que aseguramos la existencia del hábitat. A lo largo del delta del Yaqui la zona de barrancas tropicales y subtropicales, los Bosques de Encinos y de Coníferas, y las zonas desérticas y riparias crean un buen complejo de condiciones creando el ambiente propicio para albergar avifauna diferente. Además, se trata de un corredor entre ambientes y altitudes.
- El AP se encuentra a 30 km en línea recta de una zona marcada con extrema prioridad (clave 1674) dentro de sitios terrestres prioritarios para la conservación de la biodiversidad.
- El AP se encuentra dentro de terrenos forestales de productividad media, caracterizados por tener una cobertura de entre 20 y 50 por ciento o una altura promedio de los arboles dominantes menores a 16 metros.
- El AP se encuentra en un clima templado subhúmedo según las unidades climáticas del INEGI.

La ubicación de estas áreas de importancia ecológica respecto al proyecto se representa en el Mapa IV-2.

[1] Recurso disponible en http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas_progs/buscar.pl?aica=127 consultado el 08 de noviembre de 2018.



Mapa IV-1: Delimitación del Sistema Ambiental



Mapa IV-2: Áreas de Importancia Ecológica

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.2.1. Aspectos abióticos

IV.2.1.1. Clima

La Carta Unidades Climáticas de INEGI 2010, indica que el SA tiene dos tipos de climas; el clima Templado subhúmedo ($C(w_0)(x^1)$ en un 50.92% y $C(w_1)(x^1)$ en un 38.88% del SA) y el clima Semiseco semicálido (Bs1 hw en el 10.18% restante), mientras que el AP únicamente presenta el clima Templado subhúmedo en sus dos variantes, $C(w_0)(x^1)$ en un 8.15% y $C(w_1)(x^1)$ en un 91.84% del SA (véase Mapa IV-3). A continuación, se presenta una descripción de los dos tipos de climas:

- Templado subhúmedo
  - $C(w_0)(x^1)$: temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más cálido menor a 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm, lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de precipitación invernal menor al 10.2% del total anual.
  - $C(w_1)(x^1)$: temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más cálido menor a 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40mm, lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.0, porcentaje de precipitación invernal menor al 10.2% del total anual.
- Semiseco semicálido
  - BS_1hw y $BS_1hw(x^1)$: temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor a 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Lluvias de verano con índice P/T menor de 22.9 mm y porcentaje de lluvias invernales de 5% al 10.2% del total anual.

Para establecer el clima de acuerdo a la clasificación de Köppen con las modificaciones de Enriqueta García, se han analizado las bases climatológicas de las estaciones de Mulatos y Maycoba, Yécora, publicadas en la página de la CNA obteniendo los resultados que a continuación se muestran:

Se encontró que para la estación de Maycoba se cuenta con una base de datos del año 1944 al año 2011.

En la Tabla IV-1, Figura IV-1 y Figura IV-2 se presenta el análisis resumido de la base de datos para dicha estación.

Tabla IV-1: Datos de temperatura y precipitación registradas en la estación de Maycoba

Temperatura promedio (°C)	
Enero	6.22
Febrero	6.8
Marzo	8.36
Abril	10.80

Temperatura promedio (°C)	
Mayo	13.50
Junio	18.02
Julio	18.56
Agosto	18.15
Septiembre	17.05
Octubre	13.01
Noviembre	8.46
Diciembre	6.73
Precipitación mensual (mm)	
Enero	60.66
Febrero	28.21
Marzo	34.90
Abril	8.50
Mayo	10.20
Junio	103.25
Julio	387.63
Agosto	311.85
Septiembre	127.87
Octubre	54.65
Noviembre	27.49
Diciembre	52.26

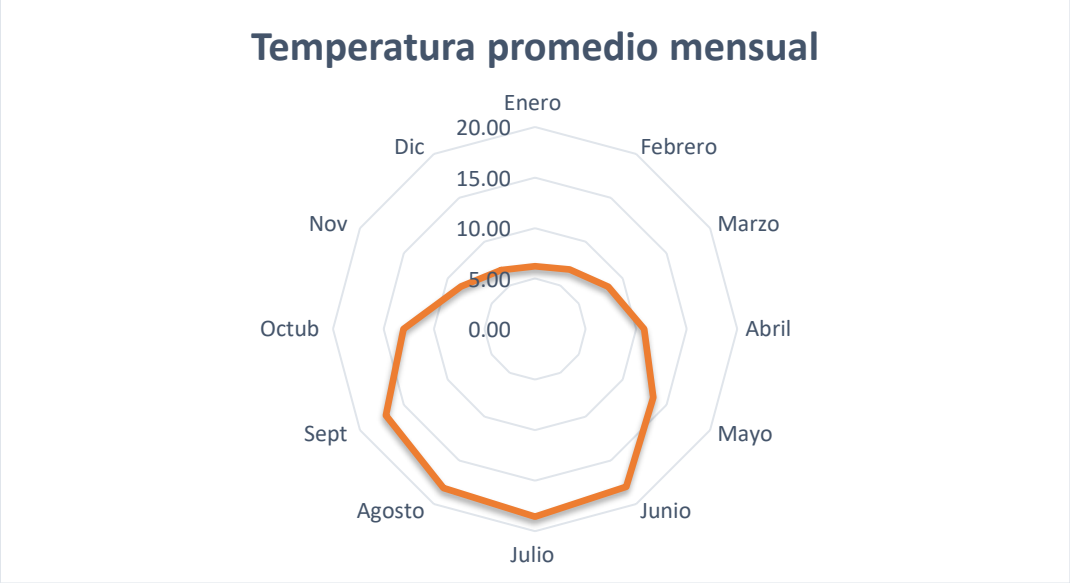


Figura IV-1: Temperatura promedio mensual (1944 a 2011)

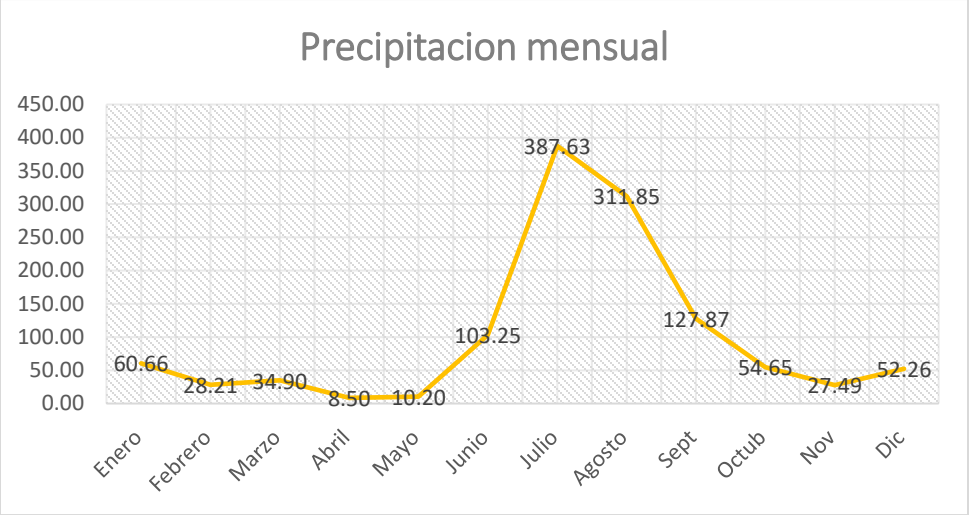


Figura IV-2: Precipitación promedio mensual (1944-2011)

Para la estación de Mulatos se cuenta con una base de datos del año 1943 al año 2005. En laTabla IV-2, Figura IV-3 y Figura IV-4 se presenta el análisis resumido de la base de datos para dicha estación.

Tabla IV-2: Temperatura y precipitación registradas en la estación de Mulatos

Temperatura promedio		Precipitación mensual	
Enero	11.88	Enero	26.18
Febrero	13.76	Febrero	18.17
Marzo	15.99	Marzo	11.30
Abril	19.47	Abril	4.35
Mayo	22.99	Mayo	3.04
Junio	26.67	Junio	52.58
Julio	25.06	Julio	157.00
Agosto	245.54	Agosto	124.59
Septiembre	23.83	Septiembre	36.05
Octubre	21.01	Octubre	19.58
Noviembre	15.72	Noviembre	11.72
Diciembre	11.96	Diciembre	25.32

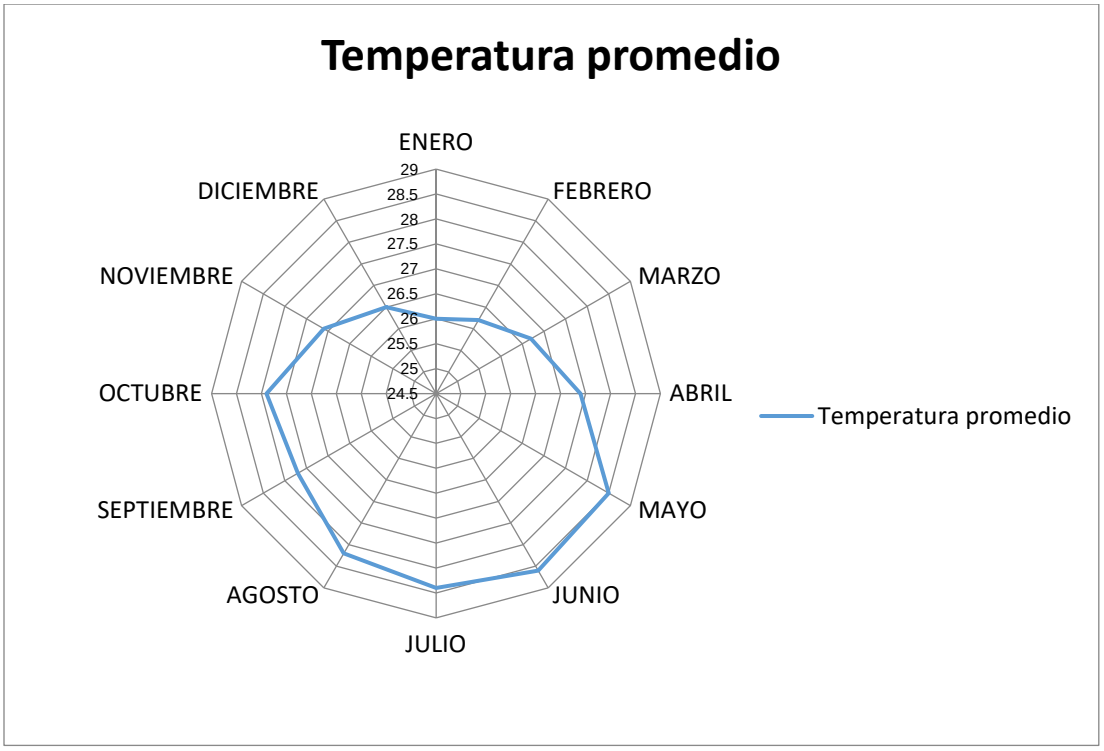


Figura IV-3: Temperatura promedio mensual (1943 a 2005)

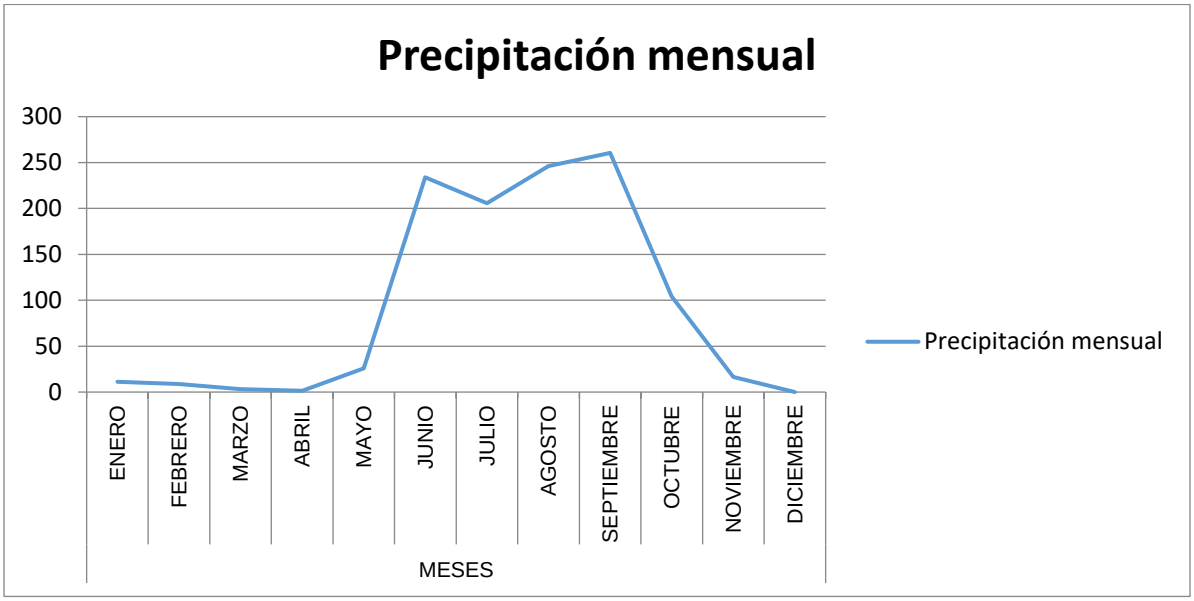
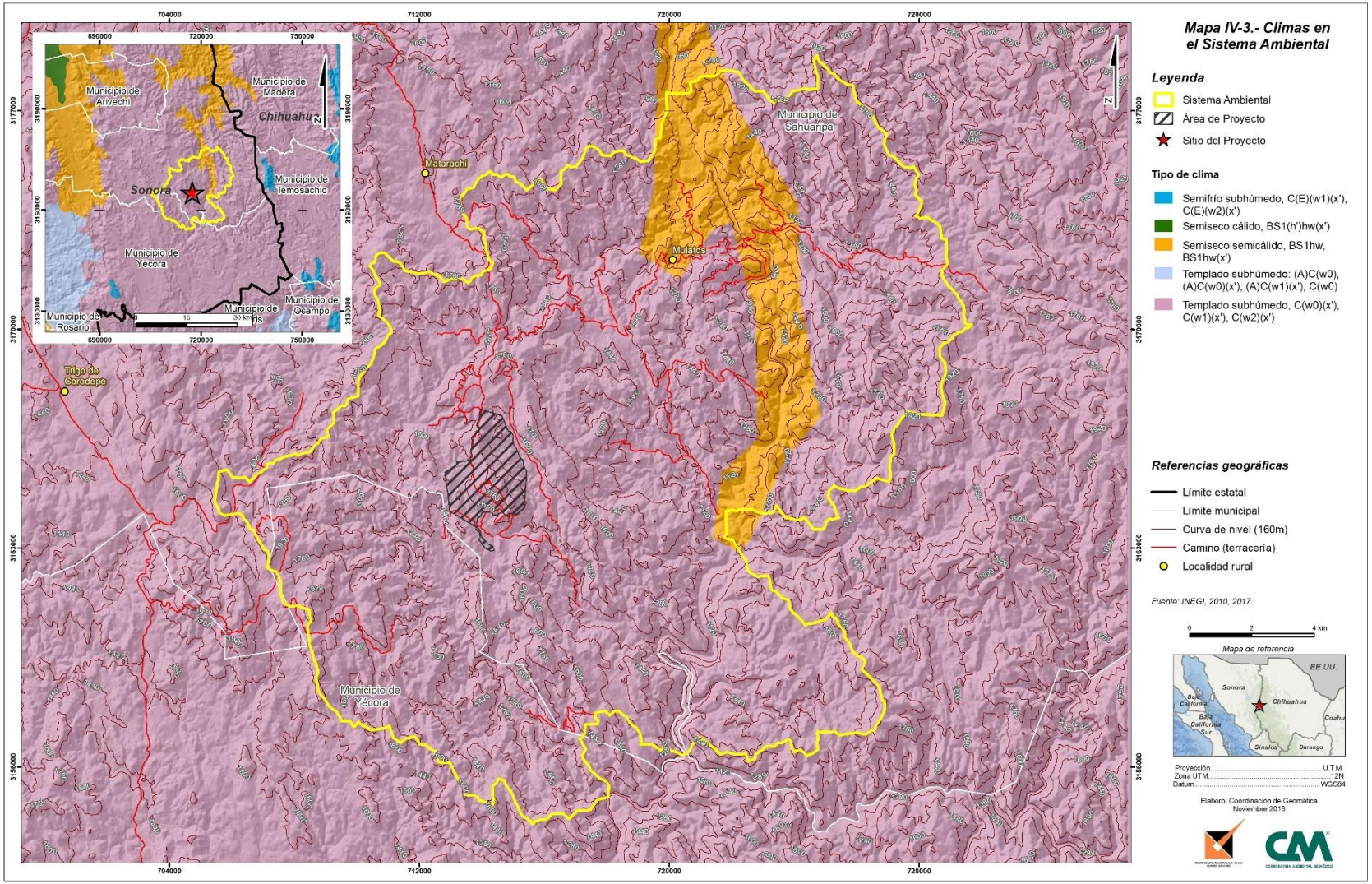


Figura IV-4: Precipitación promedio mensual (1943-2005)



Mapa IV-3: Climas en el SA

IV.2.1.2. Geología

El comportamiento estructural de la zona es producto de diversos eventos tectónicos como la Orogenia Laramide (Cretácico Tardío - Terciario Temprano), posteriormente sobrevino un evento distensivo del Terciario Medio – Tardío, responsable de la formación de la provincia "Basin and Range", característica del noroeste de México y del suroeste de Estados Unidos.

Este episodio se manifiesta por la aparición de juegos de fallas normales y fracturas de distensión en varias direcciones.

La zona está conformada por una sucesión de sierras altas, alargadas de rumbo preferencial noroeste-sureste, separadas por el valle de Yécora, el cual está relleno de material clástico derivado de las montañas circundantes; esta morfología es producto de la última etapa tectónica distensiva iniciada a partir del Terciario.

Se observan fallas normales con orientación preferente noroeste-sureste, así como fallas laterales con la misma orientación y otras orientadas prácticamente este-oeste. En cuanto a los principales sistemas de fracturas, tienen orientación preferente noreste-suroeste, y en menor ocurrencia noroeste-sureste. En algunos casos las fracturas constituyen los cauces de los principales arroyos, los cuales tienden a ser paralelos entre sí, o en su caso tienden a limitar una serie de estructuras semi-circulares y anulares que evidencian la presencia de cuerpos ígneos intrusivos[2].

Por otra parte, la Carta Geológica-Minera H12-12 Tecoripa menciona que la región abarca la porción centro-este del este de Sonora y centro-oeste del estado de Chihuahua. Fisiográficamente se ubica en la provincia de la Sierra Madre Occidental, específicamente en las subprovincias de Barrancas y de Sierras y Valles paralelos. Esta Carta considera que dentro de la superficie que comprende, hay varias zonas de interés tanto de minerales metálicos como no metálicos.

Menciona que el Oligoceno está representado por tobas riolíticas, andesitas y basaltos, depositados discordantemente sobre los conglomerados y andesitas del Eoceno – Oligoceno, los afloramientos más importantes se localizan en la porción oriental de la región. Estas unidades representan el inicio de un volcanismo bimodal que continúa hasta el Mioceno temprano, representado por tobas riolíticas y basaltos, tobas riolíticas, basaltos y andesitas basálticas y basaltos y tobas riolíticas. Sus principales afloramientos se localizan en la porción noroeste y central sur de la región.

Entre el Cretácico superior y el Mioceno, las rocas preexistentes fueron afectados por cuerpos intrusivos granítico-granodioríticos del Cretácico superior, así como, por pequeños troncos granodioríticos-dioríticos del cretácico superior-terciario Eoceno y pórfidos monzoníticos, riolíticos, andesíticos del oligoceno y cuarzomonzoníticos del Mioceno.

El mioceno medio está representado por la formación Baucarit de sedimentación continental ligada a la distención terciaria del "Basin and Range"y están constituidas por conglomerados polimícticos y basaltos, polimícticos y areniscas con algunas intercalaciones de basaltos y andesitas basálticas, afloran principalmente en la porción occidental de la región rellenando cuencas terciarias. Sobreyaciendo concordantemente a esta formación aflora en la porción suroccidental de la carta, la formación Lista Blanca constituida de tobas riolíticas y andesitas, latitas, andesitas basálticas, basaltos y areniscas tobáceas asignadas al Mioceno superior con

[2] Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Yécora (2649), Estado de Sonora.

base en su posición estratigráfica y dataciones radiométricas en latitas donde se reportan edades próximas a los 10 Ma.

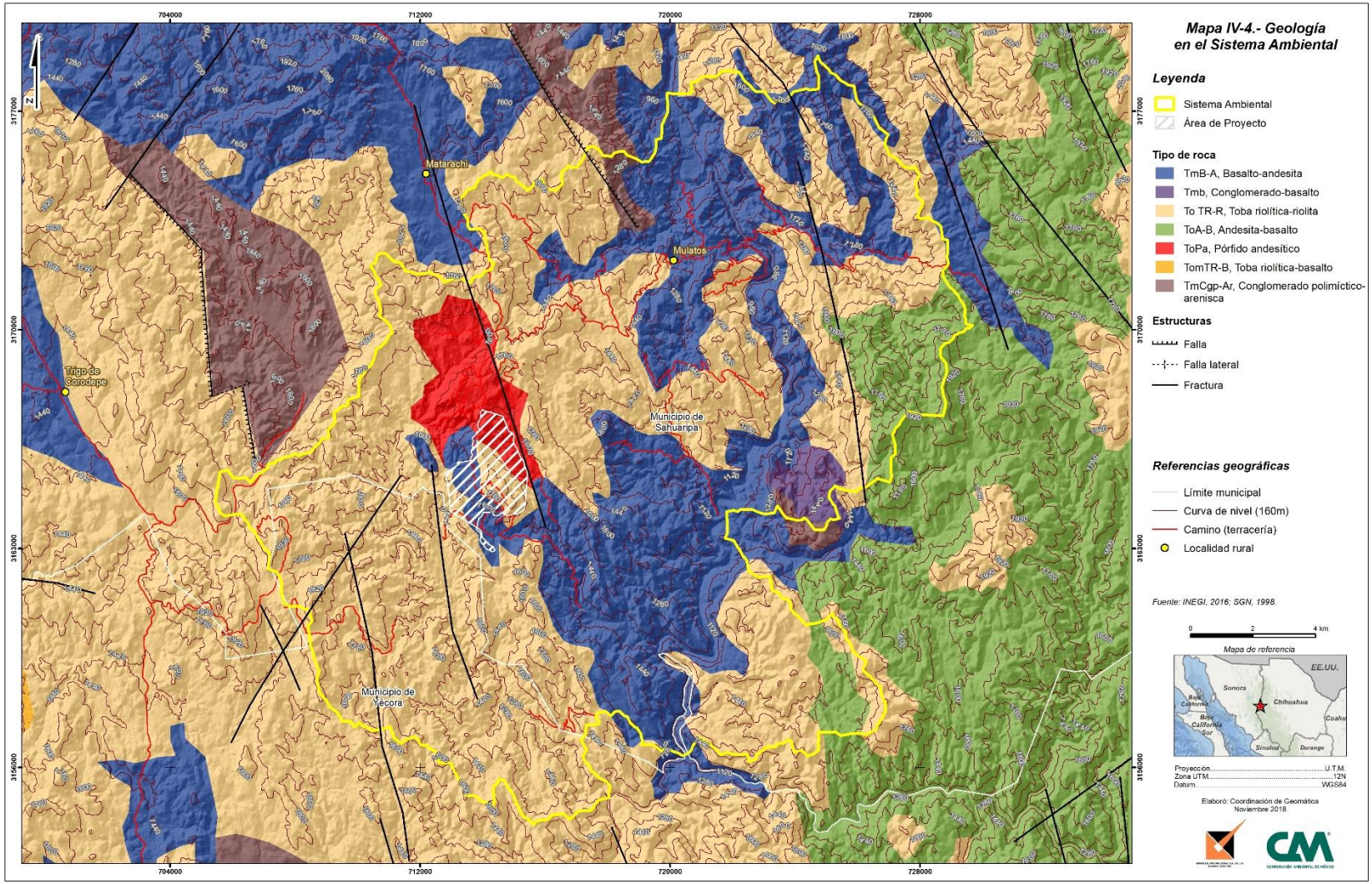
De acuerdo con esta Carta la litología predominante de la zona es principalmente ígnea, con poca presencia de estratificación. Las litologías presentes en el SA son:

- Basalto – Andesita (TmB-A), que ocupa un 30.29% del SA (10 357.09 ha).
- Conglomerado – Basalto (Tmb), que ocupa un 1.14% del SA (389.13 ha).
- Toba Riolítica – Riolita (To TR-R), que ocupa un 58.88% del SA (20 131.96 ha).
- Toba Andesita –Basalto (ToA-B), que ocupa un 5.18% del SA (1 770.35 ha).
- Pórfido Andesítico (ToPa), que ocupa un 3.78% del SA (1 292.29 ha).
- Conglomerado polimíctico – arenisca (TmCgp-Ar), que ocupa un 0.73% del SA (248.75 ha).

Mientras que en el AP sólo se encuentran:

- Toba Riolítica – Riolita (To TR-R), que ocupa un 43.91% del AP (272.6 ha).
- Basalto – Andesita (TmB-A), que ocupa un 29.11% del AP (180.70 ha).
- Pórfido Andesítico (ToPa), que ocupa un 26.97% del AP (167.37 ha).

En el Mapa IV-4 pueden observarse las unidades geológicas, así como las fallas y fracturas de la zona, donde se aprecia que en el SA existen 6 fracturas y una falla, pero que ninguna de éstas queda dentro del área del AP.



Mapa IV-4: Unidades geológicas del SA

IV.2.1.3. Geomorfología

La geomorfología de la región corresponde al ciclo de juventud avanzada, que se denota por las reducidas distancias de una elevación a otra. Predomina un sistema orográfico típicamente montañoso, de grandes desniveles, drenaje superficial con pendientes altas y valles estrechos en forma de garganta.

Se presentan elevaciones que varían desde los 800 a 2 600 msnm. Elevaciones máximas (entre 2 300 y 2 600 msnm) se encuentran localizadas en la porción sur – occidental del acuífero, en la zona de Boquilla Perlita y Piedras Azules, mientras que elevaciones mínimas (entre 800 y 1 200 msnm) se localizan al norte del acuífero, en la Sierra La Pitahaya y el Río Mulatos. En el Valle de Yécora se presenta una elevación promedio de 1 600 msnm[3].

Como se puede observar en el Mapa IV-5, la mayor parte del área del SA se observan lomeríos medianos y grandes, presentándose el terreno muy alomado, fuertemente diseccionado, con una disección vertical de entre 100 a 200 m/km^2 (ocupa una superficie de 54.8%). También se observan lomeríos grandes y premontañas bajas. Donde el relieve es montañoso, en ocasiones alomado y ligeramente diseccionado, cuya disección vertical va de entre los 200 a los 300 m/km^2 (ocupa una superficie de 31% del SA). En menor proporción, hay zonas con relieve muy colinoso, moderadamente diseccionado, de llanuras medias y cuya disección vertical es de 50 a 100 m/km^2 (ocupa una superficie de 10.72% del SA). La unidad gemorfológica de menor presencia es de terreno plano, suavemente ondulado, muy débilmente diseccionado o no diseccionado <10m/km^2 (ocupando una superficie del SA de 1.01%).

En el AP encontramos principalmente características de terreno muy alomado (100 a 200 m/km^2) ocupando una superficie de 548.82 ha que es igual al 88.42% y en menor proporción, relieve muy colinoso (50 a 100 m/km^2)[4], ocupando el 11.58%.

IV.2.1.4. Suelos

La totalidad del AP se encuentra sobre suelo de tipo Phaeozem, mientras que el SA se asienta, principalmente sobre Phaeozem y Regosol, 81.23% y 8.24%, respectivamente.

Las características de estos suelos se presentan en la siguiente Tabla IV-3 y su distribución en el Mapa IV-6.

Tabla IV-3: Tipos de suelos en el SA y AP

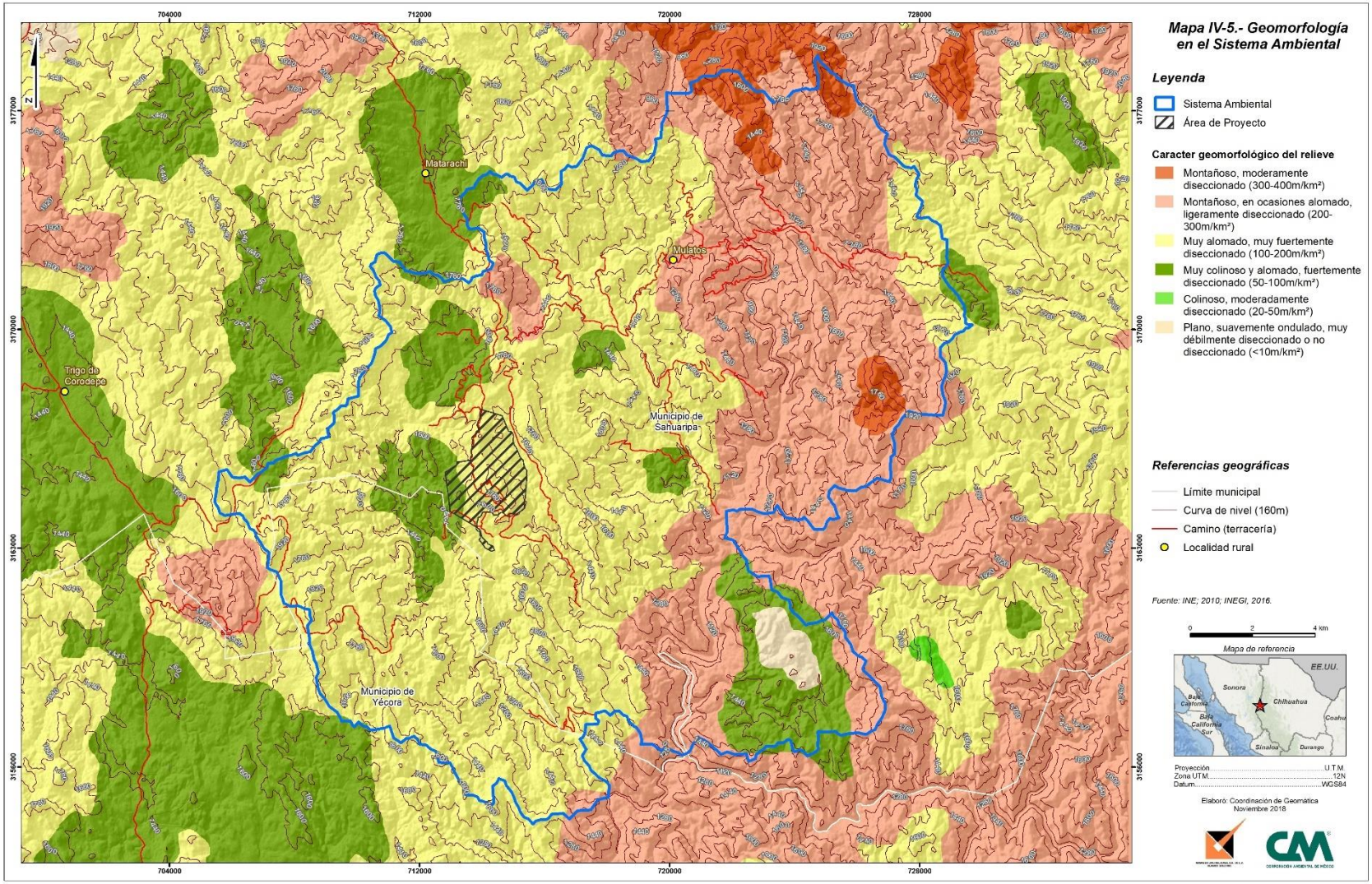
Clasificación WRB 2007	Características
Phaeozem (AP y SA)	Son suelos rojizos de las regiones de praderas con una alta saturación de bases (ricos en nutrientes), pero en los que los rasgos de acumulación de carbonatos secundarios no suelen ser invisibles. También pueden ser descritos como suelos oscuros ricos en materia orgánica. Los Phaeozems no perturbados son suelos muy fértiles, permitiendo el cultivo de cereales bajo irrigación o legumbres, también son utilizados para crianza de ganado y/o para su engorde, siendo práctica habitual la mejora de sus pastos. La sequía periódica y la erosión por agua y viento son los principales factores limitantes con vistas a su uso y manejo.

[3] Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Yécora (2649), Estado de Sonora.

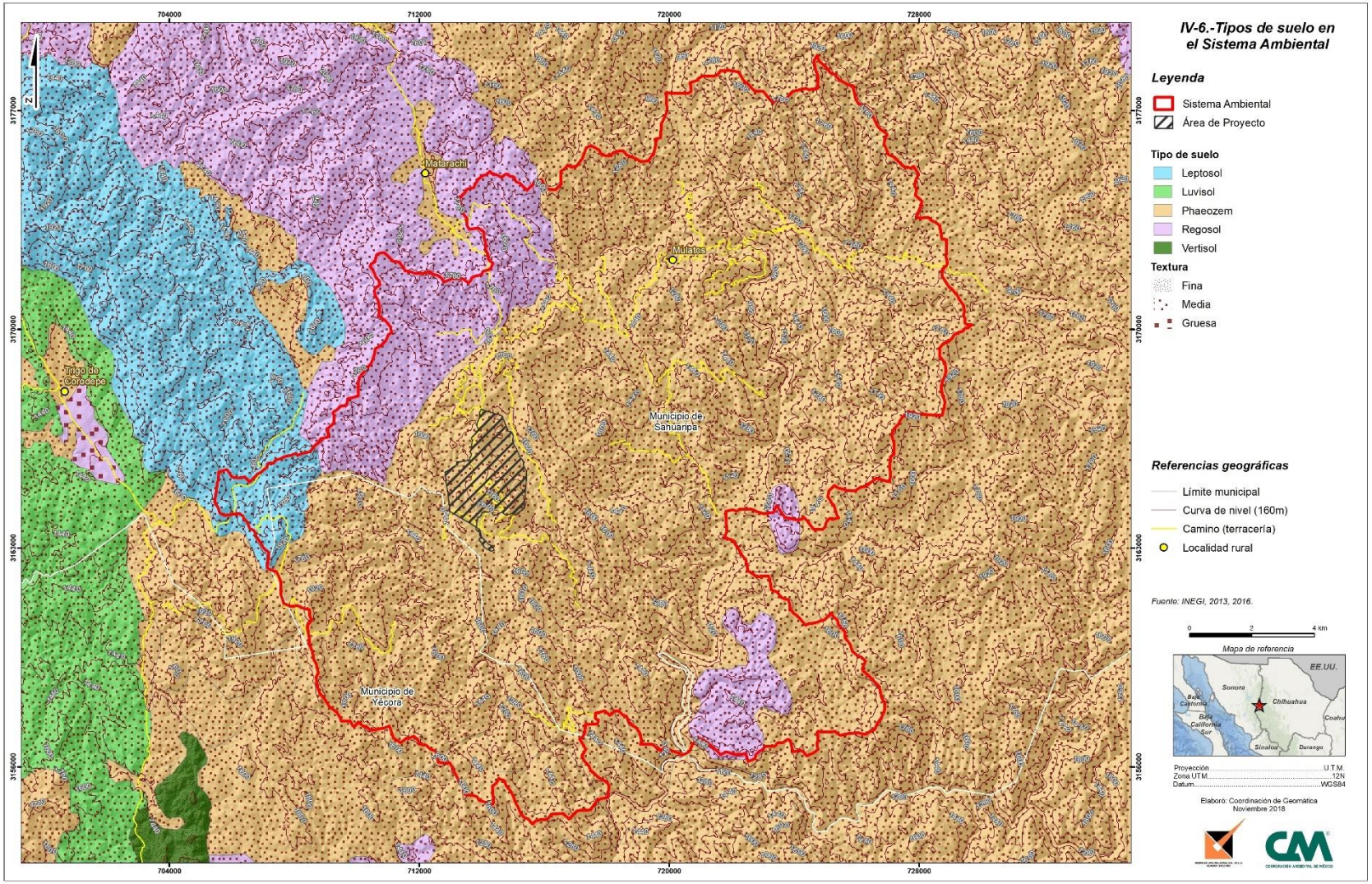
[4] Unidades morfométricas del relieve mexicano. Carta Tecoripa H1212.

Clasificación WRB 2007	Características
	Los **phaeozems esqueléticos** tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta *roca continua* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad. 81.23% del SA (27 772.48 ha) se encuentra sobre este suelo, mientras que el 100% del área del AP tiene este suelo.
Regosol (SA)	Formados por un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros grupos de suelo de referencia. Son suelos minerales débilmente desarrollados en materiales no consolidados no muy someros ni ricos en gravas o arenosos. Se encuentran extendidos en tierras erosionadas, particularmente en zonas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos. Sin horizontes de diagnóstico. El desarrollo del perfil es mínimo como consecuencia de edad joven y/o lenta formación del suelo, e.g. debido a la aridez. **Regosol éutrico.** Son suelos que tienen una saturación con bases (por NH4OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y *roca continua* o una capa cementada o endurecida, o en una capa de 5 cm o más de espesor, directamente encima de *roca continua* si la *roca continua* comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo. Ocupa casi un 3% del SA (940.94 ha). **Regosol epiesquelético.** Suelos que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 50 cm de la superficie del suelo. Ocupa poco más del 8.24% del SA (2 817.58 ha).
Leptosol (SA)	Los Leptosoles son suelos extremadamente jóvenes y delgados (o con abundantes gravas, es decir muy pedregosos). Pueden considerarse como el primer estadio de formación de un suelo sobre rocas duras. Por tanto, se presentan en donde la erosión natural impide que el solum alcance un cierto espesor (vertientes abruptas de las montañas), o en regiones con ciertas pendientes que sufrieron una erosión muy severa de los suelos precedentes, generalmente, por la acción del hombre. Principalmente se desarrollan en tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada. Los Leptosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas. Los **leptosoles mólicos** tienen un horizonte superficial grueso, bien estructurado, oscuro, con alta saturación con bases y moderado a alto contenido de materia orgánica. 1.93% del SA (662.53 ha) tiene este suelo.

WRB= Base Referencial Mundial del Recurso Suelo



Mapa IV-5: Geomorfología del SA



Mapa IV-6: Suelos en el SA

IV.2.1.5. Erosión

La erosión es un proceso natural y continuo que representa un problema para la sustentabilidad y productividad del suelo, de ahí la importancia para identificar las zonas con potencial de erosión y las medidas adecuadas para el control de la misma. Para atender este tema se elaboró el presente estudio de erosión analizando información recabada en gabinete y procesada por medio de la plataforma para Sistemas de Información Geográfica (SIG) Arc Gis versión 10.5 durante los meses de agosto y septiembre del año 2017.

Metodología

Para la determinación de la distribución del grado de erosión hídrica en el SA se implementó el modelo de la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelos (EUPS), la cual es el resultado de la adaptación de la USLE (Universal Soil Loss Equation, por sus siglas en inglés) a las condiciones de México y realizada por Figueroa[5]. Para la determinación de la distribución del grado de erosión eólica en el SA, se desarrolló el modelo para evaluación de la erosión laminar eólica del INE (1998) aplicada a una plataforma para SIG.

Durante los trabajos de campo se recolectó información sobre el tipo de suelo en el área de interés, misma que fue complementada con la información vectorial para SIG editada por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI). El resto fue información obtenida del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) por medio de los datos sobre lluvias en milímetros (mm) de las estaciones meteorológicas seleccionadas para el período de tiempo de 1950-2010. A continuación, se enlista la información de INEGI:

- Uso de suelo y vegetación serie V, escala 1: 250 000.
- Conjunto de datos edafológicos serie, II escala 1: 250 000.
- Red nacional de caminos.
- Hidrología superficial, escala 1: 50 000.
- Continuo de elevaciones mexicano (CEM) versión 3.0 con resolución de 15 m.

Erosión hídrica

La USLE es el resultado de la revisión a la ecuación factorial de Musgrave que predice la erosión del suelo a partir de extensos experimentos de campo realizados en EE.UU. por Wischmeier, Smith y otros investigadores del Servicio de Investigación Agrícola (ARS) del USDA, el SCS y el Centro Nacional de Datos de Escorrentía y Pérdida de Suelo de la Universidad de Purdue. La USLE fue diseñada con los siguientes propósitos:

- Estimar la pérdida media anual de suelo a partir de un campo con una pendiente dada, sujeto a un uso y manejo del suelo específico.
- Ayudar en la selección de apropiados sistemas de cosecha, gestión, y prácticas de conservación para una pendiente y tipo de suelo dado.

[5] Figueroa S., et. al., 1991, *Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión*. SARH-Colegio de Postgraduados. Salinas, S.L.P., México.

- Proporcionar información sobre el cambio en la cantidad de pérdida de suelo resultante de la variación de los sistemas de manejo y cosecha o de prácticas de conservación en un campo dado.
- Guiar en la identificación de prácticas de conservación alternativas (por ejemplo, curvas de nivel) para ser combinado con sistemas de cosecha, y permitir un cultivo más intenso.
- Proporcionar información sobre pérdida de suelo estimada como resultado de adoptar alguna práctica de conservación, como guía para el conservacionista del suelo.
- Predecir la cantidad de pérdida de suelo como resultado de usar cualquier sitio para otra función distinta al agrícola, como construcción, bosques, o sitios recreativos.

La ecuación básica es la siguiente:

$$A = R * K * LS * C * P \ldots (1)$$

Donde:

A = Fragilidad o pérdida de suelo (T ha^{-1} $año^{-1}$).
R = Factor erosividad de la lluvia (Mj mm ha^{-1} h^{-1} $año^{-1}$).
K = Factor erosionabilidad del suelo (t ha h ha^{-1} Mj^{-1} mm^{-1}).
LS= Factor longitud de la pendiente y factor grado de la pendiente (adimensional).
C = Factor uso y manejo del suelo y vegetación (adimensional).
P = Factor de prácticas mecánicas (adimensional).

La generación del mapa erosión hídrica resultó de un procedimiento paramétrico de sobre posición de capas de información en una plataforma para SIG, cada capa de información corresponde a un factor de la EUPS en formato raster[6].

Factor de erosividad de la lluvia (R)

La erosividad de la lluvia se define como la capacidad potencial de ésta para causar erosión, y se define como el producto de la energía cinética total de la lluvia (E) por la intensidad máxima en 30 minutos (I30). Este cálculo requiere los datos de intensidad de la lluvia, los cuales no se encuentran disponibles para la mayoría de las estaciones meteorológicas en el país. Para superar esta limitante, Cortés[7] dividió al territorio nacional en 14 regiones (ver Figura IV-5), correspondiendo una expresión a cada región. La región concerniente al SA es la 6, y su expresión es la siguiente:

$$Y = 6.68471x + 0.001680x^2 \ldots (2)$$

Para conocer la precipitación media anual en el SA se generó una cobertura tipo raster a partir de la interpolación de los datos de las estaciones meteorológicas más cercanas del SMN con información del periodo de tiempo de 1950-2010. Las estaciones consultadas se muestran en lar Tabla IV-4, mientras que en la Tabla IV-5 se muestra el valor promedio de R obtenido para el SA.

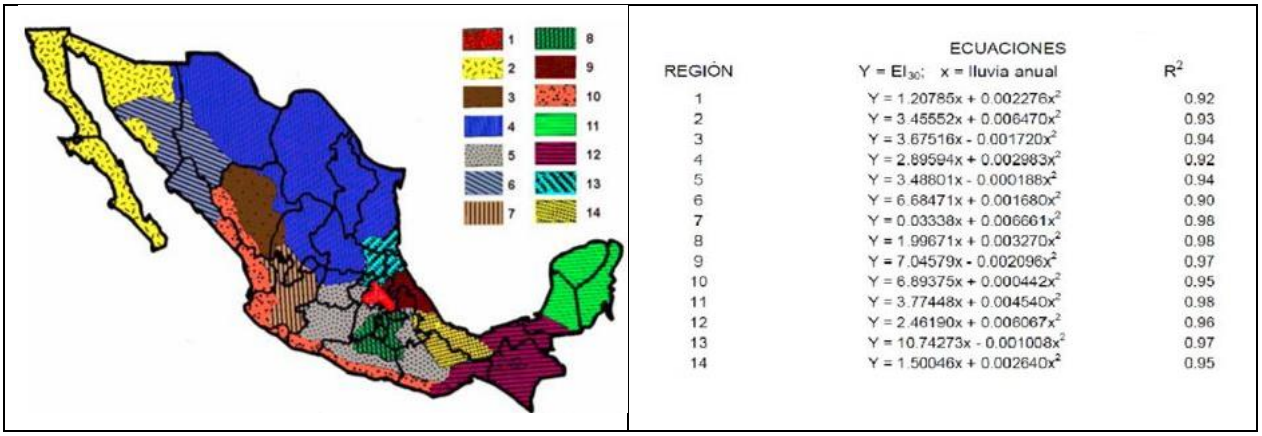
[6] Un archivo ráster consta de una matriz de celdas (o píxeles) organizadas en filas y columnas en la que cada celda contiene un valor que representa información, pueden ser fotografías aéreas digitales, imágenes de satélite, imágenes digitales o escaneadas.

[7] Cortés T., 1991, *Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados*, Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, México.

Tabla IV-4: Temperatura media mensual (°C) de las estaciones cercanas al SA

Clave	Estación	Estado	Coordenadas (UTM WGS 84)		Precipitación anual (mm)
			X	Y	
8353	Yepachic	Chihuahua	752528	3146656	942.2
26004	Arivechi	Sonora	676332	3201466	555
26029	Ciudad Cubil (CFE)	Sonora	719950	3169396	628.7
26049	Guadalupe (CFE)	Sonora	719682	3204206	612.6
26055	Mulatos (SMN)	Sonora	720091	3172282	767.4
26094	Santa Rosa	Sonora	685422	3151062	883.5
26106	Valle Tacupeto	Sonora	679189	3186989	645.1
26109	Yecora (SMN)	Sonora	702564	3139594	1043.4
26123	Yecora (DGE)	Sonora	703047	3140046	893.7
26209	Mulatos (DGE)	Sonora	719879	3173165	448.2
26263	Guisamopa	Sonora	684923	3170231	771.3
26285	Maycoba	Sonora	729370	3142856	929.4

Fuente: SMN, 2017



Fuente: SAGARPA, 2014.

Figura IV-5: Regiones y ecuaciones de erosividad de la lluvia en México

Tabla IV-5: Valor promedio del factor R

Promedio para el SA
5 537.74

Factor de erosionabilidad del suelo (K)

Este factor se refiere a la susceptibilidad del suelo a ser erosionado, por lo que está relacionado con las características inherentes del mismo y el manejo a que esté sometido. Para determinar el valor se utilizó la metodología propuesta por la FAO (1980), donde se calcula **K** a partir de la textura superficial y la unidad de suelo correspondiente según la clasificación FAO/UNESCO. En la Tabla IV-6 se muestren los valores de **K** usados.

Tabla IV-6: Valor de K estimado en función del suelo y textura en el SA

Clave WRB	Textura	Tipo	Factor K
PHsklep+RGeulep/2R	Media	Phaeozem esquelético	0.02
LPmosk+PHsklep+LPskli/2R	Media	Leptosol mólico	0.079
RGeulep+LPeusk/2r	Media	Regosol eutrico	0.04
RGskplen+LVskplen/2R	Media	Regosol epiesquelético	0.04

Fuente: Montes-León et al., 2011.

Factor longitud de la pendiente y factor grado de la pendiente (LS)

Figueroa (1991) señala que la erosión aumenta conforme se incrementa la longitud del terreno (**L**), en el sentido de la pendiente y la inclinación de la superficie (**S**) se hace mayor. La longitud de la pendiente se define como la distancia desde el punto de origen del flujo superficial al punto donde la pendiente decrece, de tal manera que exista sedimentación, y/o al punto donde el agua de escurrimiento entra a un canal bien definido, que a su vez forma parte de una red de drenaje.

El factor **LS** se determinó directamente del mapa digital de pendientes (obtenido, a su vez, del CEM). Se aplicó la relación basada en el trabajo de Mintegui[8], donde se designa una función continua a cada pixel de la cobertura raster de pendientes a partir de alguna de las dos siguientes fórmulas:

$$\mathrm{LS} = 0.009\,(\mathrm{p})2 + 0.0798\,(\mathrm{p}) \text{para pendientes} < 30\% \ldots (3)$$

$$\mathrm{LS} = 0.2558\,(\mathrm{p}) + 3.248 \text{ para pendientes} > 30\% \ldots (4)$$

Donde:

LS = Factor Topográfico, longitud e inclinación de la pendiente
p = Pendiente del terreno en porcentaje

En la siguiente Tabla IV-7 se muestra el promedio del factor **LS** en el SA.

Tabla IV-7: Valor del factor LS

Promedio para el SA
10.80

Factor por Cobertura Vegetal y manejo de Cultivos (C)

Refleja el efecto de la vegetación natural, de los cultivos y las prácticas de manejo de los mismos sobre la erosión. Es el cociente que se obtiene al dividir la pérdida de suelo obtenida en un terreno con cierto manejo del cultivo y la pérdida obtenida para el mismo terreno bajo cultivo continuo (Figueroa 1991). Los valores de **C** correspondientes a cada tipo de vegetación se muestran en la Tabla IV-8.

[8] Mintegui Aguirre, J. 1988, *Análisis de la influencia del relieve en la erosión hídrica. Hipótesis de estudio para correlacionar la pendiente con la longitud del declive en un terreno*, V Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica, Madrid.

Tabla IV-8: Valor de C estimado en función de la vegetación y cultivos

Tipo de vegetación	C
Agricultura de temporal anual	0.06
Bosque de encino	0.001
Bosque de encino-pino	0.001
Bosque de pino-encino	0.001
Desprovisto de vegetación[9]	0
Pastizal inducido	0.03
Selva baja caducifolia	0.01

Fuente: Montes-León et al., 2011.

Factor de prácticas mecánicas (P)

Representa las medidas realizadas para disminuir la erosión y se define como la relación de la erosión que tiene un terreno en donde se han realizado prácticas de conservación, comparado con la de un terreno cultivado sin ninguna práctica encaminada al control de la erosión hídrica, tales como terrazas y surcado al contorno, entre otras. En la fecha en que se realizó el presente estudio aún no existen medidas para disminuir la erosión, por lo que todo el SA se tomó con valor 1.

Estimación de la fragilidad por erosión hídrica

Al sustituir los valores de los factores **R, K, LS, C** y **P** en la EUPS con la ayuda del software de SIG (ver Figura IV-6), se obtuvo el cubrimiento por erosión hídrica que representa la remoción laminar o en masa de los materiales del suelo por efectos de precipitación y escurrimientos. La erosión se clasifica en cinco categorías según las toneladas por hectárea de suelo que se pierden en un año[10] (véase Tabla IV-9).



Figura IV-6: Obtención de la erosión hídrica

[9] El área correspondiente al proyecto minero de Mulatos se consideró con valor 0, ya que es una zona que ha sido despojada de suelo, dejando únicamente roca.

[10] SEMARNAT, 2015, Informe de la situación del medio ambiente en México, 2015, disponible en: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15_completo.pdf

Tabla IV-9: Categorías/grado de erosión

Pérdida de suelo	Rango de pérdida [t/ha/año]
Nula	0 - 5
Ligera	5 - 10
Moderada	10 - 50
Alta	50 - 200
Muy alta	> 200

Fuente: SEMARNAT, 2015.

Los resultados de la ecuación USLE indican que la mayor parte del SA (31 591.19 ha equivalentes al 92.40%) presenta un grado de erosión nula (ver Mapa IV-7), esto debido principalmente a la abundante cobertura vegetal de la zona. Esta situación es similar en el AP, donde el 94.68% del área presenta erosión nula. En este grado de erosión se pierden menos de cinco toneladas de suelo por hectárea al año.

El segundo grado de importancia por cubrimiento en el SA es la moderada, que cubre un área de 1 554.23 ha correspondiente al 4.54% de la superficie total y se presenta en pequeños manchones al centro del SA. En esta categoría se pierden de 10 a 50 toneladas de suelo por hectárea al año.

Las dos categorías restantes tienen presencia poco significativa (muy alta, alta y ligera con 1.7%, 1.2% y 1.85% respectivamente) y se presentan de manera dispersa en el SA (salvo la categoría alta, que se concentra en el norte, en la zona del tajo de Mulatos). En la Tabla IV-10 se muestran los datos obtenidos para el SA y AP.

Tabla IV-10: Erosión hídrica en el SA y AP

Categoría	Área de cubrimiento (ha)		Porcentaje de cubrimiento	
	SA	AP	SA	AP
Muy alta	**-**	-	-	-
Alta	411.00	0.99	1.20	0.16
Moderada	1 554.23	32.00	4.54	5.15
Ligera	633.14	-	1.85	-
Nula	31 591.19	587.67	92.40	94.68
Total	**34 189.56**		**100.00**	**100.00**

Es importante mencionar que en la zona del tajo del proyecto minero Mulatos la cantidad de suelo perdido es cero debido al índice usado en la variable C. Lo anterior se debe a que en este sitio ya no existe suelo que sea susceptible a la erosión, únicamente existe un proceso de meteorización en la roca expuesta[11].

[11] De acuerdo con Tarbuck *et al*. (2005) la meteorización es la respuesta de los materiales terrestres a un ambiente cambiante. En las rocas existe un proceso de fragmentación física (desintegración) que se da por fuerzas físicas que rompen la roca en trozos sin alterar su composición, y una alteración química (descomposición) en la cual altera la composición de la roca.

Erosión eólica

Para la determinación de la distribución del grado de erosión eólica en el SA, se desarrolló el modelo para evaluación de la erosión laminar eólica del INE[12] aplicada a la plataforma para SIG usando archivos de tipo raster. La fórmula para obtener la erosión es la siguiente:

$$\text{Erosión eólica} = \text{IAVIE} * \text{CATEX} * \text{CAUSO} \ldots (5)$$

Donde:

IAVIE= Índice de agresividad del viento
CATEX= Calificación de textura y fase
CAUSO= Calificación por el tipo de vegetación que sustenta

CATEX

Para generar la variable CATEX se estableció el código que asigna el valor correspondiente de acuerdo a la textura y fase del suelo presente en el sistema ambiental. Los valores se muestran en la Tabla IV-11.

Tabla IV-11: Valor CATEX estimado en función del suelo y textura

Clave WRB	Textura	Tipo	CATEX
PHsklep+RGeulep/2R	Media	Phaeozem esquelético	0.3
LPmosk+PHsklep+LPskli/2R	Media	Leptosol mólico	0.3
RGeulep+LPeusk/2r	Media	Regosol eutrico	0.3
RGskplen+LVskplen/2R	Media	Regosol epiesquelético	0.3

Fuente: SEMARNAT, 2009.

CAUSO

El factor CAUSO responde al cálculo de la calificación del uso de suelo a partir de la capa de uso de suelo y vegetación serie V de INEGI. Los valores correspondientes para cada tipo se muestran en la Tabla IV-12.

Tabla IV-12: Valor de CAUSO estimado en función de la vegetación y cultivos

Tipo de vegetación	CAUSO
Agricultura de temporal anual	0.8
Bosque de encino	0.1
Bosque de encino-pino	0.1
Bosque de pino-encino	0.1
Desprovisto de vegetación	0
Pastizal inducido	0.12
Selva baja caducifolia	0.1

Fuente: SEMARNAT, 2009.

[12] Instituto Nacional de Ecología, 1998, *Lineamientos para la elaboración del manual de ordenamiento ecológico del territorio*, Libros INE, México.

IAVIE

El último factor necesario para calcular la erosión eólica es el índice de agresividad del viento o IAVIE, el cual se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660\,(PECRE) \ldots (6)$$

El PECRE se define como el periodo de crecimiento, esto es el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo (media anual) y se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$PECRE = 0.2408\,(Precipitación) - 0.0000372\,(Precipitación)^2 - 33.1019 \ldots (7)$$

Para la obtención del valor PECRE se trataron los datos y variables climáticas de las estaciones meteorológicas mostradas anteriormente. El valor promedio del IAVIE se muestra en la Tabla IV-13.

Tabla IV-13: Valor del factor IAVIE

Promedio para el SA
69.26

Distribución de la erosión eólica

Al sustituir los valores de los factores IAVIE, CATEX y CAUSO en la ecuación para obtener la erosión laminar con ayuda de un software de SIG (ver Figura IV-7), se obtuvo el cubrimiento por erosión eólica. La erosión resultante se expresa en toneladas por hectárea de suelo perdidas en un año (véase Tabla IV-14).

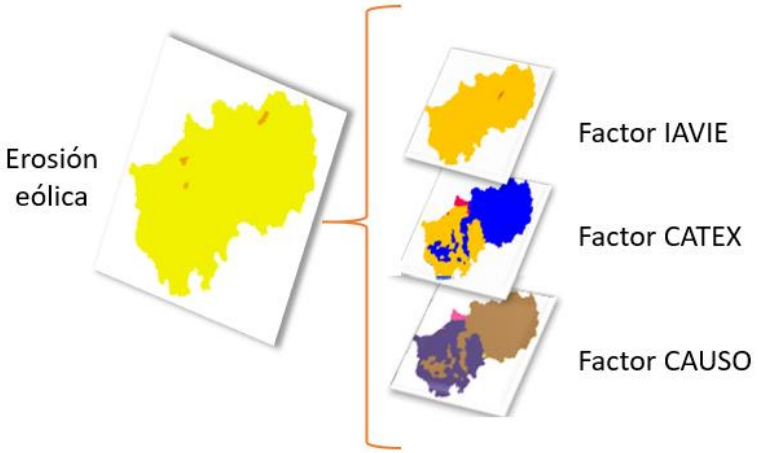


Figura IV-7: Obtención de la erosión eólica.

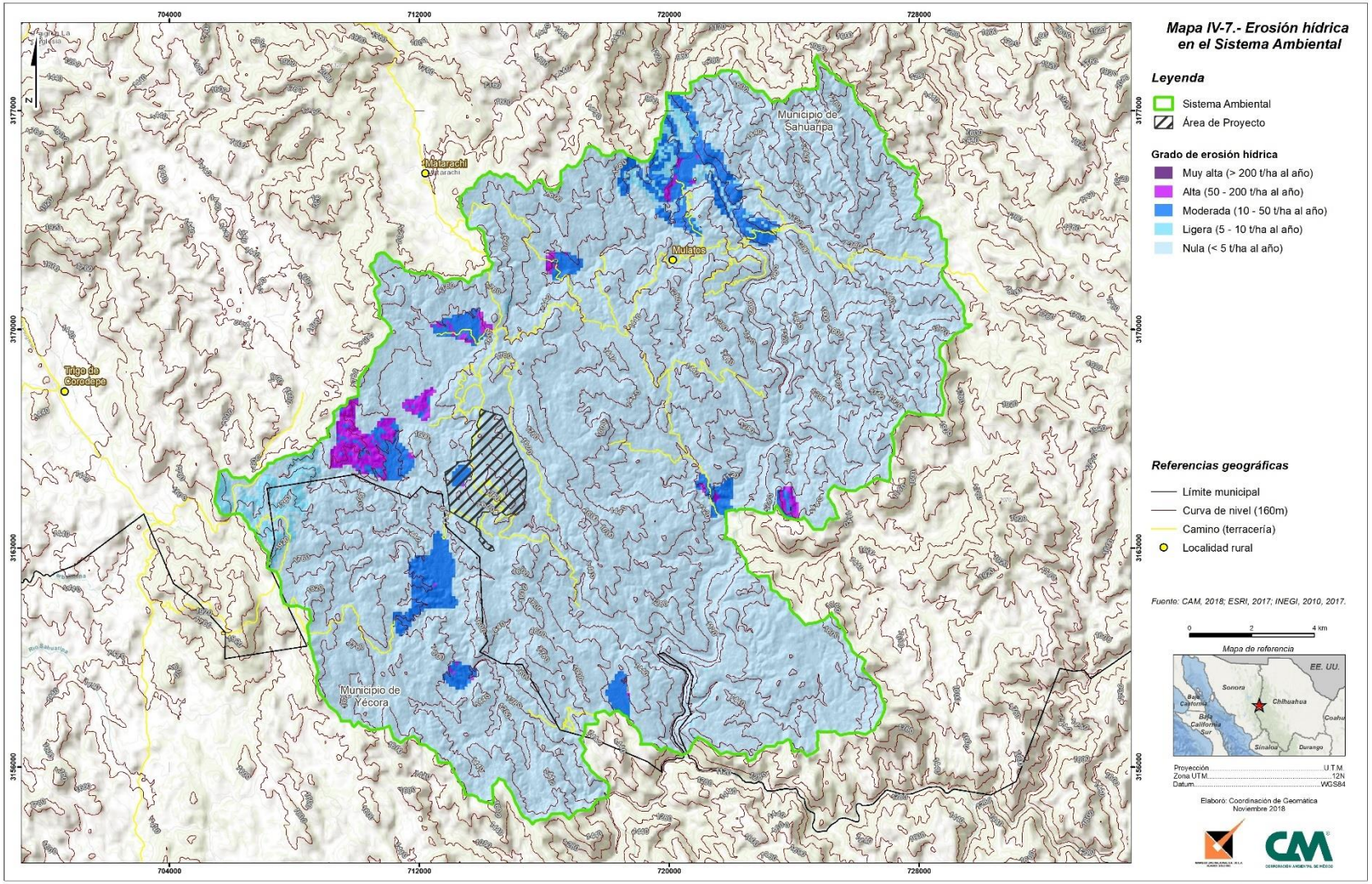
El grado de erosión predominante en el SA es Nula (ver Mapa IV-8), la cual cubre el 99.45% del total (34 002.55 ha). El AP tiene una situación similar, ya que el 94.68% (587.68 ha) de su superficie presenta erosión nula. En este grado de erosión se pierden hasta 5 toneladas de suelo por hectárea al año.

El segundo grado de erosión presente es moderado. Esta categoría de erosión se presenta en manchones dispersos y poco significativos en el SA (cubren un área de 187 ha equivalentes al 0.54%) y una pequeña porción al sur. En esta categoría se pierden de 10 a 50 toneladas de suelo por hectárea al año. En la Tabla IV-14 se muestran los datos obtenidos para el SA y AP.

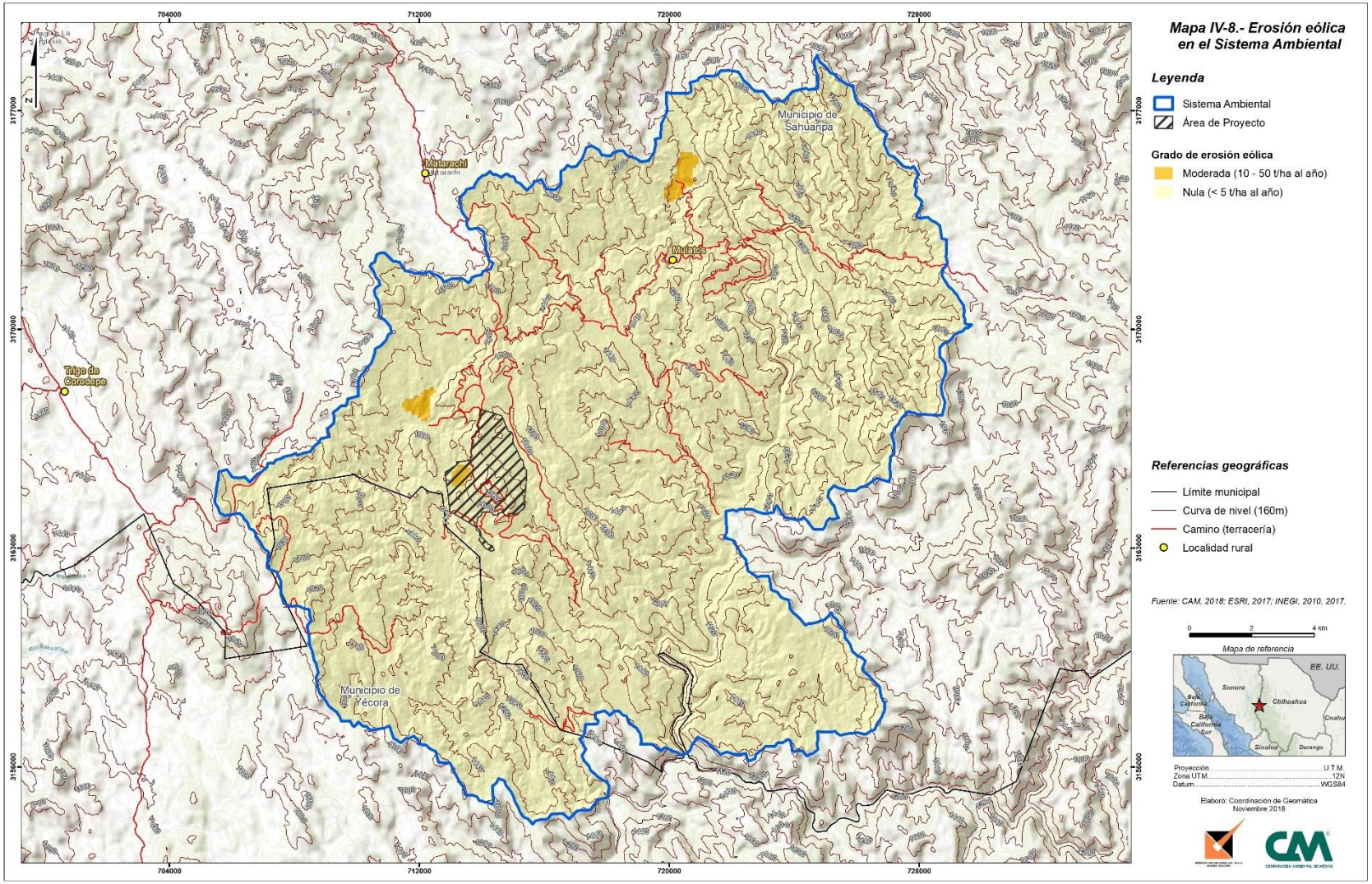
Tabla IV-14: Erosión eólica en el SA y AP

Categoría	Área de cubrimiento (ha)		Porcentaje de cubrimiento	
	SA	AP	SA	AP
Muy alta	-	-	-	-
Alta	-	-	-	-
Moderada	187	33	0.54	5.31-
Ligera	-	-	-	-
Nula	34 002.55	587.68	99.45	94.68
Total	**34 189.55**		**100.00**	**100.00**

Página intencionalmente dejada en blanco.



Mapa IV-7: Erosión hídrica en el SA



Mapa IV-8: Erosión eólica en el SA

IV.2.1.6. Hidrogeología

De acuerdo con el documento *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Yécora (2649), Estado de Sonora*, la zona acuífera en explotación se encuentra restringida a la pequeña zona de valle en donde se localiza el poblado Yécora. El agua que se infiltra en las porciones altas de la cuenca, constituidas por rocas volcánicas fracturadas viaja a través de una serie de fracturas y en dirección paralela a los principales escurrimientos superficiales.

En el valle también tiene lugar recarga vertical producto de precipitaciones. No existe recarga producto de la infiltración por retorno de riego agrícola, debido a que el único aprovechamiento activo en la zona de valle es de uso público urbano. La agricultura que se desarrolla en la región es de temporal.

La descarga artificial del acuífero se lleva a cabo mediante el bombeo del pozo de agua potable en la comunidad Yécora, así como en dos pozos ubicados en la mina de la Comunidad Mulatos; mientras que la descarga natural en el valle se produce por evapotranspiración en las zonas con niveles freáticos someros con presencia de abundante vegetación.

La profundidad al nivel estático en los aprovechamientos varía de 1.4 a 10.0 m; los valores más someros se registran en los alrededores de la comunidad Yécora, los cuales se incrementan gradualmente hacia el sur, conforme se asciende topográficamente.

La configuración se restringe a la única zona de valle identificada, la cual se ubica en el extremo suroccidental del acuífero, donde se localiza el poblado Yécora. En el resto del acuífero predominan grandes sierras y cañones escarpados.

Con respecto a la configuración de la elevación del nivel estático para el año 2008 m, al igual que la profundidad, sólo se refiere al extremo suroeste del acuífero (zona de valle). Se observan elevaciones que varían desde 1 522 hasta 1 546 msnm, los valores máximos se registran en la porción sur del Valle de Yécora, mientras que elevaciones mínimas se presentan en la zona centro norte del valle, mostrando claramente el reflejo de la topografía y evidenciando de esta manera que el flujo subterráneo no ha sufrido modificaciones causadas por la concentración de pozos o del bombeo, manteniendo sus condiciones iniciales. La dirección preferencial de flujo subterráneo es sur a norte, paralela a los principales escurrimientos superficiales de la zona, así como a un gran número de tributarios. La configuración muestra que el acuífero no recibe aporte del material conglomerático que rodea al valle, por lo cual las equipotenciales llegan de manera perpendicular a los primeros lomeríos que lo rodean.

Con respecto a la evolución del nivel estático, no se cuenta con información piezométrica histórica que permita su configuración. Las escasas mediciones piezométricas recabadas en estudios previos se encuentran dispersas en tiempo y espacio.

Aunado a lo anterior, la configuración de la elevación del nivel estático no muestra alteraciones del flujo natural del agua subterránea que indiquen la presencia de conos de abatimiento causados por la concentración de pozos y/o del bombeo. El volumen de extracción se ha estimado en 0.4 hm^3 anuales, valor que es inferior a la recarga más conservadora que pudiera estimarse.

Por estas razones, se puede afirmar que las variaciones en el nivel del agua subterránea no han sufrido alteraciones importantes en el transcurso del tiempo, por lo que el cambio de almacenamiento tiende a ser nulo.

En 2008 fueron censados seis aprovechamientos, de los cuales tres corresponden a norias y tres a pozos. Tres aprovechamientos se encuentran en estado inactivo (abandonados) y el resto se

mantiene activo: el pozo de agua potable en la comunidad Yécora y los dos pozos ubicados en la unidad minera Mulatos. Cabe mencionar que existe un gran número de pequeñas comunidades o rancherías que se abastecen del agua procedente de los manantiales perennes.

A manera de resumen, en la siguiente Tabla IV-15 se presentan los datos de balance de aguas subterráneas.

Tabla IV-15: Datos balance hídrico del acuífero Yécora

CLAVE	ACUÍFERO	Rt	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		cifras en millones de metros cúbicos anuales (hm^3/año)					
2649	Yécora	10.7	0.0	0.158000	0.4	10.542000	0.000000

Rt: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

IV.2.1.7. Hidrología superficial

La localidad de Mulatos se encuentra en la Región Hidrológica (RH) número 9 “Sonora Sur” dentro de la Región Hidrológico Administrativa (RHA) número 2 “Noreste”. La región hidrológica 9 tiene un total de 16 cuencas hidrológicas, 4 de las cuales presentan déficit y el resto presenta disponibilidad (la cuenca de Rio Yaqui 1 es una de las 12 que tiene disponibilidad, 4.7 hm^3 anuales), una extensión total de 139 370 km^2 y tiene una precipitación normal anual de 502 mm/m^2 (SINA, 2016).

La RH-9 ocupa la mayor superficie en el Estado de Sonora (63%), extendiéndose principalmente en su porción oriental, desde Agua Prieta hasta la comunidad Yávaros, prolongándose al extremo occidente del Estado de Chihuahua. Tiene un relieve con fuertes contrastes altimétricos, la mayoría de sus corrientes nacen en la Sierra Madre Occidental y la integran las siguientes cuencas: Río Mayo, Río Yaqui, Río Mátape, Río Sonora y Río Bacoachi. Cabe mencionar que el acuífero queda enmarcado en la Cuenca del Río Yaqui. La principal corriente superficial de la zona es el Río Mulatos, de tipo perenne, que fluye predominantemente en dirección norte sur, al cual se le unen los ríos Pedregoso y Maycoba, también con dirección preferente norte sur, para después flexionarse al poniente hasta desembocar en la Presa Plutarco Elías Calles (El Novillo). En la zona predomina drenaje radial, seguido del tipo paralelo y en una menor proporción drenaje dendrítico. A los cauces principales se le unen una serie de tributarios de régimen intermitente, destacando los arroyos Yécora y Sirupa, entre otros. En la región que cubre el acuífero no existe infraestructura hidráulica para el almacenamiento del agua superficial.

Específicamente el área de estudio (SA y AP) se encuentra en la cuenca Río Yaqui 1 con clave 103, en la subcuenca R. Sahuaripa y R. Bacanora[13].

El SA es atravesado por el Río Mulatos, la mayoría de las corrientes de agua dentro del SA y AP son intermitentes, lo cual se pudo verificar durante el trabajo en campo realizado en época de secas, al observar los cauces secos o con caudales reducidos (véase Mapa IV-9).

[13] Gaia.inegi.org.mx

IV.2.1.8. Hidrología subterránea

El acuífero Yécora, definido con la clave 2649 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la porción este del Estado de Sonora, entre las coordenadas geográficas 28° 14’ y 29° 05’ de latitud, y 108° 17’ y 109° 02’ de longitud, cubriendo una superficie de 3 578 km^2. Limita al norte y éste con el acuífero Nacori Chico, al sur con San Bernardo y al oeste con Río Sahuaripa.

Geopolíticamente cubre parcialmente territorio de los municipios Yécora y Sahuaripa en el Estado de Sonora, mientras que en el Estado de Chihuahua se ubica en los municipios Madera, Moris y Temósachi (ver Mapa IV-10).

El Acuífero Yécora pertenece al Organismo de Cuenca Noroeste. Su territorio no se encuentra sujeto a las disposiciones de decretos de veda. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (2009), el municipio de Yécora se ubica en zona de disponibilidad 8 y Sahuaripa en zona 7. Los municipios del estado de Chihuahua: Madera, Temósachi y Moris, se ubican en la zona de disponibilidad 7.

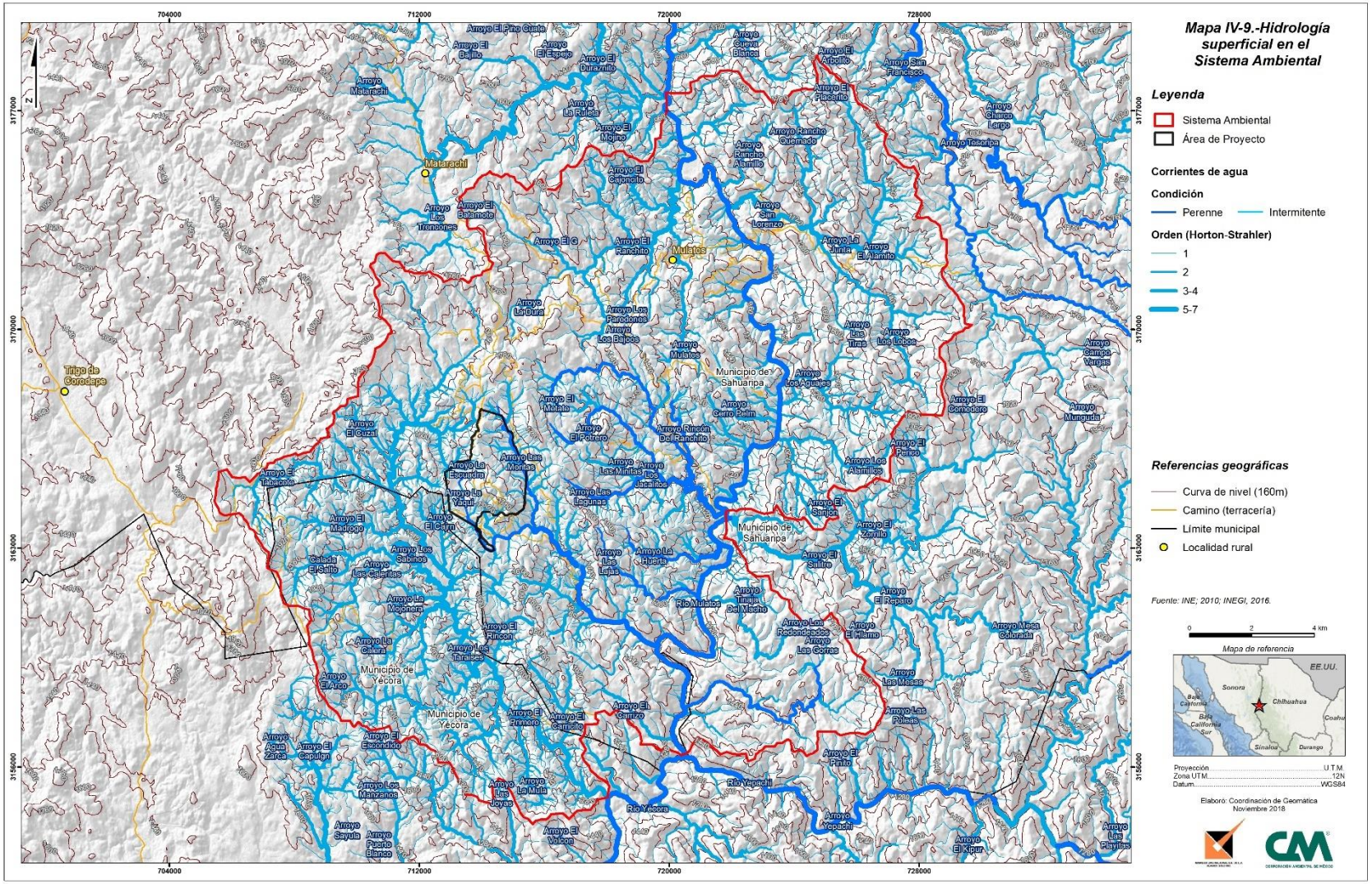
El SA se encuentra dentro del acuífero de Yécora se encuentra en la provincia de la Sierra Madre Occidental, en las provincias de: Sierra Alta y Valle, y Sierras y Valles del norte, está formado principalmente por sierras cuyos rasgos orográficos tienen elevaciones entre 1 000 y 2 000 msnm, que presentan laderas escarpadas, entre las cuales se localiza un pequeño valle intermontano, único en el acuífero, donde se ubica la comunidad de Yécora.

Las rocas que afloran tienen una composición predominantemente volcánica ácida y en menor proporción rocas basálticas dispuestas en franjas orientadas preferentemente Norte-Sur” (INEGI, 1997).

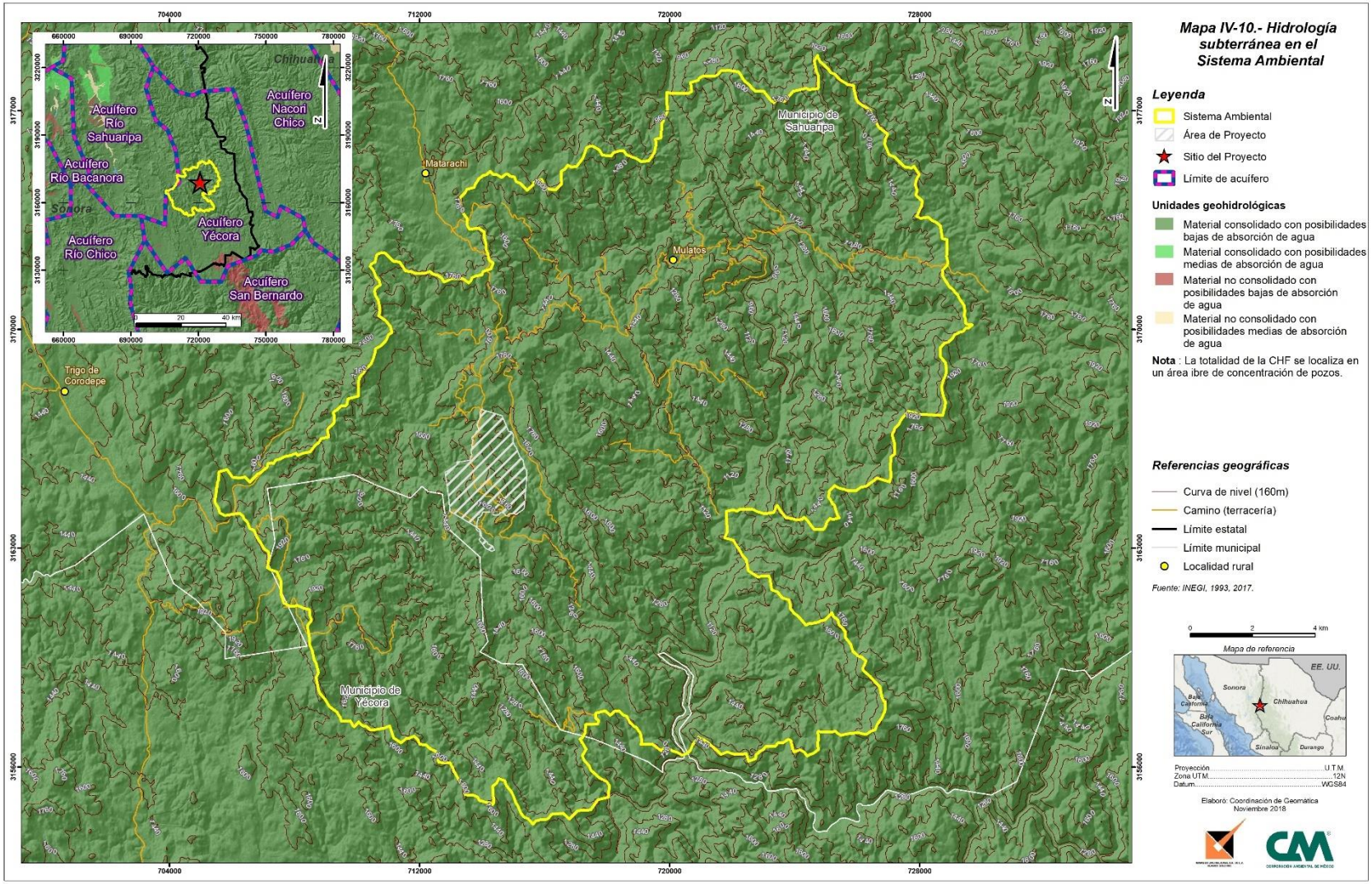
Se trata de un sistema acuífero granular de tipo libre, donde el agua tiene movimiento a través de material granular y fracturado. El medio granular está constituido por depósitos no consolidados y semiconsolidados de granulometría variada (gravas, arenas, limos y arcillas) que afloran en los alrededores del poblado de Yécora, cuyo espesor varía entre 50 y 100 m. Subyaciendo a estos materiales se encuentran los depósitos conglomeráticos consolidados de la Formación Báucarit, de amplia distribución en la zona, cuyo espesor alcanza los 200 m. Esta unidad constituye el basamento geohidrológico del acuífero granular formado por el Valle de Yécora. Bajo los depósitos sedimentarios se encuentra una gran variedad de rocas volcánicas, desde andesitas, riolitas, tobas, etc., que presentan localmente presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento, cuyo espesor total puede alcanzar más 2500 m. La principal recarga al acuífero ocurre por la infiltración de la lluvia en las zonas topográficamente altas. Tal es el caso de la Sierra Laguna, ubicada al noroeste, la Sierra Agua Sarca, al norte, la Sierra El Jarro, al sur y la Sierra Trigo Colón, al este. Estas sierras están constituidas por rocas volcánicas fracturadas, riolitas, tobas riolíticas, basaltos y andesitas, que posiblemente constituyen un acuífero potencial a mayor profundidad, en cuyo caso su basamento regional está formado por una serie de intrusivos, en su mayoría Laramídicos.

Durante la etapa de censo y piezometría efectuados en el 2008, se midieron en campo diversos parámetros fisicoquímicos como: temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, salinidad, oxígeno disuelto, pH y Eh. Dado que la mayor parte de los parámetros físicos y químicos medidos en 2008 presentan valores de pH cercanos a la neutralidad, así como valores bajos de Sólidos Totales Disueltos (STD), la mayor parte del agua subterránea está asociada a agua de reciente infiltración. No se descarta la presencia de iones mayores y/o metales pesados en concentraciones elevadas, en su caso esto sería en zonas puntuales donde la geología y sus procesos mineralógicos cambien la calidad del agua, la cual estaría asociada a un tiempo mayor de residencia y tránsito en el acuífero.

Página intencionalmente dejada en blanco.



Mapa IV-9: Hidrología superficial en el SA



Mapa IV-10: Hidrología subterránea en el SA.

IV.2.2. Aspectos bióticos

IV.2.2.1. Vegetación

IV.2.2.1.1. Provincia florística

De acuerdo a Rzedowski (1978), el municipio de Sahuaripa pertenece a tres provincias florísticas distribuidas de manera vertical de norte a sur. La Planicie Costera del Noroeste pertenece a la porción oeste (región xerofítica mexicana), en el centro está el límite norte de la provincia Costa Pacífica (región Caribea) y por último se encuentra la provincia de la Sierra Madre Occidental (región mesoamericana de montaña). El proyecto se encuentra totalmente incluido en la provincia de la Sierra Madre Occidental, de origen volcánico y relieve montañoso, caracterizado por el dominio de los bosques de *Pinus*, y en menor grado de *Quercus* (Mapa IV-11).

IV.2.2.1.2. Descripción de las formaciones vegetales existentes

En el estado de Sonora se distinguen los siguientes tipos de vegetación terrestre (Rzedowski, 1978): Bosque de *Quercus (bosque de encino)*, Bosque de *Pinus (bosque de encino)*, Bosque mesófilo de montaña, Bosque tropical subcaducifolio, Bosque tropical caducifolio, Bosque espinoso, Matorral xerófilo, Pastizal y Sabana.

De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación serie V de INEGI (2013), la vegetación predominante en el SA es el bosque de encino con 25 048.54 ha (73.26%) de las 34 189.56 hectáreas. El siguiente tipo de vegetación es el bosque de encino-pino representando con solo 4 423. 48 ha (12.26%), (véase Mapa IV-12).

EL AP representa tan sólo el 1.92 % del SA, en el cual encontramos 73.26% de bosque de encino, 12.94% de bosque de encino-pino, 5.50% de bosque de pino-encino 5.50% y 0.55% de agricultura (ver Tabla IV-16).

Tabla IV-16: Tipos de vegetación y usos de suelo presentes de acuerdo a INEGI

Vegetación	Superficie SA en ha	Superficie SA en %	Superficie AP en ha	Superficie AP en %
Agricultura de temporal anual	189.28	0.55	32.01	5.16
Bosque de encino	25 048.54	73.26	264.37	42.59
Bosque de encino-pino	4 423.48	12.94	-	-
Bosque de pino-encino	1 880.51	5.50	324.30	52.25
Desprovisto de vegetación	577.80	1.69	-	-
Pastizal inducido	1 246.68	3.65	-	-
Selva baja caducifolia	823.26	2.41	-	-
	34 189.56	100.00	620.68	100.00

A continuación, se describe la vegetación presente en el SA de acuerdo a la Guía para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Vegetación (INEGI, 2013).

Agricultura de temporal

Se clasifica como tal al tipo de agricultura en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, por lo que su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, que puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien son por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo.

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

Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.

En el SA, este tipo de vegetación esta presente en 189.28 ha que representan solo el 0.55% de la superficie total.

Bosque de encino (BQ)

Comunidades vegetales distribuidas en los macizos montañosos de México, en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur, Sierra Norte de Oaxaca en los estados de Baja California, Baja California Sur, Nuevo León, Veracruz, Oaxaca, Michoacán México, Jalisco, Guerrero, entre otros, a excepción de la península de Yucatán.

En climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que va de los 10 a 26° c. y una precipitación media anual que varía de 350 a 2 000 mm. Se desarrolla en muy diversas condiciones ecológicas desde el nivel del mar hasta los 3 000 m de altitud.

Preferentemente se encuentra sobre la exposición norte y oeste, pero se le puede encontrar en otras. Este tipo de vegetación se ha observado en diferentes clases de roca madre, tanto ígneas, sedimentarias y metamórficas, en suelos profundos o someros como regosoles, leptosoles, cambisoles, andosoles, luvisoles, entre otros. Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género *Quercus (*más de 200 especies en México)*;* son arboles perennifolios o caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable, pero generalmente la floración se da en la época seca del año de diciembre a marzo, y los frutos maduran entre junio y agosto.

Estos bosques generalmente se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas, el tamaño varía desde los 4 hasta los 30 m de altura desde abiertos a muy densos. En general, este tipo de comunidad se encuentra muy relacionada con los de pino, formando una serie de mosaicos complejos.

