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

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

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

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

V. Firma la Jefa de la Unidad Jurídica:

LIC. DULCE MARÍA VILLARREAL LACARRA
"Con fundamento en artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia Por ausencia del Titular de la Delegación Federal 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 034/2019/SIPOT, en la sesión celebrada el 02 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.

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....4
I.1.4. Presentación de la documentación legal....4
I.2. Datos del Promovente....4
I.2.1. Nombre o razón social....4
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes....4
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal....4
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones....4
I.3. Responsable del Estudio de Impacto Ambiental....5
I.3.1. Nombre o razón social....5
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes....5
I.3.3. Nombre del Responsable Técnico del Estudio....5
I.3.4. Dirección del responsable del estudio....5

Tablas

Tabla I-1: Concesiones con las que intersecta el proyecto Tajo Cerro Pelón....2
Tabla I-2. Tiempo de vida útil del proyecto....4

Mapas

Mapa I-1: Ubicación política del Proyecto Minero Tajo Cerro Pelón.....3

Figuras

Figura I-1: Concesiones Mineras proyecto Tajo Cerro Pelón.....1

Anexos

Anexo I-1. Acta Constitutiva de la empresa Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V.
Anexo I-2. Registro Federal de Contribuyentes Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V.
Anexo I-3. Identificación Oficial y Poder Notariado del Representante Legal
Anexo I-4. Registro Federal de Contribuyentes Corporación Ambiental de México, S.A. de C.V.
Anexo I-5. Identificación Oficial del Responsable Técnico del Estudio

I.1. Datos del Proyecto

I.1.1. Nombre del Proyecto

Proyecto Minero “Tajo Cerro Pelón”.

I.1.2. Ubicación del Proyecto

El proyecto está ubicado en la parte de México, en el Municipio de Sahuaripa, cerca de la frontera este del estado de Sonora (ver Mapa I-1). El depósito conocido como Cerro Pelón, 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 coordenadas geográficas son de aproximadamente 108° 46´ 10” longitud Oeste, 28°36´ 17” latitud Norte. 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.

El depósito Cerro Pelón se encuentra dentro de las concesiones mineras mencionadas en la Tabla I-1, todas las concesiones son controladas Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V., en el distrito de Mulatos, mismas que se pueden observar en la

.

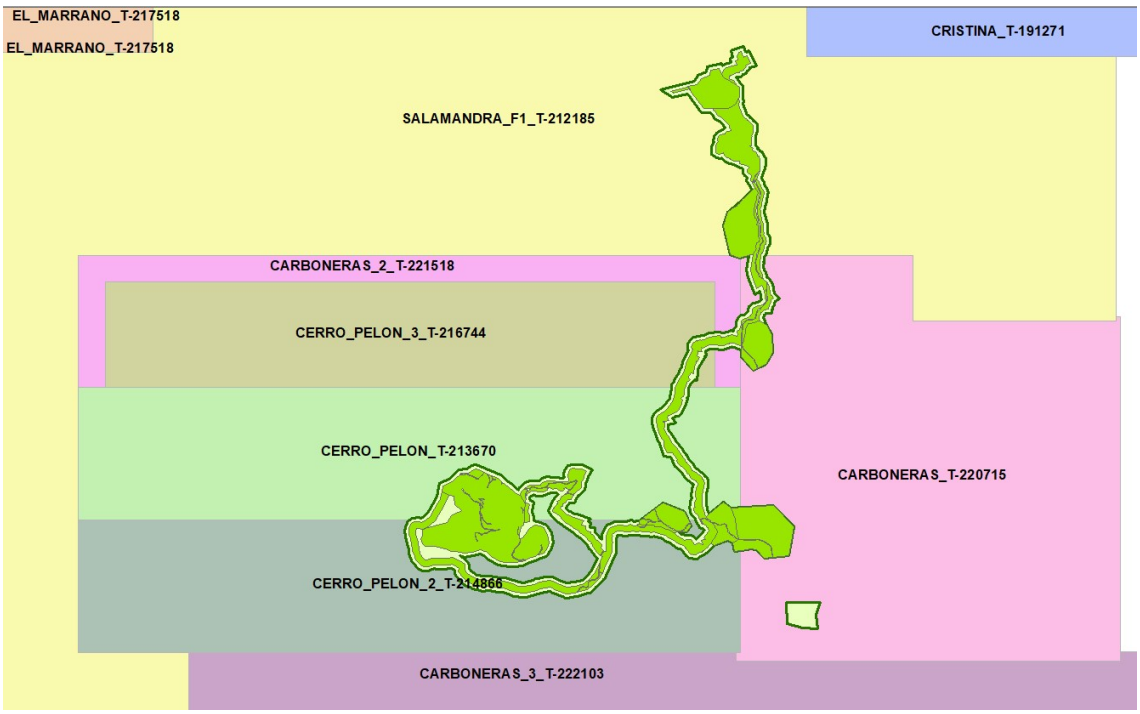
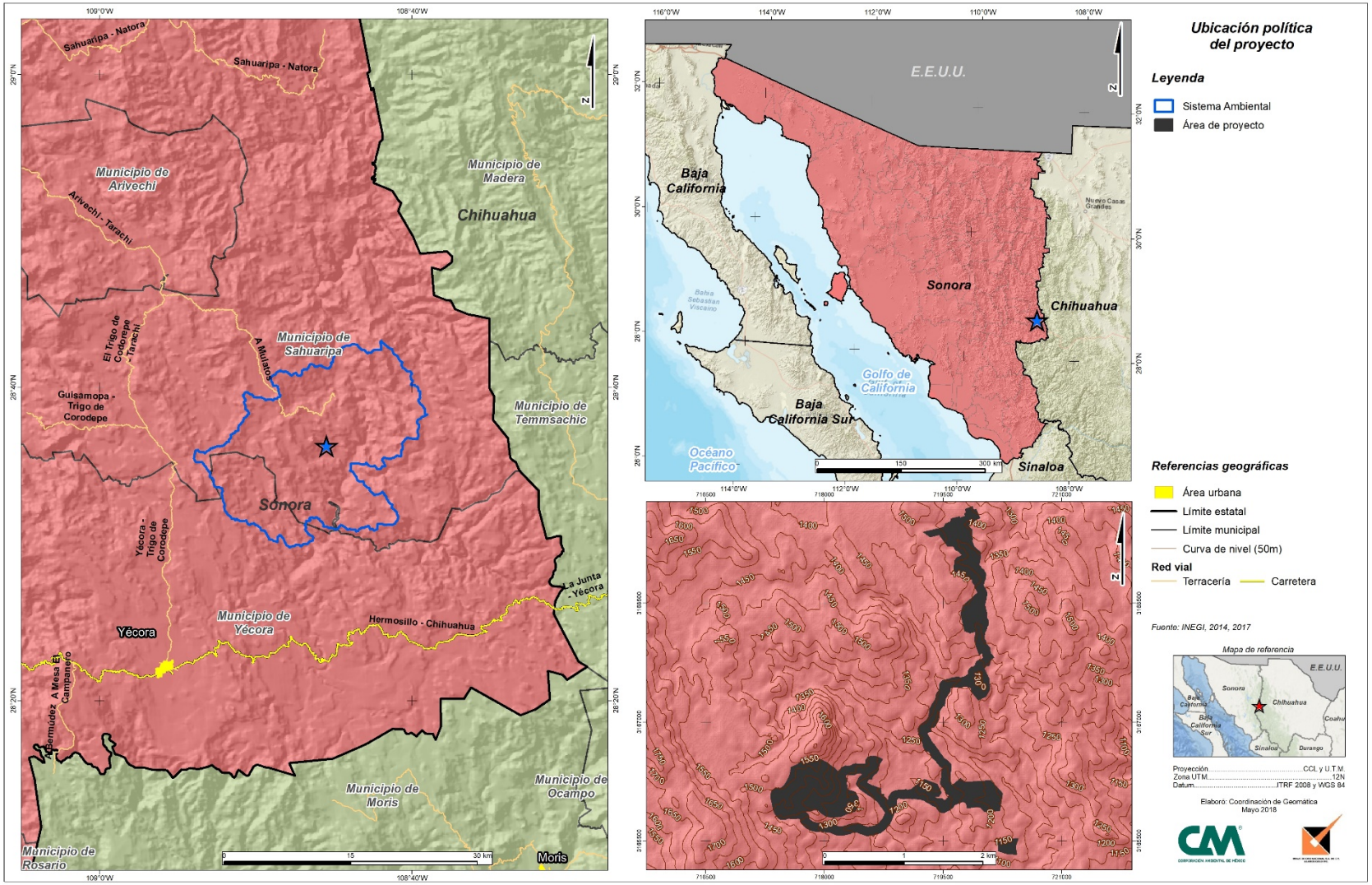


Figura I-1: Concesiones Mineras proyecto Tajo Cerro Pelón

Tabla I-1: Concesiones con las que intersecta el proyecto Tajo Cerro Pelón

Nombre Concesión	Exp. #	Título	Vigencia		Superficie (ha)
SALAMANDRA FRACCION 1 *	4/2.4/01966	212185	22-sep-2000	29-Ago-2046	8 072.6559
CERRO PELON	82/26815	213670	08-Jun-01	07-Jun-07	500.0000
CERRO PELÓN 2	82/26914	214866	04-Dic-01	03-Dic07	500.0000
CERRO PELÓN 3	82/27376	216744	28-May-02	27-May-08	368.0000
CARBONERAS	82/28557	220715	30-Sep-03	29-Sep-09	801.3822
CARBONERAS 2	82/28680	221518	19-Feb-04	18-Feb-10	132.0000
CARBONERAS 3	82/28841	222103	11-May-04	10-May-10	1 729.4533
TOTAL					**30535.7084**



Mapa I-1: Ubicación política del Proyecto Minero Tajo Cerro Pelón.

I.1.3. Tiempo de vida útil del Proyecto

La vida útil estimada del proyecto es de ocho años. Un año de preparación de sitio, seis años de construcción y mantenimiento y tres de cierre y abandono, iniciando actividades de restauración en el quinto año de producción (véase Tabla I-2).

Tabla I-2. Tiempo de vida útil del proyecto

Actividad	Año							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Preparación del sitio y construcción								
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 Cerro Pelón 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

[redacted]

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

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

[redacted]

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

[redacted]

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

[redacted]

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

I.3.3. Nombre del Responsable Técnico del Estudio

[redacted]

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

I.3.4. Dirección del responsable del estudio

[redacted]

ANEXOS CAPÍTULO I

Anexo I-1.
Acta Constitutiva de la empresa Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V.

Anexo I-2.
Registro Federal de Contribuyentes Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V.

Anexo I-3.
Identificación Oficial y Poder Notariado del Representante Legal

Anexo I-4.
Registro Federal de Contribuyentes Corporación Ambiental de México, S.A. de C.V.

Anexo I-5.
Identificación Oficial del Responsable Técnico del Estudio

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Contenido

II.1. Información General del Proyecto 1
II.1.1. Naturaleza del proyecto 1
II.1.2. Objetivos 1
II.1.3. Selección del sitio 2
II.1.3. Ubicación física del Proyecto 4
II.1.4. Inversión requerida 6
II.1.5. Dimensiones del proyecto 7
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 13
I.2.1. Programa general de trabajo 13
I.2.2. Etapa de Preparación del Sitio 14
I.2.3. Etapa de Construcción y operación 15
I.1.1. Construcción de obras asociadas o provisionales 21
I.1.2. Etapa de cierre y abandono 23
I.1.3. Utilización de explosivos 24
I.1.4. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 24
I.1.4.1. Residuos 25
I.1.4.2. Emisiones a la Atmósfera 27
I.1.4.3. Ruido 27
I.1.4.4. Aguas Residuales 27
I.1.5. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos 28
I.1.6. Otras fuentes de daños 28

Tablas

Tabla II-1: Criterios de selección del sitio del Proyecto 2
Tabla II-2 Coordenadas extremas del Proyecto 4

Tabla II-3: Inversión requerida del Proyecto 6
Tabla II-4: Dimensiones de las obras del proyecto Cerro pelón 7
Tabla II-5 Uso de Suelo de acuerdo a INEGI en áreas de Obras 8
Tabla II-6 Programa general de trabajo 14
Tabla II-7 Personal requerido en la preparación del sitio 15
Tabla II-8 Características de caminos de acceso y acarreo 15
Tabla II-9 Características de Tepetatera 20
Tabla II-10 Personal requerido para operación 21
Tabla II-11 Residuos peligrosos generados durante la preparación de sitio 25
Tabla II-12 Residuos peligrosos generados durante la operación y mantenimiento 26
Tabla II-13 Residuos peligrosos generados durante la etapa de cierre y abandono 27

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 Cerro Pelón 9
Figura II-2 Corrientes intermitentes dentro del AP Cerro Pelón 9
Figura II-3 Operación de Minado para el Proyecto 17
Figura II-4: Diagrama de flujo de trituración 18
Figura II-5: Diagrama de flujo reclamo 19

Anexos

Anexo II-1. Coordenadas geográficas que componen el AP
Anexo II-2. Lista el equipo para la quebradora

II.1. Información General del Proyecto

II.1.1. Naturaleza del proyecto

El proyecto minero “**Tajo Cerro Pelón**” (en adelante llamado proyecto) consiste en la explotación y 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 por montones, para la obtención de dore (barra metálica de oro y plata). Este proceso de beneficio se realizará dentro de las instalaciones del proyecto Mulatos, el cual actualmente se encuentra en operación.

Las obras principales a construir que comprenderá el proyecto son: (1) tajo, (2) tepetatera, (3) camino de acarreo (tajo-trituración), (4) instalaciones de quebradora, (5) banco de material de préstamo, (6) top soil, (7) oficinas, (8) polvorín (alto explosivo y accesorios). Como obras de apoyo se consideran: área de generador y banda de transporte de mineral a patios de lixiviación del proyecto Mulatos.

Las obras enunciadas con anterioridad quedan inmersas en un área de proyecto (AP) de 212.33 ha, de las cuales dichas obras ocupan un área de 145.50 ha, de estas 141.25 ha corresponden a vegetación forestal de bosque de encino y bosque de encino-pino.

El AP se ubica dentro de las concesiones mineras Salamandra fracción I (título no. 212185), Carboneras (título no. 220715), Carboneras 2 (título no. 221518), Cerro pelón (título no. 213670), Cerro Pelón 2 (título no. 214866) y Cerro Pelón 3 (título no. 216744).

La reserva del tajo del proyecto se estima en **2 889 312 toneladas a una ley de 1.54 gr/t con 143 931 onzas** basadas en una ley de corte descrita.