El SA está representado en su mayor parte por bosque de encino, representando el 73.26% mientras que en el AP representa el 42.59% (véase Tabla IV-16).

Bosque de Encino-Pino (BQP)

Comunidad que se distribuye principalmente en los sistemas montañosos del país, concentrándose la mayor parte en: Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur y en menor proporción Sierra Madre Oriental, Cordillera Centroamericana, Sierras de Chiapas y Guatemala, Llanura Costera del Golfo Norte, Mesa del Centro y Península de Baja California. Se desarrolla en climas templados, semifríos, semicálidos, y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura que oscila entre los 10 y 28° C y una precipitación total anual que varía desde los 600 a 2 500 mm, en cuanto a la altitud oscila desde los 300 y 2 800 m.

La exposición puede presentarse desde plana hasta aquellas que están orientadas hacia el norte, sur, este y oeste. El sustrato donde se desarrolla esta comunidad es de origen ígneo como tobas y riolitas y sedimentarias como las calizas principalmente, se establecen en suelos como leptosoles, luvisoles, regosoles, phaeozem y en menor proporción los durisoles y umbrisoles.

Estas comunidades están conformadas por encinos (*Quercus* spp.), y en proporción algo menor de pinos (*Pinus* spp.). Se desarrolla principalmente en áreas de mayor importancia forestal, en los límites altitudinales inferiores de los bosques de pino-encino. Estas comunidades muestran menor porte y altura que aquellos donde domina el pino sobre el encino con una altura de 8 a 35 m. Son arboles perennifolios y caducifolios, la floración y fructificación es variable durante todo el año.

El SA está representado por este tipo de vegetación ocupando el 12.94% de la superficie total, en el AP no hay presencia de este tipo de vegetación (véase Tabla IV-16).

Bosque de Pino-Encino (BPQ)

Son comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México. Se distribuyen en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur.

En climas templados, semifríos, semicálidos y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 28° C y una precipitación que va de los 600 a los 2 500 mm anuales. Su mayor distribución se localiza entre los 1 200 a 3 200 m, aunque se les puede encontrar a menor altitud. La exposición puede presentarse desde plana hasta aquellas que están orientadas hacia el norte, sur, este y oeste. Se establecen en sustrato ígneo y menor proporción sedimentaria y metamórfica, sobre suelos someros, profundos y rocosos como cambisoles, leptosoles, luvisoles, regosoles, entre otros.

Alcanzan alturas de 8 hasta los 35 m, las comunidades están conformadas por diferentes especies de pino (*Pinus* spp.) y encino (*Quercus* spp.); pero con dominancia de las primeras. La transición del bosque de encino al de pino está determinada (en condiciones naturales) por el gradiente altitudinal. Son arboles perennifolios y caducifolios, la floración y fructificación es variable durante todo el año. Estas mezclas son frecuentes y ocupan muchas condiciones de distribución.

El bosque de pino-encino ocupa una superficie de 5.50% del SA, mientras que en el AP la ocupación de superficie es del 52.25% (véase Tabla IV-16).

Selva Baja Caducifolia (SBC)

Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta en BS y Cw. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28°C. Las precipitaciones anuales se encuentran

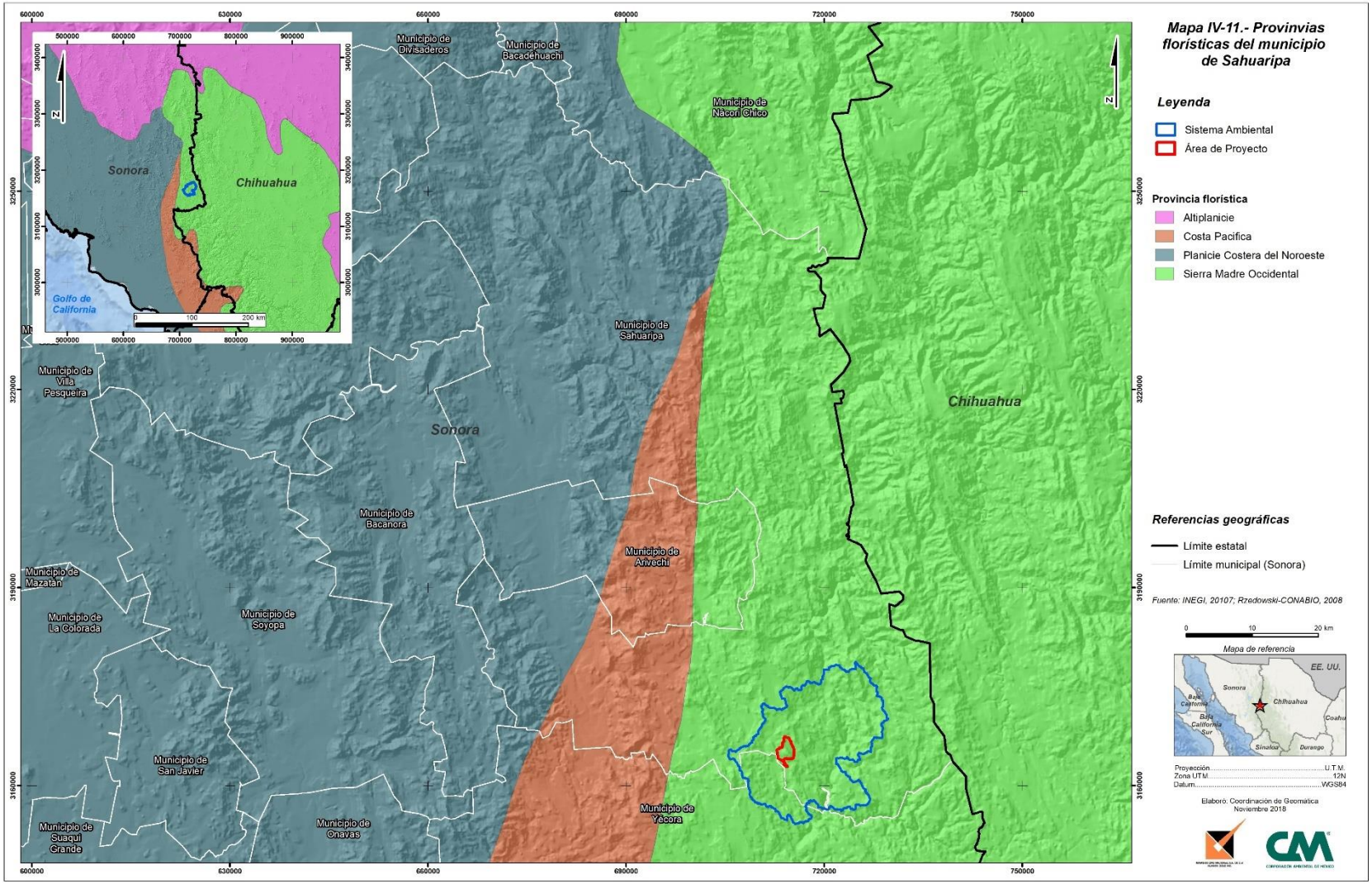
entre 300 a 1 500 mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa.

Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900 m, rara vez hasta 2 000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800 m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacifico.

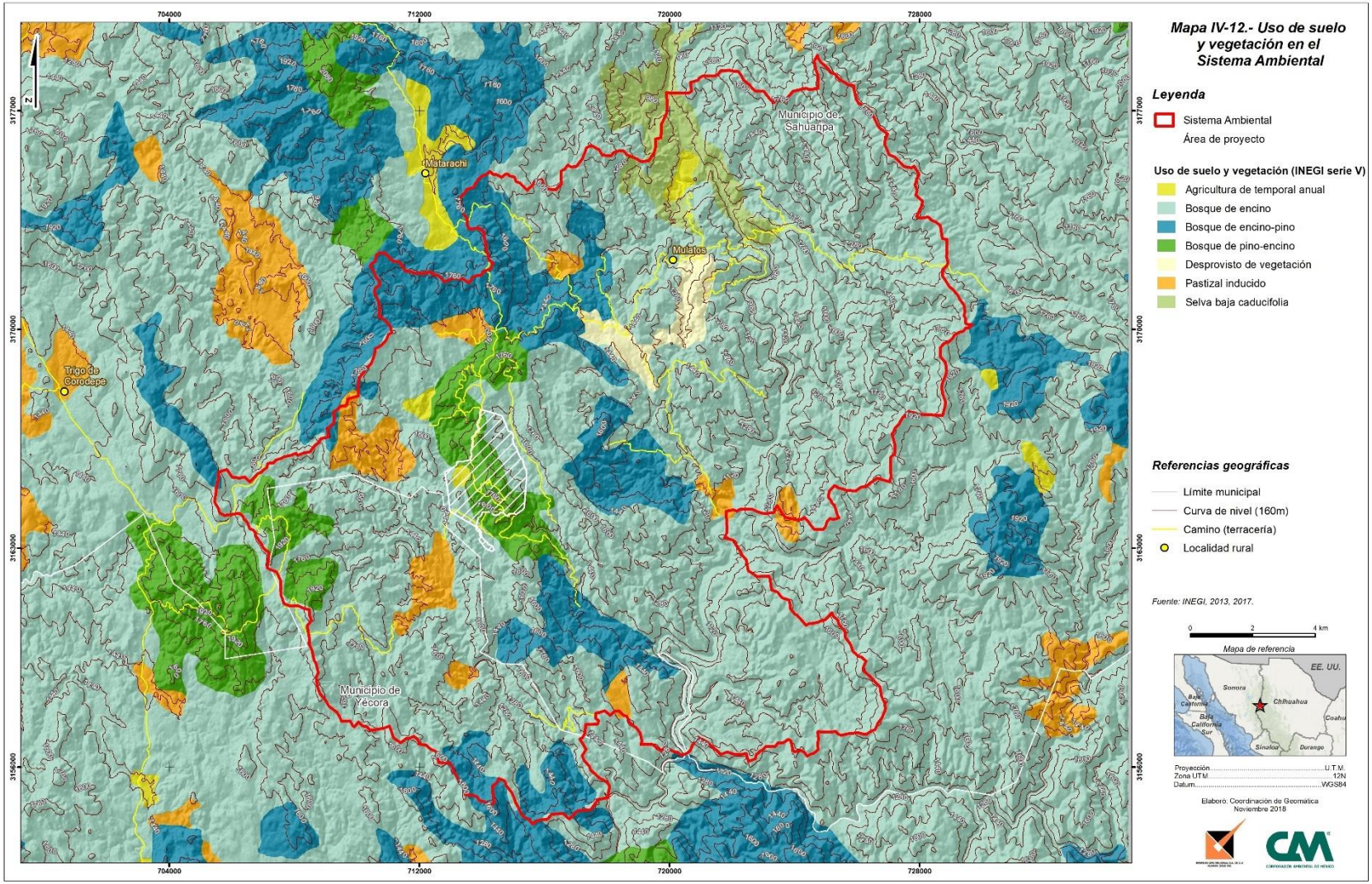
Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave, Opuntia, Stenocereus* y *Cephalocereus*.

Es una de las selvas de mayor distribución en México, cubre grandes extensiones desde el sur de Sonora y el suroeste de Chihuahua hasta Chiapas en la vertiente del Pacifico. Hasta la altura del estado de Sinaloa esta comunidad se restringe a la vertiente occidental de la Sierra Madre Occidental sin penetrar a la planicie costera.

La selva baja caducifolia ocupa una superficie de 823.26 ha, equivalente al 2.41% del SA, en el AP no hay este tipo de vegetación (véase Tabla IV-16).



Mapa IV-11: Provincias florísticas del municipio de Sahuaripa



Mapa IV-12: Uso de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental

IV.2.2.1.3. Metodología

Se realizarón trabajos de campo en el sitio SA, durante la temporada correspondiente a lluvias y secas, con la finalidad de elaborar la descripción por estratos de las diferentes asociaciones vegetales e identificar las especies presentes en dicho sitio.

Tipo de muestreo

El muestreo fue estratificado, al azar. El proceso de estratificación consiste en dividir una población, en subpoblaciones o estratos que son muestreados en forma independiente, de modo que puedan efectuarse estimaciones por estrato y una estimación global de sus parámetros, Estos estratos fueron arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Dentro de los estratos, se ubicaron las Unidades de Muestreo (UM) o parcelas, de área definida, en forma aleatoria o al azar. Lo estratos se construyeron con base en: (tipos de vegetación, exposición a la radiación solar, e intervalos de pendiente expresada en porcentaje) (Prodan M.,1997).

Los métodos con área definida son la principal herramienta para describir la vegetación de una zona. Permiten la estandarización de los atributos estructurales de las comunidades y facilitan la interpretación de las características de la vegetación. Por medio de este tipo de estudios se pueden realizar predicciones (como la riqueza florística), la diversidad, la importancia ecológica de cada especie, entre otras. Además, permite realizar comparaciones directas con otros trabajos e incluso extrapolar la información obtenida a ambientes más grandes.

Método con área definida

Se establecieron parcelas temporales ubicadas de manera aleatoria dentro del Sistema Ambiental (SA) y Área de Proyecto (AP). Cada parcela constó de tres círculos concéntricos de 5, 3 y 0.5 m de radio en los que se evaluó a los individuos de tres estratos verticales (arbóreo, arbustivo y herbáceo) respectivamente. Los estratos están definidos en función del tamaño y forma de crecimiento de las plantas. Se tomaron como criterios de inclusión la altura y el diámetro a la altura de pecho (DAP). Sólo se midieron los ejemplares enraizados dentro de los círculos, los individuos y las ramas con vida.

Variables muestreadas

En cada parcela circular se definieron tres subunidades: En el círculo de radio=5 m (78.53 m^2), se midió la vegetación leñosa del estrato alto, dentro de esta área se incluyeron todos los individuos leñosos con diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor de 10 cm (DAP ≥ 10 cm), las variables cuantificadas fueron: especie, nombre común, altura total (m), DAP mayor (m), DAP de los tallos secundarios (en caso de individuos policaulescentes) y cobertura de la copa (diámetro mayor y menor; ver Figura IV-8).

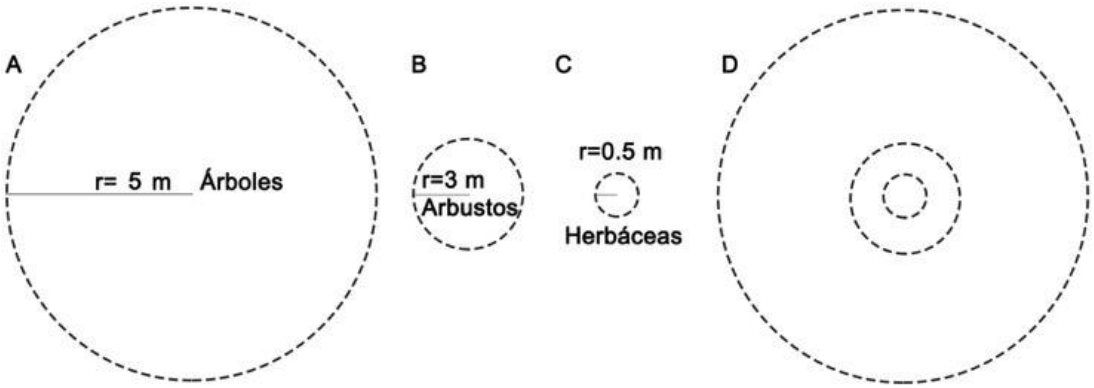


Figura IV-8: Esquema de las parcelas circulares utilizadas

A) Área de muestreo de árboles, B) Muestreo de arbustos, C) Área de muestreo de herbáceas, D) Aspecto de las parcelas de muestreo concéntricas.

En cada parcela circular se definieron tres subunidades: En el círculo de radio = 5 m (78.53 m^2), se midió la vegetación leñosa del estrato alto o arbóreo, dentro de esta área se incluyeron todos los individuos leñosos con diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor de 10 cm (DAP ≥ 10 cm), las variables cuantificadas fueron: especie, nombre común, altura total (m), DAP mayor (m), DAP de los tallos secundarios (en caso de individuos policaulescentes) y cobertura de la copa (diámetro mayor y menor; Figura IV-9).

En el círculo de radio = 3 m (28.27 m^2) se muestrearon todos los individuos leñosos que tuvieran un DAP < 10 cm (estrato arbustivo). Se tomaron datos de la especie, nombre común, altura total (m), diámetro mayor y de los tallos secundarios (m) y cobertura de la copa (m).

En el círculo más pequeño, de radio = 0.5 m (0.785 m^2) se midieron todas las especies herbáceas con altura menor a 1.3 m. La información fue recabada por especie y las variables consideradas fueron altura promedio (m), número de individuos por especie y porcentaje de cobertura con respecto a la totalidad de este cuadrante.

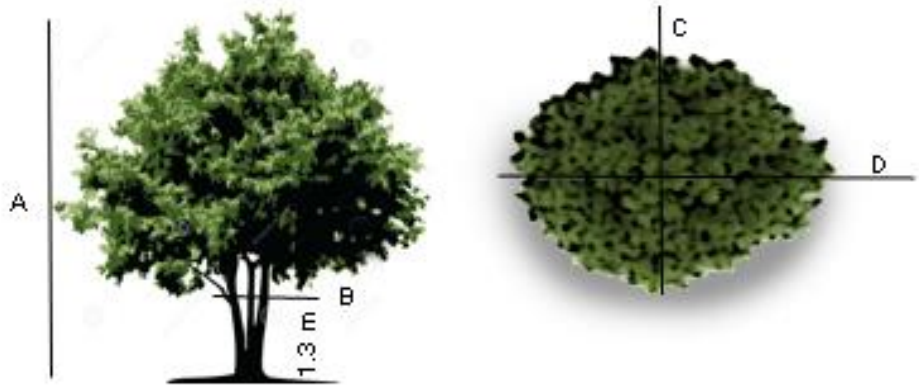


Figura IV-9: Detalles de medidas tomadas

A) Altura total, B) Diámetro la altura del pecho (DAP) con policaulescencia, C) Diámetro menores y D) Diámetro mayor.

Para cada sitio de muestreo se incluyó información general del ambiente y de su ubicación, que incluyó la georrefencia del centro de la parcela, tomada en unidades Universal Transversal de Mercator (UTM) región 12 norte, Datum WGS84.

Temporalidad de muestreo

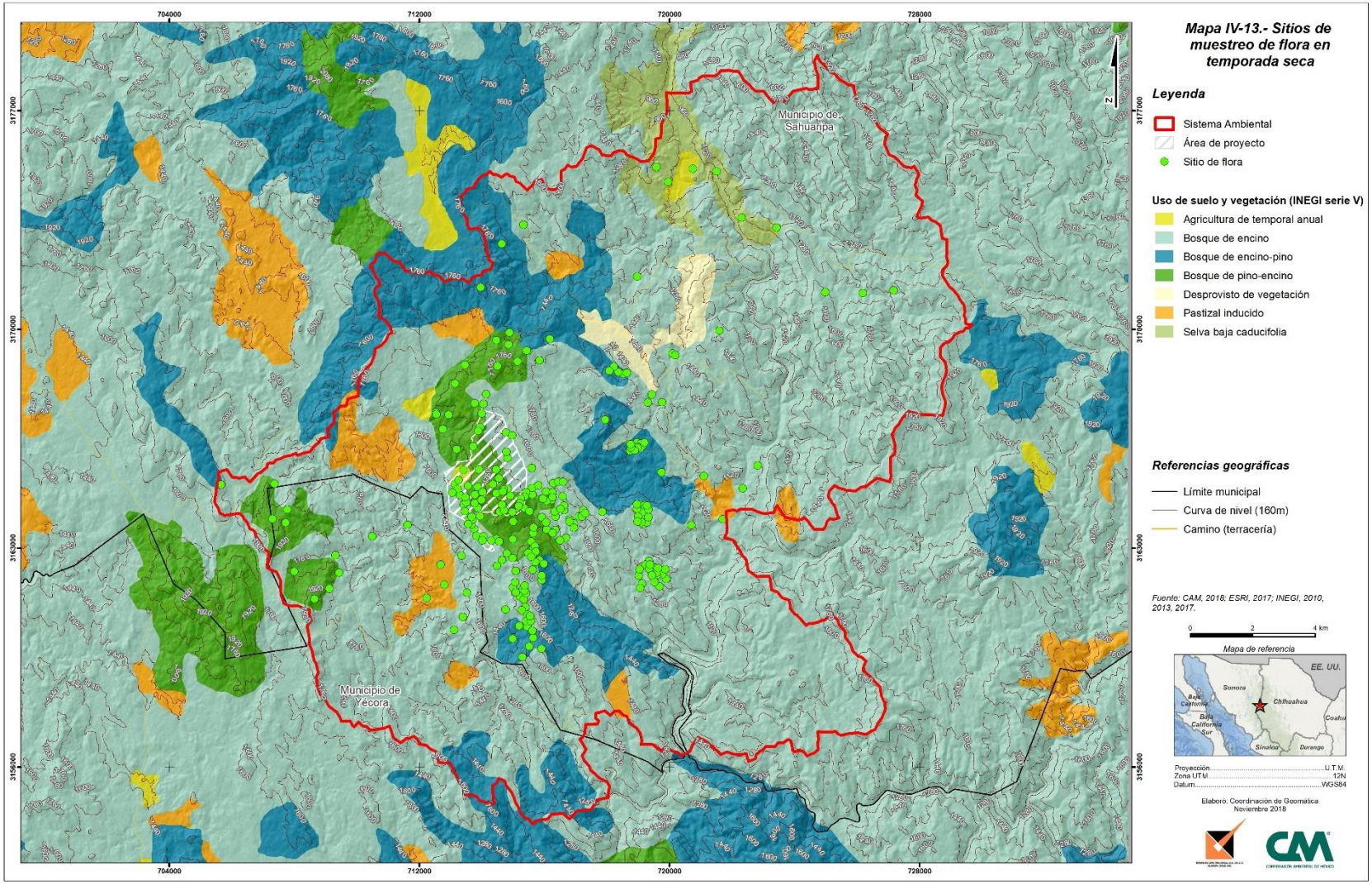
Para obtener un mejor conocimiento de la vegetación, el muestreo general constó en dos campañas, una hecha en la temporada de lluvias y otra en la temporada de secas En la temporada seca de mayo del 2017 y la temporada de lluvias septiembre de 2018.

En total se muestraearon 320 Unidades de Muestreo (UM) el SA, de los cuales 64 se realizaron en el AP. En el **Anexo IV-1** se presentan las coordenadas de cada una de estas unidades).

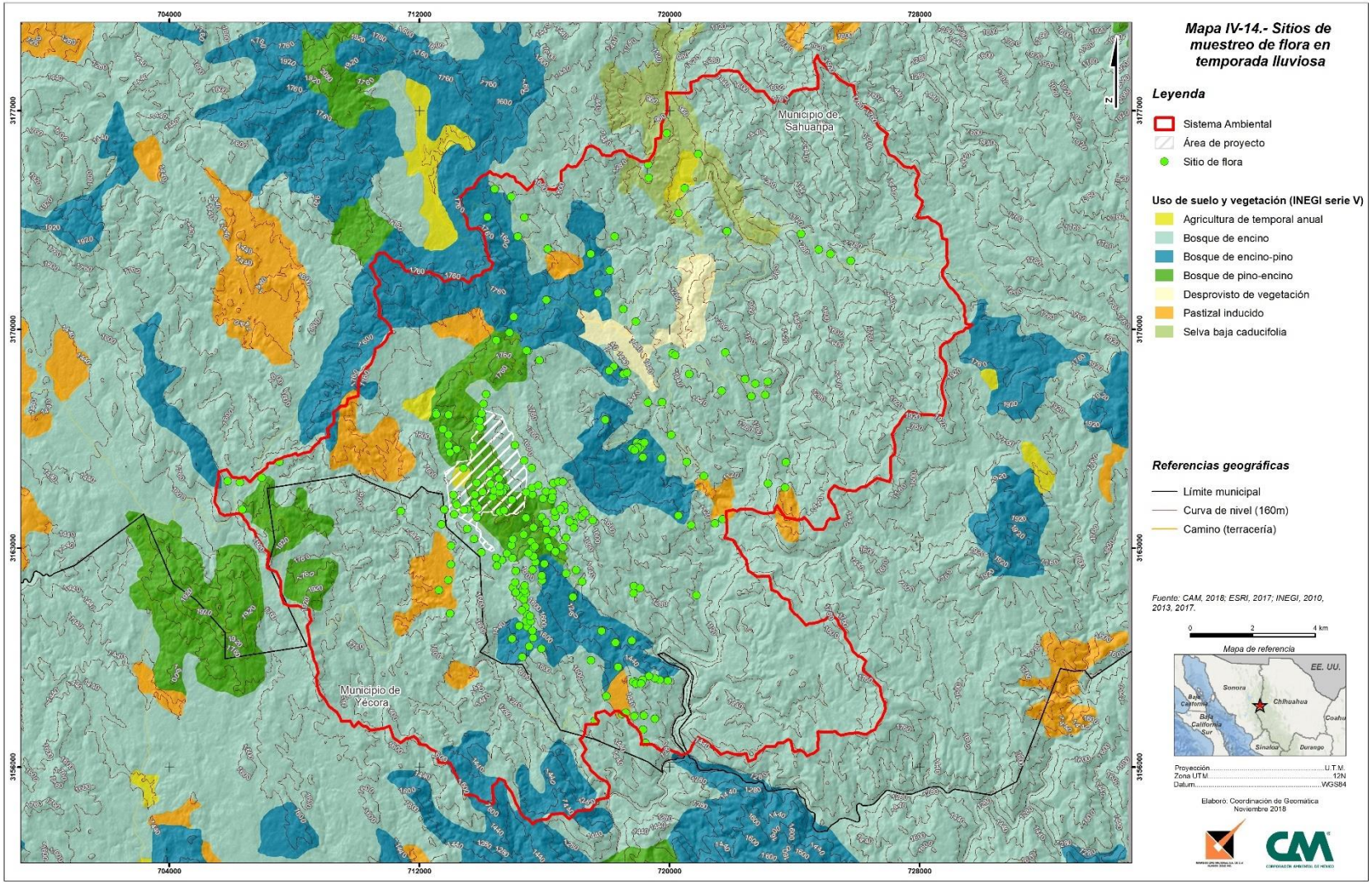
En el **Anexo IV-**2 se presenta la memoria fotográfica de las unidasd de muestreo realizadas.

El Mapa IV-13 y Mapa IV-14 a continuación, se representan las ubicaciones de las UM estudiados durante las dos temporadas.

Página intencionalmente dejada en blanco.



Mapa IV-13: Unidades de Muestreo de flora en el SA, temporada de secas.



Mapa IV-14: Unidades de Muestreo de flora en el SA, temporada de lluvias

Se identificaron los ejemplares botánicos recolectados en campo y las fotografías hasta nivel de especie, en medida de lo posible, en el **Anexo IV-3** se presenta una memoria fotográfica de los especímenes identificados. En los casos donde este material carecía de estructuras sexuales (flores o frutos), sólo se identificaron a nivel de género o familia. En ejemplares con escasas estructuras informativas se mantuvo la morfoespecie como unidad equivalente a la especie para realizar los análisis.

Los ejemplares botánicos se compararon con material herborizado presente en las colecciones de la Facultad de Ciencias de la UNAM (FCME) y en el herbario del Instituto de Biología (MEXU). La clasificación de las especies de angiospermas se realizó conforme a Stevens (2001, continua).

Durante los recorridos se hizo especial énfasis en la localización de especies que se hallan citadas bajo algún estatus de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, la Lista Roja de “The World Conservation Union” (IUCN, 2017) y los Apéndices I, II y III de la Convención Internacional sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2013).

De acuerdo con el muestreo realizado, se lograron obtener un total de **300** especies de plantas en el SA y **68** especies en el AP. Los ecosistemas con mayor número de especies fueron el bosque de encino (BQ) con 249 especies, el bosque de encino-pino (BQP) con 119 especies y el bosque de pino-encino (BPQ) con 104 especies (véase Tabla IV-17).

Tabla IV-17: Especies de flora registradas en SA y AP

No.	Especie	SA	ATA	PI	BQ	BQP	BPQ	SBC	AP	BQ	BPQ	ATA
1	*Carlowrightia neesiana*	1			1							
2	*Dyschoriste schiedeana*	1			1							
3	*Elytraria imbricata*	1	1	1	1	1	1		**1**			1
4	*Henrya insularis*	1			1	1		1				
5	*Ruellia intermedia*	1			1	1	1					
6	*Ruellia nudiflora*	1		1	1	1		1				
7	*Tetramerium nervosum*	1			1		1					
8	*Amaranthus palmeri*	1				1						
9	*Gomphrena nitida*	1			1							
10	*Gomphrena sonorae*	1		1	1							
11	*Iresine diffusa*	1					1					
12	*Toxicodendron diversilobum*	1					1					
13	*Toxicodendron radicans*	1			1							
14	*Asclepias linaria*	1			1							
15	*Mandevilla foliosa*	1			1	1						
16	*Aristolochia nana*	1				1						
17	*Aristolochia sinaloae*	1			1							
18	*Dasylirion gentryi*	1				1						
19	*Nolina bigelovii*	1			1							
20	*Ageratum corymbosum*	1				1			1	1		
21	*Ambrosia confertiflora*	1			1							
22	*Aphanostephus ramosissimus*	1					1					
23	*Aster moranensis*	1			1							
24	*Baccharis salicifolia*	1			1	1	1		1		1	
25	*Bidens bigelovii*	1			1	1						
26	*Bidens formosa*								**1**			1
27	*Bidens pilosa*	1		1	1	1	1		1	1		
28	*Bidens sambucifolia*	1				1						
29	*Brickellia paniculata*	1			1							
30	*Brickellia veronicifolia*	1			1							

No.	Especie	SA	ATA	PI	BQ	BQP	BPQ	SBC	AP	BQ	BPQ	ATA
31	*Carminatia tenuiflora*	1		1	1	1						
32	*Chromolaena collina*	1			1	1						
33	*Chromolaena glaberrima*	1			1	1	1					
34	*Chromolaena misella*	1					1		1		1	
35	*Chromolaena odorata*	1			1	1	1	1				
36	*Conyza canadensis*	1			1		1					
37	*Delilia biflora*	1			1							
38	*Erigeron griseus*	1			1	1	1					
39	*Erigeron velutipes*	1		1	1							
40	*Galinsoga quadriradiata*	1			1							
41	*Heterosperma pinnatum*	1			1							
42	*Hieracium fendleri*	1					1					
43	*Hofmeisteria urenifolia*	1			1		1					
44	*Jaegeria glabra*	1			1							
45	*Lagascea decipiens*	1			1			1				
46	*Lasianthaea fruticosa*	1			1		1		1		1	
47	*Lasianthaea macrocephala*	1			1	1	1					
48	*Montanoa karwinskii*	1			1	1	1					
49	*Montanoa leucantha*	1			1	1	1					
50	*Montanoa tomentosa*	1		1	1							
51	*Otopappus tequilanus*	1			1		1					
52	*Paspalum virletii*	1			1	1						
53	*Pectis angustifolia*	1		1								
54	*Perymenium buphthalmoides var. sonoranum*	1			1	1						
55	*Porophyllum coloratum*	1			1							
56	*Porophyllum ruderale*	1			1							
57	*Porophyllum tagetoides*	1			1							
58	*Psacalium decompositum*	1			1							
59	*Pseudognaphalium bourgovii*	1			1		1					
60	*Psilactis asteroides*	1					1					
61	*Roldana hartwegii*	1			1	1						
62	*Simsia amplexicaulis*	1	1									
63	*Stevia caracasana*	1			1	1						
64	*Stevia myricoides*	1			1							
65	*Stevia origanoides*	1			1		1		1		1	
66	*Stevia ovata*	1	1		1				**1**			1
67	*Stevia plummerae*	1			1		1					
68	*Tagetes foetidissima*	1	1	1	1	1	1		**1**			1
69	*Tagetes micrantha*	1	1	1					**1**			1
70	*Tagetes microglossa*	1				1						
71	*Tagetes subulata*	1			1							
72	*Tridax erecta*	1		1								
73	*Vernonanthura liatroides*	1			1	1						
74	*Vernonia barclayi*	1			1							
75	*Viguiera buddlejiformis*	1					1					
76	*Wedelia gentryi*	1		1	1							
77	*Wedelia greenmanii*	1			1		1		1	1	1	
78	*Zinnia americana*	1			1		1					
79	*Zinnia peruviana*	1	1	1	1			1	**1**	1		1
80	*Zinnia zinnioides*	1		1	1		1		1		1	
81	*Alnus oblongifolia*	1			1				1	1		
82	*Lepidium graminifolium*	1				1						
83	*Sisymbrium irio*	1		1	1	1						
84	*Bursera fagaroides*	1				1		1				
85	*Bursera fagaroides var. elongata*	1			1							

No.	Especie	SA	ATA	PI	BQ	BQP	BPQ	SBC	AP	BQ	BPQ	ATA
86	*Echinocereus stoloniferus*	1		1								
87	*Mammillaria standleyi*	1			1							
88	*Opuntia cochinera*	1			1	1		1				
89	*Opuntia megacantha*	1			1		1		1		1	
90	*Opuntia robusta*	1			1							
91	*Opuntia wilcoxii*	1			1	1		1				
92	*Stenocereus thurberi*	1			1							
93	*Diastatea micrantha*	1			1							
94	*Arenaria lanuginosa*	1			1	1						
95	*Drymaria villosa*	1			1							
96	*Helianthemum pringlei*	1					1					
97	*Evolvulus alsinoides*	1	1		1							
98	*Ipomoea coccinea*	1		1	1							
99	*Ipomoea costellata*	1		1				1				
100	*Ipomoea purpurea*	1	1		1		1		1	1		1
101	*Cupressus lusitanica*	1	1		1	1	1		1	1		1
102	*Juniperus deppeana*	1	1	1	1	1	1		1			1
103	*Juniperus scopulorum*	1		1	1	1	1		1		1	
104	*Carex turbinata*	1			1	1	1					
105	*Cyperus aggregatus*	1					1					
106	*Cyperus pallidicolor*	1			1							
107	*Arbutus arizonica*	1			1		1					
108	*Arbutus xalapensis*	1			1		1		1	1	1	
109	*Arctostaphylos pungens*	1			1		1					
110	*Gaultheria erecta*	1				1						
111	*Acalypha aliena*	1			1							
112	*Acalypha papillosa*	1			1							
113	*Croton fruticosus*	1						1				
114	*Ditaxis adenophora*	1			1							
115	*Euphorbia anychioides*	1		1								
116	*Euphorbia dentata*	1			1							
117	*Euphorbia gracillima*	1		1	1							
118	*Euphorbia heterophylla*	1			1							
119	*Euphorbia hirta*	1			1							
120	*Euphorbia subreniformis*	1		1	1	1						
121	*Jatropha cardiophylla*	1			1							
122	*Manihot rubricaulis subsp. Isoloba*	1			1							
123	*Tragia nepetifolia*	1			1							
124	*Acaciella angustissima*	1			1	1	1					
125	*Astragalus nuttallianus*	1	1	1	1				1			1
126	*Chamaecrista chamaecristoides*	1			1							
127	*Chamaecrista hispidula*	1			1	1						
128	*Chamaecrista nictitans*	1		1	1				1	1		
129	*Cologania broussonetii*	1			1	1						
130	*Coursetia caribaea*	1		1	1	1	1					
131	*Coursetia glandulosa*	1			1							
132	*Dalea cliffortiana*	1		1								
133	*Dalea enneandra*	1			1	1						
134	*Desmodium affine*	1			1		1					
135	*Desmodium angustifolium*	1			1		1					
136	*Desmodium cinereum*	1		1	1	1						
137	*Desmodium grahamii*	1		1	1	1	1					
138	*Desmodium incanum*	1			1	1						
139	*Desmodium macrostachyum*	1			1							
140	*Desmodium nicaraguense*	1			1	1	1					

No.	Especie	SA	ATA	PI	BQ	BQP	BPQ	SBC	AP	BQ	BPQ	ATA
141	*Desmodium pringlei*	1		1	1	1	1	1				
142	*Desmodium procumbens*	1			1							
143	*Desmodium scorpiurus*	1		1	1	1						
144	*Desmodium tortuosum*	1			1							
145	*Eriosema diffusum*	1			1	1	1		1	1		
146	*Eriosema pulchellum*	1			1							
147	*Erythrina flabelliformis*	1			1		1	1				
148	*Eysenhardtia byei*	1			1			1				
149	*Eysenhardtia orthocarpa*	1			1	1						
150	*Eysenhardtia schizocalyx*	1			1							
151	*Galactia wrightii*	1	1			1			**1**			1
152	*Leucaena leucocephala*	1			1							
153	*Lysiloma divaricatum*	1			1							
154	*Lysiloma watsonii*	1			1	1	1	1				
155	*Marina crenulata*	1						1				
156	*Marina diffusa*	1				1						
157	*Marina scopa*	1			1							
158	*Mimosa laxiflora*	1				1						
159	*Phaseolus anisotrichos*	1				1						
160	*Phaseolus coccineus*	1	1		1	1			**1**			1
161	*Rhynchosia macrocarpa*	1			1							
162	*Rhynchosia minima*	1			1							
163	*Tephrosia macrantha*	1			1		1					
164	*Tephrosia vicioides*	1			1							
165	*Vachellia constricta*	1						1				
166	*Vachellia farnesiana*	1	1		1	1		1				
167	*Vachellia pennatula*	1			1			1				
168	*Zornia thymifolia*								1	1		
169	*Crotalaria purshii*	1					1					
170	*Quercus albocincta*	1			1	1	1	1	1	1		
171	*Quercus arizonica*	1			1	1	1		1		1	
172	*Quercus chihuahuensis*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
173	*Quercus coccolobifolia*	1			1		1		1		1	
174	*Quercus emoryi*	1			1		1		1		1	
175	*Quercus grisea*	1			1	1	1		1	1		
176	*Quercus hypoleucoides*	1			1	1	1					
177	*Quercus jonesii*	1					1		1		1	
178	*Quercus mcvaughii*	1				1	1		1		1	
179	*Quercus oblongifolia*	1		1	1	1	1	1	1	1	1	
180	*Quercus perpallida*	1		1	1	1	1		1	1	1	
181	*Quercus radiata*	1			1		1		1		1	
182	*Quercus scytophylla*	1				1	1					
183	*Quercus tarahumara*	1			1	1	1		1	1	1	
184	*Quercus toumeyi*	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1
185	*Quercus tuberculata*	1			1	1	1	1				
186	*Quercus turbinella*	1		1	1	1	1		1			
187	*Quercus viminea*	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1
188	*Garrya salicifolia*	1			1							
189	*Sabatia tuberculata*	1			1	1						
190	*Juglans major*	1			1							
191	*Asterohyptis seemannii*	1			1							
192	*Hyptis mutabilis*	1				1						
193	*Salvia alamosana*	1	1	1	1	1						
194	*Salvia hispanica*	1			1		1					
195	*Salvia misella*	1			1	1						
196	*Salvia occidentalis*	1		1	1	1	1	1	1	1	1	
197	*Stachys coccinea*	1			1							

No.	Especie	SA	ATA	PI	BQ	BQP	BPQ	SBC	AP	BQ	BPQ	ATA
198	*Litsea glaucescens*	1			1		1					
199	*Cuphea wrightii*	1			1							
200	*Gaudichaudia albida*	1				1						
201	*Anoda acerifolia*	1			1							
202	*Anoda cristata*	1			1	1						
203	*Ceiba acuminata*	1						1				
204	*Corchorus orinocensis*	1			1							
205	*Sida abutilifolia*	1			1	1						
206	*Sida alamosana*	1			1							
207	*Sida neomexicana*	1		1	1							
208	*Sida rhombifolia*	1			1	1	1					
209	*Sida spinosa*	1			1	1						
210	*Triumfetta semitriloba*	1			1	1						
211	*Ficus petiolaris*	1			1							
212	*Morus alba*	1				1						
213	*Boerhavia coccinea*	1			1							
214	*Boerhavia erecta*	1			1							
215	*Fraxinus gooddingii*	1			1		1	1				
216	*Fraxinus papillosa*	1				1						
217	*Fraxinus velutina*	1			1	1			1	1		
218	*Osmanthus americanus*	1			1	1						
219	*Gongylocarpus rubricaulis*	1	1	1	1				**1**			1
220	*Sarcoglottis corymbosa*	1			1							
221	*Buchnera lithospermifolia*	1				1						
222	*Castilleja tenuiflora*	1			1							
223	*Oxalis corniculata*	1			1							
224	*Passiflora suberosa*	1			1							
225	*Erythranthe guttata*	1			1							
226	*Pinus arizonica*	1			1		1		1	1	1	
227	*Pinus herrerae*	1			1	1	1		1	1	1	
228	*Pinus leiophylla*	1			1	1	1		1	1	1	
229	*Pinus oocarpa*	1			1		1		1	1	1	
230	*Pinus ponderosa*	1			1		1		1		1	
231	*Pinus pseudostrobus*	1			1	1	1		1	1	1	
232	*Mecardonia procumbens*	1			1	1			1	1		
233	*Aristida divaricata*	1			1		1					
234	*Aristida ternipes*	1			1	1	1		1	1	1	
235	*Axonopus compressus*	1	1		1				**1**			1
236	*Blepharidachne bigelovii*	1			1							
237	*Bouteloua chondrosioides*	1		1	1		1		1		1	
238	*Bouteloua curtipendula*	1		1								
239	*Bouteloua parryi*	1		1	1	1						
240	*Bromus anomalus*	1			1	1						
241	*Bromus catharticus*	1			1		1					
242	*Chloris virgata*								1	1		
243	*Chondrosum hirsutum*	1			1		1					
244	*Cynodon dactylon*	1				1						
245	*Diectomis fastigiata*	1		1	1							
246	*Eragrostis amabilis*	1			1							
247	*Eragrostis pilosa*	1			1	1						
248	*Lasiacis nigra*	1			1							
249	*Lasiacis ruscifolia*	1			1							
250	*Melinis repens*	1			1	1	1		1		1	
251	*Muhlenbergia alopecuroides*	1			1							
252	*Muhlenbergia arizonica*	1		1	1	1	1		1	1	1	
253	*Muhlenbergia articulata*	1			1	1	1		1	1	1	
254	*Muhlenbergia dumosa*	1			1		1		1		1	

No.	Especie	SA	ATA	PI	BQ	BQP	BPQ	SBC	AP	BQ	BPQ	ATA
255	*Muhlenbergia lehmanniana*	1				1						
256	*Muhlenbergia palmeri*	1			1		1					
257	*Muhlenbergia rigens*	1		1	1		1					
258	*Muhlenbergia rigida*	1			1	1	1					
259	*Oplismenus burmannii*	1	1	1	1	1			1	1		1
260	*Panicum hirticaule*	1	1	1	1							
261	*Paspalum convexum*	1			1							
262	*Paspalum langei*	1			1	1	1					
263	*Paspalum tenellum*	1				1						
264	*Pennisetum ciliare*	1			1							
265	*Piptochaetium virescens*	1			1							
266	*Poa bigelovii*	1			1	1	1					
267	*Schizachyrium sanguineum*	1		1	1	1	1		1		1	
268	*Setaria parviflora*	1			1	1						
269	*Setaria pumila*	1			1							
270	*Trachypogon spicatus*	1			1		1		1	1	1	
271	*Tripsacum lanceolatum*	1			1	1	1		1		1	
272	*Tripsacum zopilotense*	1			1							
273	*Loeselia glandulosa*	1			1		1					
274	*Polygala glochidata*	1	1				1		**1**			1
275	*Adiantum braunii*	1			1							
276	*Anemia tomentosa var. mexicana*	1			1							
277	*Astrolepis sinuata*	1			1	1						
278	*Bommeria pedata*	1			1							
279	*Cheilanthes bonariensis*	1			1		1					
280	*Cheilanthes cucullans*	1			1							
281	*Cheilanthes kaulfussii*	1			1							
282	*Cheilanthes pyramidalis*	1			1		1					
283	*Cheilanthes sinuata*	1			1							
284	*Cheilanthes wrightii*	1					1					
285	*Myriopteris aurea*	1			1							
286	*Clematis ligusticifolia*	1			1							
287	*Prunus gentryi*								1	1		
288	*Prunus serotina*	1			1	1						
289	*Bouvardia ternifolia*	1				1						
290	*Crusea wrightii*	1	1	1	1		1		**1**			1
291	*Diodia teres*	1			1							
292	*Randia echinocarpa*	1			1							
293	*Salix bonplandiana*	1			1							
294	*Serjania palmeri*	1			1	1						
295	*Buddleja parviflora*	1			1	1						
296	*Selaginella delicatissima*	1			1							
297	*Selaginella lepidophylla*	1			1							
298	*Selaginella pallescens*	1			1	1						
299	*Selaginella pilifera*	1			1	1						
300	*Selaginella rupincola*	1			1							
301	*Selaginella wrightii*	1	1		1				**1**			1
302	*Lantana camara*	1			1							
303	*Lippia alba*	1	1									
304	*Verbena carolina*	1		1	1	1						
	Total	**300**	**26**	**52**	**249**	**119**	**104**	**25**	**68**	**34**	**37**	**21**

BQ: Bosque de encino, BQP: Bosque encino-pino, BPQ: Bosque de pino-encino, SBC: Selva baja caducifolia, PI: Pastizal inducido, ATA: Agricultura de temporal.

En la tabla anterior se observa que solo 4 especies no se comparten con el SA. Estas especies no se encuentran en ningún estatus de conservación y tienen amplia distribución en el país por lo que su registro se considera azaroso debido a sus escases en el medio, estas especies son: *Bidens formosa, Zornia thymifolia, Chloris virgata, y Prunus gentryi.*

Por otro lado, se registraron un total de 51 familias, donde las más importantes en abundancia de especies fueron la familia Asteraceae con 20 %, la familia Fabaceae con 15%, Poaceae con 13% del total de especies registradas, Fagaceae con 6% y Euphorbiacea 4% del registro total en el SA (Ver Figura IV-10).

En el **Anexo IV-3** se pueden ver los registros fotográficos de las especies identificadas en el SA.

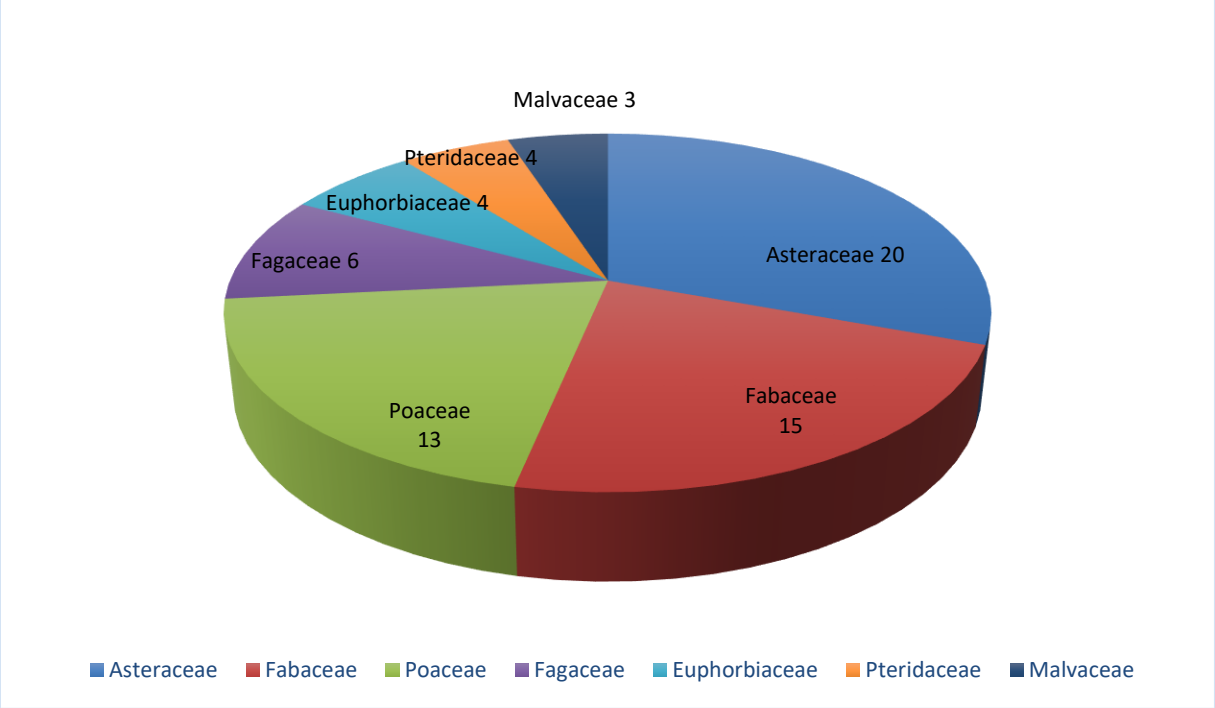


Figura IV-10: Familias registradas en el Sistema Ambiental

IV.2.2.1.4. Validación del muestreo (Curvas de acumulación).

Se realizó un análisis de acumulación de especies, para verificar si el número de muestras realizado es suficiente para dar un panorama cercano al total de especies posibles a registrar. Buscando una mayor certeza en cuanto a la interpretación de los datos sobre diversidad que se realizarán más adelante.

Con el valor de especies acumuladas por número de unidades de muestreo se obtienen los ajustes por los modelos logarítmicos y exponenciales para las curvas de acumulación con el fin de determinar el momento en que se obtienen los valores asintóticos de muestreo. Las unidades vegetales a emplear en el análisis son aquellas de mayor importancia para el estudio (BQ y BQP), ya que son las que describen el AP.

Para el bosque de encino (BQ), se tienen realizadas 207 unidades de muestreo (UM), registrando un total de 250 especies, el modelado se presenta en la Figura IV-11, con la que podemos observar un ajuste de correlación r^2 entre 0.95 y 0.99 a los modelos asintóticos.

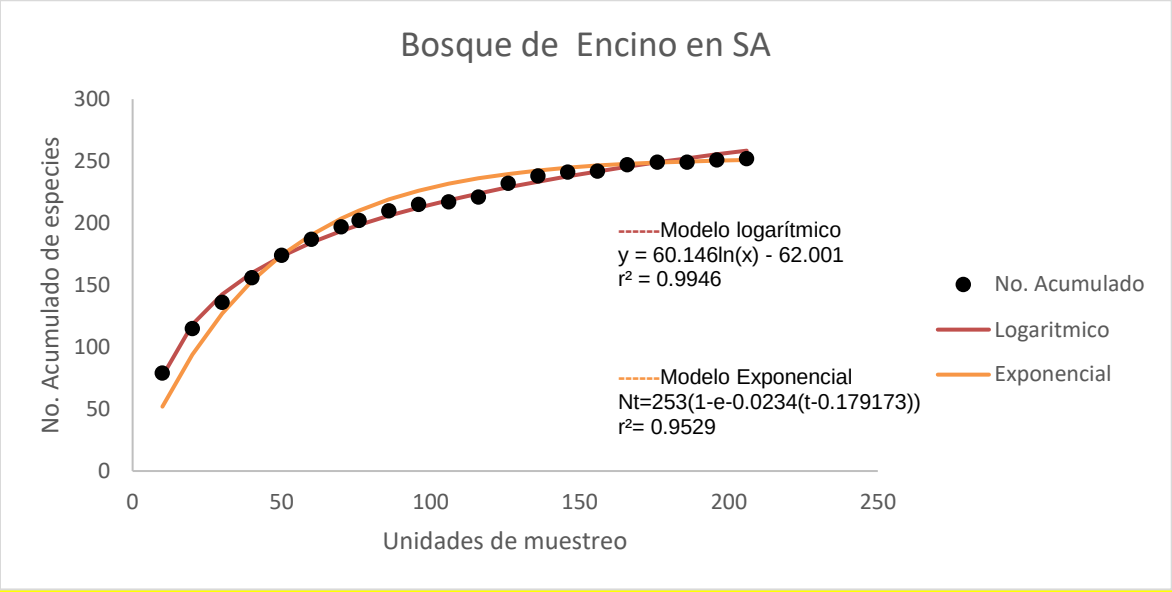


Figura IV-11: Curva de acumulación de especies para el muestreo en bosque de encino (BQ).

Así podemos gráficamente determinar que el 80% de la riqueza registrada en el BQ, se puede alcanzar entre los 70 y 86 UM, esto implica que nuestro muestreo de 206 UM tiene muy buena representatividad del total de especies posibles en la región (por arriba del 90%).

Para el bosque de encino-pino (BQP), se tienen realizadas 41 unidades de muestreo (UM), registrando un total de 102 especies, el modelado se presenta en la siguienteFigura IV-12 con la que podemos observar un ajuste de correlación r^2 entre 0.94 y 0.99 a los modelos asintóticos.

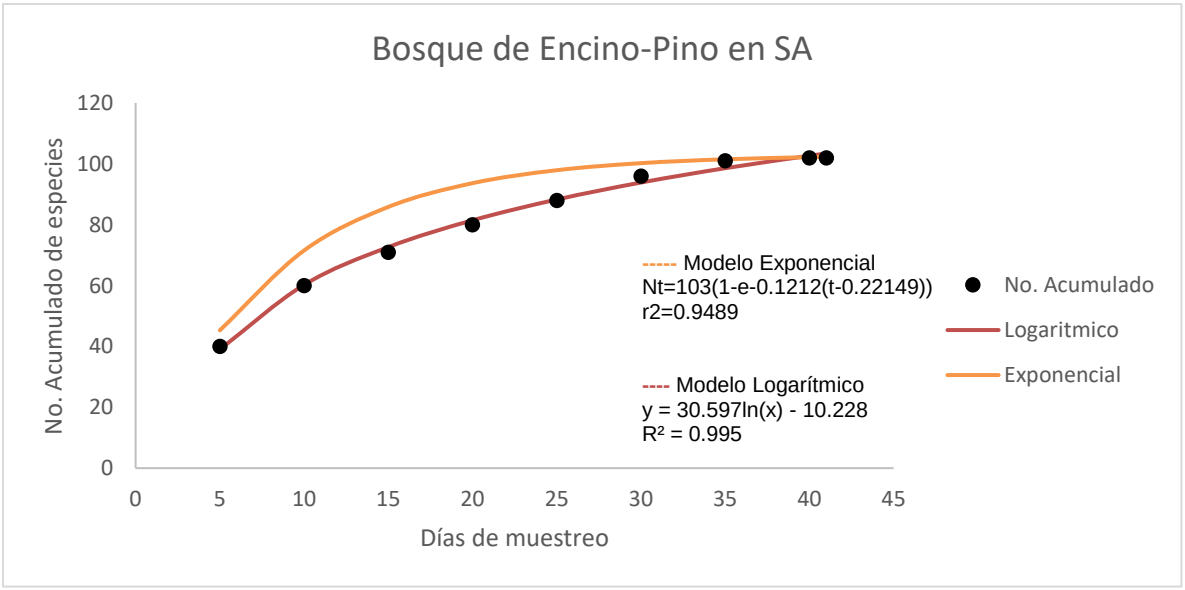


Figura IV-12: Curva de acumulación de especies para el muestreo en bosque de encino-pino

Así podemos gráficamente determinar que el 80% de la riqueza registrada en el BQ, se puede alcanzar entre los 15 y 20 UM, esto implica que nuestro muestreo de 41 UM tiene una muy buena representatividad del total de especies posibles en la región (por arriba del 90%).

IV.2.2.1.5. Análisis de vegetación por estratos

Análisis de variables

Las variables de la vegetación describen el comportamiento, rendimiento, la abundancia o la dominancia de los atributos de la comunidad vegetal. Pueden ser continuas como el rendimiento, la biomasa, el área basal y la cobertura media en función del espacio bidimensional ocupado o discretas como la densidad, la frecuencia o la cobertura a partir de unidades puntuales. Algunas variables son combinación de las anteriores, y se ha llamado índices de importancia (Mateucci, y otros, 1982). Con base a lo anterior se definen las variables analizadas, sus propiedades, así como los métodos de su obtención.

Área basal

Área de la sección transversal tomada a 1.3 de altura en un fuste, o sea a la altura del diámetro normal (Romahn, y otros, 2010).

$$AB = \frac{d^2}{4}\pi$$

Dónde:

AB = Área basal
d = Diámetro a la altura del pecho (1.3 m)
π = 3.1416

Cobertura de copa

Es la superficie (m^2) que ocupa la proyección perpendicular al suelo del follaje de las plantas.

$$COB = \left(\frac{DM}{2} * \frac{dm}{2}\right)\pi$$

Dónde:

COB = Cobertura
DM = Diámetro mayor
Dm = Diámetro menor

Densidad

La densidad o abundancia mide la participación de las especies en la masa en términos absolutos y relativos. La densidad absoluta se define como el número de individuos por unidad de superficie perteneciente una determinada especie (Acosta, y otros, 2006).

$$DA = \frac{n_i}{ha}$$

Dónde:

DA = Densidad absoluta
ni/ha= Número de individuos por hectárea de la especie i

Con la densidad relativa puede indicarse la participación de cada especie, en porcentaje en relación al número total de individuos de todas las especies que se considera como el 100 %.

$$DR = \frac{n_i}{N/ha}$$

Dónde:

DR = Densidad relativa
N/ha= Número total de árboles por ha

Dominancia

Se define como como la suma de las proyecciones horizontales de los individuos (Acosta, y otros, 2006). El grado de dominancia da una idea de la influencia que cada especie tiene sobre las demás. Las que poseen una dominancia relativamente alta, posiblemente sean las especies mejor adaptadas a los factores físicos del hábitat (Daunbenmire, 1968).

La dominancia absoluta se obtiene al sumar las secciones normales de los individuos de cada especie.

$$DOA = \frac{g_i}{ha}$$

Dónde:

DOA = Dominancia absoluta
gi/ha = Área basal de cada especie i por ha

La dominancia relativa se calcula en porcentaje para indicar la participación de las especies en relación al área basal total.

$$DOR = \frac{g_i/ha}{G/ha}$$

Dónde:

DOR= Dominancia relativa
G/ha = Área basal total por ha

Frecuencia

La frecuencia revela la distribución espacial de las especies, es decir el grado de dispersión, un índice objetivo de la misma es la frecuencia absoluta. La frecuencia absoluta se determina por el número de unidades de muestreo en las que está presente una especie (Mateucci, y otros, 1982).

$$FA = \frac{P_i}{P_T}$$

Dónde:

FA = Frecuencia absoluta
Pi = Numero de parcelas con la especie i
PT = Número total de parcelas

La frecuencia relativa es la suma total de las frecuencias absolutas de una parcela, que se considera igual al 100 %, es decir, indica el porcentaje de ocurrencia de una especie en relación a las demás (Acosta, y otros, 2006).

$$FR = \frac{FA_i}{\sum_{i=1}^{n} FA}$$

Dónde:

FAi = Frecuencia absoluta
Σ i=1 = Sumatoria de frecuencias absolutas

Índice de valor de importancia (IVI)

Para tener una visión más amplia, que señale la importancia de cada especie en el conjunto, se combinan algunas de las variables anteriores en una sola expresión, denominada Índice de Valor de Importancia, cuyo resultado es la suma de los valores relativos de Abundancia o Densidad, Dominancia y Frecuencia de cada especie.

$$IVI = DR+DOR+FR$$

ó

$$IVI = DR+COR+FR$$

Dónde:

IVI = Índice de valor de importancia
DR = Densidad relativa
DOR = Dominancia relativa
COR=Cobertura relativa
FR = Frecuencia relativa

Además de calcular los atributos básicos de la comunidad vegetal se obtuvieron otros descriptores. Para el círculo de radio de 0.5 m (ver Figura IV-8: Esquema de las parcelas circulares utilizadas) el número de especies o riqueza (S), la altura promedio por especie (Hm), el número de plántulas (ind.), el porcentaje de cobertura y el número total de especies. En el círculo radio de 3 m, se estimó el número de individuos (Abun.), la densidad por hectárea (ind·ha-1), el área basal del sitio (m^2), el área basal por hectárea (m^2ha^{-1}), la altura promedio (Hm) y el

número total de especies (S). Finalmente, en el círculo de radio de 5 m se cuantificó el número de individuos (Abun.), la densidad por hectárea (ind·ha-1), el área basal del sitio (m^2), el área basal por hectárea (m^2ha^{-1}), la cobertura del sitio (m^2), la cobertura por hectárea (m^2ha^{-1}) y el porcentaje de cobertura del sitio, la altura promedio (Hm), el intervalo de altura y el número total de especies.

Otros cálculos realizados ya obtenidos cada uno de los descriptores de la estructura fueron el Índice de Valor de Importancia (IVI) y los cálculos de riqueza, dominancia y diversidad con los Índices de Margalef (DMg), Simpson (I) y Shannon Wiener (H’).

Metodología para el Análisis de los parámetros de comunidad

Para medir la diversidad alfa de los diferentes tipos de vegetación presentes en la zona se utilizaron la Dominancia de Simpson. los índices de diversidad de Shannon- Wiener y equidad de Pielou.

Índice de Simpson

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Moreno, 2001). Sus valores se van de van de 0 a 1 según qué tan homogénea sea la distribución de las especies. Donde los valores cercanos a 1 indican una gran dominancia por alguna de las especies de la muestra. Y los valores cercanos a 0 indican alta homogeneidad de las abundancias.

$$\lambda = \sum p_i^{\,2}$$

Dónde:

pi = Abundancia proporcional de la especie I, es decir, el número de individuos de la especie i entre el número total de individuos de la muestra.

Suele emplearse el valor inverso de la diversidad de Simpson para obtener valores expresados en función de la homogeneidad.

$$Ds=1-\lambda$$

Índice de Shannon-Wiener

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido (Escolástico, y otros, 2013).

Puede adquirir valores entre cero (0) cuando hay una sola especie y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. (Diversidad máxima) Puede verse fuertemente influenciado por las especies más abundantes (Álvarez, y otros, 2006). Se expresa de la siguiente manera:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Dónde:

pi = Abundancia proporcional de la especie I, es decir, el número de individuos de la especie i entre el número total de individuos de la muestra.

Integridad de Pielou

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. (Equidad total).

$$J = H'/H_{max}$$

Dónde:

H’= Índice de diversidad de Shannon

H_{max}= ln S

S= Riqueza (número de especies)

IV.2.2.1.6. Resultados

Se calcularon las variables estructurales básicas de la comunidad vegetal para cada especie registrada por estrato (i.e. arbóreo, arbustivo y herbáceo). En total se muestrearon 384 parcelas, distribuidas en los diferentes tipos de vegetación en el SA para su caracterización. Posteriormente, se realizó el análisis estructural y biodiversidad por tipo de vegetación, haciendo énfasis en el bosque de encino y bosque de encino-pino por ser los que se encuentran mayormente representados en el SA y en el AP.

Bosque de encino (BQ).

La comunidad arbórea de este ecosistema se caracteriza por tener alturas que oscilan entre los 1.68 m y los 25 m, se encuentra dominado por especies del género *Quercus*, en especial por *Quercus perpallida, Quercus oblonguifolia y Quercus viminea*. El estrato arbustivo está dominado por juveniles de *Quercus toumeyi, Jaegeria glabra y Quercus tarahumara*, mientras que el estrato herbáceo se encuentra dominado por *Melinis repens*, *Muhlenbergia articulata* y *Elytraria imbricata.*

Con base a los resultados del muestreo se calcularon las variables estructurales básicas de la comunidad vegetal registrada por estrato. Los resultados se muestran en los siguientes apartados.

Estrato arbóreo de BQ

- Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo se representaron 39 especies, de las cuales *Quercus. perpallida, Quercus. oblongifolia, Quercus chihuahuensis* y *Quercus viminea* reúnen alrededor del 50 % del IVI total. En la Tabla IV-18, se muestran los caracteres estructurales por especie obteniendo valores de diversidad altos (H=3) y baja dominancia (λ =0.09).

Tabla IV-18: Características estructurales por especie en el estrato arbóreo de BQ en el SA

BQ	NI	DA	IVI	Pi	H’	Hmax	J	λ	1-λ
Arbóreo	**691**	**425**	**100**	**1**	**3**	**3.66**	**0.76**	**0.09**	**0.91**
Alnus oblongifolia	4	2	1.2	0.006	0.03			0.00003	
Arbutus arizonica	1	1	0.2	0.001	0.01			0.00000	
Arbutus xalapensis	3	2	0.4	0.004	0.02			0.00002	
Buddleja parviflora	1	1	0.2	0.001	0.01			0.00000	
Eysenhardtia byei	6	4	0.8	0.009	0.04			0.00008	
Fraxinus gooddingii	5	3	0.7	0.007	0.04			0.00005	
Fraxinus velutina	8	5	1.1	0.012	0.05			0.00013	
Juglans major	1	1	0.2	0.001	0.01			0.00000	
Juniperus deppeana	9	6	1.2	0.013	0.06			0.00017	
Juniperus scopulorum	3	2	0.4	0.004	0.02			0.00002	
Litsea glaucescens	6	4	0.7	0.009	0.04			0.00008	
Lysiloma watsonii	6	4	1.0	0.009	0.04			0.00008	
Opuntia megacantha	1	1	0.2	0.001	0.01			0.00000	
Pinus arizonica	8	5	1.3	0.012	0.05			0.00013	
Pinus herrerae	19	12	2.3	0.027	0.10			0.00076	
Pinus leiophylla	10	6	1.2	0.014	0.06			0.00021	
Pinus oocarpa	4	2	1.3	0.006	0.03			0.00003	
Pinus ponderosa	1	1	0.8	0.001	0.01			0.00000	
Pinus pseudostrobus	12	7	2.2	0.017	0.07			0.00030	
Prunus gentryi	4	2	0.5	0.006	0.03			0.00003	
Prunus serotina	1	1	0.2	0.001	0.01			0.00000	
Quercus albocincta	24	15	3.6	0.035	0.12			0.00121	
Quercus arizonica	63	39	8.5	0.091	0.22			0.00831	
Quercus chihuahuensis	58	36	10.3	0.084	0.21			0.00705	
Quercus coccolobifolia	2	1	0.2	0.003	0.02			0.00001	
Quercus emoryi	16	10	2.2	0.023	0.09			0.00054	
Quercus grisea	5	3	0.9	0.007	0.04			0.00005	
Quercus hypoleucoides	2	1	0.2	0.003	0.02			0.00001	
Quercus oblongifolia	105	65	14.0	0.152	0.29			0.02309	
Quercus perpallida	127	78	16.2	0.184	0.31			0.03378	
Quercus radiata	1	1	0.2	0.001	0.01			0.00000	
Quercus tarahumara	10	6	1.5	0.014	0.06			0.00021	
Quercus toumeyi	58	36	7.8	0.084	0.21			0.00705	
Quercus tuberculata	22	14	3.0	0.032	0.11			0.00101	
Quercus turbinella	7	4	0.9	0.010	0.05			0.00010	
Quercus viminea	68	42	9.6	0.098	0.23			0.00968	
Salix bonplandiana	1	1	0.2	0.001	0.01			0.00000	
Stenocereus thurberi	6	4	2.0	0.009	0.04			0.00008	
Vachellia pennatula	3	2	0.5	0.004	0.02			0.00002	

El significado de cada abreviatura es el siguiente: NI = número de individuos, DA =densidad por ha, IVI = índice de valor de importancia, I = índice de Simpson (Dominancia), 1-I (Heterogeneidad) y H’ = índice de Shannon, H_{max}= Diversidad máxima, J= Pielou.

- Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo del bosque de encino se registraron 63 especies, de las cuales *Quercus toumeyi* tiene el valor de IVI más alto con 12.5, seguida por *Quercus tarahumara* con 4.6 % y *Jaegeria glabra* con 4.5%. Como se observa en la Tabla IV-19 las especies del género Quercus poseen una gran importancia para el estrato ya que entre las 13 especies presentes concentra cerca del 45 % del IVI total. Se observa que en este estrato existe una baja dominancia (I=0.04), por lo que debido a su alta riqueza y alta homogeneidad (1-I= 0.96), se registraron valores altos de diversidad (H’=3.6). Es decir que existe una alta distribución de las abundancias entre las diferentes especies del estrato registrándose muy baja dominancia de alguna de las especies como fue el caso de *Quercus toumeyi*, esto se corrobora con los valores altos de equidad de Pielou (J=0.87), ya que la diversidad se acerca a los valores de diversidad máxima posible para el estrato (H_{max}=4.14)

Tabla IV-19: Características estructurales por especie en el estrato arbustivo de BQ en el SA

BQ	NI	DA	IVI	Pi	H	Hmax	J	λ	1-λ
Arbustivo	**378**	**646**	**100**	**1**	**4**	**4.14**	**0.86**	**0.04**	**0.96**
Acaciella angustissima	1	2	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Acalypha papillosa	17	29	1.8	0.045	0.14			0.00202	
Arbutus arizonica	1	2	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Astragalus nuttallianus	1	2	0.8	0.003	0.02			0.00001	
Baccharis salicifolia	1	2	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Buddleja parviflora	5	9	1.0	0.013	0.06			0.00017	
Bursera fagaroides var. elongata	5	9	1.8	0.013	0.06			0.00017	
Carminatia tenuiflora	1	2	0.4	0.003	0.02			0.00001	
Chromolaena collina	2	3	0.6	0.005	0.03			0.00003	
Chromolaena odorata	8	14	1.8	0.021	0.08			0.00045	
Cupressus lusitanica	3	5	0.8	0.008	0.04			0.00006	
Desmodium cinereum	6	10	1.7	0.016	0.07			0.00025	
Desmodium incanum	5	9	0.8	0.013	0.06			0.00017	
Desmodium nicaraguense	3	5	0.6	0.008	0.04			0.00006	
Erythrina flabelliformis	1	2	0.4	0.003	0.02			0.00001	
Eysenhardtia byei	3	5	1.1	0.008	0.04			0.00006	
Eysenhardtia orthocarpa	9	15	2.5	0.024	0.09			0.00057	
Ficus petiolaris	1	2	0.6	0.003	0.02			0.00001	
Fraxinus velutina	8	14	1.2	0.021	0.08			0.00045	
Ipomoea coccinea	1	2	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Jaegeria glabra	28	48	4.5	0.074	0.19			0.00549	
Jatropha cardiophylla	2	3	0.5	0.005	0.03			0.00003	
Juniperus deppeana	11	19	3.0	0.029	0.10			0.00085	
Juniperus scopulorum	5	9	1.5	0.013	0.06			0.00017	
Lagascea decipiens	2	3	0.4	0.005	0.03			0.00003	
Lantana camara	1	2	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Lasiacis ruscifolia	1	2	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Leucaena leucocephala	2	3	1.4	0.005	0.03			0.00003	
Litsea glaucescens	1	2	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Lysiloma divaricatum	3	5	0.6	0.008	0.04			0.00006	
Lysiloma watsonii	2	3	0.7	0.005	0.03			0.00003	

BQ	NI	DA	IVI	Pi	H	Hmax	J	λ	1-λ
Arbustivo	**378**	**646**	**100**	**1**	**4**	**4.14**	**0.86**	**0.04**	**0.96**
Mandevilla foliosa	1	2	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Manihot rubricaulis subsp. Isoloba	1	2	0.8	0.003	0.02			0.00001	
Montanoa karwinskii	20	34	3.1	0.053	0.16			0.00280	
Montanoa leucantha	11	19	1.5	0.029	0.10			0.00085	
Montanoa tomentosa	4	7	0.6	0.011	0.05			0.00011	
Opuntia cochinera	1	2	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Opuntia wilcoxii	4	7	3.0	0.011	0.05			0.00011	
Osmanthus americanus	1	2	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Otopappus tequilanus	16	27	2.5	0.042	0.13			0.00179	
Pinus arizonica	4	7	1.4	0.011	0.05			0.00011	
Pinus herrerae	11	19	2.6	0.029	0.10			0.00085	
Pinus leiophylla	1	2	0.5	0.003	0.02			0.00001	
Pinus pseudostrobus	1	2	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Prunus gentryi	1	2	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Quercus albocincta	2	3	0.8	0.005	0.03			0.00003	
Quercus arizonica	4	7	1.4	0.011	0.05			0.00011	
Quercus chihuahuensis	5	9	2.0	0.013	0.06			0.00017	
Quercus emoryi	18	31	5.1	0.048	0.14			0.00227	
Quercus hypoleucoides	3	5	0.9	0.008	0.04			0.00006	
Quercus oblongifolia	5	9	1.9	0.013	0.06			0.00017	
Quercus perpallida	17	29	6.0	0.045	0.14			0.00202	
Quercus radiata	2	3	0.4	0.005	0.03			0.00003	
Quercus tarahumara	19	32	4.6	0.050	0.15			0.00253	
Quercus toumeyi	40	68	12.5	0.106	0.24			0.01120	
Quercus tuberculata	9	15	2.4	0.024	0.09			0.00057	
Quercus turbinella	1	2	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Quercus viminea	11	19	3.6	0.029	0.10			0.00085	
Randia echinocarpa	1	2	0.4	0.003	0.02			0.00001	
Rhynchosia macrocarpa	1	2	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Serjania palmeri	1	2	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Vachellia farnesiana	15	26	4.3	0.040	0.13			0.00157	
Vachellia pennatula	7	12	2.8	0.019	0.07			0.00034	

El significado de cada abreviatura es el siguiente: NI = número de individuos, DA =densidad por ha, IVI = índice de valor de importancia, I = índice de Simpson (Dominancia), 1-I (Heterogeneidad) y H’ = índice de Shannon, H_{max}= Diversidad máxima, J= Pielou.

- Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo del bosque de encino, fueron registradas 200 especies, de las cuales las más representativas fueron *Melinis repens* y *Muhlenbergia articulata* obteniendo 7.9 y 7.2 de IVI respectivamente, reuniendo el 15.23 % del IVI total del estrato. Se registró baja dominancia (I=0.02) con alta homogeneidad (1-I=0.98) lo que a su vez representa valores altos de diversidad (H’=5), véase Tabla IV-20, esto implica que la distribución de las abundancias entre las especies del estrato es muy homogénea, por lo que los valores de equidad (J=0.9) también son muy altos ya que los valores de diversidad son muy cercanos al máximo de diversidad posible para el estrato (H_{max}=5.32).

Tabla IV-20: Características estructurales por especie en el estrato herbáceo de BQ en el SA

BQ	NI	DA	IVI	Pi	H’	Hmax	J	λ	1-λ
Bajo	**649**	**9980**	**100**	**1**	**5**	**5.30**	**0.90**	**0.02**	**0.98**
Acalypha aliena	2	31	0.2	0.003	0.02			0.00001	
Adiantum braunii	3	46	0.5	0.005	0.02			0.00002	
Ageratum corymbosum	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Ambrosia confertiflora	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Anemia tomentosa var. mexicana	1	15	0.3	0.002	0.01			0.00000	
Anoda acerifolia	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Anoda cristata	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Arctostaphylos pungens	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Arenaria lanuginosa	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Aristida divaricata	9	138	1.4	0.014	0.06			0.00019	
Aristida ternipes	5	77	1.6	0.008	0.04			0.00006	
Aristolochia sinaloae	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Asclepias linaria	3	46	0.3	0.005	0.02			0.00002	
Aster moranensis	3	46	0.4	0.005	0.02			0.00002	
Asterohyptis seemannii	1	15	0.2	0.002	0.01			0.00000	
Astragalus nuttallianus	3	46	0.3	0.005	0.02			0.00002	
Astrolepis sinuata	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Axonopus compressus	6	92	0.7	0.009	0.04			0.00009	
Baccharis salicifolia	5	77	0.6	0.008	0.04			0.00006	
Bidens bigelovii	4	62	0.5	0.006	0.03			0.00004	
Bidens pilosa	6	92	0.8	0.009	0.04			0.00009	
Blepharidachne bigelovii	2	31	0.7	0.003	0.02			0.00001	
Boerhavia coccinea	2	31	0.2	0.003	0.02			0.00001	
Boerhavia erecta	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Bommeria pedata	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Bouteloua chondrosioides	1	15	0.3	0.002	0.01			0.00000	
Bouteloua parryi	7	108	1.1	0.011	0.05			0.00012	
Brickellia paniculata	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Brickellia veronicifolia	1	15	0.2	0.002	0.01			0.00000	
Bromus anomalus	2	31	0.4	0.003	0.02			0.00001	
Bromus catharticus	2	31	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Buddleja parviflora	3	46	0.7	0.005	0.02			0.00002	
Carex turbinata	5	77	0.5	0.008	0.04			0.00006	
Carlowrightia neesiana	2	31	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Castilleja tenuiflora	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Chamaecrista chamaecristoides	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Chamaecrista hispidula	3	46	0.3	0.005	0.02			0.00002	
Chamaecrista nictitans	6	92	0.7	0.009	0.04			0.00009	
Cheilanthes bonariensis	2	31	0.2	0.003	0.02			0.00001	
Cheilanthes cucullans	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Cheilanthes kaulfussii	2	31	0.2	0.003	0.02			0.00001	
Cheilanthes pyramidalis	2	31	0.2	0.003	0.02			0.00001	
Cheilanthes sinuata	2	31	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Chloris virgata	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	

BQ	NI	DA	IVI	Pi	H’	Hmax	J	λ	1-λ
Bajo	**649**	**9980**	**100**	**1**	**5**	**5.30**	**0.90**	**0.02**	**0.98**
Chondrosum hirsutum	3	46	0.4	0.005	0.02			0.00002	
Chromolaena glaberrima	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Chromolaena odorata	4	62	0.6	0.006	0.03			0.00004	
Clematis ligusticifolia	1	15	0.2	0.002	0.01			0.00000	
Cologania broussonetii	5	77	0.8	0.008	0.04			0.00006	
Conyza canadensis	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Corchorus orinocensis	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Coursetia caribaea	12	185	1.5	0.018	0.07			0.00034	
Coursetia glandulosa	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Crusea wrightii	6	92	0.8	0.009	0.04			0.00009	
Cuphea wrightii	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Cyperus pallidicolor	2	31	0.2	0.003	0.02			0.00001	
Dalea enneandra	2	31	0.2	0.003	0.02			0.00001	
Delilia biflora	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Desmodium affine	6	92	1.3	0.009	0.04			0.00009	
Desmodium angustifolium	5	77	0.6	0.008	0.04			0.00006	
Desmodium cinereum	2	31	0.4	0.003	0.02			0.00001	
Desmodium grahamii	2	31	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Desmodium incanum	2	31	0.2	0.003	0.02			0.00001	
Desmodium macrostachyum	4	62	0.5	0.006	0.03			0.00004	
Desmodium pringlei	3	46	0.3	0.005	0.02			0.00002	
Desmodium procumbens	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Desmodium scorpiurus	7	108	1.2	0.011	0.05			0.00012	
Desmodium tortuosum	2	31	0.2	0.003	0.02			0.00001	
Diastatea micrantha	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Diectomis fastigiata	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Diodia teres	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Ditaxis adenophora	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Drymaria villosa	2	31	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Dyschoriste schiedeana	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Elytraria imbricata	20	308	2.3	0.031	0.11			0.00095	
Eragrostis amabilis	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Eragrostis pilosa	4	62	0.7	0.006	0.03			0.00004	
Erigeron griseus	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Erigeron velutipes	4	62	0.5	0.006	0.03			0.00004	
Eriosema diffusum	3	46	0.4	0.005	0.02			0.00002	
Eriosema pulchellum	3	46	0.4	0.005	0.02			0.00002	
Erythranthe guttata	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Euphorbia dentata	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Euphorbia gracillima	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Euphorbia heterophylla	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Euphorbia hirta	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Euphorbia subreniformis	2	31	0.2	0.003	0.02			0.00001	
Evolvulus alsinoides	3	46	0.4	0.005	0.02			0.00002	
Eysenhardtia orthocarpa	4	62	0.6	0.006	0.03			0.00004	
Eysenhardtia schizocalyx	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	

BQ	NI	DA	IVI	Pi	H’	Hmax	J	λ	1-λ
Bajo	**649**	**9980**	**100**	**1**	**5**	**5.30**	**0.90**	**0.02**	**0.98**
Fraxinus velutina	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Galinsoga quadriradiata	3	46	0.4	0.005	0.02			0.00002	
Garrya salicifolia	1	15	0.2	0.002	0.01			0.00000	
Gomphrena nitida	2	31	0.2	0.003	0.02			0.00001	
Gomphrena sonorae	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Gongylocarpus rubricaulis	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Henrya insularis	6	92	0.7	0.009	0.04			0.00009	
Heterosperma pinnatum	3	46	0.4	0.005	0.02			0.00002	
Hofmeisteria urenifolia	2	31	0.2	0.003	0.02			0.00001	
Ipomoea coccinea	1	15	0.2	0.002	0.01			0.00000	
Ipomoea purpurea	3	46	0.4	0.005	0.02			0.00002	
Jaegeria glabra	4	62	1.2	0.006	0.03			0.00004	
Lasiacis nigra	2	31	0.2	0.003	0.02			0.00001	
Lasiacis ruscifolia	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Lasianthaea fruticosa	17	261	2.4	0.026	0.10			0.00069	
Lasianthaea macrocephala	3	46	0.4	0.005	0.02			0.00002	
Leucaena leucocephala	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Loeselia glandulosa	7	108	1.0	0.011	0.05			0.00012	
Mammillaria standleyi	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Mandevilla foliosa	5	77	0.7	0.008	0.04			0.00006	
Marina scopa	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Mecardonia procumbens	3	46	0.4	0.005	0.02			0.00002	
Melinis repens	45	692	7.9	0.069	0.19			0.00481	
Montanoa leucantha	4	62	0.8	0.006	0.03			0.00004	
Muhlenbergia alopecuroides	1	15	0.2	0.002	0.01			0.00000	
Muhlenbergia arizonica	4	62	0.5	0.006	0.03			0.00004	
Muhlenbergia articulata	35	538	7.2	0.054	0.16			0.00291	
Muhlenbergia dumosa	1	15	0.2	0.002	0.01			0.00000	
Muhlenbergia palmeri	8	123	2.1	0.012	0.05			0.00015	
Muhlenbergia rigens	4	62	0.8	0.006	0.03			0.00004	
Muhlenbergia rigida	5	77	1.1	0.008	0.04			0.00006	
Myriopteris aurea	2	31	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Nolina bigelovii	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Oplismenus burmannii	14	215	3.0	0.022	0.08			0.00047	
Opuntia cochinera	2	31	0.2	0.003	0.02			0.00001	
Opuntia robusta	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Opuntia wilcoxii	4	62	0.5	0.006	0.03			0.00004	
Otopappus tequilanus	3	46	0.4	0.005	0.02			0.00002	
Oxalis corniculata	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Panicum hirticaule	4	62	0.6	0.006	0.03			0.00004	
Paspalum convexum	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Paspalum langei	3	46	0.5	0.005	0.02			0.00002	
Paspalum virletii	1	15	0.2	0.002	0.01			0.00000	
Passiflora suberosa	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Pennisetum ciliare	2	31	0.2	0.003	0.02			0.00001	
Perymenium buphthalmoides var. sonoranum	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	

BQ	NI	DA	IVI	Pi	H’	Hmax	J	λ	1-λ
Bajo	**649**	**9980**	**100**	**1**	**5**	**5.30**	**0.90**	**0.02**	**0.98**
Phaseolus coccineus	2	31	0.6	0.003	0.02			0.00001	
Piptochaetium virescens	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Poa bigelovii	4	62	0.5	0.006	0.03			0.00004	
Porophyllum coloratum	2	31	0.2	0.003	0.02			0.00001	
Porophyllum ruderale	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Porophyllum tagetoides	4	62	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Psacalium decompositum	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Pseudognaphalium bourgovii	11	169	1.2	0.017	0.07			0.00029	
Quercus albocincta	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Quercus emoryi	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Quercus oblongifolia	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Quercus perpallida	2	31	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Quercus toumeyi	4	62	0.8	0.006	0.03			0.00004	
Rhynchosia minima	3	46	0.4	0.005	0.02			0.00002	
Roldana hartwegii	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Ruellia intermedia	3	46	0.6	0.005	0.02			0.00002	
Ruellia nudiflora	5	77	1.0	0.008	0.04			0.00006	
Sabatia tuberculata	2	31	0.2	0.003	0.02			0.00001	
Salvia alamosana	2	31	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Salvia hispanica	2	31	0.2	0.003	0.02			0.00001	
Salvia misella	2	31	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Salvia occidentalis	16	246	1.9	0.025	0.09			0.00061	
Sarcoglottis corymbosa	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Schizachyrium sanguineum	15	231	3.6	0.023	0.09			0.00053	
Selaginella delicatissima	2	31	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Selaginella lepidophylla	2	31	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Selaginella pallescens	5	77	0.7	0.008	0.04			0.00006	
Selaginella pilifera	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Selaginella rupincola	3	46	0.5	0.005	0.02			0.00002	
Selaginella wrightii	2	31	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Setaria parviflora	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Setaria pumila	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Sida abutilifolia	2	31	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Sida alamosana	1	15	0.2	0.002	0.01			0.00000	
Sida neomexicana	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Sida rhombifolia	8	123	1.0	0.012	0.05			0.00015	
Sida spinosa	1	15	0.2	0.002	0.01			0.00000	
Sisymbrium irio	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Stachys coccinea	1	15	0.2	0.002	0.01			0.00000	
Stevia caracasana	2	31	0.4	0.003	0.02			0.00001	
Stevia myricoides	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Stevia origanoides	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Stevia ovata	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Stevia plummerae	4	62	0.7	0.006	0.03			0.00004	
Tagetes foetidissima	7	108	0.9	0.011	0.05			0.00012	
Tagetes subulata	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	

BQ	NI	DA	IVI	Pi	H’	Hmax	J	λ	1-λ
Bajo	**649**	**9980**	**100**	**1**	**5**	**5.30**	**0.90**	**0.02**	**0.98**
Tephrosia macrantha	6	92	0.8	0.009	0.04			0.00009	
Tephrosia vicioides	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Tetramerium nervosum	2	31	0.3	0.003	0.02			0.00001	
Toxicodendron radicans	1	15	0.2	0.002	0.01			0.00000	
Trachypogon spicatus	8	123	1.7	0.012	0.05			0.00015	
Tragia nepetifolia	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Tripsacum lanceolatum	1	15	0.3	0.002	0.01			0.00000	
Tripsacum zopilotense	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Triumfetta semitriloba	3	46	0.5	0.005	0.02			0.00002	
Verbena carolina	3	46	0.4	0.005	0.02			0.00002	
Vernonanthura liatroides	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Vernonia barclayi	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Wedelia gentryi	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Wedelia greenmanii	11	169	1.3	0.017	0.07			0.00029	
Zinnia americana	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	
Zinnia peruviana	7	108	0.9	0.011	0.05			0.00012	
Zinnia zinnioides	3	46	0.5	0.005	0.02			0.00002	
Zornia thymifolia	1	15	0.1	0.002	0.01			0.00000	

El significado de cada abreviatura es el siguiente: NI = número de individuos, DA =densidad por ha, IVI = índice de valor de importancia, I = índice de Simpson (Dominancia), 1-I (Heterogeneidad) y H’ = índice de Shannon, H_{max}= Diversidad máxima, J= Pielou.

Bosque de encino-pino (BQP).

Este tipo de bosque está caracterizado por la combinación de especies del género *Quercus y Pinus*, con dominancia del primero, en el SA encontramos cerca de 13 especies de *Quercus*, 3 especies de *Pinus*. Además de encontrarlos de manera juvenil en el estrato arbustivo junto a la especie *Vachellia farnesiana*, y en el estrato herbáceo gran variedad de especies estacionales de las cuales predominan *Melinis repens*.

- Estrato arbóreo

El estrato arbóreo del bosque de pino encino, se caracterizó con 22 especies de las cuales 13 fueron del género *Quercus* con el 85 % del IVI y 3 de *Pinus con el* 9 % del IVI. Las especies más representativas fueron *Quercus chihuahuensis, Quercus oblongifolia y Quercus perpallida* con 17.2, 17.8 y 11.9 % de IVI respectivamente en el estrato (ver Tabla IV-21).

Asimismo, La dominancia fue baja (I=0.1) ya que hay una distribución homogénea de las abundancias de las diferentes especies (1-I=0.9), la diversidad se expresó como alta (H’= 3), que sin embargo por tener una diversidad máxima de 3.09, la homogeneidad de Pielou se manifiesta alta (J=0.83).

Tabla IV-21: Características estructurales por especie en el estrato arbóreo en BQP en el SA

BQP	NI	DA	IVI	Pi	H	Hmax	J	λ	1-λ
Arboreo	**166**	**384**	**100**	**1**	**3**	**3.09**	**0.83**	**0.1**	**0.90**
Cupressus lusitanica	1	2	0.7	0.006	0.03			0.00004	
Fraxinus velutina	4	9	2.8	0.024	0.09			0.00058	

BQP	NI	DA	IVI	Pi	H	Hmax	J	λ	1-λ
Arboreo	**166**	**384**	**100**	**1**	**3**	**3.09**	**0.83**	**0.1**	**0.90**
Juniperus deppeana	1	2	0.7	0.006	0.03			0.00004	
Juniperus scopulorum	1	2	0.8	0.006	0.03			0.00004	
Lysiloma watsonii	2	5	1.4	0.012	0.05			0.00015	
Opuntia cochinera	1	2	0.6	0.006	0.03			0.00004	
Pinus herrerae	1	2	0.9	0.006	0.03			0.00004	
Pinus leiophylla	3	7	2.4	0.018	0.07			0.00033	
Pinus pseudostrobus	7	16	4.4	0.042	0.13			0.00178	
Quercus albocincta	14	32	8.5	0.084	0.21			0.00711	
Quercus arizonica	11	25	6.6	0.066	0.18			0.00439	
Quercus chihuahuensis	26	60	17.2	0.157	0.29			0.02453	
Quercus grisea	3	7	1.5	0.018	0.07			0.00033	
Quercus hypoleucoides	4	9	2.2	0.024	0.09			0.00058	
Quercus oblongifolia	33	76	17.8	0.199	0.32			0.03952	
Quercus perpallida	21	49	11.9	0.127	0.26			0.01600	
Quercus scytophylla	4	9	2.8	0.024	0.09			0.00058	
Quercus tarahumara	5	12	2.6	0.030	0.11			0.00091	
Quercus toumeyi	7	16	4.0	0.042	0.13			0.00178	
Quercus tuberculata	7	16	4.3	0.042	0.13			0.00178	
Quercus turbinella	1	2	0.9	0.006	0.03			0.00004	
Quercus viminea	9	21	5.3	0.054	0.16			0.00294	

El significado de cada abreviatura es el siguiente: NI = número de individuos, DA =densidad por ha, IVI = índice de valor de importancia, I = índice de Simpson (Dominancia), 1-I (Heterogeneidad) y H’ = índice de Shannon, H_{max}= Diversidad máxima, J= Pielou.

- Estrato arbustivo

El estrato se caracterizó por la presencia de 34 especies de las cuales *Vachellia farnesiana y Quercus viminea y Quercus chihuahuensis* son los más característicos expresados con 16.8%, 11.3% y 6 % del IVI respectivamente, el género *Quercus* se mantiene dominante en el estrato con la presencia de los juveniles.

En este estrato la dominancia se mantiene baja (I= 0.1) dada la distribución de abundancias entre las diferentes especies (1-I=0.93), la diversidad se expresa como media a alta (H’=3) no muy lejano de la diversidad máxima posible (H_{max}=3.53) por lo que los valores de equidad son cercanos a la unidad (J=0.87). Pese a la dominancia baja por especie, es de notar la dominancia del género Quercus (véase Tabla IV-22).

Tabla IV-22: Características estructurales por especie en el estrato arbustivo de BQP en el SA

BQP	NI	DA	IVI	Pi	H	Hmax	J	λ	1-λ
Arbustivo	**94**	**604**	**100**	**1**	**3**	**3.53**	**0.87**	**0.1**	**0.93**
Acaciella angustissima	1	6	1.0	0.011	0.05			0.00011	
Buddleja parviflora	1	6	1.0	0.011	0.05			0.00011	
Chromolaena collina	4	26	2.4	0.043	0.13			0.00181	
Chromolaena glaberrima	1	6	1.1	0.011	0.05			0.00011	
Chromolaena odorata	1	6	1.0	0.011	0.05			0.00011	
Dasylirion gentryi	1	6	1.2	0.011	0.05			0.00011	
Desmodium incanum	1	6	1.1	0.011	0.05			0.00011	

BQP	NI	DA	IVI	Pi	H	Hmax	J	λ	1-λ
Arbustivo	**94**	**604**	**100**	**1**	**3**	**3.53**	**0.87**	**0.1**	**0.93**
Desmodium scorpiurus	2	13	1.4	0.021	0.08			0.00045	
Eysenhardtia orthocarpa	1	6	1.0	0.011	0.05			0.00011	
Fraxinus papillosa	1	6	1.1	0.011	0.05			0.00011	
Fraxinus velutina	6	39	5.2	0.064	0.18			0.00407	
Lysiloma watsonii	2	13	3.3	0.021	0.08			0.00045	
Mimosa laxiflora	1	6	1.0	0.011	0.05			0.00011	
Montanoa karwinskii	9	58	4.4	0.096	0.22			0.00917	
Montanoa leucantha	4	26	4.0	0.043	0.13			0.00181	
Morus alba	1	6	1.1	0.011	0.05			0.00011	
Opuntia wilcoxii	2	13	2.3	0.021	0.08			0.00045	
Osmanthus americanus	1	6	1.1	0.011	0.05			0.00011	
Perymenium buphthalmoides var. sonoranum	1	6	1.0	0.011	0.05			0.00011	
Prunus serotina	1	6	1.1	0.011	0.05			0.00011	
Quercus albocincta	1	6	2.3	0.011	0.05			0.00011	
Quercus arizonica	1	6	2.1	0.011	0.05			0.00011	
Quercus chihuahuensis	5	32	6.0	0.053	0.16			0.00283	
Quercus mcvaughii	1	6	1.7	0.011	0.05			0.00011	
Quercus oblongifolia	5	32	5.3	0.053	0.16			0.00283	
Quercus perpallida	3	19	4.7	0.032	0.11			0.00102	
Quercus tarahumara	4	26	5.3	0.043	0.13			0.00181	
Quercus toumeyi	3	19	3.6	0.032	0.11			0.00102	
Quercus tuberculata	1	6	1.1	0.011	0.05			0.00011	
Quercus viminea	12	77	11.3	0.128	0.26			0.01630	
Roldana hartwegii	1	6	1.0	0.011	0.05			0.00011	
Ruellia intermedia	1	6	1.0	0.011	0.05			0.00011	
Vachellia farnesiana	13	84	16.8	0.138	0.27			0.01913	
Vernonanthura liatroides	1	6	1.1	0.011	0.05			0.00011	

El significado de cada abreviatura es el siguiente: NI = número de individuos, DA =densidad por ha, IVI = índice de valor de importancia, I = índice de Simpson (Dominancia), 1-I (Heterogeneidad) y H’ = índice de Shannon, H_{max}= Diversidad máxima, J= Pielou.

- Estrato herbáceo

Este estrato se encuentra caracterizado por 85 especies, de las cuales *Melinis repens* resultó la más característica con 8.8% del IVI, no es un valor muy alto, pero hay una buena distribución de las abundancias entre la gran variedad de especies presentes, lo cual se expresa con más claridad en los siguientes índices.

Este estrato se expresa con valores muy bajos de dominancia (λ =0.02) y valores de homogeneidad de abundancias alto (1- λ =0.95). Por lo tanto, sus valores de diversidad están entre los más altos (H’=4.2) de los registrados en el SA con una equidad alta (J=0.94) ya que la diversidad de Shannon se encuentra cercano a la diversidad máxima posible para el estrato (H_{max}=4.44), véase Tabla IV-23.

Tabla IV-23:Características estructurales por especie en el estrato herbáceo de BQP en el SA

BQP	NI	DA	IVI	Pi	H	Hmax	J	λ	1-λ
Bajo	**150**	**8681**	**100**	**1**	**4.2**	**4.44**	**0.94**	**0.02**	**0.95**
Ageratum corymbosum	1	58	0.8	0.007	0.03			0.00004	
Amaranthus palmeri	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Anoda cristata	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Arenaria lanuginosa	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Aristida ternipes	1	58	1.1	0.007	0.03			0.00004	
Aristolochia nana	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Astrolepis sinuata	1	58	0.8	0.007	0.03			0.00004	
Baccharis salicifolia	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Bidens bigelovii	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Bidens pilosa	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Bidens sambucifolia	1	58	0.6	0.007	0.03			0.00004	
Bouteloua parryi	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Bouvardia ternifolia	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Bromus anomalus	5	289	2.8	0.033	0.11			0.00111	
Buchnera lithospermifolia	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Bursera fagaroides	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Carex turbinata	4	231	4.0	0.027	0.10			0.00071	
Carminatia tenuiflora	2	116	0.9	0.013	0.06			0.00018	
Chamaecrista hispidula	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Chromolaena collina	2	116	1.5	0.013	0.06			0.00018	
Chromolaena glaberrima	1	58	0.7	0.007	0.03			0.00004	
Cologania broussonetii	2	116	0.9	0.013	0.06			0.00018	
Coursetia caribaea	2	116	1.2	0.013	0.06			0.00018	
Cynodon dactylon	1	58	1.4	0.007	0.03			0.00004	
Dalea enneandra	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Desmodium cinereum	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Desmodium grahamii	2	116	1.3	0.013	0.06			0.00018	
Desmodium incanum	1	58	0.8	0.007	0.03			0.00004	
Desmodium nicaraguense	1	58	0.7	0.007	0.03			0.00004	
Desmodium pringlei	3	174	1.5	0.020	0.08			0.00040	
Elytraria imbricata	6	347	2.4	0.040	0.13			0.00160	
Eragrostis pilosa	1	58	0.8	0.007	0.03			0.00004	
Erigeron griseus	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Eriosema diffusum	1	58	0.6	0.007	0.03			0.00004	
Euphorbia subreniformis	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Eysenhardtia orthocarpa	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Galactia wrightii	2	116	1.7	0.013	0.06			0.00018	
Gaudichaudia albida	1	58	0.6	0.007	0.03			0.00004	
Gaultheria erecta	1	58	0.7	0.007	0.03			0.00004	
Henrya insularis	3	174	2.5	0.020	0.08			0.00040	
Hyptis mutabilis	1	58	0.6	0.007	0.03			0.00004	
Lasianthaea macrocephala	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Lepidium graminifolium	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Mandevilla foliosa	2	116	1.2	0.013	0.06			0.00018	
Marina diffusa	1	58	0.7	0.007	0.03			0.00004	
Mecardonia procumbens	1	58	0.8	0.007	0.03			0.00004	
Melinis repens	11	637	8.8	0.073	0.19			0.00538	
Muhlenbergia arizonica	1	58	0.6	0.007	0.03			0.00004	
Muhlenbergia articulata	5	289	3.7	0.033	0.11			0.00111	
Muhlenbergia lehmanniana	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Muhlenbergia rigida	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Oplismenus burmannii	4	231	4.1	0.027	0.10			0.00071	
Opuntia wilcoxii	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Paspalum langei	3	174	1.9	0.020	0.08			0.00040	
Paspalum tenellum	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	

BQP	NI	DA	IVI	Pi	H	Hmax	J	λ	1-λ
Bajo	**150**	**8681**	**100**	**1**	**4.2**	**4.44**	**0.94**	**0.02**	**0.95**
Paspalum virletii	1	58	0.8	0.007	0.03			0.00004	
Perymenium buphthalmoides var. sonoranum	3	174	1.9	0.020	0.08			0.00040	
Phaseolus anisotrichos	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Phaseolus coccineus	4	231	2.1	0.027	0.10			0.00071	
Pinus herrerae	1	58	0.8	0.007	0.03			0.00004	
Poa bigelovii	2	116	1.2	0.013	0.06			0.00018	
Quercus toumeyi	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Roldana hartwegii	1	58	0.7	0.007	0.03			0.00004	
Ruellia intermedia	5	289	3.7	0.033	0.11			0.00111	
Ruellia nudiflora	2	116	1.2	0.013	0.06			0.00018	
Sabatia tuberculata	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Salvia alamosana	3	174	2.1	0.020	0.08			0.00040	
Salvia misella	1	58	0.8	0.007	0.03			0.00004	
Salvia occidentalis	2	116	1.0	0.013	0.06			0.00018	
Schizachyrium sanguineum	1	58	1.0	0.007	0.03			0.00004	
Selaginella pallescens	1	58	0.8	0.007	0.03			0.00004	
Selaginella pilifera	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Serjania palmeri	1	58	1.1	0.007	0.03			0.00004	
Setaria parviflora	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Sida abutilifolia	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Sida rhombifolia	3	174	1.6	0.020	0.08			0.00040	
Sida spinosa	2	116	1.4	0.013	0.06			0.00018	
Sisymbrium irio	3	174	2.1	0.020	0.08			0.00040	
Stevia caracasana	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Tagetes foetidissima	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Tagetes microglossa	1	58	0.5	0.007	0.03			0.00004	
Tripsacum lanceolatum	1	58	1.5	0.007	0.03			0.00004	
Triumfetta semitriloba	1	58	2.0	0.007	0.03			0.00004	
Vachellia farnesiana	3	174	1.8	0.020	0.08			0.00040	
Verbena carolina	3	174	1.8	0.020	0.08			0.00040	

El significado de cada abreviatura es el siguiente: NI = número de individuos, DA =densidad por ha, IVI = índice de valor de importancia, I = índice de Simpson (Dominancia), 1-I (Heterogeneidad) y H’ = índice de Shannon, H_{max}= Diversidad máxima, J= Pielou.

Bosque de pino-encino (BPQ)

El bosque de pino-encino, es una asociación vegetal en la que sus representantes más característicos son del género *Pinus y Quercus*. Las especies más importantes aparecen *Pinus pseudostrobus, Pinus leiophylla, Quercus viminea y Quercus tarahumara* tanto en el estrato arbóreo como arbustivo, y las hierbas *Melinis repens y Muhlenbergia articulata* en el estrato herbáceo.

- Estrato arbóreo

El estrato arbóreo de BPQ se caracterizó por 30 especies, la presencia de 17 especies del género *Quercus* y 6 especies del género *Pinus,* caracterizan al ecosistema*. Quercus viminea* y *Quercus tarahumara* son los más característicos con 18 % del IVI cada una. La especie *Pinus pseudostrobus* alcanzó un IVI del 6% (ver Tabla IV-24).

La dominancia se expresó baja (I=0.1), por lo que la homogeneidad de abundancias fue alta (1-I= 0.9), esto implica valores de diversidad medio-altos, que se acercan ligeramente a la diversidad máxima posible del estrato (H_{max}=3.4) por lo que sus valores de equidad también son considerados altos (J=0.8).

Tabla IV-24:Características estructurales por especie en el estrato arbóreo de BPQ en el SA

BPQ	NI	DA	IVI	Pi	H	Hmax	J	λ	1-λ
Arbóreo	**402**	**528**	**100**	**1**	**2.7**	**3.40**	**0.80**	**0.10**	**0.90**
Arbutus arizonica	3	4	1	0.007	0.04			0.0001	
Arbutus xalapensis	10	13	3	0.025	0.09			0.0006	
Arctostaphylos pungens	1	1	1	0.002	0.01			0.0000	
Cupressus lusitanica	2	3	1	0.005	0.03			0.0000	
Juniperus deppeana	2	3	0.4	0.005	0.03			0.0000	
Juniperus scopulorum	6	8	1	0.015	0.06			0.0002	
Litsea glaucescens	2	3	0.4	0.005	0.03			0.0000	
Pinus arizonica	19	25	4	0.047	0.14			0.0022	
Pinus herrerae	23	30	5	0.057	0.16			0.0033	
Pinus leiophylla	20	26	6	0.050	0.15			0.0025	
Pinus oocarpa	5	7	2	0.012	0.05			0.0002	
Pinus ponderosa	1	1	0.3	0.002	0.01			0.0000	
Pinus pseudostrobus	21	28	6	0.052	0.15			0.0027	
Quercus albocincta	2	3	2	0.005	0.03			0.0000	
Quercus arizonica	19	25	6	0.047	0.14			0.0022	
Quercus chihuahuensis	21	28	5	0.052	0.15			0.0027	
Quercus coccolobifolia	8	11	1	0.020	0.08			0.0004	
Quercus emoryi	10	13	2	0.025	0.09			0.0006	
Quercus grisea	3	4	1	0.007	0.04			0.0001	
Quercus hypoleucoides	8	11	2	0.020	0.08			0.0004	
Quercus jonesii	11	14	3	0.027	0.10			0.0007	
Quercus mcvaughii	1	1	0.3	0.002	0.01			0.0000	
Quercus oblongifolia	21	28	4	0.052	0.15			0.0027	
Quercus perpallida	20	26	4	0.050	0.15			0.0025	
Quercus radiata	3	4	1	0.007	0.04			0.0001	
Quercus scytophylla	1	1	0.3	0.002	0.01			0.0000	
Quercus tarahumara	76	100	18	0.189	0.31			0.0357	
Quercus toumeyi	2	3	1	0.005	0.03			0.0000	
Quercus tuberculata	2	3	1	0.005	0.03			0.0000	
Quercus viminea	79	104	18	0.197	0.32			0.0386	

El significado de cada abreviatura es el siguiente: NI = número de individuos, DA =densidad por ha, IVI = índice de valor de importancia, I = índice de Simpson (Dominancia), 1-I (Heterogeneidad) y H’ = índice de Shannon, H_{max}= Diversidad máxima, J= Pielou.

- Estrato arbustivo

El estrato arbustivo está caracterizado por 34 especies, las especies más representativas fueron *Quercus tarahumara* y *Quercus viminea* con 31 y 13 % del IVI, Aun que las especies de Pinus en su conjunto obtuvieron 18 % del IVI, no supera a la representatividad del género Quercus, por lo que se puede considerar atípico de este tipo de bosque (ver Tabla IV-25).

La dominancia puede considerarse baja (I=0.13) aunque como género Quercus predomina, pero de manera específica las abundancias se encuentran distribuidas de manera homogénea (1-I=0.87), la diversidad se expresa como media (H’=3), y dado a que su diversidad máxima se encuentra a 3.53, el valor de equidad del estrato puede considerarse medio-alto (J=0.76).

Tabla IV-25: Características estructurales por especie en el estrato arbustivo de BPQ en el SA

BPQ	NI	DA	IVI	Pi	H	Hmax	J	λ	1-λ
Arbustivo	**227**	**828**	**100**	**1**	**3**	**3.53**	**0.76**	**0.13**	**0.87**
Arbutus arizonica	2	7	1	0.009	0.04			0.0001	
Arbutus xalapensis	1	4	1	0.004	0.02			0.00002	
Arctostaphylos pungens	6	22	2	0.026	0.10			0.0007	
Chromolaena misella	2	7	1	0.009	0.04			0.0001	
Cupressus lusitanica	1	4	1	0.004	0.02			0.00002	
Erythrina flabelliformis	2	7	1	0.009	0.04			0.0001	
Fraxinus gooddingii	3	11	1	0.013	0.06			0.0002	
Juniperus scopulorum	3	11	1	0.013	0.06			0.0002	
Lysiloma watsonii	1	4	0.5	0.004	0.02			0.00002	
Montanoa karwinskii	1	4	0.4	0.004	0.02			0.00002	
Montanoa leucantha	1	4	1	0.004	0.02			0.00002	
Otopappus tequilanus	1	4	0.5	0.004	0.02			0.00002	
Pinus arizonica	10	36	4	0.044	0.14			0.0019	
Pinus herrerae	15	55	6	0.066	0.18			0.0044	
Pinus leiophylla	7	26	3	0.031	0.11			0.0010	
Pinus oocarpa	4	15	2	0.018	0.07			0.0003	
Pinus pseudostrobus	5	18	3	0.022	0.08			0.0005	
Quercus arizonica	7	26	4	0.031	0.11			0.0010	
Quercus chihuahuensis	1	4	1	0.004	0.02			0.0000	
Quercus coccolobifolia	8	29	2	0.035	0.12			0.0012	
Quercus emoryi	2	7	1	0.009	0.04			0.0001	
Quercus hypoleucoides	2	7	1	0.009	0.04			0.0001	
Quercus jonesii	9	33	4	0.040	0.13			0.0016	
Quercus mcvaughii	1	4	1	0.004	0.02			0.00002	
Quercus oblongifolia	3	11	2	0.013	0.06			0.0002	
Quercus perpallida	1	4	1	0.004	0.02			0.00002	
Quercus radiata	16	58	6	0.070	0.19			0.0050	
Quercus tarahumara	73	266	31	0.322	0.36			0.1034	
Quercus toumeyi	2	7	1	0.009	0.04			0.0001	
Quercus tuberculata	4	15	2	0.018	0.07			0.0003	
Quercus turbinella	7	26	3	0.031	0.11			0.0010	
Quercus viminea	24	88	13	0.106	0.24			0.0112	
Toxicodendron diversilobum	1	4	0.4	0.004	0.02			0.00002	
Wedelia greenmanii	1	4	0.4	0.004	0.02			0.00002	

El significado de cada abreviatura es el siguiente: NI = número de individuos, DA =densidad por ha, IVI = índice de valor de importancia, I = índice de Simpson (Dominancia), 1-I (Heterogeneidad) y H’ = índice de Shannon, H_{max}= Diversidad máxima, J= Pielou.

- Estrato herbáceo

El estrato herbáceo se encuentra representado por 75 especies, donde las especies más características son *Melinis repens* y *Muhlenbergia articulata* con 4.6 y 5.7 % del IVI (ver Tabla IV-26).

De este estrato se observa que la dominancia es baja (I=0.03) con una distribución de las abundancias muy homogénea (1-I=0.97), dada su alta riqueza de especies y homogeneidad de las abundancias los valores de diversidad también se expresan altos (H’=4) y muy cercano a la diversidad máxima posible (H_{max}=4.32), esto hace que los valores de equidad se expresen altos (J=0.97).

Tabla IV-26: Características estructurales por especie en el estrato herbáceo de BPQ en el SA

BPQ	NI	DA	IVI	Pi	H	Hmax	J	λ	1-λ
Bajo	**156**	**5119**	**67**	**1**	**4**	**4.32**	**0.92**	**0.03**	**0.97**
Acaciella angustissima	2	66	0.9	0.013	0.06			0.00016	
Aphanostephus ramosissimus	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Arbutus xalapensis	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Aristida divaricata	2	66	0.9	0.013	0.06			0.00016	
Aristida ternipes	4	131	1.7	0.026	0.09			0.00066	
Baccharis salicifolia	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Bidens pilosa	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Bouteloua chondrosioides	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Bromus catharticus	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Carex turbinata	4	131	1.5	0.026	0.09			0.00066	
Cheilanthes bonariensis	3	98	1.1	0.019	0.08			0.00037	
Cheilanthes pyramidalis	3	98	1.3	0.019	0.08			0.00037	
Cheilanthes wrightii	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Chondrosum hirsutum	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Chromolaena glaberrima	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Chromolaena misella	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Chromolaena odorata	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Conyza canadensis	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Coursetia caribaea	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Crotalaria purshii	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Crusea wrightii	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Cyperus aggregatus	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Desmodium affine	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Desmodium angustifolium	2	66	0.9	0.013	0.06			0.00016	
Desmodium grahamii	2	66	0.9	0.013	0.06			0.00016	
Desmodium nicaraguense	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Desmodium pringlei	2	66	0.9	0.013	0.06			0.00016	
Elytraria imbricata	6	197	2.6	0.038	0.13			0.00148	
Erigeron griseus	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Eriosema diffusum	5	164	2.2	0.032	0.11			0.00103	
Helianthemum pringlei	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Hieracium fendleri	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Hofmeisteria urenifolia	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Ipomoea purpurea	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Iresine diffusa	2	66	0.9	0.013	0.06			0.00016	
Lasianthaea fruticosa	4	131	1.5	0.026	0.09			0.00066	
Lasianthaea macrocephala	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Loeselia glandulosa	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Melinis repens	11	361	4.6	0.071	0.19			0.00497	

BPQ	NI	DA	IVI	Pi	H	Hmax	J	λ	1-λ
Bajo	**156**	**5119**	**67**	**1**	**4**	**4.32**	**0.92**	**0.03**	**0.97**
Montanoa leucantha	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Muhlenbergia arizonica	3	98	1.3	0.019	0.08			0.00037	
Muhlenbergia articulata	13	427	5.7	0.083	0.21			0.00694	
Muhlenbergia dumosa	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Muhlenbergia palmeri	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Muhlenbergia rigens	2	66	0.9	0.013	0.06			0.00016	
Muhlenbergia rigida	2	66	0.9	0.013	0.06			0.00016	
Opuntia megacantha	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Paspalum langei	2	66	0.9	0.013	0.06			0.00016	
Pinus arizonica	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Pinus leiophylla	2	66	0.9	0.013	0.06			0.00016	
Pinus pseudostrobus	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Poa bigelovii	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Polygala glochidata	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Pseudognaphalium bourgovii	5	164	2.2	0.032	0.11			0.00103	
Psilactis asteroides	2	66	0.9	0.013	0.06			0.00016	
Quercus emoryi	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Quercus tarahumara	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Quercus toumeyi	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Quercus viminea	3	98	1.3	0.019	0.08			0.00037	
Ruellia intermedia	2	66	0.9	0.013	0.06			0.00016	
Salvia hispanica	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Salvia occidentalis	2	66	0.9	0.013	0.06			0.00016	
Schizachyrium sanguineum	7	230	2.8	0.045	0.14			0.00201	
Sida rhombifolia	3	98	1.1	0.019	0.08			0.00037	
Stevia origanoides	2	66	0.9	0.013	0.06			0.00016	
Stevia plummerae	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Tagetes foetidissima	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Tephrosia macrantha	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Tetramerium nervosum	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Trachypogon spicatus	2	66	0.9	0.013	0.06			0.00016	
Tripsacum lanceolatum	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Viguiera buddlejiformis	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	
Wedelia greenmanii	6	197	2.6	0.038	0.13			0.00148	
Zinnia americana	2	66	0.9	0.013	0.06			0.00016	
Zinnia zinnioides	1	33	0.4	0.006	0.03			0.00004	

El significado de cada abreviatura es el siguiente: NI = número de individuos, DA =densidad por ha, IVI = índice de valor de importancia, I = índice de Simpson (Dominancia), 1-I (Heterogeneidad) y H’ = índice de Shannon, H_{max}= Diversidad máxima, J= Pielou.

Selva baja caducifolia (SBC).

Este tipo de vegetación se desarrolla en climas cálidos subhúmedos a secos, los componentes arbóreos de esta selva cuentan con una altura promedio de 5 a 10 metros. El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente de los géneros *Agave, Opuntia, Stenocereus* y *Cephalocereus*.

En este estudio se registraron ejemplares de *Quercus* y leguminosas como *Vachellia, Eysenhardtia y Lysiloma*, los géneros *Ceiba y Bursera* como componentes característicos, pero no abundantes, para el estrato herbáceo resalta *Ruellia nudiflora*. Entre las suculentas el género *Opuntia*.

- Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo se registraron 8 especies donde *Quercus chihuahuensis y Vachellia farnesiana* se encuentran como las especies más importantes con 24.5 y 19.4 de % de IVI (Tabla IV-27).

En este estrato se observa que la dominancia baja (I=0.2) con considerable homogeneidad en la abundancia de las especies (1-I= 0.81), con una diversidad baja (H’=2).

Tabla IV-27: Características estructurales por especie en el estrato arbóreo de SBC en el SA

SBC	NI	DA	IVI	Pi	H	Hmax	J	λ	1-λ
Arboreo	**15**	**212**	**100**	**1**	**2**	**2.08**	**0.89**	**0.2**	**0.81**
Lysiloma watsonii	2	28	14.7	0.133	0.27			0.0178	
Opuntia cochinera	1	14	5.3	0.067	0.18			0.0044	
Quercus albocincta	1	14	12.5	0.067	0.18			0.0044	
Quercus chihuahuensis	5	71	24.5	0.333	0.37			0.1111	
Quercus oblongifolia	1	14	8.7	0.067	0.18			0.0044	
Quercus tuberculata	1	14	8.8	0.067	0.18			0.0044	
Vachellia farnesiana	3	42	19.4	0.200	0.32			0.0400	
Vachellia pennatula	1	14	6.2	0.067	0.18			0.0044	

El significado de cada abreviatura es el siguiente: NI = número de individuos, DA =densidad por ha, IVI = índice de valor de importancia, I = índice de Simpson (Dominancia), 1-I (Heterogeneidad) y H’ = índice de Shannon, H_{max}= Diversidad máxima, J= Pielou.

- Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se registraron 9 especies, de las cuales *Vachellia constricta* y *Vachellia farnesiana* se presentan como las más importantes con 26.7 y 15.5 % del IVI total. (Tabla IV-28).

En este estrato, se observa que la dominancia es baja (I=0.2) con su correspondiente homogeneidad (1-I=0.84) alta, dada la distribución de las abundancias entre todas las especies. La diversidad se expresa baja (H’=2) y la equidad alta (J=0.86) ya que la diversidad está cercana a la diversidad máxima que es posible expresar para este estrato (H_{max}=2.2).

Tabla IV-28: Características estructurales por especie en el estrato arbustivo de SBC en el SA

SBC	NI	DA	IVI	Pi	H’	Hmax	J	λ	1-λ
Arbustivo	**14**	**550**	**100**	**1**	**2**	**2.20**	**0.86**	**0.2**	**0.84**
Bursera fagaroides	1	39	5.6	0.067	0.18			0.0044	
Ceiba acuminata	1	39	11.6	0.067	0.18			0.0044	
Chromolaena odorata	1	39	6.7	0.067	0.18			0.0044	
Erythrina flabelliformis	1	39	5.6	0.067	0.18			0.0044	
Eysenhardtia byei	1	39	11.0	0.067	0.18			0.0044	
Marina crenulata	1	39	6.2	0.067	0.18			0.0044	

SBC	NI	DA	IVI	Pi	H'	Hmax	J	λ	1-λ
Arbustivo	**14**	**550**	**100**	**1**	**2**	**2.20**	**0.86**	**0.2**	**0.84**
Quercus albocincta	1	39	11.2	0.067	0.18			0.0044	
Vachellia constricta	5	196	26.7	0.333	0.37			0.1111	
Vachellia farnesiana	2	79	15.5	0.133	0.27			0.0178	

El significado de cada abreviatura es el siguiente: NI = número de individuos, DA =densidad por ha, IVI = índice de valor de importancia, I = índice de Simpson (Dominancia), 1-I (Heterogeneidad) y H' = índice de Shannon, H_{max}= Diversidad máxima, J= Pielou.

- Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo encontramos 11 especies en donde *Ruellia nudiflora y Lagascea decipiens* se encuentran como las más importantes del estrato con 30.9 y 12.3 % del IVI (ver Tabla IV-29).

La dominancia registrada para el estrato fue baja (I=0.1) con homogeneidad alta (1-I=0.89), la baja riqueza con su alta homogeneidad no resulta en una baja diversidad cercana a media (H'=2) pero que está muy cercana a la diversidad máxima posible (H_{max}=2.4) por lo que los valores de equidad se expresan altos (J=0.96).

Tabla IV-29: Características estructurales por especie en el estrato herbáceo de SBC en el SA

SBC	NI	DA	IVI	Pi	H'	Hmax	J	λ	1-λ
Bajo	**16**	**5659**	**100**	**1**	**2**	**2.40**	**0.96**	**0.1**	**0.89**
Croton fruticosus	1	354	8.3	0.063	0.17			0.0039	
Desmodium pringlei	1	354	4.7	0.063	0.17			0.0039	
Fraxinus gooddingii	2	707	6.5	0.125	0.26			0.0156	
Henrya insularis	2	707	8.8	0.125	0.26			0.0156	
Ipomoea costellata	1	354	4.7	0.063	0.17			0.0039	
Lagascea decipiens	1	354	12.3	0.063	0.17			0.0039	
Opuntia wilcoxii	1	354	4.3	0.063	0.17			0.0039	
Ruellia nudiflora	3	1061	30.9	0.188	0.31			0.0352	
Salvia occidentalis	1	354	4.7	0.063	0.17			0.0039	
Vachellia constricta	2	707	10.2	0.125	0.26			0.0156	
Zinnia peruviana	1	354	4.5	0.063	0.17			0.0039	

El significado de cada abreviatura es el siguiente: NI = número de individuos, DA =densidad por ha, IVI = índice de valor de importancia, I = índice de Simpson (Dominancia), 1-I (Heterogeneidad) y H' = índice de Shannon, H_{max}= Diversidad máxima, J= Pielou.

Pastizal Inducido (PI).

El pastizal inducido encontrado en el SA, tiene su origen en deforestaciones viejas a causa de la agricultura y que han dejado como relicto de bosque de encino, algunos ejemplares arborescentes del género *Quercus*, es característico encontrar áreas abiertas con gran predominancia de herbáceas de las cuales podemos mencionar a gramíneas del género *Bouteloa y* leguminosas del género *Coursetia*.

- Estrato arbóreo

El estrato arbóreo está representado por 6 especie, algunos ejemplares del género Quercus como *Quercus chihuahuensis* es el más importante con 36.51% de IVI del estrato (ver Tabla IV-30).

En este estrato la dominancia es baja (I=0.2) con homogeneidad de las abundancias entre las especies del estrato (1-I= 0.78), la diversidad es baja (H’=1.79) dada su baja riqueza, pero muy cercana a la diversidad máxima posible por la buena distribución de abundancias entre sus especies (Hmax=1.79) lo que le confiere valores de equidad alto (J=0.9).

Tabla IV-30: Características estructurales por especie en el estrato arbóreo de PI en el SA

PI	NI	DA	IVI	Pi	H	Hmax	J	λ	1-λ
Arbóreo	**18**	**229**	**100**	**1**	**2**	**1.79**	**0.90**	**0.2**	**0.78**
Quercus chihuahuensis	5	64	36.5	0.278	0.36			0.08	
Quercus oblongifolia	1	13	5.8	0.056	0.16			0.00	
Quercus perpallida	2	25	15.9	0.111	0.24			0.01	
Quercus toumeyi	4	51	18.7	0.222	0.33			0.05	
Quercus turbinella	5	64	15.6	0.278	0.36			0.08	
Quercus viminea	1	13	7.5	0.056	0.16			0.00	

El significado de cada abreviatura es el siguiente: NI = número de individuos, DA =densidad por ha, IVI = índice de valor de importancia, I = índice de Simpson (Dominancia), 1-I (Heterogeneidad) y H’ = índice de Shannon, H_{max}= Diversidad máxima, J= Pielou.

- Estrato arbustivo

El estrato arbustivo está representado por 6 especies, de las cuales *Montanoa tomentosa y Quercus turbinella* son las especies más importantes con 23.9 y 21.2 % del IVI (ver Tabla IV-31).

En este estrato se observa que la dominancia es baja (I=0.2) lo que significa que hay distribución homogénea de las abundancias de cada especie (1-I=0.81), esto hace que la diversidad se baja (H’=2) pero cercana a la diversidad máxima (H_{max}=1.79) lo que lleva a una equidad alta (J=0.97).

Tabla IV-31: Características estructurales por especie en el estrato arbustivo de PI en el SA

PI	NI	DA	IVI	Pi	H’	Hmax	J	λ	1-λ
Arbustivo	**8**	**283**	**100**	**1**	**2**	**1.79**	**0.97**	**0.2**	**0.81**
Desmodium cinereum	1	35	10.8	0.125	0.26			0.02	
Juniperus deppeana	1	35	15.1	0.125	0.26			0.02	
Juniperus scopulorum	1	35	17.2	0.125	0.26			0.02	
Montanoa tomentosa	2	71	23.9	0.250	0.35			0.06	
Quercus toumeyi	1	35	11.8	0.125	0.26			0.02	
Quercus turbinella	2	71	21.2	0.250	0.35			0.06	

El significado de cada abreviatura es el siguiente: NI = número de individuos, DA =densidad por ha, IVI = índice de valor de importancia, I = índice de Simpson (Dominancia), 1-I (Heterogeneidad) y H’ = índice de Shannon, H_{max}= Diversidad máxima, J= Pielou.

- Estrato herbáceo

El estrato herbáceo posee una rqueza de 42 especies, las especies características son del género *Bouteloa* donde *Bouteloa curtipendula, Bouteloa chondrosioides y Bouteloa parryi* son las especies con mayor importancia con 9.1, 4.8 y 3.5 % de IVI, (ver Tabla IV-32).

La buena distribución de las abundancias entre el gran número de especies en este estrato permite obtener valores de dominancia bajo con gran homogeneidad (I=0.03 y 1-I=0.97), esto implica valores de diversidad altos (H’=3.69) que se encuentran cerca del valor máximo de diversidad posible para este estrato (H_{max}=3.74), y por lo tanto valores altos de equidad (J=0.99).

Tabla IV-32: Características estructurales por especie en el estrato herbáceo de PI en el SA

PI	NI	DA	IVI	Pi	H	Hmax	J	λ	1-λ
Bajo	**48**	**15279**	**100**	**1**	**4**	**3.74**	**0.99**	**0.03**	**0.97**
Astragalus nuttallianus	1	318	1.7	0.021	0.08			0.0004	
Bidens pilosa	1	318	1.5	0.021	0.08			0.0004	
Bouteloua chondrosioides	2	637	4.8	0.042	0.13			0.0017	
Bouteloua curtipendula	1	318	9.1	0.021	0.08			0.0004	
Bouteloua parryi	2	637	3.5	0.042	0.13			0.0017	
Carminatia tenuiflora	1	318	1.5	0.021	0.08			0.0004	
Chamaecrista nictitans	1	318	2.1	0.021	0.08			0.0004	
Coursetia caribaea	1	318	4.0	0.021	0.08			0.0004	
Crusea wrightii	3	955	3.9	0.063	0.17			0.0039	
Dalea cliffortiana	1	318	2.7	0.021	0.08			0.0004	
Desmodium grahamii	1	318	1.5	0.021	0.08			0.0004	
Desmodium pringlei	1	318	2.7	0.021	0.08			0.0004	
Desmodium scorpiurus	1	318	1.5	0.021	0.08			0.0004	
Diectomis fastigiata	1	318	1.5	0.021	0.08			0.0004	
Echinocereus stoloniferus	1	318	4.6	0.021	0.08			0.0004	
Elytraria imbricata	2	637	3.2	0.042	0.13			0.0017	
Erigeron velutipes	1	318	3.3	0.021	0.08			0.0004	
Euphorbia anychioides	1	318	1.5	0.021	0.08			0.0004	
Euphorbia gracillima	1	318	1.5	0.021	0.08			0.0004	
Euphorbia subreniformis	1	318	1.5	0.021	0.08			0.0004	
Gomphrena sonorae	1	318	1.5	0.021	0.08			0.0004	
Gongylocarpus rubricaulis	1	318	1.5	0.021	0.08			0.0004	
Ipomoea coccinea	1	318	1.8	0.021	0.08			0.0004	
Ipomoea costellata	1	318	1.5	0.021	0.08			0.0004	
Muhlenbergia arizonica	1	318	1.4	0.021	0.08			0.0004	
Muhlenbergia rigens	1	318	1.5	0.021	0.08			0.0004	
Oplismenus burmannii	2	637	3.6	0.042	0.13			0.0017	
Panicum hirticaule	1	318	2.1	0.021	0.08			0.0004	
Pectis angustifolia	1	318	2.1	0.021	0.08			0.0004	
Ruellia nudiflora	1	318	2.7	0.021	0.08			0.0004	
Salvia alamosana	1	318	1.5	0.021	0.08			0.0004	
Salvia occidentalis	1	318	1.5	0.021	0.08			0.0004	
Schizachyrium sanguineum	1	318	2.7	0.021	0.08			0.0004	
Sida neomexicana	1	318	1.7	0.021	0.08			0.0004	
Sisymbrium irio	1	318	2.1	0.021	0.08			0.0004	
Tagetes foetidissima	1	318	2.7	0.021	0.08			0.0004	
Tagetes micrantha	1	318	1.7	0.021	0.08			0.0004	
Tridax erecta	1	318	1.5	0.021	0.08			0.0004	
Verbena carolina	1	318	2.1	0.021	0.08			0.0004	
Wedelia gentryi	1	318	1.5	0.021	0.08			0.0004	
Zinnia peruviana	1	318	1.5	0.021	0.08			0.0004	
Zinnia zinnioides	1	318	1.7	0.021	0.08			0.0004	

El significado de cada abreviatura es el siguiente: NI = número de individuos, DA =densidad por ha, IVI = índice de valor de importancia, I = índice de Simpson (Dominancia), 1-I (Heterogeneidad) y H’ = índice de Shannon, H_{max}= Diversidad máxima, J= Pielou.

Agricultura de temporal anual (ATA).

Las áreas de agricultura temporal es posible encontrar algunos ejemplares arbóreos que son empleados como divisiones de parcelas o ejidos y algunos otros son relicto de la vegetación original de bosque de encino o bosque de encino-pino que domina en la región, la vegetación dominante será perteneciente al estrato herbáceo por especies que en su generalidad son consideradas como malezas o arvenses y algunas nativas que se desarrollan especialmente en las temporadas de lluvias.

- Estrato arbóreo ATA

El estrato arbóreo está representado por tres especies *Quercus chihuahuensis, Quercus toumeyi y Cupressus lusitánica, las cuales cuentan* con un 48. 33 y 19 % del IVI respectivamente, (ver Tabla IV-33).

Como es de esperarse la dominancia es mas alta que en los otros tipos de vegetación (I=0.4) por la prevalencia del encino, pero la diversidad baja para este tipo de estrato en las zonas agrícolas temporales, (H’= 1.0).

Tabla IV-33: Características estructurales por especie en el estrato arbóreo de AT en el SA

ATA	NI	DA	IVI	Pi	H’	Hmax	J	λ	1-λ
Arboreo	**4**	**85**	**100**	**1**	**1.0**	**1.10**	**0.9**	**0.4**	**0.6**
Cupressus lusitanica	1	21	19	0.25	0.35			0.0625	
Quercus chihuahuensis	2	42	48	0.5	0.35			0.25	
Quercus toumeyi	1	21	33	0.25	0.35			0.0625	

El significado de cada abreviatura es el siguiente: NI = número de individuos, DA =densidad por ha, IVI = índice de valor de importancia, I = índice de Simpson (Dominancia), 1-I (Heterogeneidad) y H’ = índice de Shannon, H_{max}= Diversidad máxima, J= Pielou.

- Estrato arbustivo

El estrato arbustivo está representado por ejemplares de *Juniperus deppenana y Vachellia farnesiana*, con 53 y 47% de IVI cada una.

Se observa que la dominancia se considera media (I=0.72), la diversidad es baja (H’=0.5) con la falta de equidad correspondiente (J=0.7). Vease Tabla IV-34.

Tabla IV-34: Características estructurales por especie en el estrato arbustivo de AT en el SA

ATA	NI	DA	IVI	Pi	H’	Hmax	J	λ	1-λ
Arbustivo	**6**	**354**	**100**	**1**	**0.5**	**0.69**	**0.7**	**0.7**	**0.3**
Juniperus deppeana	1	59	53	0.17	0.30			0.03	
Vachellia farnesiana	5	295	47	0.83	0.15			0.69	

El significado de cada abreviatura es el siguiente: NI = número de individuos, DA =densidad por ha, IVI = índice de valor de importancia, I = índice de Simpson (Dominancia), 1-I (Heterogeneidad) y H’ = índice de Shannon, H_{max}= Diversidad máxima, J= Pielou.

- Estrato herbáceo

El estrato herbáceo es el más importante para este tipo de vegetación temporal, representado por 23 especies, las más representativas por tener el IVI más alto son *Lippia alba y Phaseolus coccineus*, ambas con 10 % de IVI, (ver Tabla IV-35).

Se observa que la dominancia registrada entre las especies registradas es baja (I= 0.05), ya que se encontró buena distribución de las abundancias entre sus especies por lo que lo homogeneidad es alta (1-I= 1), por su alta riqueza y alta homogeneidad se registró una diversidad (H’=3.1) que se acerca a la diversidad máxima posible (H_{max}=3.14) por lo que su equidad también es muy alta (J=1).

Tabla IV-35: Características estructurales por especie en el estrato herbáceo de AT en el SA

ATA	NI	DA	IVI	Pi	H	Hmax	J	λ	1-λ
Bajo	**24**	**12732**	**100**	**1**	**3.1**	**3.14**	**1.00**	**0.05**	**1.0**
Astragalus nuttallianus	1	531	3	0.04	0.13			0.002	
Axonopus compressus	1	531	3	0.04	0.13			0.002	
Bidens formosa	1	531	4	0.04	0.13			0.002	
Crusea wrightii	1	531	4	0.04	0.13			0.002	
Elytraria imbricata	2	1061	7	0.08	0.21			0.007	
Evolvulus alsinoides	1	531	3	0.04	0.13			0.002	
Galactia wrightii	1	531	3	0.04	0.13			0.002	
Gongylocarpus rubricaulis	1	531	3	0.04	0.13			0.002	
Ipomoea purpurea	1	531	4	0.04	0.13			0.002	
Lippia alba	1	531	10	0.04	0.13			0.002	
Oplismenus burmannii	1	531	3	0.04	0.13			0.002	
Panicum hirticaule	1	531	8	0.04	0.13			0.002	
Phaseolus coccineus	1	531	10	0.04	0.13			0.002	
Polygala glochidata	1	531	3	0.04	0.13			0.002	
Quercus viminea	1	531	3	0.04	0.13			0.002	
Salvia alamosana	1	531	3	0.04	0.13			0.002	
Selaginella wrightii	1	531	3	0.04	0.13			0.002	
Simsia amplexicaulis	1	531	4	0.04	0.13			0.002	
Stevia ovata	1	531	3	0.04	0.13			0.002	
Tagetes foetidissima	1	531	4	0.04	0.13			0.002	
Tagetes micrantha	1	531	4	0.04	0.13			0.002	
Vachellia farnesiana	1	531	3	0.04	0.13			0.002	
Zinnia peruviana	1	531	4	0.04	0.13			0.002	

El significado de cada abreviatura es el siguiente: NI = número de individuos, DA =densidad por ha, IVI = índice de valor de importancia, I = índice de Simpson (Dominancia), 1-I (Heterogeneidad) y H’ = índice de Shannon, H_{max}= Diversidad máxima, J= Pielou.

IV.2.2.1.7. Análisis de especies en categoría de riesgo

Las especies enalgúna categoría de riesgo por la normatividad nacional (NOM-059-SEMARNAT-2010) o internacional (Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, etc.), son mencionados en la siguiente Tabla IV-36.

Tabla IV-36:Especies del SA en algún régimen de protección nacional e internacional.

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	NOM-059	UICN	CITES
Asterohyptis seemannii	Salvia	En	-	-	-
Cupressus lusitanica	Tascate	En	Pr	LC	-
Echinocereus stoloniferus	Alicoche de estolones	En	Pr	LC	II
Mammillaria standleyi	Biznaga globosa pequeña	En	-	LC	II
Opuntia robusta	Nopal camueso	En	-	LC	II
Opuntia wilcoxii	Nopal del fuerte	En	-	LC	II
Pinus leiophylla	Pino chimonque	En	-	LC	-
Tripsacum zopilotense	Pasto teocintle	En	Pr	-	-
Axonopus compressus	Pasto pata de gallo	En	-	-	-
Blepharidachne bigelovii	sd	En	-	-	-
Buchnera lithospermifolia	sd	En	-	-	-
Buddleja parviflora	Sayolisco	En	-	-	-
Carlowrightia neesiana	sd	En	-	-	-
Chondrosum hirsutum	Grama	En	-	-	-
Chromolaena misella	Lanza	En	-	-	-
Dasylirion gentryi	Sotol	En	-	-	-
Erigeron velutipes	sd	En	-	-	-
Euphorbia anychioides	Golondrina	En	-	-	-
Euphorbia subreniformis	Golondrina	En	-	-	-
Eysenhardtia byei	Árbol pelón	En	-	-	-
Ficus petiolaris	Amate	En	-	-	-
Heterosperma pinnatum	sd	En	-	-	-
Hofmeisteria urenifolia	sd	En	-	-	-
Mandevilla foliosa	Hierba de la cucaracha	En	-	-	-
Montanoa karwinskii	sd	En	-	-	-
Muhlenbergia arizonica	Zacatón	En	-	-	-
Muhlenbergia articulata	Zacatón	En	-	-	-
Muhlenbergia dumosa	Carricillo	En	-	-	-
Muhlenbergia palmeri	sd	En	-	-	-
Muhlenbergia rigens	Liendrilla de venado	En	-	-	-
Nolina bigelovii	Soyate	En	-	-	-
Opuntia megacantha	Nopal blanco	En	-	-	II
Otopappus tequilanus	sd	En	-	-	-
Piptochaetium virescens	Colita de zorra	En	-	-	-
Poa bigelovii	sd	En	-	-	-
Porophyllum tagetoides	Cola de coyote	En	-	-	-
Quercus albocincta	Roble	En	-	-	-

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	NOM-059	UICN	CITES
Quercus coccolobifolia	Encino enano	En	-	-	-
Quercus jonesii	Encino enano	En	-	-	-
Quercus mcvaughii	Roble	En	-	-	-
Quercus perpallida	Roble	En	-	-	-
Quercus radiata	Encino cucharillo	En	-	-	-
Quercus scytophylla	Encino blanco	En	-	-	-
Quercus tarahumara	Hueja	En	-	-	-
Quercus tuberculata	Roble	En	-	-	-
Salvia alamosana	Salvia Espinosa	En	-	-	-
Stevia myricoides	sd	En	-	-	-
Stevia origanoides	Stevia pubescente	En	-	-	-
Tripsacum lanceolatum	Maicero	En	-	-	-
Vernonanthura liatroides	sd	En	-	-	-
Wedelia greenmanii	sd	En	-	-	-
Zinnia zinnioides	Bomba	En	-	-	-
Croton fruticosus	sd	-	-	Vu	-
Alnus oblongifolia	Aile	-	-	LC	-
Arbutus xalapensis	Madroño	-	-	LC	-
Astragalus nuttallianus	sd	-	-	LC	-
Chamaecrista nictitans	Legu amarilla	-	-	LC	-
Desmodium grahamii	sd	-	-	LC	-
Fraxinus velutina	Fresno	-	-	LC	-
Juniperus deppeana	Tascate	-	-	LC	-
Juniperus scopulorum	Cedro	-	-	LC	-
Pennisetum ciliare	Zacate buffel	-	-	LC	-
Pinus arizonica	Ocote	-	-	LC	-
Pinus herrerae	Ocote chino	-	-	LC	-
Pinus oocarpa	Ocote	-	-	LC	-
Pinus ponderosa	Pino real americano	-	-	LC	-
Pinus pseudostrobus	Pino lacio	-	-	LC	-
Quercus turbinella	Roble gris	-	-	LC	-
Quercus viminea	Roble	-	-	LC	-
Rhynchosia minima	Frijolillo	-	-	LC	-
Setaria parviflora	Zacate sedoso	-	-	LC	-
Stenocereus thurberi	Pitayo dulce	-	-	LC	II
Litsea glaucescens	Laurel	-	P	-	-
Juglans major	Nogal	-	A	-	-

En: Endémica, Pr: Protección especial, P: en peligro de extinción, A: Amenazada, VU: Vulnerable, LC: preocupación menor, II: Apéndice II de Cites.

Con base en la tabla anterior, se observa que 52 especies se consideran endémicas, 5 se consideran en la NOM059-SEMARNAT-2010, tres 3 bajo protección especial (Pr) como son: *Cupressus lusitánica*, *Echinocereus stoloniferus* y *Tripsarum zopilotense.* Una especie en peligro de extinción (P) (*Lisea glaucescens*) y una especie amenazada (A) (*Juglans major*). 6 especies son consideradas en el apéndice II de CITES como son: la ya mencionada *Echinocereus stoloniferus, Mammillaria standleyi, Opuntia robusta, Opuntia wilcoxii, Opuntia megacantha y Stenocereus thurbei*. Una especie es considerada como vulnerable (VU) para la red list de IUCN, y otras 26 como de preocupación menor (LC).

De las especies mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, solamente *Echinocereus stoloniferus* no fue encontrada en AP., Todas las demás se encontraron en AP en vegetación correspondiente a bosque de encino.

A continuación, se hace mención de las especies registradas en los diferentes tipos de vegetación del SA que son consideradas como malezas según el listado de malezas de CONABIO, (véase Tabla IV-37).

Tabla IV-37: Especies consideradas como maleza en listados de CONABIO.

Especie	Nombre común	ATA	PI	BQ	BQP	BPQ	SBC
Anoda acerifolia	Malva			1			
Anoda cristata	Malva			1	1		
Aphanostephus ramosissimus	Manzanilla cimarrona					1	
Arenaria lanuginosa	sd			1	1		
Aristida ternipes	Zacate			1	1	1	
Aster moranensis	Margarita de monte			1			
Baccharis salicifolia	Azumiate			1	1	1	
Bidens bigelovii	Acetilla			1	1		
Bidens pilosa	Acahuale blanco		1	1	1	1	
Boerhavia coccinea	Abrojo rojo			1			
Boerhavia erecta	Golondrina			1			
Bouvardia ternifolia	Trompetilla				1		
Bromus anomalus	Bromo dormilón			1	1		
Bromus catharticus	Zacate de rescate			1		1	
Castilleja tenuiflora	Garañona			1			
Cheilanthes bonariensis	Helecho			1		1	
Chloris virgata	**Barbas de indio**						
Chromolaena odorata	Crucita			1	1	1	1
Cologania broussonetii	sd			1	1		
Conyza canadensis	Calzadilla			1		1	
Corchorus orinocensis	Hierbabuena			1			
Cuphea wrightii	Hierba de la calavera			1			
Cynodon dactylon	Gallitos				1		
Desmodium incanum	Mazote			1	1		
Desmodium macrostachyum	sd			1			
Desmodium procumbens	sd			1			

Especie	Nombre común	ATA	PI	BQ	BQP	BPQ	SBC
Drymaria villosa	sd			1			
Elytraria imbricata	Cola de alacrán	1	1	1	1	1	
Euphorbia dentata	Hierba de la araña			1			
Euphorbia hirta	Golondrina			1			
Evolvulus alsinoides	Pico de pájaro	1		1			
Galinsoga quadriradiata	Estrellita			1			
Heterosperma pinnatum	sd			1			
Ipomoea purpurea	Trompeta	1		1		1	
Iresine diffusa	Rocío					1	
Lantana camara	Cinco negritos			1			
Lasianthaea macrocephala	Tacote			1	1	1	
Loeselia glandulosa	Azulilla			1		1	
Melinis repens	Pasto rosado			1	1	1	
Montanoa tomentosa	Acahuite		1	1			
Oplismenus burmannii	Zacate salado	1	1	1	1		
Oxalis corniculata	Acedera			1			
Paspalum tenellum	Zacate				1		
Pennisetum ciliare	Zacate buffel			1			
Setaria parviflora	Zacate sedoso			1	1		
Sida abutilifolia	Malva			1	1		
Sida rhombifolia	Estrella de david			1	1	1	
Simsia amplexicaulis	Acahual	1					
Sisymbrium irio	Mostacilla		1	1	1		
Stachys coccinea	Mirto			1			
Tagetes foetidissima	Cempaxuchil	1	1	1	1	1	
Tagetes micrantha	Anís	1	1				
Toxicodendron radicans	Hiedra			1			
Zinnia peruviana	Gallito de monte	1	1	1			1
Total		8	8	46	22	16	2

Se encontraron un total de 54 especies consideradas como maleza, 46 en bosque de encino, 22 en bosque de encino-pino, 16 en bosque pino-encino, 2 en selva baja caducifolia, 8 en pastizal inducido y 8 en agricultura temporal.

IV.2.2.1.8. Conclusión

El SA está caracterizado por seis tipos de vegetación de los cuales bosque de encino y bosque de encino-pino son los que poseen mayor riqueza de especies. En total se registraron 304 especies, en el Bosque de encino fueron 249 especies encontradas y 119 en bosque de encino-pino, este tipo de vegetación es el que se encuentra representado en el AP.

Las especies más características del estrato arbóreo del SA fueron del género *Quercus* como son: *Quercus chihuahuensis, Quercus tarahumara, Quercus perpullida, Quercus viminea*, del género *Pinus*, fueron *Pinus herrerae, Pinus pseudostrobus y Pinus leiophylla*. Para el estrato arbustivo los juveniles de *Quercus* además de *Vachellia farnesiana*, y en el estrato herbáceo la riqueza fue muy variada y dependiente de la temporada de lluvias, pero las especies que más prevalecían en los diferentes tipos de vegetación fueron *Melinis repens, Muhlenbergia articulata* y especies del género *Bouteloa*.

Existen un gran número de endemismos registrándose hasta 52, pero las especies con mayor importancia por estar consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 fueron 5, 3 de ellas en categoría de protección especial, una en peligro y una amenazada, seis especies en el apéndice II de CITES y una especie vulnerable para la red list de la IUCN. Estas especies son encontradas en el AP a excepción de *Echinocereus stoloniferus*.

La gran cantidad de malezas registradas, nos puede dar un indicio del nivel del disturbio de las sucesiones primarias, siendo una zona que se ha dedicado principalmente al cuidado de ganado encontramos varias de las unidades de vegetación de INEGI degradadas de tal manera que bosque considerados como de pino -encino, se nota el desequilibrio en la asociación donde las especies dominantes son de encino en lugar de pino, debida a la deforestación para el aclareo y pastoreo.

La importancia de conocer el estado de conservación de la vegetación en los ecosistemas presentes en el SA, incluido lo que está en el AP, radica en vislumbrar las especies de gran importancia, como aquellas que tienen alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT 2010, para considerarlas en las medidas de mitigación de impactos que se propongan en el Programa de Vigilancia Ambiental del presente estudio.

IV.2.2.2. ***Fauna***

Sonora es una de las mayores entidades del norte de México, que en su mayor extensión es desértica, a excepción de la región este ocupada por la Sierra Madre; su fauna es Neártica y en el extremo sur podemos encontrar algunas formas Neotropicales (Álvarez y de Lachica, 1974).

De acuerdo con Flores-Villela y Gerez (1994), el estado de Sonora ocupa el 17° lugar en diversidad de vertebrados endémicos a Mesoamérica presentes en México y el 14° lugar de especies endémicas estatales.

La fauna de vertebrados terrestres de la entidad ha sido estudiada por varios investigadores: Van Denburgh (1922) y Slevin (1928) realizaron la primera lista publicada de la herpetofauna de Sonora, Taylor (1938) realizó el primer compendio de anfibios y reptiles, y Bogert y Oliver (1945) el primer tratado de herpetología de la entidad; otras contribuciones fueron hechas por: Allen (1933), Burt (1935), Hensley (1950), Zweifel y Norris (1955), Zweifel (1956), Smith y Hensley (1958), Heringhi (1969), González-Romero y Álvarez- Cárdenas (1989), Parra-Salazar y Quijada-Mascareñas (1992), Schwalbe y Lowe (2000), Lemos-Espinal (2003, 2004 y 2005), Rorabaugh (2008) y Enderson *et al*. (2009). Más recientemente los trabajos de Bonine *et al*. (2006), Lara-Góngora (2004), Rosen y Quijada- Mascareñas (en prensa), Quijada-Mascareñas y Enderson (2007), Quijada-Mascareñas, *et al.* (2007), Rorabaugh y Servoss (2006), Smith *et al.* (2005a,

2005b y 2005c), Van Devender y Enderson (2007) contribuyeron a aumentar el conocimiento de este grupo, reportándose un total de 186 especies nativas de Sonora (Enderson *et al.,* 2010).

El conocimiento científico de los mamíferos de Sonora hasta 1935 fue resumido por Burt (1938). Posteriormente Cockrum y Bradshaw (1963) y Loomis y Davis (1965) añaden nuevos conocimientos sobre la mastofauna del estado. Una obra de gran envergadura que logró reunir toda la información generada por más de un siglo fue la realizada por Caire (1997), este trabajo enlista 124 especies de mamíferos terrestres para Sonora. Otro análisis sobre la fauna de mamíferos de Sonora que resume el conocimiento reciente sobre la distribución y biogeografía de los mamíferos en el estado y describe las principales amenazas, así como las perspectivas de su conservación fue realizado por Castillo-Gámez y colaboradores en 2010, en este trabajo se enlistan 126 especies de mamíferos para la entidad.

En cuanto a aves, los primeros estudios fueron realizados por Van Rossen en 1932 y 1945, éste último es considerado uno de los más importantes sobre la avifauna sonorense. Posteriormente, los listados anotados (checklists) publicados por Friedman *et al*. (1950) y Miller y colaboradores (1957), así como el estudio de Russell y Lamm en 1978 añaden nuevos conocimientos. La monografía sobre las aves del estado de Sonora publicada por Russell y Monson (1998) es otro trabajo básico sobre la distribución y presencia de las aves en dicho estado. En 2002, Cody y Velarde publican listados de aves para la Isla Tiburón y San Esteban. Rojas-Soto y colaboradores llevan a cabo una extensa revisión de la literatura, colecciones científicas y colectas en campo en el mismo año. Recientemente Villaseñor-Gómez (2010) revisaron y actualizaron los registros de aves para el estado de Sonora encontrando un total de 556 especies de 73 familias y 20 órdenes, con 227 especies residentes, 46 residentes de verano, 233 migratorias de larga distancia y 50 migratorias parciales.

IV.2.2.2.1. Descripción de los grupos faunísticos potenciales y antecedentes del sitio

Para realizar el presente estudio y previo al inicio del trabajo de campo, se llevó a cabo una revisión bibliográfica intensiva con el fin de compilar listados iniciales de las especies que potencialmente se distribuyen en el área de estudio y su zona de influencia (**Anexo IV-4**. Listado de especies potenciales), las cuales fueron depuradas en función a los tipos de vegetación, la altitud, y la distribución de las especies en los diferentes ambientes, con la intención evitar registros duplicados por sinonimia, así como otros improbables. Entre los trabajos revisados destacan los que compilan la información para la entidad: anfibios y reptiles (Allen 1933, Taylor 1938, Bogert y Oliver 1945, Smith y Hensley 1958), mamíferos (Burt 1938, Cockrum y Bradshaw 1963, Loomis y Davis 1965, Hall 1981), y aves (Van Rossem 1932, 1945). Asimismo, se revisaron las bases de datos del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera”, Facultad de Ciencias, UNAM (MZFC), así como un proyecto sobre mamíferos de Norte América de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Arita y Rodríguez 2004).

IV.2.2.2.2. Descripción de los grupos faunísticos existentes

La composición taxonómica para el SA se generó por grupo de vertebrados, Para los peces colectados dentro del SA se identificaron siguiendo la guía de campo de peces de agua dulce de Norteamérica y Norte de México de Page y Burr (2011), para los anfibios y reptiles presentes en el área de estudio se realizó con base a las propuestas de Flores-Villela (1993), Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004), Liner (2007), y Pyron y Wiens (2011) así como la base de datos de reptiles de Uetz (2006) para los reptiles de todo el mundo. En cuanto a los mamíferos, se

conformó de acuerdo con Ramírez-Pulido *et al.* (2005), Wilson y Reeder (2005), Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012). Finalmente, para la lista sistemática de las aves se siguió la AOU (1998). El endemismo para cada una de las especies se obtuvo a partir de Flores-Villela y Gerez (1994), y las categorías de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, UICN y (**Anexo IV-5** Listado de especies registradas en el SA).

IV.2.2.2.3. Metodología

Con la intención de establecer la riqueza y representatividad de la fauna presente en el SA, se realizaron dos muestreos, uno en la temporada de **lluvias** y otro en la de **secas.**

Se realizó varias brigadas de muestreo en el SA, durante la temporada seca (mayo del 2017) y la temporada de lluvias (septiembre de 2018). El trabajo de campo se desarrolló a diferentes altitudes y en los principales tipos de vegetación. El muestreo incluyó ambientes representativos del SA, con énfasis en el AP (ver Figura IV-13), En **el Anexo IV-6** se indican las coordenadas UTM de los sitios de muestreo para cada tipo de fauna.



Figura IV-13: Ambientes representativos del SA donde se desarrolló el trabajo de campo.

Bosque de Coníferas y Encinos, Pastizal y Vegetación Riparia.

IV.2.2.2.4. Ictiofauna

La Ictiofauna fue localizada en el cauce del Río Mulatos, el cual es un río permanente que es alimentado desde diferentes secciones del SA por escorrentías temporales como el arroyo mulatos y arroyo la Yaqui. Se consideraron las dos temporadas del año (secas y lluvias). La ictiofauna se localiza en diferentes microambientes del cuerpo de agua, desde pozas donde el agua corre lento, zonas de rápidos altamente oxigenado, de baja profundidad con sustrato rocoso, zona de meandros, curvas donde la velocidad de corriente baja en el margen interior con depósito de sustrato arrastrado río arriba y el margen exterior con mayor energía y profundidad.

Las características de estos microambientes, requiere del uso de diferentes técnicas de captura, en este estudio se emplearon redes de golpeo con luz de malla de 1 cm y cono de 1 m de longitud, redes de malla de 1 cm de luz, 5 m de alto por 10 m de largo, chinchorros de 1 cm de luz de malla de 20 m de lago por 2 m de alto. Y Atarraya de nylon de 4 cm de luz de malla. La atarraya es empleada en zonas corrientes con profundidad media para la captura de peces grandes y rápidos, la reempleada en margen del río con vegetación para peces pequeños, red de malla para zona de pozas profundas y chinchorro para capturas generales en tramos largos de ríos.

Los peces capturados son mantenidos en cubetas con agua tomada del mismo río, los ejemplares son identificados, fotografiados y liberados inmediatamente a su ambiente. En el Mapa IV-15 se pueden ver los puntos de registro durante las dos temporadas de muestreo.

IV.2.2.2.5. Herpetofauna

En ambas campañas se realizaron “recorridos al azar en transectos de línea” para registrar anfibios y reptiles, cubriendo los diferentes horarios de actividad de estos vertebrados (Llorente-Bousquets *et al.* 1990, Casas-Andreu *et al.* 1991). En el Mapa IV-16, se pueden observar los sitios que fueron recorridos en el SA para las temporadas de lluvias y secas respectivamente.

En cada transecto se revisaron los posibles micro hábitats en que se conoce pueden habitar las especies de anfibios y reptiles (sobre y bajo de rocas, debajo de troncos, entre cortezas, debajo de hojarasca, en árboles, dentro de cuerpos de agua, entre grietas de rocas, etc.).

Una vez ubicados los individuos, fueron capturados a través de métodos estándares para cada grupo: ranas, lagartijas y serpientes no venenosas fueron capturadas con la mano; en algunas ocasiones fue necesario el empleo de ligas para capturar lagartijas y gancho herpetológico para víboras venenosas. Se fotografiaron y registraron las diferentes especies capturadas.

Todo el material fotográfico (ver Figura IV-14) fue utilizado para la identificación y verificación de los registros visuales (véase **Anexo IV-7** Registro fotográfico). Finalmente, para la determinación taxonómica de las especies se recurrió a literatura especializada.



a) búsqueda de anfibios y reptiles bajo rocas,

b) búsqueda de anfibios y reptiles bajo la hojarasca,

c) búsqueda de anfibios y reptiles nocturnos en cuerpo de agua,

d) captura de serpiente con gancho herpetológico y

e) registro y toma de datos de ejemplares observados en el SA.

Figura IV-14: Métodos empleados en herpetología para el registro de especies en el SA

IV.2.2.2.6. Mastofauna

En el caso de los mamíferos, se emplearon en las dos temporadas los métodos convencionales para su registro (Romero-Almaraz *et al.* 2000): redes de niebla para murciélagos, trampas Sherman para roedores, así como trampas-cámara, Tomahawk y técnicas indirectas de registro

para especies medianas y grandes. En el Mapa IV-17, se aprecian los sitios de trampeo y rastreo de mamíferos en el SA para secas y lluvias respectivamente.

Con el propósito de determinar la riqueza de murciélagos se utilizaron seis redes de niebla de 9 y 12 metros de largo para la captura y registro de ejemplares, éstas fueron situadas en cuerpos de agua dentro del SA (ver Figura IV-15Figura IV-15). También se utilizaron detectores ultrasónicos para complementar la información recabada con las redes. Las grabaciones de los llamados de ecolocalización se realizaron con dos tipos de detectores, los de división de frecuencia y los de expansión de tiempo.

Para los roedores, se optó por el uso de trampas tipo Sherman cebadas con avena; las trampas se dispusieron de manera uniforme en una línea a lo largo del transecto, con la intención de cubrir diferentes condiciones topográficas y tipos de vegetación de la región; se ocuparon cuatro transectos por noche, cada uno de 40 trampas.

Para las especies de mamíferos de talla mediana y grande se emplearon tres métodos: trampas-cámara, trampas tipo Tomahawk y técnicas de rastreo con el objetivo de registrar a mamíferos de hábitos crepusculares y/o nocturnos. Las trampas se colocaron cerca de madrigueras o cuerpos de agua, y fueron cebadas con sardina, atún y/o con atrayentes olfativos. Se rastreó todo vestigio, señal o indicio dejado por estos mamíferos durante sus actividades: huellas, excretas, etc. Durante cada una de las actividades se tomaron fotografías a las especies de mamíferos capturadas u observadas, así como de algunos rastros. Todo el material fotográfico se utilizó para la correcta determinación y verificación de los registros (véase **Anexo-IV-7**).

Por otra parte, la identificación de las especies en el caso de los quirópteros se realizó de acuerdo con las claves de Álvarez *et al.* (1994) y Medellín *et al.* (1997, 2008), mientras que la de mamíferos pequeños se basó en el trabajo de Hall (1981) y los registros indirectos mediante las guías de Aranda (2000, 2012).

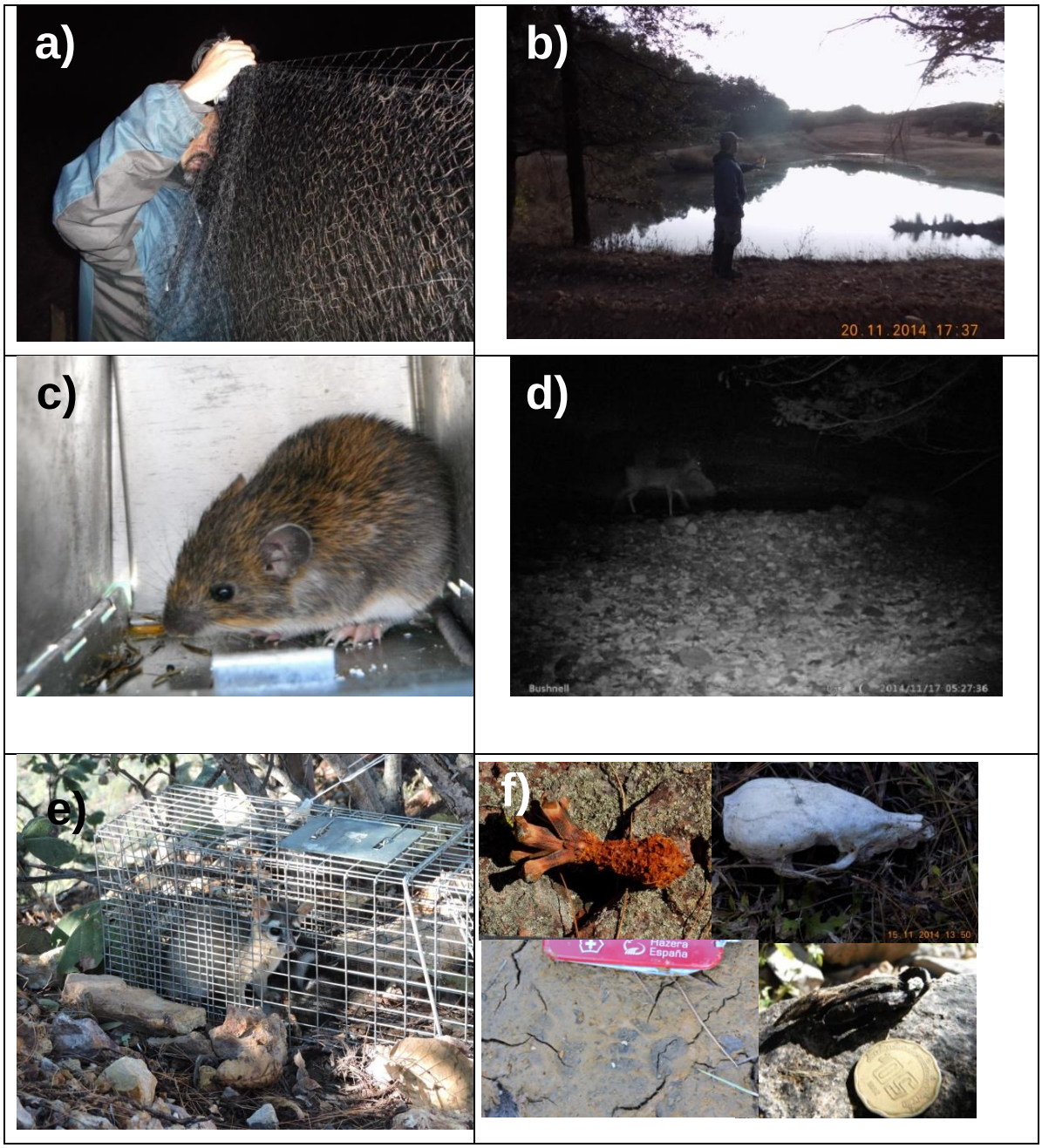


Figura IV-15: Métodos mastozoológicos para el registro de mamíferos en el SA

a) Colocación de red de niebla para captura de murciélagos, b) grabación de llamados de ecolocalización de murciélagos en cuerpos de agua, c) Liomys pictus capturado en trampa Sherman, d) Odocoileus virginianus en cámara trampa colocada en arroyo, e) captura de Bassariscus astutus en trampa Tomahawk y f) restos de Urocyon cinereoargenteus, excreta de Didelphis virginiana, rastros de alimentación de Sciurus nayaritensis y huellas de Spilogale gracilis.

IV.2.2.2.7. Ornitofauna

El método utilizado para el registro de aves, es el denominado como “Búsqueda intensiva” descrita en Ralph *et al.* (1996) que consiste en efectuar una serie de censos en transecto que el observador recorre por completo en busca de aves (Figura IV-16) de esta forma los cantos o llamados que no resulten familiares son menos problemáticos, ya que el ave puede ser buscada e identificada visualmente si es necesario. Además, este método aumenta la probabilidad de detección de aquellas especies particularmente inconspicuas o silenciosas.

La identificación se llevó a cabo mediante el uso de binoculares 9 x 25 y con la ayuda de guías de campo especializadas (Peterson y Chaliff 1989, Howell y Webb 1995, National Geographic Society 2000). Por las noches se realizaron caminatas para registrar mediante el llamado, especies vespertinas y/o nocturnas como es el caso de estrígidos (búhos) y caprimúlgidos. También se emplearon redes ornitológicas para la captura de ejemplares. Todo el material fotográfico fue utilizado para la identificación y verificación de los registros visuales.

Además, se emplearon seis redes de niebla u ornitológicas de 9 y 12 metros de largo para la captura de ejemplares, éstas se situaron entre la vegetación.

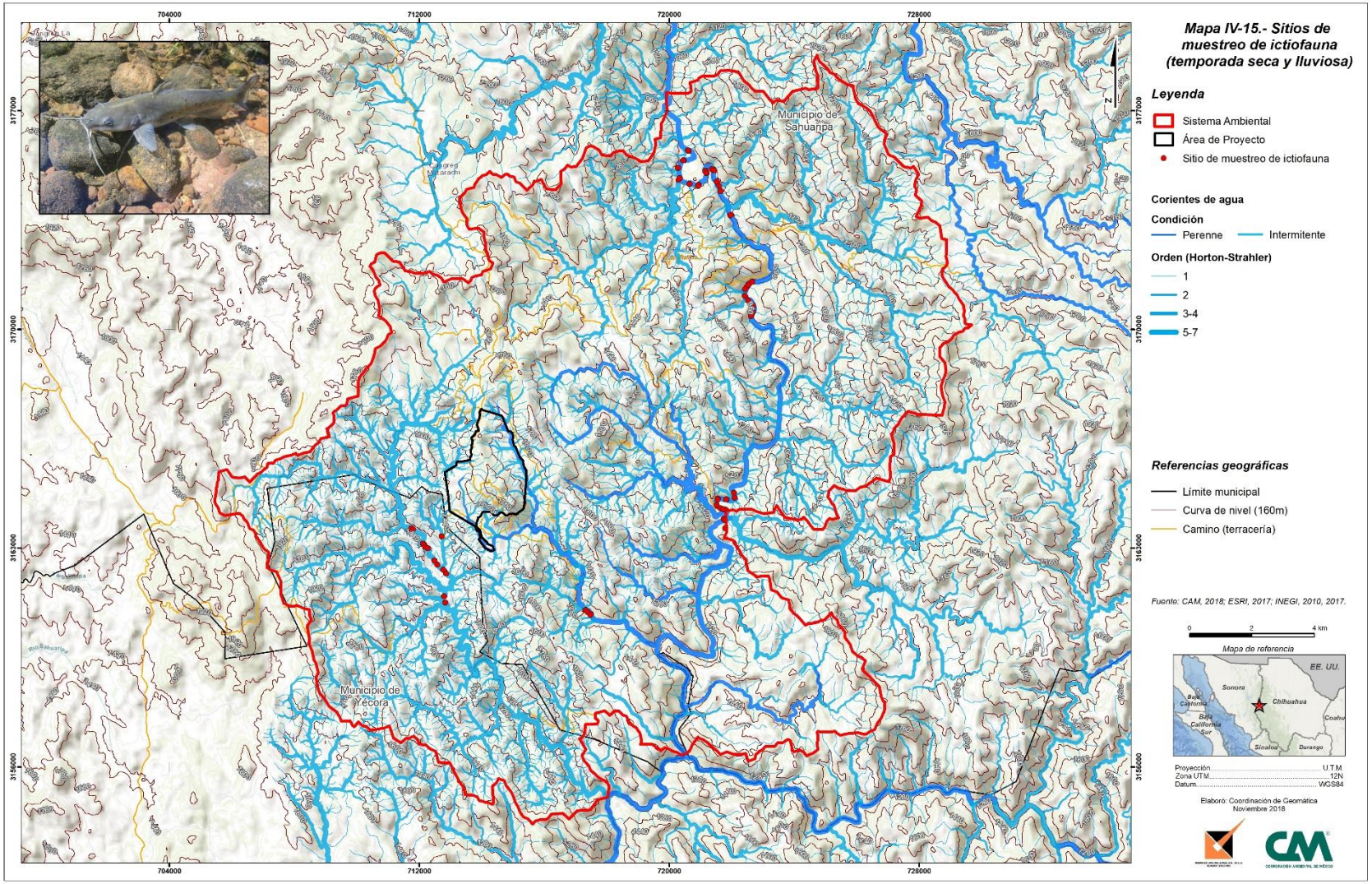
En el Mapa IV-18, se observan los transectos recorridos en el SA en las temporadas de secas y lluvias respectivamente, con la finalidad de registrar a las distintas especies de aves presentes en los diferentes ambientes que lo conforman.



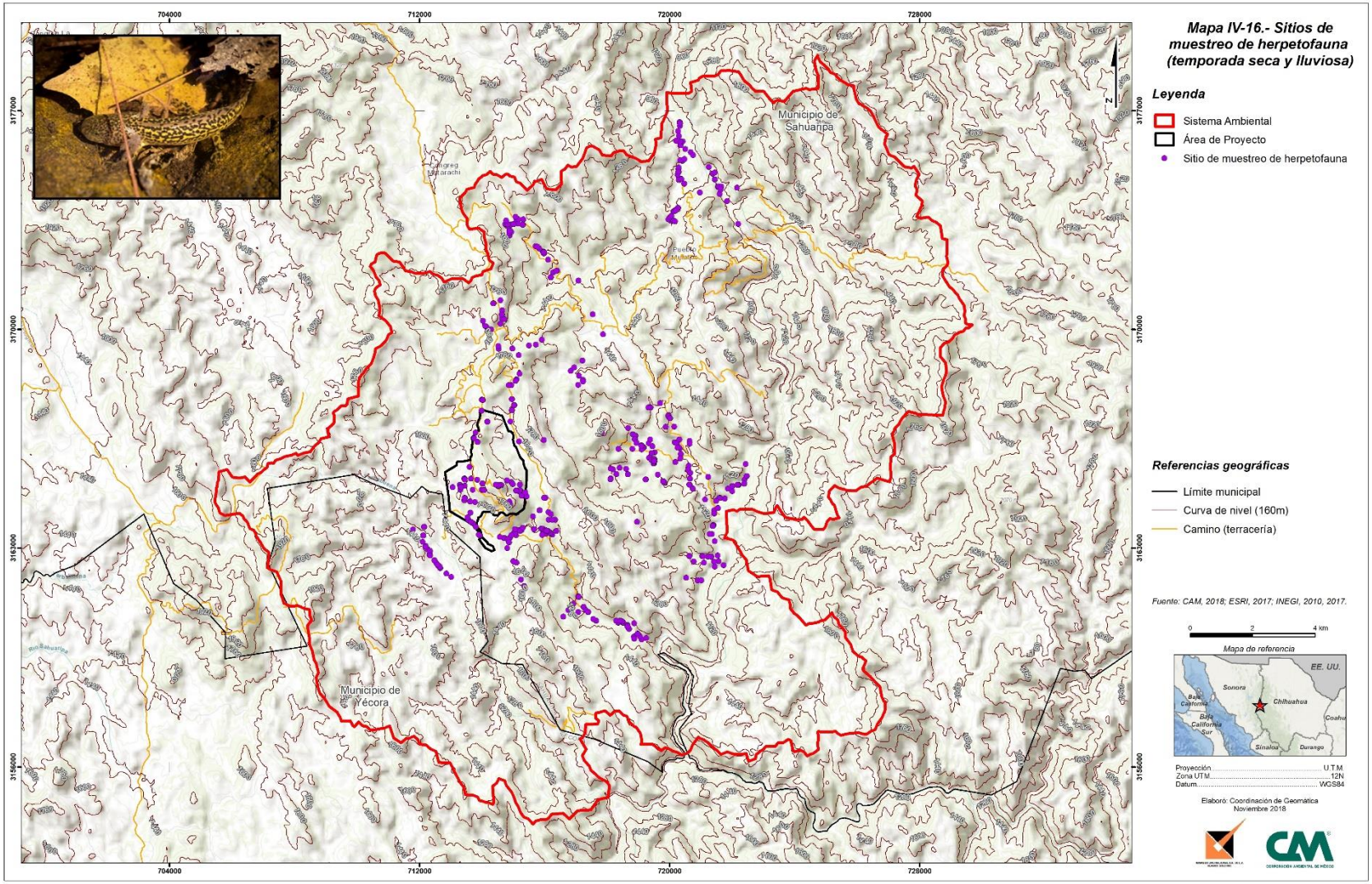
Figura IV-16: Métodos de ornitología para registrar especies de aves en el SA.

a) “búsqueda intensiva” a través del recorrido de transectos, b) registro de especies mediante binoculares y c) Strigiforme capturado en red de niebla para murciélagos.

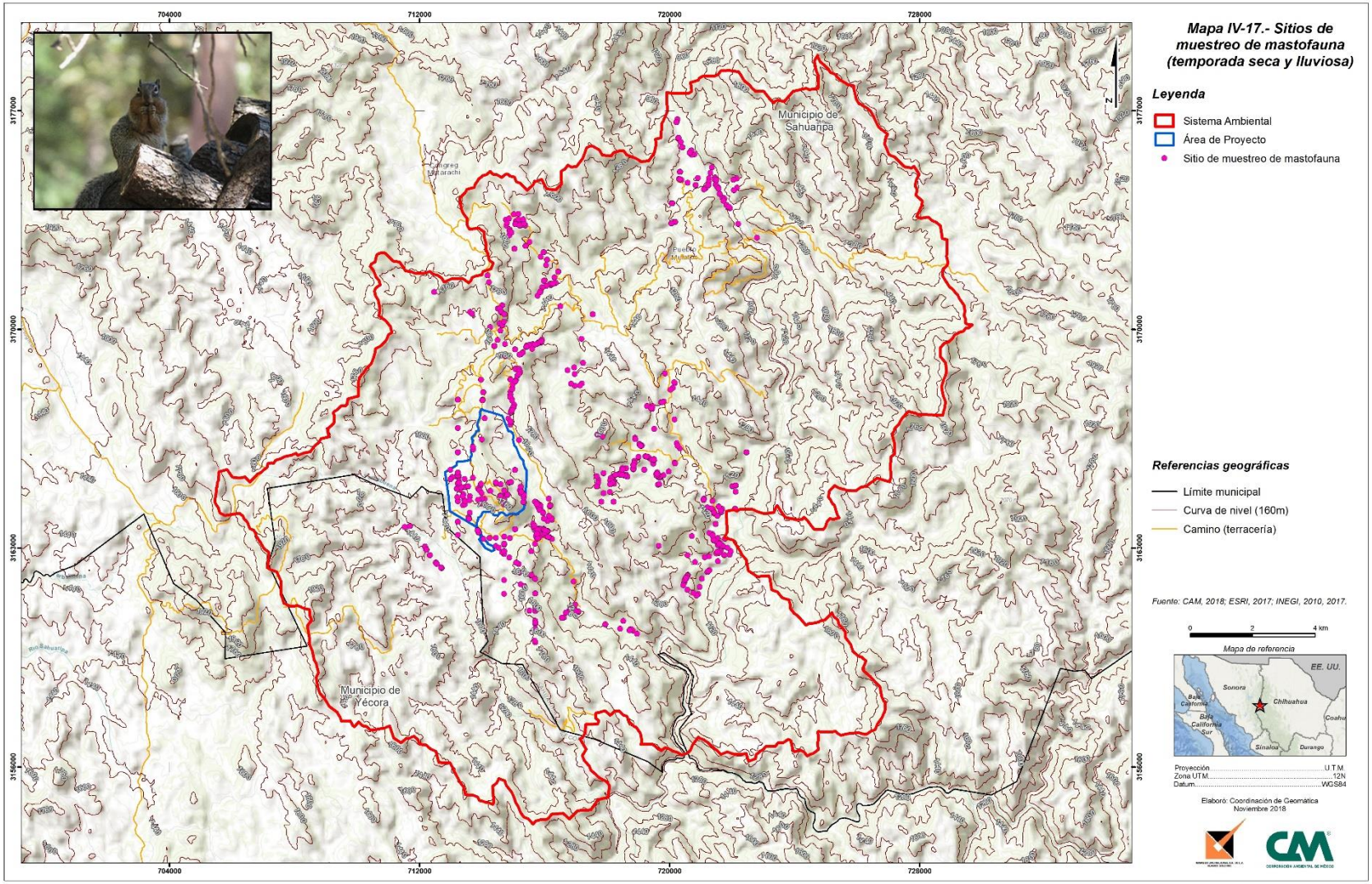
Página intencionalmente dejada en blanco.