Como parte de la política de responsabilidad ambiental y social adoptada por el proyecto, se han realizado una serie de estudios en la zona en la que se pretende instalar, con la finalidad de planear las obras y actividades, bajo el completo cumplimiento de la normatividad aplicable y mediante la inversión de recursos económicos significativos para el diseño y aplicación de medidas efectivas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales a lo largo de la vida del proyecto.

II.1.2. Objetivos

1. Obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental en una superficie de área de proyecto (AP) de 212.33 ha, de las cuales, las obras ocupan un área de 145.50.
2. Aprovechar la reserva mineral estimada en 2 889 312 toneladas a una ley de 1.54 gr/t con 143 931 onzas.
3. Aprovechar la infraestructura instalada en otros proyectos que actualmente operan (Mulatos y Ampliación La Yaqui) tales como: almacenes de residuos peligros y no peligroso, campamento, comedor, planta de tratamiento de aguas residuales, consultorio, patios de lixiviación y planta de beneficio (para el proceso de lixiviación), a fin de no impactar más la región y optimizar los recursos económicos asignados al proyecto de Cerro Pelón.

Impacto y beneficios

La Secretaria de Economía del estado de Sonora estima que, la industria minera en el estado genera aproximadamente 15 300 empleos formales directos y que el valor de la producción es 2 800 millones de dólares estadunidenses, además de que los salarios que se pagan a los trabajadores del sector minero son más altos que en cualquier otra industria del estado.

De acuerdo al estudio Socioeconómico llevado a cabo en los Municipios de Arivechi, Sahuaripa y Yécora, considerados por ser puntos de enlace terrestre al sitio del Proyecto, realizado por Corporación Ambiental de México, S.A. de C.V. (CAM) en noviembre de 2016; la actividad minera es una fuente generadora de empleos, de acuerdo a la percepción de los actores clave entrevistados esta representa entre 5 y 30% de la PEA de los mencionados municipios. A manera regional, el impacto de la minería en el desarrollo se destaca por la rehabilitación de caminos de terracería, donativos al sistema DIF municipal (Yécora y Sahuaripa), entrega de juguetes en las localidades a fin de año, rehabilitación y mantenimiento de escuelas (incluyendo el pago de maestros), servicios de salud a la comunidad y becas para estudiantes del nivel medio superior.

II.1.3. Selección del sitio

Dada la naturaleza del Proyecto, la ubicación de la mina está condicionada y restringida a la localización del yacimiento de mineral, Sin embargo, para aquellas obras de infraestructura adicional con cierta flexibilidad de localización (oficinas, área de top soil, entre otras) se consideró una alternativa. 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-1.

Tabla II-1: Criterios de selección del sitio del Proyecto

Criterio	Justificación
Ambiental	El Área definida como Área de Proyecto (AP) comprende una superficie de 212.33 ha hectáreas el tipo de vegetación predominante corresponde a bosque de encino (76.07 ha) y bosque de encino-pino (65.18 ha), para las cuales el promovente solicitará la autorización para el cambio de uso del suelo. En los muestreos de vegetación realizados, se identificaron 309 especies de plantas vasculares de las cuales 52 especies 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. 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 barreno de exploración, para el cual se tramitará el permiso correspondiente para la solicitud de asignación de volumen. Una vez construido el camino es factible enviar agua del proyecto mulatos hacia el AP de para riegos de caminos y mitigación de polvos, así como para los servicios sanitarios

Criterio	Justificación
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, que es una zona con vocación minera donde dicha actividad está reconocida como la principal actividad productiva de la región.
Económica	Se estima que para el desarrollo del Proyecto Ampliación se necesitará una inversión aproximada total de $ 30 000 000.00 USD ($ 540 000 000.00 MNX), con una paridad de 18.00 MNX por USD. Dicha inversión proviene del sector privado. Derivado de las actividades de exploración por barrenación se tienen estimaciones que indican que el recurso mineral del Tajo Cerro Pelón es de aproximadamente 2.85 toneladas a una ley de 1.54 gr/Ton con 143 931 onzas basadas en una ley de corte descrita. El 80% de los recursos minerales (oro y plata) se localizan en la porción oxidada del depósito y el 20% restante en la zona de transición.
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 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. La operación de Proyecto generara a lo largo de su vida útil 500 empleos directos e indirectos.

[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
	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

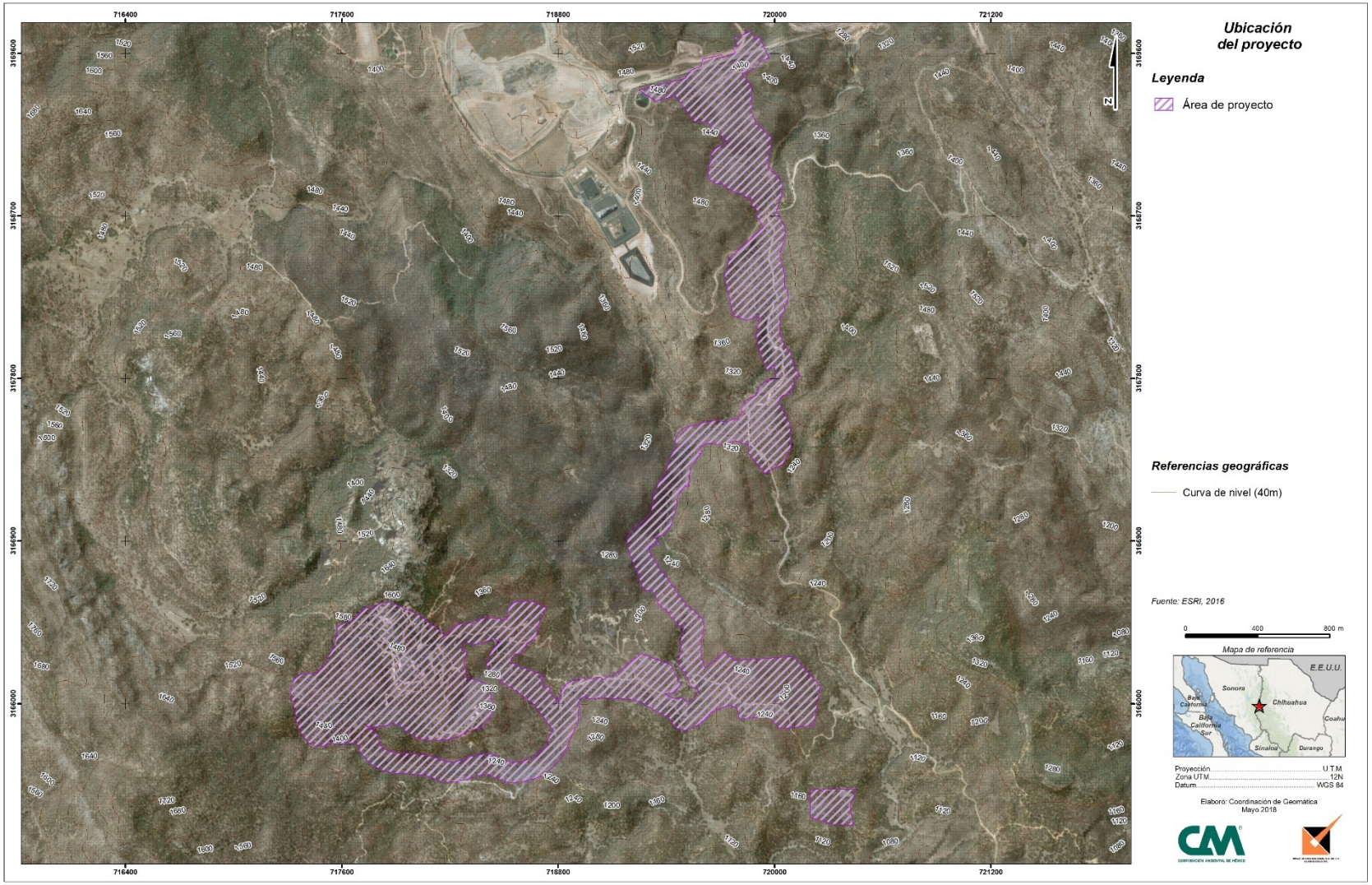
El “Proyecto Minero Cerro Pelón” se encuentra ubicado dentro del municipio de Sahuaripa, Sonora, en las inmediaciones de la comunidad de Mulatos, en el extremo norte de la Sierra Madre Occidental, en la subcuenca Río Yaqui 1. Se localiza aproximadamente a 220 km en línea recta de Hermosillo y 164 km 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-2 se presentan las coordenadas extremas del proyecto, asimismo en el Mapa II.1 se muestra la ubicación general del proyecto. El conjunto de coordenadas que componen el AP se puede consultar en el **Anexo II-1.**

Tabla II-2 Coordenadas extremas del proyecto

	Coordenadas (UTM WGS84)	
	X	Y
Máxima	717317.432	3165325.71
Mínima	720452.143	3169724.11

[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 Proyecto

II.1.4. Inversión requerida

Se estima que para el desarrollo del Proyecto se necesitará una inversión aproximada total de **$ 30 000 000.00 USD ($ 540 000 000. 00 de pesos mexicanos)**, dicha inversión proviene en su totalidad del sector privado y se distribuirá conforme a lo mencionado en la Tabla II-3.

Tabla II-3: Inversión requerida del Proyecto

Inversión requerida por etapa		Cantidad (MXN)	Cantidad (USD)
1	**Preparación del Sitio y Construcción**	**$ 414 000 000**	**$ 23 000 000**
	Trazo y marcación del camino	$ 225 000	
	Desmonte y limpieza (137 h)	$ 10 500 000	
	Construcción del camino	$ 54 000 000	
	Descapote y acarreo de tepetate	$220 000 000	
	Construcción de obras auxiliares	$ 55 000 000	
	Adquisición de equipo y oficina (trailas)	$ 5 000000	
	Permisos ambientales, operativos y pagos	$20 000 000	
	Generador de energía eléctrica de 50 kVA	$45 275 000	
2	**Capital de apoyo**	**$18 000 000**	**$ 1 000 000**
	Movimiento y logística para equipo	$10 000 000	
	Estudios y materiales extras	$2 000 000	
	Exploración y const. para pozos de agua	$3 000 000	
	Consultorías diversas	$5 000 000	
3	**Operación y Mantenimiento**	**$ 54 000 000**	**$ 3 000 000**
	Adquisición de refacciones de equipos	$24 000 000	
	Mantenimientos no programados	$10 000 000	
	Trabajos específicos y mano de obra	$15 000 000	
	Reconstrucción de piezas en trituración	$5 000 000	
4	**Cierre de las Instalaciones**	**$ 36 000 000**	**$ 2 000 000**
	Desmantelamiento de infraestructura	$10 000 000	
	Colocación de cubierta vegetal	$8 000 000	
	Nivelación y suavización de áreas	$12 000 000	
	Obras y desvio de aguas pluviales	$1 000 000	
	Trabajos de reforestación (plantas)	$4 000 000	
	Riegos auxiliares	$1 000 000	
5	**Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación (Rehabilitación)**	**$ 18 000 000**	**$ 1 000 000**
Control de polvos y partículas (riegos)		$8 000 000	
Acciones para control de erosión		$4 000 000	
Programas de riegos en áreas reforestación		$1 000 000	
Monitoreo de aguas superficiales y subterránea		$1 000 000	
Manejo de residuos peligrosos y no peligrosos		$2 000 000	

Inversión requerida por etapa	Cantidad (MXN)	Cantidad (USD)
Manejo de aguas residuales	$1 000 000	
Capacitación a personal	$1 000 000	
Total	**$540 000 000**	**$30 000 000**

Nota: Factor de cambio 18.00 pesos mexicanos (MXN) por dólar norteamericano (USD).

La estimación del periodo de retorno a grandes rasgos de la inversión de capital inicial, sin considerar predescapote, acarreo de tepetate, etc.; solo construcción. Es de aproximadamente de 18 a 20 millones de USD. Lo que nos da un Valor Actual Neto (NPV) de 28 millones USD con un Tasa interna de Retorno (IRR) de 43%.

II.1.5. Dimensiones del proyecto

La superficie total requerida para el AP es de 212.3 ha (2 123 391.3 m^2), de las cuales 145.5 ha corresponde a la superficie de ocupación de las obras y representa 68.52% del AP.
Las dimensiones de cada una de las obras se muestran en la Tabla II-4**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, su ubicación con respecto al AP se muestra en el Mapa II.2.

Tabla II-4: Dimensiones de las obras del proyecto Cerro pelón

Instalación	m2	ha
Quebradora	78034.61	7.80
Tajo-tepetatera	383001.92	38.30
Camino	551638.46	55.16
Top soil/madera norte	95297.48	9.53
Banco-materiales	64603.16	6.46
Polvorín	47071.43	4.71
Top soil/madera sur	142530.42	14.25
Oficinas	50170.42	5.02
Oficinas opción 2	42700	4.27
Total	**1 455 047.9**	**145.50**

Cabe señalar que la remoción de la vegetación se realizará en un área de aproximadamente 145.50 ha, para lo cual, de acuerdo a lo establecido en la legislación aplicable, se ha de presentar un Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo.

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 VI (INEGI, 2017), el tipo de vegetación predominante de bosque de encino (76.07 ha), seguido de bosque de encino-pino (65.18 ha) y una superficie pequeña desprovista de vegetación (4.25 ha), según se muestra en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

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 a 141.25 ha. En la Tabla II-5Tabla

II-5 se menciona la superficie de afectación en cada tipo de vegetación por la ocupación de las obras.

Tabla II-5 Uso de Suelo de acuerdo a INEGI en áreas de Obras

Instalación	Uso de suelo	m^2	ha
Quebradora	**Área desprovista de vegetación**	25 817.59	2.58
Quebradora	Bosque de encino	52 217.02	5.22
Tajo-tepetatera	Bosque de encino	87 838.79	8.78
Tajo-tepetatera	Bosque de encino-pino	29 5163.13	29.52
Camino	**Área desprovista de vegetación**	16 703.32	1.67
Camino	Bosque de encino	28 1310.21	28.13
Camino	Bosque de encino-pino	253 624.93	25.36
Top soil/madera norte	Bosque de encino	95 297.48	9.53
Banco-materiales	Bosque de encino	64 603.16	6.46
Polvorín	Bosque de encino	5 181.54	0.52
Polvorín	Bosque de encino-pino	41 889.89	4.19
Top soil/madera sur	Bosque de encino	131 543.86	13.15
Top soil/madera sur	Bosque de encino-pino	10 986.56	1.10
Oficinas opción 1	Bosque de encino-pino	50 170.42	5.02
Oficinas opción 2	Bosque de encino	42 700	4.27
Total		**1 455 047.9**	**145.50**

Las actividades que se han desarrollado dentro de este sitio son actividades de exploración minera y también ha venido siendo utilizado por los lugareños como agostadero extensivo para la engorda de ganado bovino.

Actualmente, en la región se desarrolla la actividad minera. En el municipio de Sahuaripa destacan las minas de Mulatos, la india y la Ciénega que son de mineral 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 minero Cerro pelón se localiza muy cerca de dos proyectos mineros: Proyecto Minero Mulatos y Proyecto Minero 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 dentro del AP. Sin embargo, hay corrientes intermitentes dentro del AP, durante los trabajos en campo en el mes de mayo del presente año se ha constatado que, a lo largo del cauce hay pozas en las cuales se han encontrado comunidades de *Ambystoma rosaceum* (ver Figura II-2). Por lo que el promovente tendrá el mayor cuidado para mantener intactas y conservar estas áreas durante la vida operativa del proyecto.

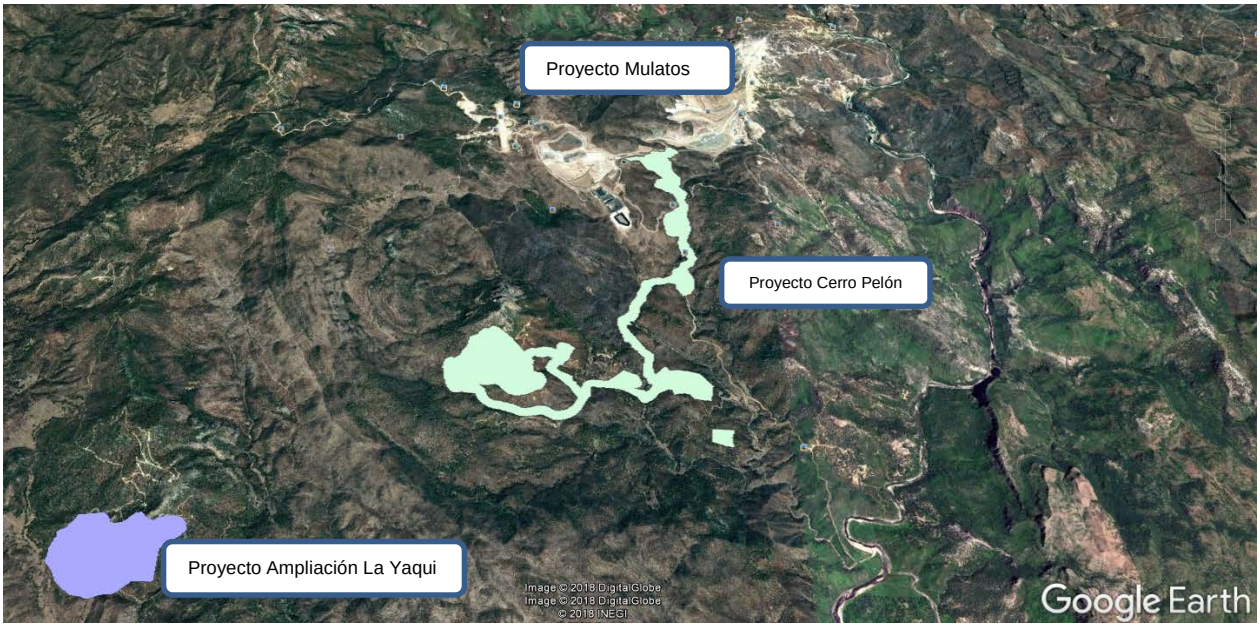


Figura II-1 Proyectos mineros cercanos a Cerro Pelón

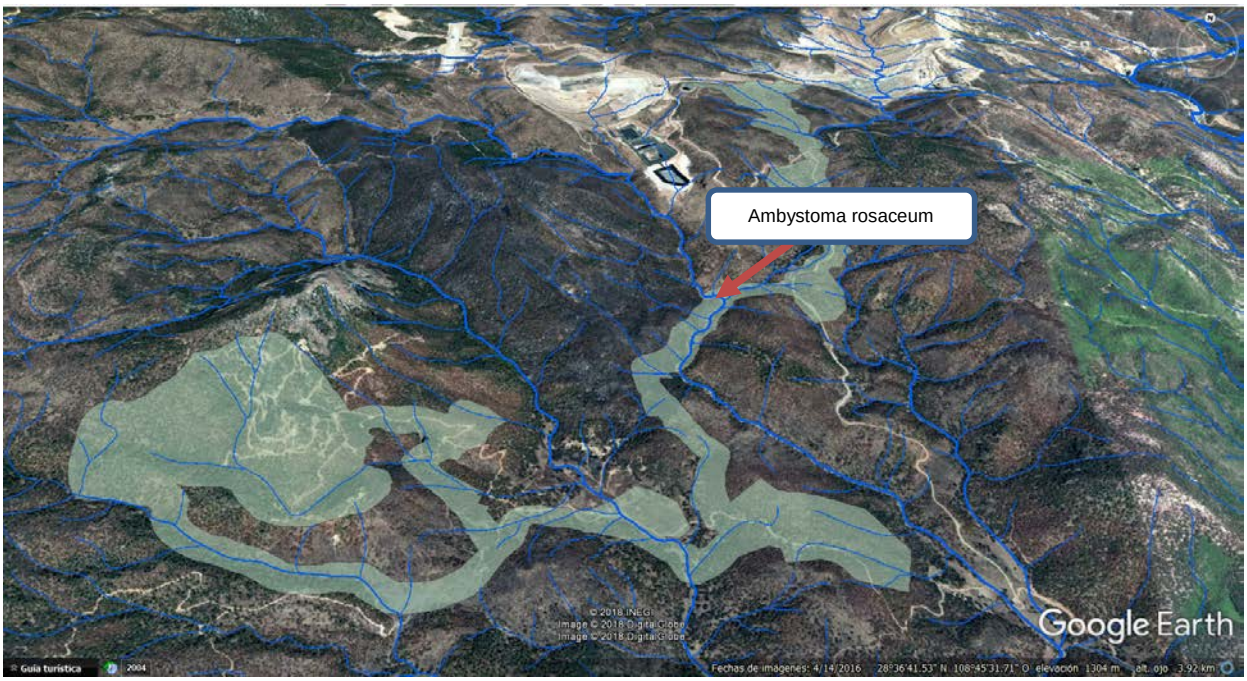
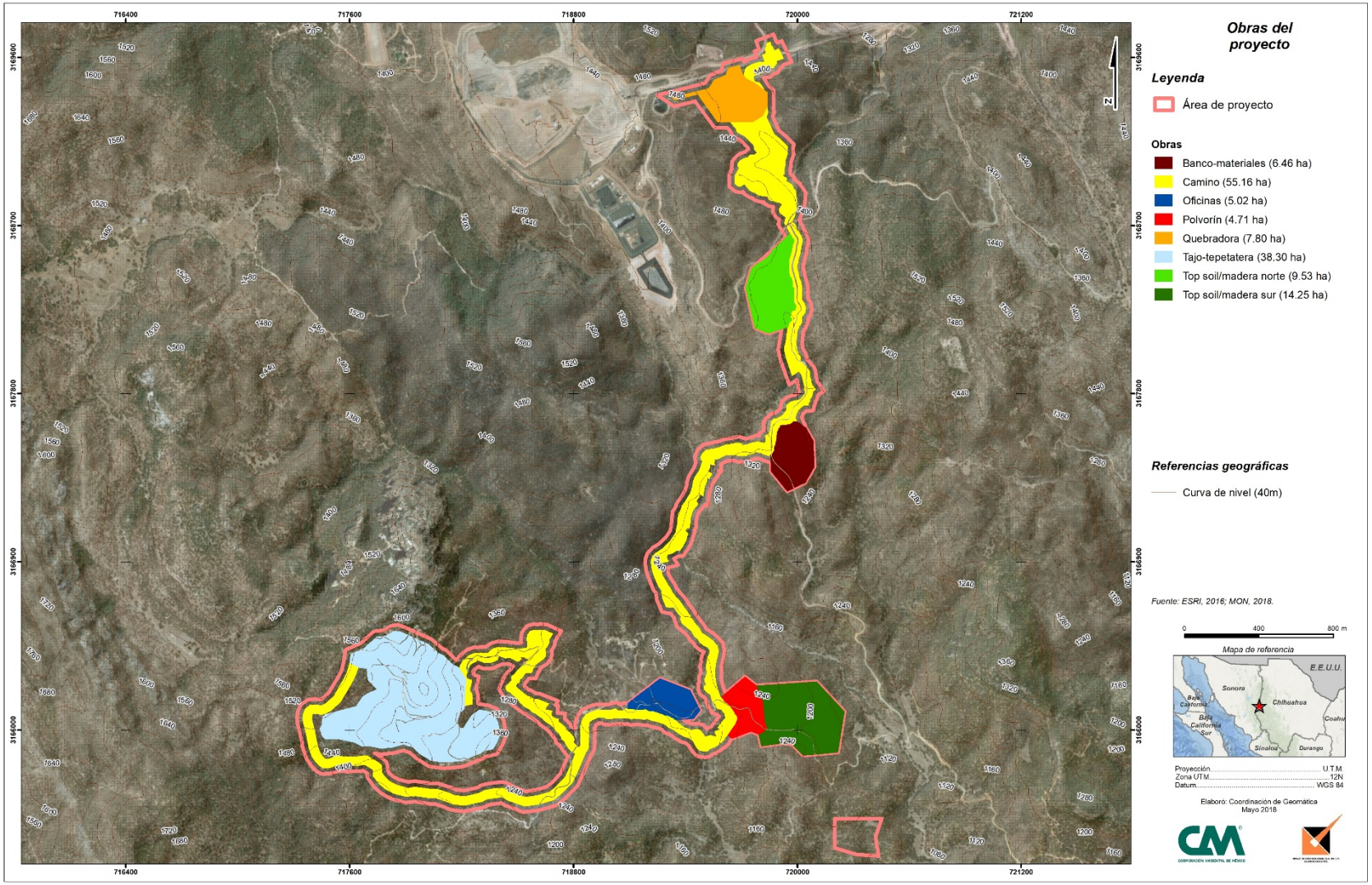
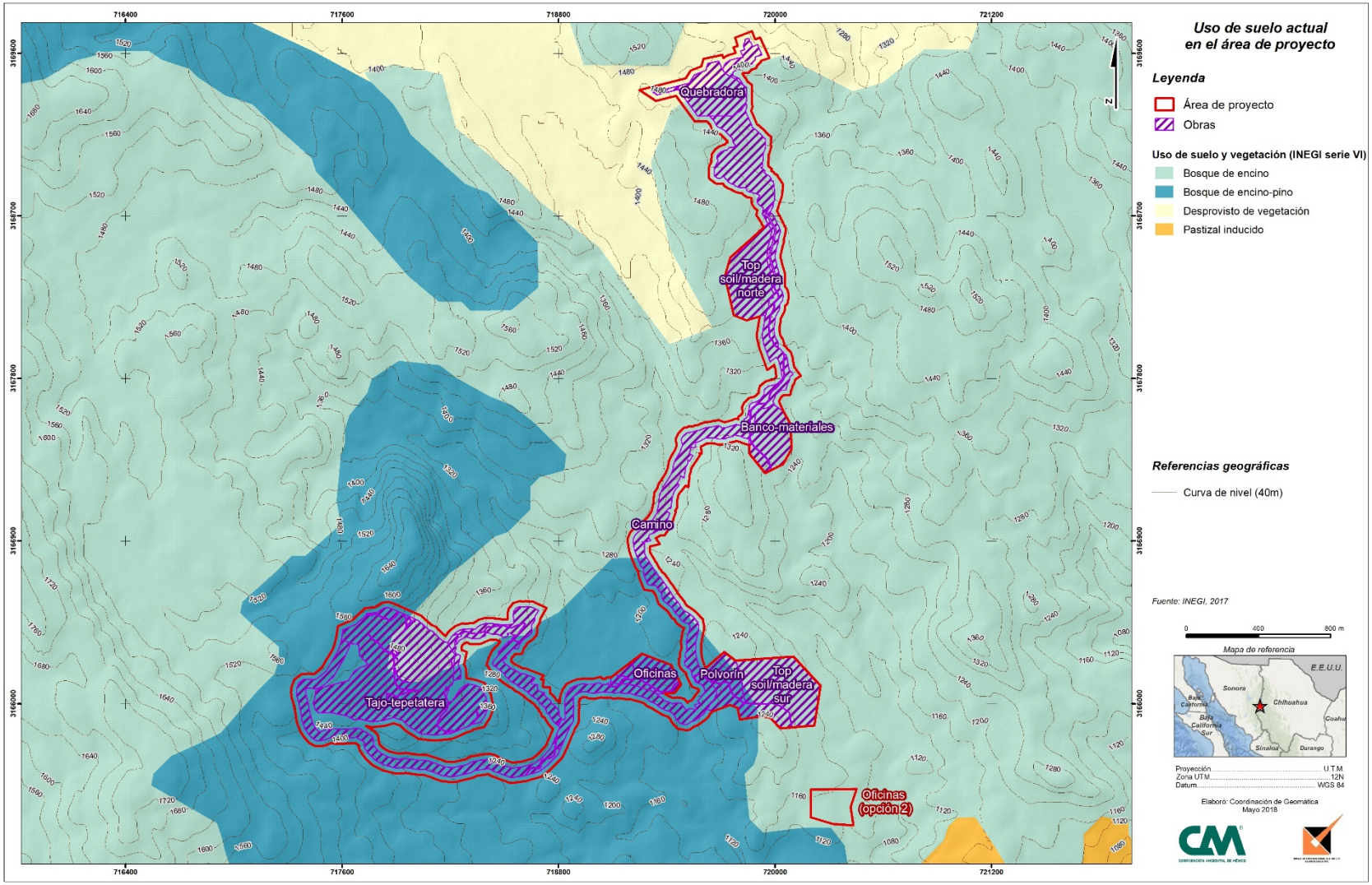


Figura II-2 Corrientes intermitentes dentro del AP Cerro Pelón



Mapa II.2 Conjunto de obras del proyecto Cerro Pelón



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

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

El proyecto a desarrollar se encuentra en una zona rural, en esta misma zona ya está establecido y en operación el Proyecto minero Mulatos.

Los servicios con lo que se cuenta en el la región son:

- Las vías de acceso son: desde Hermosillo, las carreteras federales No.16 y No.20. y vías de acceso hasta el sitio del proyecto recorriendo aproximadamente 120 km.