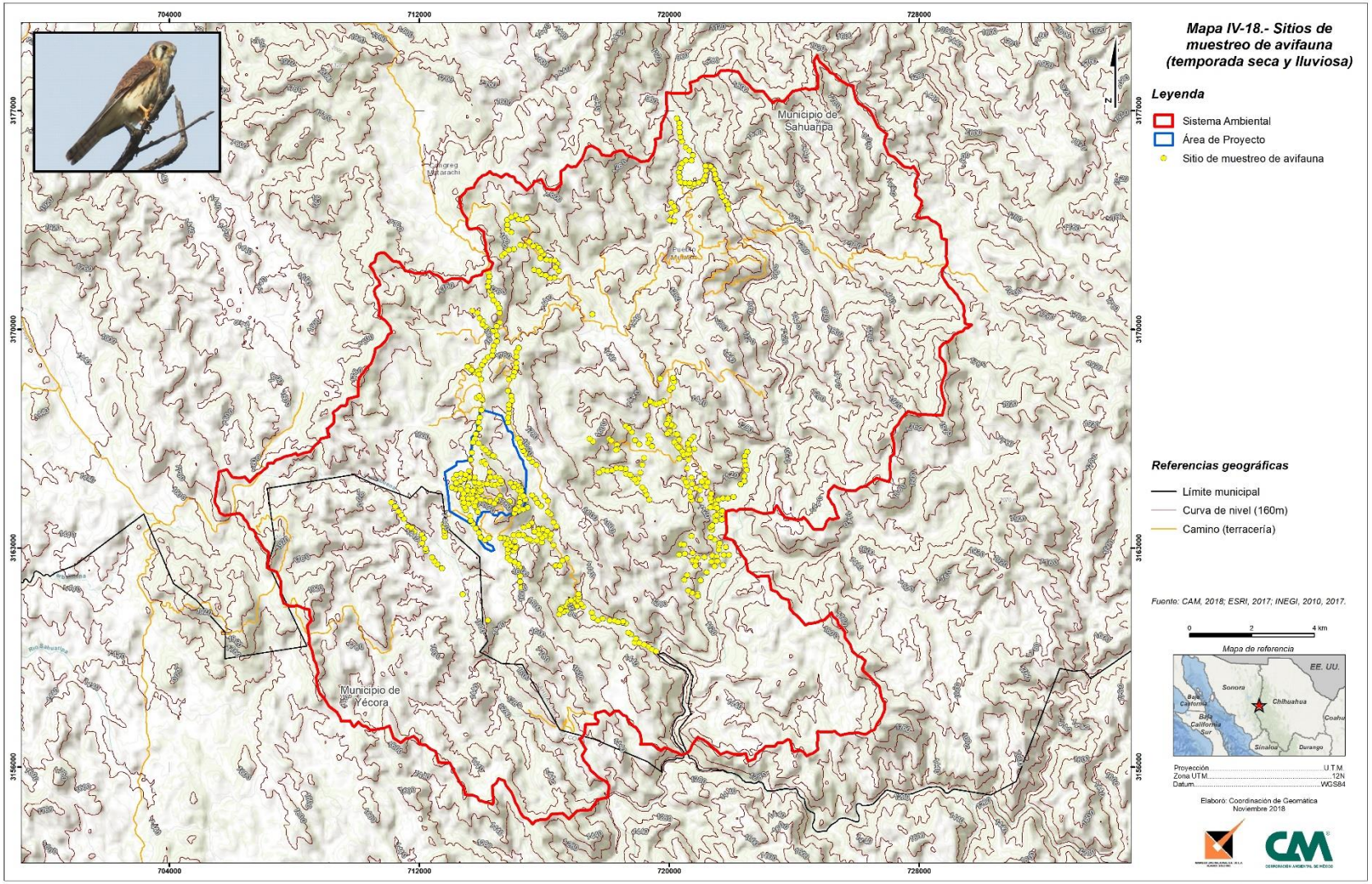
Mapa IV-15:Muestreo de ictiofauna en el SA



Mapa IV-16: Muestreo de herpetofauna en el SA



Mapa IV-17:Muestreo de mastofauna en el SA



Mapa IV-18: Muestreo de ornitofauna en el SA

IV.1.1.1.1. Validación del muestreo (Curvas de acumulación)

Con la finalidad de validar la intensidad de muestreo realizada para cada grupo faunístico, se realizó un análisis de acumulación de especies por día de esfuerzo de muestreo, para obtener las curvas asintóticas de acumulación y con ellos los modelos que se ajustan a las mismas para determinar el momento en el esfuerzo de muestreo donde se haya alcanzado más del 80 % de la riqueza posible de la región. Los modelos a los que se ajustaron nuestras curvas fueron el modelo logarítmico y el modelo exponencial, buscando el mejor ajuste de ellos por medio de la correlación de Spearman (r^2).

Ictiofauna

Las curvas de acumulación encontradas para la ictiofauna se ajustaron a los modelos indicados, siendo el modelo logarítmico el que mejor ajuste arrojó a los datos observados con una correlación r^2 = a 0.92 (ver Figura IV-17).

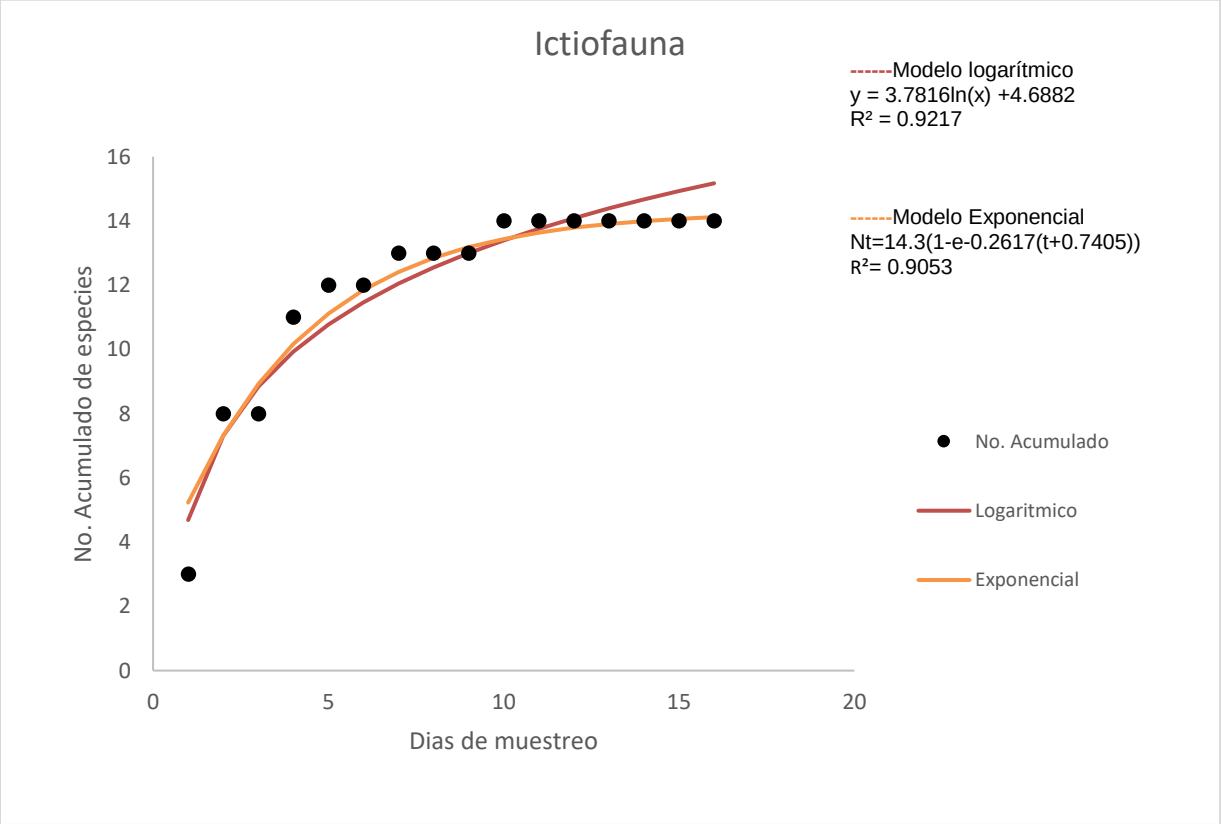


Figura IV-17: Curva de acumulación de especies de ictiofauna en el SA

Con esta curva podemos con certeza afirmar que a partir del día cinco (5) de trabajo de muestreo se alcanzó la riqueza por arriba del 80%, por lo que el esfuerzo aplicado de 16 días en las dos temporadas cubrió eficientemente la representatividad de la región.

Herpetofauna

Las curvas de acumulación encontradas para la herpetofauna se ajustaron a los modelos indicados, siendo el modelo exponencial el que mejor ajuste arrojó a los datos observados con una correlación $r^2 = 0.9274$ (Figura IV-18).

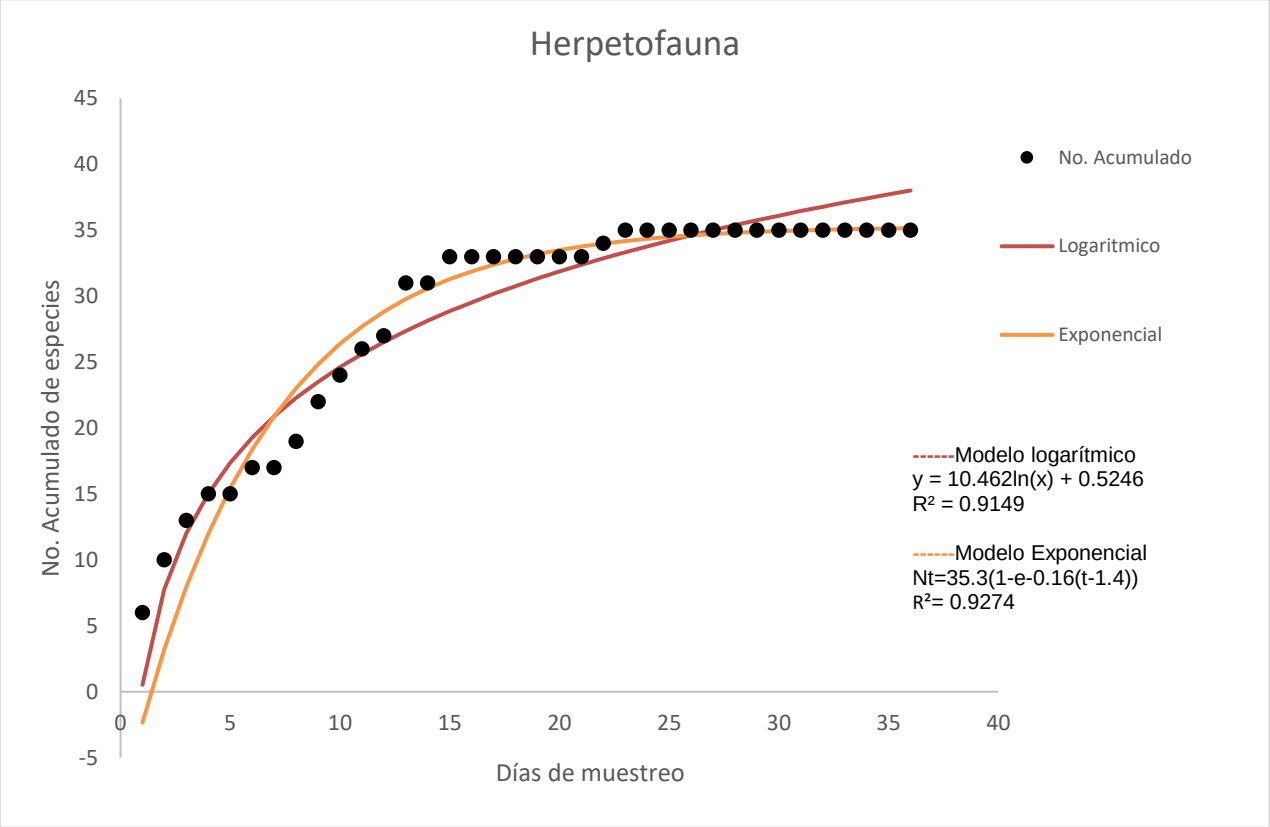


Figura IV-18: Curva de acumulación de especies de herpetofauna en el SA

Con esta curva podemos con certeza afirmar que a partir del día 14 de trabajo de muestreo se alcanzó la riqueza por arriba del 80%, por lo que el esfuerzo aplicado desde el día 24 de los 36 empleados en las dos temporadas cubrió eficientemente la representatividad de la región.

Mastofauna

Las curvas de acumulación encontradas para la mastofauna se ajustaron a los modelos indicados, siendo el modelo exponencial el que mejor ajuste arrojó a los datos observados con una correlación $r^2 = 0.932$ (Figura IV-19).

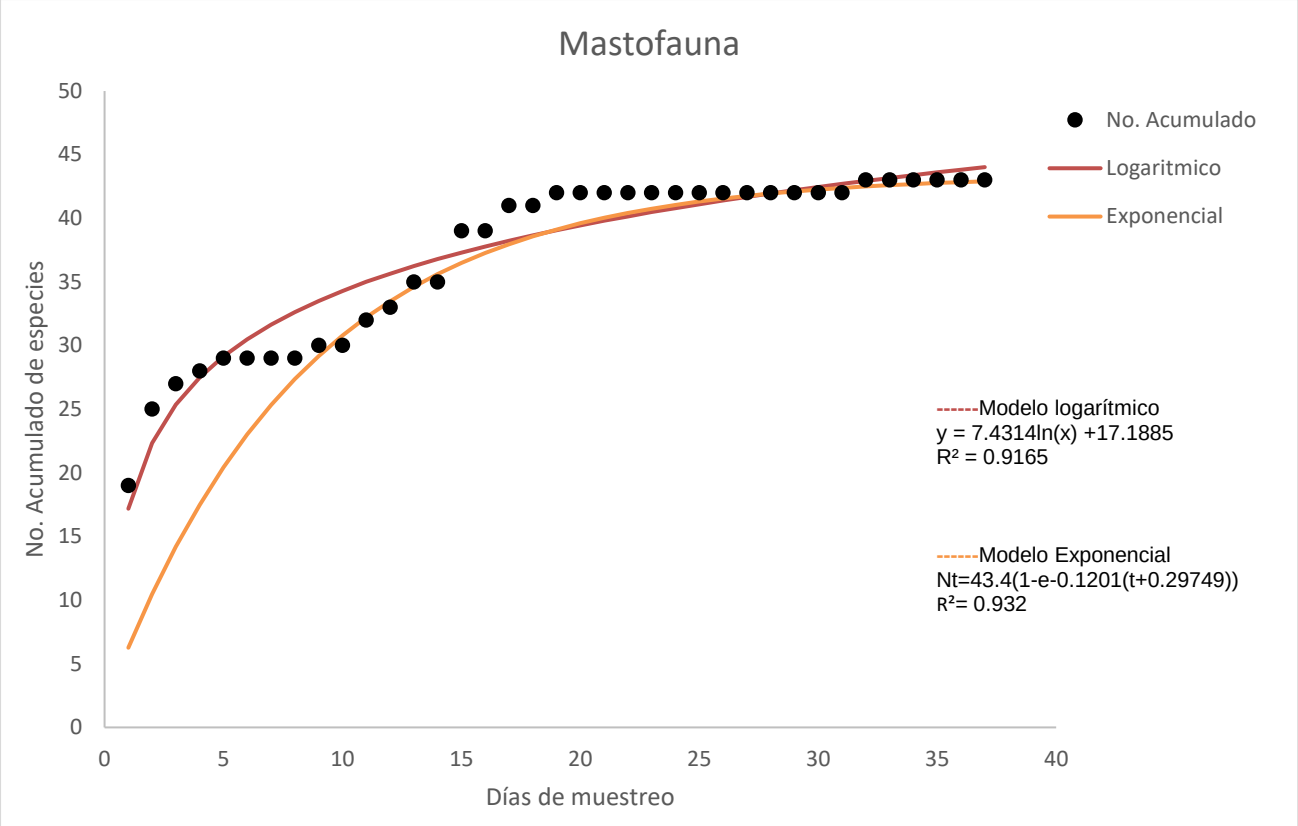


Figura IV-19: Curva de acumulación de especies de mastofauna en el SA

Con esta curva podemos con certeza afirmar que a partir del día 15 de trabajo de muestreo se alcanzó la riqueza por arriba del 80%, por lo que el esfuerzo aplicado desde el día 20 de los 36 empleados en las dos temporadas cubrió eficientemente la representatividad de la región.

Ornitofauna

Las curvas de acumulación encontradas para la mastofauna se ajustaron a los modelos indicados, siendo el modelo logarítmico el que mejor ajuste arrojó a los datos observados con una correlación $r^2 = 0.9815$ (Figura IV-20).

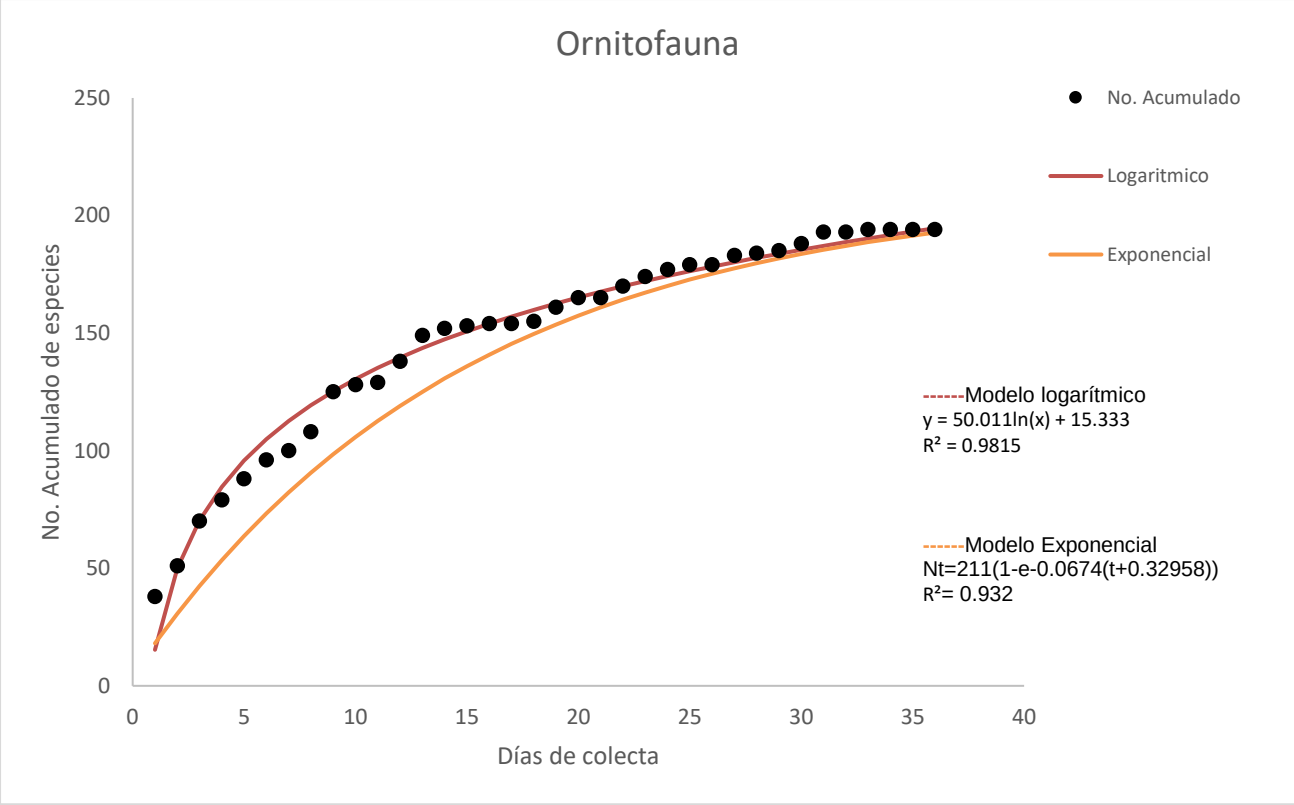


Figura IV-20: Curva de acumulación de especies de la ornitofauna en el SA

Con esta curva podemos con certeza afirmar que a partir del día 20 de trabajo de muestreo se alcanzó la riqueza por arriba del 80%, por lo que el esfuerzo aplicado desde el día 30 de los 36 empleados en las dos temporadas cubrió eficientemente la representatividad de la región.

IV.1.1.1.2. Análisis de comunidades faunísticas

Ictiofauna

La ictiofauna de la región se caracterizó por la presencia de 14 especies, de las cuales *Agosia chrysogaster* y *Gila erémica* son las más abundantes (Tabla IV-38).

Tabla IV-38: Parámetros estructurales de la ictiofauna en el SA.

Especie	NI	pi	pi^2	-pilnpi
Agosia chrysogaster	411	0.23418803	0.05484404	0.33995459
Catostomus bernardini	26	0.01481481	0.00021948	0.06240189
Catostomus insignis	10	0.00569801	3.2467E-05	0.02944524
Catostomus plebeius	361	0.20569801	0.04231167	0.32527976
Cyprinus carpio	4	0.0022792	5.1948E-06	0.01386651
Gila eremica	404	0.23019943	0.05299178	0.33811905
Gila intermedia	121	0.06894587	0.00475353	0.18439115
Gila purpurea	6	0.0034188	1.1688E-05	0.01941355

Especie	NI	pi	pi^2	-pilnpi
Ictalurus pricei	5	0.002849	8.1168E-06	0.0166974
Lepomis microlophus	13	0.00740741	5.487E-05	0.03633537
Micropterus salmoides	125	0.07122507	0.00507301	0.18817026
Poeciliopsis monacha	88	0.05014245	0.00251427	0.1500707
Poeciliopsis occidentalis	121	0.06894587	0.00475353	0.18439115
Rhinichthys cataractae	60	0.03418803	0.00116882	0.11541469
Total	**1755**	**1**	**0.16874246**	**2.0039513**
S	**14**		**H'**	**2.0039513**
I	**0.168742462**		**H_{max}**	**2.63905733**
1-I	**0.831257538**		**J**	**0.7593436**

La dominancia registrada para la ictiofauna indica que es baja (I=0.17), con una alta homogeneidad de las abundancias entre las especies (1-I=0.83), La diversidad es considerada media (H’=2) con una diversidad máxima posible de 2.63, nos arroja una equidad media a alta (J= 0.76). Aunque la domiancia se expresa baja, existen tres especies que por su abundancia caracterizan a la comunidad de peces de la zona (*Agosia chrysogaster, Gila erémica y Catostomus plebeius*).

Herpetofauna

La herpetofauna de la región se caracterizó por la presencia de 35 especies, de las cuales 9 son anfibios y 26 son reptiles. Las especies que fue registradas con mayores abundancias fueron *Ambystoma rosaceum y Lithobates magnaocularis (*Tabla IV-39*)*.

Tabla IV-39: Parámetros estructurales de la herpetofauna en el SA.

Especies	NI	pi	pi2	-pilnpi
Ambystoma rosaceum	515	0.36089699	0.13024663	0.36781275
Anaxyrus punctatus	4	0.00280308	7.8573E-06	0.01647382
Aspidoscelis sonorae	83	0.05816398	0.00338305	0.1654468
Boa constrictor	1	0.00070077	4.9108E-07	0.00508993
Coluber mentovarius	8	0.00560617	3.1429E-05	0.02906174
Crotalus basiliscus	1	0.00070077	4.9108E-07	0.00508993
Crotalus molossus	8	0.00560617	3.1429E-05	0.02906174
Drymarchon melanurus	1	0.00070077	4.9108E-07	0.00508993
Elgaria kingii	6	0.00420463	1.7679E-05	0.0230059
Gastrophryne mazatlanensis	2	0.00140154	1.9643E-06	0.00920838
Holbrookia elegans	11	0.00770848	5.9421E-05	0.0375051
Hyla arenicolor	120	0.0840925	0.00707155	0.2081994
Hyla wrightorum	6	0.00420463	1.7679E-05	0.0230059
Hypsiglena chlorophaea	1	0.00070077	4.9108E-07	0.00508993
Incilius mccoyi	6	0.00420463	1.7679E-05	0.0230059
Kinosternon sonoriense	13	0.00911002	8.2992E-05	0.04280234
Lithobates chiricahuensis	40	0.02803083	0.00078573	0.10019482
Lithobates magnaocularis	346	0.24246671	0.05879011	0.34354887
Lithobates tarahumarae	10	0.00700771	4.9108E-05	0.03476345
Micruroides euryxanthus	1	0.00070077	4.9108E-07	0.00508993

Especies	NI	pi	pi2	-pilnpi
Micrurus distans	1	0.00070077	4.9108E-07	0.00508993
Pituophis catenifer	3	0.00210231	4.4197E-06	0.01296016
Plestiodon callicephalus	26	0.01822004	0.00033197	0.07297552
Plestiodon parviauriculatus	3	0.00210231	4.4197E-06	0.01296016
Sceloporus albiventris	24	0.0168185	0.00028286	0.06870821
Sceloporus clarkii	99	0.06937631	0.00481307	0.18511056
Sceloporus poinsettii	2	0.00140154	1.9643E-06	0.00920838
Sceloporus slevini	8	0.00560617	3.1429E-05	0.02906174
Sceloporus virgatus	13	0.00911002	8.2992E-05	0.04280234
Senticolis triaspis	3	0.00210231	4.4197E-06	0.01296016
Tantilla yaquia	2	0.00140154	1.9643E-06	0.00920838
Terrapene nelsoni	3	0.00210231	4.4197E-06	0.01296016
Thamnophis cyrtopsis	32	0.02242467	0.00050287	0.08515977
Trimorphodon tau	3	0.00210231	4.4197E-06	0.01296016
Urosaurus bicarinatus	22	0.01541696	0.00023768	0.06432398
Total	**1427**	**1**	**0.20690615**	**2.11499621**
S	**35**		**H'**	**2.11499621**
I	**0.206906153**		**H_{max}**	**3.55534806**
1-I	**0.793093847**		**J**	**0.5948774**

La dominancia se puede considerar regular a media (I=0.21), con una homogeneidad de las abundancias media-alta (1-I=0.79), pero que sin embargo puede distinguirse el predominio de las especies antes mencionadas (*Ambystoma rosaceum y Lithobates magnaocularis*). Otras especies que se pueden mencionar como las más vistas entre el grupo de reptiles pueden mencionarse a la lagartija *Sceloporus clarkii* y *Aspidoscelis sonorae.* La diversidad se registra media (H’= 2.11) que al compararse con la diversidad máxima que pudiera alcanzar (H_{max}= 3.55) encontramos que la equidad se encuentra algo baja (J= 0.59) debido a esas especies que muestran su abundancia alta contribuyendo a cierto grado de inequidad.

Mastofauna

La mastofauna de la región se caracterizó por la presencia de 43 especies. Las especies que fue registradas con mayores abundancias fueron *Odocoileus virginianus, Urocyon cinereoargenteus y Canis latrans (*Tabla IV-40*).*

Tabla IV-40: Parámetros estructurales de la Mastofauna en el SA

Especie	NI	pi	pi2	-pilnpi
Antrozous pallidus	3	0.00285442	8.1477E-06	0.01672374
Bassariscus astutus	53	0.05042816	0.002543	0.15063929
Canis latrans	104	0.09895338	0.00979177	0.2288897
Chaetodipus artus	2	0.00190295	3.6212E-06	0.01192074
Conepatus leuconotus	11	0.01046622	0.00010954	0.04772181
Corynorhinus mexicanus	1	0.00095147	9.053E-07	0.00661988
Didelphis virginiana	7	0.00666032	4.436E-05	0.03337879
Eptesicus fuscus	3	0.00285442	8.1477E-06	0.01672374
Heteromys pictus	18	0.01712655	0.00029332	0.06965581

Especie	NI	pi	pi2	-pilnpi
Lasiurus cinereus	6	0.00570885	3.2591E-05	0.02949042
Lasiurus xanthinus	2	0.00190295	3.6212E-06	0.01192074
Lepus alleni	21	0.01998097	0.00039924	0.07818504
Lepus californicus	3	0.00285442	8.1477E-06	0.01672374
Lontra longicaudis	2	0.00190295	3.6212E-06	0.01192074
Lynx rufus	29	0.02759277	0.00076136	0.0990636
Mephitis macroura	13	0.01236917	0.000153	0.05433218
Mephitis	3	0.00285442	8.1477E-06	0.01672374
Myotis auriculus	6	0.00570885	3.2591E-05	0.02949042
Myotis californicus	4	0.0038059	1.4485E-05	0.02120344
Myotis melanorhinus	2	0.00190295	3.6212E-06	0.01192074
Myotis yumanensis	1	0.00095147	9.053E-07	0.00661988
Nasua narica	24	0.02283539	0.00052146	0.08630509
Natalus mexicanus	2	0.00190295	3.6212E-06	0.01192074
Neotoma albigula	8	0.0076118	5.7939E-05	0.03713078
Odocoileus hemionus	2	0.00190295	3.6212E-06	0.01192074
Odocoileus virginianus	227	0.21598478	0.04664942	0.3310069
Otospermophilus variegatus	29	0.02759277	0.00076136	0.0990636
Pecari tajacu	71	0.06755471	0.00456364	0.18204761
Peromyscus boylii	21	0.01998097	0.00039924	0.07818504
Peromyscus eremicus	53	0.05042816	0.002543	0.15063929
Peromyscus gratus	10	0.00951475	9.053E-05	0.04429032
Peromyscus leucopus	5	0.00475737	2.2633E-05	0.02544272
Peromyscus melanotis	6	0.00570885	3.2591E-05	0.02949042
Peromyscus merriami	11	0.01046622	0.00010954	0.04772181
Peromyscus spicilegus	1	0.00095147	9.053E-07	0.00661988
Procyon lotor	97	0.09229305	0.00851801	0.21991463
Puma concolor	18	0.01712655	0.00029332	0.06965581
Sciurus nayaritensis	44	0.04186489	0.00175267	0.13285018
Sigmodon arizonae	8	0.0076118	5.7939E-05	0.03713078
Spilogale gracilis	4	0.0038059	1.4485E-05	0.02120344
Sylvilagus floridanus	8	0.0076118	5.7939E-05	0.03713078
Tadarida brasiliensis	1	0.00095147	9.053E-07	0.00661988
Urocyon cinereoargenteus	107	0.1018078	0.01036483	0.23259708
Total	**1051**	**1**	**0.09104373**	**2.86875572**
S	**43**		**H'**	**2.86875572**
I	**0.091043734**		**Hmax**	**3.76120012**
1-I	**0.908956266**		**J**	**0.7627235**

La dominancia registrada para la Mastofauna fue baja (I=0.09), con una homogeneidad de las abundancias entre las especies registradas alta (1-I=0.91), La diversidad se puede considerar media-alta (H’=2.86) con una diversidad máxima de 3.76 lo que resulta en una equidad media-alta (J=0.76).

Ornitofauna

La ornitofauna de la región se caracterizó por la presencia de 194 especies. Las especies que fue registradas con mayores abundancias fueron *Cathartes aura, Melanerepes formicivorus y Aphelocoma wollweberii (*Tabla IV-41*).*

Tabla IV-41: Parámetros estructurales de la ornitofauna en el SA.

Especie	NI	pi	pi2	-pilnpi
Accipiter cooperii	10	0.00296209	8.7739E-06	0.01724485
Accipiter striatus	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Actitis macularius	36	0.01066351	0.00011371	0.04842222
Aeronautes saxatalis	14	0.00414692	1.7197E-05	0.02274747
Aimophila rufescens	88	0.02606635	0.00067945	0.09506685
Amazilia beryllina	14	0.00414692	1.7197E-05	0.02274747
Amazilia violiceps	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Amphispiza quinquestriata	15	0.00444313	1.9741E-05	0.02406574
Anas cyanoptera	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Anas discors	11	0.00325829	1.0616E-05	0.01865879
Anas platyrhynchos	4	0.00118483	1.4038E-06	0.00798359
Anas strepera	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Antrostomus arizonae	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Aphelocoma ultramarina	3	0.00088863	7.8966E-07	0.00624334
Aphelocoma wollweberi	165	0.04887441	0.00238871	0.14752747
Archilochus alexandri	5	0.00148104	2.1935E-06	0.00964901
Ardea alba	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Ardea herodias	15	0.00444313	1.9741E-05	0.02406574
Baeolophus wollweberi	102	0.03021327	0.00091284	0.10573055
Basileuterus lachrymosus	6	0.00177725	3.1586E-06	0.01125478
Basileuterus rufifrons	29	0.00859005	7.3789E-05	0.04086415
Bombycilla cedrorum	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Bubo virginianus	3	0.00088863	7.8966E-07	0.00624334
Buteo swainsoni	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Buteo brachyurus	4	0.00118483	1.4038E-06	0.00798359
Buteo jamaicensis	32	0.00947867	8.9845E-05	0.0441584
Buteo plagiatus	10	0.00296209	8.7739E-06	0.01724485
Buteo swainsoni	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Buteogallus anthracinus	22	0.00651659	4.2466E-05	0.03280062
Cacicus melanicterus	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Callipepla gambelii	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Calothorax lucifer	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Camptostoma imberbe	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Campylorhynchus brunneicapillus	26	0.00770142	5.9312E-05	0.03747782
Campylorhynchus gularis	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Cardellina pusilla	10	0.00296209	8.7739E-06	0.01724485
Cardellina rubrifrons	4	0.00118483	1.4038E-06	0.00798359
Cardinalis	17	0.00503555	2.5357E-05	0.02664424
Cardinalis sinuatus	5	0.00148104	2.1935E-06	0.00964901

Especie	NI	pi	pi2	-pilnpi
Cathartes aura	199	0.0589455	0.00347457	0.16688308
Catharus aurantiirostris	4	0.00118483	1.4038E-06	0.00798359
Catharus guttatus	9	0.00266588	7.1069E-06	0.01580124
Catharus mexicanus	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Catherpes mexicanus	59	0.0174763	0.00030542	0.07072502
Certhia americana	29	0.00859005	7.3789E-05	0.04086415
Charadrius vociferus	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Chloroceryle americana	5	0.00148104	2.1935E-06	0.00964901
Chondestes grammacus	12	0.0035545	1.2634E-05	0.02004576
Chordeiles acutipennis	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Chordeiles minor	7	0.00207346	4.2992E-06	0.01281095
Coccyzus americanus	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Colaptes auratus	8	0.00236967	5.6153E-06	0.01432466
Colaptes auricularis	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Columbina inca	91	0.02695498	0.00072657	0.09740416
Columbina passerina	33	0.00977488	9.5548E-05	0.04523756
Contopus cooperi	13	0.00385071	1.4828E-05	0.02140802
Contopus pertinax	41	0.01214455	0.00014749	0.05356809
Contopus sordidulus	12	0.0035545	1.2634E-05	0.02004576
Coragyps atratus	58	0.01718009	0.00029516	0.06981997
Corvus corax	81	0.02399289	0.00057566	0.08949343
Cyanocitta stelleri	6	0.00177725	3.1586E-06	0.01125478
Cynanthus latirostris	10	0.00296209	8.7739E-06	0.01724485
Cyrtonyx montezumae	16	0.00473934	2.2461E-05	0.02536426
Egretta thula	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Empidonax fulvifrons	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Empidonax hammondii	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Empidonax oberholseri	5	0.00148104	2.1935E-06	0.00964901
Empidonax occidentalis	30	0.00888626	7.8966E-05	0.041972
Empidonax traillii	5	0.00148104	2.1935E-06	0.00964901
Empidonax wrightii	17	0.00503555	2.5357E-05	0.02664424
Eugenes fulgens	4	0.00118483	1.4038E-06	0.00798359
Euptilotis neoxenus	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Falco sparverius	17	0.00503555	2.5357E-05	0.02664424
Geococcys californianus	5	0.00148104	2.1935E-06	0.00964901
Geothlypis tolmiei	3	0.00088863	7.8966E-07	0.00624334
Geothlypis trichas	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Glaucidium gnoma	3	0.00088863	7.8966E-07	0.00624334
Haemorhous mexicanus	6	0.00177725	3.1586E-06	0.01125478
Hirundo rustica	37	0.01095972	0.00012012	0.04946699
Hylocharis leucotis	9	0.00266588	7.1069E-06	0.01580124
Icteria virens	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Icterus bullockii	3	0.00088863	7.8966E-07	0.00624334
Icterus cucullatus	4	0.00118483	1.4038E-06	0.00798359
Icterus parisorum	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Icterus wagleri	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Junco hyemalis	3	0.00088863	7.8966E-07	0.00624334

Especie	NI	pi	pi2	-pilnpi
Junco phaeonotus	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Lampornis clemenciae	6	0.00177725	3.1586E-06	0.01125478
Lanius ludovicianus	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Lepidocolaptes leucogaster	24	0.007109	5.0538E-05	0.03516393
Leptotila verreauxi	7	0.00207346	4.2992E-06	0.01281095
Loxia curvirostra	3	0.00088863	7.8966E-07	0.00624334
Megaceryle alcyon	3	0.00088863	7.8966E-07	0.00624334
Megascops kennicottii	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Megascops trichopsis	6	0.00177725	3.1586E-06	0.01125478
Melanerpes formicivorus	173	0.05124408	0.00262596	0.15225411
Melanerpes uropygialis	9	0.00266588	7.1069E-06	0.01580124
Meleagris gallopavo	41	0.01214455	0.00014749	0.05356809
Melospiza lincolnii	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Melozone fusca	8	0.00236967	5.6153E-06	0.01432466
Mimus polyglottos	6	0.00177725	3.1586E-06	0.01125478
Mitrephanes phaeocercus	19	0.00562796	3.1674E-05	0.02915289
Mniotilta varia	3	0.00088863	7.8966E-07	0.00624334
Molothrus aeneus	34	0.01007109	0.00010143	0.04630774
Molothrus ater	16	0.00473934	2.2461E-05	0.02536426
Myadestes occidentalis	23	0.0068128	4.6414E-05	0.03398872
Myiarchus cinerascens	24	0.007109	5.0538E-05	0.03516393
Myiarchus tuberculifer	75	0.02221564	0.00049353	0.08457402
Myiarchus tyrannulus	9	0.00266588	7.1069E-06	0.01580124
Myioborus miniatus	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Myioborus pictus	98	0.02902844	0.00084265	0.10274555
Myiodynastes luteiventris	6	0.00177725	3.1586E-06	0.01125478
Oreothlypis celata	15	0.00444313	1.9741E-05	0.02406574
Oreothlypis luciae	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Oreothlypis ruficapilla	16	0.00473934	2.2461E-05	0.02536426
Oreothlypis superciliosa	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Oreothlypis virginiae	9	0.00266588	7.1069E-06	0.01580124
Pachyramphus major	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Pandion haliaetus	3	0.00088863	7.8966E-07	0.00624334
Parabuteo unicinctus	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Passer domesticus	3	0.00088863	7.8966E-07	0.00624334
Passerina amoena	6	0.00177725	3.1586E-06	0.01125478
Passerina caerulea	21	0.00622038	3.8693E-05	0.03159906
Passerina ciris	7	0.00207346	4.2992E-06	0.01281095
Passerina cyanea	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Passerina versicolor	17	0.00503555	2.5357E-05	0.02664424
Patagioenas fasciata	6	0.00177725	3.1586E-06	0.01125478
Peucaea cassinii	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Peucedramus taeniatus	3	0.00088863	7.8966E-07	0.00624334
Phalanoeptilus nuttallii	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Pheucticus melanocephalus	31	0.00918246	8.4318E-05	0.04306998
Picoides arizonae	17	0.00503555	2.5357E-05	0.02664424
Picoides scalaris	16	0.00473934	2.2461E-05	0.02536426

Especie	NI	pi	pi2	-pilnpi
Picoides villosus	7	0.00207346	4.2992E-06	0.01281095
Pipilo chlorurus	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Pipilo maculatus	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Piranga bidentata	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Piranga flava	62	0.01836493	0.00033727	0.07341036
Piranga ludoviciana	44	0.01303318	0.00016986	0.05656733
Piranga rubra	6	0.00177725	3.1586E-06	0.01125478
Poecetes gramineus	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Poecile sclateri	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Polioptila caerulea	19	0.00562796	3.1674E-05	0.02915289
Polioptila nigriceps	8	0.00236967	5.6153E-06	0.01432466
Psaltriparus minimus	36	0.01066351	0.00011371	0.04842222
Ptiliogonys cinereus	9	0.00266588	7.1069E-06	0.01580124
Pyrocephalus rubinus	53	0.01569905	0.00024646	0.0652163
Regulus calendula	10	0.00296209	8.7739E-06	0.01724485
Riparia	5	0.00148104	2.1935E-06	0.00964901
Salpinctes obsoletus	11	0.00325829	1.0616E-05	0.01865879
Sayornis nigricans	80	0.02369668	0.00056153	0.08868294
Sayornis saya	12	0.0035545	1.2634E-05	0.02004576
Selasphorus sasin	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Setophaga coronata	12	0.0035545	1.2634E-05	0.02004576
Setophaga graciae	9	0.00266588	7.1069E-06	0.01580124
Setophaga nigrescens	8	0.00236967	5.6153E-06	0.01432466
Setophaga occidentalis	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Setophaga petechia	5	0.00148104	2.1935E-06	0.00964901
Setophaga pitiayumi	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Setophaga townsendi	27	0.00799763	6.3962E-05	0.03861744
Sialia mexicana	4	0.00118483	1.4038E-06	0.00798359
Sialia sialis	69	0.02043839	0.00041773	0.07951229
Sitta carolinensis	25	0.00740521	5.4837E-05	0.0363268
Sphyrapicus nuchalis	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Spinus notatus	4	0.00118483	1.4038E-06	0.00798359
Spinus psaltria	30	0.00888626	7.8966E-05	0.041972
Spizella atrogularis	8	0.00236967	5.6153E-06	0.01432466
Spizella pallida	8	0.00236967	5.6153E-06	0.01432466
Spizella passerina	22	0.00651659	4.2466E-05	0.03280062
Sporophila torqueola	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Stelgidopteryx serripennis	47	0.0139218	0.00019382	0.05950594
Tachycineta bicolor	9	0.00266588	7.1069E-06	0.01580124
Tachycineta thalassina	9	0.00266588	7.1069E-06	0.01580124
Thryomanes bewickii	21	0.00622038	3.8693E-05	0.03159906
Thryophilus sinaloa	32	0.00947867	8.9845E-05	0.0441584
Toxostoma curvirostre	20	0.00592417	3.5096E-05	0.03038338
Troglodytes aedon	22	0.00651659	4.2466E-05	0.03280062
Trogon elegans	29	0.00859005	7.3789E-05	0.04086415
Turdus grayi	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Turdus migratorius	45	0.01332938	0.00017767	0.05755341

Especie	NI	pi	pi2	-pilnpi
Turdus rufopalliatus	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Tyrannus crassirostris	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Tyrannus melancholicus	11	0.00325829	1.0616E-05	0.01865879
Tyrannus verticalis	3	0.00088863	7.8966E-07	0.00624334
Tyrannus vociferans	43	0.01273697	0.00016223	0.05557453
Tyto alba	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Vireo bellii	10	0.00296209	8.7739E-06	0.01724485
Vireo cassinii	2	0.00059242	3.5096E-07	0.00440243
Vireo gilvus	7	0.00207346	4.2992E-06	0.01281095
Vireo huttoni	27	0.00799763	6.3962E-05	0.03861744
Xiphorhynchus flavigaster	11	0.00325829	1.0616E-05	0.01865879
Zenaida asiatica	25	0.00740521	5.4837E-05	0.0363268
Zenaida macroura	74	0.02191943	0.00048046	0.0837406
Zonotrichia leucophrys	1	0.00029621	8.7739E-08	0.00240653
Total	**3376**	**1**	**0.01897016**	**4.47018011**
S	**194**		**H'**	**4.47018011**
I	**0.018970156**		**Hmax**	**5.26785816**
1-I	**0.981029844**		**J**	**0.8485764**

La dominacia registrada es baja (I=0.02), con una homogeneidad de abundancias entre las especies relativamente alta (1-I=0.98), la diversidad del grupo se considera alta (H’=4.47) comparada con su diversidad máxima (Hmax=5.26), se puede considerar una equidad alta (J=0.85).

IV.1.1.1.3. Análisis de régimen de riesgo y estatus ecológico

Fueron registradas 23 especies consideradas como endémicas, en la Tabla IV-42, se presenta un listado de ellas. Todas ellas fueron registradas en el AP.

Tabla IV-42: Especies endémicas en el SA y AP.

Especie	Nombre común
Ambystoma rosaceum	Salamandra tarahumara
Incilius mccoyi	Sapo chihuahuense
Lithobates magnaocularis	Rana leopardo del noreste
Trimorphodon tau	Falsa nauyaca
Micrurus distans	Coralillo de occidente
Sceloporus albiventris	Lagartija espinosa vientre blanco
Sceloporus slevini	Lagartija espinosa de pastizal
Urosaurus bicarinatus	Lagartija de árbol del pacífico
Plestiodon parviauriculatus	Eslizón pigmeo norteño
Crotalus basiliscus	Cascabel cola negra
Terrapene nelsoni	Tortuga de caja
Corynorhinus mexicanus	Murciélago mula mexicano

Especie	Nombre común
Peromyscus gratus	Ratón piñonero
Peromyscus spicilegus	Ratón de Sierra Madre
Chaetodipus artus	Ratón de campo
Sciurus nayaritensis	Ardilla arborícola
Aphelocoma ultramarina	Chara transvolcánica
Lepidocolaptes leucogaster	Trepatroncos mexicano
Polioptila nigriceps	Pelita sinaloense
Campylorhynchus gularis	Matraca serrana
Thryophilus sinaloa	Saltapared Sinaloense
Turdus rufopalliatus	Mirlo dorso canela
Colaptes auricularis	Carpintero corona gris

Se encontraron 31 especies reconocidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en alguna categoría de protección, 17 especies en la categoría de protección especial (Pr), tres (3) especies en la categoría de peligro de extinción (P) y 11 especies en categoría de amenazadas (A). En la siguiente Tabla IV-43 se enlistan las especies y el grupo de fauna al que pertenecen.

Tabla IV-43: Especies en la NOM059-SEMARNAT-2010

Especie	NOM059
Herpetofauna	
Boa constrictor	**A**
Lithobates chiricahuensis	**A**
Micruroides euryxanthus	**A**
Thamnophis cyrtopsis	**A**
Ambystoma rosaceum	**Pr**
Crotalus basiliscus	**Pr**
Crotalus molossus	**Pr**
Elgaria kingii	**Pr**
Micrurus distans	**Pr**
Plestiodon parviauriculatus	**Pr**
Terrapene nelsoni	**Pr**
Ictiofauna	
Agosia chrysogaster	**A**
Catostomus plebeius	**A**
Ictalurus pricei	**A**
Poeciliopsis occidentalis	**A**
Catostomus insignis	**P**
Gila intermedia	**P**
Gila purpurea	**P**
Catostomus bernardini	**Pr**

Especie	NOM059
Ornitofauna	
Euptilotis neoxenus	**A**
Geothlypis tolmiei	**A**
Icteria virens	**A**
Accipiter cooperii	**Pr**
Accipiter striatus	**Pr**
Buteo swainsoni	**Pr**
Buteogallus anthracinus	**Pr**
Catharus mexicanus	**Pr**
Cyrtonyx montezumae	**Pr**
Myadestes occidentalis	**Pr**
Parabuteo unicinctus	**Pr**
Passerina ciris	**Pr**

En la lista se pueden distinguir a dos (2) anfibios, nueve (9) reptiles, ocho (8) peces y nueve (9) aves consideradas en alguna categoría de protección.

Las especies consideradas en los apéndices de CITES se enlistan en la Tabla IV-44, en ella podemos encontrar a 33 especies, de las cuales una (1) se considera en el Apéndice I, 30 para el Apéndice II y dos (2) para el Apéndice III. Dos (2) de ellas son reptiles, seis (6) son mamíferos y 25 aves.

Tabla IV-44: Fauna considerada en los Apéndices de la CITES

Especie	Nombre común	CITES
Boa constrictor	Boa	**II**
Terrapene nelsoni	Tortuga de caja	**II**
Odocoileus virginianus	Venado de cola blanca	**III**
Pecari tajacu	Pecarí de collar	**II**
Lynx rufus	Lince rojo	**II**
Puma concolor	Puma	**II**
Lontra longicaudis	Nutria de río	**I**
Nasua narica	Coatí	**III**
Accipiter cooperii	Gavilán de Cooper	**II**
Accipiter striatus	Gavilán pecho canela	**II**
Buteo swainsoni	Aguililla de Swainson	**II**
Buteo brachyurus	Aguililla cola corta	**II**
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	**II**
Buteo plagiatus	Aguililla gris	**II**
Buteo swainsoni	Aguililla de Swainson	**II**
Buteogallus anthracinus	Aguililla negra menor	**II**
Parabuteo unicinctus	Águila rojinegra	**II**

Especie	Nombre común	CITES
Pandion haliaetus	Águila pescadora	**II**
Amazilia beryllina	Colibrí berilo	**II**
Amazilia violiceps	Colibrí corona violeta	**II**
Archilochus alexandri	Colibrí barba negra	**II**
Calothorax lucifer	Colibrí lucifer	**II**
Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	**II**
Eugenes fulgens	Colibrí magnífico	**II**
Hylocharis leucotis	Colibrí orejiblanco	**II**
Lampornis clemenciae	Colibrí garganta azul	**II**
Selasphorus sasin	Zumbador de Allen	**II**
Falco sparverius	Cernícalo americano	**II**
Bubo virginianus	Búho cornudo	**II**
Glaucidium gnoma	Tecolote serrano	**II**
Megascops kennicottii	Tecolote del oeste	**II**
Megascops trichopsis	Tecolote rítmico	**II**
Tyto alba	Lechuza de campanario	**II**

Para la red list de la IUCN se encontraron 246 especies en categoría de preocupación menor, en la siguiente Tabla IV-45 se mencionan a las especies con categoría más importante, en la que encontramos cuatro (4) especies como vulnerables (VU), dos (2) especies en peligro (EN) y dos (2) especies cercanas al riesgo (NT). Entre ellas podemos mencionar a dos (2) anfibios, un (1) reptil, cuatro (4) peces, dos (2) mamíferos y cuatro (4) aves.

Tabla IV-45: Especies en la red list de la IUCN

Especie	Nombre común	IUCN
Lithobates chiricahuensis	Rana de Chiricahua	**VU**
Lithobates tarahumarae	Rana tarahumara	**VU**
Kinosternon sonoriense	Casquito de Sonora	**NT**
Cyprinus carpio	Carpa común	**VU**
Gila intermedia	Carpa de Gila	**EN**
Gila purpurea	Carpa púrpura	**VU**
Ictalurus pricei	Bagre yaqui	**EN**
Lontra longicaudis	Nutria de río	**NT**
Corynorhinus mexicanus	Murciélago mula mexicano	**NT**
Passerina ciris	Colorín siete colores	**NT**
Lanius ludovicianus	Verdugo americano	**NT**
Contopus cooperi	Papamoscas boreal	**NT**
Vireo bellii	Vireo de Bell	**NT**

IV.1.2. Paisaje

El paisaje es cualquier parte del territorio, tal y como la percibe la población, cuyo carácter es el resultado de la interacción de los factores naturales y humanos (BOE, 2008). Se trata de una construcción social con una base estructurada por elementos naturales, por tanto, su importancia es prioritaria dentro de una evaluación de impacto ambiental (EIA).

Metodología

La mayor parte de la información utilizada se trata de capas de información vectoriales para Sistemas de Información Geográfica (SIG), el resto se obtuvo directamente del trabajo de campo realizado entre agosto y septiembre del año 2017 mediante observación directa del paisaje. La información de gabinete se obtuvo de dos fuentes: el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). A continuación, se menciona la información obtenida de cada fuente:

INEGI:

- Uso de suelo y vegetación serie V (datos vectoriales).
- Red nacional de caminos (datos vectoriales).
- Hidrología superficial (datos vectoriales).
- Continuo de elevaciones mexicano versión 3.0 con resolución de 30m (datos raster).

CONABIO:

- Áreas de importancia para la conservación de las aves (datos vectoriales).
- Áreas Naturales Protegidas Federales de la República Mexicana de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-CONANP (datos vectoriales).
- Regiones Terrestres Prioritarias (datos vectoriales).

La evaluación del paisaje concerniente al SA fue elaborada mediante la aplicación de una metodología sistematizada basada en la propuesta del Instituto Superior del Medio Ambiente de Madrid, España (ISM), adaptada por CAM a los datos cartográficos disponibles en México y desarrollada por medio del software SIG Arc Gis versión 10.5.

Esta metodología propone abordar el paisaje como un elemento aglutinador de los elementos principales del medio físico con una capacidad para absorber los efectos derivados de la acción humana.

Para estudiar el paisaje de tal manera, deben identificarse al interior del área de estudio (SA) unidades paisajísticas, que son unidades que se construyen a partir de variables que describen sus propiedades o atributos esenciales.

La delimitación de las unidades paisajísticas se realizó en función de dos criterios: la vegetación y la identificación de áreas de captación o microcuencas.

Para obtener la vegetación, se recurrió a la información vectorial de INEGI sobre usos de suelo y vegetación serie V, correspondiente al año 2013 y en escala 1: 250 000. Las microcuencas se delimitaron con base en las áreas de captación de los ríos de cuarto orden o más en la

clasificación Horton-Strahler acotados al área del SAR; la intersección de ambas capas de información resultó en la capa de unidades paisajísticas.

Al obtener estas unidades, se procedió a evaluar el impacto paisajístico del proyecto por medio de las siguientes tres categorías:

- Visibilidad del proyecto.
- Calidad visual paisajística.
- Fragilidad visual paisajística.

IV.1.2.1. Visibilidad del proyecto

El objeto del análisis visual del paisaje es determinar las áreas visibles desde un punto o conjunto de puntos que permitan caracterizar un territorio en términos visuales. En este sentido, las áreas percibidas por mayor cantidad de observadores tendrán mayor relevancia que las poco visibles.

Los aspectos visuales del territorio se determinaron en función del análisis de cuencas visuales, que son la porción de terreno que es vista desde un determinado punto o puntos de observación. Para el presente caso, se consideró la porción de terreno visible desde las localidades más cercanas al proyecto: Matarachi, Mulatos y Trigo de Corodepe.

A este análisis se integraron otros dos factores de relevancia y que inciden en la visibilidad del proyecto: las condiciones atmosféricas y la distancia al área de proyecto.

Las condiciones atmosféricas se obtuvieron de la estación meteorológica Mulatos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Esta estación es la más cercana al proyecto y los datos recopilados corresponden a las variables atmosféricas relacionadas estrechamente con la visibilidad del proyecto: días con lluvia, días con neblina y días con granizo. Los datos corresponden al período de tiempo de 1951 a 2010 y se muestran en la Tabla IV-46

Tabla IV-46: Estación meteorológica utilizada en el análisis de visibilidad

Clave	Estación	Días con lluvia	Días con niebla	Días con granizo
26055	Mulatos (SMN)	92.1	4.4	1.3

Fuente: SMN-CONAGUA, 2017.

Los datos anteriores fueron ponderados con las áreas de influencia visual a partir del AP: entre más distancia y mayor presencia de variables atmosféricas, menor impacto visual presentará el proyecto. Las distancias usadas fueron áreas concéntricas al proyecto con distancias de 2 500 m, 5 000 m y 15 000 m.

Como resultado del análisis de visibilidad se obtuvo un área de cubrimiento jerarquizada en 4 niveles de impacto visual:

- Alto. Zonas que presentan un elevado número de observadores y cuyo tiempo de visión es también elevado.
- Medio. Zonas que presentan un moderado número de observadores y cuyo tiempo de visión es también moderado.
- Bajo. Zonas que en principio no presentan observadores, pero que, al constituir zonas visibles, potencialmente pueden presentar observadores ocasionales.

- Nulo. Zonas que, aunque presentaran observadores no son visibles.

El resultado del análisis señala que de las cuatro categorías anteriores únicamente se presentan dos en el área total de impacto visual: bajo y nulo (véase Figura IV-21 y Mapa IV-19). de las cuales, la primera representa únicamente el 0.59% del SA (186.06) y no cubre el área de proyecto. Lo anterior indica que el impacto visual del proyecto es nulo desde las localidades más cercanas: Matarachi, Mulatos y Trigo de Corodepe.

Los grados de impacto visual alto y medio están presentes en el área analizada, sin embargo, esto hace referencia únicamente a las porciones de terreno visibles o cuencas visuales de cada localidad, no así del AP, ya que este no es posible verlo desde ninguna de las poblaciones estudiadas debido a la altura de la vegetación, las condiciones atmosféricas, y principalmente, la topografía sinuosa de la zona que crea barreras visuales.

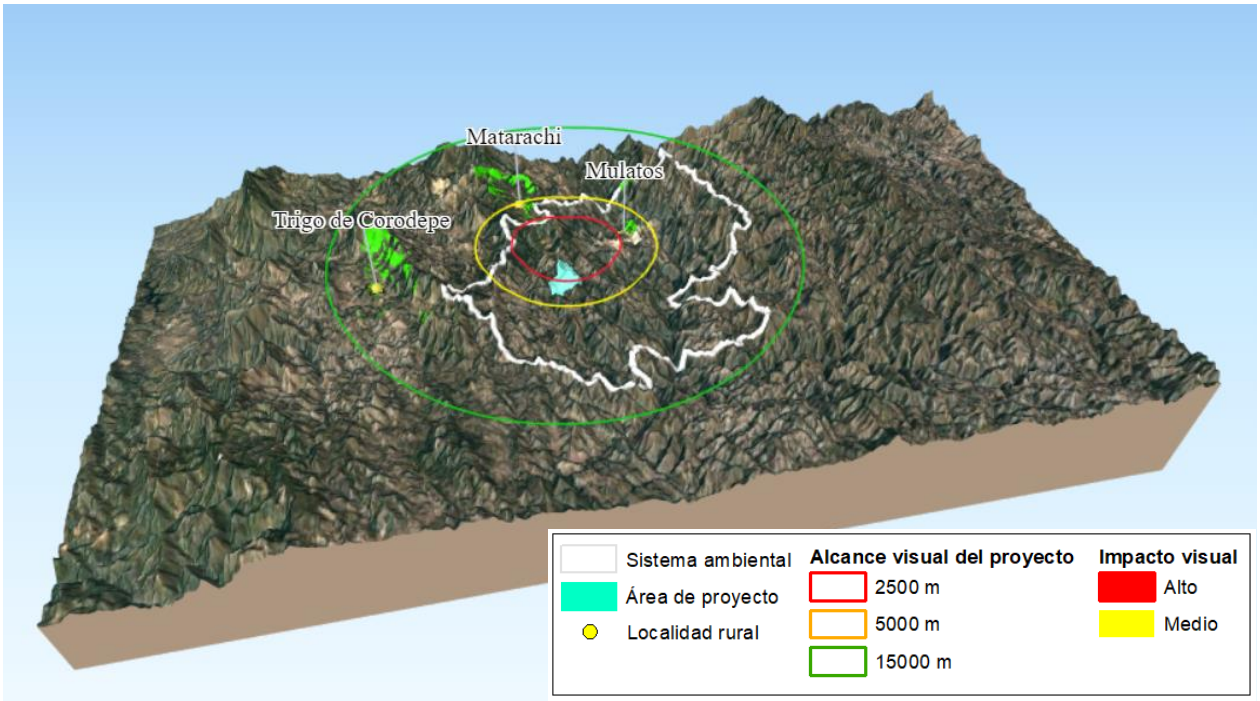


Figura IV-21: Vista en 3D del impacto visual del proyecto.

IV.1.2.2. Calidad visual paisajística

La calidad visual del paisaje es el valor del recurso visual que, según cada caso, puede alcanzar mérito o no para ser conservado o protegido. Para realizar este análisis se evaluaron los siguientes componentes que hacen atractiva a una unidad paisajística:

- La cubierta del suelo, donde tiene un mayor valor las fisionomías arbóreas, cromáticas y alta densidad.
- El agua superficial, donde se le da más valor a la unidad paisajística con mayor presencia de corrientes o cuerpos de agua.
- La incidencia antrópica, donde se valora de manera negativa la presencia de estructuras o cualquier otra señal de origen antrópico (con excepción de aquellas con valor cultural).

- Singularidades naturales, donde se da mayor valoración a la presencia de áreas con importancia ecológica como AICAs, RTPs, RMPs, STP, humedales Ramsar y ANPs.
- Singularidades culturales, donde se da mayor valor a la presencia de sitios con importancia cultural y social, como sitios arqueológicos, monumentos históricos, rutas de interés cultural y lugares con importancia dentro de la cosmovisión autóctona. Para el presente caso de estudio, solo se detectaron tres singularidades de tipo natural (ANP Tutuaca, RTP Yécora-El Reparo y AICA Cuenca de Río Yaqui) y ninguna de tipo cultural.

Cada uno de los componentes se representó en una capa de información para software de SIG; se calculó un índice a partir de su presencia o importancia en la unidad paisajística que ocupa para obtener un indicador para cada componente. Finalmente, todos los componentes se ponderaron y procesaron (promedios ponderados) para obtener un índice final de calidad visual que se categorizó en cinco grados: alta, media-alta, media, media-baja y baja (ver Figura IV-22).

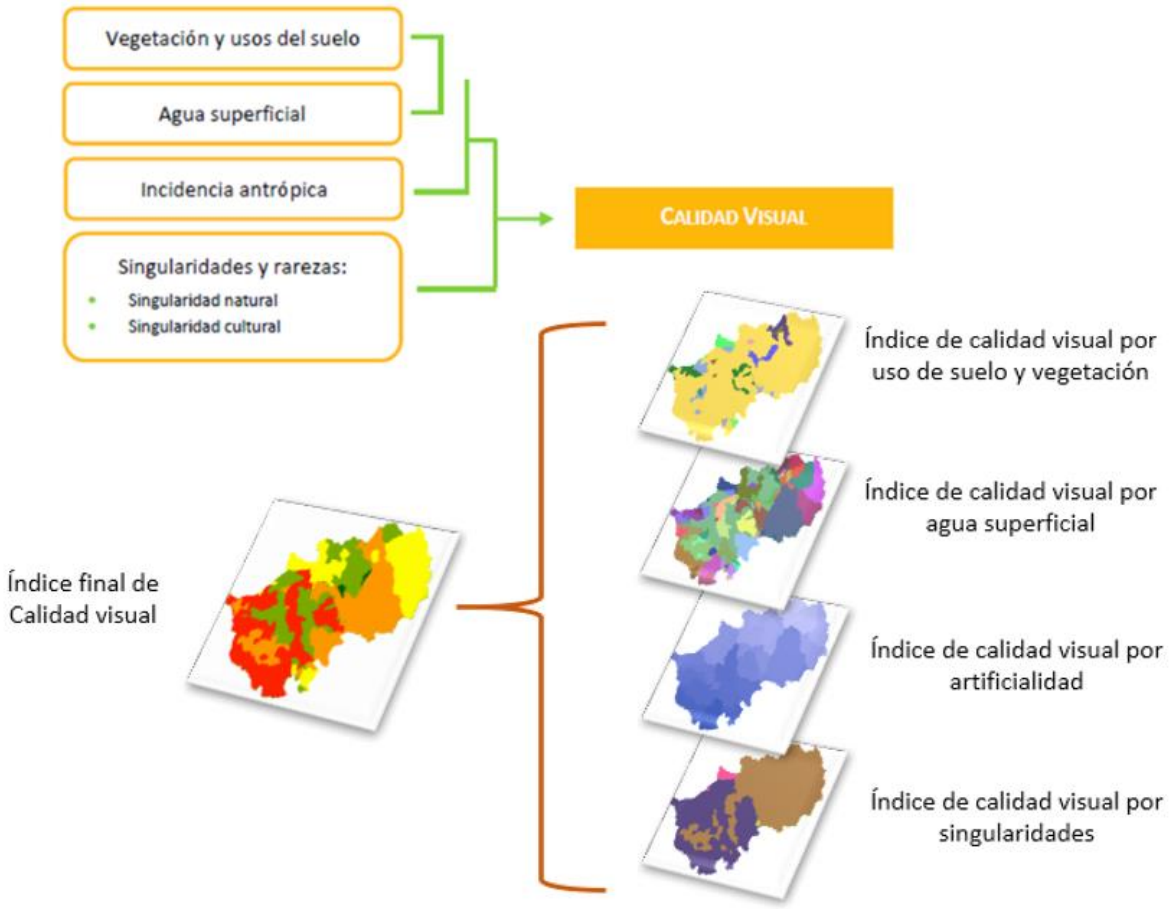


Figura IV-22: Obtención de la calidad visual paisajística

Los resultados del análisis indican que el 75.63% del SA presenta altos grados de calidad visual (véase Mapa IV-20) divididos en categorías que van de media a alta calidad visual (media 21.71%, media-alta 30.09%, alta 23.84%). La alta categorización del SA se debe a la presencia

de vegetación abundante y con alta valoración en sus méritos para ser conservada, además de la presencia de agua en forma de arroyos y la casi nula acción antrópica.

Por su parte, las categorías, media baja y baja representan únicamente el 24.36% del total de SA y cubre manchones discontinuos en el centro, norte y sur del sistema, y su baja valoración se debe principalmente a que se ubica en zonas con relieve homogéneo.

Los altos grados de calidad visual se repiten en el área de proyecto (AP), pues una amblia franja central presenta alta y media alta calidad visual, solo los extremos norte y sur del AP presentan calidad media-baja. Los datos finales de calidad visual se muestran en la Tabla IV-47.

Tabla IV-47: Calidad visual paisajística en el SA

Calidad visual	Cubrimiento en el SA (ha)	Cubrimiento en el AP (ha)	Porcentaje
Alta	8 150.08	324.29	23.84
Media-Alta	10 287.15	14.37	30.09
Media	7 423.14	-	21.71
Media-Baja	8 149.74	282.04	23.84
Baja	179.45	-	0.52
	34 189.55	620.68	100

IV.1.2.3. Fragilidad visual paisajística

Es el conjunto de características del territorio relacionadas con la capacidad de respuesta al cambio de sus propiedades paisajísticas o la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él. Se expresa también como fragilidad visual el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones.

Para evaluar la fragilidad de cada una de las unidades de paisaje, se desarrolló un modelo que engloba los componentes en dos factores:

- Factores biofísicos: son los que componen las características básicas del paisaje y van a amortiguar o realzar las alteraciones visuales. Las variables del medio que intervienen en este factor son la vegetación y usos del suelo y las características geomorfológicas. Son relativamente estáticos, salvo cambios por acciones antrópicas o por catástrofes que impacten directamente en el medio ambiente.
- Factores de visibilidad: son los que hacen referencia a la accesibilidad visual del territorio (variables antrópicas que influyen en las características del territorio en términos de facilidad de acceso y/o atractivo de ser visto).

Los factores biofísicos evaluados fueron los siguientes:

- Exposición visual: en cuanta más diversidad tenga la unidad paisajística con respecto a las pendientes y formas del relieve, mayor será su capacidad para ocultar las actuaciones sucedidas, disminuyendo así su fragilidad.
- Cubierta del suelo: en cuanta más diversidad presente en cromática, mayor altura y menor estacionalidad, menor será su fragilidad visual.

Los factores de visibilidad evaluados fueron los siguientes:

- Accesibilidad, donde entre mayor presencia de vialidades aumenta la fragilidad.
- Atracción. Se evaluaron las singularidades naturales y culturales, donde cuanto mayor presencia o importancia de una singularidad, mayor será su fragilidad.





Fotografías I y II. Presencia de agua en el SA.



Fotografía III. Vegetación boscosa en el SA.



Fotografía IV. Topografía en el SA.

Cada uno de los componentes se representó en una capa de información para software de SIG; se calculó un índice a partir de su presencia o importancia en la unidad paisajística que ocupa para obtener un indicador para cada componente (promedios ponderados). Finalmente, todos los índices de factores biofísicos y factores de visibilidad fueron integrados por medio de una matriz para obtener un índice final de fragilidad visual (ver Figura IV-23).

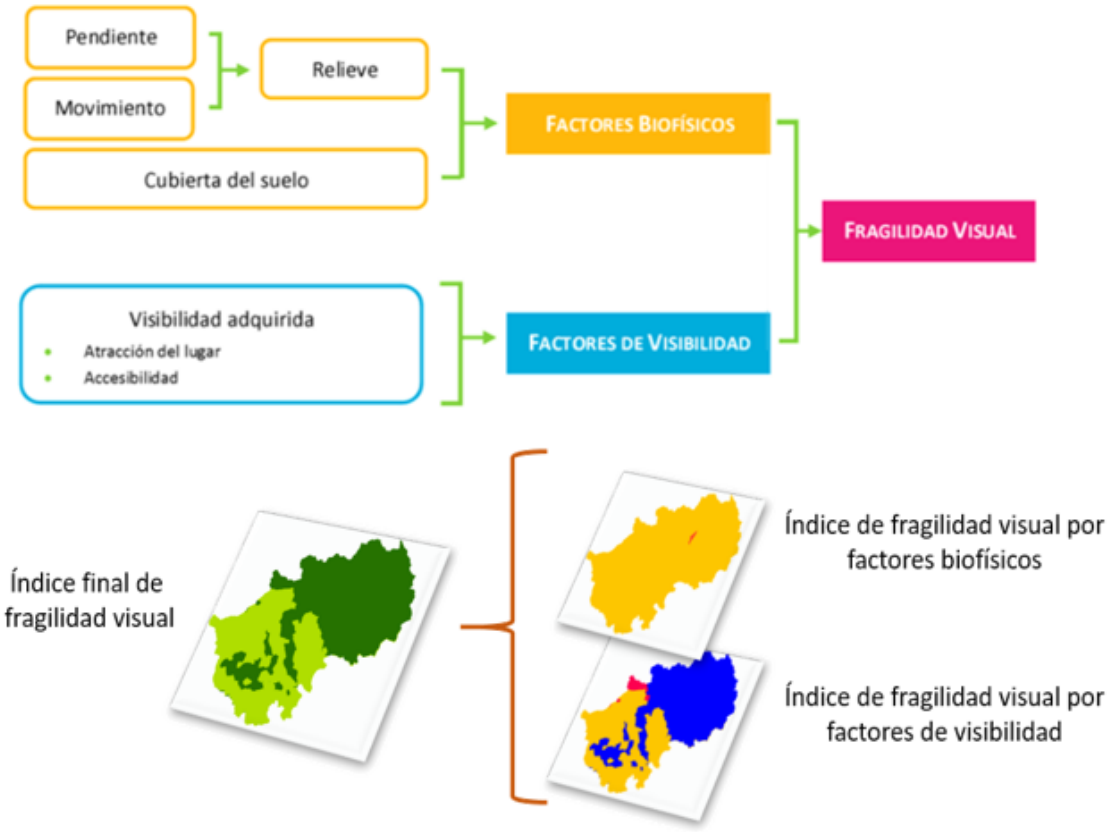


Figura IV-23: Obtención de la fragilidad visual paisajística.

Los resultados del análisis solo presentan dos de las cinco categorías e indican una fragilidad visual relativamente baja para todo el SA, ya que el 45.58% está caracterizado por tener una grado medio-bajo, sobre todo en la porción sur, y el 54.42% un grado bajo de fragilidad localizado en el norte y algunos manchones al sur. Esta caracterización indica que el medio presente en el SA puede asimilar de manera adecuada las actividades que se realicen, o bien, es poco susceptible al cambio por acciones antrópicas. Las características sinuosas del relieve, la vegetación abundante y alta, así como la casi nula presencia de infraestructura vial, contribuyen a que la fragilidad del SA presente una valoración baja (véase Mapa IV-21).

La misma situación se repite en el AP, el grado medio-bajo cubre una amplia zona de 388.15 ha hacia el noroeste y centro, mientras que el grado bajo cubre el extremo sur y noreste en una superficie conjunta de 232.52 ha.

En la Tabla IV-48 se muestran los valores obtenidos para fragilidad visual.

Tabla IV-48: Fragilidad visual paisajística en el SA

Calidad visual	Cubrimiento en el SA (ha)	Cubrimiento en el AP (ha)	Porcentaje
Alta	-	-	-
Media-Alta	-	-	-
Media	-	-	-

Calidad visual	Cubrimiento en el SA (ha)	Cubrimiento en el AP (ha)	Porcentaje
Media-Baja	15584.61	388.15	45.58
Baja	18604.95	232.52	54.42
	34 189.55	620.68	100

Puede concluirse que el impacto visual del proyecto es bajo debido a la topografía sinuosa del proyecto y el SA, además de que la densidad y altura de la vegetación obstruyen la visibilidad del mismo.

Esta situación se acentúa por la gran distancia con las localidades próximas (8.7km a Mulatos, la localidad más cercana), mientras que las condiciones atmosféricas consideradas, si bien tienen poca relevancia por no ser tan representativas, también influyen en la visibilidad del proyecto.

El SA presenta elementos naturales que fueron valorados en general con una calidad paisajística que va demedia a alta.

La presencia de bosques en buen estado de conservación, un relieve sinuoso, corrientes de agua y singularidades naturales (RTP Cuenca del Río Yaqui), en conjunto aumentan el valor del paisaje como recurso con suficiente mérito para ser conservado y/o protegido.

La fragilidad paisajística del SA va de baja a media-baja. En este sentido, la vegetación y topografía del lugar pueden paliar los efectos visuales que cause el proyecto, situación que se incrementa al no existir vialidades que faciliten el acceso al lugar. En resumen, el SAR presenta poca fragilidad paisajística, lo cual aumenta la capacidad de respuesta al cambio de sus propiedades paisajísticas.

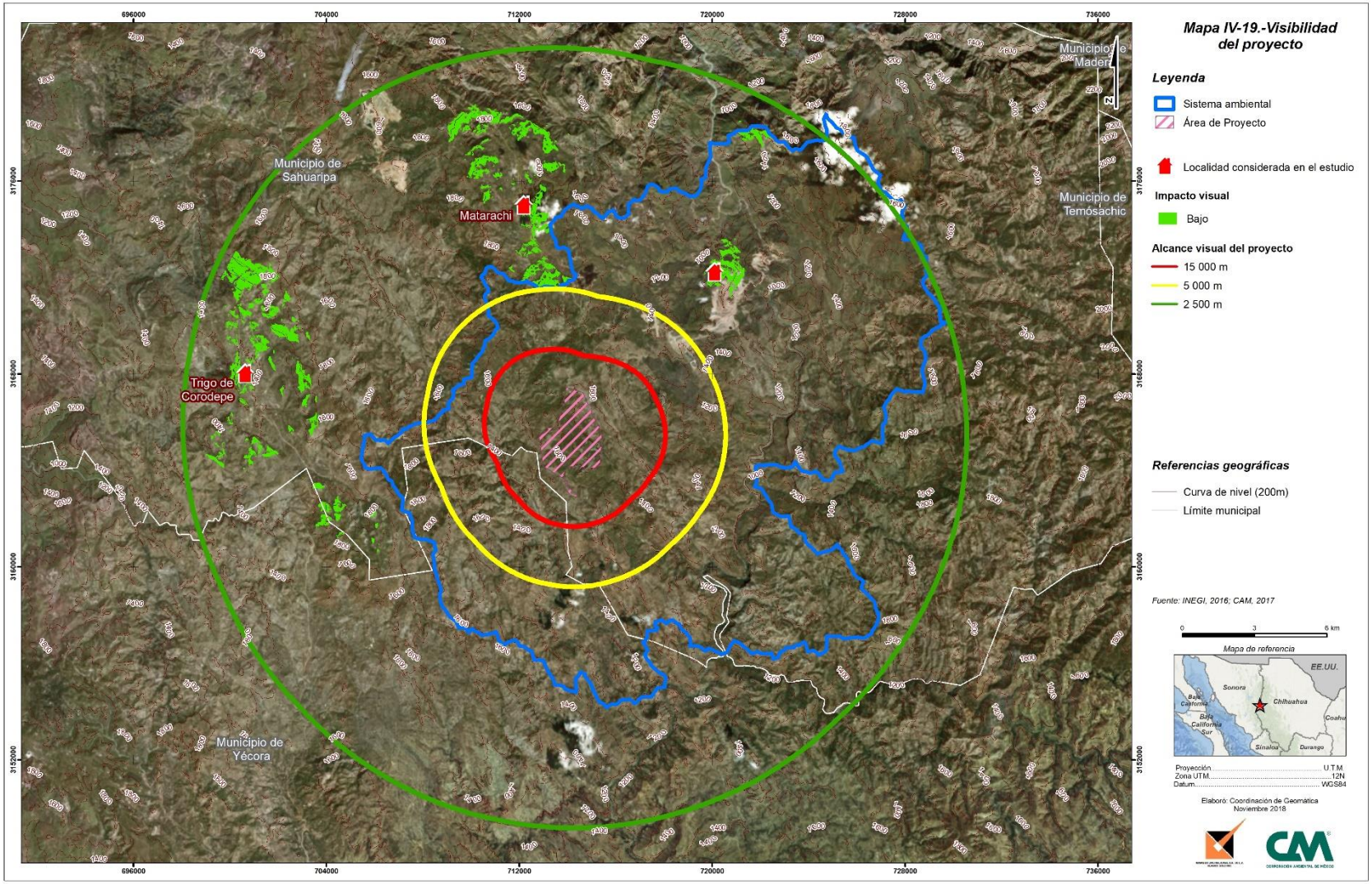
Si bien el paisaje presente en el SA presenta pocas posibilidades de deterioro ante la construcción del proyecto minero, vale destacar que el presente estudio se realizó considerando el escenario actual, es decir, sin el desplazamiento de vegetación, la construcción del tajo reducirá de manera importante la calidad visual.

Para reducir el impacto visual del tajo, se recomiendan las siguientes acciones:

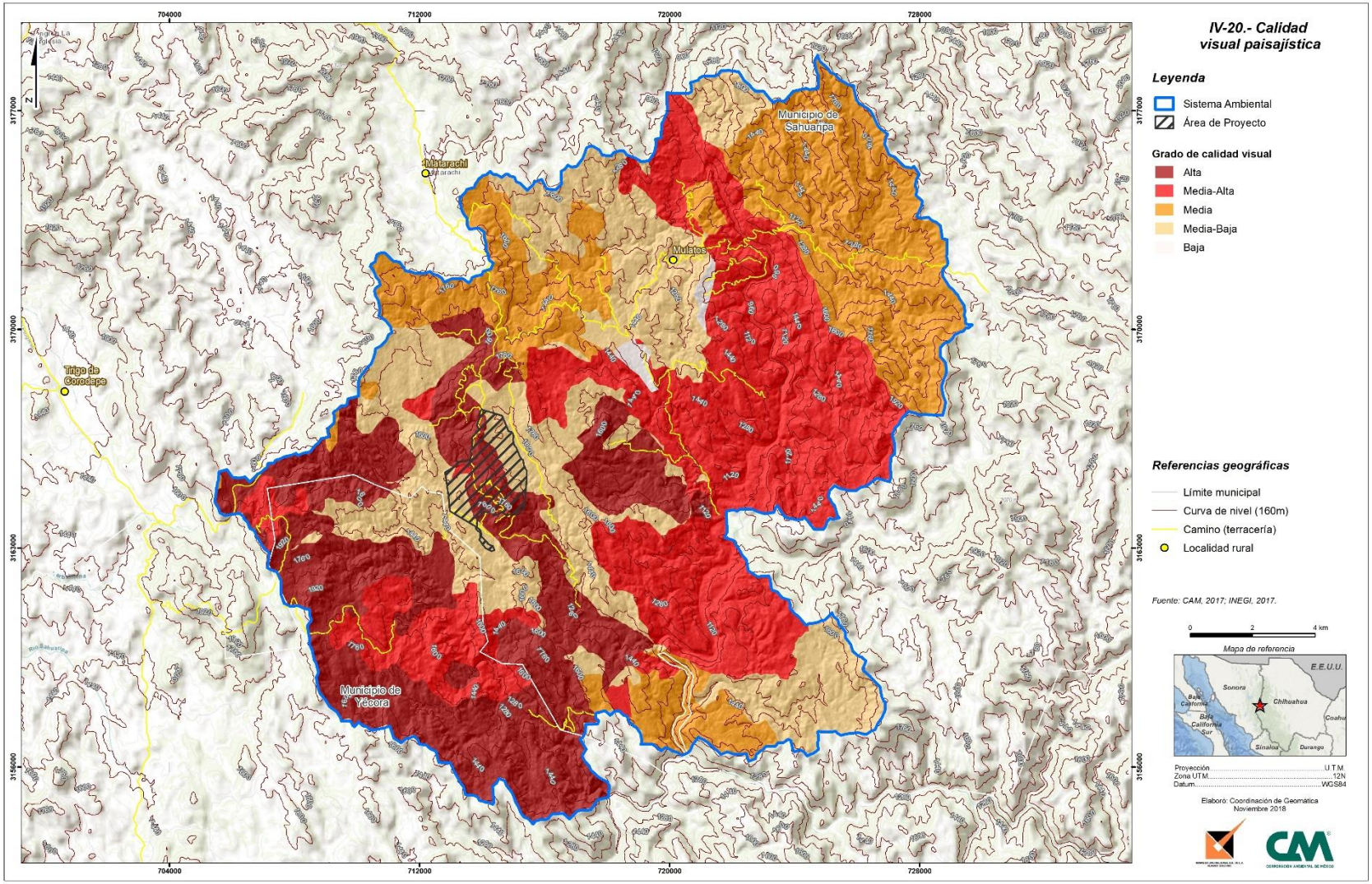
- Implementación de barreras visuales con vegetación arbórea que obstaculice la visibilidad del tajo, esto potenciará la capacidad estética del proyecto.

Comenzar las actividades de mitigación y recuperación en el tajo y el resto de las instalaciones a la par del desarrollo del proyecto, para que la calidad visual no se vea afectada, esto mientras sea posible dentro de las capacidades de operación del mismo proyecto.

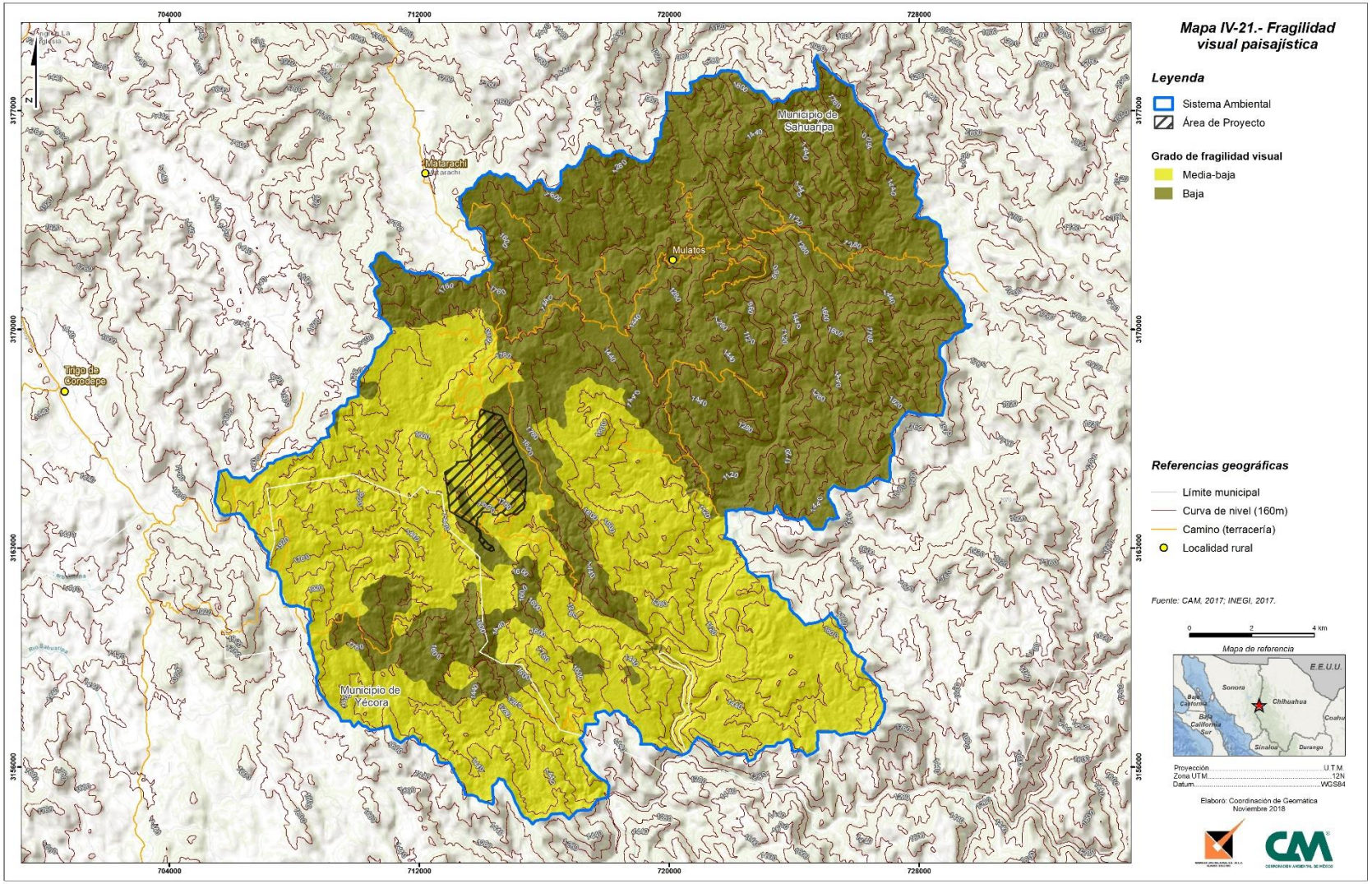
Página intencionalmente dejada en blanco.



Mapa IV-19: Visibilidad del proyecto



Mapa IV-20: Calidad visual paisajística en el SA



Mapa IV-21: Fragilidad visual paisajística en el SA

IV.1.3. Medio socioeconómico

Demografía.

Los municipios de Arivechi, Sahuaripa y Yécora se localizan en la región oeste del Estado de Sonora entre las coordenadas 28° 22’ y 29° 01’ de latitud norte, y los 108° 56’ y 109° 11’ de longitud oeste, con una altitud que oscila entre los 440 y 1540 metros sobre el nivel del mar. Entre los tres municipios suman una extensión territorial de 8 392.97 km^2 y representan el 4.67% del territorio estatal que es de 179 502.89 km^2. Esta región limita la norte con los municipios de Nácori Chico, Bacadéhuachi, Divisaderos y Tepache, al sur con el municipio de Rosario y el Estado de Chihuahua, al este con los municipios de San Pedro de la Cueva y Bacanora y al oeste con el Estado de Chihuahua (INAFED, 2010).

La población total de la región de estudio, reportada en el año 2010, fue de 13 319 habitantes que representa el 0.50% de la población total del estado de Sonora que es de 2 662 480 (INEGI, 2010). De los tres municipios el de mayor población es Yécora, con un total de 6 046 habitantes y representa el 45.39% de la población de área de estudio, Sahuaripa tiene una población de 6 020 habitantes que es 45.2% de la población de interés y Arivechi con 1 253 habitantes participa con el 9.41% de la población de estudio.

Dinámica demográfica (Natalidad, Mortalidad y Migración).

El número de nacimientos totales en los municipios de Arivechi, Sahuaripa y Yécora en el 2014 fue de 17, 101 y 130 respectivamente, 0.47% del total de nacimientos para el estado de Sonora en ese año (51 894), el 53.63% fueron hombres y el 46.37% fueron mujeres. Las defunciones en 2013 fueron de 104 para los tres municipios (0.67% respecto al estatal), la proporción de defunciones entre hombres y mujeres en 2013 fue de 64.42% y 35.58% respectivamente (véase Tabla IV-49).

Tabla IV-49: Diagnóstico de la dinámica poblacional en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora

Municipio	Nacimientos totales	Nacimiento, hombres	Nacimiento, mujeres	Defunciones totales	Defunción, hombres	Defunción, mujeres
Total estatal	51 894	26 506	25 383	15 451	9 151	6 281
Arivechi	17	9	8	13	10	3
Sahuaripa	101	51	50	52	29	23
Yécora	130	73	57	39	28	11
Área de estudio	248	133	115	104	67	37

Del total de los habitantes del municipio en 2005 y 2010, el 90.41% son nacidos en la región, del resto (9.59%) el 8.26% son nacidos en otro estado, 0.91% nacidos en los Estados Unidos, 0.02% nacidos en otros países y el 0.54% no especificó lugar de nacimiento (véase Tabla IV-50) (SNIM 2010).

Tabla IV-50: Inmigración en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora

Municipio	Lugar de nacimiento				
	En el municipio	Otro estado	USA	Otros países	No especificado
Total estatal	2 175 694	417 237	42 079	2 606	24 864
Arivechi	1 208	27	5	0	13
Sahuaripa	5 745	184	77	1	13
Yécora	5 089	889	27	2	39
Área de estudio	12 042	1 100	109	3	65

Los datos disponibles sobre lugar de residencia de la población de 5 años o más de la región son de 2005. El 87.68% de la población de 5 años o más reside en el estado, el 1.75% reside en otros estados del país, el 1.16% reside en Estados Unidos (154 personas de 5 años o más), 0.01% residían en otro país (2 personas de 5 años o más) y 0.32% (42 personas de 5 años o más) no reportaron lugar de residencia (véase Tabla IV-51) (SNIM 2010).

En migración general la región registró 3.02% en 2010, porcentaje inferior al promedio nacional que fue de 3.3%, mientras que la inmigración fue de 9.59% para ese mismo año (INEGI 2010).

Tabla IV-51: Migración en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora.

Municipio	Lugar de residencia				
	En el estado	Otra entidad	En USA	Otro País	No especificado
Total estatal	2 260 965	7 8545	38 858	1 199	11 653
Arivechi	1 151	2	7	0	2
Sahuaripa	5 347	47	109	0	22
Yécora	5 180	184	38	2	18
Área de estudio	11 678	233	154	2	42

Población total, densidad y estructura de la población por sexo y edad.

La región de estudio está conformada por 161 localidades, de las cuáles dos tienen más de 2 500 habitantes, y 102 menos de 250 habitantes. En la región hay una densidad de población promedio de 1.59 hab/km^2, inferior a la densidad estatal que es de 14.84 hab/km^2 (INEGI 2010). El municipio de Yécora presenta la densidad más alta con 2.27 hab/km^2 y Sahuaripa la densidad menor del área de estudio con 1.19 hab/km^2 (véase Tabla IV-52 y Tabla IV-53).

Tabla IV-52: Densidad de población en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora.

Municipio	Localidades		>2500 habitantes	<250 habitantes	Densidad de población
Arivechi	4		0	2	1.89
Sahuaripa	54		1	2	1.19
Yécora	103		1	98	2.27
Área de estudio	161		2	102	1.59

I.

Tabla IV-53: Población en la región de estudio por sexo y rangos de edad, 2010

Municipio	Arivechi		Sahuaripa		Yécora		Región	
Rango	**Total de habitantes**	**% del Total**	**Total de habitantes**	**% del Total**	**Total de habitantes**	**% del Total**	**Total de habitantes**	**% del Total**
Población Total	1 253	100	6 020	100	6 046	100	13 319	100
Población Masculina	650	51.88	3 109	51.64	3 064	50.68	6 823	51.23
Población Femenina	603	48.12	2 911	48.36	2 982	49.32	6 496	48.77
Población de 0 a 2 años	42	3.35	289	4.80	324	5.36	655	4.92
Población Mayor a 18 años	853	68.08	4 139	68.75	3 904	64.57	8 896	66.79
Población menor a 18 años	400	31.92	1 881	31.25	2 142	35.43	4 423	33.21
Población de 18 a 24 años	114	9.10	636	10.56	690	11.41	1 440	10.81
Población masculina de 18 a 24	64	5.11	333	5.53	380	6.29	777	5.83
Población femenina de 18 a 24 años	50	3.99	303	5.03	310	5.13	663	4.98
Población de 0 a 14 años	304	24.26	1 549	25.73	1 754	29.01	3607	27.08
Población de 15 a 64 años	759	60.57	3 694	61.36	3 643	60.25	8 096	60.79
Población de 65 y más	177	14.13	772	12.82	607	10.04	1 556	11.68

Servicios

Educación

En la región, la tasa de alfabetización de personas mayores de 15 años es de 91.92%; el grado promedio de escolaridad es de primaria terminada; sólo el 5.6% de la población mayor de 18 años tiene nivel profesional de estudios y apenas el 0.37% ha logrado un posgrado. (véase Tabla IV-54).

Tabla IV-54: Escolaridad de la población de Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora.

Municipio	Población analfabeta >15 años	%	Grado escolar	Profesionistas >18	%	Posgrado	%
Arivechi	48	6.32	7.27	59	6.9	3	0.4
Sahuaripa	207	5.6	7.54	272	6.6	20	0.5
Yécora	449	12.3	6.37	130	3.3	11	0.3
Área de estudio	704	8.08		461	5.6	34	0.4

El área de estudio (Arivechi, Sahuaripa y Yécora) cuenta con la siguiente infraestructura para el servicio de la educación (véase Tabla IV-55).

Tabla IV-55: Infraestructura para servicios de educación en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora.

Escuela	Estatal	Arivechi	Sahuaripa	Yécora
Escuelas en preescolar, 2011	1 650	2	11	13
Escuelas en primaria, 2011	1 873	3	12	15
Escuelas en primaria indígena, 2011	117	0	0	3
Escuelas en secundaria, 2011	684	2	6	10
Escuelas en profesional técnico, 2011	39	0	0	0
Escuelas en bachillerato, 2011	250	0	1	1
Escuelas en formación para el trabajo, 2011	86	0	0	0

Salud Pública

En el año 2010, 7 466 habitantes de los municipios de Arivechi, Sahuaripa y Yécora eran derechohabientes de algún servicio de salud. En 2011, 2 899 habitantes utilizaban instituciones públicas de seguridad y asistencia social, se contaba solamente con 20 médicos y en cuanto a instituciones de salud se registraron 14 unidades médicas, con las cuales se ofrecieron 38 720 consultas en 2011 (véase Tabla IV-56).

Tabla IV-56: Servicios de salud en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora.

Municipio	Derecho-habientes (2010)	Personal médico (2011)	Unidades Médicas (2011)	No derechohabientes (2010)	Uso de servicios de salud pública (2011)	Consultas (2011)
Arivechi	910	2	2	330	327	3 161
Sahuaripa	3 734	14	8	2 266	1 635	24 284
Yécora	2 822	4	4	3 181	937	11 275
Región	7 466	20	14	5 777	2 899	38 720
Estatal	1 970 349	5 595	482	666 374	1 451 888	9 297 250

Vivienda y bienestar

En el área de estudio había 3 780 viviendas particulares habitadas en 2010, el promedio de ocupantes por vivienda era de 3.5 y en el 14.12% de las viviendas el piso es de tierra.
El bienestar y grado de pobreza también se miden en función de los bienes que se poseen, en poblaciones predominantemente rurales se han considerado la posesión de artículos electrónicos y electrodomésticos para tener una referencia del grado de bienestar de las familias. De acuerdo el Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2010) el 54.58% de la población contaba con lavadora, 78.39% con refrigerador, el 14.89% con computadora y el 81.96% contaba con televisión (véase Tabla IV-57).

Tabla IV-57: Bienes en la vivienda en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora.

Viviendas	Arivechi	Sahuaripa	Yécora	Región	Estatal
Viviendas particulares	368	1 752	1 660	3 780	712 108
Promedio de ocupantes	3.4	3.4	3.6	3.5	3.7
Vivienda con piso de tierra	22	225	287	534	37742
Lavadora	217	1 168	678	2 063	514 339
Refrigerador	282	1 475	1206	2 963	649 253
Computadora	61	341	161	563	267 201
Televisión	295	1528	1 275	3 098	672 763

Servicios Generales

En 2010 el 88.49% de las viviendas disponían de agua de la red pública, 76.77% con drenaje, 94.13% utilizaban excusado o sanitario y 92.80% de las viviendas particulares habitadas tenían servicio de electricidad (véase Tabla IV-58).

Tabla IV-58: Servicios generales en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora.

Viviendas	Arivechi	Sahuaripa	Yécora	Región	Estatal
Agua potable	362	1 688	1 295	3 345	662 273
Drenaje	347	1 610	945	2 902	632 352
Excusado	352	1 644	1 562	3 558	685 319
Electricidad (%)	328	1 687	1 493	3 508	697 154

Infraestructura

Medios de comunicación y Vialidad

El estado de Sonora cuenta con las carreteras Mex 2, Mex 22, Mex 3, Mex 40, Mex 37, Mex 44, Mex43, Mex 15, Mex 89 Mex 17 Mex 14, Mex 71, Mex 26 Mex 20, Mex 16, Mex 121, Mex 117, Mex 85, Mex 15D, Mex 190, Mex 128, Mex 136, Mex 123, Mex 148, Mex 119, Mex 127, Mex 137, Mex 153, Mex 172, Mex 151, Mex 199 y Mex 188 de orden federal como principales vías de comunicación terrestre. La región de estudio se localiza a 282 Km de Hermosillo, capital del Estado, por la Carretera Federal 16 (Mex 16).

Aspectos culturales.

Vestigios arqueológicos

Los principales monumentos históricos de la región lo constituyen construcciones de diversos estilos. En Sahuaripa se encuentra la Iglesia de Nuestra Señora Guadalupe que data del Siglo XVII, además de un molinero harinero antiguo que es uno de los principales atractivos turísticos. La plaza principal de Arivechi está embellecida por un kiosco considerado una obra de arte de San Javier Arivechi. En el municipio de Yécora se puede admirar la Iglesia antigua de Maycoba, diseñada por San Francisco de Borja en 1976; el principal atractivo turístico del municipio son las Cuevas Pimas, donde se han encontrado diversos objetos y pinturas rupestres.

Grupos étnicos

En el censo población de 2010, para el estado de Sonora se encontró que se hablan 68 lenguas indígenas distribuidas en una población total de 60 310 hablantes. De éstas las tres principales son: el Mayo con el 46.44%, Yaqui el 26.58% y Náhuatl con el 3.28%.

En el área de estudio, la distribución de población hablante de alguna lengua indígena se presenta en la Tabla IV-59. Se identificaron 8 lenguas indígenas con 423 personas hablantes, donde el Pima es la lengua predominante con 404 personas que lo practican.

Tabla IV-59: Población hablante de legua indígena en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora

Lengua Indígena	Arivechi	Sahuaripa	Yécora	Región	Estatal
Guarijio			1	1	1 263
Mayo			1	1	28 005
Pima	4	12	388	404	457
Purépecha			1	1	147
Tarahumara			5	5	635
Totonaca			1	1	129
Yaqui		2	1	3	16 033

Tepehuano	1			1	45
No Especificada		2	4	6	3 486
Total	5	16	402	423	

Características económicas

En los municipios de Arivechi, Saghuaripa y Yécora se cultivaron 2 509 hectáreas de las cuales se cosecharon 2 459 (98.01%) para el año 2011, el 73.93% de esta superficie cultivada fue de temporal, el 24.87% de riego y el 97.73% de la superficie cultivada total se hizo en forma mecanizada. Al parecer la actividad agrícola es de las actividades primarias la más importante, del sector pecuario solo sobresale la producción de bovinos con 3 395 toneladas de carne y 845 miles de litros de leche de bovino en el año 2011. En actividades secundarias, únicamente se registra la venta de energía eléctrica con un valor de 16 390 miles de pesos en 2011. En cuanto a actividades terciarias solo la prestación de bienes y servicios (comercio) lo que genera un valor de 165 419 miles de pesos. (véase Tabla IV-60).

Tabla IV-60: Actividades económicas predominantes en el área de estudio.

	Estatal	Arivechi	Sahuaripa	Yécora	Regional
Producción primaria					
Superficie sembrada (ha)	630 491	759	960	790	2 509
Superficie cosechada (ha)	585 787	759	960	740	2 459
Superficie temporal (ha)	34 582	505	590	790	1 885
Superficie riego (Ha)	595 909	254	370	0	624
Superficie mecanizada (ha)	628 875	759	960	733	2 452
Carne bovino (Ton)	84 961	899	1688	808	3 395
Leche (miles de litros)	112 055	347	353	145	845
Actividades secundarias					
Ventas energía electricidad (miles de pesos)	11 877 054	1 330	9 705	5 355	16 390
Actividades terciarias					
Bienes y servicios (miles de pesos)	149 117 336	2 572	97 410	65 437	165 419

Marginación y pobreza

Los índices de marginación de cada uno de los municipios determinados en 2010 se encuentran en la Tabla IV-61. La región está clasificada como marginación media, el índice de marginación promedio de la región en la escala de 0 al 100 es de 23.14.

Otros indicadores indirectos que se usan para estimar el grado de marginación son los servicios en la vivienda, así: el 23.23% de las viviendas del área de estudio se encontraban sin drenaje ni servicio sanitario exclusivo, 7.20% sin energía eléctrica, 11.51% sin agua entubada y 14.13% con piso de tierra.

Tabla IV-61: Marginación en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora.

	Índice de marginación	Grado de marginación	Índice de marginación 0-100	Lugar estatal	Lugar nacional
Estatal	-0.7035	Bajo	19.67	0	24
Arivechi	-0.5831	Medio	21.08	14	1 687
Sahuaripa	-0.6239	Medio	20.62	19	1 721
Yécora	0.0031	Medio	27.71	4	1 195

De acuerdo al estudio de campo llevado a cabo por CAM la actividad minera no es la de mayor relevancia, excepto en Yécora para los otros dos municipios el tema resulta ser más bien indiferente, y a manera de sugerencia expresaron que de ser posible las mineras emplearan a más gente joven de las localidades del municipio de Sahuaripa principalmente.

IV.1.4. Diagnóstico ambiental

El diagnóstico ambiental es el resultado del análisis de la situación actual del SA, en este se identifican los factores relevantes y/o áreas sensibles en el funcionamiento del sistema biofísico y considerando también algunos indicadores socioeconómicos del área donde se encuentra inmerso el proyecto. Con base en todo lo antes expuesto, se presenta una síntesis que permite interpretar el estado actual del SA en estudio, a fin de determinar la calidad ambiental actual del sitio y la tendencia de sus procesos considerando el deterioro natural y el grado de conservación actual.

Con base en la publicación denominada *“Introducción a los servicios ambientales”* (SEMARNAT, 2003)[14], se define a los servicios ambientales como: *son los beneficios intangibles que los diferentes ecosistemas ponen a disposición de la sociedad, ya sea de manera natural o por medio de su manejo sustentable.* Siendo estos intangibles y su utilización es indirecta.

Entre los principales servicios ambientales destacan los siguientes:

A. Regulación del clima y del amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales
B. La provisión de agua en calidad y cantidad suficientes
C. La generación de oxígeno
D. El control de la erosión, así como la generación, conservación y recuperación de suelos
E. La captura de carbono y la asimilación de diversos contaminantes
F. La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y las formas de vida
G. La polinización de plantas y el control biológico de plagas
H. La degradación y el reciclaje de desechos orgánicos
I. La belleza del país aje y la recreación

La producción de los servicios ambientales se sustenta en el buen funcionamiento de los diferentes ecosistemas, por lo tanto, todo ecosistema presentan funciones específicas como resultado de la interacción de sus componentes vivos (organismos productores y consumidores) y sus elementos no vivos o abióticos. Dichas funciones (procesos particulares de naturaleza química, física, biológica y ecológica) pueden clasificarse en cuatro categorías, vease Tabla IV-62.

[14] Recurso disponible en línea. Consultado el 22 de enero de 2018. https://www.researchgate.net/publication/304629727_Introduccion_a_los_servicios_ambientales

Tabla IV-62: Funciones de los ecosistemas

Funciones de los ecositemas			
Funciones de regulación	**Funciones de hábitat**	**Funciones de producción**	**Funciones de información**
Se relacionan con la capacidad natural de los ecosistemas para ajustar y mantener procesos ecológicos esenciales en el mantenimiento de la vida. Como ejemplo están todos los ciclos naturales de la materia (biogeoquímicos), incluidos los del agua, carbono, oxígeno y nitrógeno. El mantenimiento de estos ciclos es importante en términos ecológicos	Los ecosistemas proveen a plantas, animales y microorganismos de espacio para el refugio, la reproducción u otras fases de su ciclo biológico. Estas funciones son fundamentales para el mantenimiento de la diversidad biológica y genética in situ.	Se refieren principalmente a la biomasa que producen los organismos vivos, e incluyen procesos de fijación de nutrientes, conversión de energía (solar a química) y transformación de energía en materia (sobre todo producción de carbohidratos).	Son las funciones relacionadas con los mecanismos de la herencia, las que resultan de la evolución natural de las especies. Constituyen todo el reservorio genético de la vida. Incluyen también la información de la interacción de los organismos con su entorno, información que se almacena a lo largo del tiempo.

En resumen las funciones y recursos de los ecosistemas que se ha identificado en el SA dan origen a los servicios ambientales[15] cuando son aprovechados por el ser humano.

Para determinar de manera particular las funciones del SA y AP se consideran las políticas de aprovechamiento establecidas para la **UGA 100-0/03 Sierra Baja** del **POET** estatal y de la UTB establecida en el **PROT** de Sahuaripa, en los cuales se reconoce a la **minería** como la principal actividad productiva en la región, al mismo tiempo se toman en cuentan las politicas de conservación.

De acuerdo a las definiciones de las funciones ambientales presentadas en la Tabla IV-62, las funciones y servicios ambientales que se tienen presentes en el SA como en el AP se mencionan en la siguiente Tabla IV-63.

[15] Para que las funciones de los ecosistemas adquieran el carácter de servicios ambientales, es necesario que existan usuarios de dichas funciones.

Tabla IV-63: Descripción de las funciones y servicios ambientales en el SA

Función	Descripción
Regulación	De acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación Serie V de INEGI, la vegetación presente en la mayor parte del SA, es vegetación natural, ocupado por bosque de encino en un 73.26% de su superficie total, 12.93% por bosque de encino-pino, 5.5% de bosque de pino-encino y en menor superficie por pastizal inducido y selva baja caducifolia. Lo anterior indica que el SA es una región conservada que funciona eficientemente para mantener procesos ecológicos esenciales. Esto es, los flujos de materia y energía se mantienen, dando continuidad a los ciclos biogeoquímicos dentro de esta superficie. Por otra parte, dado el tipo de vegetación se considera que es vulnerable a la degradación por actividades como: tala clandestina, incendios, etc lo que lleva a la modificación negativa del paisaje de la región. Sin embargo, dado que la región en la que se pretende desarrollar el proyecto Mina La Yaqui Grande esta rodeada de proyectos mineros (Mulatos, Ampliación La Yaqui, Cerro Pelón) que han impactado la superficie (aproximadamente un 2.33% que equivalen a 797 ha del SA), dada la naturaleza de sus obras y dado que son proyectos que no han cerrado el ciclo de su vida productiva la zona se aprecia degradada. Esto debido a que las zonas que han sido reforestadas o restauradas en zonas de los otros proyecto no han tenido el tiempo suficiente para que, al menos estos sitios se vean como restuarados o rehabilitados. En terminos de regulación, puede sentirse un cambio en el microclima de las áreas de trabajo dada la perdidad de vegetación, baja capacidad de filtración de agua de lluvias, baja tasa de generación de oxígeno y absorción de carbono.
Hábitat	A parte de las áreas impactadas por la operación de los proyecto ya mencionados, durante los recorridos en campo, se avistarón áreas sin vegetación utilizadas o utilizadas para actividades de agricultura. De lo anterior consideramos que aún con esta sitauación, los ecosistemas presentes en el SA son capacaes de proveer a plantas, animales espacio para sul alimentación, reproducción, crianza y refugio. Desafortunadamente esto no es posible en las superficies ocupadas por los proyectos actuales y muy posiblemente para el área solicitada para el proyecto en cuestión.
Producción	De manera general, la cobertura vegetal se considera medianamente densa en la mayor parte del SA y algunas partes del AP solicitado para el presente proyecto, en el caso de que fuera poco densa, tambien se seguiría ofreciendo esta función, dado que su sola presencia indica que el ecosistema es productivo.
Información	La diversidad encontrada tanto en vegetación como en fauna, permite valorar el área como reservorio genético.

Si bien con base en la descripción realizada a lo largo del presente Capítulo es factible realizar un dignóstico más complejo de la situación ambiental actual en el SA, los aspectos relevantes se pueden concretar en pocos componente para hablar de sus características o estado actual, vease la siguiente Tabla IV-64.

Tabla IV-64: Estado actual de los componentes en el SA

Componente	Descripción
Aire	Conviene mencionar que las actividades productivas del SA se limitan principalmente a la ganaderia, y minería principalmente, por lo que las fuentes fijas de contaminación atmosférica detectadas son principalmente la de los proyecto mineros que operan actualmente. Por otra parte, dentro del área de estudio (SA y AP) no existen estaciones de monitoreo institucionales de la calidad del aire. Ello no es causa para suponer una calidad del aire buena, en función de que la topografía es accidentada, lo que dificulta la dispersión de contaminantes. Sin embargo, el tránsito local ayudaa la generación de suspension de polvo sobre los caminos de terracería.
Uso del Suelo:	La vegetación presente en el SA es en su mayoría corresponde a bosque de encino 73.26% de su superficie total, 12.93% por bosque de encino-pino, 5.5% de bosque de pino-encino y 2.40% por selva baja caducifolia. Por otra lado, hay áreas que han esta degradadas y estan representas en manchones de pastizales y agrucultura), estas representan sólo un 0.01% del SA. Además, en recorridos en campo se han identificado áreas incendiadas, y áreas sin vegetación. De manera similiar en el AP los tipos principales de vegetación son el bosue de encino (116.87 ha) y bosque de pino-encino (113.58 ha). Respecto a la pérdida de suelo por erosión natural (eólica e hídrica) tanto en el SA como en el AP y considerando la integración de todos los elementos naturales (vegetación, suelo, fertil, forma de relieves naturales, etc), la pérdida de suelo es considerada como nula (5 t de suelo /ha/año). Esta tasa puede cambiar y aumentar considerando los cambios de usos de suelo de los diferentes proyectos y sus tiempos de vida útil, áreas que puedan verse afectadas e intervenidas sin previa autorización. De lo anterior se concluye que, aún con los proyectos actuales y actividades antropogénicas, este parámetro goza de buena calidad. Sin embargo, se considera que es importante que las medidas y acciones de restauración propuestas por el promoevente se cumplan en forma y tiempo para evitar la perdida significativa tanto de vegetación como degardación o perdida de suelo una vez abandonados y cerrados los proyectos. Lo anterior permitira que estas áreas tanto de AP y SA se mantengan conservadas, cumpliendo así con las politicas ambientales de restauración y conservación establecidas en los Programas de ordenamiento ecológicos tanto general, estatal y regional.
Agua superficial y subterránea	No hay datos oficiales disponibles de calidad de agua superficial y subterránea para la región en la que se encuentra el proyecto. sin embrago, el promovente ha realizado monitoreos para este recurso como parte del cumplimiento a las condicionates de sus proyectos: Mulatos y Ampliacion La Yaqui., con los cuales se podría determinar la calidad de este recurso. Se asume que la calidad de agua superficial está dentro de los parámetros aceptables, dado que se han encontrado pozas en las que hay comunidades de *Ambystoma rosaceum*, salamandra tarahumara, ésta ocupa cuerpos de aguas claras libres de contaminación, y su presencia puede ser un indicador de buenas condiciones ambientales. Esta especie se ha reportado en en diferentes sitios dentro del SA y del AP del proyecto de Cerro Pelón y cerca del AP del proyecto Ampliación La Yaqui. Sin embargo, esta no es una razón para suponer la que calidad del agua es buena. Por lo que deberán implementarse medidas de prevención de contaminación. Respecto al agua subterránea, para el acuífero Yécora se considera que no existen descargas naturales comprometidas. La recarga total media anual que recibe el acuífero, es de 10.7 hm^3/año. Los usos principales son: abastecimiento de agua potable y doméstico-

Componente	Descripción
	abrevadero. Para este acuífero se reporta que existe un volumen adicional de 10 542 000 m^3 anuales para otorgar nuevas concesiones. Si bien, la disponibilidad de agua, es unos de los problemas que padecen los estados del norte del país, el proyecto hará uso de agua subterránea de un pozo ubicado en el proyecto Mulatos, el cual ya esta autorizado. Además, reutilizará agua residual tratada para el riego de caminos.
Vegetación	El SA está caracterizado por seis tipos de vegetación (ver Tabla IV-16) de los cuales los ecosistemas con mayor número de especies fueron el BQ con 249 especies, el BQP con 119 especies y el BPQ con 104 especies son los que poseen mayor riqueza de especies. En total se registraron 300 especies en la zona estudiada (el bosque de encino se encuentra bien representado en el AP 73.26 ha, el bosque de pino-encino no esta presente en el AP). Las especies más características del estrato arbóreo del SA fueron del género *Quercus*. Si bien estos tipos de vegetación están considerados como vegetación natural, es decir que no ha sido perturbada, es importante mencionar que, aunque en menor proporción hay superficie con vegetación de pastizal (3.65% del SA), agricultura (0.55%), superficie afectada por incendios forestales, y superficies que, aun con vegetación hay evidencia que son utilizadas para actividades de pastoreo, en las que se han identificado un número considerable de especies de maleza indicadoras de áreas perturbadas ocasionando sucesiones ecológicas primarias o secundarias, lo que implica un recambio de especies en el tiempo. De las 300 especies registradas solo 5 (que corresponde al 1.6% del total) se encuentran en alguna categoría de riesgo por la normatividad mexicana: *Tripsacum zopilotense, Cupressus lusitanica, Echinocereus stoloniferus* (protección especial), *Litsea glaucescens* (en peligro de extinción) y *Juglans major* (amenazada).
Fauna silvestre	Se registro un total de 286 especies, de las cuales 14 corresponden a peces, 9 anfibios, 26 reptiles, 43 mamíferos y 194 aves. La diversidad en el grupo de ictiofauna (peces) es considerada como media, tres especies que por su abundancia caracterizan a la comunidad de peces de la zona (*Agosia chrysogaster, Gila erémica y Catostomus plebeius)*. Para la herpetofauna (anfibios y reptiles) Las especies que fue registradas con mayores abundancias fueron *Ambystoma rosaceum* y *Lithobates magnaocularis*. La diversidad de este grupo se registra como media. Las especies de mastofauna registradas con mayores abundancias fueron *Odocoileus virginianus, Urocyon cinereoargenteus* y *Canis latrans*. La diversidad se puede considerar como media-alta. Las especies de aves que fueron registradas con mayores abundancias fueron *Cathartes aura, Melanerepes formicivorus* y *Aphelocoma wollweberii*. La diversidad del grupo se considera alta. De todas estas especies 23 son consideradas como endémicas, y 31 especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (11 especies de herpetofauna, 8 especies de peces y 12 aves, véase Tabla IV 44), de las cuales 17 especies en la categoría de protección especial (Pr), tres especies en la categoría de peligro de extinción (P) y 11 especies en categoría de amenazadas (A).
Residuos	En el SA o las comunidades cercanas al proyecto no cuentan con la infraestructura para recolectar, separar, tratar y disponer los diferentes tipos de residuos que se generan en las en éstas, esta situación permite que haya quema de basura, tiraderos al aíre libre contaminando recursos naturales, como suelo y agua, principalmente. El promovente actualmente implementa con éxito un plan de manejo para la totalidad de los residuos generados de todos sus proyectos autorizados como Mulatos, Ampliación La Yaqui, Cerro Pelón, dichos proyectos cuentan con almacenes de residuos peligrosos y de manejo especial con las medidas de seguridad establecidas en las leyes, reglamentos y normas. Además, el proyecto Mulatos cuenta con un relleno sanitario en donde disponen los residuos

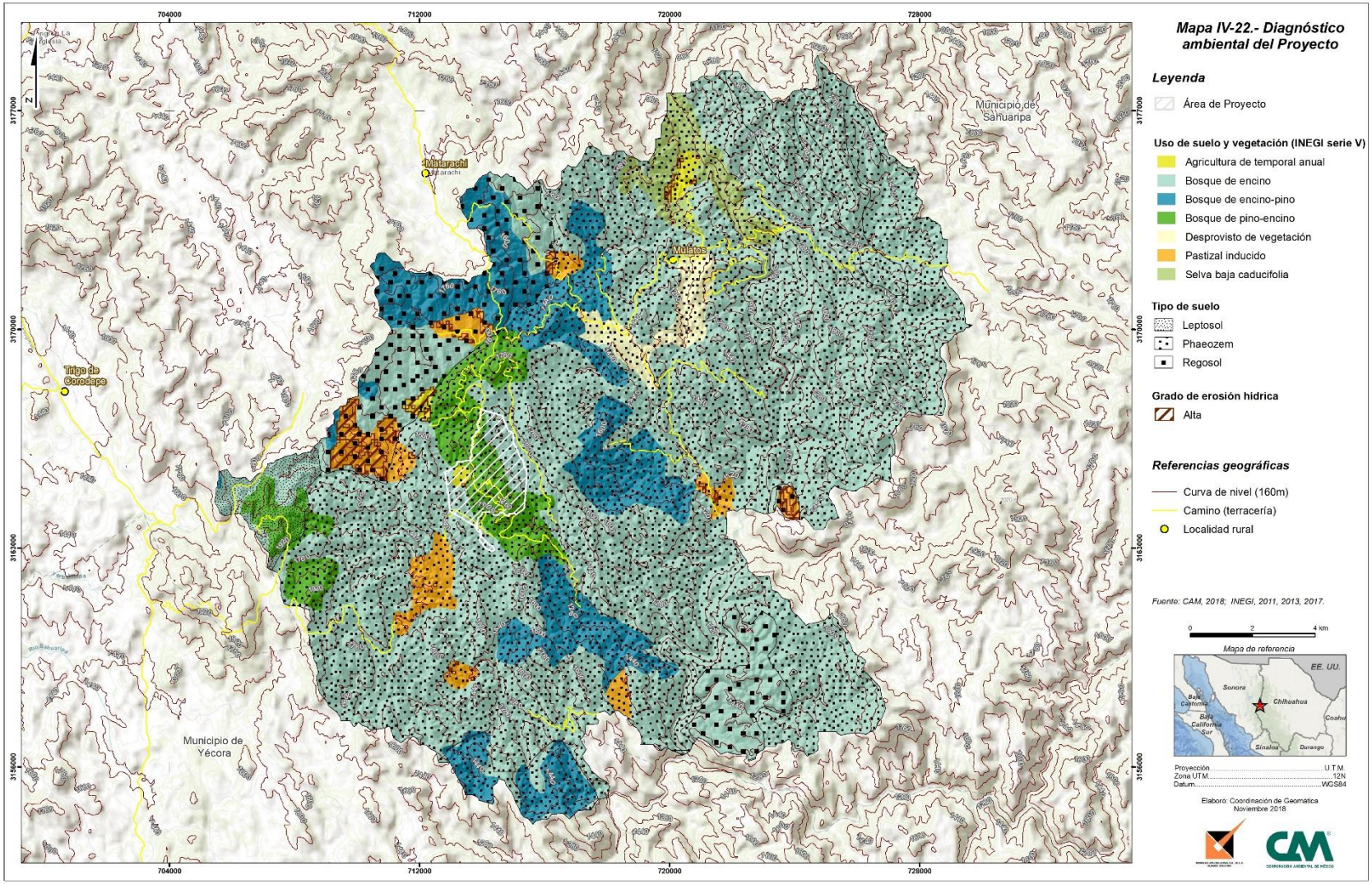
Componente	Descripción
	no peligrosos generados por los proyectos antes mencionados. Esta infraestructura será aprovechada en para el proyecto en cuestión.
Paisaje	Como elemento integrador de los componentes ambientales, el paisaje resulta un indicador de rápida verificación. El estudio de paisaje se realizó para las 34 189.56 ha que comprende el SA. Al igual que en el AP, la unidad paisajística predominante en el SA es bosque de encino. Respecto al analisis de paisaje tenemos que: Visibilidad del proyecto: La influencia o impacto para el AP es bajo y nulo, el impacto del proyecto es nulo desde las localidades más cercanas: Matarachi, Mulatos y Trigo de Corodepe, esto es debido a la altura de la vegetación, las condiciones atmosféricas, y principalmente, la topografía sinuosa de la zona que crea barreras visuales. Calidad visual: El 75.63% del SA presenta altos grados de calidad visual y se debe a la presencia de vegetación abundante y con alta valoración en sus méritos para ser conservada, además de la presencia de agua en forma de arroyos y la casi nula acción antrópica. Esto es similar en el AP. Fragilidad visual: El SA presenta relativamente una fragilidad visual baja. Esta caracterización indica que el medio presente en el SA puede asimilar de manera adecuada las actividades que se realicen, o bien, es poco susceptible al cambio por acciones antrópicas, debido a las características sinuosas del relieve, la vegetación abundante y alta, así como la casi nula presencia de infraestructura vial.

A partir de la información existente del medio natural, se establece que el principal proceso que influye en el deterioro de la región donde se ubica el proyecto ha sido el cambio de uso del suelo, además de actividades antropogénicas como la agricultura, el pastoreo, los incendios forestales ya sea naturales u ocasionados y actividades de aprovechamiento maderable sin autorización o sin planes de manejo.

Sin la implementación de medidas que amortigüen los diferentes impactos generados por el cambio de uso del suelo (retiro de vegetación, cambios de formas de relieve, cambios en el paisaje, fragmentación y perdida de hábitats para especies de flora y fauna, así como su reserva genética, calidad y pérdida de suelo, e infiltración de agua) pueden ocasionar descontento por parte de las comunidades, por razones de que no se visualice con el tiempo las mejoras de la aplicación de medidas, que con el tiempo se pierdan los componentes ambientales característicos de la región, por lo que los servicios aambientales serán en menor cantidad o de mala calidad.

Si bien, por la naturaleza del proyecto se tendrán impactos, ninguno de ellos se considera significativo, el conjunto de medidas preventivas, de mitigación, compensación y restauración permitirán que las funciones ecosistémicas en menor o mayor grado continuen sucediendo y los servicios ambientales seguirán ofreciéndose a los habitantes de las comunidades cercanas al proyecto.

Debe destacarse que, las comunidades cercanas al proyecto carecen de infraestructura para los servicios importantes tales como drenaje, manejo de diferentes tipos de residuos, almacenamiento de agua, etc. La ausencia de esta infraestructura permite que el riesgo de deterioro al ambiente sea de manera permanente.



Mapa IV-22: Mapa Diagnóstico ambiental

Corporación Ambiental de México, S.A. de C.V.
P[redacted]6
Co[redacted]z
[redacted]0
[redacted]n
[redacted]27
[redacted]8

CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Contenido

V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 1
V.1.1. Indicadores de impacto 1
V.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto 1
V.1.3. Criterios y Metodologías de Evaluación 2
V.2. de la Evaluación de los Impactos 39
V.2.1. Impactos residuales 39
V.2.2. Impactos acumulativos 40
V.3. Conclusiones 42

Tablas

Tabla V-1. Lista indicativa de indicadores de impacto 1
Tabla V-2. Definiciones de la LGEEPA y su REIA 3
Tabla V-3. Actividades y obras del Proyecto Mina La Yaqui Grande 4
Tabla V-4. Descripción de los parámetros ambientales en el proyecto 6
Tabla V-5: Atributos de valoración de la Importancia 10
Tabla V-6. Lista de verificación simple para la identificación de parámetros ambientales 12
Tabla V-7 Matriz de interacción para la identificación de impactos 18
Tabla V-8. Valoración de la importancia de los impactos ambientales identificados para el proyecto 22
Tabla V-9. Impactos residuales identificados para el proyecto 39
Tabla V-10. Impactos acumulativos identificados para el proyecto 40
Tabla V-11. Resumen de resultados de valoración de los impactos ambientales del proyecto .. 43

V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

V.1.1. Indicadores de impacto

Cabe recordar que una de las justificaciones para el uso de indicadores es que es imposible medir todo, por lo que resulta fundamental contar con la información más relevante. Además, no se descarta que éstos cambien según convenga en cada etapa del proyecto.

A través de éstos, el promovente pretende proporcionar información clave, suficiente, clara y completa acerca del estado actual de los factores ambientales presentes en el proyecto, como resultado de la aplicación del conjunto de las acciones o medidas preventivas, de mitigación y restauración. Su aplicación resulta conveniente ya que permitirá establecer un sistema que facilite dar seguimiento estrecho a los objetivos y determinar el nivel de éxito (eficiencia y eficacia) de las acciones puestas en práctica.

Para que los indicadores cumplan cabalmente con esta función es necesario que tengan ciertas características. A continuación, se presenta una lista de las más importantes (SEMARNAT, 2002):

1. Representatividad: se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto global de la obra.

2. Relevancia: la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.

3. Excluyente: no existe una superposición entre los distintos indicadores.

4. Cuantificable: medible siempre que sea posible en términos cuantitativos.

5. Fácil identificación: definidos conceptualmente de modo claro y conciso.

V.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto

De acuerdo con las obras y actividades del Proyecto, los indicadores propuestos a utilizar, se presentan en la Tabla V-1 a continuación.

Tabla V-1. Lista indicativa de indicadores de impacto

Parámetro Ambiental afectado en el SAR	Unidades de medición	Etapa de implementación	Forma de cuantificación
Uso de Suelo	Hectáreas (ha)	Previo a PS	Superficie forestal cambiada a uso minero
Procesos Erosivos	toneladas por hectárea al año (t/ha año)	PS, CO, AB	Cantidad de suelo perdido por superficie sin vegetación
Calidad del Suelo	Partes por millón de contaminantes (ppm)	PS, CO, AB	Análisis de laboratorio de calidad del suelo en áreas donde ocurran derrames o liberación de sustancias
Calidad del agua superficial	mg/l de contaminante específico	PS, CO, AB	Parámetros de acuerdo a NOM-141-SEMARNAT-2003

Parámetro Ambiental afectado en el SAR	Unidades de medición	Etapa de implementación	Forma de cuantificación
Calidad del agua subterránea	mg/l de contaminante específico	PS, CO, AB	Parámetros de acuerdo a NOM-141-SEMARNAT-2003
Calidad del aire	Partes por millón de contaminantes (ppm)	PS, CO, AB	Monitoreo de aire y verificaciones a equipos de combustión (CO_2, CO, SO_2, NOx, PST)
Ruido y vibraciones	Decibeles (dB)	PS, CO, AB	Monitoreos perimetrales de niveles de ruido ambiental
Especies de fauna en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	Adimensional	PS, CO, AB	Conteo de número de especies y número de individuos por especie
Abundancia de flora	Adimensional	PS, CO, AB	Conteo de número de especies y número de individuos por especie
Especies de flora en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	Adimensional	PS, CO, AB	Conteo de número de especies y número de individuos por especie
Empleo y activación económica	Número de trabajadores	PS, CO, AB	Conteo de empleos directos generados por el Proyecto

Los indicadores ambientales se han utilizado a nivel internacional, nacional, regional, estatal y local con el objetivo de informar sobre el estado del medio ambiente, evaluar el desempeño de políticas ambientales y comunicar los progresos en la búsqueda del desarrollo sustentable. En este sentido, actualmente, el Sistema Nacional de Indicadores Ambientales (SNIA)[1] ofrece, a través de distintos conjuntos de indicadores, una visión breve y clara de los cambios y la situación actual del medio ambiente y los recursos naturales del país, así como de las presiones que los afectan y las respuestas institucionales encaminadas a su conservación, recuperación y uso sustentable.

V.1.3. Criterios y Metodologías de Evaluación

V.1.3.1. Criterios

Para identificar los impactos ambientales de cualquier proyecto deben desarrollarse tres acciones:

1. **Conocer el proyecto y sus alternativas**: Como se ha mencionado en el Capítulo II, este Proyecto consiste en la construcción de obras e instalación de infraestructura con la finalidad de extraer el mineral. La superficie que será impactada y requerida para las instalaciones es de 145.50 ha, equivalente a 68.65% de la superficie total del AP, el resto de la superficie, 66.83 ha, permanecerán como superficie libre, para la protección de instalaciones y seguridad de los procesos.

2. **Conocer el ambiente en el que se va a desarrollar el proyecto**: esta información ha sido presentada en el Capítulo IV, con base en el estado actual de los factores físico-

[1] http://www.semarnat.gob.mx/temas/estadisticas-ambientales/snia/estructura-del-SNIA

naturales y socioeconómicos, que concluyen que, en lo que respecta al uso de suelo, si bien hay seis tipos de vegetación en la zona de estudio, el predominante es bosque de encino ocupando el 73.00% de la superficie del SA, el 12.94% lo ocupa el tipo de vegetación bosque de encino-pino, el 5.50% es de bosque pino-encino, el 3.65% es pastizal inducido, el 2.41% es selva baja caducifolia, el 1.96% es área desprovista de vegetación y el 0.55% es agricultura de temporal anual. Aún con esta característica, la vegetación del SA, sirve eficientemente para ajustar y mantener procesos ecológicos esenciales. Esto es, los flujos de materia y energía se mantienen, dando continuidad a los ciclos biogeoquímicos. Adicionalmente, en el AP se ha determinado que hay una degradación antropogénica preexistente en el área.

3. **Determinar las interacciones entre proyecto y ambiente**: se integra la información de los numerales 1 y 2 para identificar:

    a) Los componentes del proyecto susceptibles de producir impactos significativos, acumulativos o sinérgicos;

    b) Analizar el ambiente, en el contexto del SA para identificar los factores ambientales que potencialmente pueden ser afectados por las acciones derivadas de los componentes del proyecto.

Lo anterior permitirá la identificación, caracterización y evaluación de esos efectos potenciales, ocasionados por el cambio de uso de suelo, construcción de obras (las incluidas en el Proyecto Minero “Tajo Cerro Pelón”, así como por las obras complementarias, actividades de operación y actividades altamente riesgosas de cada una de las etapas del proyecto, mediante una relación causa–efecto.
Para realizar este ejercicio se consideraron los términos y definiciones presentados en la Tabla V-2.

Tabla V-2. Definiciones de la LGEEPA y su REIA

Termino	Definición	Instrumento	Artículo
Impacto ambiental	Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.	LGEEPA	Art. 3 fracción XX
Manifestación del impacto ambiental	Documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.		Art. 3 fracción XXI
Impacto ambiental acumulativo:	El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	REIA	Art. 3 fracción VII
Impacto ambiental sinérgico	Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.		Art. 3 fracción VIII

Termino	Definición	Instrumento	Artículo
Impacto ambiental significativo o relevante	Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.		Art. 3 fracción IX
Impacto ambiental residual	El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.		Art. 3 fracción X

A) Listas de obras y actividades del proyecto

Esta lista es de utilidad ya que menciona de manera breve las actividades y obras que se van a realizar en cada etapa del proyecto: agrupadas de acuerdo con las etapas del proyecto: (i) preparación del sitio, PS; (ii) construcción y operación, CO; y (iii) cierre y abandono, AB). Véase Tabla V-3.

Tabla V-3. Actividades y obras del Proyecto Mina La Yaqui Grande

Etapa	Clave etapa	Actividad / Obra	Descripción
Preparación de sitio	**PS-01**	**Delimitación de áreas**	La actividad consiste en delimitar las áreas de trabajo y a minarse con cinta flagging a fin de señalar la vegetación que deberá permanecer intacta. Esta actividad no genera impactos.
	PS-02	**Marcaje y rescate de flora y fauna**	El marcaje se realizará con cintas de color amarillo para los individuos que deben ser rescatados y con cintas de color azul para los individuos que deben respetarse por estar los límites del AP. Para el rescate de especies de fauna se tendrá una brigada que ahuyentará a las diferentes especies. Esta actividad no genera impactos.
	PS-03	**Desmonte**	Esta actividad consiste en retirar de los sitios de obras, la vegetación (árboles, arbustos, hierbas) y se efectuará mediante maquinaria pesada. El producto del desmonte será sujeto a trituración y depositado junto al suelo fértil rescatado.
	PS-04	**Despalme**	Mediante medios mecánicos se retirará, en donde sea factible, la capa superficial (de 20 a 30 cm) que representa la capa vegetal, amontonando en un extremo del frente de trabajo, para ser posteriormente cargado a las áreas de almacenamiento (top soil).
	PS-05	**Rehabilitación y construcción de caminos**	Consiste en la rehabilitación con maquinaria, rellenando, aplanado o ampliando los caminos existentes y construyendo nuevos caminos para el acceso a todas las áreas.
	PS-06	**Generación y manejo de residuos**	Como resultado de las diferentes actividades, y uso de equipo y maquinaria, se generan una serie de desechos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.
	PS-07	**Generación y tratamiento de aguas residuales**	Como resultado de las diferentes actividades de oficina, comedor, aseo diario, y sanitarios (de oficinas, campamento y sanitarios portátiles) se utilizará y ampliará la PTAR instalada en el proyecto adyacente y el agua de los sanitarios portátiles se dispondrá a través de un tercero autorizado.
	PS-08	**Emisiones a la atmósfera**	Como resultado de las actividades de tránsito de vehículos y operación de maquinaría, generaran emisiones (gases y polvo) que afectan la calidad del aire.

Etapa	Clave etapa	Actividad / Obra	Descripción
Construcción y operación	OM-09	Excavaciones, cimentaciones, nivelaciones y compactación	Actividades que consisten en el afloje, extracción de los suelos, rellenar superficies con materiales adecuados, para proceder con la compactación (esta acción debe hacerse en capas y con la ayuda de un pisón. Se realiza el paso anterior hasta alcanzar el nivel deseado), en las áreas que en donde se pretende construir obras permanentes y asociadas, así como instalar infraestructura que formen parte del proyecto.
	OM-10	Minado	Incluye el descapote del tajo para extraer el material rocoso estéril que cubre al cuerpo mineralizado, para lo cual se requiere fragmentar la roca con el uso de explosivos. Posteriormente, consiste en la perforación para el control de niveles del tajo (bancos, bermas, ángulos, rampas, profundidad); perforación de producción (perforación y voladuras).
	OM-11	Trituración	Área en la que se reduce inicialmente el tamaño de la roca que viene del tajo, hasta un tamaño de 3/8 de pulgada a través de trituración convencional.
	OM-12	Proceso de lixiviación del mineral	Una vez que el material triturado es depositado en el patio de lixiviación, se hace el riego con una solución de cianuro de sodio sobre todo el material, la solución lixiviante (cragada de valores) se canaliza por una red de tuberías hacia la planta de ADR (para que se lleve a cabo la adsorción, desorción y recuperación de la solución rica) y pileta de solución rica y posteriormente se enviará a la pileta de solución pobre, en donde la solución lixiviante será recirculada hacia el patio de lixiviación.
	OM-13	Conformación de tepetatera y pileta	Consiste en acomodo de la roca estéril generado por el descapote del tajo y con el material que no cumpla con la ley de corte económico, y que se descarga en el área designadas para tal fin (tepetatera) con ayuda de maquinaria (topadoras y excavadora) que empujará montones de tepetate sobre el borde del vertedero y también mantendrá las bermas, asegurando que el área de descarga esté limpia y libre de rocas grandes.
	OM-14	Mantenimiento operativo	Se refiere al conjunto de acciones que han de realizarse a maquinaria y equipo instalado o utilizado en las diferentes áreas de trabajo (quebradora, yucles, almacenes de residuos, área de generadores, taller de mina) del proyecto: tales como cambios de aceite, filtros, mangueras, reparaciones, etc.
	OM-15	Generación y manejo de residuos	Como resultado de las diferentes actividades, y uso de equipo y maquinaria, se generan una serie de desechos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.
	OM-16	Generación y tratamiento de aguas residuales	Como resultado de las diferentes actividades de oficina, comedor, aseo diario, y sanitarios (de oficinas, campamento y sanitarios portátiles) se utilizará y ampliará la PTAR instalada en el proyecto adyacente y el agua de los sanitarios portátiles se dispondrá a través de un tercero autorizado.
	OM-17	Emisiones a la atmósfera	Como resultado de las actividades de tránsito de vehículos y operación de maquinaría, generaran emisiones (gases y polvo) que afectan la calidad del aire.
Cierre y abandono	CA-18	Desmantelamiento y clausura de áreas	Se realizará el desmantelamiento y retiro de equipo e infraestructura del proyecto.
	CA-19	Actividades de restauración	Se reforestarán áreas, se reubicará el suelo fértil, esto con el fin de propiciarle al suelo una mayor productividad y una mayor retención de humedad para que se generen el desarrollo de la masa forestal e inducir una cobertura vegetal con especies nativas. Se aflojará el suelo y se realizará mejoras al relieve como en tepetatera, tajo, piletas.

Etapa	Clave etapa	Actividad / Obra	Descripción
	CA-20	**Detoxificación del patio**	El mineral agotado (residuo) será neutralizado químicamente y estabilizado físicamente, permaneciendo en el sitio
	CA-21	**Generación y manejo de residuos**	Como resultado de las diferentes actividades, y uso de equipo y maquinaria, se generan una serie de desechos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.
	CA-22	**Generación y tratamiento de aguas residuales**	Como resultado de las diferentes actividades de oficina, comedor, aseo diario, y sanitarios (de oficinas, campamento y sanitarios portátiles) se utilizará y ampliará la PTAR instalada en el proyecto adyacente y el agua de los sanitarios portátiles se dispondrá a través de un tercero autorizado.
	CA-23	**Emisiones a la atmósfera**	Como resultado de las actividades de tránsito de vehículos y operación de maquinaría, generaran emisiones (gases y polvo) que afectan la calidad del aire.

B) Lista de parámetros ambientales

Se ha utilizado como una herramienta de evaluación preliminar con la finalidad de identificar los factores y parámetros ambientales, indicadores, respecto al SA y proporcionar información sobre la predicción y evaluación de impactos. En la Tabla V-4 se presenta la descripción de los éstos.

Tabla V-4. Descripción de los parámetros ambientales en el proyecto

Factor ambiental afectado	Parámetros ambientales afectados	Comentarios respecto al SA	Fuente informativa
Suelo	**Tipo de Suelo**	Los tipos de suelo presentes en el SA son Phaeozem, Regosol y Leptosol; mientras que la totalidad del AP se encuentra sobre suelo de tipo Phaeozem. Son suelos rojizos u oscuros ricos en nutrientes, pero en los que los rasgos de acumulación de carbonatos secundarios no suelen ser invisibles. La sequía periódica y la erosión por agua y viento son los principales factores limitantes con vistas a su uso y manejo.	Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB)
	Uso de Suelo	En el SA se tienen 4 tipos de vegetación natural, Bosque de encino (25 048.54 ha), bosque de encino-pino (4 423.48 ha), bosque de pino-encino (1 880.51 ha), selva baja caducifolia (823.26 ha) que en conjunto ocupan el 94% del SA. El resto de superficie esta ocupado por pastizal inducido, agricultura y áreas sin vegetación. El AP tiene 116.87 ha de bosque de encino, 113.58 ha de bosque de pino-encino y 25.58 ha de agricultura de temporal, esta zona se encuentra concesionada por Minas de Oro Nacional S.A. de C.V. y han sido destinadas para explotación minera. Los datos anteriores, nos indican que el lugar esta bien conservado, esto simplemente por el tipo de vegetación presente.	Conjunto de datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación escala 1:250 000, serie V
	Procesos Erosivos	La pérdida de suelo por erosión natural tanto en el SA como en el AP se encuentra catalogada como una pérdida Nula, ya que en esta categoría se pierden menos de 5 toneladas de suelo por hectárea al año.	Figueroa S, et. al., 1991, Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión
	Calidad del Suelo	De manera general los suelos los Phaeozems no perturbados son suelos muy fértiles, permitiendo el cultivo de cereales bajo irrigación o legumbres, también son	Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB).

Factor ambiental afectado	Parámetros ambientales afectados	Comentarios respecto al SA	Fuente informativa
		utilizados para crianza de ganado y/o para su engorde, siendo práctica habitual la mejora de sus pastos.	
Geología y morfología	**Deslizamientos**	La zona presenta evidencias de una alta actividad tectónica antigua, debido a la presencia de los volcanes que originaron el material del que está constituida la zona. Posterior al evento de formación, se presentan dos alteraciones tectónicas importantes, fallas, Los Sabinos y Los Paredones.	Carta Geológica-Minera H12-12.
	Relieves	La zona presenta un sistema orográfico típicamente montañoso, de grandes desniveles, drenaje superficial con pendientes altas y valles estrechos. la mayor parte del área del SA se observan lomeríos medianos y grandes, presentándose el terreno muy alomado, fuertemente diseccionado, con una disección vertical de entre 100 a 200 m/km^2.	Unidades morfométricas del relieve mexicano. Carta Tecoripa H1212.
Recurso hídrico	**Cauces**	El proyecto intersecta escurrimientos permanentes, e intermitentes las cuales serán redirigidas aguas abajo al cauce principal, además se construirán obras de drenaje de acuerdo a los escurrimientos naturales que existan en la trayectoria del proyecto.	INEGI
	Áreas de inundación	El municipio tiene una probabilidad baja de inundaciones	Atlas Nacional de Riesgos
	Calidad del agua superficial	No se dispone de datos para este parámetro ambiental	ND
	Recarga media	De acuerdo al documento “Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero 2649 Yécora, estado de Sonora” el valor de la recarga media anual es de 10.7 hm^3/año.	CONAGUA
	Manantiales, norias y pozos	Dentro de SA no hay manantiales, norias o pozos de agua naturales.	CONAGUA
	Calidad del agua subterránea	No se dispone de datos para este parámetro ambiental	ND
	Vulnerabilidad	De acuerdo a los resultados de geofísicos realizados en zonas cercanas al proyecto se concluye que la permeabilidad es baja en la zona. Por lo tanto, hay poca probabilidad de afectar la disponibilidad y calidad de agua subterránea por obras del proyecto.	CONAGUA
Atmósfera	**Calidad del aire**	Actualmente en el SA hay actividad minera de 3 proyectos, además de esta haya tránsito vehicular, quema de basura. Y no se cuenta con estaciones de monitoreo para determinar la calidad del aire.	Datos verificados en campo
	Microclima	No se dispone de datos para este parámetro ambiental respecto al SA.	
	Macroclima	El SA tiene dos tipos de climas; el clima Templado subhúmedo (90% del SA): C(w0)(x1), C(w1)(x1) y el clima Semiseco semicálido (Bs1 hw en el 10% restante), mientras que el AP únicamente presenta el clima Templado subhúmedo Clima Templado subhúmedo: temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más cálido menor a 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm, lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de precipitación invernal menor al 10.2% del total anual.	Clasificación de Köppen con las modificaciones de Enriqueta García
	Ruido y vibraciones	Dado que ya hay proyectos mineros que operan actualmente hay generación de ruido, sin embrago los	Datos verificados en campo

Factor ambiental afectado	Parámetros ambientales afectados	Comentarios respecto al SA	Fuente informativa
		niveles no son percibidos por las comunidades cercanas y son bien amortiguados en el SA.	
Vegetación	**Diversidad de la vegetación**	El SA está caracterizado por seis tipos de vegetación. Los ecosistemas con mayor número de especies fueron el BQ con 249 especies, el BQP con 119 especies y el BPQ con 104 especies son los que poseen mayor riqueza de especies. Las especies más características del estrato arbóreo del SA fueron del género Quercus.	
	Especies de vegetación en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	De las 300 especies registradas solo 5 (que corresponde al 1.6% del total) se encuentran en alguna categoría de riesgo por la normatividad mexicana: *Tripsacum zopilotense, Cupressus lusitanica, Echinocereus stoloniferus (protección especial), Litsea glaucescens* (en peligro de extinción) y *Juglans major (*amenazada).	
	Usos y costumbres con especies de vegetación	No se detectó el uso específico de una especie (recursos naturales)	Datos verificados en campo
Fauna	**Diversidad de fauna**	Se registro un total de 286 especies, de las cuales 14 corresponden a peces, 9 anfibios, 26 reptiles, 43 mamíferos y 194 aves. La diversidad en el grupo de ictiofauna (peces) es considerada como media, tres especies que por su abundancia caracterizan a la comunidad de peces de la zona (Agosia chrysogaster, Gila erémica y Catostomus plebeius). Para la herpetofauna (anfibios y reptiles) Las especies que fue registradas con mayores abundancias fueron Ambystoma rosaceum y Lithobates magnaocularis. La diversidad de este grupo se registra como media. Las especies de mastofauna registradas con mayores abundancias fueron Odocoileus virginianus, Urocyon cinereoargenteus y Canis latrans. La diversidad se puede considerar como media-alta. Las especies de aves que fueron registradas con mayores abundancias fueron Cathartes aura, Melanerepes formicivorus y Aphelocoma wollweberii. La diversidad del grupo se considera alta.	
	Especies de fauna en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	De las 286 de las cuales, 92 especies registradas en el AP. En el AP solo se registraron 5 especies en riesgo (4 en categoría de protección especial y una amenazada).	
	Usos y costumbres con especies de fauna	No se detectó el uso específico de una especie (recursos naturales)	
Socioeconómico	**Servicios básicos**	Las comunidades cercanas Mulatos y Matarachi, no cuentan con todos los servicios básicos, como energía eléctrica, drenaje y abastecimiento de agua.	Estudio socioeconómico realizado por CAM noviembre 2015
	Salud	Se cuenta con clínicas comunitarias pequeñas que no cuentan con los materiales y equipos suficientes. Por otra parte, está la clínica de Mina Mulatos.	
	Vivienda	El tipo de vivienda más común que se encontró está construida con muros de adobe, techo de lámina con madera y piso de concreto firme.	
	Telecomunicaciones y "espectro radioeléctrico"	Se observa que la telefonía celular gana terreno en estas comunidades. Sin embargo, no hay servicio de internet. Los proyectos mineros utilizan comunicación mediante radios.	
	Empleo y activación económica	No hay fuentes de empleo en las comunidades cercanas al proyecto. Las comunidades cercanas se dedican a la agricultura y ganadería.	

Factor ambiental afectado	Parámetros ambientales afectados	Comentarios respecto al SA	Fuente informativa
	Actividades recreativas	Más allá de una cancha de basquetbol no hay sitios para que los habitantes visiten y se distraigan.	
	Rasgos culturales	Sin rasgos culturales particulares	
	Vestigios Arqueológicos	Dentro del SA no se ha realizado estudio se prospección y/o excavaciones para confirmar o descartar la existencia de sitios con algún valor cultural.	
	grupos étnicos	No se reportó presencia de grupos étnicos en las cercanías del proyecto	
Paisaje	**Calidad Visual**	El 75.63% del SA presenta altos grados de calidad visual divididos en categorías que van de media a alta calidad visual. La alta categorización del SA se debe a la presencia de vegetación abundante y con alta valoración en sus méritos para ser conservada, además de la presencia de agua en forma de arroyos y la casi nula acción antrópica. Por su parte, las categorías, media baja y baja representan únicamente el 24.36% del total de SA y cubre manchones discontinuos en el centro, norte y sur del sistema, y su baja valoración se debe principalmente a que se ubica en zonas con relieve homogéneo.	Instituto Superior del Medio Ambiente de Madrid, España (ISM), INEGI Y CONABIO
	Fragilidad visual	El SA tiene una fragilidad visual relativamente baja, el 45.58% está caracterizado por tener una grado medio-bajo, sobre todo en la porción sur, y el 54.42% un grado bajo de fragilidad localizado en el norte y algunos manchones al sur. Esta caracterización indica que el medio presente en el SA puede asimilar de manera adecuada las actividades que se realicen, o bien, es poco susceptible al cambio por acciones antrópicas. Las características sinuosas del relieve, la vegetación abundante y alta, así como la casi nula presencia de infraestructura vial, contribuyen a que la fragilidad del SA presente una valoración baja.	Instituto Superior del Medio Ambiente de Madrid, España (ISM), INEGI Y CONABIO
	Visibilidad	Los grados de impacto visual en el SA son alto y medio, sin embargo, esto hace referencia únicamente a las porciones de terreno visibles o cuencas visuales de cada localidad, no así del AP, ya que este no es posible verlo desde ninguna de las poblaciones estudiadas debido a la altura de la vegetación, las condiciones atmosféricas, y principalmente, la topografía sinuosa de la zona que crea barreras visuales.	Instituto Superior del Medio Ambiente de Madrid, España (ISM), INEGI Y CONABIO
	Iluminación artificial	Respecto al SA no hay fuentes significativas que iluminen zonas o sitios. Solo los proyectos de Mulatos, Cerro Pelón y Ampliación LA Yaqui cuentan con luminarias instaladas en sus áreas de trabajo.	
Riesgo	**Inundaciones**	El municipio tiene una probabilidad baja de inundaciones	Atlas Nacional de Riesgos
	Incendios	El municipio de Sahuaripa se ha reportado con riesgo de este tipo de eventos.	Atlas Nacional de Riesgos
	Explosiones	Por las actividades y obras del proyecto hay riesgo de explosiones en las áreas de generadores y en el tajo en la realización de las voladuras.	
	Fugas y derrames	Por las actividades y obras del proyecto hay riesgo de fugas o derrames en la operación y mantenimiento de maquinaria, en el sistema de piletas, en los almacenes de residuos peligrosos, etc.	

C) Atributos de valoración de impactos

El criterio adoptado para desarrollar una primera aproximación acerca de la selección de aquellos impactos que, por sus características pudieran identificarse como significativos, se procedió a determinar la importancia de todas las interacciones, a partir de una valoración cualitativa, que consiste en obtener una estimación de los posibles efectos que recibirá el ambiente, mediante una descripción lingüística de las propiedades de tales efectos.

A partir de la matriz de identificación de impactos (Tabla V-7) se llevó al cabo la caracterización de cada una de las interacciones, en función de su Importancia (I), que a su vez se determina mediante la calificación de una serie de atributos. Estos atributos y la escala de valoración para cada uno de ellos se muestran en la Tabla V-5.

Tabla V-5: Atributos de valoración de la Importancia

Atributo	Clave	Descripción	Escala de valoración (CONESA, 2003)	Factor de ponderación*
Naturaleza	NT	Hace referencia al carácter benéfico o perjudicial del impacto.	Benéfico (+) +1 Perjudicial (-) -1	-
Intensidad	IN	Expresa el grado de incidencia de la acción sobre el parámetro, que puede considerarse desde un efecto mínimo hasta la destrucción total del parámetro.	Baja 1 Media 2 Alta 4 Muy Alta 8 Total 12	3.6
Extensión	EX	Representa el área de influencia esperada en relación con el entorno del Proyecto, que puede ser expresada en términos porcentuales. Si el área está muy localizada, el impacto será puntual, mientras que si el área corresponde a todo el entorno el impacto será total.	Puntual 1 Parcial 2 Extenso 4 Total 8	2.4
Momento	MO	Se refiere al tiempo que transcurre entre el inicio de la acción y el inicio del efecto que ésta produce. Puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, y suele considerarse que el Corto Plazo corresponde a menos de un año, el Medio Plazo entre uno y cinco años, y el Largo Plazo a más de cinco años.	Largo plazo 1 MO > 5 años Medio plazo 2 1 año < MO < 5 años Inmediato 4 MO < 1 años	0.8
Persistencia	PS	Se refiere al tiempo que se espera que permanezca el efecto desde su aparición. Puede expresarse en unidades de tiempo generalmente en años, y suele considerarse que es *Fugaz* si permanece menos de un año, el *Temporal* si lo hace entre uno y diez años, y el *Permanente* si supera los diez años. La persistencia no es igual que la reversibilidad ni que la recuperabilidad, aunque son conceptos asociados: Los efectos fugaces o temporales siempre son reversibles o recuperables; los efectos permanentes siempre son reversibles o irreversibles, recuperables o irrecuperables.	Fugaz 1 PS < 1 año Temporal 2 1 año < PS < 10 años Permanente 4 PS > 10 años	0.4

Atributo	Clave	Descripción	Escala de valoración (CONESA, 2003)	Factor de ponderación*
Reversibilidad	RV	Se refiere a la posibilidad de reconstruir el parámetro ambiental afectado por medios naturales, y en el caso que sea posible, al intervalo de tiempo que se tardaría en lograrlo; si es menos de un año se considera el *Corto Plazo*; entre uno y diez años se considera el *Mediano Plazo*, y si se superan los diez años se considera *Irreversible*.	No aplica 0 Corto plazo 1 RV < 1 año Medio plazo 2 1 año < RV < 10 años Irreversible 4 RV > 10 años	0.4
Sinergia	SI	Se dice que dos efectos son sinérgicos si su manifestación conjunta es superior a la suma de las manifestaciones que se obtendrían si cada uno de ellos actuase por separado (la manifestación no es lineal respecto a los efectos). Puede visualizarse como el reforzamiento de dos efectos simples; si en lugar se reforzarse los efectos se debilitan, la valoración de la sinergia debe de ser negativa.	Sin sinergismo 1 Sinérgico 2 Muy sinérgico 4	0.4
Acumulación	AC	Si la presencia continuada de la acción produce un efecto que crece con el tiempo, se dice que el estudio es acumulativo.	Simple 1 Acumulativo 4	0.4
Relación Causa-Efecto	EF	La relación causa-efecto puede ser directa o indirecta; es Directa si es la acción misma la que origina el efecto, mientras que es Indirecta si es otro efecto el que lo origina, generalmente por la interdependencia de un factor ambiental sobre otro.	Indirecto (secundario) 1 Directo (primario) 4	0.4
Periodicidad	PR	Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, pudiendo ser periódico, continuo, o irregular.	Irregular o aperiódico y Discontinuo 1 Periódico 2 Continuo 4	0.4
Recuperabilidad	MC	Se refiere a la posibilidad de reconstruir el parámetro ambiental afectado por medio de la intervención humana. Puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, De manera inmediata si corresponde a menos de un año, a Mediano Plazo entre uno y diez años, y Mitigable a más de 10 años hasta los 60.	No Aplica 0 De manera inmediata 1 MC < 1 año A mediano plazo 2 1 año < MC < 10 años Mitigable 4 10 año < MC < 60 años Irrecuperable 8 MC > 60 años	0.8

*Porcentaje, asignado a la Importancia del impacto sobre el parámetro ambiental debido a la actividad.

V.1.3.2. Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Dada la naturaleza del proyecto y las potenciales afectaciones esperadas hacia el SA debidas a su instalación y operación, se ha establecido la necesidad de aplicar más de una metodología de identificación y evaluación de los impactos ambientales, de manera que los resultados de éstas sean lo suficientemente robustos para establecer cuáles serán las medidas de prevención, mitigación y compensación a aplicar durante toda la vida del proyecto (ver Capítulo VI). Con las

metodologías seleccionadas se pretende además determinar si el proyecto ocasionará impactos de tipo significativo, acumulativo y/o residual.

Para la identificación de los impactos ambientales que potencialmente ocasionará el proyecto, se utilizaron las siguientes técnicas y metodologías.

A) Listas de verificación

Con base en la información de las dos listas antes mencionadas, se desarrolló una lista de verificación basada en una lista de control simple propuesta por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) en el año de 1990, con el fin de lograr la identificación simplificada de los parámetros ambientales que podrían verse afectados.

Esta tabla fue modificada, en función de la información relativa a la caracterización del medio físico-biológico-social (ver Tabla V-6).

Tabla V-6. Lista de verificación simple para la identificación de parámetros ambientales

No.	TEMA	SÍ	PUEDE SER	NO	COMENTARIOS
	Formas del terreno ¿Producirá el proyecto...				
1	Pendientes inestables o terraplenes inestables?			X	No se generará este tipo de impactos ya que el promovente se asegurará de que cumpla con los criterios de ingeniería y calidad
2	Una amplia destrucción del desplazamiento del suelo?			X	El área donde se localiza el proyecto, es considerada de baja actividad sísmica.
3	Un impacto sobre terrenos agrícolas clasificados como de primera calidad o únicos?	X			Se requiere el cambio de uso del suelo en 25.58 ha de agrícola a uso industrial para la construcción de obras del proyecto.
4	Cambios en las formas del terreno, orillas, cauces de cursos o riberas?	X			Las corrientes permanentes e intermitentes serán desviadas aguas abajo para encontrar el cauce principal y no cortar el flujo de agua. Además, se construirán obras de drenaje de acuerdo a los escurrimientos naturales
5	Destrucción, ocupación o modificación de rasgos físicos singulares?			X	En el sitio del proyecto NO hay rasgos físicos singulares.
6	Efectos que impidan determinados usos del emplazamiento a largo plazo?			X	El promovente es propietario del total del AP en el que se encuentra el proyecto.
7	Un incremento en los procesos erosivos?	X			En general la erosión natural es muy baja, teniendo una pérdida de 10 a 50 toneladas de suelo por hectárea al año. La superficie a desmontar para las obras es de 256.03 ha.
	Aire/climatología ¿Producirá el proyecto…				
8	Emisiones contaminantes aéreos que excedan estándares estatales, federales o que provoquen deterioro de la calidad del aire?		X		El uso de vehículos y maquinaria con motores de combustión,el tránsito vehicular y la no implantación de las medidas de prevención y mitigación de los proyectos cercanos podría elevar la concentración de contaminantes atmosféricos.
9	Olores desagradables?			X	La mayoría de las emisiones son gases y partículas suspendidas, por lo que no habrá olores desagradables.

No.	TEMA	SÍ	PUEDE SER	NO	COMENTARIOS
10	Alteración de movimientos del aire, humedad o temperatura?	X			La operación del proyecto si causará este tipo de alteraciones solo en las áreas donde se realice el cambio de uso del suelo.
11	Emisiones de contaminantes aéreos peligrosos regulados?			X	No, el proyecto no generará este tipo de emisiones.
	Agua ¿Producirá el proyecto…				
12	Vertidos a un sistema público de aguas?			X	No, el promovente ya cuenta con una Planta de tratamiento de aguas residuales en el proyecto Ampliación La Yaqui, para tratar las aguas del proyecto en La Yaqui Grande el promovente ampliaría dicha Planta. Las aguas tratadas serán reutilizadas para el riego de caminos. El proceso de lixiviación es un circuito cerrado, por lo tanto, es cero descargas.
13	Cambios de las corrientes o movimientos de masas de agua dulce o marina?	X			Si, el proyecto tendrá si modificara cauces de corrientes perennes e intermitentes.
14	Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje o el índice o cantidad de agua de escorrentía?	X			Por el cambio de usos de suelo, la compactación del terreno debido al paso de maquinaria pesada, lo que implicará una reducción en su permeabilidad con lo que se verá afectada la recarga media.
15	Alteraciones en el curso o en los caudales de avenidas?	X			El proyecto intersecta escurrimientos permanentes, las corrientes intermitentes serán desviadas y para lo cual se construyen obras de drenaje de acuerdo a los escurrimientos naturales que existan en la trayectoria del proyecto.
16	Represas, control o modificaciones de algún cuerpo de agua igual o mayor a 4 ha de superficie?			X	No se generará este tipo de impactos.
17	Vertidos de aguas superficiales o alteraciones de la calidad del agua considerando, pero no solo, la temperatura y la turbidez?			X	No se generará este tipo de impactos.
18	Alteraciones de la dirección o volumen del flujo del agua subterránea?			X	No se generará este tipo de impactos.
19	Alteraciones en la calidad del agua subterránea?			X	Dadas las medidas de prevención del sistema de piletas y dadas las características de permeabilidad del AP es muy remota esta situación.
20	Contaminación de las reservas públicas de agua?			X	Dadas las medidas de prevención del sistema de piletas y dadas las características de permeabilidad del AP es muy remota esta situación.
21	Infracción de los criterios ecológicos de calidad de agua, si fuesen de aplicación?			X	No aplicable
22	Instalándose en un área inundable fluvial o litoral?			X	El proyecto no se localiza en un sitio con estas características
23	Riesgos de exposición de personas o bienes a peligros asociados al agua tales como las inundaciones			X	El sitio del proyecto tiene una probabilidad baja de inundaciones
24	Instalaciones en una zona litoral sometida a un Plan de gestión			X	No aplicable
25	Impacto sobre o construcción de un humedal o llanura de inundación?			X	El proyecto no se localiza en un sitio con estas características
	Residuos sólidos ¿Producirá el proyecto…				
26	Residuos sólidos o basuras en volumen significativo?	X			Si, el proyecto producirá una cantidad significativa de este tipo de residuos, los cuales tendrán un manejo y disposición según la normatividad aplicable.

No.	TEMA	SÍ	PUEDE SER	NO	COMENTARIOS
	Ruido ¿Producirá el proyecto…				
27	Aumento de los niveles sonoros previos?	X			Debido al empleo de maquinaria y equipo, por la naturaleza de las actividades, se espera la generación de ruidos considerables en el las áreas de trabajo y las áreas circundantes. "Ruido y vibraciones"
28	Mayor exposición de la gente a ruidos elevados?		X		Los trabajadores principalmente estarán expuesto a una mayor cantidad de ruido durante el desarrollo de sus actividades, pero al ser el sitio de desarrollo del proyecto relativamente aislado no existirá afectación por ruido a mayor cantidad de gente.
	Vida vegetal ¿Producirá el proyecto…				
29	Cambios en la diversidad o productividad en el número de algunas especies de plantas?			X	No, las actividades del proyecto no ponen en riesgo la diversidad o productividad de las especies de flora registradas, ya que habrá actividades de rescate, reubicación y reforestación con especies de la región.
30	Reducción del número de individuos?		X		Es probable que haya una disminución mínima de ejemplares de flora, ya que solo se rescatarán aquellos que tienen potencial de sobrevivir, sin embargo, se espera que sean compensados con los ejemplares plantados en las diferentes etapas de reforestación.
31	Introducción de especies nuevas dentro de la zona o creará una barrera para el normal desarrollo pleno de las especies existentes?			X	No, las actividades del proyecto no incluyen la introducción de nuevas especies.
32	Reducción o daño en la extensión de algún cultivo agrícola?		X		La mayor parte del AP es terreno forestal y solo 25.58 ha corresponden a terrenos donde se realiza agricultura.
	Vida animal ¿El proyecto…				
33	Reducirá el hábitat número de individuos de alguna especie animal considerada como única, rara o en peligro?	X			Si, dado que habrá cambio de uso de suelo se perderán los hábitats de las especies, sin embargo, previo a todas las actividades se realizará el rescate y reubicación de especies, incluidas las de lento desplazamiento a lugares con similares características. NO se registraron especies consideradas como únicas o raras, pero si normadas.
34	Introducirá nuevas especies animales en el área o creará una barrera a las migraciones o movimientos de los animales terrestres?		X		Las actividades del proyecto no incluyen la introducción de nuevas especies, sin embargo, debido a la fragmentación de hábitat puede impedir el movimiento de animales en la misma zona, sin llegar afectar migraciones.
35	Provocará la atracción o la invasión o atrapará la vida animal?			X	No, las actividades del proyecto no contemplan daño alguno a la vida animal.
36	Dañará los hábitats naturales y de peces?	X			Dado que se realizará cambio de uso del suelo se destruirán hábitats de algunas especies, para minimizar este impacto se propone la reubicación de especies en sitios con similares condicione, en el caso de los peces se redirigirán los cauces permanentes.
37	Provocará la emigración generando problemas de interacción entre los humanos y los animales?			X	No se generará este tipo de impactos.
	Usos del suelo. ¿El proyecto…				
38	Alterará sustancialmente los usos actuales o previstos del área?	X			Uso de suelo de forestal a actividades asociadas a la minería
39	Provocará un impacto sobre un elemento de los sistemas de áreas naturales protegidas?			X	No se generará este tipo de impactos. El proyecto no se ubica dentro de ANP´s
	Recursos naturales ¿El proyecto…				

No.	TEMA	SÍ	PUEDE SER	NO	COMENTARIOS
40	Aumentará la intensidad del uso de algún recurso natural?	X			El balance estimado de agua para el proyecto es de 19 200 m^3/día para el proceso operativo. El 100% del agua en el proceso se recicla en circuito cerrado, a cero descargas y pérdidas solo por evaporación. Este recurso será provisto desde un pozo de agua instalado en el proyecto Mulatos.
41	Destruirá sustancialmente algún recurso reutilizable?			X	No se generará este tipo de impactos.
42	Se situará en un área natural protegida?			X	El proyecto no se ubica dentro de ANP´s
	Energía ¿El proyecto…				
43	Utilizará cantidades considerables de combustible o energía?	X			Si.
44	Aumentará considerablemente la demanda de las fuentes actuales de energía?			X	No. El promovente instalara una planta de fuerza, en la que serán instalados 3 generadores portátiles de 1Mw.
	Transporte y flujos de tráfico ¿Producirá el proyecto…				
45	Un movimiento adicional de vehículos?	X			Si, la operación del proyecto requerirá de la entrada de insumos, que el personal operativo se desplace a las áreas de trabajo, que se realicen actividades de supervisión, etc.
46	Efectos sobre las instalaciones actuales de estacionamiento o necesitará nuevos estacionamiento?	X			Si, el proyecto considera un área específica para estacionar los vehículos.
47	Un impacto considerable sobre los sistemas actuales de transporte?			X	No se generará este tipo de impactos.
48	Alteraciones sobre las pautas actuales de circulación y movimiento de gente y/o bienes?	X			Sí.
49	Un aumento de los riesgos de tráfico para vehículos motorizados, bicicletas o peatones’		X		Puede suceder en caso de que los proveedores o contratistas no acaten las recomendaciones o medidas de seguridad.
50	La construcción de carreteras nuevas?			X	No se generará este tipo de impactos.
	Servicio público ¿Tendrá el proyecto un efecto sobre, o producirá, la demanda de servicios públicos nuevos o de distinto tipo en alguna de las siguientes áreas…				
51	Protección contra incendios?			X	No se generará este tipo de impactos.
52	Escuelas?			X	No se generará este tipo de impactos.
53	Otros servicios de la administración pública?			X	No se generará este tipo de impactos.
	Infraestructuras ¿El proyecto producirá una demanda de sistemas nuevos o de distinto tipo de las siguientes infraestructuras…				
54	Energía y gas natural?			X	No se generará este tipo de impactos.
55	Sistemas de comunicación?			X	No se generará este tipo de impactos.
56	Agua?	X			Si bien el recurso utilizado cuenta esta concesionado al promovente, indudablemente este recurso será destinado para las actividades operativas de otro proyecto en la misma zona.
57	Saneamiento o fosas sépticas?			X	Se utilizará sanitarios móviles, los cuales tendrán limpieza y mantenimiento a cargo de un tercero autorizado.
58	Redes de aguas blancas o pluviales?			X	No se generará este tipo de impactos.
	Población ¿El proyecto…				
59	Alterará la ubicación o distribución de la población humana en el área?			X	No se generará este tipo de impactos.
	Riesgo de accidentes ¿El proyecto…				

No.	TEMA	SÍ	PUEDE SER	NO	COMENTARIOS
61	Implicará riesgos de explosión o escapes de sustancias potencialmente peligrosas incluyendo, pero no sólo, petróleo, pesticidas, productos químicos, radiación u otras sustancias tóxicas en el caso de un accidente o situación de emergencia?	X			Si, en caso de no controlarse el pH en la solución lixiviante se puede producir la dispersión de una nube de ácido cianhídrico. El riesgo de explosión, incendio o derrame de aceites lubricantes y combustibles en el área de generadores.
	Salud humana ¿El proyecto…				
62	Creará algún riesgo real o potencial para la salud?			X	No se generará este tipo de impactos, dado que se implementarán medidas de protección y prevención.
63	Expondrá a la gente a riesgos potenciales para la salud?			X	No se generará este tipo de impactos, dado que se implementarán medidas de protección y prevención
	Economía ¿El proyecto…				
64	Tendrá algún efecto adverso sobre las condiciones económicas locales o regionales, por ejemplo: turismo, niveles locales de ingresos, valores del suelo o empleo?			X	No, al contrario. El proyecto generara fuentes de empleo.
	Reacción social ¿Es este proyecto…				
65	Conflicto en potencia?			X	No, aunque aparentemente una porción de la población se encuentra inconforme con la minería.
66	Una contradicción respecto a los planes u objetivos ambientales que se han adoptado a nivel local?			X	No, los planes de ordenamiento (POET y PROT) establecen que la minería es una de las actividades productivas en la región.
	Estética ¿El proyecto…				
67	Cambiará una vista escénica o un panorama abierto al público?		X		Aunque no hay comunidades cercanas a los proyectos del promovente por lo tanto no se pueden visualizar, sin embargo, el impacto de vista escénica se dará ya que habrá derribo de vegetación en una superficie de ~256.03 ha.
68	Creará una ubicación estéticamente ofensiva o abierta a la vista del público (por ejemplo; fuera de lugar con el carácter o el diseño del entorno)?		X		De acuerdo a los resultados de Visibilidad para el proyecto el porcentaje visible del proyecto desde las localidades estudiadas es 0%, debido a la altura de la vegetación, las condiciones atmosféricas, y principalmente, la topografía sinuosa de la zona que crea barreras visuales.
69	Cambiará significativamente la escala visual o el carácter del entorno próximo?	X			Si, dado que el proyecto requiere instalación de equipo y construcción de obras para su operación.
	Arqueología, cultura e historia ¿El proyecto:				
70	Alterará sitios, construcciones, objetos o edificios de interés arqueológico, cultural o histórico, ya sean incluidos o con condiciones para ser incluidos en el Catálogo Nacional?		X		En caso de que el promovente encuentre sitios con estas características, dará aviso a las instancias correspondientes.
	Residuos peligrosos ¿El proyecto:				
71	Implicará la generación, transporte, almacenaje o eliminación de algún residuo peligroso regulado?	X			Si, todas estas actividades se realizarán conforme a las normas aplicables según el tipo de residuos.

B) Matriz de interacción

Para la caracterización de los impactos se acude inicialmente a la elaboración de una matriz de interacción, como paso previo a asociar las obras y actividades particulares del proyecto con el parámetro ambiental que potencialmente podrá resultar afectado.

A partir de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se reconocen 23 actividades, como generadoras de un impacto potencial sobre 46 parámetros ambientales, correspondientes a 10 factores ambientales (ver Tabla V-4).

Se identificaron los parámetros ambientales que pueden ser impactados (de forma positiva o de forma negativa) por cada una de las actividades del proyecto en su respectiva etapa, para ello, en las columnas de la matriz se enuncian las actividades del proyecto por cada una de sus etapas, mientras que las filas se enlistan los parámetros ambientales que presumiblemente se considera pueden verse impactados por una o más de las actividades. Cuando se determine que existe la probabilidad de que una actividad determinada provoque un cambio en un parámetro ambiental, esta interacción (celda de la matriz) es identificada. Es a partir de esta identificación que se permite la posterior valoración de dichos impactos, de acuerdo a los atributos, escalas de valoración y factores de ponderación. La estructura de esta matriz de interacción obedecerá a lo siguiente:

		Actividades del Proyecto
		Aj … Am
Parámetros Ambientales afectados	**Pi** **⋮** **Pn**	**Interacciones entre parámetros (Pi) y actividades (Ai)**

La matriz de interacción resultante para el proyecto, basada en las listas de actividades y parámetros ambientales, se muestra en la Tabla V-4 cada una de las interacciones se le dio una clave que está compuesta por las dos primeras letras de la etapa donde se presenta seguida de un número consecutivo; e.g., PS-01 corresponde a la interacción 1 de la etapa de preparación de sitio. De acuerdo con la matriz de interacción, se tienen un total de 1 058 interacciones. Sin embargo, no todos los parámetros interactúan con todas las actividades.

El resultado del análisis de interacciones derivó en la identificación de aquellas para las cuales se detectó alguna modificación sobre parámetros específicos debidos a la ejecución de actividades en particular, lo cual se consideró como un impacto ambiental potencial. En la matriz de interacción se muestra el resultado de este análisis, identificándose un total de 222 interacciones potenciales, de las cuales 67 se presentan en la etapa de preparación del sitio, 90 en la etapa de construcción y operación y 65 para la etapa de cierre y abandono.

Tabla V-7 Matriz de interacción para la identificación de impactos

Impacto positivo
Impacto negativo

	FACTOR AMBIENTAL		PARÁMETRO AMBIENTAL	ACTIVIDADES POR ETAPA DEL PROYECTO																					
				Preparación de Sitio								Construcción y operación								Cierre y Abandono					
				Delimitación de áreas	Marcaje y rescate de flora y fauna	Desmonte	Despalme	Rehabilitación y construcción de caminos	Generación y manejo de residuos	Emisiones a la atmósfera	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Minado	Trituración	Proceso de lixiviación del mineral	Conformación de tepetatera y piletas	Mantenimiento operativo	Generación y manejo de residuos	Emisiones a la atmósfera	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Desmantelamiento y clausura de áreas	Actividades de restauración	Detoxificación del patio de lixiviación	Generación y manejo de residuos	Emisiones a la atmósfera	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales
				01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Medio Físico	Suelo	01	Tipo de Suelo										OM-18													
		02	Uso de Suelo			PS-14		PS-34				OM-01				OM-52					AB-01	AB-19	AB-39			
		03	Erosión			PS-15		PS-35				OM-02	OM-19			OM-53					AB-02	AB-20	AB-40			
		04	Calidad del Suelo			PS-16	PS-29	PS-36	PS-55		PS-63	OM-03	OM-20		OM-47		OM-72	OM-78		OM-86	AB-03	AB-21	AB-41	AB-53		AB-61
	Geología y Geomorfología	05	Deslizamientos					PS-37					OM-21			OM-54					AB-04	AB-22				
		06	Relieves									OM-04	OM-22			OM-55					AB-05	AB-23				
	Hidrología	07	Cauces					PS-38					OM-23			OM-56					AB-06	AB-24				
		08	Áreas de inundación																							
		09	Calidad del agua superficial					PS-39	PS-56		PS-64				OM-48	OM-57	OM-73	OM-79		OM-87		AB-25		AB-54		AB-62
		10	Recarga media			PS-17		PS-40			PS-65	OM-05	OM-24			OM-58				OM-88		AB-26	AB-42			AB-63
		11	Manantiales, norias y pozos													OM-59										
		12	Calidad del agua subterránea						PS-57		PS-66		OM-25		OM-49	OM-60	OM-74	OM-80		OM-89				AB-55		AB-64
		13	Vulnerabilidad													OM-61										
	Atmósfera	14	Calidad del aire			PS-18	PS-30	PS-41	PS-58	PS-60		OM-06	OM-26	OM-37		OM-62		OM-81	OM-83		AB-07			AB-56	AB-58	
		15	Microclima			PS-19										OM-63						AB-27				
		16	Macroclima																							
		17	Ruido			PS-20	PS-31	PS-42		PS-61		OM-07	OM-27	OM-38		OM-64	OM-75		OM-84		AB-08	AB-28			AB-59	
Medio Biológico	Vegetación	18	Riqueza de la vegetación																							
		19	Abundancia de la vegetación	PS-01	PS-07	PS-21		PS-43				OM-08	OM-28	OM-39							AB-09	AB-29	AB-43			

Impacto positivo
Impacto negativo

				ACTIVIDADES POR ETAPA DEL PROYECTO																				
				Preparación de Sitio								Construcción y operación								Cierre y Abandono					
				Delimitación de áreas	Marcaje y rescate de flora y fauna	Desmonte	Despalme	Rehabilitación y construcción de caminos	Generación y manejo de residuos	Emisiones a la atmósfera	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Minado	Trituración	Proceso de lixiviación del mineral	Conformación de tepetatera y piletas	Mantenimiento operativo	Generación y manejo de residuos	Emisiones a la atmósfera	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Desmantelamiento y clausura de áreas	Actividades de restauración	Detoxificación del patio de lixiviación	Generación y manejo de residuos	Emisiones a la atmósfera	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales
	FACTOR AMBIENTAL		**PARÁMETRO AMBIENTAL**	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
		20	**Especies de vegetación en alguna categoría de protección**	PS-02	PS-08	PS-22		PS-44				OM-09	OM-29	OM-40							AB-10	AB-30	AB-44			
		21	**Distribución de vegetación**	PS-03	PS-09	PS-23		PS-45				OM-10	OM-30	OM-41							AB-11	AB-31	AB-45			
		22	**Usos y costumbres con especies de vegetación**																							
	Fauna	**23**	**Riqueza de fauna**																							
		24	**Abundancia de fauna**	PS-04	PS-10	PS-24		PS-46				OM-11	OM-31	OM-42							AB-12	AB-32	AB-46			
		25	**Especies de fauna en alguna categoría de protección**	PS-05	PS-11	PS-25		PS-47				OM-12	OM-32	OM-43							AB-13	AB-33	AB-47			
		26	**Distribución de fauna**		PS-12	PS-26		PS-48				OM-13	OM-33	OM-44							AB-14	AB-34	AB-48			
		27	**Usos y costumbres con especies de fauna**																							
Medio Social	**Socio-económico**	**28**	**Servicios básicos**																							
		29	**Comunicaciones**					PS-49																		
		30	**Educación**																							
		31	**Salud**																							
		32	**Vivienda**																							
		33	**Telecomunicaciones y "espectro radioeléctrico"**																							
		34	**Empleo y activación económica**	PS-06	PS-13	PS-27	PS-32	PS-50	PS-59	PS-62	PS-67	OM-14	OM-34	OM-45	OM-50	OM-65	OM-76	OM-82	OM-85	OM-90	AB-15	AB-35	AB-49	AB-57	AB-60	AB-65
		35	**Actividades recreativas**																							
		36	**Rasgos culturales**																							
		37	**Vestigios Arqueológicos**													OM-66										

Impacto positivo
Impacto negativo

				ACTIVIDADES POR ETAPA DEL PROYECTO																					
				Preparación de Sitio								Construcción y operación									Cierre y Abandono					
				Delimitación de áreas	Marcaje y rescate de flora y fauna	Desmonte	Despalme	Rehabilitación y construcción de caminos	Generación y manejo de residuos	Emisiones a la atmósfera	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Minado	Trituración	Proceso de lixiviación del mineral	Conformación de tepetatera y piletas	Mantenimiento operativo	Generación y manejo de residuos	Emisiones a la atmósfera	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Desmantelamiento y clausura de áreas	Actividades de restauración	Detoxificación del patio de lixiviación	Generación y manejo de residuos	Emisiones a la atmósfera	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales
	FACTOR AMBIENTAL		**PARÁMETRO AMBIENTAL**	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
		38	**Demografía**													OM-67										
	Paisaje	**39**	**Calidad Visual**					PS-51				OM-15									AB-16	AB-36	AB-50			
		40	**Fragilidad visual**					PS-52								OM-68					AB-17	AB-37	AB-51			
		41	**Visibilidad**					PS-53				OM-16				OM-69						AB-38	AB-52			
		42	**Iluminación artificial**													OM-70										
	Riesgo	**43**	**Inundaciones**																							
		44	**Incendios**																							
		45	**Explosiones**										OM-35													
		46	**Fugas y derrames**			PS-28	PS-33	PS-54				OM-17	OM-36	OM-46	OM-51	OM-71	OM-77				AB-18					

C) Valoración de la importancia de los impactos

La importancia (I) de los impactos se determinó a través de la aplicación de la siguiente ecuación, en la cual se relacionan los 11 atributos y sus correspondientes factores de ponderación:

$$I_{ij} = NT_{ij}(3.6IN_{ij} + 2.4EX_{ij} + 0.8MO_{ij} + 0.4PS_{ij} + 0.4RV_{ij} + 0.4SI_{ij} + 0.4AC_{ij} + 0.4EF_{ij} + 0.4PR_{ij} + 0.8MC_{ij})$$

Una vez realizada la valoración de la importancia, se procedió a realizar una clasificación de los impactos más relevantes en términos de la valoración obtenida, considerando el valor absoluto, de su importancia y de su naturaleza, conforme a la siguiente categorización:

1. Sí la importancia (I) es de naturaleza (NT) positiva (+), el impacto es positivo y se considera como un *impacto benéfico*.