Los servicios con los que cuenta el proyecto Mulatos, situado a aproximadamente 4.5 km del proyecto en cuestión son:

- Caminos de terracería (internos y de acceso a los proyectos Mulatos y Ampliación La Yaqui).
- Campamento para el hospedaje de toda la plantilla operativa de los proyectos en operación.
- Oficinas
- Comedor
- Consultorio médico
- Disponibilidad de agua subterránea
- Planta de Tratamiento de aguas residuales (PTAR).
- Almacén de residuos peligros

Los servicios e infraestructura que requiere el proyecto Cerro Pelón serán proporcionados por el promovente. Estos servicios son los siguientes:

- Agua: el suministro de agua para las actividades de control de polvos y servicios sanitarios será, tentativamente, por medio de extracción de agua subterránea de barrenos, ubicados en el AP de Cerro Pelón para los cuales se iniciarán los estudios geofísicos para determinar su factibilidad y potencial de extracción. Posteriormente se tramitará la concesión correspondiente. Adicionalmente, una vez habilitados los caminos de tránsito, se verá la factibilidad de suministrar agua del pozo en operación ubicado en el proyecto Mulatos. El proyecto no utilizará agua para procesos de beneficio.
- Energía eléctrica: la obtención de energía en el área de proyecto será por medio de un generador portátil de 10 kVA y un generador estacionario de 50 kVA.
- Tratamiento de aguas residuales: el agua residual proveniente del proyecto será recolectada por pipas de 10 000 l de capacidad equipadas con bombas de extracción, que descargarán directamente a la PTAR del proyecto Mulatos. En el caso del uso de los baños portátiles, se contratará a un proveedor que brinde un servicio completo para la limpieza, retiro de agua sanitaria y descarga de aguas en sitios autorizados.
- Comunicación: será a través de radios portátiles, que es como actualmente se comunican.
- Las oficinas y área de comedor en el AP de Cerro Pelón será de infraestructura móvil tipo traila.

- El servicio médico en el AP de Cerro Pelón, será proporcionado en un espacio acondicionado con infraestructura móvil tipo traila.
- Manejo de residuos peligrosos: el promovente utilizará los almacenes de residuos peligrosos del proyecto Mulatos, el cual cuenta con las especificaciones técnicas establecidas en los instrumentos jurídicos aplicables. La recolección y disposición final será a través de proveedores autorizados por la Secretaría.
- Campamento: se aprovechará el campamento instalado en el proyecto Mulatos, para el alojamiento del personal operativo del proyecto de Cerro Pelón.

Estos servicios se utilizarán desde la preparación del sitio y hasta la etapa de cierre y abandono del proyecto. Se consideran de tipo provisional, ya que al finalizar la operación del proyecto las actividades cesarán y la infraestructura será desmantelada.

II.2. Características particulares del proyecto

El Proyecto comprende la extracción de minerales de oro y plata mediante sistemas de explotación minera a tajo abierto y el acarreo de mineral hacia trituración para posteriormente incorporar este mineral triturado a los patios de lixiviación, que serán procesadas en una Planta de Beneficio existente y en operación actual dentro del proyecto Mulatos.

Se considera que, una vez obtenidos los permisos en materia ambiental, se comenzarán las actividades para la preparación del sitio y construcción (trabajos pre-operativos), los cuales se llevarán a cabo de manera paulatina, aunque se considera que la etapa de construcción y operación comenzará aproximadamente seis meses después del inicio de los trabajos pre-operativos. Por otro lado, la etapa de Restauración también se llevará a cabo de manera paulatina, estimando que esta comenzará a partir del quinto año de haber iniciado el proyecto pudiendo extenderse hasta dos años después de la vida útil del mismo.

Las obras principales permanecerán durante toda la vida útil del proyecto, estas obras son 7:

1) Tajo
2) Tepetatera
3) Caminos
4) Top soil, opción 1 y Top soil, opción 2
5) Quebradora
6) Banco de materiales
7) Oficinas, opción 1 y Oficinas opción 2
8) Polvorín

Las características de cada una de ellas se mencionan en las siguientes secciones.

I.2.1. Programa general de trabajo

A continuación, en la Tabla II-6 se presenta el programa general de trabajo del proyecto minero Cerro Pelón.

Tabla II-6 Programa general de trabajo

Actividad	Año							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Preparación del sitio								
Rescate de flora y fauna								
Desmonte								
Rescate de suelos								
Rehabilitación construcción de caminos								
Construcción y operación								
Minado								
Transporte y trituración								
Cierre y abandono								
Desmantelamiento y/o clausura								
Restauración								

El proyecto considera una vida útil de ocho años, considerando un año para las actividades de preparación de sitio, seis años para la construcción - operación, y para la etapa de cierre y abandono 3 años, comenzando las actividades de restauración en el quinto año de la operación.

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**

En la etapa de preparación del sitio se llevará a cabo el plan de rescate de flora y fauna. La flora rescatada será principalmente de especies de Cactáceas, debido a que son especies de lento crecimiento, siendo replantadas en los sitios que la empresa ha designado para tal efecto. En paralelo se ahuyentará a especies faunísticas, las actividades subsecuentes son unidireccionales y paulatinas. Para lo anterior se aplicarán los programas de rescate señalados en el Capítulo VII del presente estudio.

- **Desmonte**

Se efectuará el desmonte gradual de las áreas a intervenir, para el desarrollo del proyecto, 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 145.50 ha.

- **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 se presenta en la Tabla así como el equipo y maquinaria a utilizar en esta etapa:

Tabla II-7 Personal requerido en la preparación del sitio

Preparación del Sitio	
Personal	**Maquinaria y equipo**
Supervisor de rescate y desmonte (2 personas)	Tractor D-9
Supervisor de obra (2 personas)	Motoconformadora
Operadores de maquinaria (10 personas)	Cargador 992
Ayudantes diversos (15 personas)	Camiones de acarreo
	Vehículos

- **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 del proyecto 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-8.

Tabla II-8 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	20m
Grado máximo de acceso a proceso de camino	10%
Ancho mínimo del camino de acceso al proceso	10 m
Grado máximo de HLF Perimeter Access Road	10%
Ancho mínimo de HLF Perimeter Access Road	8 m

I.2.3. Etapa de Construcción y operación

A continuación, se describen las obras mineras que se desarrollaran durante la etapa de construcción y operación:

- **Tajo y operación de minado**

El tajo es el área donde se extrae el mineral se localiza a 3.6 km en dirección suroeste y a 4.5 km del tajo al suroeste se encuentra el proyecto La Yaqui.

Tiene una superficie de 16.85 ha, el punto de pared más alto será de 168 metros equivalente a 28 bancos de 6 metros. Los bancos están diseñados a 6 m de altura con área variable en el piso horizontal 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 (ver Figura II-3).

- **Área y actividad de trituración**

El área de trituración es la superficie en la que ha de instalarse el conjunto de quebradoras. Se encuentra adyacente al proyecto Mulatos. La trituración a aplicar en el proyecto consiste en tres etapas (etapa primaria, secundaria y terciaria). Los camiones vaciarán directamente dentro de la quebradora de quijada, presentando un tamaño menor a 15.78” para ser alimentado a la quebradora y saldrá con un tamaño menor. El área donde ha de llevarse a cabo esta operación unitaria será de 7.8 ha. El material, al salir, caerá sobre una banda transportadora de velocidad variable y de ahí pasará a un stacker que lo depositará sobre un stock pile, donde se apilará el material primario. Con apoyo de una tolva alimentadora se enviará a la quebradora de cono, misma que triturará el mineral a 25 mm (0.98”) de $P_{80.}$

La capacidad máxima de la quebradora que se instalará es de 20 000 DTPD t/día.

El mineral, una vez en las instalaciones de trituración, será vaciado directamente dentro de la quebradora primaria, presentando un tamaño menor a 54”x37” para ser alimentado a la quebradora y saldrá con un tamaño menor a 41/2” (102.1 mm). El material al salir caerá sobre una banda transportadora de velocidad variable y de ahí pasará a un stacker que lo depositará sobre un túnel de reclamo, donde se apilará el material primario.

De la base del apilamiento y enterrado en este, a partir de una tolva alimentadora, se suministrará a banda transportadora instalada en túnel sobre la base del apilamiento, construido con tubería tipo ARMCO. Esta a su vez descarga en otra banda, la que alimenta material aun splitter, alimentador o repartidor de material para las dos quebradoras secundarias.

El material procesado de las quebradoras secundarias, pasa a banda transportadora, que descargará a su vez, en otra banda que deposita el material en tolva elevada, a partir de la cual alimenta o reparte material a una banda independiente con destino a una quebradora terciaria. De dicha banda, antes de llegar a la quebradora terciaria, el material es descargado en una criba independiente, en las cuales se llevará a cabo la fase de pre-clasificación. Cada criba cuenta con dos camas de las cuales, la cama superior clasificará material con tamaño menor de 3/8”.

El mineral cuyo tamaño sea menor a 3/8”, será conducido por una banda transportadora donde descargará directamente al sistema de aglomeración del Proyecto Mulatos para ser transportado a los patios de lixiviación del proyecto Mulatos.

En la Figura II-4 se puede apreciar el diagrama de flujo del circuito de trituración, en la Figura II-5 se aprecia el diagrama de flujo de reclamo. En el **Anexo II-2** se pueden consultar los diagramas 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 a patios de lixiviación del Proyecto Mulatos (reclamo).

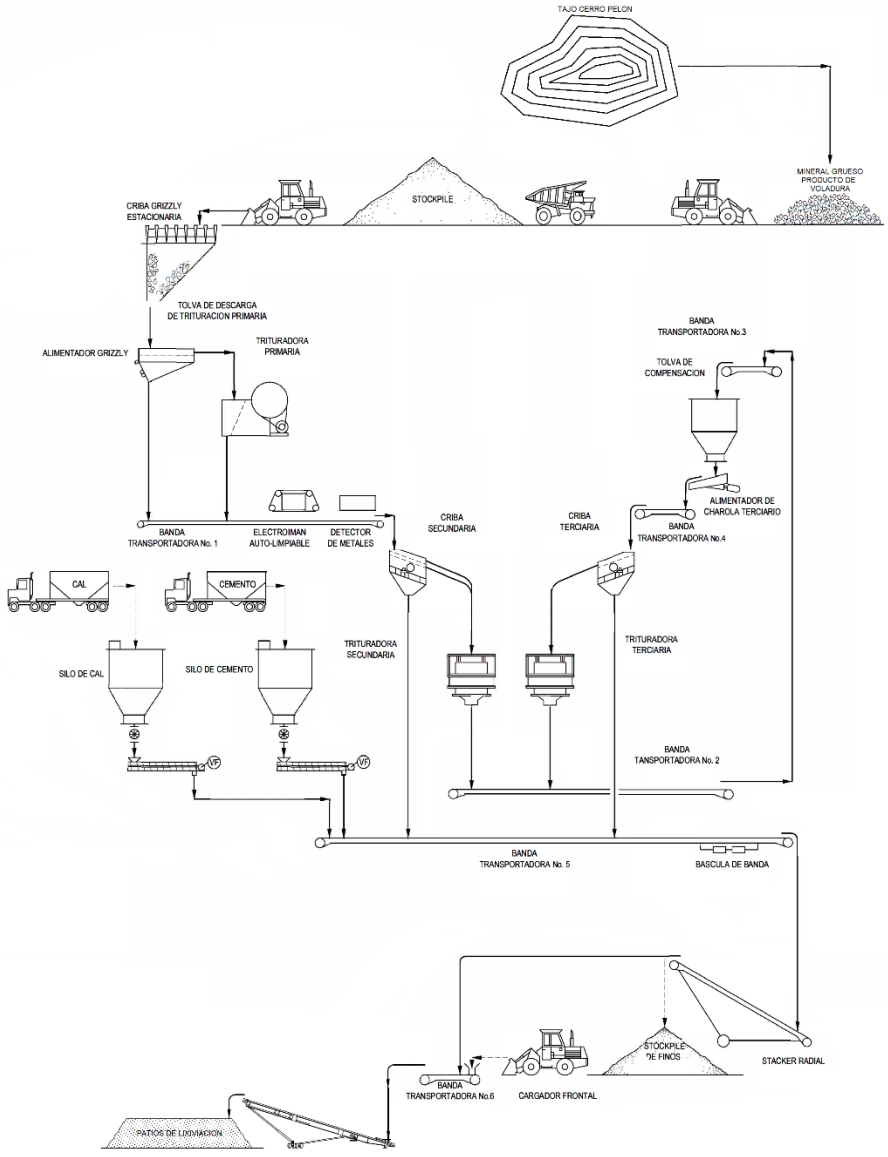
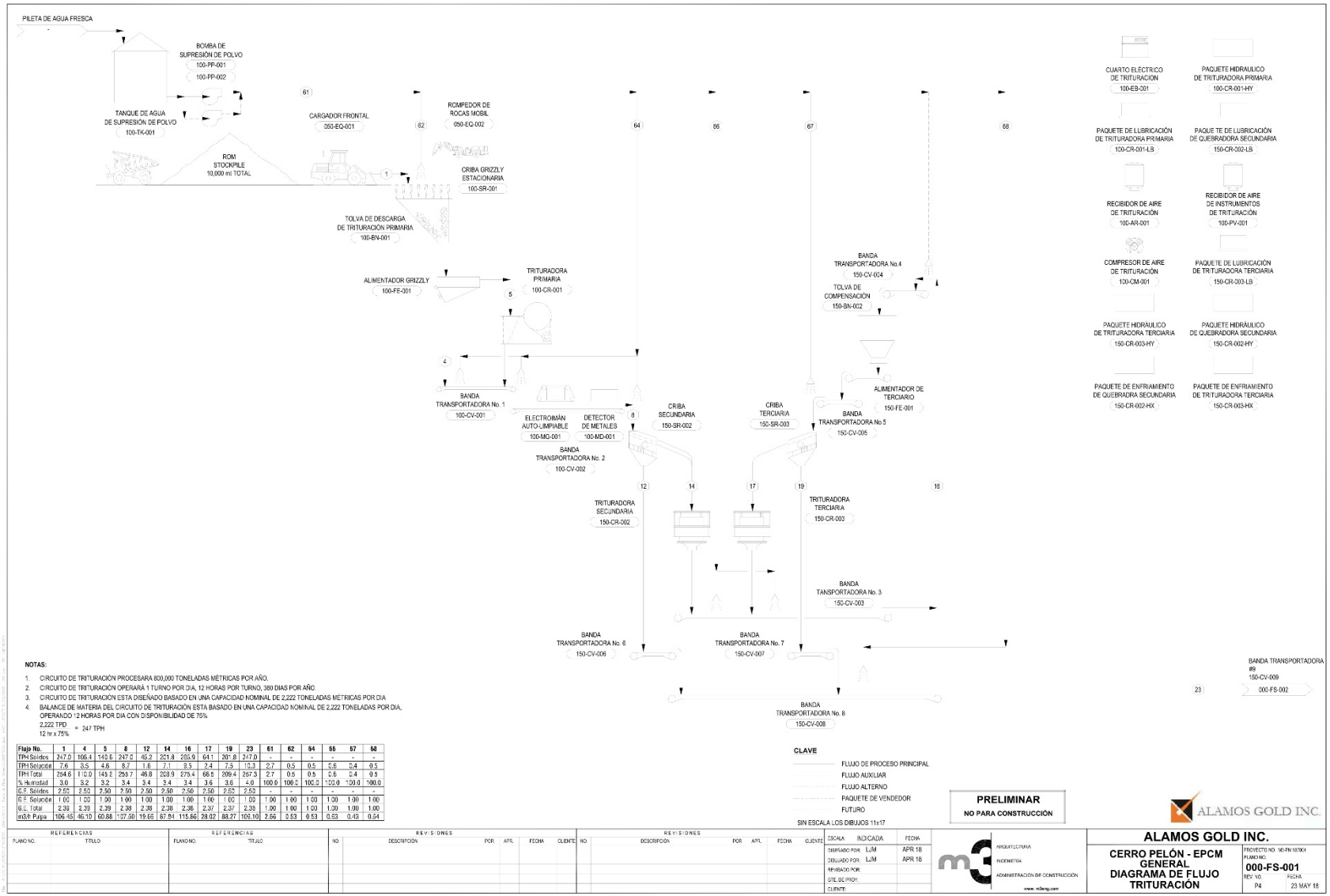