2. Sí la importancia (I) es de naturaleza (NT) negativa (-), el impacto es negativo y se considera como un *impacto perjudicial*.

3. Un impacto negativo con una importancia (I) valorada entre 0 y menor a 25 (**$0 \leq |I| <$** 25), se considera un impacto *compatible*.

4. Un impacto negativo con una importancia (I) valorada entre 25 y menor a 50 (**$25 \leq |I| < 50$**), se considera un impacto *moderado*.

5. Un impacto negativo con una importancia (I) valorada entre 50 y menor a 75 (**$50 \leq |I| < 75$**), se considera un impacto *severo*.

6. Un impacto negativo con una importancia (I) valorada como mayor o igual a 75 (**$|I| < 75$**), se considera un impacto *crítico*.

La Tabla V-8 se presenta los resultados de la determinación de la importancia de los impactos, del proyecto, a partir de la calificación de los atributos para cada uno de los impactos identificados, realizada por un grupo multidisciplinario de especialistas conformado particularmente para este ejercicio de evaluación específico.

Tabla V-8. Valoración de la importancia de los impactos ambientales identificados para el proyecto

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Factores de Ponderación de Atributos											Importancia	Perjudiciales	Clasificación
			NT	IN	EX	MO	PS	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I'		
PS-01	Delimitación de áreas	Abundancia de la vegetación	1	1	4	1	1	2	1	1	4	1	8	24.4	0	Compatible
PS-02	Delimitación de áreas	Especies de vegetación en alguna categoría de protección	1	1	2	1	1	2	1	1	4	1	8	19.6	0	Compatible
PS-03	Delimitación de áreas	Distribución de vegetación	1	1	2	1	1	2	1	1	4	1	8	19.6	0	Compatible
PS-04	Delimitación de áreas	Abundancia de fauna	1	2	2	1	1	2	1	1	4	1	8	23.2	0	Compatible
PS-05	Delimitación de áreas	Especies de fauna en alguna categoría de protección	1	2	2	4	1	2	1	1	4	1	2	20.8	0	Compatible
PS-06	Delimitación de áreas	Empleo y activación económica	1	1	1	4	1	2	1	1	4	2	0	13.6	0	Compatible
PS-07	Marcaje y rescate de flora y fauna	Abundancia de la vegetación	1	2	2	1	1	2	1	1	4	1	4	20	0	Compatible
PS-08	Marcaje y rescate de flora y fauna	Especies de vegetación en alguna categoría de protección	1	1	2	1	1	2	1	1	4	1	4	16.4	0	Compatible
PS-09	Marcaje y rescate de flora y fauna	Distribución de vegetación	1	1	2	1	1	2	1	1	4	1	4	16.4	0	Compatible
PS-10	Marcaje y rescate de flora y fauna	Abundancia de fauna	1	2	2	1	1	2	1	1	4	1	4	20	0	Compatible
PS-11	Marcaje y rescate de flora y fauna	Especies de fauna en alguna categoría de protección	1	2	2	1	1	2	1	1	4	1	2	18.4	0	Compatible
PS-12	Marcaje y rescate de flora y fauna	Distribución de fauna	1	2	2	4	1	2	1	1	4	1	2	20.8	0	Compatible
PS-13	Marcaje y rescate de flora y fauna	Empleo y activación económica	1	1	1	4	1	0	1	1	4	2	0	12.8	0	Compatible
PS-14	Desmonte	Uso de Suelo	-1	8	4	4	4	4	2	4	4	4	4	-53.6	1	Severo
PS-15	Desmonte	Erosión	-1	2	4	1	4	2	1	1	4	2	4	-26.4	1	Moderado
PS-16	Desmonte	Calidad del Suelo	-1	1	4	4	2	1	1	1	1	1	1	-20	1	Compatible
PS-17	Desmonte	Recarga media	-1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	-11.6	1	Compatible
PS-18	Desmonte	Calidad del aire	-1	1	1	4	4	2	1	1	1	1	1	-14	1	Compatible
PS-19	Desmonte	Microclima	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10	1	Compatible
PS-20	Desmonte	Ruido	-1	1	1	4	4	2	1	1	1	1	1	-14	1	Compatible
PS-21	Desmonte	Abundancia de la vegetación	-1	1	1	4	2	2	1	1	4	4	2	-16.4	1	Compatible
PS-22	Desmonte	Especies de vegetación en alguna categoría de protección	-1	1	4	4	2	2	1	1	4	2	4	-24.4	1	Compatible

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Factores de Ponderación de Atributos											Importancia	Perjudiciales	Clasificación
			NT	IN	EX	MO	PS	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I'		
PS-23	Desmonte	Distribución de vegetación	-1	8	4	4	4	4	2	4	4	4	4	-53.6	1	Severo
PS-24	Desmonte	Abundancia de fauna	-1	2	2	4	2	2	1	1	4	1	2	-21.2	1	Compatible
PS-25	Desmonte	Especies de fauna en alguna categoría de protección	-1	1	2	4	1	2	1	1	1	1	1	-15.2	1	Compatible
PS-26	Desmonte	Distribución de fauna	-1	8	4	4	1	2	2	4	4	4	2	-50	1	Severo
PS-27	Desmonte	Empleo y activación económica	1	2	2	2	1	0	1	1	4	2	0	17.2	0	Compatible
PS-28	Desmonte	Fugas y derrames	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10	1	Compatible
PS-29	Despalme	Calidad del Suelo	-1	1	4	4	2	1	1	1	1	1	1	-20	1	Compatible
PS-30	Despalme	Calidad del aire	-1	1	1	4	4	2	1	1	1	1	1	-14	1	Compatible
PS-31	Despalme	Ruido	-1	1	1	4	4	2	1	1	1	1	1	-14	1	Compatible
PS-32	Despalme	Empleo y activación económica	-1	2	2	2	1	0	1	1	4	2	0	-17.2	1	Compatible
PS-33	Despalme	Fugas y derrames	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10	1	Compatible
PS-34	Rehabilitación y construcción de caminos	Uso de Suelo	-1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	-14.8	1	Compatible
PS-35	Rehabilitación y construcción de caminos	Erosión	-1	2	2	1	1	2	1	1	1	2	4	-19.2	1	Compatible
PS-36	Rehabilitación y construcción de caminos	Calidad del Suelo	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10	1	Compatible
PS-37	Rehabilitación y construcción de caminos	Deslizamientos	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10	1	Compatible
PS-38	Rehabilitación y construcción de caminos	Cauces	-1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	-11.2	1	Compatible
PS-39	Rehabilitación y construcción de caminos	Calidad del agua superficial	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-10.8	1	Compatible
PS-40	Rehabilitación y construcción de caminos	Recarga media	-1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	-11.2	1	Compatible
PS-41	Rehabilitación y construcción de caminos	Calidad del aire	-1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	-10.4	1	Compatible
PS-42	Rehabilitación y construcción de caminos	Ruido	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	-11.2	1	Compatible
PS-43	Rehabilitación y construcción de caminos	Abundancia de la vegetación	-1	1	1	1	1	2	1	1	1	4	2	-12.4	1	Compatible

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Factores de Ponderación de Atributos											Importancia	Perjudiciales	Clasificación
			NT	IN	EX	MO	PS	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I'		
PS-44	Rehabilitación y construcción de caminos	Especies de vegetación en alguna categoría de protección	-1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	-11.2	1	Compatible
PS-45	Rehabilitación y construcción de caminos	Distribución de vegetación	-1	1	1	1	1	2	1	1	1	4	4	-14	1	Compatible
PS-46	Rehabilitación y construcción de caminos	Abundancia de fauna	-1	2	2	1	1	2	1	1	4	1	2	-18.4	1	Compatible
PS-47	Rehabilitación y construcción de caminos	Especies de fauna en alguna categoría de protección	-1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	-12.8	1	Compatible
PS-48	Rehabilitación y construcción de caminos	Distribución de fauna	-1	2	2	1	1	2	1	1	4	1	2	-18.4	1	Compatible
PS-49	Rehabilitación y construcción de caminos	Comunicaciones	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	8.8	0	Compatible
PS-50	Rehabilitación y construcción de caminos	Empleo y activación económica	1	1	2	1	1	0	1	1	4	2	0	12.8	0	Compatible
PS-51	Rehabilitación y construcción de caminos	Calidad Visual	-1	2	2	1	1	2	1	1	4	4	2	-19.6	1	Compatible
PS-52	Rehabilitación y construcción de caminos	Fragilidad visual	-1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	-11.6	1	Compatible
PS-53	Rehabilitación y construcción de caminos	Visibilidad	-1	1	1	1	1	2	1	1	1	4	2	-12.4	1	Compatible
PS-54	Rehabilitación y construcción de caminos	Fugas y derrames	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10	1	Compatible
PS-55	Generación y manejo de residuos	Calidad del Suelo	-1	4	2	4	2	1	2	4	4	1	1	-28.8	1	Moderado
PS-56	Generación y manejo de residuos	Calidad del agua superficial	-1	4	2	4	2	2	2	4	4	4	2	-31.2	1	Moderado
PS-57	Generación y manejo de residuos	Calidad del agua subterránea	-1	4	2	4	2	2	2	4	4	4	2	-31.2	1	Moderado
PS-58	Generación y manejo de residuos	Calidad del aire	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	-14	1	Compatible
PS-59	Generación y manejo de residuos	Empleo y activación económica	1	2	4	4	1	0	1	1	1	2	0	22.4	0	Compatible
PS-60	Emisiones a la atmósfera	Calidad del aire	-1	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-19.6	1	Compatible
PS-61	Emisiones a la atmósfera	Ruido	-1	2	1	4	1	1	1	1	4	4	1	-18.4	1	Compatible

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Factores de Ponderación de Atributos											Importancia	Perjudiciales	Clasificación
			NT	IN	EX	MO	PS	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I'		
PS-62	Emisiones a la atmósfera	Empleo y activación económica	1	2	1	4	2	0	1	4	1	1	0	16.4	0	Compatible
PS-63	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Calidad del Suelo	-1	4	2	4	2	2	2	4	4	4	2	-31.2	1	Moderado
PS-64	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Calidad del agua superficial	-1	2	2	2	2	2	2	4	4	4	2	-22.4	1	Compatible
PS-65	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Recarga media	-1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	-15.2	1	Compatible
PS-66	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Calidad del agua subterránea	-1	4	4	2	2	2	2	4	4	4	2	-34.4	1	Moderado
PS-67	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Empleo y activación económica	1	1	1	4	2	0	2	1	4	4	0	14.4	0	Compatible
OM-01	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Uso de Suelo	-1	8	4	4	1	4	2	1	4	4	2	-49.6	1	Moderado
OM-02	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Erosión	-1	8	4	4	1	2	2	4	4	4	2	-50	1	Severo
OM-03	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Calidad del Suelo	-1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	2	-16	1	Compatible
OM-04	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Relieves	-1	8	4	4	1	4	2	4	4	4	2	-50.8	1	Severo
OM-05	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Recarga media	-1	4	2	2	1	2	1	1	4	4	2	-27.6	1	Moderado
OM-06	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Calidad del aire	-1	2	2	4	1	1	1	4	1	2	2	-20.8	1	Compatible
OM-07	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Ruido	-1	1	1	4	1	2	1	1	1	2	2	-14	1	Compatible
OM-08	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Abundancia de la vegetación	-1	2	4	4	1	2	1	1	4	4	2	-26.8	1	Moderado

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Factores de Ponderación de Atributos											Importancia	Perjudiciales	Clasificación
			NT	IN	EX	MO	PS	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I'		
OM-09	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Especies de vegetación en alguna categoría de protección	-1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	-12.4	1	Compatible
OM-10	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Distribución de vegetación	-1	8	2	4	1	2	1	4	4	4	2	-44.8	1	Moderado
OM-11	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Abundancia de fauna	-1	2	4	4	1	2	1	1	1	2	2	-24.8	1	Compatible
OM-12	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Especies de fauna en alguna categoría de protección	-1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	-12.4	1	Compatible
OM-13	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Distribución de fauna	-1	8	2	4	1	1	1	4	4	4	2	-44.4	1	Moderado
OM-14	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Empleo y activación económica	1	1	1	4	1	0	1	1	1	2	0	11.6	0	Compatible
OM-15	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Calidad Visual	-1	4	4	4	1	2	1	4	4	4	2	-35.2	1	Moderado
OM-16	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Visibilidad	-1	1	2	2	1	2	1	1	4	4	2	-16.8	1	Compatible
OM-17	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Fugas y derrames	-1	2	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-16	1	Compatible
OM-18	Minado	Tipo de Suelo	-1	8	4	4	4	4	2	4	4	4	4	-53.6	1	Severo
OM-19	Minado	Erosión	-1	8	4	4	4	2	1	4	4	4	4	-52.4	1	Severo
OM-20	Minado	Calidad del Suelo	-1	2	2	2	2	2	1	4	4	2	2	-21.2	1	Compatible
OM-21	Minado	Deslizamientos	-1	4	2	2	2	2	1	1	1	2	2	-26	1	Moderado
OM-22	Minado	Relieves	-1	8	4	4	4	4	2	4	4	4	8	-56.8	1	Severo
OM-23	Minado	Cauces	-1	4	4	4	4	4	2	4	4	2	2	-36.8	1	Moderado
OM-24	Minado	Recarga media	-1	4	4	2	2	2	1	4	4	2	2	-33.2	1	Moderado
OM-25	Minado	Calidad del agua subterránea	-1	2	2	2	2	2	1	4	1	2	2	-20	1	Compatible
OM-26	Minado	Calidad del aire	-1	2	4	2	2	2	1	4	1	2	2	-24.8	1	Compatible
OM-27	Minado	Ruido	-1	2	2	4	1	2	1	1	1	2	2	-20	1	Compatible
OM-28	Minado	Abundancia de la vegetación	-1	2	4	2	2	2	1	1	1	2	4	-25.2	1	Moderado
OM-29	Minado	Especies de vegetación en alguna categoría de protección	-1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	-18.8	1	Compatible
OM-30	Minado	Distribución de vegetación	-1	8	4	4	4	4	2	4	4	4	4	-53.6	1	Severo
OM-31	Minado	Abundancia de fauna	-1	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	-18.8	1	Compatible

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Factores de Ponderación de Atributos											Importancia	Perjudiciales	Clasificación
			NT	IN	EX	MO	PS	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I'		
OM-32	Minado	Especies de fauna en alguna categoría de protección	-1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	-18.8	1	Compatible
OM-33	Minado	Distribución de fauna	-1	2	2	4	1	2	1	1	1	4	2	-20.8	1	Compatible
OM-34	Minado	Empleo y activación económica	1	2	2	4	1	0	1	1	4	2	0	18.8	0	Compatible
OM-35	Minado	Explosiones	-1	2	2	4	1	0	1	1	1	1	0	-17.2	1	Compatible
OM-36	Minado	Fugas y derrames	-1	2	2	4	1	0	1	1	1	1	0	-17.2	1	Compatible
OM-37	Trituración	Calidad del aire	-1	4	4	4	4	2	1	1	4	4	2	-35.2	1	Moderado
OM-38	Trituración	Ruido	-1	2	1	4	2	1	1	1	1	4	1	-17.6	1	Compatible
OM-39	Trituración	Abundancia de la vegetación	-1	1	2	4	2	2	1	1	1	1	2	-16.4	1	Compatible
OM-40	Trituración	Especies de vegetación en alguna categoría de protección	-1	1	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-14	1	Compatible
OM-41	Trituración	Distribución de vegetación	-1	1	2	4	2	2	1	1	4	4	4	-20.4	1	Compatible
OM-42	Trituración	Abundancia de fauna	-1	2	2	4	2	2	1	1	1	1	2	-20	1	Compatible
OM-43	Trituración	Especies de fauna en alguna categoría de protección	-1	1	1	4	1	2	1	1	1	1	2	-13.6	1	Compatible
OM-44	Trituración	Distribución de fauna	-1	2	2	4	1	2	1	1	1	4	1	-20	1	Compatible
OM-45	Trituración	Empleo y activación económica	1	1	1	4	2	0	1	1	1	1	0	11.6	0	Compatible
OM-46	Trituración	Fugas y derrames	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	0	-11.6	1	Compatible
OM-47	Proceso de lixiviación del mineral	Calidad del Suelo	-1	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	-22.8	1	Compatible
OM-48	Proceso de lixiviación del mineral	Calidad del agua superficial	-1	1	2	4	2	2	1	4	4	1	2	-18.8	1	Compatible
OM-49	Proceso de lixiviación del mineral	Calidad del agua subterránea	-1	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	-22.8	1	Compatible
OM-50	Proceso de lixiviación del mineral	Empleo y activación económica	1	1	1	4	1	0	1	1	4	2	0	12.8	0	Compatible
OM-51	Proceso de lixiviación del mineral	Fugas y derrames	-1	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	-14.8	1	Compatible
OM-52	Conformación de tepetatera y piletas	Uso de Suelo	-1	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	-39.2	1	Moderado
OM-53	Conformación de tepetatera y piletas	Erosión	-1	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	-38.4	1	Moderado

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Factores de Ponderación de Atributos											Importancia	Perjudiciales	Clasificación
			NT	IN	EX	MO	PS	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I'		
OM-54	Conformación de tepetatera y piletas	Deslizamientos	-1	2	4	4	1	2	1	1	1	1	2	-24.4	1	Compatible
OM-55	Conformación de tepetatera y piletas	Relieves	-1	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	-38.4	1	Moderado
OM-56	Conformación de tepetatera y piletas	Cauces	-1	2	2	4	2	2	2	4	4	4	2	-24	1	Compatible
OM-57	Conformación de tepetatera y piletas	Calidad del agua superficial	-1	4	2	2	2	2	2	4	1	1	2	-27.2	1	Moderado
OM-58	Conformación de tepetatera y piletas	Recarga media	-1	2	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-17.2	1	Compatible
OM-59	Conformación de tepetatera y piletas	Manantiales, norias y pozos	-1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	2	-16	1	Compatible
OM-60	Conformación de tepetatera y piletas	Calidad del agua subterránea	-1	4	2	2	2	2	2	4	1	1	2	-27.2	1	Moderado
OM-61	Conformación de tepetatera y piletas	Vulnerabilidad	-1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	2	-16	1	Compatible
OM-62	Conformación de tepetatera y piletas	Calidad del aire	-1	2	1	2	2	2	2	4	4	1	2	-18.8	1	Compatible
OM-63	Conformación de tepetatera y piletas	Microclima	-1	2	2	4	4	2	1	1	1	2	2	-21.2	1	Compatible
OM-64	Conformación de tepetatera y piletas	Ruido	-1	2	1	4	1	1	1	1	1	2	1	-16.4	1	Compatible
OM-65	Conformación de tepetatera y piletas	Empleo y activación económica	1	1	1	4	1	0	1	1	4	1	0	12.4	0	Compatible
OM-66	Conformación de tepetatera y piletas	Vestigios Arqueológicos	-1	1	1	2	1	0	1	1	1	1	0	-9.6	1	Compatible
OM-67	Conformación de tepetatera y piletas	Demografía	-1	1	1	2	1	0	1	1	1	1	0	-9.6	1	Compatible
OM-68	Conformación de tepetatera y piletas	Fragilidad visual	-1	2	4	4	4	2	2	4	4	2	4	-30.4	1	Moderado
OM-69	Conformación de tepetatera y piletas	Visibilidad	-1	2	4	4	4	2	2	4	4	2	4	-30.4	1	Moderado
OM-70	Conformación de tepetatera y piletas	Iluminación artificial	-1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	-10.8	1	Compatible

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Factores de Ponderación de Atributos											Importancia	Perjudiciales	Clasificación
			NT	IN	EX	MO	PS	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I'		
OM-71	Conformación de tepetatera y piletas	Fugas y derrames	-1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	-10.8	1	Compatible
OM-72	Mantenimiento operativo	Calidad del Suelo	-1	2	1	4	2	2	2	4	4	1	2	-20.4	1	Compatible
OM-73	Mantenimiento operativo	Calidad del agua superficial	-1	1	1	4	2	2	1	4	4	1	2	-16.4	1	Compatible
OM-74	Mantenimiento operativo	Calidad del agua subterránea	-1	2	1	4	2	2	2	4	4	1	2	-20.4	1	Compatible
OM-75	Mantenimiento operativo	Ruido	-1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-13.6	1	Compatible
OM-76	Mantenimiento operativo	Empleo y activación económica	1	1	1	4	1	0	1	1	4	4	0	13.6	0	Compatible
OM-77	Mantenimiento operativo	Fugas y derrames	-1	2	1	4	1	0	1	4	1	1	1	-16.8	1	Compatible
OM-78	Generación y manejo de residuos	Calidad del Suelo	-1	4	2	4	2	1	2	4	4	1	1	-28.8	1	Moderado
OM-79	Generación y manejo de residuos	Calidad del agua superficial	-1	4	2	4	2	2	2	4	4	4	2	-31.2	1	Moderado
OM-80	Generación y manejo de residuos	Calidad del agua subterránea	-1	4	2	4	2	2	2	4	4	4	2	-31.2	1	Moderado
OM-81	Generación y manejo de residuos	Calidad del aire	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	-14	1	Compatible
OM-82	Generación y manejo de residuos	Empleo y activación económica	1	2	1	4	2	0	1	4	4	4	0	18.8	0	Compatible
OM-83	Emisiones a la atmósfera	Calidad del aire	-1	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-19.6	1	Compatible
OM-84	Emisiones a la atmósfera	Ruido	-1	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	-14.8	1	Compatible
OM-85	Emisiones a la atmósfera	Empleo y activación económica	1	2	1	4	2	0	1	1	1	1	0	15.2	0	Compatible
OM-86	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Calidad del Suelo	-1	2	2	4	2	2	2	4	4	4	2	-24		Compatible
OM-87	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Calidad del agua superficial	-1	1	2	2	2	2	2	4	4	4	2	-18.8		Compatible
OM-88	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Calidad del agua subterránea	-1	4	4	2	2	2	2	4	4	4	2	-34.4		Moderado

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Factores de Ponderación de Atributos											Importancia	Perjudiciales	Clasificación
			NT	IN	EX	MO	PS	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I'		
OM-89	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Calidad del aire	-1	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-16		Compatible
OM-90	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Empleo y activación económica	1	1	1	4	2	0	2	1	4	4	0	14.4		Compatible
AB-01	Desmantelamiento y clausura de áreas	Tipo de Suelo	1	4	2	4	2	2	2	1	1	4	0	27.2	0	Moderado
AB-02	Desmantelamiento y clausura de áreas	Uso de Suelo	1	4	2	1	4	2	2	1	1	4	0	25.6	0	Moderado
AB-03	Desmantelamiento y clausura de áreas	Erosión	1	4	2	1	4	2	2	4	1	4	0	26.8	0	Moderado
AB-04	Desmantelamiento y clausura de áreas	Calidad del Suelo	1	4	2	4	4	2	2	4	4	1	0	29.2	0	Moderado
AB-05	Desmantelamiento y clausura de áreas	Deslizamientos	1	4	4	4	4	2	2	4	4	1	0	34	0	Moderado
AB-06	Desmantelamiento y clausura de áreas	Relieves	1	4	4	4	4	2	2	4	4	1	0	34	0	Moderado
AB-07	Desmantelamiento y clausura de áreas	Vulnerabilidad	-1	4	2	4	2	1	2	1	4	2	2	-28.8	1	Moderado
AB-08	Desmantelamiento y clausura de áreas	Macroclima	-1	4	2	4	2	1	2	1	4	2	1	-28	1	Moderado
AB-09	Desmantelamiento y clausura de áreas	Riqueza de la vegetación	1	4	4	2	4	2	2	4	1	4	0	32.4	0	Moderado
AB-10	Desmantelamiento y clausura de áreas	Abundancia de la vegetación	1	4	4	2	4	2	2	4	1	4	0	32.4	0	Moderado
AB-11	Desmantelamiento y clausura de áreas	Especies de vegetación en alguna categoría de protección	1	4	2	2	4	2	2	4	1	4	0	27.6	0	Moderado
AB-12	Desmantelamiento y clausura de áreas	Riqueza de fauna	1	4	2	2	4	2	2	4	1	4	0	27.6	0	Moderado
AB-13	Desmantelamiento y clausura de áreas	Abundancia de fauna	1	4	2	2	4	2	2	4	1	4	0	27.6	0	Moderado
AB-14	Desmantelamiento y clausura de áreas	Especies de fauna en alguna categoría de protección	1	4	2	2	4	2	2	4	1	4	0	27.6	0	Moderado

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Factores de Ponderación de Atributos											Importancia	Perjudiciales	Clasificación
			NT	IN	EX	MO	PS	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I'		
AB-15	Desmantelamiento y clausura de áreas	Telecomunicaciones y "espectro radioeléctrico"	1	4	2	4	2	1	2	1	4	2	0	27.2	0	Moderado
AB-16	Desmantelamiento y clausura de áreas	Demografía	-1	1	2	2	4	2	1	4	4	4	2	-19.2	1	Compatible
AB-17	Desmantelamiento y clausura de áreas	Calidad Visual	-1	1	2	2	4	2	1	4	4	4	2	-19.2	1	Compatible
AB-18	Desmantelamiento y clausura de áreas	Explosiones	-1	2	2	4	4	0	1	1	4	1	2	-21.2	1	Compatible
AB-19	Actividades de restauración	Tipo de Suelo	1	2	2	2	4	2	2	4	4	4	2	23.2	0	Compatible
AB-20	Actividades de restauración	Uso de Suelo	1	2	2	2	4	2	2	4	1	4	0	20.4	0	Compatible
AB-21	Actividades de restauración	Erosión	1	2	2	2	4	2	2	4	1	4	2	22	0	Compatible
AB-22	Actividades de restauración	Calidad del Suelo	1	2	2	2	4	2	2	4	4	4	2	23.2	0	Compatible
AB-23	Actividades de restauración	Deslizamientos	1	2	2	2	4	2	2	4	4	4	2	23.2	0	Compatible
AB-24	Actividades de restauración	Relieves	1	2	2	2	4	2	2	4	4	4	2	23.2	0	Compatible
AB-25	Actividades de restauración	Áreas de inundación	1	2	2	2	4	2	2	4	4	4	2	23.2	0	Compatible
AB-26	Actividades de restauración	Calidad del agua superficial	1	2	2	2	4	2	2	4	1	4	1	21.2	0	Compatible
AB-27	Actividades de restauración	Calidad del aire	1	2	2	2	2	2	1	1	1	4	2	19.6	0	Compatible
AB-28	Actividades de restauración	Macroclima	-1	4	2	2	2	1	2	1	4	2	2	-27.2	1	Moderado
AB-29	Actividades de restauración	Riqueza de la vegetación	1	2	2	2	4	2	2	4	4	4	2	23.2	0	Compatible
AB-30	Actividades de restauración	Abundancia de la vegetación	1	2	2	2	4	2	2	4	4	4	2	23.2	0	Compatible
AB-31	Actividades de restauración	Especies de vegetación en alguna categoría de protección	1	2	2	2	4	2	2	4	4	4	2	23.2	0	Compatible
AB-32	Actividades de restauración	Riqueza de fauna	1	2	2	2	4	2	2	4	4	4	2	23.2	0	Compatible
AB-33	Actividades de restauración	Abundancia de fauna	1	2	2	2	4	2	2	4	4	4	2	23.2	0	Compatible
AB-34	Actividades de restauración	Especies de fauna en alguna categoría de protección	-1	2	2	2	2	1	1	1	4	2	2	-19.6	1	Compatible
AB-35	Actividades de restauración	Telecomunicaciones y "espectro radioeléctrico"	1	4	2	4	2	1	1	1	4	2	2	28.4	0	Moderado
AB-36	Actividades de restauración	Demografía	1	4	2	4	4	1	1	1	4	4	2	30	0	Moderado
AB-37	Actividades de restauración	Calidad Visual	1	4	2	4	4	1	1	1	4	4	2	30	0	Moderado
AB-38	Actividades de restauración	Fragilidad visual	1	4	2	4	4	1	1	1	4	4	2	30	0	Moderado
AB-39	Detoxificación del patio de lixiviación	Uso de Suelo	1	4	1	2	4	4	1	4	4	1	0	25.6	0	Moderado

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Factores de Ponderación de Atributos											Importancia	Perjudiciales	Clasificación
			NT	IN	EX	MO	PS	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I'		
AB-40	Detoxificación del patio de lixiviación	Erosión	1	1	1	2	4	4	1	4	4	1	0	14.8	0	Compatible
AB-41	Detoxificación del patio de lixiviación	Calidad del Suelo	1	8	1	2	4	4	1	4	4	1	0	40	0	Moderado
AB-42	Detoxificación del patio de lixiviación	Recarga media	1	1	1	2	4	4	1	4	4	1	0	14.8	0	Compatible
AB-43	Detoxificación del patio de lixiviación	Abundancia de la vegetación	1	8	1	2	4	4	1	4	4	1	0	40	0	Moderado
AB-44	Detoxificación del patio de lixiviación	Especies de vegetación en alguna categoría de protección	1	8	1	2	4	4	1	4	4	1	0	40	0	Moderado
AB-45	Detoxificación del patio de lixiviación	Distribución de vegetación	1	2	1	2	4	4	1	4	4	1	0	18.4	0	Compatible
AB-46	Detoxificación del patio de lixiviación	Abundancia de fauna	1	2	1	2	4	4	1	4	4	1	0	18.4	0	Compatible
AB-47	Detoxificación del patio de lixiviación	Especies de fauna en alguna categoría de protección	1	2	1	2	4	4	1	4	4	1	0	18.4	0	Compatible
AB-48	Detoxificación del patio de lixiviación	Distribución de fauna	1	2	1	2	4	4	1	4	4	1	0	18.4	0	Compatible
AB-49	Detoxificación del patio de lixiviación	Empleo y activación económica	1	4	1	4	2	2	1	1	4	2	0	24.8	0	Compatible
AB-50	Detoxificación del patio de lixiviación	Calidad Visual	1	1	1	2	4	0	1	1	4	1	0	12	0	Compatible
AB-51	Detoxificación del patio de lixiviación	Fragilidad visual	1	1	1	2	4	0	1	1	4	1	0	12	0	Compatible
AB-52	Detoxificación del patio de lixiviación	Visibilidad	1	1	1	2	4	0	1	1	4	1	0	12	0	Compatible
AB-53	Generación y manejo de residuos	Calidad del Suelo	-1	2	1	4	1	1	2	4	4	1	1	-18.8	1	Compatible
AB-54	Generación y manejo de residuos	Calidad del agua superficial	-1	2	1	4	2	2	2	4	4	4	2	-21.6	1	Compatible
AB-55	Generación y manejo de residuos	Calidad del agua subterránea	-1	1	2	2	2	2	2	4	4	1	2	-17.6	1	Compatible
AB-56	Generación y manejo de residuos	Calidad del aire	-1	1	1	2	2	1	1	1	4	1	1	-12.4	1	Compatible

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Factores de Ponderación de Atributos											Importancia	Perjudiciales	Clasificación
			NT	IN	EX	MO	PS	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I'		
AB-57	Generación y manejo de residuos	Empleo y activación económica	1	2	1	4	2	0	1	4	4	4	0	18.8	0	Compatible
AB-58	Emisiones a la atmósfera	Calidad del aire	-1	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-17.2	1	Compatible
AB-59	Emisiones a la atmósfera	Ruido	-1	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-17.2	1	Compatible
AB-60	Emisiones a la atmósfera	Empleo y activación económica	1	2	1	4	2	0	1	1	1	1	0	15.2	0	Compatible
AB-61	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Calidad del Suelo	-1	2	1	4	2	2	2	4	4	4	2	-21.6	1	Compatible
AB-62	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Calidad del agua superficial	-1	2	1	2	2	2	2	4	4	4	2	-20	1	Compatible
AB-63	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Recarga media	1	1	1	2	2	2	2	4	4	4	2	16.4	0	Compatible
AB-64	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Calidad del agua subterránea	-1	1	1	2	2	2	2	4	4	4	2	-16.4	1	Compatible
AB-65	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Empleo y activación económica	1	1	1	4	2	0	2	1	4	1	0	13.2	0	Compatible

A continuación, se ofrece una descripción detallada de aquellos impactos ambientales perjudiciales considerados como más relevantes, por ser clasificados como severos o críticos, en términos de su importancia:

ID Impacto	PS-14
Etapa	Preparación de sitio
Actividad	Desmonte
Parámetro Ambiental	Uso de Suelo
NT	Perjudicial (-) -1
IN	Muy Alta 8
EX	Extenso 4
MO	Inmediato 4 (MO < 1 años)
PS	Permanente 4 (PS > 10 años)
RV	Irreversible 4 (RV > 10 años)
SI	Sinérgico 2
AC	Acumulativo 4
EF	Directo (primario) 4
PR	Continuo 4
MC	Mitigable 4 (10 año>MC> 60 año s)
I'	-53.6
Clasificación	**Severo**
Descripción	El uso de suelo en la mayor parte del AP (588.67 ha de 620.68 ha) corresponde a vegetación natural de bosque de encino y pino encino. El área que se estima para realizar el cambio de uso de suelo de forestal a industrial minero para la construcción de las obras es de aproximadamente 256.03 ha (41.24% del área del AP) y representa cerca de la mitad del AP. La superficie su vuelve importante dado que al sur del proyecto limita con el proyecto Ampliación La Yaqui para la cual se han autorizado ya 75.44 ha para el cambio de usos de suelo. Al noroeste también esta el proyecto Mulatos y Cerro Pelón que son de la misma naturaleza y por lo tanto se han realizado actividades de desmonte para los avances de los proyectos mencionados.

ID Impacto	PS-23
Etapa	Preparación de sitio
Actividad	Desmonte
Parámetro Ambiental	Distribución de la vegetación
NT	Perjudicial (-) -1
IN	Muy Alta 8
EX	Extenso 4
MO	Inmediato 4 (MO < 1 años)
PS	Permanente 4 (PS > 10 años)
RV	Irreversible 4 (RV > 10 años)
SI	Sinérgico 2
AC	Acumulativo 4
EF	Directo (primario) 4
PR	Continuo 4
MC	Mitigable 4 (10 año>MC> 60 años)
I'	-53.6
Clasificación	**Severo**
Descripción	Dado que para la construcción de obras y desarrollo de actividades del proyecto es necesario retirar la vegetación presente en las áreas a ocupar, las especies vegetales, serán eliminadas en su totalidad en ciertas áreas del AP (específicamente en las que se realizará el cambio de uso de suelo, previa autorización), tras realizar las operaciones de rescate correspondientes. En caso de que no se implemente medidas de mitigación, compensación y restauración, la fragmentación de los ecosistemas será permanente.

ID Impacto	PS-26
Etapa	Preparación de sitio
Actividad	Desmonte
Parámetro Ambiental	Distribución de la fauna
NT	Perjudicial (-) -1
IN	Muy Alta 8
EX	Extenso 4
MO	Fugaz 1 (PS < 1 año)
PS	Permanente 4 (PS > 10 años)
RV	Medio plazo 2 (1 año < RV < 10 años)
SI	Sinérgico 2
AC	Acumulativo 4
EF	Directo (primario) 4
PR	Continuo 4
MC	A mediano plazo 2 (1 año>MC>10 años)
I'	-50.0
Clasificación	**Severo**
Descripción	Dado que para la construcción de obras y desarrollo de actividades del proyecto es necesario retirar la vegetación presente en las áreas a ocupar, las especies vegetales, serán eliminadas en su totalidad en ciertas áreas del AP (específicamente en las que se realizará el cambio de uso de suelo, previa autorización), las especies animales serán desprovistas de hábitats y de zonas de alimentación/anidación, además mientras haya presencia de personas y ruidos ajenos a los del entorno natural, difícilmente podrán las especies distribuirse de manera natural. Sin embrago previo a cualquier actividad de preparación de sitios se realizará el amedrentamiento, rescate y reubicación de los individuos.

ID Impacto	OM-02
Etapa	Construcción y operación
Actividad	Excavación, Cimentación y nivelación y compactaciones.
Parámetro Ambiental	Erosión
NT	Perjudicial (-) -1
IN	Muy Alta 8
EX	Extenso 4
MO	Fugaz 1 (PS < 1 año)
PS	Permanente (PS > 10 años)
RV	Medio plazo 2 1 año < RV < 10 años)
SI	Sinérgico 2
AC	Acumulativo 4
EF	Directo (primario) 4
PR	Continuo 4
MC	A mediano plazo 2 (1 año>MC>10 años)
I'	-50
Clasificación	**Severo**
Descripción	Aunque se ha comentado que tanto el SA y AP pierden menos de 5 toneladas de suelo por hectárea por año, las actividades posteriores al desmonte como las aquí mencionadas pueden incrementar la tasa de erosión de manera puntual o parcial en el área del proyecto, como consecuencia se verían afectados las corrientes de agua y la revegetación sería poca debido a que puede propiciar la perdida de suelo natural.

ID Impacto	OM-04
Etapa	Construcción y operación
Actividad	Excavación, Cimentación y nivelación y compactaciones.
Parámetro Ambiental	Relieves
NT	Perjudicial (-) -1
IN	Muy Alta 8
EX	Extenso 4
MO	Fugaz 1 (PS < 1 año)
PS	Permanente 4 (PS > 10 años)
RV	Irreversible 4 (RV > 10 años)
SI	Sinérgico 2
AC	Acumulativo 4
EF	Directo (primario) 4
PR	Continuo 4
MC	A mediano plazo 2 (1 año>MC>10 años)
I'	-50.8
Clasificación	**Severo**
Descripción	Dado la naturaleza de las obras y particularidades del proyecto, se realizarán cambios en la forma del relieve, el área que tendrá estos cambios será solo el que ocuparán las obras, sin embargo, hay que mencionar que los proyectos cercanos al proyecto en cuestión ya han venido realizando cambios al relieve y que por supuesto son visibles cada vez que nos encontremos más cerca al proyecto.

ID Impacto	OM-18
Etapa	Construcción y operación
Actividad	Minado
Parámetro Ambiental	Tipo de suelo
NT	Perjudicial (-) -1
IN	Muy Alta 8
EX	Extenso 4
MO	Inmediato 4 (MO < 1 años)
PS	Permanente 4 (PS > 10 años)
RV	Irreversible 4 (RV > 10 años)
SI	Sinérgico 2
AC	Acumulativo 4
EF	Directo (primario) 4
PR	Continuo 4
MC	Mitigable 4 (10 año>MC> 60 años)
I'	-50.6
Clasificación	**Severo**
Descripción	La localización y desarrollo del tajo a cielo abierto a lo largo de la vida del proyecto modificará significativamente los relieves de la zona, alterando la morfología del terreno, y parcialmente la calidad del aire.

ID Impacto	OM-19
Etapa	Construcción y operación
Actividad	Minado
Parámetro Ambiental	Erosión
NT	Perjudicial (-) -1
IN	Muy Alta 8
EX	Extenso 4
MO	Inmediato 4 (MO < 1 años)
PS	Permanente 4 (PS > 10 años)
RV	Medio plazo 2 (1 año < RV < 10 años)
SI	Sin sinergismo 1
AC	Acumulativo 4
EF	Directo (primario) 4
PR	Continuo 4
MC	Mitigable 4 (10 año>MC> 60 años)
I'	-52.4
Clasificación	**Severo**
Descripción	Durante la etapa de operativa posterior al desmonte se realizará la construcción tajo a cielo abierto lo que ira dejando mucha superficie con muchos ángulos que hacen susceptible a las superficies al incremento de las tasas de erosión y por lo tanto una superficie con mayor superficie para mejorar a través de la restauración en la etapa de cierre.

ID Impacto	OM-22
Etapa	Construcción y operación
Actividad	Minado
Parámetro Ambiental	Relieves
NT	Perjudicial (-) -1
IN	Muy Alta 8
EX	Extenso 4
MO	Inmediato 4 (MO < 1 años)
PS	Permanente 4 (PS > 10 años)
RV	Irreversible 4 (RV > 10 años)
SI	Sinérgico 2
AC	Acumulativo 4
EF	Directo (primario) 4
PR	Continuo 4
MC	Irrecuperable 8 (MC>60 años)
I'	-56.8
Clasificación	**Severo**
Descripción	Dado la naturaleza de las obras y particularidades del proyecto, se realizarán cambios en la forma del relieve, el área que tendrá estos cambios será solo el que ocuparán las obras, sin embargo, hay que mencionar que los proyectos cercanos al proyecto en cuestión ya han venido realizando cambios al relieve y que por supuesto son visibles cada vez que nos encontremos más cerca al proyecto.

ID Impacto	OM-30
Etapa	Construcción y operación
Actividad	Minado
Parámetro Ambiental	Distribución de la vegetación
NT	Perjudicial (-) -1
IN	Muy Alta 8
EX	Extenso 4
MO	Inmediato 4 (MO < 1 años)
PS	Permanente 4 (PS > 10 años)
RV	Irreversible 4 (RV > 10 años)
SI	Sinérgico 2
AC	Acumulativo 4
EF	Directo (primario) 4
PR	Continuo 4
MC	Mitigable 4 (10 año>MC> 60 años)
I'	-53.6
Clasificación	**Severo**
Descripción	Dado que para la construcción de obras y desarrollo de actividades del proyecto es necesario retirar la vegetación presente en las áreas a ocupar, las especies vegetales, serán eliminadas en su totalidad en ciertas áreas del AP (específicamente en las que se realizará el cambio de uso de suelo, previa autorización), tras realizar las operaciones de rescate correspondientes.

V.2. de la Evaluación de los Impactos

V.2.1. Impactos residuales

Invariablemente, para este proyecto se tienen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales, definidos según el REIA como *aquellos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación*, lo cual representa la base técnica para la propuesta de medidas compensatorias que se describirán en el Capítulo VI de esta MIA-P.

Con el objeto de identificar los impactos residuales del proyecto, se ha retomado a la descripción del atributo de “recuperabilidad” (MC): posibilidad de reconstruir el parámetro ambiental afectado por medio de la intervención humana. A partir de este atributo se han identificado aquellos impactos severos y críticos para los cuales se ha asignado una valoración de “irrecuperable”, es decir, que el efecto no puede ser reconstruido en más de 60 años, aun con la intervención del hombre.
Como resultado de lo anterior, se tienen identificados un total de 19 impactos residuales (10 compatibles, 6 moderados y 3 severos), los cuales se muestran en la siguiente
Tabla V-9.

Tabla V-9. Impactos residuales identificados para el proyecto

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Clasificación
PS-17	Desmonte	Recarga media	Compatible
PS-38	Rehabilitación y construcción de caminos	Cauces	Compatible
PS-40	Rehabilitación y construcción de caminos	Recarga media	Compatible
PS-51	Rehabilitación y construcción de caminos	Calidad Visual	Compatible
PS-52	Rehabilitación y construcción de caminos	Fragilidad visual	Compatible
PS-65	Generación, tratamiento y descarga de aguas residuales	Recarga media	Compatible
OM-04	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Relieves	Severo
OM-05	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Recarga media	Moderado
OM-15	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Calidad Visual	Moderado
OM-18	Minado	Tipo de Suelo	Severo
OM-22	Minado	Relieves	Severo
OM-23	Minado	Cauces	Moderado
OM-24	Minado	Recarga media	Moderado
OM-55	Conformación de tepetatera y piletas	Relieves	Moderado
OM-56	Conformación de tepetatera y piletas	Cauces	Compatible
OM-58	Conformación de tepetatera y piletas	Recarga media	Compatible
OM-59	Conformación de tepetatera y piletas	Manantiales, norias y pozos	Compatible
OM-61	Conformación de tepetatera y piletas	Vulnerabilidad	Compatible
OM-68	Conformación de tepetatera y piletas	Fragilidad visual	Moderado

V.2.2. Impactos acumulativos

Retomando lo establecido en el REIA, que define como impacto ambiental acumulativo al efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente, se puede mencionar que aun cuando no existen actividades extractivas actualmente dentro del AP que ocasionen impactos significativos comparables con los asociados con el proyecto pretendido, sí se consideran impactos acumulativos relevantes por la existencia de proyectos mineros asociados ,“Mulatos “, “Ampliación La Yaqui” y “Cerro Pelón”, de los cuales el proyecto utilizará parte de la infraestructura de servicios de dichos proyectos asociados.

Sin embargo, de observarse como criterio alterno la clasificación dado el atributo de “acumulación” (AC), que se determina en función de la que presencia continuada de la acción produzca un efecto que crezca con el tiempo, y que fue asignado durante el proceso de valoración de los impactos para determinar su importancia, se pueden identificar un total de 34 impactos acumulativos (18 compatibles, 8 moderados y 8 severos), cuya relación se muestra a continuación, en laTabla V-10:

Tabla V-10. Impactos acumulativos identificados para el proyecto

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Clasificación
PS-14	Desmonte	Uso de Suelo	Severo
PS-15	Desmonte	Erosión	Moderado
PS-23	Desmonte	Distribución de vegetación	Severo
PS-26	Desmonte	Distribución de fauna	Severo
PS-28	Desmonte	Fugas y derrames	Compatible
PS-33	Despalme	Fugas y derrames	Compatible
PS-34	Rehabilitación y construcción de caminos	Uso de Suelo	Compatible
PS-35	Rehabilitación y construcción de caminos	Erosión	Compatible
PS-37	Rehabilitación y construcción de caminos	Deslizamientos	Compatible
PS-45	Rehabilitación y construcción de caminos	Distribución de vegetación	Compatible
PS-48	Rehabilitación y construcción de caminos	Distribución de fauna	Compatible
PS-54	Rehabilitación y construcción de caminos	Fugas y derrames	Compatible
OM-01	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Uso de Suelo	Moderado
OM-02	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Erosión	Severo
OM-04	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Relieves	Severo
OM-10	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Distribución de vegetación	Moderado
OM-13	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Distribución de fauna	Moderado
OM-17	Excavación, cimentación, nivelación y compactación	Fugas y derrames	Compatible
OM-19	Minado	Erosión	Severo
OM-21	Minado	Deslizamientos	Moderado
OM-22	Minado	Relieves	Severo
OM-30	Minado	Distribución de vegetación	Severo
OM-33	Minado	Distribución de fauna	Compatible
OM-36	Minado	Fugas y derrames	Compatible
OM-41	Trituración	Distribución de vegetación	Compatible
OM-44	Trituración	Distribución de fauna	Compatible

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Clasificación
OM-46	Trituración	Fugas y derrames	Compatible
OM-51	Proceso de lixiviación del mineral	Fugas y derrames	Compatible
OM-52	Conformación de tepetatera y piletas	Uso de Suelo	Moderado
OM-53	Conformación de tepetatera y piletas	Erosión	Moderado
OM-54	Conformación de tepetatera y piletas	Deslizamientos	Compatible
OM-55	Conformación de tepetatera y piletas	Relieves	Moderado
OM-71	Conformación de tepetatera y piletas	Fugas y derrames	Compatible
OM-77	Mantenimiento operativo	Fugas y derrames	Compatible

V.3. Conclusiones

Para realizar una determinación del efecto global del proyecto sobre el SA y justificar si este es aceptable en términos de que se asegure el mantener la integridad funcional y capacidad de carga de los ecosistemas potencialmente en riesgo, es que se recapitula a partir de los resultados obtenidos de la presente evaluación de los impactos ambientales descritos en las secciones previas a lo largo de este capítulo, para lo cual es importante retomar la definición de impacto ambiental significativo en los términos del REIA, que lo considera como aquel que “provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales”.

Con la finalidad de verificar de manera más objetiva si el proyecto tendrá impactos ambientales significativos es que se propone el análisis de aquellos para los cuales la metodología de evaluación empleada se obtuvo una calificación de importancia alta, es decir, para aquellos impactos clasificados como severos o críticos, aplicando una revisión puntual de las características que establece la definición del REIA, conforme a lo siguiente:

¿El impacto ambiental …	… provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud?	y	… obstaculiza la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos?	y	… obstaculiza la continuidad de los procesos naturales?	¿El impacto es significativo?
PS-14	Si		No		No	No
PS-23	Si		No		No	No
PS-26	No		No		No	No
OM-02	No		No		No	No
OM-04	No		No		No	No
OM-18	No		No		No	No
OM-22	No		No		No	No
OM-30	No		No		No	No

Por lo anterior, puede concluirse que **no se identificaron impactos ambientales significativos** bajo el concepto reconocido por la autoridad en el REIA. Cabe señalar que aun cuando el proyecto, por su naturaleza y extensión, no representará un desarrollo incompatible para la continuidad de los ecosistemas presentes en la actualidad en la región, se pretende la aplicación de medidas que minimicen o prevengan los efectos adversos al ambiente que pudieran registrarse como resultado del proyecto; estas medidas se discuten en el Capítulo VI.

A manera de resumen, la Tabla V-11 muestra los resultados en términos de la distribución y clarificación de los impactos basados en su naturaleza, importancia, significancia y atributos de sinergismo, acumulación y permanencia (impactos residuales).

Tabla V-11. Resumen de resultados de valoración de los impactos ambientales del proyecto

Criterio de Clasificación	Tipo de Impacto	Cantidad	Totales
Naturaleza	Benéficos	77	**222**
	Perjudiciales	145	
Importancia	Compatibles	161	**222**
	Moderados	52	
	Severos	9	
	Críticos	0	
Atributos Especiales	Residuales totales	19	
	Residuales severos o críticos	9	
	Acumulativos	34	
	Significativos	0	

Página intencionalmente dejada en blanco.

CAPÍTULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Contenido

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental 1
VI.1.1. Medidas preventivas, de mitigación y compensación 2
VI.1.1.1. Medidas para los elementos del medio abiótico 2
VI.1.1.2. Medidas para los elementos del medio biótico 6
VI.1.1.3. Plan de sensibilización y capacitación 32

Tablas

Tabla VI-6: Medida control de gases y partículas fugitivas 10
Tabla VI-7: Medida prácticas de gestión de diseño y construcción de instalaciones 11
Tabla VI-8: Medida acciones para el control de la erosión 13
Tabla VI-9: Medida monitoreo de aguas superficiales 14
Tabla VI-10: Medida monitoreo de aguas subterráneas 15
Tabla VI-11: Medida conservación de suelo 17
Tabla VI-12: Medida rescate y re-ubicación de flora 19
Tabla VI-13: Medida ahuyentamiento y rescate de fauna 21
Tabla VI-14: Medida adecuado manejo de residuos peligrosos 23
Tabla VI-15: Medida adecuado manejo de residuos sólidos 25
Tabla VI-16: Medida rehabilitación de áreas degradadas 27
Tabla VI-17: Medida atención a fugas de cianuro 29
Tabla VI-18: Medida adecuado manejo de aguas residuales 30
Tabla VI-19: Medida vigilancia ambiental 31
Tabla VI-20 Temas para capacitaciones o plan de sensibilización ambiental propuestas 32

Figuras

Figura VI.2: Sitios de registo de Ambystoma rosaceum dentro de los proyectos 9

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Las medidas medidas de prevención y mitigación expresan un conjunto de acciones y estrategias que se diseñan para contrarestar los efectos o impactos negativos que el proyecto pueda iprimir al durante cualquier de sus etapas.

En el presente Capítulo se integran aquellas medidas sugeridas para minimizar el grado o magnitud de los impactos generados por el proyecto Mina La Yaqui Grande, a fin de asegurar la permanencia de los recursos naturales involucrados y la protección del medio ambiente local y regional.

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental define en su Artículo 3, fracción XIII y XIV las medidas de prevención y mitigación, respectivamente:

- ***Medidas de prevención:*** *“Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente”.*
- ***Medidas de mitigación:*** *“Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas”.*

La aplicación, en tiempo y forma, de todas las medidas es de suma importancia dado las características de la región donde se localiza el proyecto, por otra parte, para el promovente es importante mantener el cumplimiento de éstas dado que esta establecido en sus políticas y compromisos de responsabilidad ambiental y social a nivel interno y externo de la empresa, por lo que el proyecto en cuestión está vinculado al progreso social y a la responsabilidad medioambiental, de esta manera el promovente estará cumpliendo con lo establecido en la legislación mexicana y buenas prácticas internacionales.

De acuerdo con lo anterior, el promovente ha decido implementar un conjunto de acciones y medidas preventivas y de mitigación, que estan establecidas en los actuales procedimientos operativos tales como: instrucciones de trabajo y programas internos de Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V., los cuales se han implementado en los proyectos de Mulatos, Ampliación La Yaqui, también se pretenden llevar a cabo en el proyecto Tajo Cerro Pelón, así como en el proyecto en cuestión.

A continuación, se presentan las medidas de carácter preventivo, de mitigación y compensación para los elementos bióticos y abióticos

VI.1.1. Medidas preventivas, de mitigación y compensación

VI.1.1.1. Medidas para los elementos del medio abiótico

Medidas para el elemento ambiental aire

En materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, las medidas más importantes a implementarse durante las todas las etapas del proyecto se enfocan al **control de gases y polvos fugitivos**, con la finalidad de reducir las emisiones al aire. Se pueden señalar cuatro actividades principales:

1. Riego de **caminos de internos, de acarreo y de acceso a** las áreas de trabajo: El riego de caminos **se realizará diariamente durante la época de estiaje con agua residual tratada**. Durante la todas las etapas del proyecto, será necesario el riego diario y constante.
2. **Aplicación de un Programa de mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria y equipo**, este debe extenderse durante la vida útil del proyecto, respetando las recomendaciones de los fabricantes del equipo, es decir se deben respetar las horas de operación para cada tipo de mantenimiento.
3. **Instalación de equipos de control de emisiones de gases y partículas en fuentes fijas** (laboratorio y horno de fundición), tales como: extractores de gases, scroobbers y partículas para los gases generados durante los ensayes de las muestras provenientes del tajo, de la planta de beneficio, las partículas provienen de la preparación de las muestras y el ensaye vía seca por la operación de muflas, mientras que los gases provienen principalmente del uso de ácidos utilizados para la vía húmeda. Además se propone la instalación de **colectores de polvos o de aspersores de agua en la quebradora primaria y secundaria** como **una alternativa adicional en el caso requerirse,** esta medida será valorada mediante mediciones indirectas de los polvos que emita el área; normalmente estas mediciones se llevan a cabo con equipos de "alto volumen" ubicados en los 4 puntos cardinales adyacentes al circuito durante 24 horas, se busca que la medición sea en temporada de estiaje y con una carga de mineral a triturar normal de 9 000 t/ por día.
4. Monitoreo y control del pH de las soluciones y pastas de proceso, ello para evitar al máximo las emisiones de ácido cianhídrico por la descomposición del cianuro de sodio.

Medidas para el elemento ambiental topografía

Este elemento será el principal afectado por las obras del proyecto (apertura de tajo, excavaciones para las piletas de soluciones, construcción de caminos, formación de tepetatera, etc), sin embargo, existen medidas de mitigación cuya realización se llevarán a cabo durante el cierre de áreas del proyecto y durante la etapa de cierre y abandono tales como:

1. Reforestaciónes
2. Mejoras en el relieve principalmente por mantenimiento u obras (menor pérdida de suelos, fallas menores en los drenajes o alcantarillas) que pueden reducir impactos
3. Soltura del suelo
4. colocación de capa de suelo fértil para facilitar la revegetación
5. En la etapa de cierre se mejorarán las configuraciones finales de los cortes y rellenos para disminuir el impacto en escorrentías y se eliminarán los canales y bermas, por último,

6. **Implementación de programas de reforestación y rehabilitación** planeados para la fase de cierre coadyuvará en el control de los sedimentos.

Medidas para el elemento ambiental agua (superficial y subterránea)

La escasez de agua superficial en Sonora provoca que el recurso subterráneo sea la principal fuente de suministro. Se ha determinado que los contaminantes principales del agua subterránea son desechos industriales, agrícolas, mineros e intrusión salina. Entre los contaminantes detectados se encuentra arsénico, bario, manganeso, compuestos nitrogenados, plaguicidas y sales[1].

Las principales acciones de prevención y mitigación para el agua superficial son:

1. Construcción de un cárcamo en la planta de beneficio que incluya el área de preparación de cianuro de sodio (NaCN), tanque de preparación de NaCN, tanques, tuberías de conducción de soluciones y almacén de NaCN, el dique tendrá como única función, contener algún derrame que se produzca en una falla en donde se vean involucradas la falta de energía para sistemas de bombeo y una lluvia torrencial que por los efectos conjuntos, se rebasen los diques de contención de los tanques y baterías de tanques en donde se contengan soluciones con cianuro.
2. Construcción de almacenes y obras en donde se manejen materiales peligrosos y de manejo especial, con las medidas de seguridad establecidas en las las leyes, reglamentos y normas aplicables para evitar la salida de los materiales de los sitios impermeables (diques de contención, sistemas de canalización, piletas de recuperación, etc.).
3. Medidas diseñadas para la neutralización del patio de lixiviación y recubrimiento con suelo y vegetación, retiro de los tanques, tuberías de procesos y retiro de los químicos residuales, esto deberá realizarse en la etapa de cierre y abandono y conforme a la NOM-155-SEMARNAT-2007.
4. Caracterización del tepetate para confirmar o descartar generación de drenaje ácido, cada vez que los lotes del mineral sean diferentes en la composición mineralógica.
5. Implementación de un **Programa de monitoreo de agua superficial y subterránea** semestrales (época seca y época húmeda) aguas arriba y aguas abajo de la tepetatera y del sistema de lixiviación de acuerdo a la NOM-141-SEMARNAT-2003. Para conocer el comportamiento del agua superficial en razón de su interacción con el proyecto y en su caso tener elementos de juicio que permitan adicionar o modificar las medidas propuestas, se comparar con los resultados analíticos de los sitios incluido en la Linea Base de otros proyectos ya establecidos que se encuentran en esta región.

Las principales acciones de prevención y mitigación para el agua subterránea son:

Las afectaciones del beneficio del mineral, se relacionan con las posibles fugas de soluciones con bajas concentraciones de NaCN, principalmente de la planta de beneficio y el sistema de piletas.

[1] Vega-Granillo, E.L.; Cirett-Galán, Samantha; De la Parra-Velasco, M.L.; y Zavala-Juárez, Raúl, 2011, Hidrogeología de Sonora, México, in Calmus, Thierry, ed., Panorama de la geología de Sonora, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín 118, cap. 8, p. 267–298

1. Impermeabilización de las áreas por las que se pudiese presentar la infiltración y adicionalmente instrumentación para conocer las características del recurso, por ello a continuación se describen las principales medidas propuestas.
2. Mantenimiento y seguimiento de la impermeabilización con membranas de HDPE de las piletas de contención de soluciones de NaCN.
3. Instalación-construcción de dos piezómetros en una estación aguas arriba y otras aguas abajo para monitoreo de la planta de beneficio, patio de lixiviación y tepetatera.
4. Programa de monitoreo diario de niveles en los piezómetros y análisis trimestral de los líquidos que se acumulen. En caso de detectar la presencia de químicos del proceso en los pozos de monitoreo.
5. Revisión de la impermeabilización de planta y canales de conducción de la solución de cianuro hacia la planta de beneficio.
6. Mantenimiento a la impermeabilización de la planta de beneficio, de los almacenes de materiales peligrosos y de residuos.
7. Construcción y operación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), para las aguas de servicios de oficina y una Planta de Tratamiento de Aguas Ácidas (WTP) y piletas de colección de aguas de escurrimiento de la tepetarera.
8. Canalización de los escurrimientos en la mina subterránea a depósitos para provocar su infiltración
9. Uso del agua subterránea y agua residual tratada para regado de caminos y áreas.

De ocurrir una filtración, en la planta de beneficio o piletas de contención, esta reportaría a los piezómetros que estarán ubicados aguas abajo. En un caso extremo las posibles zonas de afectación drenarían al arroyo “La Yaqui”. No se esperan este tipo de eventos.

El cianuro ofrece el potencial para la migración a través del suelo (U.S. EPA, 1984). Sin embargo, el movimiento de cianuro en los suelos puede verse limitado debido a la formación de complejos metálicos insolubles o al ser metabolizado por microorganismos (U.S. EPA, 1978). Debido a que el cianuro se utilizará en forma disuelta, preocupa como potencial contaminante de las aguas subterráneas. Por sus características de baja adsorción en el suelo, y su alta solubilidad en el agua.

El uso de las buenas prácticas para el almacenamiento, manipulación y transporte adecuados de combustibles y sustancias peligrosas reducen al mínimo el potencial para impactos a los recursos de aguas freáticas. No se considera necesaria la aplicación de medidas de mitigación adicionales.

Las descargas sanitarias serán tratadas en la PTAR del proyecto Ampliación La Yaqui, el agua tratada será re-utilizada para el riego de los caminos, misma que cumplirá con lo establecido en la NOM-003-SEMARNAT-1997.

Las descargas de aguas sanitarias de baños portátiles intslados en las áreas de trabajo, estará a cargo de un tercero autorizado.

Durante la fase de operaciones, el agua de lluvias que se precipite sobre la tepetatera tiene posibilidades de generar drenaje ácido. Es por esto que se construira y operará una Planta de Tratamiento de Aguas Ácidas (WTP), así como piletas de colección de aguas de escurrimiento de la tepetarera.

Medidas para el elemento ambiental suelo

Evidentemente, las actividades de desmonte y despalme son las que mayor impacto tienen en el medio ambiente, por lo que se proponen medidas de mitigación para los efectos adversos en el agua (corrientes superficiales y subterráneas), topografía, aire, ruido, suelo, microclima, fauna y paisaje.

Aproximadamente 256.03 ha serán impactadas por el cambio de uso del suelo, pasando de un uso forestal a industrial del sector minero. esta perturbación estará presente y será visibible durante toda la vida útil del proyecto y podrá ser mitigada en su mayoría durante la etapa de cierre y abandono, sin embrago necesitará de un periodo relativamente largo para que se vean los resultados de la mitigación, de esta forma se traratara de llegará a las condiciones similares u originales del sitio.

Las acciones principales de mitigación consideradas a implementar para este elemento son:

1. **Recuperación de la capa superficial del suelo previa a realizar construcciónes, excavaciones o cualquier otra actividad,** cuando sea factible (suelos con mayor profundidad a 0.5 m), mismos que serán almacenados de manera temporal en las áreas de top soil, el suelo permanecerá inalterado, **pero desprovisto de vegetación**. No obstante, y para minimizar las pérdidas, la capa superficial del Suelo se almacenará de modo tal que se minimice la compactación, la pérdida de la actividad microbiana y el potencial de erosión, para tal fin se prevé la construcción de monolitos protegidos con un enrocamiento en una tercera parte de su elevación partiendo de la base. Sin embargo, la cantidad de capa superficial del suelo que se recupere, será insuficiente para las actividades previstas en el Programa de rehabilitación de suelos previa al cierre de la mina.

   Durante las operaciones se evaluarán las necesidades de suelo para su distribución y en su caso previo al cierre, se informará sobre las acciones que se llevarán a cabo para obtener el sustrato.

2. Construcción de obras o realización de actividades que disminuyan la erosión dentro del AP

3. Para evitar o disminuir sensiblemente el arrastre de partículas de suelo expuesto por el agua de lluvia, como medida relevante en la etapa de preparación del sitio, durante la actividad de despalme, recuperación y almacenamiento de suelo, se construirán obras de retención de sólidos**, consistentes en: una represa de gaviones aguas abajo del tajo y en las obras de desvío de las aguas de lluvia aledañas al proyecto y varias de piedra acomodada**. Las presas de gaviones se mantendrán durante la construcción, destruyendo las presas de piedra acomodada en esa etapa. Durante la operación

4. Para disminuir la emisión de sólidos al agua será la **construcción de canales de derivación, construcción de bermas y canales para el tajo de mina**, cuya finalidad central será canalizar escurrimientos superficiales que puedan incidir en estas estructuras y erosionar sus superficies con la consecuente contaminación por sólidos, adicionalmente **se realizarán prácticas de control de escurrimientos y sedimentos para evitar la alteración de cauces**.

5. Para el diseño y ubicación de estas obras, será evaluada la condición prevaleciente dentro del terreno, y se buscará controlar procesos de erosión presentes y prevenir que el fenómeno se presente en áreas susceptibles.

VI.1.1.2. Medidas para los elementos del medio biótico

Medidas para el elemento ambiental flora

Como se ha mencionado con anteriroridad la superficie cubierta de vegetación forestal que será afectada **asciende a 256.03** ha aproximadamente, estas especies, corresponden a bosuqe de pino encino y bosque de pino-encino.

Para los impactos negativos que se presentarán por la remoción de la vegetación, se llevarán a cabo las siguientes medidas de mitigación y compensación:

1. Se tramitará el permiso para realizar el cambio de uso del suelo de forestal a industrial y en su momento, se pagarán ante el Fondo Forestal Mexicano, los recursos económicos que determine la Secretaría por concepto de compensación dirigida hacia el SA.
2. Producción de planta que sean especies vegetales representativas de la región como lo son encinos, pinos, tascates, etc., en el vivero del proyecto Mulatos, con capacidad para producir 50 000 plantas. En este viviero se lleva a cabo la producción de planta para los proyectos: Mulatos, Amplaición La Yaqui, Cerro Pelón y en caso de ser autorizado, para el presente proyecto. El objetivo principal **de prover la planta para las actividades de reforestación y actividades de restauración, previo al cierre de la mina**
3. Ejecución de las actividades contempladas en el Programa de rescate y reubicación de flora.
    i. Prohibición de actividades antropogénicas en el área, mediante letreros restrictivos de ingreso, cercado de zonas por donde pueda acceder el ganado, etc.
    ii. Acciones de control de escurrimientos y erosión, ello a través de obras que permitan la retención de suelos.
    iii. Acciones de control y prohibición del fuego, tales como tirar colillas de cigarro, dejar vidrios en áreas con vegetación, se valorará la necesidad de construir brechas corta fuego perimetrales al área, en aquellos sitios en donde no existan espacios naturales que inhiban la propagación del fuego (cauces, áreas descubiertas, etc.), en caso de ser necesario, se informará y se obtendrán los permisos necesarios.
4. Creación de nuevos recursos de vegetación, es decir nuevas áreas forestales, adicionales a las áreas a resturar en la etapa de cierre y abandono. Estas **áreas deberán no ocuparse por el proyecto. En el caso correspondiente se contará con autorización de los propietarios.**

Medidas para el elemento ambiental fauna

El desmonte causará impactos negativos a corto y mediano plazo sobre la fauna, siendo estos puntuales. El mayor efecto de es la **pérdida del hábitat para la fauna**. La fragmentación de estos corredores forestales impide desplazamientos entre sitios. Para algunas especies, la existencia de cruces abiertos aumentaría la probabilidad de mortalidad por depredación, así como la interrupción de patrones de reproducción.

Derivado del ruido y presencia de personas, s**e espera que haya un desplazamiento de especies que esten dentro del área del proyecto a otros sitios.**

Las acciones de mitigación son las siguientes:

1. Implementación de actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies, dando prioridad aquellas de lento desplazamiento, de hábitats específicos o aquellas listas en alguna de las categorías de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010.
2. Para los individuos especies que se encuentran en un hábitat muy particular, por ejemplo, *Ambystoma rosaceum*, los cuales se han encontrado en fosas localizadas en los cauces y corrientes de los arroyos aledaños al sitio del proyecto, estos podrían verse afectados por cambios en la calidad de agua y fosas disponibles. En la Figura VI.1 se muestran los sitios de registros de esta especie. En este caso, el promovente valorará la implementación de un programa de manejo en caso de que instalaciones del proyecto ocupen estas áreas.

A continuación, a partir de la Tabla VI-1 a la Tabla VI-14 se presentan las fichas técnicas de cada una de las medidas, en las cuales se menciona para cada una de estas la línea estratégica, factor y parámetro ambiental atendido, tipo de medida, etapa y duración de aplicación de la medida, meta de la medida, forma de medición y cuantificación asi como, la forma en que ha de realizarse la supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia, todos estos elementos con el fin de poder realizar una evaluación de cada una de estas.

Página intencionalmente dejada en blanco.

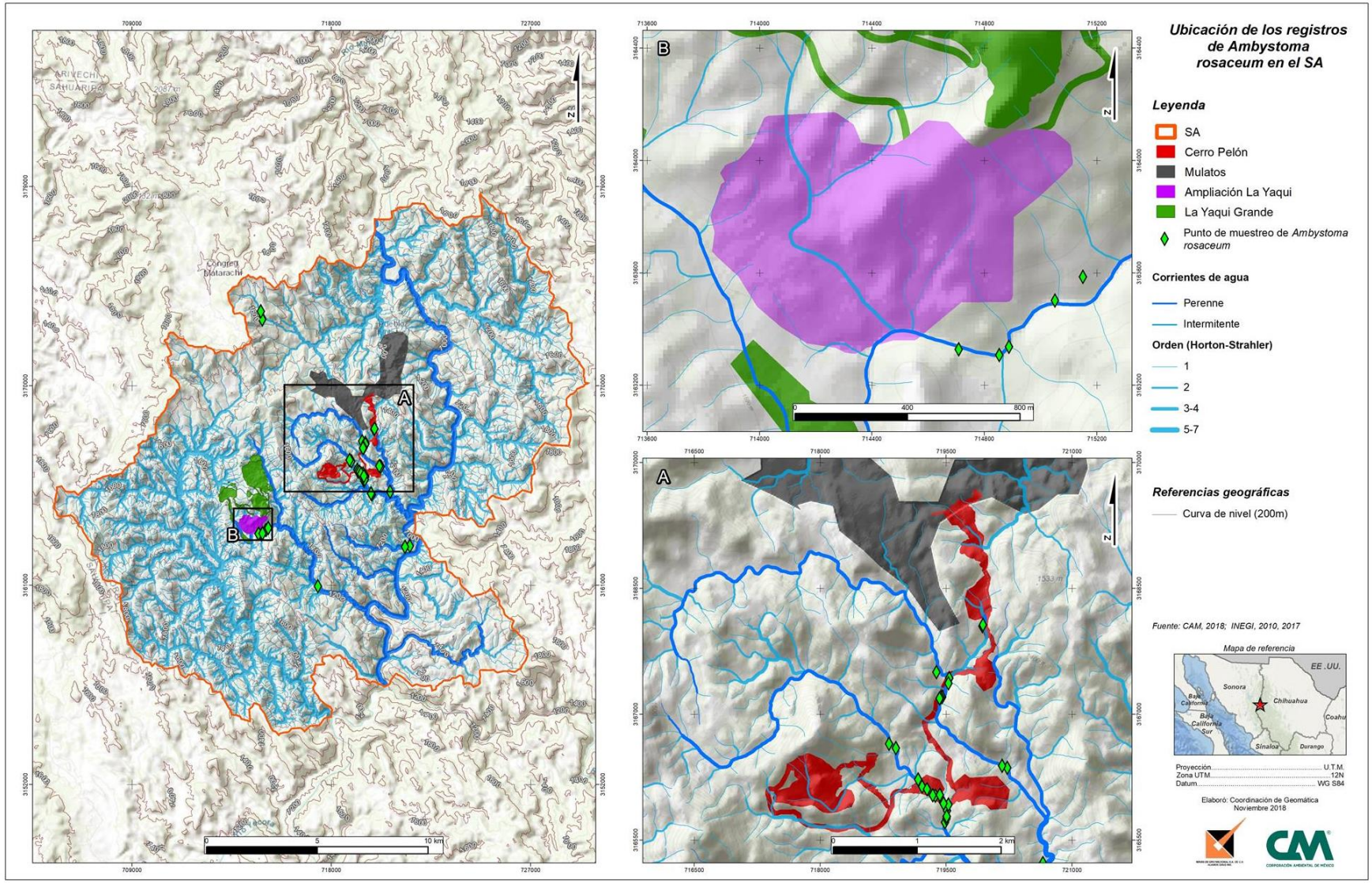


Figura VI.1: Sitios de registo de Ambystoma rosaceum dentro de los proyectos

Tabla VI-1: Medida control de gases y partículas fugitivas

ID:	**M-01**					
Línea estratégica	**Control de gases y partículas fugitivas**					
Factor ambiental atendido						
Atmósfera	Geomorfología	Suelo	Agua	Fauna	Vegetación	Socioeconómico
X		X	X			
Parámetro ambiental atendido						
Calidad del suelo, Calidad del agua superficial, Calidad del agua subterránea, Calidad del aire y Ruido						
Tipo de medida						
Prevención			Mitigación		Compensación	
X			X			
Tiempo de aplicación						
Etapa de aplicación	Preparación de sitio	Construcción-Operación	Abandono	**Duración**	10 años	
	X	X	X			
Descripción						
Para minimizar el impacto de las Actividades que representen emisiones al aire dentro del Proyecto, se implementarán las siguientes Actividades: • Riego en los caminos de acceso y las áreas de trabajo diariamente durante la época de estiaje • Aplicación de un sistema de mantenimiento a la maquinaria y equipo que se utilice a fin de garantizar que se encuentre en las mejores condiciones mecánicas posibles. Con ello se minimizarán los derrames de aceites o lubricantes al suelo. • Instalación de equipos de control de emisiones de gases y partículas en fuentes fijas (laboratorio). • Instalación de equipos de control de partículas en las áreas de quebrado, además, como alternativa en caso de que los sistemas de control de las quebradoras sean insuficientes, se realizará la instalación de colectores de polvos o de aspersores de agua durante la época de estiaje. • Monitoreo y control de las soluciones y pastas de proceso. • Control de voladuras en su etapa de preparación del portal de mina.						
Meta						
La medida pretende reducir las emisiones de gases y partículas durante todas las fases del proyecto a través de la implementación de medidas anteriormente mencionadas.						
Medición y Cuantificación						
- Registro fotográfico de riegos a caminos de acceso, Bitácora del equipo y maquinaria, en donde se registrará el tipo de mantenimiento realizado y fecha de ejecución. - Concentración de PM_{10}. - Resultados de monitoreos concentraciones de ácido cianhídrico.						
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia						
Registro fotográfico de riego en caminos de acceso. Bitácoras de mantenimiento a maquinaria y equipo, en donde se registra el tipo de mantenimiento realizado y fecha de ejecución. Concentraciones de PM_{10}. Monitoreos de la concentración de ácido cianhídrico en las soluciones y pastas de procesos. Registros de acciones a seguir en caso de alguna contingencia						

Tabla VI-2: Medida prácticas de gestión de diseño y construcción de instalaciones

<table>
<tr><td>ID:</td><td colspan="6">M-02</td></tr>
<tr><td>Línea estratégica</td><td colspan="6"><u>Prácticas de gestión de diseño y construcción de instalaciones</u></td></tr>
<tr><td colspan="7">Factor ambiental atendido</td></tr>
<tr><td>Atmósfera</td><td>Geomorfología</td><td>Suelo</td><td>Agua</td><td>Fauna</td><td>Vegetación</td><td>Socioeconómico</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>X</td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="7">Parámetro ambiental atendido</td></tr>
<tr><td colspan="7">Calidad del suelo, Calidad del agua superficial</td></tr>
<tr><td colspan="7">Tipo de medida</td></tr>
<tr><td colspan="3">Prevención</td><td colspan="2">Mitigación</td><td colspan="2">Compensación</td></tr>
<tr><td colspan="3">X</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="7">Tiempo de aplicación</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Etapa de aplicación</td><td>Preparación de sitio</td><td colspan="2">Construcción-Operación</td><td>Abandono</td><td rowspan="2">Duración</td><td rowspan="2">10 años</td></tr>
<tr><td>X</td><td colspan="2">X</td><td>X</td></tr>
<tr><td colspan="7">Descripción</td></tr>
<tr><td colspan="7">Para prevenir los impactos generados de las ambientalmente, tales como piletas, se implementarán las siguientes Actividades:

Para minimizar el riesgo de afectación a algún factor ambiental por las construcciones ambientalmente relevantes del proyecto, se implementará la política de Mejores Prácticas de Gestión (MPG) aplicadas al diseño y construcción de caminos, piletas, etc, incluyendo las siguientes actividades:

• Se procuró diseñar la infraestructura del proyecto, de tal manera que se pudiesen ocupar los caminos ya existentes, de tal modo que los caminos a rehabilitar y construir, sean la menor cantidad posible, tomando en cuenta la cantidad de vegetación a remover y el relieve topográfico.
• Minimizar el ancho del camino y el área alterada;
• Evitar la alteración de los patrones naturales de drenaje;
• Proporcionar drenaje superficial adecuado;
• Instalar subdrenaje donde se necesite;
• Reducir la erosión colocando cubiertas vegetales o físicas sobre el terreno en cortes, terraplenes, salidas de drenajes y cualquier zona expuesta o alterada.
• Usar ángulos de talud estables en cortes y terraplenes;</td></tr>
<tr><td colspan="7">Meta</td></tr>
<tr><td colspan="7">Prevenir que la afectación al suelo y a la flora silvestre se extienda más allá del AP.

Controlar el arrastre de sedimentos en la época de lluvias.</td></tr>
<tr><td colspan="7">Medición y Cuantificación</td></tr>
<tr><td colspan="7">Registros</td></tr>
<tr><td colspan="7">Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</td></tr>
<tr><td colspan="7">Verificación de las obras para asegurar que éstas se ajusten a los diseños de ingeniería definitivos y exclusivamente a las áreas autorizadas.

La supervisión de la medida consistirá de la siguiente lista de verificación, con la cual será valorada la eficacia:</td></tr>
</table>

ID:	M-02
Línea estratégica	**Prácticas de gestión de diseño y construcción de instalaciones**
¿Integra el diseño constructivo elementos para la minimización de apertura de caminos nuevos? ¿El diseño minimiza el ancho del camino y área alterada? ¿El diseño minimiza la alteración de los patrones naturales de drenaje? ¿Las obras construidas son consistentes con el diseño? Dado que la construcción de caminos influye determinantemente en la seguridad estructural de las instalaciones construidas, no se consideran índices de eficiencia para esta medida.	

Tabla VI-3: Medida acciones para el control de la erosión

<table>
<tr><td>ID:</td><td colspan="6">M-03</td></tr>
<tr><td>Línea estratégica</td><td colspan="6"><u>Acciones para el Control de la Erosión</u></td></tr>
<tr><td colspan="7">Factor ambiental atendido</td></tr>
<tr><td>Atmósfera</td><td>Geomorfología</td><td>Suelo</td><td>Agua</td><td>Fauna</td><td>Vegetación</td><td>Socioeconómico</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>X</td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="7">Parámetro ambiental atendido</td></tr>
<tr><td colspan="7">Suelo, Calidad del agua superficial</td></tr>
<tr><td colspan="7">Tipo de medida</td></tr>
<tr><td colspan="3">Prevención</td><td colspan="2">Mitigación</td><td colspan="2">Compensación</td></tr>
<tr><td colspan="3">X</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="7">Tiempo de aplicación</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Etapa de aplicación</td><td>Preparación de sitio</td><td colspan="2">Construcción-Operación</td><td>Abandono</td><td rowspan="2">Duración</td><td rowspan="2">10 años</td></tr>
<tr><td>X</td><td colspan="2">X</td><td>X</td></tr>
<tr><td colspan="7">Descripción</td></tr>
<tr><td colspan="7">Para minimizar el impacto del arrastre de partículas del suelo expuesto por agua de lluvia y por las actividades de despalme, recuperación y almacenamiento de suelo; se ejecutarán las siguientes actividades, según se requieran en cada etapa del proyecto.
• Construcción de una represa de gaviones y represas de piedra aguas abajo del tajo y en las obras de desvío de las aguas de lluvias aledañas al proyecto.
• Construcción de canales de derivación, bermas, y canales para el tajo de la mina.
• Realización de prácticas de control de escurrimientos y sedimentos para evitar la alteración de cauces.
• En la etapa de cierre, se mejorarán las configuraciones finales de los cortes y rellenos para disminuir el impacto en escorrentías y se eliminarán los canales y bermas.
• Se implementarán programas de reforestación planeados para la fase de cierre.</td></tr>
<tr><td colspan="7">Meta</td></tr>
<tr><td colspan="7">Reducir la erosión hídrica y eólica ocasionada por la pérdida de vegetación, durante las actividades de preparación del sitio y prevenir o minimizar la aportación de sólidos, productos de la erosión, a cuerpos de aguas superficiales aledaños al proyecto.</td></tr>
<tr><td colspan="7">Medición y Cuantificación</td></tr>
<tr><td colspan="7">Registros fotográficos de estructuras construidas, áreas reforestadas e infraestructura retirada del sitio en la fase de cierre</td></tr>
<tr><td colspan="7">Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</td></tr>
<tr><td colspan="7">Registros fotográficos de las estructuras para contener partículas del suelo y mejoras de en las configuraciones finales de los cortes, producción o compra de planta para reforestar, así como las áreas reforestadas,</td></tr>
</table>

Tabla VI-4: Medida monitoreo de aguas superficiales

ID:	**M-04**					
Línea estratégica	**Monitoreo de aguas superficiales**					
Factor ambiental atendido						
Atmósfera	Geomorfología	Suelo	Agua	Fauna	Vegetación	Socioeconómico
			X			
Parámetro ambiental atendido						
Calidad del agua superficial, Calidad del agua subterránea						
Tipo de medida						
Prevención			Mitigación		Compensación	
Tiempo de aplicación						
Etapa de aplicación	Preparación de sitio	Construcción-Operación		Abandono	**Duración**	12 años
	X	X		X		
Descripción						
Para minimizar el impacto del arrastre de partículas del suelo expuesto por agua de lluvia y por las actividades de despalme, recuperación y almacenamiento de suelo; y para reducir la probabilidad de contaminación química que pudiera derivarse del proceso, se ejecutaran las siguientes actividades, según se requieran en cada etapa del proyecto. • Construcción de un cárcamo en la planta de beneficio que incluya el área de preparación de cianuro, tanque de preparación de Cn, tanques, tuberías de conducción de soluciones y almacén de cianuro de sodio. • Construcción de almacenes de materiales y residuos peligrosos y de manejo especial con las medidas de seguridad establecidas en las leyes, reglamentos y normas. • Neutralización de los patios de lixiviación y recubrimiento con suelo y vegetación, neutralización y retiro de los tanques y tuberías de procesos y retiro de los químicos residuales, en la fase de cierre. • Establecimiento de un programa que incluya el análisis semestral del mineral bajo riego dentro del sistema de lixiviación. • Se implementará un programa de monitoreo del agua superficial semestral en los puntos incluidos en la línea base.						
Meta						
Prevenir la contaminación de los cuerpos de agua superficiales aledaños al proyecto evitando el aporte de sustancias químicas generadas en el proceso.						
Medición y Cuantificación						
Resultados de Análisis de neutralización (Be, Cr, As, Se, Ag, Cd, Sb, Ba, Pb, Hg, Granulometría, pH, Pruebas balance ácido-base) para los sitios de interés, resultado de análisis semestrales del mineral de bajo riego y de los puntos establecidos en la línea base.						
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia						
Registros fotográficos de las estructuras para contener partículas del suelo y mejoras de en las configuraciones finales de los cortes, producción o compra de planta para reforestar, así como las áreas reforestadas, almacenes de materiales y residuos peligrosos.						

Tabla VI-5: Medida monitoreo de aguas subterráneas

ID:	**M-05**					
Línea estratégica	**Monitoreo de aguas subterráneas**					
Factor ambiental atendido						
Atmósfera	Geomorfología	Suelo	Agua	Fauna	Vegetación	Socioeconómico
			X			
Parámetro ambiental atendido						
Calidad del agua superficial, Calidad del agua subterránea						
Tipo de medida						
Prevención			Mitigación		Compensación	
Tiempo de aplicación						
Etapa de aplicación	Preparación de sitio	Construcción-Operación		Abandono	**Duración**	12
	X	X		X		

Descripción

Para minimizar los impactos de los acuíferos se implementarán las siguientes acciones:

- Mantenimiento y seguimiento de la impermeabilización con membranas de HDPE de las piletas de contención de soluciones con Cianuro.
- Instalación-construcción de dos piezómetros para monitoreo aguas arriba y aguas debajo de la planta.
- Monitoreo diario de los niveles de los piezómetros y análisis trimestral de los líquidos acumulados.
- Mantenimiento de la impermeabilización de planta de beneficio y de los almacenes de materiales y residuos peligrosos.
- Construcción y operación de una planta de tratamiento de aguas residuales.
- Se implementará un programa de monitoreo que incluye análisis semestral del mineral de los patios de Lixiviación.
- Canalización de los escurrimientos en la mina subterránea a depósitos para provocar su infiltración.
- Uso de agua subterránea para Actividades de barrenación y regado de áreas.
- En el caso de sospecha de alguna fuga de en piletas revisar procedimiento en documento IT-MAP-04 “Monitoreo del Sistema de Detección de Fugas en Piletas”.

Meta

Prevenir la contaminación de los cuerpos de agua subterráneos aledaños al proyecto evitando el aporte de sustancias químicas generadas en el proceso.

Medición y Cuantificación

- Número de mantenimientos de impermeabilización de planta de beneficio y de almacenes.
- Bitácora de registros de la planta de tratamiento.
- Resultados de los niveles diarios de los piezómetros.
- Resultados de los análisis trimestrales de los piezómetros.
- Resultados de análisis semestrales de las muestras de los patios de Lixiviación.

ID:	M-05
Línea estratégica	**Monitoreo de aguas subterráneas**
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	
Mantenimientos de impermeabilización, operación de la planta de tratamiento, monitoreo de niveles de piezómetros y monitoreos trimestrales y semestrales para detectar químicos utilizados en el proceso.	

Tabla VI-6: Medida conservación de suelo

ID:	**M-06**					
Línea estratégica	**Conservación de suelo**					
Factor ambiental atendido						
Atmósfera	Geomorfología	Suelo	Agua	Fauna	Vegetación	Socioeconómico
		X	X			
Parámetro ambiental atendido						
Calidad del suelo, Calidad del agua superficial.						
Tipo de medida						
Prevención		Mitigación		Compensación		
X		X				
Tiempo de aplicación						
Etapa de aplicación	Preparación de sitio	Construcción-Operación	Abandono	**Duración**	10	
		X	X			
Descripción						
La medida se refiere a la selección y acopio del suelo fértil. La actividad se complementa con el almacenamiento adecuado del suelo, de tal forma que se conserven sus propiedades. Las acciones a implementarse son: • Cuando sea factible, recuperación del suelo fértil presente en el proyecto, mismo que será almacenado de manera temporal en depósitos ubicados en áreas aledañas a la planta de beneficio y la Mina. • Para evitar pérdida, la capa superficial del suelo se almacenará de modo tal que se minimice la compactación, la pérdida de actividad microbiana y potencial de erosión, se prevé la construcción de monolitos protegidos con un erocamiento en una tercera parte de su elevación partiendo de la base. • Para la prevención de la erosión se proponen las primera cinco medidas preventivas y de mitigación mencionadas en la Medida 03 “monitoreo de aguas superficiales. • Además de todas las acciones anteriormente mencionadas, se deberá cumplir con lo mencionado en el documento IT-MAP-52 “Rescate y Preservación de Suelos orgánicos”						
Meta						
Reducir la pérdida de suelo fértil que será removido de manera que pueda ser reincorporado para rehabilitación del sitio durante la etapa de cierre del proyecto.						
Medición y Cuantificación						
Indicador de eficiencia						
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia						
La supervisión de la medida consiste de la verificación en campo de las Actividades de retiro o bien del registro fotográfico y documentado. La eficacia de la medida está referida a su realización, mientras que el indicador propuesto de eficiencia se constituye en la siguiente fórmula: IM_01 = SR/SER						

ID:	M-06
Línea estratégica	**Conservación de suelo**
Dónde: IM_01= Indicador de eficiencia de la Medida M-01 SR= Suelo recuperado y almacenado. SER= Suelo estimado a recuperar previo al arranque de la actividad. Con la finalidad de sustentar cualquier posible disminución en el volumen a recuperar, se incluirá dentro del registro fotográfico una imagen por perfil de suelo presente durante las excavaciones.	

Tabla VI-7: Medida rescate y re-ubicación de flora

ID:	**M-07**					
Línea estrategica	**Rescate y Re-Ubicación de Flora**					
Factor ambiental atendido						
Atmósfera	Geomorfología	Suelo	Agua	Fauna	Vegetación	Socioeconómico
					X	
Parámetro ambiental atendido						
Abundancia de vegetación. Especies de vegetación en alguna categoría de protección, Distribución de vegetación, Especies de fauna en alguna categoría de protección, Distribución de fauna						
Tipo de medida						
Prevención		Mitigación			Compensación	
X		X			X	
Tiempo de aplicación						
Etapa de aplicación	Preparación de sitio	Construcción-Operación		Abandono	**Duración**	2 años
	X	X		X		
Descripción						

Esta medida, está dirigida al rescate de especímenes, de vegetación y fauna, principalmente aquellos que pertenezcan a especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o sean endémicas. La actividad solo podrá ser iniciada a partir de que los polígonos a desplantar se encuentren marcados en campo.

Las medidas correspondientes se llevarán a cabo las etapas de preparación del sitio y operación de la infraestructura. Se implementará un programa de Vigilancia ambiental, el cual incluye las siguientes acciones:

- Acciones de prohibición de Actividades antropogénicas en el área, mediante letreros restrictivos de ingreso, cercado de zonas por donde pueda acceder el ganado, comunicación hacia los poseedores de los terrenos sobre los objetivos buscados, etc.
- Acciones de control de escurrimientos y erosión, ello a través de obras que permitan la retención de suelos. Para el diseño y ubicación de estas obras, será evaluada la condición prevaleciente dentro del terreno, y se buscará controlar procesos de erosión presentes y prevenir que el fenómeno se presente en áreas susceptibles.
- Acciones de control del fuego, incluyendo la prohibición explícita de Actividades riesgosas dentro del área, se restringirán tanto a propios como a Visitantes una serie de Actividades que conlleven el riesgo de ocasionar conatos de incendios, entre otras el fumar, acampar y días de campo y tirar envases de Vidrio, tales como botellas de refrescos.
- Se valorará la necesidad de construir brechas corta fuego perimetrales al área, en aquellos sitios en donde no existan espacios naturales que inhiban la propagación del fuego (cauces, áreas descubiertas, etc.), en caso de ser necesario, se informará y se obtendrán los permisos necesarios.
- Durante la etapa de operación, la Promovente producirá en un Vivero con capacidad para producir 50,000 plantas. El Vivero se enfocará a cultivar especies vegetales representativas de la región como lo son encinos, pinos, tascates, etc., como especies muy importantes a tener en cuenta, debido al estado de protección que guardan respecto a la legislación mexicana, se prevé la reproducción de dichas plantas in situ.
- Las Actividades relativas a la creación de nuevas áreas forestales, (reforestación) se dará principalmente en el periodo de cierre, las áreas de operación serán reforestadas.
- Para el rescate y reubicación particular de flora se utilizará la metodología mencionada en el documento IT-MAP-51 "Rescate y Preservación de Flora".

ID:	M-07
Línea estrategica	**Rescate y Re-Ubicación de Flora**
Meta	
Reducir la afectación a la flora silvestre por las Actividades del Proyecto, mediante el retiro y relocalización de individuos en zonas fuera y dentro del Proyecto y; recolectar, conservar el germoplasma para su reincorporación durante la rehabilitación del sitio.	
Medición y Cuantificación	
Indicador de Eficiencia Reportes mensuales	
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	
Se contará con los planes escritos, en donde se detalle cada una de las Actividades a realizar, previo al inicio de Actividades. De igual manera, al final de cada actividad, se hará un reporte escrito que señale el número de individuos relocalizados y, en el caso de la vegetación, un reporte del seguimiento de los especímenes. La supervisión de la medida consistirá en indicar si se cumplen o no los elementos de la siguiente lista de verificación, con la cual será valorada la eficacia: -¿Cuenta con plan escrito para el rescate y reubicación de flora? -Los planes ¿desglosan los pasos necesarios para realizar las Actividades pretendidas? -¿Los planes incluyen cronograma de Actividades? -¿Los planes incluyen instructivos para cada actividad? -¿Existen reportes de las Actividades de rescate y reubicación realizadas? -¿Los reportes de rescate y reubicación, incluyen el número, identificación, ubicación de origen y ubicación de destino de los especímenes manipulados? En cuanto a la eficiencia de la medida, se han considerado los siguientes indicadores: IM_02v = IvSt/IvR Dónde: IM_02v = Indicador de eficiencia del rescate de vegetación protegida para la Medida IvSt= Individuos de vegetación sobrevivientes en un momento determinado IvR= Individuos de vegetación rescatados	

Tabla VI-8: Medida ahuyentamiento y rescate de fauna

ID:	**M-08**					
Línea estratégica	**Ahuyentamiento y Rescate de Fauna**					
Factor ambiental atendido						
Atmósfera	Geomorfología	Suelo	Agua	Fauna	Vegetación	Socioeconómico
				X		
Parámetro ambiental atendido						
Abundancia de vegetación. Especies de vegetación en alguna categoría de protección, Distribución de vegetación, Especies de fauna en alguna categoría de protección, Distribución de fauna						
Tipo de medida						
Prevención			Mitigación		Compensación	
X			X		X	
Tiempo de aplicación						
Etapa de aplicación	Preparación de sitio	Construcción-Operación		Abandono	**Duración**	10 años
	X	X		X		
Descripción						
Esta medida, está dirigida al rescate de especímenes de fauna, principalmente aquellas que pertenezcan a especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o sean endémicas. La actividad solo podrá ser iniciada a partir de que los polígonos a desplantar que se encuentren marcados en campo. Las medidas correspondientes se llevarán a cabo las etapas de preparación del sitio y operación de la infraestructura. • En el caso de la fauna, durante las Actividades del proyecto se realizarán campañas de campo en las áreas de desmonte para ayudar en la movilización y manejo de la fauna, para ello también se deberá formar un equipo especial que incluya a biólogos especialistas en el manejo de los diferentes grupos, aves, mamíferos y herpetología. El grupo de trabajo será apoyado por personal local o de la empresa, este personal será capacitado en técnicas de manejo y tratamiento de todos los grupos, animales adultos y juveniles. • Antes de la implementación del programa se deberán seleccionar sitios adecuados para la liberación de los animales rescatados. Las áreas deberán tener corredores con vegetación densa y facilidades para el desplazamiento de los animales. Una vez que estén marcados los polígonos a desplantar se podrán realizar recorridos para ubicar posibles nidos y madrigueras de las especies protegidas. • La actividad de rescate de especies de fauna protegida se acompañará de Actividades que ahuyenten al resto de la fauna, tal como el uso de dispositivos generadores de ruido. La actividad debe ser realizada justo durante la actividad de desmonte, dejando el menor tiempo posible entre una y otra, de tal forma que los individuos desplazados no puedan regresar al hábitat original. • La fauna rescatada será liberada en los sitios aledaños al área a desplantar, con la mayor similitud posible al sitio de colecta. Los individuos rescatados deberán de ser marcados con la finalidad de contar con elementos para la valoración del programa. • En el documento IT-MAP-46 "Ahuyentamiento y Rescate de Fauna" se presentan algunas medidas específicas que se implementaran para cada grupo de animales.						
Meta						
Reducir la afectación a la Fauna silvestre por las Actividades del Proyecto, mediante el ahuyentamiento y rescate de individuos en zonas fuera y dentro del Proyecto.						

ID:	M-08
Línea estratégica	**Ahuyentamiento y Rescate de Fauna**
Medición y Cuantificación	
Indicador de Eficiencia Reportes mensuales	
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	
Se contará con los planes escritos en donde se detalle cada una de las Actividades a realizar, previo al inicio de Actividades. De igual manera, al final de cada actividad, se hará un reporte escrito que señale el número de individuos relocalizados, un reporte del seguimiento de los especímenes. La supervisión de la medida consistirá en indicar si se cumplen o no los elementos de la siguiente lista de verificación, con la cual será valorada la eficacia: -¿Cuenta con plan escrito para el rescate y reubicación de la fauna protegida? -Los planes ¿desglosan los pasos necesarios para realizar las Actividades pretendidas? -¿Los planes incluyen cronograma de Actividades? -¿Los planes incluyen instructivos para cada actividad? -¿Existen reportes de las Actividades de rescate y reubicación realizadas? -¿Los reportes de rescate y reubicación, incluyen el número, identificación, ubicación de origen y ubicación de destino de los especímenes manipulados? En cuanto a la eficiencia de la medida, se han considerado los siguientes indicadores: IM_02f = If_xRr_t/IfxR_0 Dónde: IM_02f = Indicador de eficiencia del rescate de fauna para la Medida If_xRr_t = Individuos marcados de fauna de la especie x recapturados en el tiempo t IfxR_0 = Individuos de fauna de la especie x	

Tabla VI-9: Medida adecuado manejo de residuos peligrosos

ID:	**M-09**					
Línea estrtégica	**<u>Adecuado manejo de residuos peligrosos</u>**					
Factor ambiental atendido						
Atmósfera	Geomorfología	Suelo	Agua	Fauna	Vegetación	Socioeconómico
X		X	X			
Parámetro ambiental atendido						
Calidad del suelo, Calidad del agua superficial, Calidad del aire						
Tipo de medida						
Prevención		Mitigación		Compensación		
X						
Tiempo de aplicación						
Etapa de aplicación	Preparación de sitio	Construcción-Operación		Abandono	**Duración**	10 años
	X	X		X		
Descripción						
La medida pretende minimizar el riesgo de contaminación del aire, suelo y agua, con los tipos de residuos peligrosos que se utilizan en el proyecto. Para lograrlo se deberán implementar las siguientes acciones durante toda la Vida útil del proyecto: • Se establecerá una rutina de limpieza de áreas, verificando que se retiren todos los desechos y basura de los sitios de trabajo diariamente. • Los contenedores de aceite, combustibles, líquidos producto de lavado de piezas y otras sustancias líquidas peligrosas, serán colocados sobre recipientes portátiles para contener derrames. • Los sobrantes de aceites, estopas contaminadas con sustancias o residuos peligrosos, deberán almacenarse temporalmente bajo las condiciones que establece la normatividad ambiental vigente. • Quedará prohibida la quema de los residuos sólidos incluyendo los residuos vegetales producto del desmonte, sólidos y/o peligrosos, como cartón, mecate, embalajes, estopas, guantes, trapos, etc. y materiales impregnados con grasa, solventes y/o aceites generados. • El piso del almacén temporal de residuos peligrosos será impermeabilizado con sistema de revestimiento y contará con un área con un sistema de contención secundaria. • Además de todas la acciones anteriormente mencionadas, se deberá cumplir con lo mencionado en los documentos IT-MAP-02 "Recolección transporte y disposición de Residuos Peligrosos” IT-MAP-22 “Manejo de residuos peligrosos”.						
Meta						
Prevenir la disposición inadecuada de residuos dentro del Proyecto o en áreas circundantes.						
Medición y Cuantificación						
Registros días sin incidentes, Registros/ Kg de residuos o en su caso L. y/o acuses por disposición final.						
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia						
Integración de bitácoras, grabaciones y registro fotográfico como evidencia del desarrollo de las Actividades, así como llevar los registros de las cantidades generadas, transportadas y enviadas a disposición final de acuerdo al						

ID:	M-09
Línea estrtégica	**Adecuado manejo de residuos peligrosos**
tipo de residuo que se trate. La supervisión de la medida consistirá de la siguiente lista de verificación, con la cual será valorada la eficacia: ¿Existe un documento que establezca el procedimiento para la clasificación, separación y el almacenamiento de residuos? ¿Dicho documento, es conocido por el personal de la Empresa Minera? ¿Las áreas para el almacenamiento de residuos están debidamente señaladas? ¿Las áreas para el almacenamiento de residuos cuentan con las medidas de seguridad conforme a la normatividad aplicable?	

Tabla VI-10: Medida adecuado manejo de residuos sólidos

ID:	**M-10**					
Línea estratégica	**<u>Adecuado manejo de residuos sólidos</u>**					
Factor ambiental atendido						
Atmósfera	Geomorfología	Suelo	Agua	Fauna	Vegetación	Socioeconómico
X		X	X			
Parámetro ambiental atendido						
Calidad del suelo, Calidad del agua superficial, Calidad del aire, Fauna						
Tipo de medida						
Prevención			Mitigación		Compensación	
X						
Tiempo de aplicación						
Etapa de aplicación	Preparación de sitio	Construcción-Operación		Abandono	**Duración**	10 años
	X	X		X		
Descripción						
La medida pretende minimizar el riesgo de contaminación del aire, suelo y agua, con residuos sólidos generados en el proyecto. Para lograrlo se deberán implementar las siguientes acciones durante toda la Vida útil del proyecto: • Se establecerá una rutina de limpieza de áreas, verificando que se retiren todos los desechos y basura de los sitios de trabajo diariamente. • Todos los residuos generados durante las diferentes etapas del proyecto deberán ser almacenados y dispuestos de conformidad con el Plan de manejo integral de residuos no peligrosos. • Se colocarán contenedores adecuados, suficientes y señalados para la colocación y separación de los diferentes tipos de desperdicios que se generen. La identificación mediante colores y letreros indicativos permitirá una separación inicial de residuos para posteriormente reciclar o reusar. • Además de todas las acciones anteriormente mencionadas, se deberá cumplir con lo mencionado en el documento IT-MAP-23 “Separación de Residuos Sólidos”.						
Meta						
Prevenir la disposición inadecuada de residuos dentro del Proyecto o en áreas circundantes.						
Medición y Cuantificación						
Registros días sin incidentes, Registros/ Kg de residuos o en su caso L. y/o acuses por disposición final.						
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia						
Integración de bitácoras, grabaciones y registro fotográfico como evidencia del desarrollo de las Actividades, así como llevar los registros de las cantidades generadas, transportadas y enviadas a disposición final de acuerdo al tipo de residuo que se trate. La supervisión de la medida consistirá de la siguiente lista de verificación, con la cual será valorada la eficacia: ¿Existe un documento que establezca el procedimiento para la clasificación, separación y el almacenamiento de residuos?						

ID:	M-10
Línea estratégica	**Adecuado manejo de residuos sólidos**
¿Dicho documento, es conocido por el personal de la Empresa Minera? ¿Las áreas para el almacenamiento de residuos están debidamente señaladas? ¿Las áreas para el almacenamiento de residuos cuentan con las medidas de seguridad conforme a la normatividad aplicable?	

Tabla VI-11: Medida rehabilitación de áreas degradadas

<table>
<tr><td>ID:</td><td colspan="7">M-11</td></tr>
<tr><td>Línea estratégica</td><td colspan="7"><u>Rehabilitación de áreas degradadas</u></td></tr>
<tr><td colspan="8">Factor ambiental atendido</td></tr>
<tr><td>Atmósfera</td><td>Geomorfología</td><td>Suelo</td><td>Agua</td><td>Fauna</td><td>Vegetación</td><td>Socio - económico</td><td>Paisaje</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td>X</td></tr>
<tr><td colspan="8">Parámetro ambiental atendido</td></tr>
<tr><td colspan="8">Uso de suelo, abundancia de la vegetación, distribución de vegetación, Especies de vegetación en alguna categoría de protección</td></tr>
<tr><td colspan="8">Tipo de medida</td></tr>
<tr><td colspan="3">Prevención</td><td colspan="3">Mitigación</td><td colspan="2">Compensación</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="3">X</td><td colspan="2">X</td></tr>
<tr><td colspan="8">Tiempo de aplicación</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Etapa de aplicación</td><td>Preparación de sitio</td><td colspan="2">Construcción-Operación</td><td>Abandono</td><td rowspan="2">Duración y periodicidad</td><td colspan="2" rowspan="2">6 años</td></tr>
<tr><td>X</td><td colspan="2">X</td><td>X</td></tr>
<tr><td colspan="8">Descripción</td></tr>
<tr><td colspan="8">Se contempla el uso de un Vivero forestal para la producción de especies locales. Se tendrá que trabajar con un plan a mediano y largo plazo, puesto que se requiere de la obtención de semillas locales, a través de un programa de recolección, donde se elijan las especies más adecuadas y de pronta emergencia; promoviendo el uso de esquejes o segmentos de las especies propias de la región. Para minimizar el impacto de las Actividades de desmonte y despalme, sobre el uso de suelo y vegetación, se implementarán las siguientes Actividades:

• Antes de iniciar las Actividades de preparación del sitio operación, se delimitarán previamente las áreas de afectación de las diferentes obras y Actividades del proyecto. Por ningún motivo se realizarán estas obras y Actividades fuera de las áreas delimitadas.
• El desmonte se llevará a cabo de manera gradual (por fases) y progresiva para minimizar el área expuesta a los efectos de la erosión particularmente durante la época de lluvias.
• No se realizarán Actividades de quema de maleza, uso de herbicidas o productos químicos durante las Actividades de desmonte o deshierbe del sitio del proyecto.
• Uso de técnica balanceada de corte y relleno que evita la necesidad de disponer de material producto de la excavación.
• Se conservará la cubierta vegetal en los tramos donde sea factible; así mismo, se buscará que la vegetación permanezca sin alteraciones.
• Por ningún motivo se debe descargar los desechos del desmonte en cuerpos de agua, o en quebradas donde puedan afectar el drenaje natural de las mismas.
• Además de todas las acciones anteriormente mencionadas, se deberá cumplir con lo mencionado en el documento IT-MAP-53 "Plan de Rehabilitación de Áreas Degradadas".</td></tr>
<tr><td colspan="8">Meta</td></tr>
<tr><td colspan="8">Mantener una abundancia optima de vegetación a través de la reforestación de especies locales en áreas estratégicas dentro del SA, dando prioridad a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</td></tr>
<tr><td colspan="8">Medición y Cuantificación</td></tr>
</table>

ID:	M-11
Línea estratégica	**Rehabilitación de áreas degradadas**
Supervivencia y crecimiento de los ejemplares reubicados y plantados en las áreas para rehabilitar.	
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	
La supervisión de la medida consiste de la verificación en campo mediante el registro fotográfico y documentado de cada una de las especies., Documentar la producción de especies en el vivero. Densidad de siembra, estimación de sobrevivencia por periodo en cada área reforestada, graficas de los principales indicadores.	

Tabla VI-12: Medida atención a fugas de cianuro

ID:	**M-12**						
Línea estratégica	**<u>Atención a Fugas de Cianuro</u>**						
Factor ambiental atendido							
Atmósfera	Geomorfología	Suelo	Agua	Fauna	Vegetación	Socio-económico	Paisaje
		X	X				
Parámetro ambiental atendido							
Uso de suelo, abundancia de la vegetación, distribución de vegetación, Especies de vegetación en alguna categoría de protección							
Tipo de medida							
Prevención			Mitigación			Compensación	
X			X				
Tiempo de aplicación							
Etapa de aplicación	Preparación de sitio	Construcción -Operación	Abandono	**Duración y periodicidad**	10 años		
	X	X	X				
Descripción							
La medida pretende minimizar el riesgo de contaminación del suelo, agua superficial y subterránea ante el posible riesgo de una fuga de Cianuro. Para lograrlo se deberán implementar las siguientes acciones durante la etapa operativa del proyecto: • Supervisión de la ejecución del mantenimiento y seguimiento de la impermeabilización con membranas de HDPE de las piletas de contención de soluciones con Cianuro. • Supervisión de la ejecución del mantenimiento de la impermeabilización de planta de beneficio. • Supervisar los mantenimientos de la infraestructura de piletas de Lixiviación, tuberías perimetrales en tuberías de patios de Lixiviación y planta ADR. • Construcción de un cárcamo en la planta de beneficio que incluya el área de preparación de cianuro, tanque de preparación de Cn, tanques, tuberías de conducción de soluciones y almacén de cianuro de sodio, el dique tendrá como única función, contener algún derrame que se produzca en una falla en donde se vean involucradas la falta de energía para sistemas de bombeo y una lluvia torrencial que por los efectos conjuntos, se rebase los diques de contención de los tanques y baterías de tanques en donde se contengan soluciones con cianuro. • En el caso de sospecha o reporte de fuga de CIANURO, se tienen que seguir los procedimientos indicados en los documentos: IT-MAP-04 "Monitoreo del Sistema de Detección de Fugas en Piletas” y MAP-11 “Fuga de solución de cianuro”							
Meta							
Prevenir contaminación de suelos, aguas superficiales y subterráneas por fugas de Cianuro.							
Medición y Cuantificación							
Registros días sin incidentes.							
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia							
Registro en bitácoras							

Tabla VI-13: Medida adecuado manejo de aguas residuales

ID:	**M-13**					
Línea estratégica	**Adecuado Manejo de Aguas Residuales**					
Factor ambiental atendido						
Atmósfera	Geomorfología	Suelo	Agua	Fauna	Vegetación	Socioeconómico
		X	X			
Parámetro ambiental atendido						
Calidad del Suelo, Calidad del agua superficial						
Tipo de medida						
Prevención		Mitigación			Compensación	
X						
Tiempo de aplicación						
Etapa de aplicación	Preparación de sitio	Construcción-Operación	Abandono	**Duración**	13 años	
		X	X			
Descripción						
La medida va dirigida a prevención de un potencial impacto a la calidad del agua, provocado por las descargas de aguas residuales.						
Meta						
Prevenir la contaminación del suelo y agua por descargas de aguas residuales no controladas						
Medición y Cuantificación						
Registro de m^3 de aguas generadas y bitácora de descarga a red de drenaje.						
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia						
Se contará con una bitácora para los registros de aguas generadas y descargadas, así como la realización de muestreos periódicos para determinar la calidad del agua. La supervisión de la medida consistirá de la siguiente lista de verificación, con la cual será valorada la eficacia: ¿Cuenta la Empresa Minera con un documento que describa el cumplimiento…?						

Tabla VI-14: Medida vigilancia ambiental

<table>
<tr><td>ID:</td><td colspan="7">M-14</td></tr>
<tr><td>Línea estratégica</td><td colspan="7"><u>Vigilancia Ambiental</u></td></tr>
<tr><td colspan="8">Factor ambiental atendido</td></tr>
<tr><td>Atmósfera</td><td>Geomorfología</td><td>Suelo</td><td>Agua</td><td>Fauna</td><td>Vegetación</td><td>Socio-económico</td><td>Paisaje</td></tr>
<tr><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td></td><td>X</td></tr>
<tr><td colspan="8">Parámetro ambiental atendido</td></tr>
<tr><td colspan="8">Todos los parámetros</td></tr>
<tr><td colspan="8">Tipo de medida</td></tr>
<tr><td colspan="3">Prevención</td><td colspan="3">Mitigación</td><td colspan="2">Compensación</td></tr>
<tr><td colspan="3">X</td><td colspan="3">X</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="8">Tiempo de aplicación</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Etapa de aplicación</td><td>Preparación de sitio</td><td colspan="2">Construcción-Operación</td><td>Abandono</td><td rowspan="2">Duración y periodicidad</td><td colspan="2" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>X</td><td colspan="2">X</td><td>X</td></tr>
<tr><td colspan="8">Descripción</td></tr>
<tr><td colspan="8">De manera general se preparará, implementará y dará cumplimiento a un Programa de Supervisión en el cual se designará a un responsable técnico en el sitio del Proyecto, para los aspectos críticos desde el punto de vista ambiental, con funciones y responsabilidades definidas, con la suficiente independencia para tomar decisiones, definir estrategias o modificar actividades nocivas.</td></tr>
<tr><td colspan="8">Meta</td></tr>
<tr><td colspan="8">Prevenir desviaciones en la implementación de las medidas de prevención, mitigación o compensación.</td></tr>
<tr><td colspan="8">Medición y Cuantificación</td></tr>
<tr><td colspan="8">Informes generales de la evaluación de la eficacia de las medidas aplicadas</td></tr>
<tr><td colspan="8">Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</td></tr>
<tr><td colspan="8">¿Existe un documento que establezca el procedimiento para llevar a cabo revisiones ambientales periódicas a las áreas del proyecto?
¿Dicho documento, es conocido por el personal de la Empresa Minera?
¿En este documento se incluyen las medidas de cumplimiento obligatorio para la Empresa Minera?
¿En el documento se incluyen los indicadores de eficiencia para el cumplimiento de las medidas?
¿Se establece una periodicidad para la presentación de informes de cumplimiento a la Gerencia?
¿Se establecen sanciones por el incumplimiento con las medidas de mitigación obligatorias?</td></tr>
</table>

Adicional a las medidas antes mencionadas el promovente pretende llevar a cabo un Plan de sensibilización y capacitación, el cual de manera general se presenta a continuación.

VI.1.1.3. Plan de sensibilización y capacitación

Con la intención de concienciar y reforzar la participación de los empleados, y de manera indirecta, personas de las comunidades vecinas a la localidad, se realizarán ciclos de pláticas o capacitaciones con el objetivo de crear conciencia sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales, los servicios ambientales que generan en la localidad y la importancia de las especies representativas de la localidad, de esta misma forma los empleados conocerán su responsabilidad en el cumplimiento de las disposiciones legales derivado de las actividades que realizan.

Los temas que se proponen para que sean impartidos en las capacitaciones o talleres de sensibilización ambiental, que se considera que pueden tener impacto se mencionan en la siguiente Tabla VI-15.

Tabla VI-15 Temas para capacitaciones o plan de sensibilización ambiental propuestas

Nombre de la capacitación	Dirigido a:
Importancia de los servicios ambientales que proveé el medio donde se desarrolla el Proyecto.	Vecinos de la localidad
Identificación de especies de flora y fauna y reglas de comportamiento.	Supervisores, Cuadrilla de Rescate y Trasplante Personal de Nuevo Ingreso
Identificación de especies de flora y fauna representativa de la región y su importancia	Vecinos de la localidad, Cuadrilla de Rescate y Trasplante, Personal de Nuevo Ingreso
Manejo de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos.	Supervisores, Jefes de Cuadrilla Contratistas, Personal de Nuevo Ingreso
Importancia de la conservación de los recursos naturales.	Supervisores, Jefes de Cuadrilla Contratistas
Manejo integral de residuos peligrosos	Supervisores, Jefes de Cuadrilla Contratistas, Personal de Nuevo Ingreso
Manejo integral de residuos no peligrosos Manejo integral de residuos mineros	Supervisores, Jefes de Cuadrilla Contratistas, Personal de Nuevo Ingreso
Identificación, manejo y almacenamiento de sustancias químicas	Supervisores, Jefes de Cuadrilla Contratistas, Personal de Nuevo Ingreso
Generación de composta	Supervisores, Jefes de Cuadrilla Contratistas, Personal de Nuevo Ingreso

Página intencionalmente dejada en blanco.

Corporación Ambiental de México, S.A. de C.V.
[redacted]

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Contenido

VII.1. Pronóstico del escenario 1
VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental 9
VII.2.1. Antecedentes 9
VII.2.2. Introducción 9
VII.2.3. Metas y objetivos 11
VII.2.4. Campo de aplicación y alcances 12
VII.2.5. Condiciones técnicas para la aplicación del PVA 12
VII.2.6. Organigrama y responsables 12
VII.2.7. Identificación de impactos ambientales 14
VII.2.8. Cronograma general para la aplicación de las medidas 16
VII.2.9. Seguimiento y control 22
VII.2.10. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas 35
VII.2.11. Incumplimientos y acciones preventivas y correctivas 36
VII.2.12. Formatos 38
VII.3. Conclusiones 49

Tablas

Tabla VII-1: Escenarios Ambientales del proyecto Mina La Yaqui Grande 3
Tabla VII-2:Cronograma general de trabajo para el proyecto Tajo Cerro Pelón 9
Tabla VII-3: Medidas de prevención y mitigación 11
Tabla VII-4: Identificación de aspectos e Impactos Ambientales 14
Tabla VII-5: Medidas técnicas de prevención, mitigación y compensación del PVA 15
Tabla VII-6: Procedimeinto operativos internos elaborados por MONSA 15
Tabla VII-7: Período de aplicación de las medidas de prevención y mitigación 17
Tabla VII-8: Medidas de prevención aplicadas en la etapa de preparación de sitio 24

Tabla VII-9: Medias de prevención y mitigación aplicadas en la etapa de Construcción y Operación.....28

Tabla VII-10: Medidas de prevención y mitigación aplicadas en la etapa de Abandono del Sitio y Cierre 33

Tabla VII-11 Presupuesto general contemplado para las medidas de prevención, mitigación y compensación 35

Tabla VII-12 Procedimiento para detectar incumplimientos e instrumentar acciones preventivas y correctivas:.....36

Anexos

Anexo VII-1: Procedimientos operativos de MONSA

VII.1. Pronóstico del escenario

Conforme al modelo de Ordenamiento Ecológico propuesto en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Sonora (POET), y el Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Sahuaripa (PROT), el SA y AP se encuentran dentro de la región y subregión, Sierra baja (UGA-100-0/03) y Centro Sierra, respectivamente. El principal enfoque hacia esta región debe ser la protección y conservación de su biodiversidad, al mismo tiempo la zona esta reconocida como una zona con potencial minero de oro y contemplando a la minería como la actividad productiva más importante de la región y tiene en cuenta que es la que causa un mayor impacto ambiental.

Si bien es cierto que el PROT en concordancia con otros instrumentos nacionales, refleja la preocupación en relación a los principales factores que amenazan el capital forestal no solo del estado de Sonora sino del país: la pérdida y degradación de zonas forestales, también lo es que para el desarrollo de actividades económicas que precisen dichos impactos ambientales, por lo que deberán realmente implementarse las medidas necesarias y suficientes que prevengan, mitiguen y/o compensen los mismos.

Considerando la información presentada en la sección IV.2.5 Diagnóstico ambiental en el Capítulo IV, los impactos potenciales identificados por las obras y actividades del proyecto (Capítulo V), así como el conjuto de medidas de prevención y mitigación (propuestas en el Capítulo VI y en este presente Capítulo). Se han realizado proyecciones, en las que se menciona el resultado de la aplicación de medidas o acciones preventivas, de mitigación y compensación sobre los impactos ambientales severos o críticos, ocasionados por el desarrollo de obras y actividades del proyecto, bajo 3 escenarios posibles:

- Escenario sin proyecto,
- Escenario con proyecto y sin medias, y
- Escenarios con proyecto y con medidas

En la Tabla VII-1 se presentan los 3 escenarios con base en el estado actual de los componentes ambientales del SA, los escenarios consideran la dinámica ambiental resultante de los impactos ambientales residuales, los mecanismos de autorregulación y la estabilización de los ecosistemas.

Altenativas del proyecto

Dada la naturaleza minera y las características de formulación del proyecto Mina La Yaqui Grande, NO se consideraron alternativas de ubicación-operación en esta MIA-P. Sin embargo, conviene resaltar las ventajas del proyecto en torno a los siguientes aspectos:

- El proyecto considera la extracción y uso de agua subterránea de un pozo instalado en el proyecto Mulatos, el cual ya esta autorizado.
- El royecto aprovechara algunas de las instalaciones de otros proyectos (Mulatos y Ampliación La Yaqui con la finalidad de impactar menos áreas, estas obras son: relleno sanitario, campamento, comedor, polvorines, almacén de combustibes, y planta de agua de tratamiento.
- El proyecto considera en su diseño la ampliación de una Planta Tratadora de Agua de Residuales instalada en el proyecto Ampliación La Yaqui, con la finaldad de poder tratar el agua utilizada en los servicios decomedro, oficinas y baños y poder reutilizarla en el riego de caminos y áreas de trabajo de ambos proyectos.
    - El proyecto considera la amplaicion de los tanques de almacenamiento de combustible que se encuentra en el proyecto Ampliación La Yaqui.
- El proceso de lixiviación será realizado con cianuro de sodio en el patio de lixiviación, esta superficie al igual que el sistema de piletas estarán impermeabilizadas lo cual evitará el riesgo de contaminación de los suelos y agua subterránea.
- El diseño operativo de la planta de beneficio considera un circuito cerrado, es decir, que se estará recirculando de manera permanente el agua utilizada en el proceso de lixiviación desde el patio de lixiaviación, piletas y plata ADR. Es decir, no habrá descargas de agua de este proceso.

Es importante mencionar que, la autorización y puesta en marcha del proyecto permitirá detonar la inyección de capital en la economía regional, sin embargo, se causarán impactos mencionados en el Capítulo V.

Tabla VII-1: Escenarios Ambientales del proyecto Mina La Yaqui Grande

Componente	Descripción a 2018	Descripción SIN proyecto	Descripción CON proyecto y SIN medidas de mitigación	Descripción CON proyecto y CON medidas de mitigación
Minería	Sonora ha sido tradicionalmente considerado como un Estado minero de gran importancia, entre los minerales metálicos, se tienen los principales yacimientos de cobre, molibdenos y oro del país. Para el Estado, la minería representa un sector estratégico que además de brindar a la entidad un importante dinamismo en materia de producción, inversión y empleo, impulsa el crecimiento económico sustentable de varias zonas rurales de nuestra geografía. En el municipio de Sahuaripa destacan las minas de Mulatos, la india y la Ciénega y en exploración las minas de Los Pinos (plata, plomo y zinc); la mina Argentina (oro); la mina Puebla (oro, plata, plomo y zinc) la mina El Víctor (oro); la mina La nueva Escondida (oro): la mina Alazana (oro). La mina El Jabalí (oro); la mina Ariel (cobre y molibdeno)[1].	Los proyectos de explotación de oro y cobre que destacan actualmente, algunos dentro de la misma región en la que se encuentra el proyecto autorizado son: Mulatos(Au), Ampliación La Yaqui(Au), Cerro Pelón (Au), El Chanate (Au), La India (Au), Álamo Dorado (Ag), Las Mercedes (Au), Noche Buena (Au), Soledad y Dipolo (Au), Milpillas (Cu), Luz del Cobre (Cu), Piedras verdes (Cu), entre otros. Según el documento Panorama Minero del estado de Sonora (SGM, diciembre 2016), en el año 2015 el estado se ubica en el primer lugar a nivel nacional en producción de oro con una producción total de 42 592 kg, lo cual, representa el 34.52% del total nacional. De acuerdo con la Cámara Minera de México (CAMIMEX) en su informe anual 2016, menciona que la industria minera mexicana es un sector productivo centenario que, a través de su aportación económica, histórica y cultural, ha sido y seguirá siendo una de las palancas estratégicas que apoyen el desarrollo y crecimiento de México.	De aprobarse el Proyecto Minera La Yaqui Grande SIN las medidas de mitigación. Se contribuirá al deterioro del medio ambiente, el paisaje y la vegetación natural del área. Por otra parte, el promovente estaría incumpliendo con las políticas ambientales establecidas en el POEGT, POET del estado de Sonora y el PROT de Sahuaripa.	De implementarse el proyecto con las medidas de mitigación propuestas, además de contribuir a cumplir con los instrumentos jurídicos vinculantes al proyecto, el promovente cumpliría con su principio de ser una empresa ambientalmente responsable, pudiendo ser un ejemplo en el sector minero, dada la efectividad de sus medidas propuestas.
Aire	No existen dentro del área de estudio (SA y AP) estaciones de montireo de la calidad del aire. Ello no es causa para suponer una buena calidad del aíre, en función de que la topografía es accidentada (ladera moderada)	Si, bien no existen fuentes de contaminación atmosférica fijas, el proyecto se encuentra en un área con actividades mineras preexistentes que tienen potencial de afectar los factores ambientales de los receptores comunitarios y la vida silvestre. Los proyectos del promovente más cercanos al presente proyecto son: mina	Dado que ya hay proyectos mineros en la región, el tránsito de vehículos y maquinaria es constante. Además, es importante mencionar que los habitantes de las comunidades y rancherías cercanas también circulan sobre estos caminos. En la temporada seca, puede ser un problema ya que se puede generar una	Operando el Proyecto con las medidas de prevención y mitigación planteadas, la emisión de partículas a la atmósfera resultará mínima ya que su aplicación es constante, al igual que en las áreas de los proyectos que operan actualmente.

[1] Programa Regional de Ordenamiento Territorial UTB Sahuaripa.

Componente	Descripción a 2018	Descripción SIN proyecto	Descripción CON proyecto y SIN medidas de mitigación	Descripción CON proyecto y CON medidas de mitigación
	lo que dificulta la dispersión de contaminantes generados por fuentes móviles. En cuanto a partículas, los caminos existentes para llegar hasta el sitio del proyecto, así como a las comunidades cercanas (Mulatos y Matarachi) son de terracería, por lo que al paso de los vehículos de los habitantes de dichas comunidades y de vehículos propios del proyecto dispersan particulas, esta dispersión de intensidfica durante la temporada seca.	Mulatos, situada aproximadamente a 3.5 km del proyecto y que se encuentra operando desde el 2005 y; mina Cerro Pelón uubicado a 3 km; y mina Ampliación La Yaqui, que limita n la parte sur del AP del proyecto en cuestión. Adicionalmente a las actividades mineras mencionadas, existen otras actividades que pueden influenciar la calidad de aire del SA tal como las actividades agrícolas y quemas asociadas, y el tránsito de vehículos en los caminos de terracería. Sin embargo, se sabe que en la región y área de proyecto existe actividad minera, además dentro del SA y AP se encuentran caminos sobre los que circulan los habitantes de las comunidades más cercanas al Proyecto. Durante la época de estiaje, la calidad del aire se ve afectada por la emisión de partículas suspendidas resultante del tránsito de vehículos. Otro tema son los incendios forestales que terminan repercutiendo en la calidad del aire, así como a las poblaciones de flora y fauna.	inconformidad en las comunidades cercanas que se ven afectadas por la falta de un control sobre la generación de partículas suspendidas y polvo. Por otra parte, de no implementarse un programa para la prevención y atención oportuna de incendios forestales, la calidad del aire en las inmediaciones del AP sigue estando en riesgo.	La posibilidad de prevención y combate oportuno a incendios forestales remite a una contribución significativa en la calidad del aire de la región. En el tema de ruido, los niveles no serán excesivos y no llegarán a las fuentes receptoras más cercanas, ya que las comunidades se encuentran aproximadamente 8 km de distancia. En las áreas de trabajo, los trabajadores contaran con equipo de protección especial necesario.
Agua	Se presume de una buena calidad del agua, lo cual es comprobable por el tipo de fauna encontrada en los cuerpos de agua cercanos al AP y en el SA. La calidad de agua podría determinarse haciendo un análisis con los resultados analíticos que se deben de tener de los monitoreos realizados en los proyectos cercanos (Mulatos y Ampliación La Yaqui) al pretendido proyecto. De manera puntual y especifica para el proyecto en cuestión, esto se confirmará o descartará una vez que el promovente	En el que caso de que no se apruebe el proyecto, debido a que la demanda de este es mínima al no requerirse agua para el proceso, no habría un efecto evidente en el abastecimiento de las comunidades cercanas.	El proyecto autorizado genera aguas sanitarias de los servicios a obreros de la construcción, empleados administrativos y personal técnico para la operación. De no implementarse medidas de prevención, y ante la carencia de drenaje en las comunidades cercanas, las aguas residuales serían dispuestas en fosas sépticas, generando un riesgo de afectación al agua subterránea y al suelo. Por su parte, en el caso de no contar con obras de drenaje pluvial adecuadas (básicas o complementarias), se corre el riesgo de que el	La colecta y disposición adecuada de aguas residuales, a través de terceros autorizados, permite disminuir significativamente el riesgo de afectación al agua subterránea y al suelo. Además, ya que se pretende usar agua tratada de la PTAR del proyecto Mulatos para actividades de control de polvos, la demanda de agua fresca disminuye. Por su parte, unas adecuadas obras de manejo de escurrimientos pluviales, permite mantener el balance hídrico, evitando además daños en camino de acceso y obras del proyecto.

Componente	Descripción a 2018	Descripción SIN proyecto	Descripción CON proyecto y SIN medidas de mitigación	Descripción CON proyecto y CON medidas de mitigación
	comience con los monitoreos y se analicen las muestras de agua.		agua de lluvias ocasione daños sobre las obras y procesos operativos del proyecto.	
Vegetación	La superficie del SA se encuentra predominantemente cubierta con vegetación de bosque de encino (BQ) 73.26% de la superficie tota, seguida de bosque de encino-pino (BQP) 12.94% y bosque de pino-encino (BPQ) solo con el 5.5%. El AP comprende una superficie de 620.68 ha, que están representadas de la siguiente manera: 264.37 ha (42.59%) de BQ, 324.30 ha (52.25%) de BPQ que representa la mayor parte; finalmente solo hay 32 ha (5.16%) ocupadas por agricultura. Estos tipos de vegateción natural son funcionales para ajustar y mantener procesos ecológicos esenciales. Esto es, los flujos de materia y energía se mantienen, dando continuidad a los ciclos biogeoquímicos. De las 300 especies registradas solo 5 se encuentran en alguna categoría de riesgo por la normatividad mexicana.	Aun sin el proyecto La Yaqui Grande, el escenario tendencial es una lenta degradación del cambio de uso del suelo de lo forestal a tierras de agostadero, lo que afectaría la abundancia de la vegetación natural a un largo plazo.	De no realizarse el rescate de suelo fértil, el rescate y reubicación de especies de vegetación presentes en la zona que se pretende impactar (256.03 ha), se corre el riesgo de una disminución del patrimonio genético de las poblaciones y degradación rápida de estos recursos. Por otro lado, en el caso de realizar el desmonte y despalme de forma desordenada implica el incremento los procesos de erosión en la zona.	El rescate de suelo fértil asi como su conservación permitirá que se facilite la regeneración de la vegetación en las actividades de restauración y reforestación. Una correcta aplicación del rescate y reubicación de especies en la superficie solicitada para el proyecto, contribuirá al buen estado de las poblaciones vegetales y, en sí, de los ecosistemas presentes en el SA. Adicionalmente, el uso de la vegetación troceada, procedente del desmonte y despalme para cubrir superficies propensas a la erosión, contribuye a la disminución de los procesos erosivos y a la fertilización de los suelos.
Fauna	En el SA se registraron 286 especies, de las cuales 14 corresponden a peces, 9 anfibios, 26 reptiles, 43 mamiferos y 194 aves. 17 (5.9%) de ellas en alguna categoría de riesgo según la NOM-SEMARNAT-059-2010.	Aún sin la autorización del proyecto, es evidente que la abundancia de fauna dentro de las áreas de trabajo es mínima dado a las actividades que se realizan actualmente y a los ruidos generados por los proyectos mineros de la zona.	En el caso de no implementar el rescate y reubicación de fauna de lento desplazamiento, previamente al desmonte y despalme en la superficie requerida para la ocupación de las obras (256.03 ha) traerá consigo afectaciones en las poblaciones de animales. De no implementarse el rescate y reubicación de especies de fauna, se tendrá una disminución en la reserva genética de las	Las acciones de rescate y reubicación de fauna, abren la posibilidad de conservación de la reserva genética de las poblaciones de fauna. Estas acciones ayudan a concienciar a los trabajadores y personas de las comunidades cercanas sobre el tema de protección y conservación de la fauna.

Componente	Descripción a 2018	Descripción SIN proyecto	Descripción CON proyecto y SIN medidas de mitigación	Descripción CON proyecto y CON medidas de mitigación
			especies que pudieran estar dentro de esta área. En caso de no realizarse el promovente no cumpliría con su principio de empresa ambientalmente responsable y se pone un freno al desarrollo de proyectos de este tipo en la misma región.	
Uso de suelo	Los porcentajes por la ocupación de actividades antropogénica, tales como tierras de agostadero e incendios, así como la industria minera en la región, han repercutido en la continuidad espacial de los ecosistemas.	La tendencia observada durante los trabajos de campo que CAM ha realizado para diferentes Estudios, es que la superficie con vegetación forestal natural también puede perderse a causa del incremento de superficies utilizadas como tierras de agostaderos, tala ilegal, además de los incendios. Según CONAFOR el estado de Sonora ocupa el tercer lugar en incendios y superficie afectada [2]. Estas tres son actividades que les generan un ingreso económico a los propietarios de los predios.	De no implementarse medidas de prevención y mitigación, el cambio del uso del suelo puede continuar en detrimento de la región, siendo un factor para acelerar la fragmentación de los ecosistemas.	Acciones para la conservación de suelo tales como. Mantenimiento del suelo fertíl, revegetación, reforestción y restauración, así como la implementación de prácticas constructivas que disminuyan o al menos controlen los procesos erosivos, contribuirán a que los usos del suelo se mantengan conforme a lo señalado en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del estado de Sonora, además de contribuir a poner freno a la posible fragmentación de los ecosistemas en las zonas ocupadas por la actividad minera. Resaltamos que el Cambio de uso de Suelo, solo se realizará en las áreas autorizadas (aproximadamente 256.03 ha), por otra parte cada vez que el diseño de las obras permita mantener vegetación dentro de las áreas de trabajo se respetará.
Residuos	Las comunidades cercanas al proyecto no cuentan con infraestructura para la disposición y tratamiento de los residuos que generan.	Actualmente hay proyectos mineros en esa región que generan diferentes tipos de residuos, entre estos: mina Mulatos y Ampliación La Yaqui y recientemente autorizado mina Cerro Pelón. Estos proyectos	Actualmente el promovente implementa y lleva a cabo un programa de manejo y disposición para residuos sólidos, metálicos y peligrosos en	Los programas establecidos por el promovente permiten un adecuado manejo y disposición de los diferentes tipos de residuos, estos programas permiten atender a las prácticas efectivas de reducción, reúso y reciclado de los residuos y

[2] Reporte Semanal de Incendios Forestales 2017. CONAFOR, México, 2017.

Componente	Descripción a 2018	Descripción SIN proyecto	Descripción CON proyecto y SIN medidas de mitigación	Descripción CON proyecto y CON medidas de mitigación
	Se han observado tiraderos a cielo abierto, lo cual representan una amenaza a la contaminación del agua subterránea y suelo. En el tema de residuos peligrosos, el tema resulta más alarmante, ya que en las comunidades se sabe que se generan este tipo de residuos debido al empleo informal o indirecto que se deriva de otros proyectos mineros de la zona. Los proyectos mineros que operan actualmente han dispuesto correctamente los residuos (organicos, urbanos, de manejo especial y peligrosos) generados por sus actividades, esto se ha confirmado a través de los informes de cumplimiento de cada uno de los proyectos.	se consideran generadores formales y regulados de residuos peligrosos (aceites de lubricación gastados). En las comunidades se generan residuos peligrosos derivado de un empleo informal, estos negocios no están considerados como generadores formales. Aun así, hasta este momento no se ha desarrollo infraestructura para su manejo adecuado por parte del gobierno. Esto ocasiona que se sigan originando tiraderos a cielo abierto y contaminación.	otros proyectos como Mulatos y Ampliación La Yaqui. De no implementarse estas acciones para el adecuado manejo de los diferentes tipos de residuos, en la superficie requerida para el proyecto La Yaqui Grande se corre el riesgo de que éstos terminen afectando la calidad de los suelos, de los escurrimientos superficiales de agua pluvial y al agua subterránea.	realizar una adecuada disposición de los aceites de lubricación e hidráulicos gastados generados en el proyecto. El promovente construira conforme a lo establecido en la legislación y normatividad en materia de residuos los amacenes en donde se almacenarán de manera temporal los residuos peligros y de manjeo especial. Este proyecto hará uso de la infrestructura existente en el proyecto Mulatos, tal como el relleno sanitario.
Paisaje	Como elemento integrador de los componentes del ambiente, el paisaje resulta un indicador de rápida verificación. Este factor se encuentra en su mayoría bien conservado de acuerdo con la carta de Uso de suelo y vegetación serie V de INEGI. Con respecto a la característica de naturalidad, el SA se encuentra en buen estado de conservación, esto de acuerdo a la superficie de ocupada con vegetación sin presentar alguna etapa de sucesión ecológica. En términos de aislamiento, no se considera al SA como un ecosistema aislado, pues comparte características estructurales y funcionales con los ecosistemas que lo rodean y con los de la región según el PROT. Por otra parte, de acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, el municipio de	Al no existir proyecto que enfoquen recursos para prevenir y atacar la generación de incendios dentro de los terrenos pretendidos para el desarrollo del proyecto, es posible que los riesgos continúen por posibles conflagraciones o accidentes por lo que los incendios podrán presentarse y crecer en tanto no sean atendidas oportunamente, ocasionando también afectaciones al paisaje.	La implementación del proyecto, sin medidas de prevención y mitigación, resulta altamente modificadora del ambiente y, en consecuencia, desincentiva el desarrollo de proyectos similares dentro de la misma región.	La oportunidad de implementar el proyecto, atendiendo medidas de prevención, mitigación y restauración por los impactos, incluyendo zonas de reforestación, restauración, reconfiguración del relieve, así como monitoreos confirmatorios que determinen la calidad de los factores ambientales, a fin de evitar que los observadores identifiquen un paisaje antropizado permitirá una mejor percepción y aceptación del público hacia este tipo de proyectos y una permanencia de los recursos que han sido impactados en la zona del proyecto una vez que se conluyan todas sus actividades.

Componente	Descripción a 2018	Descripción SIN proyecto	Descripción CON proyecto y SIN medidas de mitigación	Descripción CON proyecto y CON medidas de mitigación
	Sahuaripa tiene un alto riesgo a sufrir sequias, valor muy alto a ondas cálidas, y alta susceptibilidad a deslizamientos de laderas. Estos factores pueden ocasionar cambios en el paisaje.			

VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental

VII.2.1.Antecedentes

Como se ha mencionado en el Capítulo II, el promovente ha desarrollado varios proyectos mineros en la misma región, inicia operaciones en el año 2005 con el **proyecto Mulatos** realizando actividades de explotación de mineral a tajo abierto y procesamiento del mineral para la producción de doré (barra metálica de oro y plata), mediante el proceso de lixiviación en patios de lixiviación con solución de cianuro de sodio, recuperación de valores en columnas de carbón activado, electro deposición electrolítica y fundición. En el **2016 se autoriza el proyecto La Yaqui,** el cual posteriormente se modifica y autoriza en el **2018 a proyecto Ampliación La Yaqui,** proyecto con operaciones similares que el proyecto Mulatos. Recientemente también cuentan con la autorización para la realización de la explotación a cielo abierto y trituración del material en el proyecto **Cerro Pelón.** Para el beneficio de este de aprovecha la infraestructura instalada del proyecto Mulatos.

Para cada uno de los proyectos antes mencionados, el promovente ha implementado desde el año 2005 **políticas, instrucciones de trabajos, procedimiento, planes y programas de trabajo**, los cuales contienen diferentes estrategias y acciones enfocadas para atender los posibles impactos ocasionados por las actividades de explotación minera y en su caso las actividades de beneficio del mineral.

VII.2.2.Introducción

El proyecto en cuestión, **Mina La Yaqui Grande** consiste en la explotación, trituración y beneficio del mineral a través de un proceso de lixiviación con cianuro de sodio, la vida útil del proyecto esta proyectada en 10 años y considera 3 etapas.

En cada una de las etapas se realizarán diferentes actividades, las cuales pueden ser temporales o permanentes (véase Tabla VII-2).

Tabla VII-2:Cronograma general de trabajo para el proyecto Tajo Cerro Pelón

Etapa de preparación de sitio	Etapa de Construcción y operación	Etapa de cierre y abandono
Delimitación de áreas	Excavaciones, cimentaciones, nivelaciones y compactación para la construcción de **15 obras principales**	Desmantelamiento y clausura de áreas
Rescate de flora y fauna	Caminos	Detoxificación del patio de lixiviación
Desmonte	Operación de minado	Actividades de restauración
Rescate de suelo fértil	Trituración	
Rehabilitación y construcción de caminos	Acarreo del mineral	
	Proceso de beneficio en patio de lixiviación	
	Mantenimiento a maquinaria y equipo	

Estas obras y actividades se hprentenden desarrollar en una superficie de 256.03 ha, las cuales sustentan vegetación forestal, 116.87 ha de bosque de encino, 113.58 ha de bosque de pino-encino y 25.58 ha de agricultura de tepomporal anual.

Por lo anterior y considerando la presencia de otros proyectos, así como el estado actual de los factores y parámetros ambientales, es importante que la aplicación de medidas o acciones preventivas, de mitigación o compensación se lleven a cabo en tiempo y forma en los sitios clave así como en los seleccionados por el promoventes, los cuales han de ser seleccionados bajo criterios y previamente al inicio de cualquiera de las actividades consideradas por el proyecto.

Para que la aplicación de estas medidas sea exitosa es necesario realizar antes del desarrollo de cualquier obra o actividad un análisis de los sitios a fin de identificar aquellas en las que se podrán o no implentar las medidas mencionadas en este documento.

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) es un documento técnico que establece el control de la calidad de los componentes ambientales donde se desarrolla el proyecto, en él se establecen los sistemas utilizados en la medición y control de cada uno de los parámetros físicos, bióticos y socioeconómicos.

Este PVA, para efectos prácticos, se propone de manera que sea un auténtico sistema de seguimiento y control, que garantice el cumplimiento de las medidas para minimizar los impactos generados por el desarrollo de este proyecto.

Así, este PVA, es, por su propia naturaleza, de carácter dinámico, por lo que podrá ser modificado y actualizado; siempre y cuando las circunstancias así lo requieran.

Las medidas o acciones que se implementarán son de carácter preventivo, de mitigación y compensación, dichas acciones estan establecidas en las **actuales políticas, instrucciones de trabajos, procedimiento, planes y programas de trabajo** del promovente. Este conjunto de medidas se ha implementado en los proyectos de **La Yaqui, Ampliación La Yaqui, también se pretenden llevar a cabo en el proyecto Tajo Cerro Pelón**, así como en el proyecto en cuestión. Además, se sumán otras acciones, que de acuerdo a la experiencia del sector minero han resultado exitosas en otros proyectos.

En la Tabla VII-3, se mencionan, por componente ambiental las medidas o acciones que se realizarán sobre la superficie solicitada para este proyecto. Para fines prácticos se identifican las medidas por la letra **“M”** seguido de un **número consecutivo**. El nombre de las medidas indica la Linea estratégica[3] que ha de atenderse.

Dentro de estas medidas hay algunas que son exclusivas de prevención o mitigación y otras que dependiendo del tipo de impacto y la valoración del mismo podrán ser aplicadas tanto para prevenir como para mitigar (medidas de doble fin), otras como el caso de las medidas de monitoreo solo son confirmatorias, es decir, a través de los resultados analíticos el promovente tendrá la obligación de confirmar o descartar a la autoridada competete, los cambios que indiquen algun tipo de contaminación al recurso hídrico por las construcción de obras o el desarrollo de sus actividades.

[3] Línea estratégica: entendiéndose por línea estratégica la agrupación de los impactos potenciales de acuerdo a su tipo, o bien al tipo de medida de mitigación.

Tabla VII-3: Medidas de prevención y mitigación

Número Medida	Nombre de ficha técnica/Medida	Tipo de medida
M-01	**Control de gases y partículas fugitivas**	Prevención y mitigación
M-02	**Prácticas de gestión de diseño y construcción de instalaciones**	Prevención
M-03	**Acciones para el Control de la Erosión**	Prevención
M-04	**Monitoreo de aguas superficiales**	Confirmatoria
M-05	**Monitoreo de aguas subterráneas**	Confirmatoria
M-06	**Conservación de suelo**	Prevención y mitigación
M-07	**Rescate y Re-Ubicación de Flora**	Prevención y mitigación
M-08	**Rescate y Re-Ubicación de fauna**	Prevención y mitigación
M-09	**Adecuado manejo de residuos peligrosos**	Prevención
M-10	**Adecuado manejo de residuos sólidos**	Prevención
M-11	**Rehabilitación de áreas degradadas**	Mitigación
M-12	**Atención a Fugas de Cianuro**	Prevención y mitigación
M-13	**Adecuado manejo de aguas residuales**	Prevención
M-14	**Vigilancia Ambiental**	Prevención y mitigación

VII.2.3.Metas y objetivos

La meta de este PVA es la de llevar a buen término las medidas o acciones aquí propuestas para el proyecto Mina La Yaqui Grande, las cuales están destinadas a la prevención, minimización y compensación de las afecciones ambientales. Además, de permitir el seguimiento de la cuantía de los impactos, detección de posibles impactos no previstos, así como la posible articulación de medidas correctoras in situ, en caso de que las planificadas se demuestren insuficientes.

Los principales **objetivos** del PVA son:

1. Controlar la correcta ejecución de las medidas o acciones preventivas, de mitigación o compensación.
2. Comprobar la eficacia de las medidas establecidas y ejecutadas. Cuando una o más medidas resulten ineficaces, determinar las causas y establecer las medidas adecuadas y nuevos objetivos.
3. Verificar los impactos previstos y detectar impactos no previstos y proponer las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
4. • Seleccionar indicadores ambientales fácilmente mensurables y representativos.
5. Proporcionar resultados específicos de los valores reales de impacto ambiental alcanzado por los indicadores ambientales preseleccionados, respecto a los previstos.

VII.2.4.Campo de aplicación y alcances

Las disposiciones del PVA son aplicables a todos los procesos involucrados en el proyecto Mina La Yaqui Grande, desde la selección de contratistas y la contratación de personal hasta la terminación de los trabajos de explotación y la ejecución del **Plan de rehabilitación** en la etapa de abandono.

VII.2.5.Condiciones técnicas para la aplicación del PVA

- Conocer las obras y características del proyecto Mina La Yaqui Grande y las medidas y acciones propuestas en este documento.
- Coordinar la aplicación de medidas correctoras a cada una de las áreas correspondientes.
- Realizar reuniones quincenales con la intención de actualizar, replantear, informar las acciones realizadas o reportes de incidentes que se detectan como parte de la supervisión continua e informar si hay cambios de éstas.
- Identificar e informar sobre las posibles variaciones ambientales sobre el proyecto.
- Comprobación de que se acota correctamente la superficie del proyecto, fuera de la cual no deben ejecutarse actuaciones del proyecto.
- Al final de la vigilancia se realizará una Minuta que recoja los puntos relevantes durante el desarrollo de las obras, los problemas planteados y las correspondientes soluciones aplicadas y el control de la aplicación de las medidas correctoras.

VII.2.6.Organigrama y responsables

La supervisión y aplicación de este PVA implica la participación de todas las áreas de la empresa, desde el área administrativa hasta la operativa, así como a los contratistas, y es necesario que todo el personal conozca cómo está constituido, ya que solo así, sabrán a quién dirigirse en caso de emergencia, si se presenta una queja o simplemente si se desea hacer propuestas para mejorar las áreas.

Figura VII.1, se presenta el organigrama general para la implementación del PVA. Es importante mencionar que la jerarquía y participación considerada es tentativa, más no limitativa; por tanto, este puede modificarse para ser ajustado a las necesidades derivadas de la implementación del proyecto, toda vez que sea necesario.

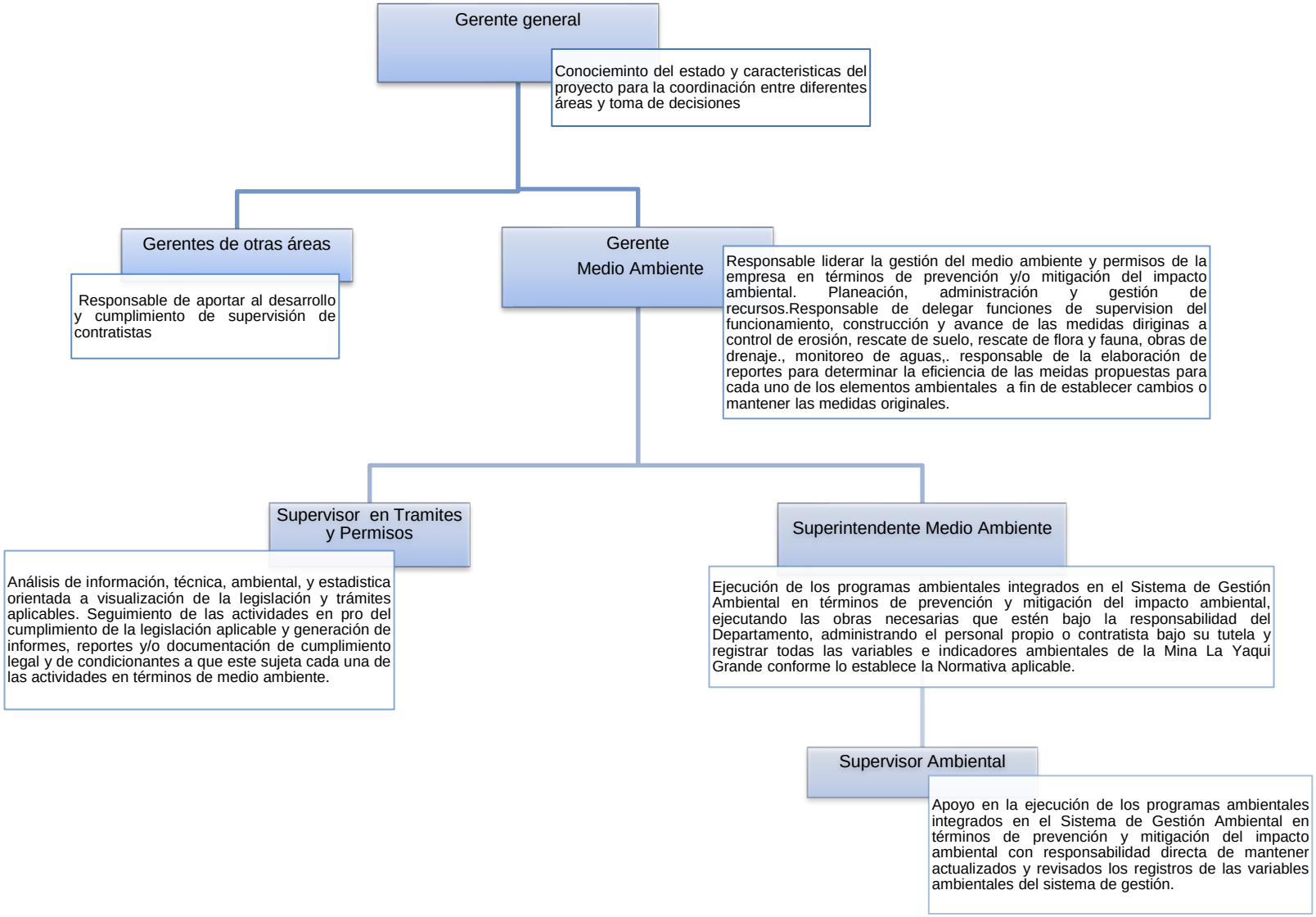


Figura VII.1: Organigrama para la supervisión y ejecución del PVA

VII.2.7.Identificación de impactos ambientales

Se han identificado un total de 222 interacciones, de las cuales 67 se presentan en la etapa de preparación del sitio, 90 en la etapa de construcción y operación y 65 para la etapa de cierre y abandono. En la Tabla VII-4 se presenta un resumen general de los principales componentes ambientales afectados por las actividades proyecto Mina La Yaqui Grande (Ver Capítulo V de la MIA-P).

Tabla VII-4: Identificación de aspectos e Impactos Ambientales

Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Desmonte y despalme	Cambio de Uso de Suelo	Afectación del suelo
	Erosión	Afectación del suelo y calidad del agua
	Abundancia de flora y fauna	Afectación de abundancia y diversidad
	Emisión de ruido.	Afectación de calidad del aire
	Emisión de partículas suspendidas.	Afectación de calidad del aire.
	Retiro de capa superficial de suelo.	Afectación de flora y fauna, Afectación del suelo y calidad del agua
	Generación de residuos peligrosos.	Afectación de suelo y calidad de agua superficial y subterránea
Barrenación	Emisión de ruido.	Afectación de calidad del aire
	Emisión de partículas suspendidas.	Afectación de calidad del aire.
	Generación de residuos peligrosos.	Afectación de suelo.
Detonación	Cambio de Uso de Suelo	Afectación del suelo
	Erosión	Afectación del suelo y calidad del agua
	Emisión de ruido.	Afectación de calidad del aire
	Emisión de partículas suspendidas.	Afectación de calidad del aire.
Operación de minado (Acarreo, transporte y trituración)	Emisión de ruido.	Afectación de calidad del aire
	Emisión de partículas suspendidas.	Afectación de calidad del aire.
	Generación de residuos sólidos residuos peligrosos.	Afectación de suelo y calidad de agua superficial y subterránea
Mantenimiento de caminos	Emisión de ruido.	Afectación de calidad del aire
	Emisión de partículas suspendidas.	Afectación de calidad del aire.
	Generación de residuos peligrosos.	Afectación de suelo y calidad de agua superficial y subterránea

Para atender los 222 impactos identificados (de los cuales 145 son negativos y 77 son positivos) por el desarrollo del proyecto, se ha propuesto un conjunto de 14 Medidas (fichas técnicas) que incluyen varias acciones que están dirigidas a prevenirlos, mitigarlos y compensarlos; estas medidas y sus acciones deberán ser aplicadas y ejecutadas durante la permanencia del proyecto.

En la Tabla VII-5 se muestran estas medidas, el tipo de medida, así como los impactos atendidos a través de las acciones que se consideran en cada una de éstas.

Por otro lado, para de reforzar el conjunto de medidas antes mencionadas también se implentarán algunos de los Procedimientos que han sido elaborados e implementados por el promovente en otros proyectos (Mulatos principalmente, Amplaición La yaqui y Cerro Pelón), para ejecutarse de manera simultánea con las medidas de prevención y mitigación con el objetivo de tener moyor probabilidad de éxito en el cuidado, protección y permanencia de los recursos naturales existentes en la zona.

Los nombres de los procedimientos y sus claves de referencia se muestran en la siguiente Tabla VII-6. Las fichas técnicas para visualizar los procedimientos completos se pueden consultar en la sección de **Anexos** de este PVA

Tabla VII-5: Medidas técnicas de prevención, mitigación y compensación del PVA

Número Medida	Nombre de ficha técnica/Medida	Tipo de medida
M-01	**Control de gases y partículas fugitivas**	Prevención y mitigación
M-02	**Prácticas de gestión de diseño y construcción de instalaciones**	Prevención
M-03	**Acciones para el Control de la Erosión**	Prevención
M-04	**Monitoreo de aguas superficiales**	Confirmatoria
M-05	**Monitoreo de aguas subterráneas**	Confirmatoria
M-06	**Conservación de suelo**	Prevención y mitigación
M-07	**Rescate y Re-Ubicación de Flora**	Prevención y mitigación
M-08	**Rescate y Re-Ubicación de fauna**	Prevención y mitigación
M-09	**Adecuado manejo de residuos peligrosos**	Prevención
M-10	**Adecuado manejo de residuos sólidos**	Prevención
M-11	**Rehabilitación de áreas degradadas**	Mitigación
M-12	**Atención a Fugas de Cianuro**	Prevención y mitigación
M-13	**Adecuado manejo de aguas residuales**	Prevención
M-14	**Vigilancia Ambiental**	Prevención y mitigación

Tabla VII-6: Procedimeinto operativos internos elaborados por MONSA

Nombre del Instrumento	ID de Referencia del procedimiento
Programas de Trabajo (MAP)	
Aguas Superficiales y Subterráneas	MON-MAP-A-01
Procedimiento de Plan de Emergencia Ambiental Fuga de Solución con Cianuro	MON-MAP-11

Nombre del Instrumento	ID de Referencia del procedimiento
Programa interno de MONSA para el monitoreo y vigilancia ambiental	En elaboración por parte del promovente
Instrucciones de trabajo (IT)	
Recolección, transporte y disposición de Residuos Peligrosos	IT-MAP-02
Monitoreo del Sistema de Detección de Fugas en Piletas.	IT-MAP-04
Manejo de Residuos Peligrosos	IT-MAP-22
Separación de Residuos Sólidos	IT-MAP-23
Protección y Rescate de Fauna Silvestre	IT-MAP-46
Rescate y Preservación de Flora	IT-MAP-51
Rescate y Preservación de Suelos orgánicos	IT-MAP-52
Plan de Rehabilitación de Áreas Degradadas	IT-MAP-53
Manejo de Residuos Metálicos	IT-MAP-54

VII.2.8.Cronograma general para la aplicación de las medidas

De manera general en la Tabla VII-7 se presentan todas las acciones consideras dentro las 14 medidas, procedimeintos operativos internos de MONSA (instrucciones y programas de trabajo) mencionadas anteriormente, así como los tiempos de su aplicación y ejecución.

Tabla VII-7: Período de aplicación de las medidas de prevención y mitigación

Medidas de prevención y mitigación aplicables en las etapas del Proyecto			**Años** / **Etapa de aplicación/ejecución**													
Línea estratégica	**Medida**	**Actividad a Realizar**	**PS**		**CO**										**AB-C**	
			1		**2**	**3**	**4**	**5**		**6**	**7**	**8**		**9**	**10**		**11**	**12**
Control de gases y partículas fugitivas	M-01	Riego en caminos y áreas de trabajo durante la temporada de secas																
		Mantenimiento a equipo y maquinaria para mantener el equipo en condiciones óptimas de operación y minimizar la generación de gases y partículas.																
		Instalación de equipos de control de emisiones de gases y partículas en fuentes fijas en laboratorio																
		Instalación de sistemas de control, (aspersores de agua, colectores de polvo, casas de bolsas) para el control de partículas en trituración.																
		De ser necesario el uso de supresores de polvo en bandas y trituración se realizará su aplicación dependiendo de las condiciones de operación y proceso.																
		En la banda trasportadora colocar domos de protección para minimizar la generación de material particulado, manteniendo la infraestructura con adecuada supervisión para su correcta operación.																
		Control de voladuras																
Prácticas de gestión de diseño y construcción de instalaciones	M-02	Minimizar el ancho del camino y el área alterada y usar ángulos de talud estables en cortes y terraplenes. **Cada vez que sea necesario**																
		Evitar la alteración de los patrones naturales de drenaje con el diseño adecuado de sistemas de canales de desvío de agua.																
		Proporcionar drenaje superficial adecuado y subdrenaje donde sea necesario																
		Reducir la erosión colocando cubiertas vegetales o físicas sobre el terreno en cortes, terraplenes, salidas de drenajes y cualquier zona expuesta o alterada.																
Acciones para el control de la erosión	M-03	Construcción de obras de represo necesarias, como gaviones y represas de piedra aguas abajo del tajo, así como en las obras de desvío de las aguas de lluvias aledañas al Proyecto, conforme se realiza el avance de obras de construcción y operación.																
		Realización de prácticas de control de escurrimientos y sedimentos para evitar la alteración de cauces.																

Medidas de prevención y mitigación aplicables en las etapas del Proyecto			Años / Etapa de aplicación/ejecución																	
Línea estratégica	Medida	Actividad a Realizar	PS		CO														AB-C	
			1		2	3	4	5		6	7	8		9	10		11	12		
		Mejora de las configuraciones finales de los cortes y rellenos para disminuir el impacto en escorrentías.																		
		Ejecución del rescate de suelo, así como las actividades de los **Programas de manejo y conservación, rehabilitación** del suelo y **Programa de reforestación.**																		
		Se implementarán **Programas de reforestación** planeados para la fase de cierre.																		
Monitoreo de aguas superficiales	M-04	Construcción de un cárcamo en la planta de beneficio que incluya el área de preparación de cianuro, tanque de preparación de Cianuro, tanques, tuberías de conducción de soluciones y almacén de cianuro de sodio.																		
		Construcción de almacenes de materiales y residuos peligrosos y de manejo especial con las medidas de seguridad establecidas en las leyes, reglamentos y normas.																		
		Monitoreo del mineral bajo riego dentro del sistema de lixiviación.																		
		Monitoreo del agua superficial semestral en los puntos incluidos en la línea base de acuerdo al **Programa de monitoreo de aguas superficiales y subterráneas.**																		
		Neutralización de los patios de lixiviación y recubrimiento con suelo y vegetación, neutralización y retiro de los tanques y tuberías de procesos y retiro de los químicos residuales, en la fase de cierre.																		
Monitoreo de aguas subterráneas	M-05	Mantenimiento y seguimiento de la impermeabilización con membranas de HDPE de las piletas de contención de soluciones con Cianuro.																		
		Instalación-construcción de dos pozos para el monitoreo aguas arriba y aguas debajo de la planta.																		
		Monitoreo del mineral de los patios de Lixiviación.																		
		Operación de una planta de tratamiento de aguas residuales, la cual cumplirá con las especificaciones para reutilizar el agua en el riego de los caminos y áreas de trabajo.																		
		Uso de agua subterránea para el proceso del mineral, actividades de barrenación y uso de agua residual tratada para el riego de caminos y áreas de trabajo.																		

Medidas de prevención y mitigación aplicables en las etapas del Proyecto			**Años** **Etapa de aplicación/ejecución**																			
Línea estratégica	**Medida**	**Actividad a Realizar**	**PS**		**CO**																**AB-C**	
			1		**2**		**3**		**4**		**5**		**6**		**7**		**8**		**9**		**10**		**11**	**12**
Conservación de suelo	M-06	Almacenamiento de suelo fértil de modo tal que se minimice la compactación y la pérdida de sus características de acuerdo a lo indicado en el **Programas de manejo y conservación del suelo.**																				
		Rescate de Suelos orgánicos de acuerdo a las instrucciones de trabajo contenidas en el documento **IT-MAP-52**																				
		Construcción de una represa de gaviones y represas de piedra aguas abajo del tajo y en las obras de desvío de las aguas de lluvias aledañas al Proyecto (**Programas de manejo y conservación del suelo).**																				
		Construcción de canales de derivación, berma sus canales para el tajo de la mina.																				
		Realización de prácticas de control de escurrimientos y sedimentos para evitar la alteración de cauces (ver **Programas de manejo y conservación del suelo).**																				
		Acciones de prohibición del área, mediante letreros restrictivos de ingreso, cercado de zonas, etc.																				
		Aplicación de los planes y programas de manejo de residuos peligrosos y no peligrosos para la prevención de la contaminación a suelo, de acuerdo a las instrucciones de trabajo contenidas en los documentos **IT-MAP-02, 22, 23, y 54.**																				
		Supervisión del mantenimiento y seguimiento de la impermeabilización con membranas de HDPE de las piletas de contención de soluciones con Cianuro																				
Rescate y reubicación de Flora	M-07	Acciones de control del fuego, mediante letreros preventivos																				
		Construir brechas corta fuego perimetrales al área (cuando sea necesario)																				
		Producción de plantas. El Vivero se enfocará a cultivar especies vegetales representativas de la región como lo son encinos, pinos, tascates, etc.																				
		Rescate y reubicación de flora, de acuerdo a las instrucciones conenidad en el documento **IT-MAP-51.**																				
		Realización de campañas de campo en las áreas de trabajo para ayudar en la movilización y manejo de la fauna.																				

Medidas de prevención y mitigación aplicables en las etapas del Proyecto			**Años** **Etapa de aplicación/ejecución**																			
Línea estratégica	**Medida**	**Actividad a Realizar**	**PS**		**CO**																**AB-C**	
			1		**2**		**3**		**4**		**5**		**6**		**7**		**8**		**9**		**10**		**11**	**12**
Rescate y reubicación de Fauna	M-08	Seleccionar sitios adecuados para la liberación de los animales rescatados.																						
		Actividades que ahuyenten al resto de la fauna, tal como el uso de dispositivos generadores de ruido																						
		Ahuyentamiento y rescate de fauna, de acuerdo a las instrucciones conenidad en el documento **IT-MAP-46.**																						
Adecuado manejo de residuos peligrosos	M-09	Se establecerá una rutina de limpieza de áreas, verificando que se retiren todos los desechos y basura de los sitios de trabajo diariamente.																						
		Colocación de contenedores específicos y adecuados para el correcto almacenamiento todos los residuos peligrosos generados durante el desarrollo del proyecto, conforme a la normatividad ambiental vigente.																						
		El acopio y almacenamiento de los residuos peligroso, se realizará en infraestructura diseñada conforme lo establece la normatividad ambiental correspondiente.																						
		Recolección transporte y disposición de Residuos **IT-MAP-02** Peligrosos y Manejo de residuos peligrosos”. **IT-MAP-22** Manejo de residuos metálicos **IT-MAP-54**.																						
Adecuado manejo de residuos sólidos	M-10	Colocación de contenedores adecuados, para el acopio y separación de los diferentes tipos RS.																						
		Aplicación de prácticas de separación, valorización, venta, y almacenamiento y disposición de los RS conforme a lo establecido en la normatividad ambiental (Procedimiento IT-MAP-23).																						
Rehabilitación de áreas degradadas	M-11	El desmonte de manera gradual, con el respectivo rescate de suelo fértil.																						
		Ejecución de acciones de **Plan de Rehabilitación de Áreas Degradadas** y de acuerdo a las instrucciones conenidad en el documento **IT-MAP-53**																						
Atención a Fugas de Cianuro	M-12	Supervisión del mantenimiento y seguimiento de la impermeabilización con membranas de HDPE de las piletas de contención de soluciones con Cianuro.																						
		Supervisión de la ejecución del mantenimiento de la impermeabilización de planta de beneficio.																						

Medidas de prevención y mitigación aplicables en las etapas del Proyecto			Años / Etapa de aplicación/ejecución																			
Línea estratégica	Medida	Actividad a Realizar	PS		CO																AB-C	
			1		2	3	4	5		6	7	8		9	10		11	12				
		Supervisar los mantenimientos de la infraestructura de piletas de Lixiviación, tuberías perimetrales en tuberías de patios de Lixiviación y planta ADR.																				
		Construcción de un cárcamo en la planta de beneficio para contención de derrames de Cianuro.																				
Adecuado manejo de aguas residuales	M-13	Manejo y descarga de aguas residuales																				
Vigilancia ambiental	M-14	Vigilancia Ambiental continua																				

VII.2.9.Seguimiento y control

El Promovente aplicará en tiempo y forma el conjunto de medidas preventivas y de mitigación propuestas en este PVA, para el cual se llevará un registro de su aplicación, se elaborarán informes periódicos para determinar su eficacia o ineficacia de cada una de las medidas. Por otra parte, deberá detectar los impactos no previstos en el estudio y adoptar medidas pertinentes.

Lo anterior permitirá hacer mejoras, modificaciones o actualizaciones de las medidas y acciones cada vez que las circunstancias así lo requieran o conforme evolucione el proyecto, ajustándose la programación a un nuevo cronograma para su ejecución.

Para hacer más eficiente el seguimiento y control, el promovente continuará empleando los indicadores (presentados en el Capitulo V)) tanto para los impactos, como para sus medidas de prevención, mitigación o restauración.

De la misma forma los resposables de implementar el PVA deberán de:

- Conocer el programa de trabajo durante las diferentes etpas del proyecto, a fin de estimar tiempo, recursos económicos y personal necesario para ejecutar las medidas
- Mantener comunicación continua con las demás áreas (mina, servicios técnicos, geología, etc) con el objetivo de solicitar el apoyo de supervisión a los contratistas o para comunicar indicaciones sobre las áreas que esten o vayan a ser intervenidas para implementar las medidas.
- Realizar supervisiones en las áreas que así lo requieran.
- Realizar mantenimiento en las medidas que lo requieran.
- Elaborar en tiempo los reportes de la ejecución de las obras para determinar o no si requieren de cambios o no.

Si bien las medidas atienden a los impactos potenciales identificados, una buena parte de estos impactos también son atendidos a través de los diseños de ingeniería, construcción apropiadas y uso de prácticas de manejo ambiental reconocidas, es sabido que el control ambiental eficiente en los proyectos mineros depende en un mayor grado de la ingeniería bajo la cual se conciben la obras y el cumplimiento estricto de los diseños durante la construcción, ya que ello facilita enormemente el manejo de los aspectos ambientales y por consecuencia la mitigación y el control de los impactos.

Control y seguimiento en la etapa de preparación de sitio:

Como se ha mencionado las actividades estimadas para esta etapa durarán alrededor de un año años, durante esta etapa se realizará principalmente la remoción de la vegetación de manera paulatina.

Las acciones a implementarse en esta estpa son:

- Delimitación de áreas
- Rescate de flora y fauna
- Desmonte
- Rescate de suelo fértil
- Rehabilitación y construcción de caminos;

Para llevar un control y seguimiento de la aplicación de las medidaso, se presentan en la Tabla VII-8, el cargo que debe tener el responsable para supervisar y ejecutar las diferentes acciones, la frecuencia de aplicación, de ser el caso el formato en el que se indican los procedimientos a seguir, así como los indicadores que deben de ser reportados para medir la eficacia de las medidas.

Para determinar la efectividad de las medidas se propone en la última columna de la misma tabla (cuantificación y cumplimiento) la (s) variables de interés que se debe cuantificar, así como las evidencias que tendrán que ser reportadas a la autoridad.

.

Tabla VII-8: Medidas de prevención aplicadas en la etapa de preparación de sitio

Actividades Específicas de Preparación del Sitio						
Actividad	**Medidas**	**Actividad a Realizar**	**Responsable de ejecutar y supervisar**	**Frecuencia**	**Formato aplicable**	**Cuantificación de indicadores y cumplimiento**
Control de gases y partículas fugitivas	M-01	Riego en caminos y áreas de trabajo	Supervisor de Medio Ambiente	Diariamente durante la época de estiaje		Fotografías, videos, bitácora de registros
		Mantenimiento a equipo y maquinaria para mitigar la generación de gases y partículas y prevenir los derrames de hidrocarburos		Depende de las instrucciones del fabricante		Bitácora de equipo y maquinaria (No. de inventario, Tipo de mantenimiento y fecha de ejecución.)
Prácticas de gestión de diseño y construcción de instalaciones	M-02	Minimizar el ancho del camino y el área alterada y usar ángulos de talud estables en cortes y terraplenes	Supervisión de gerencia Mina	Al inicio de la construcción		Fotografías.
Acciones para el Control de la Erosión	M-03	Construcción de una represa de gaviones y represas de piedra aguas abajo del tajo y en las obras de desvío de las aguas de lluvias aledañas al proyecto.	Supervisión de gerencia Mina, y supervisor de Medio Ambiente	Antes de la temporada de lluvia.		Cantidad estimada de retención de sólidos. Fotografías
Monitoreo de aguas superficiales	M-04	Monitoreo del agua superficial semestral en los puntos incluidos en la línea base.	Supervisor de Medio Ambiente	Semestral		Resultados de concentraciones de Be, Cr, As, Se, Ag, Cd, Sb, Ba, Pb, Hg, Granulometría, pH, Pruebas balance ácido-base
		Limpieza y mantenimiento de baños portátiles	Supervisor de gerencia Mina, y supervisor de Medio Ambiente	Semanal (cuando sea necesario 2 veces por semana)	Bitácora de registro de los días de limpieza	Comprobante de disposición en planta tratadora
Conservación de suelo	M-06	Rescate de suelos orgánicos	Supervisor de gerencia Mina, y supervisor de Medio Ambiente	Semanal (cuando sea necesario 2 veces por semana)	Bitácora de registro	Informe Volúmen de suelo rescatado
		Almacenamiento de suelo fértil	Supervisor de gerencia Mina, y supervisor de Medio Ambiente	Semanal (cuando sea necesario 2 veces por semana)		Informe Volúmen suelo almacenado
		Realización de prácticas de control de erosión	Supervisor de gerencia Mina, y supervisor de Medio Ambiente	Semanal (cuando sea necesario 2 veces por semana)		Mapa de ubicación y fotografía

Actividades Específicas de Preparación del Sitio						
Actividad	**Medidas**	**Actividad a Realizar**	**Responsable de ejecutar y supervisar**	**Frecuencia**	**Formato aplicable**	**Cuantificación de indicadores y cumplimiento**
Rescate de Flora	M-07	Rescate y preservación de flora	Supervisor ambienta y acuadrilla de rescate	Antes de la preparación de áreas de construcción	IT-MAP-51	Reportes de las áreas, especies y número de ejemplares rescatados.
Rescate de Fauna	M-08	Seleccionar sitios adecuados para la liberación de los animales rescatados	Supervisor ambienta y acuadrilla de rescate	Antes de la preparación de áreas de construcción	IT-MAP-46	Reportes de sitios de liberación
		Rescate de Fauna	Supervisor ambienta y acuadrilla de rescate	Antes de la preparación de áreas de construcción	IT-MAP-46	Reportes de número de especies y organismos rescatado y reubicados. Bitácoras de avistamiento de fauna, de mortalidad y de rescate y reubicación. Fotografías, videos
Adecuado manejo de residuos peligrosos	M-09	Limpieza de áreas, verificando que se retiren todos los desechos de los sitios de trabajo diariamente.	Supervisores de todas las áreas	Diariamente	IT-MAP-02	Bitácora de tipo y volumen estimado de residuos generados.
		Colocación de contenedores de aceite, y otras sustancias líquidas peligrosas.	Supervisores de Medio Ambiente	Al inicio del de la preparación del Proyecto.	IT-MAP-02	Reporte con fotografías de la colocación de contenedores y su ubicación dentro del AP
		Supervisión de todas las áreas para evitar la quema de los residuos sólidos incluyendo los residuos vegetales producto del desmonte, sólido y/o peligroso.	Supervisor de Medio Ambiente	Diariamente	IT-MAP-22	Reporte de incidentes.
		Acopio recolección y transporte de residuos peligrosos	Supervisor de Medio Ambiente	Diariamente	IT-MAP-54	Reporte
Adecuado manejo de residuos sólidos	M-10	Limpieza de áreas, verificando que se retiren todos los desechos y basura de los sitios de trabajo diariamente.	Supervisores de todas las áreas	Diariamente	IT-MAP-23	Bitácora de tipo y volumen estimado de residuos generados. Fotografías.
		Todos los residuos generados durante las diferentes etapas del Proyecto deberán ser almacenados y dispuestos de conformidad con el Plan de manejo integral de residuos no peligrosos	Supervisor de Medio Ambiente	Diariamente	IT-MAP-23	Bitácora de registros

Actividades Específicas de Preparación del Sitio						
Actividad	**Medidas**	**Actividad a Realizar**	**Responsable de ejecutar y supervisar**	**Frecuencia**	**Formato aplicable**	**Cuantificación de indicadores y cumplimiento**
		Colocación de contenedores señalados para la colocación y separación de los diferentes tipos de desperdicios que se generen.	Supervisor de Medio Ambiente	Al inicio del de la preparación del Proyecto	IT-MAP-23	Croquis de la ubicación dentro del AP y número de contenedores colocados. Fotografías.
Vigilancia ambiental	M-14	Supervisión de todas las medidas a implementarse en esta etapa	Supervisores de Medio Ambiente	Diariamente	Reporte de incidentes, Bitácora de registro	Reporte de incidentes, Bitácora de registro

Control y seguimiento en la etapa de Construcción y operación

Las actividades estimadas para esta etapa durarán alrededor de diez años, representa el período más largo de la vida útil del proyecto y el de mayor alteración ambiental debido a que se despejan áreas de gran tamaño para ubicar la infraestructura del proyecto. También es la etapa en que se presentan mayores riesgos dadas las actividades que se contempla realizar (por ejemplo: uso de explosivos para el minado, beneficio de mineral con cianuro de sodio, equipo de maquinaría pesada)

Por lo tanto, para minimizar o mitigar los impactos más drásticos que genera esta industria (desmonte, cambio de forma de relieve) el promovente debe de implementar simultáneamente y en tiempo y forma el conjunto de medidas que se menciona en la Tabla VII-9.