Figura II-3 Operación de Minado para el Proyecto



Flujo No.	1	4	5	8	12	14	16	17	19	23	61	62	64	66	67	68
TPH Sólidos	247.0	106.4	140.6	247.0	45.2	201.8	285.9	64.1	201.8	247.0	-	-	-	-	-	-
TPH Solución	7.6	3.5	4.6	8.7	1.6	7.1	9.5	2.4	7.5	10.3	2.7	0.5	0.5	0.6	0.4	0.5
TPH Total	254.6	110.0	145.2	255.7	46.8	208.9	295.4	66.5	209.4	257.3	2.7	0.5	0.5	0.6	0.4	0.5
% Humedad	3.0	3.2	3.2	3.4	3.4	3.4	3.4	3.6	3.6	4.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
G.E. Sólidos	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	-	-	-	-	-	-
G.E. Solución	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G.E. Total	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.37	2.37	2.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
m3/h Pulpa	106.45	46.10	60.88	107.58	19.66	87.84	115.66	28.02	88.27	109.10	2.56	0.53	0.53	0.63	0.43	0.54

Figura II-4: Diagrama de flujo de trituración

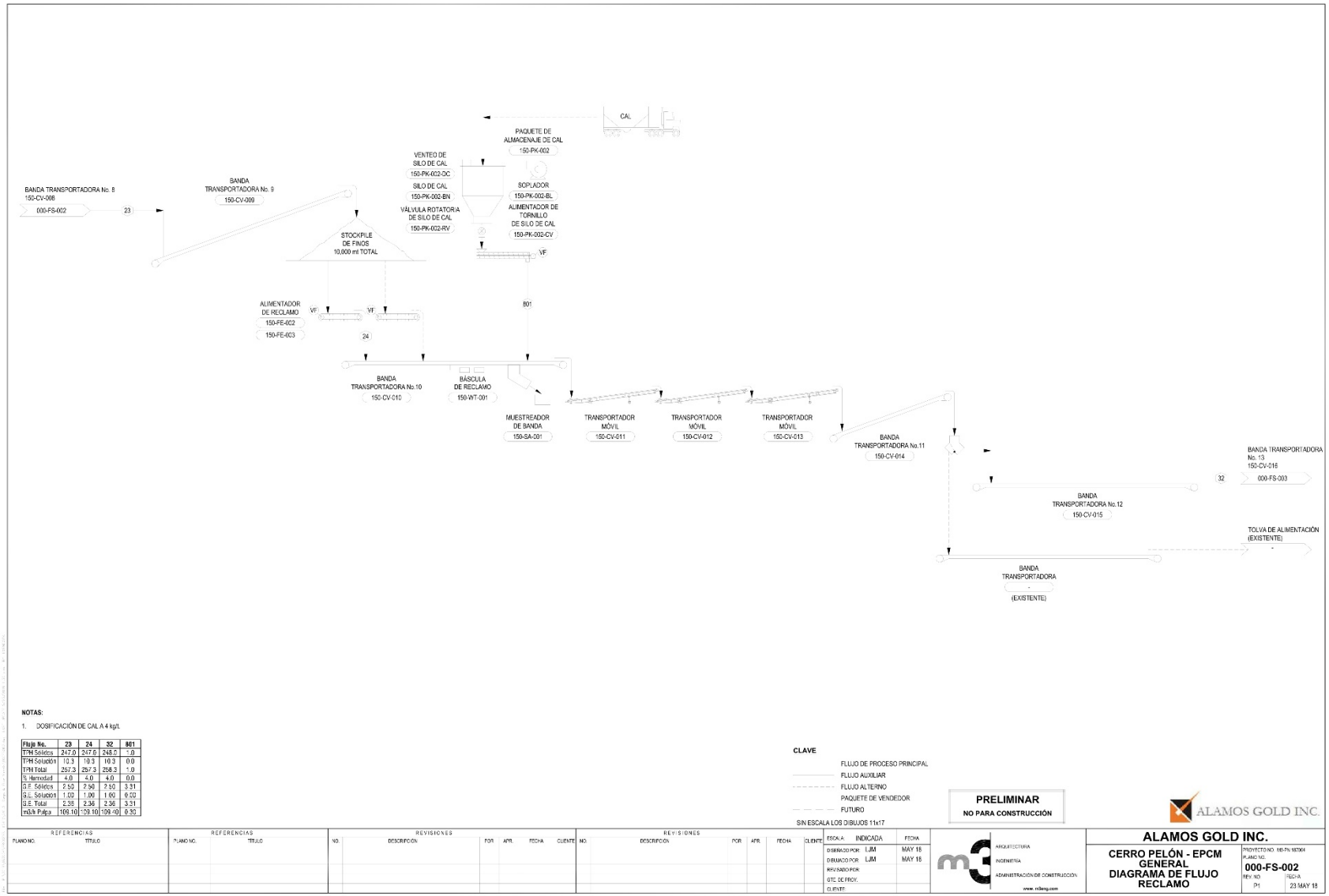


Figura II-5: Diagrama de flujo reclamo

- **Tepetatera**

Es el lugar donde se deposita el material sin valor económico extraído del tajo. Su superficie es de 20 ha. En los primeros dos años de operación, este material se depositará en la tepetatera de uso actual en el proyecto Mulatos, ubicada en las coordenadas 28°38'34.03"N y 108°44'55.00"O. Durante este periodo se habilitará, de ser necesario y de confirmarse que el material no tiene potencial para generar drenaje ácido. Las características de esta tepetatera se presentan en la siguiente Tabla II-9.

Tabla II-9 Características de Tepetatera

Parámetro	Valor
Área	20 ha
Densidad de roca residual	1.60 toneladas/m³
Capacidad	7.13 M toneladas
Altura máxima de descarga	70 m
Altura de elevación nominal	10 m
Pendiente general	3H:1V
Pendiente local (entre bancos)	2.75H:1V
Ancho del banco de cierre	8 m
Ancho mínimo de cresta de descarga	40 m

- **Top soil y madera**

Son los sitios utilizados como almacenes del material producto del desmonte y del suelo fértil recuperado d

- **Polvorines**

Almacén usado exclusivamente para guardar de manera permanente o transitoria los explosivos autorizados para el proyecto en cuestión y que cumple con especificaciones técnicas. La superficie de estos almacenes es de 4.70 ha.

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

Inicialmente se utilizará el polvorín del proyecto Mulatos y cuando se tenga la autorización en materia de impacto ambiental y en materia de cambio de uso del suelo, se construirán los polvorines de alto explosivo y de accesorios y estarán en forma separada, autorizadas por la SEDENA.

- **Acarreo**

El mineral, una vez extraído del tajo de la mina, 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 8 km.

El material estéril sin valor económico será transportado a la tepetatera del proyecto Mulatos, la distancia de acarreo a esta obra es de aproximadamente 12 km.

Posteriormente este material será transportado al patio de lixiviación para su beneficio por medio de bandas transportadoras.

- **Banco de material**

Esta obra tiene una superficie de 6.46 ha, y se utilizará para extraer 50 000 m^3 para rellenos y nivelación de caminos, así como bermas de protección lateral.

Los materiales utilizados comúnmente en la construcción de caminos, tales como suelos, rocas, gravas, arenas, etc., normalmente son extraídos y procesados en bancos de materiales, que se encuentran en estado natural cercanos al sitio de construcción en principio. De éstos, se obtendrán materiales con características especiales, para llevar a cabo el proceso de construcción uniforme. Las actividades principales de los bancos de materiales, es utilizar dicho material para rellenar y nivelar, las áreas que lo requieran.

Debido a que los cortes y rellenos son parte fundamental en la construcción de caminos, especialmente en áreas cuya topografía hace necesaria la construcción de este tipo de elementos vitales en la infraestructura de caminos, a fin de cumplir con las especificaciones técnicas en cuanto al trazo, pendientes y grados de curvatura máximos que deben cumplirse para un camino tipo C en particular; tomando en cuenta los materiales, equipos normalmente utilizados y procedimientos constructivos.

En la siguiente Tabla II-10 se muestra el personal aproximado requerido para las actividades de la etapa de construcción y operación:

Tabla II-10 Personal requerido para operación

Departamento	No. Empleados
Geología	7
Ayudantes	4
Geólogos	2
Jefes	1
Área de mina y transporte	44
Operador trascabo	5
Operador camión	10
Perforista	6
Ayudante perforista	4
Ayudante medio ambiente	1
Operador tractor	3
Jefes Grupo / Turno	3
Señalero calero	2
Otras oficinas, taller, polvorín seguridad, limpieza	10
Total de empleados	**51**

I.1.1. Construcción de obras asociadas o provisionales

- **Transporte de material (banda transportadora)**

Los transportadores de banda consisten en una banda giratoria entre dos poleas y rodillos intermedios montados sobre una estructura metálica y es uno de los métodos más eficaces y económicos para manejo de minerales.

Mantenimientos

Dado que el proyecto minero Cerro Pelón es considerado un proyecto satélite del proyecto Mulatos, los programas de mantenimiento que han de realizarse solo serán en la planta de trituración, camino de acarreo y banda trasportadora hacia patios de lixiviación.

Este mantenimiento de rutina consiste en lo siguiente:

a) Lubricación con grasa de los rodillos de las bandas y poleas.

b) Limpieza de la pasta que se acumula en forma irregular sobre las poleas.

c) Limpieza de polvo acumulado en el equipo principalmente entre rodillos de la zona de puntos de transferencia.

d) Vigilar el trabajo efectivo de los limpiadores de banda.

e) Revisar la banda cuando menos una vez por turno para detectar rajaduras en las cubiertas o desgaste en las orillas.

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, se rellenarán o se ampliarán en caso de ser necesario.

I.1.2. 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, residuos, equipo, maquinaria del área del proyecto. Lo anterior se realizará a fin de tener áreas libres de infraestructura y seguras para empezar con las actividades de restauración.

- **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 rescatadas.

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:

- Restablecer, proteger y fomentar el buen desarrollo del hábitat de la vida silvestre.
- Dejar un sitio en condiciones seguras, tanto para la población humana como para la fauna del lugar.
- Dar cabida al pastoreo controlado de ganado vacuno y bovino, ya que es una actividad que desarrollan la comunidad y ranchos circundantes.
- Prevenir la contaminación del agua, aire, suelo en la zona.
- Mantener el potencial del área para futuras exploraciones y desarrollos mineros.
- 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.

- 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.

I.1.3. Utilización de explosivos

El uso y transporte de explosivos tienen reglas muy específicas y normas muy estrictas solo autorizadas por la Secretaría de la Defensa Nacional y el transporte por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Como se ha mencionado, Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V., en cuanto se obtenga la autorización en materia de impacto ambiental para el “Proyecto Minero Cerro Pelón, gestionará el permiso correspondiente para el uso de explosivos, esto de acuerdo a la normatividad existente de la Secretaría de la Defensa Nacional.

Cabe mencionar que, como resultado del uso controlado de explosivos para las voladuras durante la etapa de operación, 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.1.4. 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 Plan de Manejo Integral Residuos y sus distintos procedimientos (ver Capítulo VII), los cuales actualmente se están implementando tanto en el proyecto Mulatos como en el proyecto Ampliación La Yaqui. 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.1.4.1. Residuos

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 del proyecto Mulatos y serán recolectados por empresas autorizadas por la SEMARNAT.

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-11 se enlista y clasifican los residuos peligrosos a generar.

Tabla II-11 Residuos peligrosos generados durante la preparación de sitio

Nombre del Residuo	#	Tipo de contenedor	Cantidad	Unidad	Área o Proceso Generador
Aceite Usado	95	Tambor	19 000	l	GDI
Basura contaminada	10	Tote	1 500	Kg	GDI
Baterías (plomo-acido)	80	Pza	1 600	Kg	GDI
Contenedores c/material peligroso	15	Tambor	3 000	Kg	GDI
Diesel contaminado	5	Tambor	5 000	l	GDI
Filtros Usados	15	Tambor	1 500	Kg	GDI
Mangueras contaminadas	9	Tote	600	Kg	GDI
Solidos Impregnados	13	Tambor	1 560	Kg	GDI
Tierra Contaminada	18	Tambor	4 000	Kg	GDI
Trapos contaminados	25	Tambor	2 500	Kg	GDI

Etapa de construcción y operación

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

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 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 del proyecto Mulatos y serán enviados a confinamiento externo autorizado por la SEMARNAT. En caso de algún derrame de hidrocarburos será limpiado en su totalidad.

En la Tabla II-12 se enlistas y clasifican los residuos peligrosos a generar.

Tabla II-12 Residuos peligrosos generados durante la operación y mantenimiento

Nombre del Residuo	#	Tipo de contenedor	Cantidad	Unidad	Área o Proceso Generador
Aceite Usado	350	Tote	350 000	l	GDI
Basura contaminada	50	Tambo	7 500	Kg	GDI
Baterías (plomo-acido)	148	Pza	6 287	Kg	GDI
Contenedores c/material peligroso	40	Tambor	5 000	Kg	GDI
Diesel contaminado	18	Tambor	3 600	l	GDI
Filtros Usados	35	Tambor	5 250	Kg	GDI
Mangueras contaminadas	24	Tote	2 300	Kg	GDI
Solidos Impregnados	31	Tambor	4 650	Kg	GDI
Tierra Contaminada	33	Tambor	7 260	Kg	GDI
Trapos contaminados	53	Tambor	8 000	Kg	GDI

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 (ver Tabla II-13).

Tabla II-13 Residuos peligrosos generados durante la etapa de cierre y abandono

Nombre del Residuo	#	Tipo de contenedor	Cantidad	Unidad	Área o Proceso Generador
Aceite Usado	80	tote	80 000	Kg	GDI
Basura contaminada	150	Tambo	23 000	Kg	GDI
Baterías (plomo-acido)	95	Pza	2 000	Kg	GDI
Contenedores c/material peligroso	60	Tambor	9 000	Kg	GDI
Diesel contaminado	20	Tambor	4 000	l	GDI
Filtros Usados	35	Tambor	5 250	Kg	GDI
Mangueras contaminadas	30	Tote	3 000	Kg	GDI
Solidos Impregnados	50	Tambor	7 500	Kg	GDI
Tierra Contaminada	33	Tambor	7 260	Kg	GDI
Trapos contaminados	70	Tambor	1 000	Kg	GDI

I.1.4.2. 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.1.4.3. 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.1.4.4. Aguas Residuales

Durante las todas las etapas se tendrán baños portátiles instaladas 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 trasladadas en pipas de 10 000 l a la PTAR de lodos activados del proyecto Mulatos. Las aguas tratadas se utilizarán para riego de caminos y de áreas verdes. El volumen estimado de aguas tratado se estima 50 m^3 generados mensualmente en aguas de servicios, sanitarios que serán enviados a la PTAR de Mulatos en pipas de 10 m^3

I.1.5. 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 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).

A fin de minimizar el impacto el impacto por la generación de los residuos tanto los urbanos como peligrosos, el promovente implementa un Plan de manejo integral de residuos, adicional a esto se utiliza la infraestructura de los proyectos que operan actualmente, por ejemplo, la PTAR del proyecto Mulatos y el uso de los almacenes de residuos peligrosos, talleres de mantenimiento, etc.

Finalmente, el promovente contratará a proveedores autorizados para la recolección, transporte y disposición final de los residuos que así lo requieran.

I.1.6. Otras fuentes de daños

No se consideran otras fuentes de daños por las actividades y obras del proyecto. Sin embargo, han de aplicar y cumplir con las políticas, protocolos, diseño de construcción, medidas de seguridad y prevención a fin de reducir riesgos.

Para las vibraciones se instalarán sismógrafos una vez que arranque la etapa de operación, 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.

Página intencionalmente dejada en blanco.

ANEXOS CAPÍTULO II

Anexo II-1.
Coordenadas geográficas que componen el AP

Anexo II-2.
Lista el equipo para la quebradora

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

Contenido

I.1. Planes de Desarrollo (Estatal y Municipal) 1

I.1.1. Plan Estatal 1
I.1.2. Plan Municipal 1
III.2. Programas de Ordenamiento Territorial 1

I.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 1
I.1.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora (POET) 6
I.1.5. Programa Regional de Ordenamiento Territorial del Municipio de Sahuaripa (PROT) 8
III.3. Programas sectoriales 10

III.3.1. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018 10
III.3.2. Programa de Desarrollo Minero 2013-2018 11
III.3.3. Panorama Minero del Estado de sonora 2016 11
III.4. Vinculación con instrumentos normativos 12

III.4.1. Leyes 12
III.4.2. Reglamentos 18
III.4.3. Normas Oficiales Mexicanas 22

Tablas

Tabla III-1 Descripción de la Unidad Ambiental Biofísica 10, de conformidad al POEGT 2
Tabla III-2 Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 10 3
Tabla III-3 Características de la UGA 100-0/03 6
Tabla III-4: Vinculación del proyecto Cerro Pelón con el POET 6
Tabla III-5: Región Centro Sierra del PROT 9
Tabla III-6: Vinculación del proyecto con el PROT 10
Tabla III-7 Vinculación con Leyes 12
Tabla III-8 Vinculación del proyecto con Reglamentos 18
Tabla III-9 Vinculación del proyecto con NOM 22

Figuras

Figura III-1: UAB 10 “Sierras y cañadas del norte” 2
Figura III-2 División del Estado de Sonora en 4 Macro regiones. 9

Mapas

Mapa III.1 Ubicación del proyecto Cerro Pelón respecto al POEGT 5

I.1. Planes de Desarrollo (Estatal y Municipal)

I.1.1. Plan Estatal

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.

I.1.2. 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.2. Programas de Ordenamiento Territorial

I.1.3. 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.

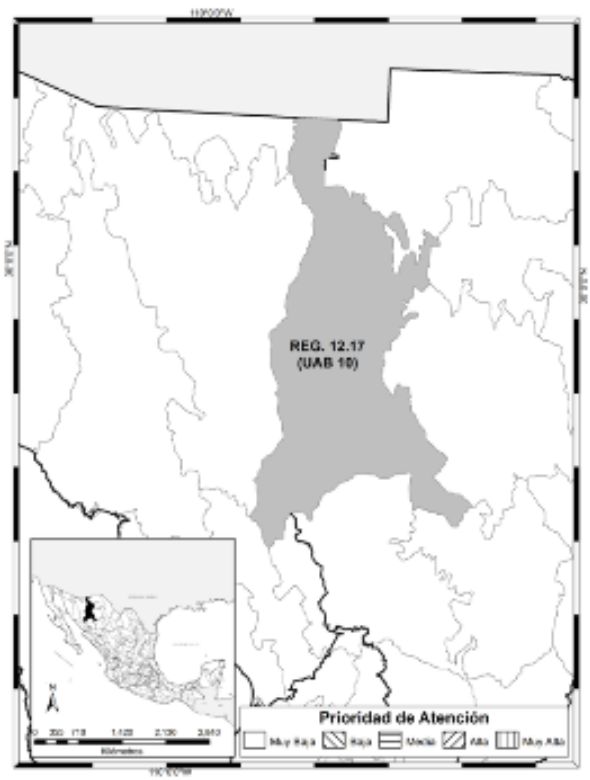


Figura III-1: UAB 10 “Sierras y cañadas del norte”

Tabla III-1 Descripción de la Unidad Ambiental Biofísica 10, de conformidad al POEGT

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

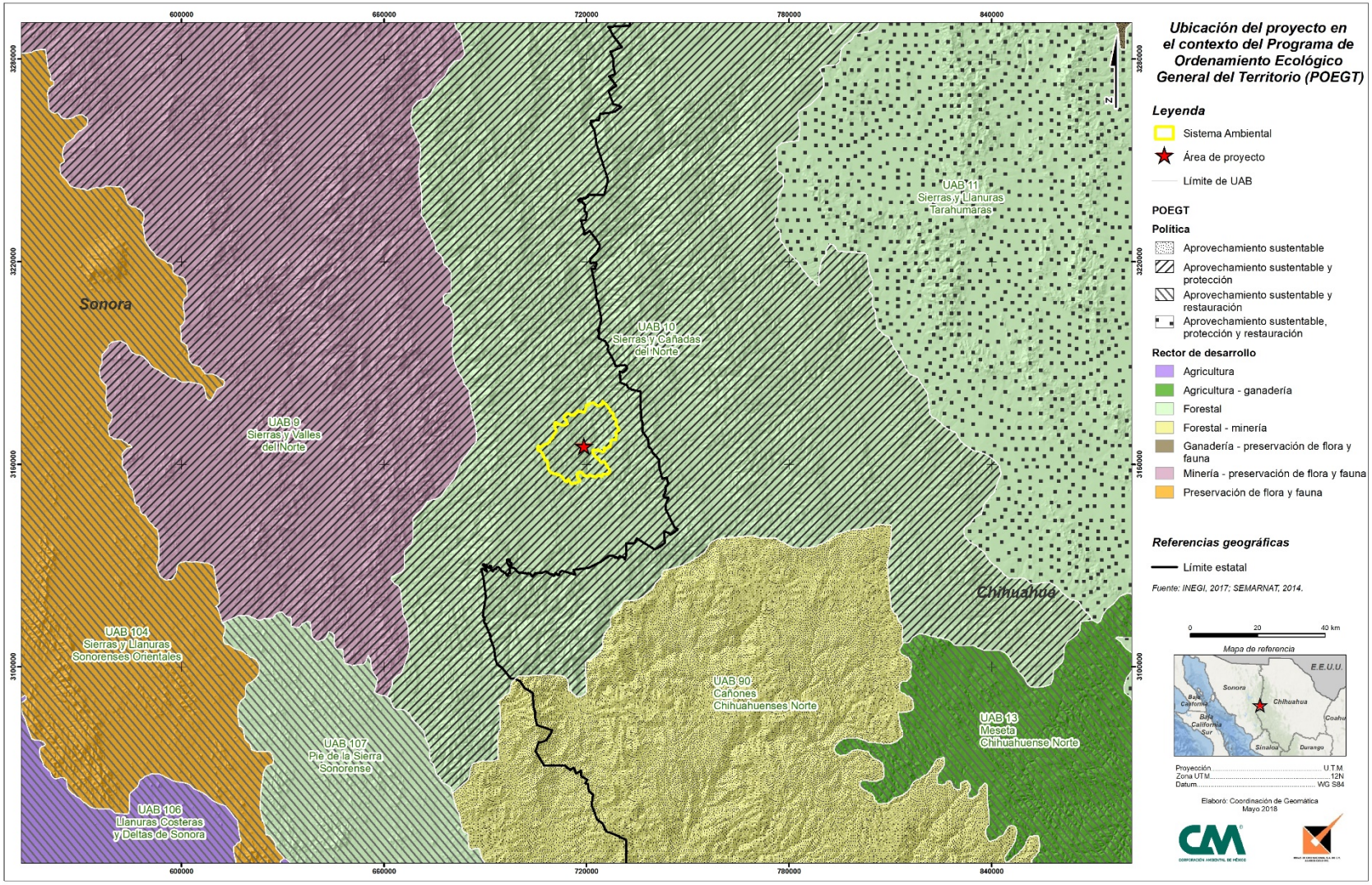
El POEGT reporta 29 793 habitantes en la UAB 10, con presencia de población indígena tarahumara, misma que no se localiza dentro del sistema ambiental del proyecto.

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-2, 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-2 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.

Página intencionalmente dejada en blanco.



Mapa III.1 Ubicación del proyecto Cerro Pelón respecto al POEGT

I.1.4. 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, en la Tabla III-3 se muestran las características de ésta.

Tabla III-3 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 Cerro Pelón, 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-4.

Tabla III-4: Vinculación del proyecto Cerro Pelón 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 ejercicio de sus atribuciones	El promovente presenta este documento (MIA-P) a fin de obtener la dictaminación correspondiente para el presente Proyecto en materia de Impacto Ambiental por las actividades de explotación y por el cambio del uso del suelo.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Sonora		
Artículo	**Disposición**	**Vinculación**
	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.	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 Cerro Pelón, 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.
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.
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.
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* (PVA), 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.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Sonora		
Artículo	**Disposición**	**Vinculación**
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 Cerro Pelón. 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 y Plan de Cierre, se pretende restituir y mejorar las áreas afectadas del proyecto.

I.1.5. Programa Regional de Ordenamiento Territorial del Municipio de Sahuaripa (PROT)

Según el Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Sahuaripa 2017, el proyecto se ubica dentro de la Unidad Territorial Básica de la subregión de Sahuaripa, el proyecto se encuentra en la región Centro Sierra (ver Figura III-2 y Tabla III-5).



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-5: Región Centro Sierra del PROT

Región	Unidad Territorial Básica (UBT)	Unidad de Paisaje	Unidad Territorial Prioritaria (UTP)
Centro Sierra	Subregión Sahuaripa	I Zona montañosa	Sierras y Cañadas del Norte/ Zona sierra alta

La UBT está caracterizada por la presencia de ecosistemas de montaña, falda, ríos, llanura, valle aluvial y la mayoría de los centros urbanos de la UTB, los tipos de suelo presentes sugieren conveniente seguir orientando la actividad agrícola al complemento de la pecuaria. En concordancia con lo establecido por el Programa Regional de Ordenamiento Territorial de la Zona Sierra Centro, el principal enfoque hacia esta área debe ser la protección y conservación de su biodiversidad incrementando la competitividad turística con otras áreas naturales protegidas del Estado de Sonora, así mismo, en lo que a desarrollo turístico sustentable se refiere, el PROT contempla como una de sus fases difundir posibilidades y modalidades de turismo de salud, ecológico, aventura, rural, cinegético, histórico, zonas arqueológicas, cultural.

En la unidad de paisaje se encuentra el Espinazo del Diablo, el Campanero y sierra Maycoba, con bosque de encino con áreas aisladas de pino-encino sobre suelo tipo feozem y roca riolita, toba acida. Existen puntos de extracción de Au, en exploración y prospectos.

La UTP tiene vocación ganadera, agrícola y minera con potencial turístico.

La zona donde se ubicará el proyecto está reconocida como una zona con potencial minero de oro. Al respecto, 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 vinculación de este programa con el proyecto se presenta en la Tabla III-6.

Tabla III-6: Vinculación del proyecto con el PROT

PROT	Vinculación
Estrategia 3. Desarrollo Económico y Empleo: Crear las condiciones para la solidez, confiabilidad, modernización y dinamismo económico, así como un clima laboral justo y estable; fortalecer y diversificar la base económica, procurando la plena capitalización de la ventaja de su posición estratégica y la captación de mercados cautivos; orientar las inversiones de manera estratégica de acuerdo a los rubros de mayor rentabilidad, creación de empleos, potencial de crecimiento y aptitud para el desarrollo integral y sustentable de la región.	El “Proyecto Minero Cerro Pelón” NO se contrapone con las estrategias señaladas, más aún, los empleos que serán generados servirán para el desarrollo social y se aprovechará la vocación de la región para impulsar la economía.
Meta 3 Desarrollo económico y empleo: -Lograr que el 100% de las localidades de más de 100 habitantes presenten tasas de crecimiento positivas (mediano plazo). - Lograr un crecimiento total del PIB regional del 60%, con respecto a las cifras de 2008 (mediano plazo).	La implementación del Proyecto estimulará el crecimiento y desarrollo de la población local al ofrecer empleo. Debido a que la minería está considerada como una actividad económica prioritaria, esta contribuirá a lograr el crecimiento regional.