Las actividades que han de realizarse son:

- Excavaciones, cimentaciones,
- Nivelaciones y compactación para la construcción de obras
- CGonstrucción y mantenimiento de caminos
- Operación de minado
- Trituración
- Acarreo del mineral
- Proceso de beneficio en patio de lixiviación con cianuro de sodio
- Mantenimiento a maquinaria y equipo;
- Genración de residuos peligrosos
- Generación de residuos de manejo especial
- Emisiones a la atmósfera.

Tabla VII-9: Medias de prevención y mitigación aplicadas en la etapa de Construcción y Operación

Actividades Específicas de la etapa de Construcción y Operación						
Actividad	**Medidas**	**Actividad a Realizar**	**Responsable de ejecutar y supervisar**	**Frecuencia**	**Formato aplicable**	**Cuantificación de indicadores y cumplimiento**
Control de gases y partículas fugitivas	M-01	Riego en caminos y áreas de trabajo	Área operativa de Mina	Diariamente durante la época de estiaje		Fotografías, videos, bitácora de registros (volumen de agua por metros).
		Mantenimiento a equipo y maquinaria para mitigar la generación de gases y partículas y prevenir los derrames de hidrocarburos	Supervisor de Mina, y de Campamentos	Depende de las instrucciones del fabricante		Bitácora de equipo y maquinaria No. de inventario, Tipo de mantenimiento y fecha de ejecución.
		Instalación de equipos de control de emisiones de gases y partículas en fuentes fijas (Laboratorio y áreas de quebrado)	Supervisor de Mina	Depende de las instrucciones del fabricante		Bitácora de operación y mantenimiento.
		Monitoreo de equipos y fuentes fijas según lo establecido en la normatividad ambiental correspondiente	Supervisor de Mina	Dependiendo de lo estipulado en la normatividad		Registros de PM_{10} y CO, CO_2, N, exceso de aire
		Realización de monitoreo de partículas PM10 en las zonas consideradas generadoras de partículas.	Departamento de Medio Ambiente	Dependiendo de lo estipulado en la normatividad		Registros de PM_{10}
		Control de voladuras	Supervisor de Mina	En cada evento de voladura		Tiempo de explosión, registros de voladura: carga de explosivos, etc
Prácticas de gestión de diseño y construcción de instalaciones	M-02	Minimizar el ancho del camino y el área alterada y usar ángulos de talud estables en cortes y terraplenes.	Supervisión de gerencia Mina	Al inicio de la construcción		Diseños de construcción
		Evitar la alteración de los patrones naturales de drenaje.	Supervisión de gerencia Mina	Al inicio de la construcción		Diseños de construcción
		Proporcionar drenaje superficial adecuado y subdrenaje donde sea necesario	Supervisión de gerencia Mina	Al inicio de la construcción y cuando sea necesaria una modificación por razones de seguridad y minimizar impactos.		Diseños de construcción Fotografías

Actividades Específicas de la etapa de Construcción y Operación						
Actividad	**Medidas**	**Actividad a Realizar**	**Responsable de ejecutar y supervisar**	**Frecuencia**	**Formato aplicable**	**Cuantificación de indicadores y cumplimiento**
		Reducir la erosión colocando cubiertas vegetales o físicas sobre el terreno en cortes, terraplenes, salidas de drenajes y cualquier zona expuesta o alterada.	Departamento de medio ambiente	Cada vez que sea necesario		Reporte de superficies protegidas y ubicación de ellas con fotografías
Acciones para el control de la erosión	M-03	Construcción de una represa de gaviones y represas de piedra aguas abajo del tajo y en las obras de desvío de las aguas de lluvias aledañas al Proyecto.	Departamento de medio ambiente	Antes de la época de lluvias		Cantidad estimada de retención de sólidos. Fotografías.
		Programas de reforestación planeados para la fase de cierre.	Departamento de medio ambiente	Se van a reforestar áreas que no se van a explotar en la etapa de operación del minado	IT-MAP-53	Reportes con ubicación de áreas forestados con seguimiento para determinar índice de sobrevivencia de especies plantadas
Monitoreo de aguas superficiales	M-04	Construcción de un cárcamo en la planta de beneficio para contener derrames	Supervisor de Mina	Solo en etapa de construcción		Diseño de ingeniería con capacidad de retención
		Construcción de almacenes de materiales y residuos peligrosos y de manejo especial	Supervisor de Mina y Medio Ambiente	Solo en etapa de construcción	IT-MAP-22	Fotografías, diseño de especificaciones según normas aplicables.
		Monitoreo del mineral bajo riego dentro del sistema de lixiviación.	Supervisor de planta	Semestral		Pruebas de generación de agua acida y movilidad de metales pesados por arrastre de agua meteórica
		Monitoreo del agua superficial semestral en los puntos incluidos en la línea base.	Departamento de medio ambiente	Semestral		Resultados de concentraciones de Be, Cr, As, Se, Ag, Cd, Sb, Ba, Pb, Hg, Granulometría, pH, Pruebas ácido-base
Monitoreo de aguas subterráneas	M-05	Mantenimiento y seguimiento de la impermeabilización con membranas de HDPE de las piletas de contención de soluciones con Cianuro.	Supervisor de planta	Mensual		Registro de bitácora, contratista, especificaciones de membranas remplazadas, etc
		Instalación-construcción de dos piezómetros para monitoreo aguas arriba y aguas debajo de la planta.	Departamento de medio ambiente	semanal		Registro de bitácora, de nivel de agua y parámetros

Actividades Específicas de la etapa de Construcción y Operación						
Actividad	**Medidas**	**Actividad a Realizar**	**Responsable de ejecutar y supervisar**	**Frecuencia**	**Formato aplicable**	**Cuantificación de indicadores y cumplimiento**
		Monitoreo del mineral de los patios de Lixiviación.	Supervisor de planta	Semestral		Pruebas de generación de agua acida y movilidad de metales pesados por arrastre de agua meteorica
		Construcción y operación de una planta de tratamiento de aguas residuales.	Superintendente y supervisores de área de campamento	Semanal		Monitoreo según Lo establecido en la NOM
		Detección de Fugas en Piletas	Supervisor de planta	Semanal	IT-MAP-04	Bitácora de registros de monitoreo.
Conservación de suelo	M-06	Almacenamiento de suelo fértil.	Supervisión de Mina y Medio Ambiente	Después del desmonte de áreas destinadas a construcción	IT-MAP-52	Reporte de ubicación y volumen estimado de suelo recuperado.
Rescate y reubicación de Flora	M-07	Colocación de letreros prohibitivos y restrictivos de ingreso, cercado de zonas, etc. Así como de letreros preventivos a incendios.	Supervisión Seguridad Industrial	Al inicio de la etapa de construcción de cada área		Evidencia Fotografía, ubicación de sitios.
		Construir brechas corta fuego perimetrales al área.	Supervisión de Mina, Medio Ambiente y Seguridad Patrimonial	Se realizará en caso de ser necesario		Fotografías, reportes con mapas y longitud (metros) de brechas elaboradas.
		Producción de plantas. El Vivero se enfocará a cultivar especies vegetales representativas de la región.	Supervisión Medio Ambiente	La producción se realizará de manera intermitente		Bitácora de registros de siembra de cada especie.
Adecuado manejo de residuos peligrosos	M-09	Limpieza de áreas, verificando que se retiren todos los desechos y basura de los sitios de trabajo diariamente.	Supervisores de todas las áreas	Diariamente	IT-MAP-02/IT-MAP-54	Fotografías de las áreas de trabajo
		Almacenamiento de sobrantes de aceites, estopas contaminadas con sustancias o residuos peligrosos.	Supervisores de todas las áreas	En caso de sobrantes o de contaminación de sitios.	IT-MAP-02/IT-MAP-54	Bitácora de registro de almacenamiento y manifiesto de disposición.

Actividades Específicas de la etapa de Construcción y Operación						
Actividad	**Medidas**	**Actividad a Realizar**	**Responsable de ejecutar y supervisar**	**Frecuencia**	**Formato aplicable**	**Cuantificación de indicadores y cumplimiento**
Adecuado manejo de residuos sólidos	M-10	Se establecerá una rutina de limpieza de áreas, verificando que se retiren todos los desechos y basura de los sitios de trabajo.	Supervisores de todas las áreas	Diariamente	IT-MAP-23/IT-MAP-54	Fotografías, bitácora de registro del tipo de residuos generados y la cantidad estimada.
		Almacenamiento de los RS y su disposición.	Supervisión Medio Ambiente	Diariamente se recolectan y separan del resto de residuos	IT-MAP-23/IT-MAP-54	Registro de bitácoras
Rehabilitación de áreas degradadas	M-11	Rehabilitación de áreas degradadas	Supervisor de Medio Ambiente y cuadrilla de	Cada que se liberen las áreas destinadas a rehabilitar	IT-MAP-53	Reportes con ubicación de áreas rehabilitadas mencionando el método y la superficie.
Atención a Fugas de Cianuro	M-12	Supervisión del mantenimiento y seguimiento de la impermeabilización con membranas de HDPE de las piletas de contención de soluciones con Cianuro.	Supervisor de planta	Mensual	MON-MAP-11	Reportes de caso particulares Bitácoras de registros de mantenimientos.
		Construcción de un cárcamo en la planta de beneficio para contención de derrames de Cianuro.	Supervisor de Mina y Planta	Al inicio de construcción		Fotografía, diseño, ubicación y capacidad de volumen.
Adecuado manejo de aguas residuales	M-13	Manejo y descargas de aguas residuales	Superintendente y Supervisor del área de campamento	Descargas diarias para riego de áreas verdes y caminos	Especificaciones de la NOM-001-SEMARNAT-1996	Especificaciones de la NOM-001-SEMARNAT-1996
Vigilancia ambiental	M-14	Supervisión de todas las medidas a implementarse en esta etapa	Supervisores de Medio Ambiente	Diariamente	Reporte de incidentes, Bitácora de registro	Reporte de incidentes, Bitácora de registro

Control y seguimiento en la etapa de Abandono y cierre del sitio

Antes de que el sitio que ha sido ocupado por el proyecto mina pueda liberarse, el promovente debe asegurarse y garantizar que es un sitio saludable y seguro; los parámetros de uso de suelo y paisaje deben de rehabilitarse a un nivel aceptable, un proceso que puede llevar varios años.

Las actividades estimadas para esta etapa durarán aproximadamente cinco años, estas actividades se llevarán a cabo de manera paulatina, estimando esta comenzará a partir del sexto año de haber iniciado el proyecto pudiendo extenderse hasta tres años después de la vida útil del mismo. En este periodo se ira trabajando en aquellas que no volverán a ser intervenidas por actividades, es decir, se realizará un cierre progresivo de áreas.

Las actividades que han de realizarse durante esta etapa son realizarse:

- Clausura de áreas (de manera progresiva)
- Desmantelamiento de infraestructura
- Detoxificación del patio de lixiviación
- Actividades de restauración (mejoras de relieve, reforestaciones, entre otras).

De manera más detallada, estas actividades (cierres progresivos de áreas o instalaciones, monitoreos, mantenimiento de áreas rehabilitadas, evaluaciones de sitio), se describen en el Plan de Cierre que el promovente tiene considerado para el proyecto en cuestión, en el consideran las carcateristicas del mismo.

Por otro lado, seguirán produciéndose en mucho menor cantidad de residuos peligrosos, residuos de manejo especial y emisiones a la atmósfera, lo cuales tendrán un manejo y disposición de acuerdo a la ley y normativa aplicable.

Las medidas que deben aplicarse durante esta etapa se mencionan en la siguiente Tabla VII-10.

Tabla VII-10: Medidas de prevención y mitigación aplicadas en la etapa de Abandono del Sitio y Cierre

Actividades Específicas de Abandono del Sitio y Cierre						
Actividad	**Medidas**	**Actividad a Realizar**	**Responsable de ejecutar y supervisar**	**Frecuencia**	**Formato aplicable**	**Cuantificación de indicadores y cumplimiento**
Acciones para el control de la erosión	M-03	Mejora de las configuraciones finales de los cortes y rellenos para disminuir el impacto en escorrentías y se eliminarán los canales y bermas	Superintendente y supervisores de Mina	Al finalizar los trabajos en áreas liberadas	NA	Registro Fotográfico. Diseños topográficos, etc
		Programas de reforestación planeados para la fase de cierre.	Supervisor de Medio Ambiente y cuadrilla de reforestación	Se contempla reforestar áreas que ya se van a utilizar y será de forma intermitente	IT-MAP-53	Reportes con ubicación de áreas forestados con seguimiento para determinar índice de sobrevivencia de especies plantadas
Monitoreo de aguas superficiales	M-04	Monitoreo del agua superficial semestral en los puntos incluidos en la línea base.	Supervisor de Medio Ambiente	Semanal/Trimestral	MON-MAP-A-01	Resultados de concentraciones de Be, Cr, As, Se, Ag, Cd, Sb, Ba, Pb, Hg, Granulometría, pH, Pruebas ácido-base
		Monitoreo del mineral de los patios de Lixiviación. (De acuerdo a la NOM-155 se realizará prueba de generación agua acida y movilidad de metales pesados por arrastre de agua meteórica).	Supervisor de planta	Semestral		Resultados de prueba de generación agua acida y movilidad de metales pesados por arrastre de agua meteórica
Conservación de suelo	M-06	Rescate y Preservación de Suelos orgánicos”	Supervisor de Mina y Medio Ambiente	Durante los trabajos de despalme	IT-MAP-52	Reporte de m^3 de suelo fértil recuperado y almacenado.
Adecuado manejo de residuos peligrosos	M-09	Limpieza de áreas, verificando que se retiren todos los desechos y basura de los sitios de trabajo diariamente.	Supervisor de Mina y Medio Ambiente	Diariamente	IT-MAP-52	Reportes de incumplimiento con fotografías
Adecuado manejo de residuos sólidos	M-10	Limpieza de áreas, verificando que se retiren todos los desechos y basura de los sitios de trabajo.	Supervisores de todas las áreas en sus zonas de trabajo	Diariamente	IT-MAP-52	Fotografías, bitácora de registro de la cantidad de residuos generados y la cantidad estimada.
Rehabilitación de áreas degradadas	M-11	Rehabilitación de áreas degradadas			IT-MAP-53	
Adecuado manejo de aguas residuales	M-13	descargas de aguas residuales	Superintendente y Supervisor del área de campamento	Descargas diarias para riego de áreas verdes y caminos	Especificaciones de la NOM-001-SEMARNAT-1996	Especificaciones de la NOM-001-SEMARNAT-1996

Actividades Específicas de Abandono del Sitio y Cierre						
Actividad	**Medidas**	**Actividad a Realizar**	**Responsable de ejecutar y supervisar**	**Frecuencia**	**Formato aplicable**	**Cuantificación de indicadores y cumplimiento**
Vigilancia ambiental	M-14	Supervisión de todas las medidas a implementarse en esta etapa	Supervisores de Medio Ambiente	Diariamente	Reporte de incidentes, Bitácora de registro	Reporte de incidentes, Bitácora de registro

VII.2.10. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

El presupuesto que MONSA tiene destinado para llevar a cabo todas las acciones que se mencionan en las fichas de las medidas de prevención, mitigación y compensación presentadas en el Capítulo VI y en el presente, se mencionan en la siguiente Tabla VII-11.

Tabla VII-11 Presupuesto general contemplado para las medidas de prevención, mitigación y compensación

ID Medida	Presupuesto para las medidas de prevención, mitigación y compensación para el proyecto “La Yaqui Grande	costos (USD)	Costos (MXN)
1	Control de gases y partículas fugitivas	$ 95 000.00	$ 1 805 000.00
2	Prácticas de gestión de diseño y construcción de instalaciones	$ 300 000.00	$ 5 700 000.00
3	Acciones para el control de la erosión	$ 420 000.00	$ 7 980 000.00
4	Monitoreo de aguas superficiales	$ 40 000.00	$ 760 000.00
5	Monitoreo de aguas subterráneas	$ 35 000.00	$ 665 000.00
6	Conservación de suelo	$ 350 000.00	$ 6 650 000.00
7	Rescate y reubicación de Flora	$ 185 000.00	$ 3 515 000.00
8	Rescate y reubicación de Fauna	$ 150 000.00	$ 2 850 000.00
9	Adecuado manejo de residuos peligrosos	$ 100 000.00	$ 1 900 000.00
10	Adecuado manejo de residuos sólidos	$ 45 000.00	$ 855 000.00
11	Rehabilitación de áreas degradadas	$ 450 000.00	$ 8 550 000.00
12	Atención a Fugas de Cianuro	$ 300 000.00	$ 5 700 000.00
13	Adecuado manejo de aguas residuales	$ 200 000.00	$ 3 800 000.00
14	vigilancia ambiental	$ 330 000.00	$ 6 270 000.00
	Total	**$ 3 000 000.00**	**$ 57 000 000.00**

Nota: Tasa de cambio $19.00 pesos mexicanos (MXN) por dólar norteamericano (USD).

VII.2.11. Incumplimientos y acciones preventivas y correctivas

Establecer las acciones a tomar cuando ocurra un incumplimiento con las disposiciones legales ambientales que sean aplicables al proyecto mina La Yaqui Grande o con los procedimientos establecidos en su Sistema de Gestión Ambiental (SGA).

El procedimiento y el personal responsable para llevar a cabo instrumentar las acciones preventivas y correctivas se mencionan en la Tabla VII-12.

Definiciones:

Inspecciones ambientales Son aquellas que se ejecuta en atención a un calendario pre-establecido o que surgen espontáneamente, con el fin de supervisar la operación o por algún interés particular o inmediato, que busca revisar alguna No Conformidad con leyes, reglamentos, normas, instrucciones y regulaciones aplicables al proyecto de interés.

Aviso de irregularidad: Toda condición que propicie o pueda propiciar un incumplimiento de normas de MONSA, de normas gubernamentales o internacionales aplicables, acuerdos voluntarios, buenas prácticas de operación distintos a lo establecido por MONSA en su política de gestión y que conlleve el riesgo de sanciones o daños ambientales significativos, será registrada en el formato de aviso de irregularidad (ver sección de formatos) en la cual se genera la descripción detallada de la condición observada durante la visita de inspección que se encuentra desviada de las condiciones ideales, considerando área, departamento, persona responsable.

Acción Correctiva: acción inmediata tomada para enfrentar un incumplimiento; contener sus efectos y evitar su recurrencia.

Acción Preventiva: conjunto de medidas acordadas para eliminar las causas potenciales de los incumplimientos y evitar su ocurrencia.

Responsable de la actividad: Personal o departamento que es responsable de la actividad donde se generó el incumplimiento y, por tanto, responsable de iniciar y coordinar las acciones preventivas y/o correctivas aplicables a dicho incumplimiento, dependiendo del nivel de complejidad de la acción, los involucrados en el proceso incluyen a el Gerente y Superintendente de Medio Ambiente y Permisos, o, el Supervisor de protección ambiental, auxiliar administrativo o el jefe de cuadrilla., así como al personal de otros departamentos asociados.

Tabla VII-12 Procedimiento para detectar incumplimientos e instrumentar acciones preventivas y correctivas:

Responsable	Actividad	Frecuencia	Instructivo / Registro	Clave Consulta
Responsable de la actividad	Establezca una lista de verificación de cumplimiento para su área de responsabilidad.	Al inicio de los trabajos de preparación del sitio	MON-MAP-G-02 F-MAP-G-02	N / A
Responsable de la actividad	Si detecta un incumplimiento, tome las medidas correctivas inmediatas para contener sus consecuencias.	Al momento de detectar el incumplimiento.	MAP-G-02 y F-MAP-G-03	N / A
Responsable de la actividad	Documente el incumplimiento detectado y las medidas correctivas que tomó.	1 día después de tomar las medidas correctivas.	F-MAP-G-03	N / A
Responsable de la actividad	Implemente medidas preventivas para evitar la reincidencia en el incumplimiento.	Dos semanas después de detectar el incumplimiento.	N / A	N / A

Responsable	Actividad	Frecuencia	Instructivo / Registro	Clave Consulta
Responsable de la actividad	Solicite cambio a los documentos del Sistema de Gestión Ambiental.	Dos días después de diseñadas las medidas preventivas que eviten reincidencias.	MON-MAP-G-03	N / A
Supervisor de Protección Ambiental	Verifique y apruebe la solicitud de cambio a los documentos.	Dos días después de recibida la solicitud de cambio.	F-MAP-G-04	N / A
Responsable	**Actividad**	**Frecuencia**	**Instructivo / Registro**	**Clave Consulta**
Auxiliar Administrativo	Documente el cambio solicitado por el usuario y aprobado por el Supervisor de Protección Ambiental.	Cinco días después de recibida la solicitud de cambio aprobada.	Sobre el documento que contiene al procedimiento que cambiará.	N / A
Gerente o superintendente de Medio Ambiente y Permisos	Revise y apruebe el cambio al documento solicitado por el usuario.	Dos días después de recibido el documento con los cambios implementados.	Documento con el procedimiento modificado	N / A
Auxiliar Administrativo	Actualice la Lista Maestra de Control de Documentos.	Dos días después de recibir el nuevo documento revisado y aprobado	Documentos a definir según el SGA de MONSA	N / A
Gerente o superintendente de Medio Ambiente y Permisos	Revise y apruebe la Lista Maestra de Control de Documentos actualizada.	Un día después de actualizada la lista	Documentos a definir según el SGA de MONSA	N / A
Auxiliar Administrativo	Integre el número de copias controladas de los documentos, márquelos con el sello COPIA CONTROLADA y asígneles su número consecutivo conforme a la Lista Maestra de Control de Documentos.	Del día dos al día cinco después de recibida la Lista Maestra de Control de Documentos.	Documentos a definir según el SGA de MONSA	N / A
Auxiliar Administrativo	Efectúe el cambio de los documentos modificados y distribuya y controle su recepción.	Cinco días después de haber actualizado la Lista Maestra de Control de Documentos.	Documentos a definir según el SGA de MONSA	Auxiliar Administrativo
Auxiliar Administrativo	Destruya los documentos obsoletos o márquelos con el sello OBSOLETO en caso de que se requiera conservar para fines legales.	Diez días después de haber efectuado el cambio de documentos y recibido los documentos obsoletos.	N / A	Auxiliar Administrativo
Dueño Natural de la Actividad	Asegúrese de que el personal que cometió el incumplimiento reciba, entienda e implemente los cambios derivados de las medidas preventivas diseñadas.	Al día siguiente de recibir su COPIA CONTROLADA.	N / A	N / A

VII.2.12. Formatos

La aplicación de los formatos durante el desarrollo de las actividades del Proyecto permitirá mantener la información más importante de forma concentrada, ordenada cronológicamente, y lista para revisarse o auditarse, además de que es una evidencia de la ejecución y desarrollo de las acciones preventivas anteriormente propuestas.

A continuación, se presentan algunos formatos *modelos* y algunos formatos elaborados por MONSA derivados de la aplicación de sus procedimientos y que actualmente son utilizados, los primeros de ellos podrán ser modificados, en caso de ser necesario

1.- Formato MONSA para la entrada de residuos peligrosos en el almacén de MONSA

MINAS DE ORO NACIONAL, S.A. DE C.V.

ENTRADA DE RESIDUOS PELIGROSOS EN ALMACEN MON

Residuos Peligrosos MON												
Nombre del Residuo	Contenedor		Cantidad (lts - kgs)	Caracteristicas						Generador	Fecha de entrada al almacen
	#	Tipo		C	R	E	T	I	B		

FIRMA
Quien recibe

FIRMA
Quien entrega

FIRMA
Supervisor Ambiental

REV.01 1 F-MAP-12

2.- Bitácora de control de MONSA para el registro de entradas y salidas de residuos peligrosos

MINAS DE ORO NACIONAL, S.A. DE C.V.
Departamento de Medio Ambiente y Permisos
Control y Manejo de Residuos Peligrosos
(Bitácora de Almacén Temporal de Residuos Peligrosos)

Fases de Manejo: RTE Recolección y Transporte Externo
RE Reuso dentro del Establecimineto
DF Disposición Final
Tr Tratamiento

Nombre del Residuo	Contenedor		Cantidad	Características						Área o Proceso Generador	Fechas (Almacén)		Siguiente Fase de Manejo	Prestador de Servicios de Manejo		Nombre del Responsable	Manifiesto Número
	#	Tipo		C	R	E	T	I	B		Entrada	Salida		Nombre o Razon Social	No. de Aurorización		

REV.01

F-MAP-15

3.- Formato MONSA de la producción mensual de especies para reforestación en el vivero

MINAS DE ORO NACIONAL, S.A DE C.V.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE REFORESTACION

ACTIVIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
SEMBRAR PINO-ENCINO												
SEMBRAR ACACIAS												
DISPERCION SEMILLAS DE PASTO Y HERBACEAS												
TRANSPLANTAR, REFORESTAR												
OBRAS RESTAURACION DE SUELO												
RECOLECCION DE SEMILLAS												
RESCATE DE ESPECIES												
GENERACION DE COMPOSTA												

MINAS DE ORO NACIONAL, S.A DE C.V.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Insumos $												
Fertilizantes												
Peat moss												
Micorrizas												
Bacterias												
jiffiy pellets												
Plantas transp.												
Acacias												
Pinos												
Agaves												
Mamilarias												
Plantas prod.												
Acacias												
Pinos												

4.- Formato MONSA para el reporte de emergencia ambiental asociada con sustancias químicas.

MINAS DE ORO NACIONAL, S.A DE C.V.
Departamento de Medio Ambiente y Permisos.

REPORTE DE EMERGENCIAS AMBIENTALES ASOCIADAS CON SUSTANCIAS QUÍMICAS

1.	**Fecha y Hora del Evento**					
1.1	Fecha	DD MM AA	1.2 Hora	HH MM		
2.	**Lugar del Evento**					
2.1	Medio	☐ Terrestre	☐ Marítimo			
2.2	Localización					
2.3	Colonia					
2.4	Municipio o Delegación		2.5. Estado:			
2.6	Localización Geográfica	Longitud Latitud	2.7 Carretera No.			
3.	**Características del Evento**					
3.1	Tipo	☐ Fuga	☐ Derrame	☐ Explosión	☐ Incendio	☐ Otro
3.2	Ubicación	☐ Planta	☐ Transporte	☐ Otro		
3.2.1	Planta	☐ Producción	☐ Almacenamiento	☐ Carga	☐ Descarga	☐ Otro
3.2.2	Transporte	☐ Carretero	☐ Ferroviario	☐ Marítimo	☐ Ducto	☐ Otro
3.3	Descripción del Evento y Comentarios					
4.	**Sustancia(s) Involucradas**					
4.1	Sustancia 1	4.1.1. Cantidad	4.1.2 Estado Físico	4.1.3. No. ONU		
4.2	Sustancia 2	4.2.1. Cantidad	4.2.2 Estado Físico	4.2.3. No. ONU		
4.3	Sustancia 3	4.3.1. Cantidad	4.3.2 Estado Físico	4.3.3. No. ONU		
5.	**Daños Ocasionados**					
5.1	Afectaciones	☐ Humanas	☐ Ambiente	☐ Materiales		
5.2	Afectaciones Humanas	☐ Población	☐ Laborales			
5.2.1	Población	5.2.1.1 Fallecidos	5.2.1.2 Lesionados	5.2.1.3 Intoxicados	5.2.1.4 Evacuados	
5.2.2	Laborales	5.2.2.1 Fallecidos	5.2.2.2 Lesionados	5.2.2.3 Intoxicados	5.2.2.4 Evacuados	
5.3	Afectaciones al Ambiente	☐ Agua	☐ Aire	☐ Suelo		
5.3.1	Afectaciones al Agua	5.3.1.1 Cuerpo de Agua	☐ Río	☐ Arroyo	☐ Embalse	☐ Mar ☐ Otro
5.3.2	Afectaciones al Suelo	5.3.2.1 Área Afectada:		m^2		
5.4	Descripción del Evento y de los Daños					

MINAS DE ORO NACIONAL, S.A DE C.V.
Departamento de Medio Ambiente y Permisos.

6.	**Causas Probables**				
6.1	Causas Probables	☐ Humana ☐ Múltiple	☐ De material ☐ Desconocida	☐ De equipo ☐ Otra	☐ Toma Clandestina
6.2	Descripción				
7.	**Acciones Tomadas**				
8.	**Estatus del Evento**				
8.1	Controlado	☐ Si	☐ No	☐ No se especifica	
8.2	Observaciones				
9.	**Empresa Responsable**				
9.1	Nombre				
9.2	Domicilio				
9.3	Colonia			9.4 Código Postal	
9.5	Delegación o Municipio			9.6 Estado	
9.7	Teléfono		9.8 Giro Industrial		
10.	**Empresa Propietaria del Material**				
10.1	Nombre				
10.2	Domicilio				
10.3	Colonia			10.4 Código Postal	
10.5	Delegación o Municipio			10.6 Estado	

MINAS DE ORO NACIONAL, S.A DE C.V.
Departamento de Medio Ambiente y Permisos.

10.7	Teléfono		10.8 Giro Industrial				
11.	**Requerimiento de la PROFEPA al Responsable**						
	11.1 Evaluación de Daños ☐	11.2 Investigación del Accidente ☐	11.3 Estudio de Riesgo ☐				
	11.4 Programa de Prevención de Accidentes ☐	11.5 Restauración del Sitio ☐	11.6 Otro ☐				
12.	**Estatus de la Empresa Responsable del Evento**						
12.1	¿Cuenta la Empresa con lo Siguiente						
	12.1.1 Auditoría Ambiental	☐	12.1.2 Estudio de Riesgo	☐	12.1.3 Programa de Prevención de Accidentes	☐	12.1.4 Plan de Respuesta a Emergencias ☐
13.	**Observaciones y Comentarios Generales**						
14.	**Fuente de la Información**						
14.1	Institución / Empresa				14.2 Estado		
14.3	Nombre del Notificante				14.4 Teléfono		
15	Fecha de Reporte de la Emergencia						

5.- Formato modelo para el registro de capacitaciones ambientales

LOGO EMPRESARIAL	**Detección de las necesidades de capacitación:**	**Emisión:**
		Revisión:
Clave del Formato:	**Vigencia:**	**Página:** 45 de1

Fecha:	**Nombre del Personal:**
Área, Departamento y/o proceso:	
Puesto desempeñado:	
Fecha de Ingreso:	

N°.	**Capacitación requerida**
Programa anual de capacitación N°:	**N°. de Horas:**

Detecto necesidad de capacitación

(Fecha, Nombre, Puesto y Firma

Autorizo capacitación

(Fecha, Nombre, Puesto y Firma

6.- Formato modelo para el registro de Incidentes Ambientales

LOGO EMPRESARIAL	**REPORTE DE INCIDENTES**	**Emisión:**
		Revisión:
Clave del Formato:	**Vigencia:**	**Página:** 46 de1

Fecha del reporte:	Nombre de la empresa o contratista Responsable
Fecha en que ocurrió el evento: _____ Hora en que se detectó u originó: _____ 10. Tiempo entre inicio del evento y su control: _____	Tipo de evento ocurrido ☐ Fuga ☐ Derrame ☐ Fuego ☐ Explosión ☐ Otro Especificar_____ **SUSTANCIA Y CANTIDAD INVOLUCRADA** _____ _____
DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS HALLAZGOS O HECHOS OCURRIDOS EN ORDEN CRONOLÓGICO. (La descripción debe dar respuesta a las preguntas ¿Qué ocurrió?, ¿Por qué ocurrió?, y ¿Cómo Ocurrió?	
LOCALIZACIÓN ESPECÍFICA DEL INCIDENTE (Anexar plano de localización, señalando punto de origen del área de afectación):_____ **TAREA, ACTIVIDAD U OPERACIÓN QUE SE DEBELLEVABAR A CABO AL PARA REPARAR EL DAÑO INDICANDO SI LA MISMA REQUERIRA SUPERVISIÓN**:	

LOGO EMPRESARIAL	REPORTE DE INCIDENTES	**Emisión:**
		Revisión:
Clave del Formato:	**Vigencia:**	**Página:** 47 de 2

ELEMENTOS DE LA ADMINISTRACIÓN DE SEGURIDAD QUE FALLARON	
PERSONAL: ( ) Capacitacion y entrenamiento del personal ausente o inapropiada (no sabe) ( ) Desempeño inapropiado de contratistas ( ) Falta de Supervisión ( ) Nula o deficiente Administración y cambios de personal ( ) Investigación de Accidentes y comunicación de resultados inapropiadas ( ) Planeación y Respuesta a emergencias deficiente o nula ( ) Falta de realización de auditorías en seguridad ( ) Actos y prácticas inseguras ( ) Falta de pericia o habilidad (no puede) ( ) Negligencia (no quiere)	EQUIPO O INSTALACIONES ( ) Falla de la Tecnologia ( ) Tecnología del proceso no adecuada ( ) Deficiente administración de cambios de tecnología ( ) Falta de aseguramiento de la calidad ( ) Deficiente integridad mecánica ( ) Falta de revisión de seguridad de pre-arranque ( ) Falta de administración de cambios mayores o menores ( ) Falta de Evaluacion de Riesgos de Proceso ( ) Diseño inapropiado de instalaciones ( ) Equipo/instalación insuficiente ( ) Equipo/instalación inadecuado ( ) Otro
PROCEDIMIENTOS	**CONDICIONES DE OPERACION**
( ) No Existen ( ) No adecuados para el trabajo ( ) No entendido o no conocido por los trabajadores ( ) No revisado rutinariamente ( ) No se siguió el procedimiento	( ) Normales, repetitivas ( ) Normales, no repetitivas ( ) Situación normal ( ) Condición insegura

RESPONSABLE (s) DEL SEGUIMIENTOY CUMPLIMIENTO DEL PRESENTE REPORTE		
NOMBRE Y CARGO	**DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO**	**FIRMA**
RESPONSABLE DE LA APROBACIÓN DEL REPORTE ENTREGADO		
NOMBRE Y CARGO	DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO	FIRMA

7.-Formato MONSA para el registro de Irregularidades Ambientales (F-MAP-G-03)

AVISO DE IRREGULARIDAD AMBIENTAL
MINAS DE ORO NACIONAL, S.A. DE C.V.
MINA MULATOS

NC-xx-año

Fecha _____
Hora _____

No. 1 de 2

INSTALACION O LUGAR INSPECCIONADO

Antecedentes

Nombre o Lugar _____
No conformidad _____
Responsable _____
Cargo _____
Departamento _____

IRREGULARIDAD

☐ Emisones ☐ Aguamanejo ☐ Derrame ☐ RPEMal Manejo ☐ Otros (especificar) ☐ RME RSU
☐ Recursos nat ☐ Energía ☐ Riesgo ☐ DAR ☐ CN-

DESCRIPCIÓN DE LA IRREGULARIDAD OBSERVADA

REQUISITOS AFECTADOS (S) NORMATIVOS, BUENAS PRACTICAS DE OPERACIÓN, OTROS

ACCIONES PREVENTIVAS O CORRECTIVAS RECOMENDADAS

FECHA DE CUMPLIMIENTO ACORDADA _____

OBSERVACIONES

Las recomendaciones son con el fin de cumplir con la Política de Gestión Ambiental de MON, a través del Programa de Mejora Continua, así como con la Legislación Ambiental Aplicable.

RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO	**PERSONA QUE EMITE EL AVISO**
FECHA	FECHA
NOMBRE _____	NOMBRE _____
FIRMA _____	FIRMA _____

REV.01

F-MAP-G-03

VII.3. Conclusiones

- Como se ha mencionado, la superficie de AP considerada para la ocupación de las obras del proyecto Mina La Yaqui Grande es de 620.68 ha. El promovente presenta este documento a fin de obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental por la construcción de obras y realización de actividades, entre ellas el cambio de uso de suelo. Aproximadamente el 41.24% (256.03 ha) de esta superficie requerirá Un Cambio de Uso del Suelo, para el cual se ingresará el Estudio Técnico Justificativo correspondiente.
- Consta de 24 obras principales.
- La cercanía con el proyecto Ampliación La Yaqui permite que, obras como los polvorines, PTAR, área de almacenamiento de combustibles (la cuales serán ampliadas), puedan aprovecharse para en el proyecto en cuestión.
- Los principales riesgos en el proyecto son:
- La infraestructura utilizada para la disposición de residuos solidos urbanos será el relleno sanitario ubicado en el proyecto Mulatos.
- El proceso de beneficio del mineral es cero descargas, sin embargo, el agua proveniente de los servicios de oficinas, comedor y sanitarios serán tratadas en una PTAR; el agua residual tratada será utilizada para el riego de los caminos y áreas de trabajo.
- El abastecimiento de agua para las actividades del proyecto sera de un pozo ya autorizado ubicado en el proyecto Mulatos. Se estima que la cantidad de agua para el proceso de beneficio sera de 750 m^3/hora.
- De acuerdo con el análisis de vinculación con los instrumentos jurídicos aplicables, no se identificaron elementos en la legislación mexicana a los que se contraponga el desarrollo del proyecto.
- De acuerdo con el análisis de los Ordenamientos Ecológicos el proyecto resulta compatible con las políticas ambientales de aprovechamiento sustentable, entre ellas la **minería**, de acuerdo a la UTP Zona Sierra Alta del PROT y la UGA 100-0/03 incluida en el POET del estado de Sonora así como con la UAB 10 Sierras y Cañadas del Norte Incluida en el POETG, la cual menciona que la región considera la **actividad minera como asociada a su desarrollo** y una política ambiental de Aprovechamiento Sustentable y Protección.
- El AP no se encuentra dentro de ANP, como tampoco en Regiones Terrestres Prioritarias, pero si dentro de terrenos forestales de productividad media y cae dentro de un área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). A fin de no perturbar estas regiones, las actividades solo se realizarán dentro de las superficies que se tengan autorizadas.
- El **SA tiene todos los elementos representativos del AP**. Sin embargo, dada la cercanía e impactos por otros de sus proyectos mineros, el promovente tendrá el compromiso y deber de implementar cada una de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en tiempo y forma con la finalidad de compensar y restuarar el sitio.
- Las medidas de prevención, mitigación y restauración contenidas en el PVA están dirigidas para atender los impactos sobre los diferentes factores y parámetros ambientales afectados por las actividades y obras del proyecto.

- No obstante que las actividades relacionadas con la extracción, aprovechamiento y beneficio generan impactos ambientales negativos al entorno natural, principalmente en
- Los impactos negativos que se provocarán principalmente durante la realización del proyecto son para los factores de geomorfología y uso de suelo.
- Ninguno de los impactos ambientales identificados como negativos se puede considerar como significativo, en terminos de la definicion de la ley.
- El proyecto no requiere la reubicación de comunidades.
- En los muestreos de vegetación realizados, se identificaron 300 especies de plantas vasculares de las cuales 68 especies (22.66% del total) se encontraron en el AP. Dentro del AP no se encontraron especies en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- En el caso de la fauna silvestre registrada es de 286 de las cuales, 92 especies registradas en el AP. En el AP solo se registraron 5 especies en riesgo (4 en categoría de protección especial y una amenazada).

De esta forma, el proyecto es factible ambiental, técnica, y económicamente, resaltando que los principales efectos nocivos se presentarán en la geomorfología, con un carácter local, es decir solo dentro del AP, irreversible, permanente y difícil de mitigar, dada la naturaleza de la actividad minera. El resto de los factores ambientales pueden ser atendidos en diferentes frentes implementando paralelamente las diferentes medidas, lo cual permite predecir que serán atendidos prácticamente en su totalidad.

Corporación Ambiental de México, S.A. de C.V.
[redacted]

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

Contenido

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

VIII.1. Formatos de presentación 1

VIII.1.1. Planos definitivos 1

VIII.1.2. Fotografías 1

VIII.1.3. Videos 1

VIII.1.4. Listas de flora y fauna 1

VIII.1.5. Otros anexos 1

VIII.1.6. Acronimos empleados 2

VIII.1.7. Glosario de términos 4

VIII.1.8. Bibliografía 12

VIII.1. Formatos de presentación

El formato de este esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular es impresa (2 ejemplares), así como 3 copias en digital (3 USB) con la totalidad de la información que se ha integrado en este documento.

VIII.1.1. Planos definitivos

Todos los planos se ubican dentro del cuerpo del documento, distribuido en los Capítulos correspondientes a esta MIA-P.

VIII.1.2. Fotografías

El complemento fotográfico para las especies resgistradas de flora y fauna se presentan en los anexos del Capítulo IV.

VIII.1.3. Videos

Esta MIA-P no incluye videos.

VIII.1.4. Listas de flora y fauna

Las listas de flora y fauan se han integrado dentro del Capítulo IV así como en sus Anexos.

VIII.1.5. Otros anexos

Aparte de los anexos presentados en los capítulos previos, no se incluyen otros Anexos en esta MIA-P

VIII.1.6. Acronimos empleados

AICA:	Área de Importancia para la Conservación de las Aves
ANP:	Área Natural Protegida
AP:	Área de Proyecto
CAM:	Corporación Ambiental de México, S.A. de C.V.
CITES:	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
CDI:	Comisión Nacional para el Desarrollo de los pueblos Indígenas
CONABIO:	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONAGUA:	Comisión Nacional del Agua
CONANP:	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CONAPO:	Consejo Nacional de Población
DGIRA:	Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental
DOF:	Diario Oficial de la Federación
EIA:	Evaluación de Impacto Ambiental
HR:	Humedad Relativa
IDH:	Índice de Desarrollo Humano municipal
IMSS:	Instituto Mexicano del Seguro Social
INAH:	Instituto Nacional de Antropología e Historia
INEGI:	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
LAN:	Ley de Aguas Nacionales
LGCC:	Ley General del Cambio Climático
LGDFS:	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
LGEEPA:	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
LGPGIR:	Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
LGVS:	Ley General de Vida Silvestre
LM:	Ley Minera
MIA:	Manifestación de Impacto Ambiental
NMX:	Normas Mexicanas
NOM:	Norma Oficial Mexicana
PEA:	Población Económicamente Activa
PED:	Plan Estatal de Desarrollo
PEI:	Población Económicamente Inactiva

PEIA:	Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental
PIB:	Producto Interno Bruto
PND:	Programa Nacional de Desarrollo
PNUD:	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
POEGT:	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio
POET	Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora
PROT	Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Sahuaripa
PVA:	Programa de Vigilancia Ambiental
REIA:	Reglamento de la LGEEPA en Materia de la Evaluación del Impacto Ambiental
RHP:	Región Hidrológica Prioritaria
RLGDFS:	Reglamento de la LGDFS
RLGCCRNE:	Reglamento de la LGCC en Materia del Registro Nacional de Emisiones
RPyCCA:	Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera
RTP:	Región Terrestre Prioritaria
SA:	Sistema Ambiental
SEMARNAT:	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SMN:	Sistema Meteorológico Nacional
Spp.:	Especies
STPS:	Secretaría del Trabajo y Previsión Social
TBM:	Tasa Bruta de Mortalidad
UAB:	Unidad Ambiental Biofísica
UGA:	Unidad de Gestión Ambiental
UTB	Unidad Territorial Básica
UICN:	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales
UNAM/FCME:	Herbario de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México
USDA:	Servicio de Investigación Cooperativa del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (U.S. Department of Agriculture)
UTM:	Universal Transversal de Mercator.

VIII.1.7. Glosario de términos

A

Abierto: Rebaje cuya explotación no contempla un relleno posterior, quedando vació el hueco de mineral extraído.

Agente explosivo: Nitrato de amonio mezclado con un combustible; mezcla que adquiere la capacidad explosiva, y requiere de un detonante para explotar.

Alta Ley: Mineral rico. En tanto verbo, se refiere a un minado selectivo del mejor mineral en un depósito

Aprovechamiento extractivo: La utilización de ejemplares, partes o derivados de especies silvestres, mediante colecta, captura o caza.

Aprovechamiento no extractivo: Las actividades directamente relacionadas con la vida silvestre en su hábitat natural que no impliquen la remoción de ejemplares, partes o derivados, y que, de no ser adecuadamente reguladas, pudieran causar impactos significativos sobre eventos biológicos, poblaciones o hábitat de las especies silvestres.

Aprovechamiento sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.

Área de pateo: Superficie que se verá afectada como consecuencia del deslizamiento de material debido a trabajos constructivos y movimientos de tierra.

Área de veda: Zona en donde la explotación del agua subterránea está controlada y/o legislada (prohibida o restringida por decreto) debido principalmente a la sobreexplotación.

Áreas Naturales Protegidas: Éstas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados.

B

Barreno: Orificio realizado en el terreno con el fin de avanzar una obra, o tumbar mineral, o desbordar una obra para ampliar mediante explosivos, que para el fin, se introduce en el barreno.

Barrido: Expulsión de esquirlas del interior de un barreno, por efecto de agua a presión o aire comprimido.

Beneficio: Someter a los minerales a un tratamiento metalúrgico con el fin de concentrar los valores económicos contenidos, o refinarlos.

Biodiversidad: La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Biogeografía: es la ciencia que estudia la distribución de los seres vivos sobre la Tierra, así como los procesos que la han originado, que la modifican y que la pueden hacer desaparecer.

Bioma: Conjunto de ecosistemas característicos de una zona biogeográfica que es nombrado a partir de la vegetación y de las especies animales que predominan en él y son las adecuadas.

Biomasa: Materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen.

Biota: Especies vegetales y animales presentes en un área o región dada.

C

Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

Capacidad de carga: Estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperarse en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico.

Captura: La extracción de ejemplares vivos de fauna silvestre del hábitat en que se encuentran.

Colecta: La extracción de ejemplares, partes o derivados de vida silvestre del hábitat en que se encuentran.

Celda de flotación: Depósito en el cual se separa el mineral económico del estéril e impurezas, mediante una agitación de pulpa que la contiene y sustancias químicas como reactivos, flotando el mineral y deprimiendo lo estéril. Proceso físico químico donde se separa por burbujas el mineral económico el cual flota; del material estéril que se deprime.

Celda de carga: Instrumento electrónico para medir la carga del terreno o esfuerzos provocados por huecos de obra.

Cianuración: Proceso de concentración de valores de oro y plata, mediante el uso de soluciones débiles de cianuro de sodio

Cicadas: plantas leñosas que producen semillas. Por su aspecto, se suelen relacionar a las palmeras y los helechos. Sin embargo, no tienen ninguna relación. Las cicadas son el único grupo de plantas que no tiene ninguna relación con el resto de plantas vivas.

Cielo abierto: Rebaje cuya explotación no contempla un relleno posterior, quedando vació el hueco de mineral extraído.

Concesión: Derecho que concede la Secretaría a explorar minerales dentro de un lote minero, otorgado al primer solicitante en tiempo, sobre un terreno libre, o mediante concurso.

Confinamiento controlado: Obra de ingeniería para la disposición final de residuos peligrosos, que garantice su aislamiento definitivo.

Conservación: La protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, los hábitats, las especies y las poblaciones de la vida silvestre, dentro o fuera de sus entornos naturales, de manera que se salvaguarden las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo.

Contaminación: La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

Contaminante: Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

Contenedor: Caja o cilindro móvil, en el que se depositan para su transporte residuos peligrosos.

Contingencia ambiental: Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas.

Control: Inspección, vigilancia y aplicación de las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones establecidas en este ordenamiento.

Corte y relleno: Sistema de explotación de mineral que contempla la extracción del mismo y rellenar el vacío provocado con material estéril y mantener el equilibrio de estabilidad.

Criterios ecológicos: Los lineamientos obligatorios contenidos en la LGEEPA, para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental.

D

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Descabece: Primer disparo realizado en el cielo de un rebaje como inicio de la explotación. Disparo realizado al techo o cabeza de una obra con el fin de darle amplitud.

Descapote: Materia estéril que cubre una estructura mineralizada, y que para su minado a cielo abierto se tiene que desalojar. Se expresa por la relación de volumen desalojado contra volumen minado.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Degradación: Proceso de descomposición de la materia, por medios físicos, químicos o biológicos.

Desarrollo sustentable: El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Desmonte: Retiro de árboles, arbustos, escombros, y vegetación a ras de suelo como hierbas.

Despalme: Remoción de una capa superficial de suelo, remoción de troncos y raíces.

Dinamita: Mezcla explosiva usada en el avance de obras mineras y en la explotación de mineral, la cual por su fuerza desplaza las masas rocosas fragmentándolas.

Disposición final: Acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuados para evitar daños al ambiente.

Drenaje ácido: Es el producto formado por la oxidación de minerales sulfurosos en clima húmedo.

Doré: Barras de plata con valores de oro, obtenidas en un horno de copelación, en el cual el plomo ha sido oxidado o desnatado.

Draga: Equipo utilizado para dragar ríos o lechos de arena y fragmentados en roca. Siendo extraídos por succión o por efecto mecánico al usar cucharones.

E

Estéril: Tepetate. Material si valores minerales.

Exploración: Ejecución de obras mineras tendientes a conocer un cuerpo o veta mineralizada en todas sus dimensiones y calidades con su valor implícito respectivo. Barrenación a distancia con máquinas de características especiales para reconocer cuerpos ocultos, y proyectar la continuidad de cuerpos o vetas mineralizadas.

Explosivo: Mezcla química de elementos, que al descomponerse por efecto de una combustión provocada; genera gas con gran rapidez, produciendo un escape de energía, la cual, al estar confinada con un barreno como referencia minera desplaza la roca fragmentándola.

Explotación: Incluye los ciclos de exploración, preparación, tumbe y extracción de mineral, hasta la entrega del mismo en patios.

Extracción: Ciclo de acarreo y/o manteo de mineral del interior de mina a superficie.

F

Fauna silvestre: Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

Flora silvestre: Las especies vegetales, así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.

Fuente fija: Es toda instalación establecida en un solo lugar, que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

Fuente móvil: Aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocamiones, autobuses integrales, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinarias no fijos

con motores de combustión y similares, que con motivo de su operación generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

Fuente múltiple: Aquella fuente fija que tiene dos o más ductos o chimeneas por las que se descargan las emisiones a la atmósfera, provenientes de un solo proceso.

Fuente nueva: Es aquella en la que se instale por primera vez un proceso o se modifiquen los existentes.

Función ambiental: Proceso particular de naturaleza química, física, biológica o ecológica.

G

Gambusinos: Persona que trabaja a pequeña escala; prospectando, explorando y extrayendo minerales con sistemas rudimentarios.

Geomembrana: Material impermeable en forma de lámina flexible que se utiliza para prevenir el paso de líquidos.

I

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

L

Ley: Determina la cantidad del mineral mediante el análisis de una muestra representativa, la cual al ser ensayada indica el contenido metálico de cada elemento en relación a una tonelada.

Lixiviación: La Lixiviación es un proceso en el cual se extrae uno o varios elementos de un sólido, mediante la utilización de un disolvente líquido.

Lixiviado: Líquido proveniente de los residuos, el cual se forma por reacción, arrastre o percolación y que contiene, disueltos o en suspensión, componentes que se encuentran en los mismos residuos.

Lote minero: Fundo: terreno de profundidad indefinido, limitado por planos verticales cuya cara superior es la superficie del terreno, sobre la cual se determina el perímetro que lo comprende.

M

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Mina: Yacimiento de mineral. Conjunto de obras realizadas para permitir el arranque y a la extracción del mineral económico de la tierra. Pueden ser a cielo abierto y subterráneas.

Mineral: Sustancia de origen natural, diferenciándose entre sí por su composición química, cristalización y propiedades físicas y químicas.

Mineralización: Proceso de deposición y/o reemplazamiento de minerales en vetas, fracturas, fallas o cuerpos.

Molienda: Ciclo de reducción de tamaño en el proceso de beneficio, utilizado para ello molinos, ciclones y bombas de pulpas.

Monitoreo: Seguimiento, medida de los contaminantes y de sus efectos con objeto de ejercer control sobre la exposición del hombre o de elementos específicos de la biósfera a esos contaminantes.

Muestreo: El levantamiento sistemático de datos indicadores de las características generales, la magnitud, la estructura y las tendencias de una población o de su hábitat, con el fin de diagnosticar su estado actual y proyectar los escenarios que podría enfrentar en el futuro.

N

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Noble: Metal de gran pureza.

O

Ordenamiento ecológico: El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Oxidación: Zona en que los sulfuros han sido expuestos a la acción de aguas superficiales que arrastran oxígeno y bióxido de carbono, alterando a óxidos y carbonatos.

P

Pegada: Voladura. Acción de realizar la explosión.

Pileta: Recipiente de material pétreo utilizado para almacenamiento de agua necesaria en las operaciones de mina y/o planta de beneficio.

Plan de manejo: El documento técnico operativo de las Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre sujeto a aprobación de la Secretaría, que describe y programa actividades para el manejo de especies silvestres particulares y sus hábitats y establece metas e indicadores de éxito en función del hábitat y las poblaciones.

Polvorín: Lugar de almacenamiento de explosivos y artificios, los cuales deben cubrir requisitos estrictos de construcción y operación.

Prevención: Conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente.

Protección: Conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.

Pureza: Cristal mineral sin manchas o impurezas.

R

Reciclaje: Tratamiento o proceso para recuperar y aprovechar eficientemente los componentes útiles de los desechos sólidos generados durante el manejo de residuos.

Recuperación: Restablecimiento de los procesos naturales y de los parámetros genéticos, demográficos o ecológicos de una población o especie, con referencia a su estado al iniciar las actividades de recuperación, así como a su abundancia local, estructura y dinámica en el pasado, para retornar a cumplir con su papel ecológico y evolutivo con la consecuente mejoría en la calidad del hábitat.

Recursos biológicos: Los recursos genéticos, los organismos o partes de ellos, las poblaciones, o cualquier otro componente biótico de los ecosistemas con valor o utilidad real o potencial para el ser humano.

Rehabilitación: Acciones conjuntas para volver a adquirir condiciones que se tenían.

Reintroducción: La liberación planificada al hábitat natural de ejemplares de la misma subespecie silvestre o, si no se hubiera determinado la existencia de subespecies, de la misma especie silvestre, que se realiza con el objeto de restituir una población desaparecida.

Relleno: Roca o material estéril colocada en el hueco de un rebaje por efecto de la extracción de mineral costeable.

Repoblación: La liberación planificada al hábitat natural de ejemplares de la misma subespecie silvestre o, si no se hubiera determinado la existencia de subespecies, de la misma especie silvestre, con el objeto de reforzar una población disminuida.

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

Restauración: Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

Reuso: Se refiere al aprovechamiento de materiales u objetos considerados como desechos para el mismo uso a que se destinaban originalmente. Con frecuencia supone un reacondicionamiento para ponerlos nuevamente en condiciones de utilización.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Rexistacia: Capacidad del terreno para generar condiciones adecuadas para la formación del suelo (edafogénesis).

Rotor: Elemento estructural del aerogenerador, acoplado a la nacela, en el que se soportan las aspas de la turbina de viento.

S

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

T

Tajo: Mina a cielo abierto. Trabajos mineros de explotación realizados en superficie.

Talud: Superficie inclinada y lateral de fragmentos de roca al pie de un corte y/o de un apilamiento de material o mineral.

Tepetate: Roca o fragmentos de material sin contenidos de mineral. Uso local en algunas minas para designar mineral de baja ley.

Tepetatera: Lugar específico para depositar el mineral estéril producto del avance de obras mineras. Lugar de explotación de material estéril necesario para rellenar los huecos producto de una explotación.

Tierras raras: Las llamadas tierras raras son un grupo de 17 metales con propiedades únicas utilizados de manera más masiva en la industria de la innovación y de alta tecnología.

U

Unidad de producción: Es el conjunto general de relaciones de diseño, organización, toma y ejecución de decisiones, distribución de espacio, tecnología, producción, especialización e intercambios realizados por los individuos en niveles determinados de desarrollo.

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación: Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

V

Veta: Estructura geológica tabular que contiene minerales en diferente concentración y calidad. Estas estructuras para denominarse como vetas deben estar con una inclinación mayor a 40º.

Z

Zona crítica: Aquella en la que por sus condiciones topográficas y meteorológicas se dificulte la dispersión o se registren altas concentraciones de contaminantes a la atmósfera

VIII.1.8. Bibliografía

A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys 2nd edition. 1999. Soil Taxonomy.

ALLEN, M.J. “Report on a Collection of Amphibians and Reptiles from Sonora, Mexico, with the Description of a New Lizard”. Occasional Papers of the Museum of Zoology University of Michigan 259. 1933: p.1-15.

ÁLVAREZ, T. [et al.]. Claves para murciélagos mexicanos. México: CIBNOR / ENCB-IPN, 1994. 64 p.

ÁLVAREZ, T. y F. Lachica. Zoogeografía de los vertebrados de México., en El Escenario geográfico. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D.F. 1974. p.221-275

AOU (American Ornithologists' Union). Check-List of North American Birds. American Ornithologists' Union, Washington D.C. 1998.

APARICIO MIJARES, Francisco Javier. Fundamentos de hidrología de superficie. Primera Edición. México, D.F. Limusa S.A. de C.V, 1989. 303 p. ISBN: 968-18-3014-8.

ARANDA SÁNCHEZ, Jaime Marcelo. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. México, D.F.: CONABIO, 2012, 255 p.

ARANDA SÁNCHEZ, Jaime Marcelo. Rastros de los mamíferos silvestres de México. Xalapa, Ver.: INIREB, 2000.

ARITA, H.T. y G. Rodriguez. Patrones geográficos de diversidad de los mamíferos terrestres de América del Norte. Instituto de Ecología, UNAM. Base de Datos SNIB-CONABIO Proyecto Q068. México, D.F. 2004.

ARRIAGA, L. [et al.]. Regionalización ecológica y biogeográfica de México. Taller de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 1997.

ASTIER, Jean Louis. Geofísica aplicada a la hidrogeología. Ambroggi, R. (Prol.); Río, Ángel (trad.); Madrid: Paraninfo; 1975. 344 páginas. ISBN: 842830694X.

Atlas del Agua en México [en línea] México. Sistema Nacional de Información sobre cantidad, calidad, usos y conservación del Agua, SINA, 2014, [ref. Junio 2015]. Disponible en internet: http://goo.gl/ssYqyP ISBN: 9786078246762.

BARRIOS, I. La Edafología: Origen, desarrollo y conceptos. INGEBA. 1985.

BOGERT, C.M. y J.A. Oliver. 1945. A Preliminary Analysis of the Herpetofauna of Sonora. Bulletin of the American Museum of Natural History 83: 297-426.

BONINE, K., E. ENDERSON y R. BEZY. “Geographic Distribution. Imantodes gemmistratus (Central American Tree Snake)”. Herpetological Review 37 (2006): p.363.

BROWN, D.E. Biotic Communities: SouthwesternUnited States and Northwestern Mexico. University of Utah Press, Salt Lake City. ed 1994.

BÚRQUEZ, A., [et al.]. Aboveground biomass in three Sonoran Desert communities: variability within and among sites using replicated plot harvesting. Journal of Arid Environments. 2010. 74. p.1240-1247.

BURT, C.E. “Notes on a Collection of Lizards from Western Mexico and Tropical America”. Transactions of the American Microscopical Society 54 (1935): p. 167-178.

BURT, W.H. “Faunal Relationships and Geograph-ic Distribution of Mammals in Sonora, México”. Miscellaneous Publications Museum Zoology, University of Michigan. 1938.

CAIRE W. “Annotated Checklist of the Recent Land Mammals of Sonora, Mexico”. En: T.L. YATES, W.L. GANNON y D.E. WILSON, eds. Life among the Muses: Papers in Honor of James S. Findley. SpecialPublication of the Museum of Southwestern Biology, núm. 3. Albuquerque, Nuevo México, 1997. p. 69-80.

CASAS-ANDREU, G.; VALENZUELA-LÓPEZ G.; RAMÍREZ-BAUTISTA, Aurelio. “Cómo hacer una colección de anfibios y reptiles”. Cuadernos del Instituto de Biología. México, D.F. UNAM, 1991, núm. 10, p. 1-68.

CASTILLO-GÁMEZ, R.A. [et al.]. Mamíferos. Pg. 421-426. In Molina-Freaner, Francisco and Van Devender, Thomas R. eds., Diversidad Biológica de Sonora. Universidad Nacional Autónoma de México. Hermosillo, Sonora. 2010.

CEBALLOS, G. y J. Arroyo-Cabrales. Lista actualizada de los mamíferos de México 2012. Revista Mexicana de Mastozoología, Nueva Época. 2012. 2. p.27-80.

CEBALLOS, G. y OLIVA G. Los Mamíferos Silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Fondo de Cultura Económica. México. 2005.

CEBALLOS, G. y RODRÍGUEZ P. Diversidad y conservación de los mamíferos de México: II. Patrones de Endemicidad., en: R. A: Medellín y G. Ceballos (eds.). Avances en el Estudio de los Mamíferos de México. Publicaciones Especiales, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F. 1993. Vol. 1.Pp. 87-108

CENAPRED.http://www.cenapred.unam.mx/es/PreguntasFrecuentes/faqpopo5.html.

COLPOS. MITOS Y FALACIAS DEL MÉTODO HIDROLÓGICO DEL NÚMERO DE CURVA DEL SCS/NRCS. Disponible en internet: http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2009/jul-ago/art-7.pdf México. 2009.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

CONAGUA. Determinación del caudal ecológico en cuencas hidrológicas. NMX-AA-159-SCFI-2012. México. 2012.

CONAGUA Comisión Nacional del Agua,, 2007. Prospección Geoeléctrica y Registros Geofisicos de Pozos [en línea] México, D.F. [ref. Junio 2015]. Disponible en internet: http://goo.gl/61dsNu ISBN: 9789688178805

CHOW, Ven Te, Maidment, David R. Hidrología Aplicada. Saldarriaga, Juan G. (trad); Santos G. German R. (Rev. Técn.) Colombia. McGraw Hill Interamericana S.A. 1994. 586 p. ISBN: 958-600-171-7.

CITES. The CITES Appendices. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. 2015. <http://www.cites.org/eng/app/appendices.shtml>.

COCKRUM, E. L., and G. R. Bradshaw. Notes on mammals from Sonora, Mexico. American Museum Novitates. 1963. 2138. p.1-9.

CODY, M. y E. VELARDE. “Land Birds”. En: T.J. CASE, M.L. CODY y E.

CODY, M.L. y E. Velarde. Land Birds. In A new island biogeography of the Sea of Cortes. T.J. Case. [et al.]. (eds.) Oxford University Press, New York. 2002. p.271-312.

COLWELL, R. K. “Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples”. Version 9 (2013). User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.

CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad). 2001. Mapas de Vegetación Potencial y Provincias Biogeográficas. Escala 1:1000000. México.

CROCKRUM, E.L. y G. R. Bradshaw. “Notes on mammals from Sonora, México”. Amer. Mus. Novit., 2138. 1963: p.1-9.

DUARTE Velasco, Oscar Germán, 2000. Técnicas Difusas en la Evaluación de Impacto Ambiental. Tesis doctoral. Universidad de Granada. E.T.S. de Ingeniería Informática. Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial. Granada, España.

ENDERSON, E.F. y R.L. BEZY. “Geographic Distribution. Geophis dugesii (Chihuahuan Earth Snake)” Herpetological Review 38 (2007a): p. 103.

ENDERSON, E.F. y R.L. BEZY. “Geographic Distribution. Leptodeira splendida ephippiata (Saddled Cat-Eyed Snake)” Herpetological Review 38 (2007c): p. 220.

ENDERSON, E.F. y R.L. BEZY. “Geographic Distribution. Pseudoficimia frontalis (False Ficimia)” Herpetological Review 38 (2007b): p. 105.

ENDERSON, E.F. y R.L. BEZY. “Geographic Distribution. Syrrhophus interorbitalis (Spectacled Chirping Frog)” Herpetological Review 38 (2007d): p. 216.

ENDERSON, E.F. y R.L. BEZY. 2007e. Geographic Distribution. Lampropeltis triangulum sinaloae (Sinaloan Milksnake) Herpetological Review 38: p. 487.

ENDERSON, E.F., [et al.]. “Una sinopsis de la herpetofauna con comentarios sobre las prioridades en investigación y conservación”. En: MOLINA-FREANER F.E. y T.R. VAN DEVENDER, eds. Diversidad biológica de Sonora. UNAM, México. 2010. p.357-383.

ENDERSON, E.F., [et al.]. The Herpetofauna of Sonora, Mexico, with Comparisons to Adjoining States. Check List. 2009. 5. p.632-672.

ENDERSON, E.F., A. QUIJADA-MASCAREÑAS, D.S. TURNER, R.L. BEZY y P.C. ROSEN. “Una sinopsis de la herpetofauna con comentarios sobre las prioridades en investigación y conservación”. En: F.E. MOLINA-FREANER y T.R. VAN DEVENDER, eds. Diversidad biológica de Sonora. UNAM, México, 2010. p. 357-383.

ENDERSON, E.F., K.B. BONINE y R.L. BEZY. “Geographic Distribution. Gyalopion canum (Chihuahuan Hook-nosed Snake)” Herpetological Review 37 (2006): p. 362.

ENDERSON, E.F., S. HALE y R.L. BEZY. “Geographic Distribution. Kinosternon integrum (Mexican Mud Turtle)” Herpetological Review 38 (2007): p. 217.

FLORES-VILLELA, O. “Herpetofauna mexicana: lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes, y nuevas especies”. Carnegie Museum Of Natural History Special Publication. No. 17 (January, 1993) p. i-iv, 1-73.

FLORES-VILLELA, O. 1993. Herpetofauna mexicana. Spec. Pub. No. 17. Carnegie Mus. Nat. Hist. USA.

FLORES-VILLELA, O. y L. CANSECO MÁRQUEZ. “Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México”. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), 2004, vol. 20, núm. 2, p. 115-144.

FLORES-VILLELA, O. y P. GEREZ. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. 2a ed. México: CONABIO-UNAM, 1994. 439 p.

FRIEDMANN, H, [et al.] “Distributional CheckList of the Birds of Mexico Part I”. Pacific Coast Avifauna 29. Cooper Ornithological Club. Berkeley, California. 1950. 202p.

FRIEDMANN, H, L. GRISCOM y R.T. MOORE. “Distributional CheckList of the Birds of Mexico Part I”. Pacific Coast Avifauna 29. Cooper Ornithological Club. Berkeley, California. 1950. 202p.

FROST, D. R. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6. American Museum of Natural History, New York, USA. 2015. Electronic Database accessible at http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html. [Consulta: 13 de junio de 2015].

GABIOUD, Emmanuel Adrián; WILSON, Marcelo Germán y SASAL, María Carolina.Análisis de la estabilidad de agregados por el método de le bissonnais en tres órdenes de suelos. Cienc. Suelo [online]. 2011, vol.29, n.2 [citado 2015-07-06], pp. 129-139. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672011000200002&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1850-2067.

GARCÍA Leyton, Luís Alberto, 2004. Aplicación del Análisis Multicriterio en la Evaluación de Impactos Ambientales. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cataluñya. Programa de Doctorado de Ingeniería Ambiental, Barcelona, España.

Guía para la elaboración de la Manifestación del Impacto Ambiental Modalidad Particular. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México 2017.

GAYOSO, Jorge; Alarcón, Diego. Guía de Conservación de Suelos Forestales. Universidad Austral de Chile. 1999.

GONZALEZ de Vallejo, Luis I. Ingeniería geológica. Madrid: Pearson/Prentice Hall, 2004. 744 páginas. ISBN: 9788483228234.

GONZÁLEZ-ROMERO, A. y S. ÁLVAREZ-CÁRDENAS. “Herpetofauna de la región del Pinacate, Sonora, Mexico: un inventario”. Southwestern Naturalist. 1989. 34: p. 519-526.

HALL, E. R. The mammals of North America. 2th ed. New York, USA: John Wiley & Sons Inc. 1981, Vols. I and II, 1181 p.

HENSLEY, M. M. Results of a herpetological reconnaissance in extreme southwestern Arizona and adjacent Sonora, with a description of a new subspecies of the Sonoran whipsnake, Masticophis bilineatus. Trans. Kansas Acad. Sci. 1950.

HERINGHI, H.L. “An Ecological Survey of the Herpetofauna of Álamos, Sonora, Mexico”. Tesis de maestría. Arizona State University, Tempe. 1969.

HOWELL, S. N. G., y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, Oxford.

INAFED 2010. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Enciclopedia de los Municipios de México. Consultada 21/12/2015. Disponible en: http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM26sonora/index.html

INEGI 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo de Población y Vivienda 2010. Consultado 10/11/2015. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx

INEGI 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México en cifras. Consultado 12/11/2015. Disponible en: http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras

IUCN (2013). IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. http://www.iucnredlist.org

IUCN. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2.

IUCN. Red List of Threatened Species™. IUCN, Gland, Switzerland. 2015.

IUCN. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. <http://www.iucnredlist.org/>.

JIMÉNEZ-PIEDRAGIL, C.D., ROMERO-ALMARAZ, M.L., SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ C. y GUERRERO-LARA-GÓNGORA J.A. A New Species of Sceloporus (Reptilia, Sauria: Phrynosomatidae) of the grammicus Complex from Chihuahua and Sonora, Mexico. Bulletin of the Maryland Herpetological Society. 2004. 40: 1-41.

LARA-GÓNGORA, G. A New Species of Sceloporus (Reptilia, Sauria: Phrynosomatidae) of the grammicus Complex from Chihuahua and Sonora, Mexico. Bulletin of the Maryland Herpetological Society. 2004. 40. p.1-41.

LECTURES notes on the major soils of the world [en línea]. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2001 [fecha de consulta Junio 2015]. Disponible en: ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/wsrr94e.pdf ISBN 925-104637-9

LEMOS-ESPINAL, J.A. Anfibios y reptiles de la sierra Tarahumara. Universidad Nacional Autonoma de México. Informe final SNIB-Conabio, proyecto X004. México. 2003.

LEMOS-ESPINAL, J.A. Anfibios y reptiles del estado de Sonora. Universidad Nacional Autonoma de México. Informe final SNIB-Conabio, proyecto CE001. México. 2004.

LEMOS-ESPINAL, J.A. Anfibios y reptiles del este/ noreste del estado de Sonora. Universidad Nacional Autonoma de México. Informe final SNIB-Conabio, proyecto BE002. México. 2005.

LEMOS-ESPINAL, J.A. “Anfibios y reptiles del este/ noreste del estado de Sonora”. Universidad Nacional Autónoma de México. Informe final SNIB-Conabio, proyecto BE002, México. 2005.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Ultima reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 23 de abril de 2018.

LINER, E. A. “Checklist of the amphibians and reptiles of México”. Occasional Papers of the Museum of Natural Science. Louisiana State University, 2007. 80, p. 1-60.

LINER, E. A. 2007. Checklist of the amphibians and reptiles of México. Occ. Pap. Mus. Nat. Sci. Lousiana St. Univ., 80: 60.

LLORENTE-BOUSQUETS, [et al.] I. Manual de recolección y preparación de animales. México: UNAM, 1990. 270 p.

LOOMIS, R. B. y R. M. Davis. “The vampire bat in Sonora, with notes on other bats from southern Sonora”. Jour. Mamm., 1965. 46. 497p.

LUNDGREN, B. Soil conditions and nutrients cycling under natural and plantation forest in Tanzanian highlands. Swedish University. Sweden. 1978.

Manifestación de impacto ambiental “Expansión proyecto Mulatos 2012”. Minas de oro nacional, S.A. de C.V. México. Julio 2012. Disponible en Internet: [http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/son/estudios/2012/26SO2012M0004.pdf?hc_location=ufi]

MARGALEF R. Ecología. Planeta. Barcelona. 1992.

MARTIN, P.S., YETMAN D., FISHBEIN M., JENKINS P., VAN DEVENDER T.R y WILSON R.K. Gentry’s Rio Mayo Plants: The Tropical Deciduous Forest and Environs of Northwest Mexico. The Southwest Center Series, University of Arizona Press, Tucsón.1998.

MARTÍNEZ-YRÍZAR, A., FELGER,R.S. y BÚRQUEZ A. Los ecosistemas terrestres: un diverso capital natural. En: F.E. Molina-Freaner y T.R. Van Devender, eds. Diversidad biológica de Sonora. UNAM, México, 2010. pp. 129-156.

MEDELLÍN, R. [et al.]. Identificación de los murciélagos de México. Clave de campo. México, D.F. Publicaciones especiales, Asociación Mexicana de Mastozoología A.C. 1997. 83p.

MEDELLÍN, R. A., H. T. Arita y O. Sánchez H. 1997. Identificación de los murciélagos de México. Clave de campo. Publicaciones especiales núm. 2. Asociación Mexicana de Mastozoología AC. México, DF.

MILLER, A.H., [et al.]. Moore. “Distributional CheckList of the Birds of Mexico Part II”. Pacific Coast Avifauna 33. Cooper Ornithological Society. Berkeley, California. 1957. 436 p.

MOCKUS, V. Estimation of total (and peak rates of) surface runoff for individual storms. Exhibit A of appendix B. Interim Survey Report. U.S. Department of Agriculture. 1949.

Modelamiento Hidrológico con HEC-HMS: Pronostico de crecidas. Universidad de Valladolid (UVA) U.D. de Hidráulica e Hidrología. Diez Hernández, Juan Manuel. 2015.

National Engineering Handbook. Soil Conservation Service. United States Department of Agriculture. Section 4: Hidrology. SCS. 1972.

NATIONAL Geographic Society. Field guide to the birds of North America. 3th ed. Washington, D.C.: National Geographic Society. 2000.

NÚÑEZ, Jorge. Fundamentos de Edafología. 3ª Edición. Costa Rica. Editorial Universidad Estatal San José de Costa Rica. 2000. 188 p.

NYLE C. Brady and Ray R. Weil. 2008. The Nature and Properties of Soils. 14 ed. Pearson-Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. 990 pp. ISBN: 13-978-0-13-227938-3.

ORELLANA E., y Mooney H. Tablas y Curvas Patrón para Sondeos Eléctricos Verticales sobre Terrenos Estratificados. Madrid: Interciencia. 1982. 125 páginas. OCLC: 664590685

ORELLANA Ernesto, Prospección Geoeléctrica por Corriente Continua. Madrid: Paraninfo, 1982. 580 páginas. ISBN: 9788428311533

PARRA-SALAZAR, I. y A. Quijada-Mascareñas. Fauna de Sonora: riqueza y estado actual. En: Moreno J.L., ed. Ecología, recursos naturales y medio ambiente en Sonora. El Colegio de Sonora, Hermosillo, 1992. p.450-465.

Participes de la norma NMX-AA-159-SCFI-2012. “Procedimiento para la determinación de caudal ecológico de cuencas hidrológicas”.

PETERSON, R. T. y E. L. Chalif. Aves de México: guía de campo. Identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y El Salvador. México: Editotial Diana, 1989. XXIV, 473 p.

PETERSON, R. T. y E. L. Chalif. 1989. Aves de México. Ed. Diana, México D. F.

PYRON, A. y J. Wiens. “A large-scale phylogeny of Amphibia including over 2800 species, and a revised classification of extant frogs, salamanders, and caecilians”. Molecular Phylogenetics and Evolution. Vol. 61, Issue 2. November, 2011. p.543–583.

QUIJADA-MASCAREÑAS, A. y E.F. Enderson. Ramphotyphlops braminus (Brahminy Blind Snake) Geographic Distribution SSAR. Herpetological Review 2007. 38. p. 490.

QUIJADA-MASCAREÑAS, A., [et al.]. Plestiodon obsoletus (Great Plains Skink). Geographic Distribution. SSAR Herpetological Review. 2007. 38. p.353.

RALPH, C. J. [et al.]. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 1996. 46 p.

RALPH, C. John; GEUPEL, Geoffrey R.; PYLE, Peter; MARTIN, Thomas E.; DeSANTE, David F; MILÁ, Borja. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 1996. 46 p.

RAMÍREZ-PULIDO, J., N. GONZÁLEZ-RUIZ, A. L. GARDNER, and J. ARROYO-CABRALES. “List of Recent Land Mammals of Mexico”. Special Publications of the Museum of Texas Tech University. 2014. Number 63: p. 1-69.

RAMÍREZ-PULIDO, J. [et al]. “Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México”. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), 2005. vol. 21, núm. 1, p. 21-82.

RAMÍREZ-PULIDO, J.; ARROYO-C., J.; CASTRO-C., A. “Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México”. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), 2005. vol. 21, núm. 1, p. 21-82.

REGLAMENTO de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Ultima reforma publicada en el DOF el 31 de octubre de 2014.

ROJAS-SOTO, O., F. PUEBLA OLIVARES, E. FIGUEROA ESQUIVEL, L. SÁNCHEZ GONZÁLEZ, NAKAZAWAUEJI, J. YOSHINORI, C. RÍOS MUÑOZ, y A. NAVARRO. “Avifauna de Isla Tiburón”. Anales del Instituto de Biología, UNAM. Serie Zoología 2002. 73(1): p.73-89.

ROMERO-ALMARAZ, M. de L. [et al]. Mamíferos pequeños. Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. Facultad de Ciencias, UNAM. Instituto de Biología, UNAM. Centro de Investigaciones Biológicas, UAEM. 2000. 151 p.

Romero-Almaraz, M. de L., C. Sánchez–Hernández, C. García-Estrada y R. D. Owen. 2000. Mamíferos pequeños. Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. Facultad de Ciencias, UNAM. 151 pp + IV.

ROMERO-ALMARAZ, M. de L.; SÁNCHEZ–HERNÁNDEZ, C.; GARCÍA-ESTRADA, C.; OWEN, R. D. Mamíferos pequeños. Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. Facultad de Ciencias, UNAM; Instituto de Biología, UNAM; Centro de Investigaciones Biológicas, UAEM, 2000. 151 p.

RORABAUGH, J.C. “An Introduction to the Herpetofauna of Mainland Sonora, Mexico, with Comments on Conservation and Management”. Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science 2008. 40: p. 20-65.

RORABAUGH, J.C. y J.M. Servoss. Rana berlandieri (Rio Grande leopard frog) Mexico: Sonora. Herpetological Review. 2006. 37. p.102.

ROSEN, P.C. y A. Quijadas-Mascarenas. Aspidoscelis xanthonota (Red-backed Whiptail Lizard) Geographic Distribution. Herpetological Review. En prensa.

Rotator Software, C. A. 2012. Modelador de Estudios® Manual de Usuario. Venezuela. 162 páginas. RSMAN-M-072012.

RUSSELL, S. y D. Lam. “Notes on the distribution of birds in Sonora, México”. Wilson Bulletin. 1978. 90 (1): p.123-131.

RUSSELL, S. y G. MONSON. The Birds of Sonora. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona. 1998. 360 p.

RZEDOWSKI, J. “Vegetación potencial”, escala 1:4 000 000. En: IV.8.2. Atlas Nacional de México. Vol. II. México: Instituto de Geografía, UNAM. 1990. [ref. de 11 de mayo de 2001]. Disponible en Web: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

S. G. M. Servicio Geológico Mexicano, Carta Geológico-Minera Mulatos-H12-D47 [en línea] 2008 [ref. Junio 2015] Disponible en internet: http://goo.gl/v31JgS

SCHWALBE C.R. y C.H. LOWE. “Amphibians and Reptiles of the Sierra de Álamos”. En: R.H. ROBICHAUX y D.A. YETMAN, eds. The Tropical Deciduous Forest of Álamos, Biodiversity of a Threatened Ecosystem in Mexico. University of Arizona Press, Tucsón, 2000. p. 172-199.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Pp. 1-78.

SEMARNAT- Conafor. Gerencia de Suelos. México. 2004.

SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. México, D.F. Diario Oficial de la Federación (DOF). 2010.

SEMARNAT. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. México. 2004

SIATL. http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/# .2015

Siebe, C; Jahn, R. Manual para la descripción y evaluación ecológica en el campo. 2006. 2ª. Edición. UNAM. México.

SLEVIN, J. R. The amphibians of western North America. Occas.Pap. Calif. Acad. Sci. 1928. 16:1-152.

SMITH, H.M. [et al.]. Geographic Distribution: Pituophis deppei deppei (Deppe’s gophersnake) Herpetological Review. 2005a. 36. 83 p.

SMITH, H.M., [et al.]. A New Species of Tropidodipsas (Serpentes: Colubridae) from Sonora, Mexico. Bulletin of the Maryland Herpetological Society. 2005c. 41. p.39-41.

SMITH, H.M., [Ñet al.]. First State Records (Chihuahua, Sonora) and a Northern Geographic Variant of the Treefrog Hyla smithii of Mexico. Bulletin of the Maryland Herpetological Society, 2005b. 41. p.63-64.

SMITH, P.W. y M.M. Hensley. “Notes on a Small Collection of Amphibians and Reptiles from the Vicinity of the Pinacate Lava Cap in Northwestern Sonora, Mexico”. Transactions of the Kansas Academy of Science. 1958. 61. p.64-76.

SMITH, P.W. y M.M. HENSLEY. “Notes on a Small Collection of Amphibians and Reptiles from the Vicinity of the Pinacate Lava Cap in Northwestern Sonora, Mexico”. Transactions of the Kansas Academy of Science. 1958. 61: p. 64-76.

SNIM 2010. Sistema Nacional de Información Municipal. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Consultada 21/12/2015. Disponible en: http://www.snim.rami.gob.mx/

Taylor, E.H. 1938. Notes on the Herpetological Fauna of the Mexican state of Sonora. University of Kansas Science Bulletin 24: 475-503.

The Nature Conservancy

Triola Mario F. 2004. Estadística. Novena edición. Pearson Educación. México. 872 páginas. ISBN 0-201-77570-0

UAM. Formula Racional. Disponible en internet: http://www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/libro2-hidrologia/HU3.2.1-03.pdf México. 2000.

UETZ, P. (editor), The Reptile Database [en línea]: http://www.reptile-database.org, . [Consulta: 13 de junio de 2015].

UETZ, P. and Jirí Hošek (eds.), The Reptile Database,[en línea] [fecha de consulta: Marzo, 2015]

VAN DENBURGH, J. “The Reptiles of Western North America”. Occasional Papers California Academy Science. 1922. 10. p.1-1028.

VAN DEVENDER, T.R. y E. Enderson. Geographic Distribution. Micrurus distans (West Mexican Coral Snake) Herpetological Review 2007. 38. p.488.

VAN ROSSEM, A. A distributional survey of the birds of Sonora, Mexico. Occ. Pap. Mus. Zool. La. State Univ. 1945. 21. 1379 p.

VAN ROSSEM, A. The avifauna of Tiburon Island, Sonora, Mexico, with descriptions of four new races. Trans. San Diego Soc. Nat. Hist. 1932. 7 (12). p.119-150.

VAURIE, C. Summer Records and Observations on the Island of Tiburon, Sonora, Mexico. The Condor 1953. 55(4):217218.

VEIGA, M. da, Wildner, L. do P. y Baldissera, I.T. 1992. Projeto "Efeito da erosao na Produtividade do Solo. " CPPP/EPAGRI/CTA do Oeste Catarinense, Santa Catarina, Brasil. 1992.

VIESSMAN, Warren. Knapp, John W. Introduction to hydrology. Segunda edición. New York. Harper & Row. 1977. 704 p. ISBN: 978-0700224975.

VILLASEÑOR-Gómez, J.F., [et al.]. “Avifauna”. En: F.E. Molina-Freaner y T.R. Van Devender, eds. Diversidad biológica de Sonora. UNAM, México. 2010. p.385-420.

VILLASEÑOR-GÓMEZ, J.F., O. HINOJOSA-HUERTA, E. GÓMEZ-LIMÓN, D. KRUEPER y A.D. FLESCH. “Avifauna”. En: F.E. MOLINA-FREANER y T.R. VAN DEVENDER, eds. Diversidad biológica de Sonora. UNAM, México, 2010. p. 385-420.

WERNER, Jon. Woodward, Donald E. “Estimation of direct runoff from storm rainfall. National Engineering” Chapter 10. Natural Resources Conservation Service. NRCS. 2004. Part 630. 51p.

WILSON, D.E. y D.M. Reeder. 2005. Mammal Species of the World: a taxonomic and geographic reference. Vols. I y II. The Johns Hopkins University, EEUU.

ZWEIFEL, R.G. “A Survey of the Frogs of the augusti Group, Genus Eleutherodactylus”. American Museum Novitates. 1956.1813: 1-36.

ZWEIFEL, R.G. y K.G. NORRIS. “Contribution to the herpetology of Sonora, Mexico: Descriptions of New Subspecies of Snakes (Micruroides euryxanthus and Lampropeltis getulus) and Miscellaneous Collecting Notes”. American Midland Naturalist. 1955. 54: 230-249.

Bases de datos de cartografía:

- **AICA**

CIPAMEX (CONABIO), 2015. *Áreas de importancia para la conservación de las aves, 2015, escala: 1:250000*. Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves. Financiado por CONABIO-FMCN-CCA. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.

- **ANP Federales**

CONANP, 2016. *Áreas Naturales Protegidas Federales de la República Mexicana*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Dirección de Evaluación y Seguimiento, Subdirección Encargada de la Coordinación de Geomática. México, D.F.

- **Carreteras y caminos**

INEGI, 2016. *Red nacional de Caminos RNV, 2016.* Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Aguascalientes, México.

Disponible en: http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825219000

- **Carreteras y vialidades urbanas**

INEGI, 2011. *Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Aguascalientes, México.

Disponible en: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/vectoriales_carreteras.aspx

- **Climas**

INEGI, 2008. *Conjunto de datos vectoriales escala 1:1 000 000, Unidades climáticas*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Aguascalientes, México.

Disponible en: http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825267568

- **Continuo mexicano de elevaciones**

INEGI, 2013. *Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0)*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Aguascalientes, México.

Disponible en: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/descarga.aspx

- **Edafología 1:250 000**

INEGI, 2013. *Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250 000 Serie II (Continuo Nacional)*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Aguascalientes, México.

Disponible en: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/edafologia/vectorial_serieii.aspx

- **Geología 1:250 000. Servicio Geológico Mexicano**

SGM, 1998. *Carta Geológica - Minera Tecoripa H12-12. Escala 1:250 000*. Servicio Geológico Mexicano, Pachuca, México.

- **Geomorfología 1:250 000**

Pérez, J.L y Hernández, J.R., 2010. *Unidades Morfométricas del Relieve Mexicano, Carta Tecoripa H12-12*. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, México, D.F.

- **Hidrología subterránea 1:250 000**

INEGI, 1993. *Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Aguas Subterráneas, Escala 1:250 000 Tecoripa H12-12,* Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Aguascalientes, México.

- **Hidrología superficial 1:50 000**

INEGI, 2010. *Red hidrográfica Escala 1:50 000 edición 2.0*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Aguascalientes, México.

Disponible en: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/hidrologia/Descarga.aspx

- **Marco geoestadístico (Incluye estatal, municipal y localidades)**

INEGI, 2017. *Marco Geoestadístico, junio 2016*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Aguascalientes, México.

Disponible en: http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463171829

- **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio**

SEMARNAT, 2009. *Modelo del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Escala 1:2 000 000. Formato Shapefile*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), México, D.F.

Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamiento-ecologico/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poegt

- **RAMSAR**

CONANP, 2015. *Sitios RAMSAR de México 2015, escala: 1:0. edición: 1a*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Morelia, Michoacán.

- **RHP**

Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer, 2002. *Aguas Continentales y diversidad biológica de México. Regiones Hidrológicas Prioritarias*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Escala 1: 4000 000. México, D.F.

- **RTP**

CONABIO, 2004. *Regiones Terrestres Prioritarias*. Escala 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.

- **Sitios prioritarios terrestres**

CONABIO, CONANP, The Nature Conservancy - Programa México, 2007. *Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación De La Biodiversidad. Formato Shapefile, Escala 1: 000 000*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), The Nature Conservancy - Programa México (TNC), Pronatura, México, D.F.

Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

- **Uso de Suelo y vegetación Serie V**

INEGI, 2013. *Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000, Serie V (Capa Unión)*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Aguascalientes, México.

Disponible en: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/usosuelo/

Recursos en línea (cartografía):

- World Imagery [Recurso en línea]. Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community.
- Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental [Recurso en línea]. D.F., México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2014.
- Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/sigeia
- Normales Climatológicas por Estación [Recurso en línea]. D.F., México: Servicio Meteorológico Nacional – Comisión Nacional del Agua, 2010.
- Disponible en: http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75

Página intencionalmente dejada en blanco.