III.3.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. Panorama Minero del Estado de sonora 2016

Este documento 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. Por lo tanto, 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.

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.

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 2099 se observa una recuperación, reportando 17 561 kg, y para el 2015, repunta ocupando el primer lugar a nivel nacional, con una producción total de 42 592 kg que representan el 34.52% del total nacional.

Durante el año 2015, 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 25 257 kg, Sahuaripa con 8 081.70 kg, Santa Ana con 3 269 kg, Altar con 2 803.30 kg, Banamichi con 1 501 kg, Álamos con 783.80 kg, Cananea 632.30 kg, Nacozari de García 247.80 kg y Hermosillo con una producción de 15.60 kg, los que en conjunto aportaron el 43.38% 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.

III.4.Vinculación con instrumentos normativos

III.4.1. Leyes

Tabla III-7 Vinculación con Leyes

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.	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 así como por el cambio de uso de suelo.
	Art. 28, Fracción VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;	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.
	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	1.- Este criterio se cumple al enfocarse el Proyecto al aprovechamiento eventual de los recursos mineros del distrito. 2.- Las afectaciones a suelo con vegetación que pudieran ocurrir serán mínimas y controladas. Complementariamente, se gestiona, a la par, un Estudio Técnico Justificativo para Cambio de Uso del Suelo. 3.- Dado que la preparación del sitio ocasionará un impacto que persistirá durante

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	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; y 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. 5. 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.	la vida útil del Proyecto, se han planteado una serie de medidas que previenen y conservan las áreas de afectación 4.- Se implementará un plan anual de control de la erosión en cada una de las áreas a impactar y un plan de recuperación y preservación de suelo vegetal como parte de las acciones de aprovechamiento sustentable del suelo. 5.- El presente Proyecto considera la realización de actividades para disminuir y evitar la erosión, a la vez de que considera la rehabilitación de superficies en la etapa de cierre y abandono, así como actividades de mitigación por impactos.
	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 el diseño que tiene las actividades que implican el Cambio de uso del suelo, así como las medidas de prevención y mitigación.
	Art. 110, referido a los criterios para la protección de la atmósfera, mismos que se mencionan a continuación: 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.	El Proyecto utilizará equipo de la tecnología reciente disponible, por lo que las emisiones originadas por equipos de combustión interna serán mínimas. Asimismo, considera actividades para minimizar la generación de polvos por el tránsito de vehículos voladuras y manejo de mineral.
	Art. 113. Restringe la emisión de contaminantes que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente.	

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	Art. 117, referido a los criterios para la prevención y control de la contaminación del agua., mismos que se mencionan a continuación: 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; 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 promovente atenderá lo establecido en el presente artículo a través del tratamiento, de aguas generadas en oficinas y baños, esto se llevará a cabo en la PTAR del proyecto Mulatos. Las aguas tratadas se utilizarán para el riego de los caminos. Adicional a lo anterior, se contratará a un tercero, para que se encargue de hacer la descarga de las aguas residuales generadas en los baños portátiles, en sitios autorizados A fin de no contaminar más recurso, este proyecto considera en su diseño un proceso para el beneficio del mineral extraído del tajo. No se consideran descargas en cuerpos de agua.
	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 de manejo de residuos, a través del cual se pretende 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.	El promovente implementara un Programa de Vigilancia Ambiental, que contiene las instrucciones de trabajo para el manejo, separación, la recolección, transporte y disposición de residuos peligrosos.
	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 implementara un Programa 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 contratara una empresa autorizada por la SEMARNTA para la disposición de estos residuos.

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	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.	NOM-081-SEMARNAT-1994. Se respetaran los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)	Art. 58, “Corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales otorgar la correspondiente autorización para cambio de uso de suelo por excepción…”	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.
	Art. 117. “La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los Estudios Técnicos Justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.	El presente documento pretende sustentar el mencionado artículo realizando a la par el estudio de Cambio de Uso del Suelo, (ETJ) para ser presentado ante la Delegación de la SEMARNAT en Sonora, a efecto de demostrar la viabilidad ambiental del proyecto y el uso más conveniente en términos productivos que se dará al suelo con el desarrollo del Proyecto.
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 el Programa de rescate y reubicación para especies de flora y fauna, previamente a las actividades de la remoción de vegetación y suelo.

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	Art. 19, Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.	En coadyuvancia con las autoridades competentes y atendiendo lo señalado en este precepto, en el capítulo VII se enlistan las medidas a implementar en el desarrollo de este Proyecto, tendientes a la protección de la vida silvestre y su hábitat. Así como las medidas de prevención generales para todas las actividades del proyecto.
	Art. 31, Señala que cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	El Programa de rescate y reubicación de flora y fauna elaborado para este proyecto, estable las medidas necesarias, en caso de requerirse el traslado de algún ejemplar, además se cuenta con un especialista en materia de seguridad y medio ambiente.
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.	El actual Proyecto cumple con la normatividad aplicable correspondiente.
	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 de suelo, medidas de prevención, rescate de flora y fauna, así como medidas de mitigación, 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	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 autorización y evaluación.

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga.	
Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos	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.	Minas de Oro Nacional S.A. de C.V. cuenta con permiso para la compra, almacenamiento y consumo de material explosivo. (No. De permiso 3622-SON) a través del cual da 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 cuenta con el permiso correspondiente.
Ley General de Cambio Climático	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.	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.
	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.	

III.4.2. Reglamentos

Tabla III-8 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 para la explotación y posterior beneficio del yacimiento de mineral. 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 para el sector minero.

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	Art. 11, Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento; III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. **En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.**	Para dar cumplimiento a las fracciones II y IV del presente Artículo, el promovente presenta como MIA en modalidad Particular, las características, obras, actividades e impactos (acumulativos, sinérgicos o residuales) que generara el proyecto, a fin, de manejar la integralidad con los proyectos cercanos a este.
Reglamento de la LGEEPA en Materia de la Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)	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 ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.	Concordantemente con lo señalado, se presentó la valoración por dicho impacto, incorporándose en la solicitud de autorización del impacto ambiental. Por separado, se entregará el Estudio Técnico Justificativo.
	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	De acuerdo a lo indicado, se ha incorporado el resumen y constancia del pago de derechos

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	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.	
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 programa 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;	El programa para la prevención, mitigación y control de las emisiones de contaminantes a la atmósfera que aplicará el promovente, cumplirá con las obligaciones que le sean aplicables conforme al Reglamento.

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	V.- Llevar a cabo el monitoreo perimetral de sus emisiones contaminantes a la atmósfera, cuando la fuente de que se trate se localice en zonas urbanas o suburbanas, cuando colinde con áreas naturales protegidas, y cuando por sus características de operación o por sus materias primas, productos y subproductos, puedan causar grave deterioro a los ecosistemas, a juicio de la Secretaría; VI.- Llevar una bitácora de operación y mantenimiento de sus equipos de proceso y de control; VII.- Dar aviso anticipado a la Secretaría del inicio de operación de sus procesos, en el caso de paros programados, y de inmediato en el caso de que éstos sean circunstanciales, si ellos pueden provocar contaminación; VIII.- Dar aviso inmediato a la Secretaría en el caso de falla del equipo de control, para que ésta determine lo conducente, si la falla puede provocar contaminación; y; IX.- Las demás que establezcan la Ley y el Reglamento.	
Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	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 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;	El promovente informara 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.
	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	

Instrumento Normativo	Artículo	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	disposición final: b.1. Actividades de reducción en la fuente de generación del residuo, separación, 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.4.3. Normas Oficiales Mexicanas

Tabla III-9 Vinculación del proyecto con NOM

Norma Oficial Mexicana	Especificación de la NOM	Aplicación al proyecto
AIRE		
NOM-041-SEMARNAT-2015 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	El promovente 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 diésel 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	
NOM-035-SEMARNAT-1993 Métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento	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

Norma Oficial Mexicana	Especificación de la NOM	Aplicación al proyecto
para la calibración de los equipos de medición.		tránsito de los vehículos pesados en los caminos de acceso y de servicio y la tepetatera.
RUIDO		
NOM-081-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Tabla 1. Horario límites máximos permisibles	El promovente 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. No hay fuentes receptoras cercanas al proyecto, sin embargo, eventualmente se realizarán monitoreos para verificar el cumplimiento de límites permisibles.
RESIDUOS		
NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Secciones 6 y 7 6. Procedimiento y; 7 Características que definen a un residuo como peligroso.	El promovente determinará con base en la Norma el carácter de peligrosidad de los residuos producidos durante las diferentes etapas del proyecto, aplicándose el tratamiento que corresponda, en su caso. Además, durante la vida del proyecto, se implementarán acciones para la clasificación manejo y disposición de residuos peligrosos y no peligrosos, las cuales están establecidas en los programas elaborados por el promovente
NOM-157-SEMARNAT-2009 Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros.	Sección 5 Especificaciones 5.1 Clasificación de los residuos mineros 5.2 Propósito de los planes de manejo 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	Conforme a la Norma 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. Es importante señalar que, dado el tipo de proyecto, NO se desarrollaran presas de jales, patios de lixiviación, o plantas de beneficio, pero si habrá tepetateras. El promovente contratará el servicio de análisis con laboratorio acreditado a fin de confirmar o descartar que el material estéril, tiene potencial para generar drenaje ácido
MEDIO BIÓTICO		

Norma Oficial Mexicana	Especificación de la NOM	Aplicación al proyecto
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	El promovente, a través de sus programas de rescate y reubicación de flora y fauna, incluirá los lineamientos de protección para las especies de flora y fauna presentes en el sitio del Proyecto, con énfasis en las especies protegidas.
NOM-061- SEMARNAT-1994 Especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal		Se instrumentarán las especificaciones y recomendaciones emitidas para el adecuado manejo de los productos forestales que se obtengan por actividades de desmonte.
SUELO		
NOM.138-SEMARNAT/SS-2003 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelo y las especificaciones para su caracterización y remediación.	Sección 6. Límites máximos permisibles	En el caso de que se presentasen derrames o fugas de hidrocarburos al suelo, el promovente dará cumplimento a la Norma, o bien se asegurara 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.
AGUA		
NOM-003-SEMARNAT-1997 **Q**ue 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.
SEGURIDAD E HIGIENE		
NOM-023-STPS- 2003 Trabajos en minas - Condiciones de seguridad y salud en el trabajo**.**	Sección 9: procedimientos de seguridad e higiene, Apéndice B: Minas a cielo abierto	Si bien, el presente Proyecto no incluye el desarrollo de una mina, el instrumento se tomará en cuenta con respecto a la prevención de riesgos a los trabajadores y daños a instalaciones, que resulten aplicables.

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. Hidrogeología 17
IV.2.1.6. Hidrología superficial 18
IV.2.1.7. Hidrología subterránea 18
IV.2.1.8. Erosión 23
IV.2.2. Aspectos bióticos 35
IV.2.2.1. Vegetación 35
IV.2.2.1.1. Descripción del tipo de vegetación según INEGI y antecedentes del sitio. 35
IV.2.2.1.2. Descripción de las formaciones vegetales existentes 40
IV.2.2.1.3. Metodología 42
IV.2.2.1.4. Validación del muestreo (Curvas de acumulación). 49
IV.2.2.1.5. Análisis de vegetación por estratos 50
IV.2.2.1.6. Resultados 55
IV.2.2.1.7. Análisis de asociaciones vegetales 81
IV.2.2.1.8. Análisis de régimen de protección y estatus ecológico 84
IV.2.2.1.9. Conclusión 88
IV.2.2.2. Fauna 88
IV.2.2.2.1. Descripción de los grupos faunísticos potenciales y antecedentes del sitio 89
IV.2.2.2.2. Descripción de los grupos faunísticos existentes 90
IV.2.2.2.3. Metodología 90
IV.2.2.2.4. Ictiofauna 91
IV.2.2.2.5. Herpetofauna 94

IV.2.2.2.6. Mastofauna 98
IV.2.2.2.7. Ornitofauna 102
IV.2.2.2.8. Validación del muestreo (Curvas de acumulación) 106
IV.2.2.2.9. Análisis de comunidades faunísticas 109
IV.2.2.2.10. Análisis de régimen de protección y estatus ecológico 117
IV.2.3. Paisaje 120
IV.2.3.1. Visibilidad del proyecto 122
IV.2.3.2. Calidad visual paisajística 123
IV.2.3.3. Fragilidad visual paisajística 125
IV.2.4. Medio socioeconómico 133
IV.2.5. Diagnóstico ambiental 139

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: Datos balance hídrico del acuífero Yécora 18
Tabla IV-5: Temperatura media mensual (°C) de las estaciones cercanas al SA 25
Tabla IV-6: Valor promedio del factor R 25
Tabla IV-7: Valor de K estimado en función del suelo y textura en el SA 26
Tabla IV-8: Valor del factor LS 26
Tabla IV-9: Valor de C estimado en función de la vegetación y cultivos 27
Tabla IV-10: Categorías/grado de erosión 28
Tabla IV-11: Erosión hídrica en el SA y AP 28
Tabla IV-12: Valor CATEX estimado en función del suelo y textura 30
Tabla IV-13: Valor de CAUSO estimado en función de la vegetación y cultivos 30
Tabla IV-14: Valor del factor IAVIE 31
Tabla IV-15: Erosión eólica en el SA y AP 32
Tabla IV-16: Tipos de vegetación y usos de suelo presentes de acuerdo a INEGI 38
Tabla IV-17: Número de especies registradas en el estudio de flora para el SA y AP 48
Tabla IV-18: Características estructurales por especie en el estrato arbóreo de BQ en el SA 55
Tabla IV-19: Características estructurales por especie en el estrato arbustivo de BQ en el SA. 57
Tabla IV-20: Características estructurales por especie en el estrato herbáceo de BQ en el SA 59
Tabla IV-21: Características estructurales por especie en el estrato arbóreo en BQP en el SA. 64

Tabla IV-22: Características estructurales por especie en el estrato arbustivo de BQP en el SA 65
Tabla IV-23:Características estructurales por especie en el estrato herbáceo de BQP en el SA 67
Tabla IV-24:Características estructurales por especie en el estrato arbóreo de BPQ en el SA.. 69
Tabla IV-25: Características estructurales por especie en el estrato arbustivo de BPQ en el SA 71
Tabla IV-26: Características estructurales por especie en el estrato herbáceo de BPQ en el SA 72
Tabla IV-27: Características estructurales por especie en el estrato arbóreo de SBC en el SA. 74
Tabla IV-28: Características estructurales por especie en el estrato arbustivo de SBC en el SA 75
Tabla IV-29: Características estructurales por especie en el estrato herbáceo de SBC en el SA 76
Tabla IV-30: Características estructurales por especie en el estrato arbóreo de PI en el SA..... 76
Tabla IV-31: Características estructurales por especie en el estrato arbustivo de PI en el SA... 77
Tabla IV-32: Características estructurales por especie en el estrato herbáceo de PI en el SA .. 78
Tabla IV-33: Características estructurales por especie en el estrato arbóreo de AT en el SA ... 79
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 . 80
Tabla IV-36: Índices de Diversidad α, β y γ para pares de asociaciones vegetales en el SA y AP 84
Tabla IV-37:Especies del SA en algún régimen de protección nacional e internacional..... 84
Tabla IV-38: Especies consideradas como maleza en listados de CONABIO. 86
Tabla IV-39: Parámetros estructurales de la ictiofauna en el SA. 109
Tabla IV-40: Parámetros estructurales de la herpetofauna en el SA..... 110
Tabla IV-41: Parámetros estructurales de la Mastofauna en el SA..... 111
Tabla IV-42: Parámetros estructurales de la ornitofauna en el SA..... 113
Tabla IV-43: Especies endémicas en el SA y AP..... 117
Tabla IV-44: Especies en la NOM059-SEMARNAT-2010..... 118
Tabla IV-45: Fauna considerada en los Apéndices de la CITES..... 119
Tabla IV-46: Especies en la red list de la IUCN 120
Tabla IV-47: Estación meteorológica utilizada en el análisis de visibilidad..... 122
Tabla IV-48: Calidad visual paisajística en el SA..... 124
Tabla IV-49: Fragilidad visual paisajística en el SA 127
Tabla IV-50: Diagnóstico de la dinámica poblacional en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora 133
Tabla IV-51: Inmigración en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora..... 133

Tabla IV-52: Migración en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora. 134
Tabla IV-53: Densidad de población en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora. 134
Tabla IV-54: Población en la región de estudio por sexo y rangos de edad, 2010 135
Tabla IV-55: Escolaridad de la población de Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora. 135
Tabla IV-56: Infraestructura para servicios de educación en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora. 136
Tabla IV-57: Servicios de salud en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora. 136
Tabla IV-58: Bienes en la vivienda en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora. 137
Tabla IV-59: Servicios generales en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora. 137
Tabla IV-60: Población hablante de legua indígena en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora. 138
Tabla IV-61: Actividades económicas predominantes en el área de estudio. 138
Tabla IV-62: Marginación en Arivechi, Sahuaripa y Yécora Sonora. 139
Tabla IV-63: Funciones de los ecosistemas 140
Tabla IV-64: Descripción de las funciones y servicios ambientales en el AP 141
Tabla IV-65: Estado actual de los componentes en el SA 141

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: Hidrología superficial en el SA 21
Mapa IV-8 Hidrología subterránea en el SA 22
Mapa IV-9: Erosión hídrica en el SA 29
Mapa IV-10: Erosión eólica en el SA. 34
Mapa IV-11: Provincias florísticas del municipio de Sahuaripa 36
Mapa IV-12: Uso de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental 39
Mapa IV-13: Unidades de Muestreo de flora en el SA, temporada de secas. 46
Mapa IV-14: Unidades de Muestreo de flora en el SA, temporada de lluvias. 47
Mapa IV-15: Ictiofauna registrada en el SA en la temporada de secas 92
Mapa IV-16: Ictiofauna registrada en el SA en la temporada de lluvias 93
Mapa IV-17: Muestreo de herpetofauna temporada de secas en el SA 96
Mapa IV-18: Muestreo de herpetofauna temporada de lluvias en el SA 97

Mapa IV-19:Muestreo de Mastofauna temporada de secas en el SA 100
Mapa IV-20: Registro de mastofauna temporada de lluvias en el SA 101
Mapa IV-21: Registro de ornitofauna en el Sistema Ambiental y AP, temporada de lluvias 104
Mapa IV-22: Registro de ornitofauna en el Sistema Ambiental y AP, temporada de lluvias 105
Mapa IV-23: Visibilidad del proyecto.....130
Mapa IV-24: Calidad visual paisajística en el SA.....131
Mapa IV-25: Fragilidad visual paisajística en el SA 132

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 25
Figura IV-6: Obtención de la erosión hídrica.....27
Figura IV-7: Obtención de la erosión eólica. 31
Figura IV-8: Esquema de las parcelas circulares utilizadas 43
Figura IV-9: Detalles de medidas tomadas.....44
Figura IV-10: Familias registradas en el Sistema Ambiental.....49
Figura IV-11: Curva de acumulación de especies para el muestreo en bosque de encino (BQ). 50
Figura IV-12: Curva de acumulación de especies para el muestreo en bosque de encino-pino 50
Figura IV-13: Análisis de agrupación por similitud, método de Sorensen 83
Figura IV-14: Ambientes representativos del SA donde se desarrolló el trabajo de campo. 91
Figura IV-15: Métodos empleados en herpetología para el registro de especies en el SA.....95
Figura IV-16: Métodos mastozoológicos para el registro de mamíferos en el SA 99
Figura IV-17: Métodos de ornitología para registrar especies de aves en el SA. 102
Figura IV-18: Curva de acumulación de especies de ictiofauna en el SA 106
Figura IV-19: Curva de acumulación de especies de herpetofauna en el SA.....107
Figura IV-20: Curva de acumulación de especies de mastofauna en el SA.....108
Figura IV-21: Curva de acumulación de especies de la ornitofauna en el SA.....109
Figura IV-22: Vista en 3D del impacto visual del proyecto. 123
Figura IV-23: Obtención de la calidad visual paisajística 124
Figura IV-24: Obtención de la fragilidad visual paisajística. 127

Anexos

Anexo IV-1. Parcelas muestreadas en el SA y AP en la temporada de secas y lluvias
Anexo IV-2. Especies encontradas por tipo de vegetación y por temporada de muestreo
Anexo IV-3. Compendio fotográfico de los sitios de muestreo de flora
Anexo IV-4. Compendio fotográfico de los especímenes identificados
Anexo IV-5. Listado de especies potenciales
Anexo IV-6. Listado de especies registradas en el SA
Anexo IV-7. Puntos de muestreo en unidades UTM para cada tipo de fauna
Anexo IV-8. 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.

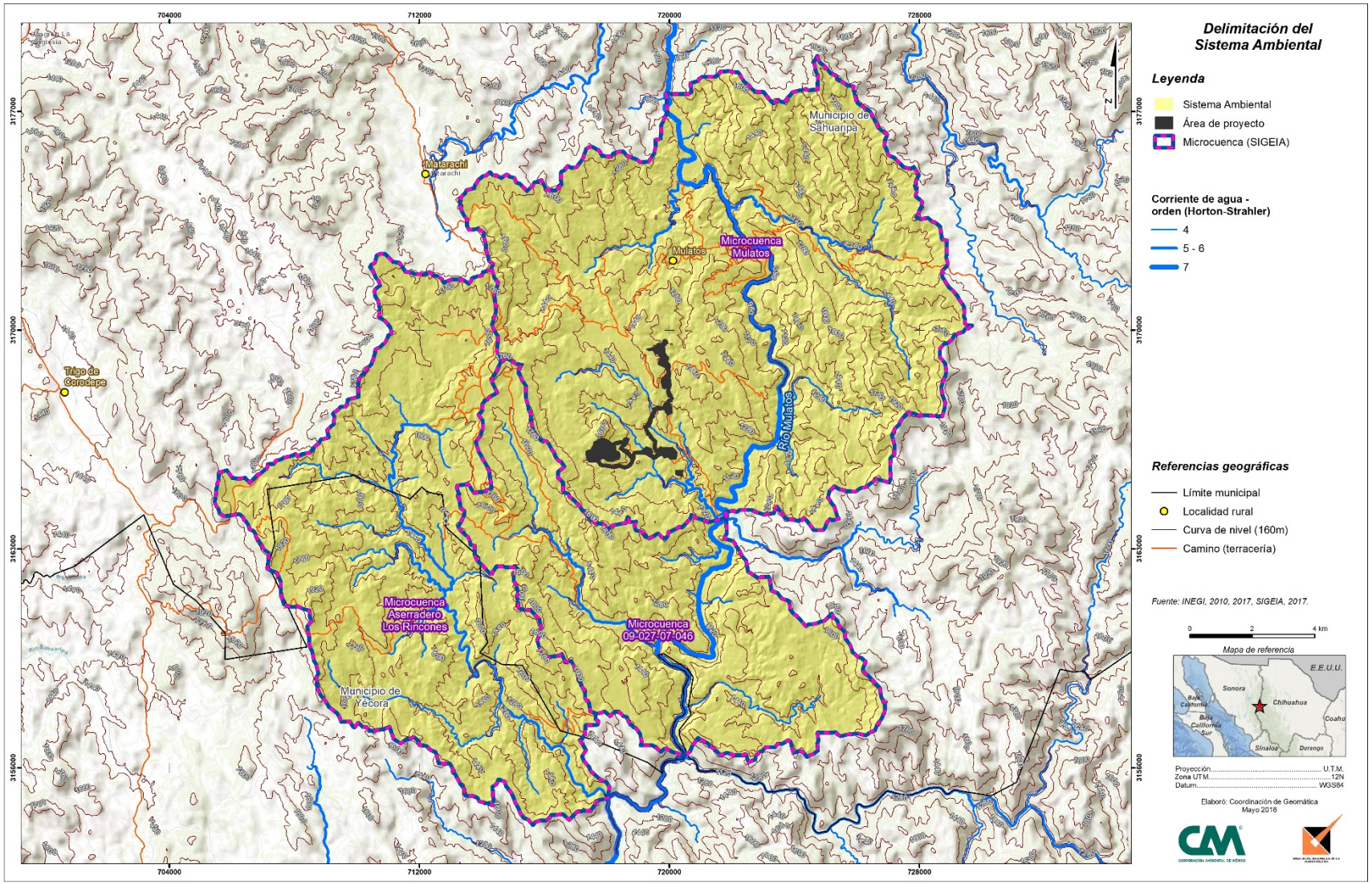
Con base en el Séptimo de los lineamientos, para delimitar un SA, se ha seleccionado el criterio de cuenca y microcuenca, las cuales están establecidas en el Sistema de Información Geográfica para Estudios de Impacto Ambiental (SIGEIA). Además, se consideró la situación de seguridad existente en el límite 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.

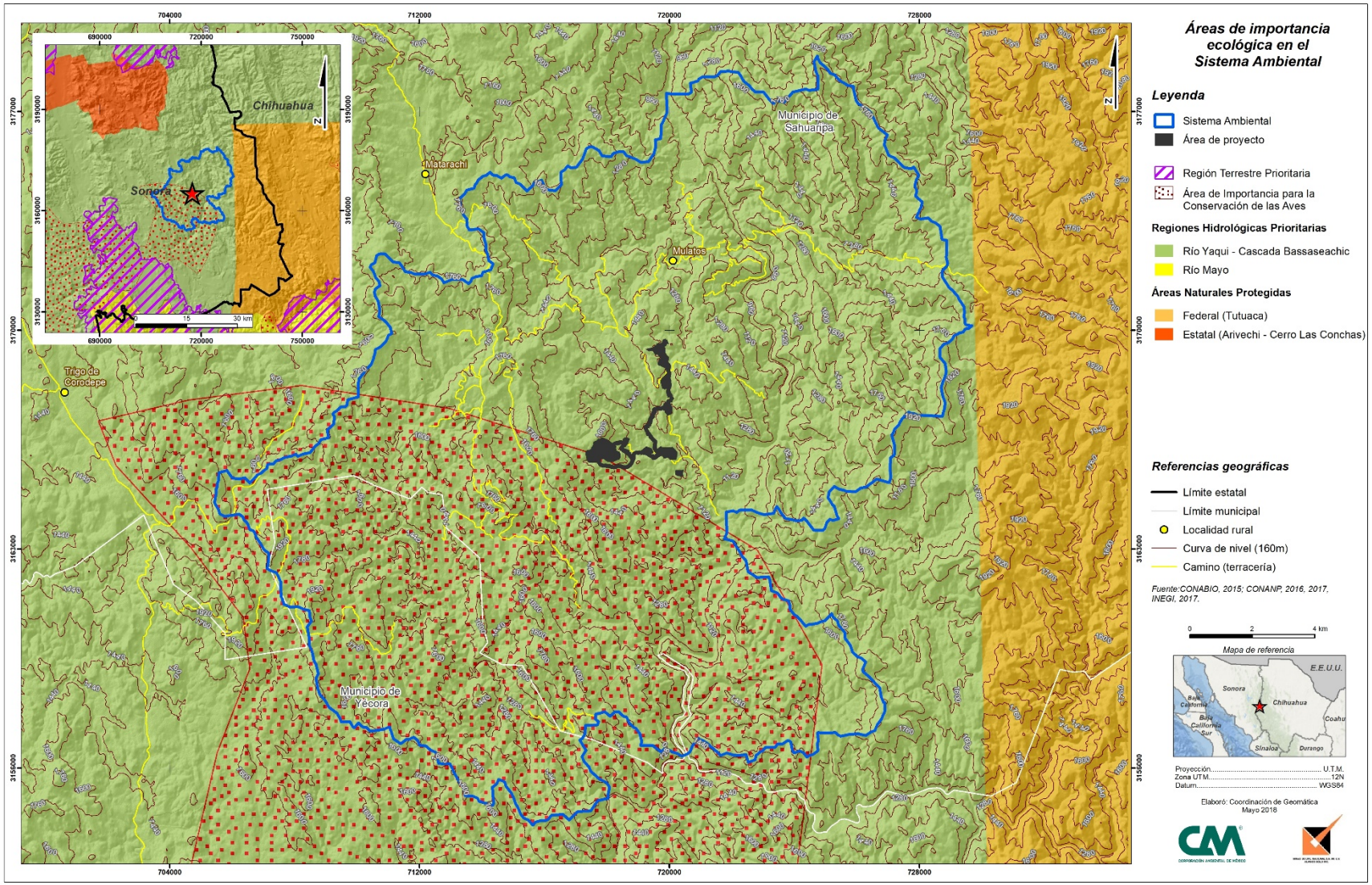
Las regionalizaciones mencionadas, fueron definidas como resultado de diversas iniciativas auspiciadas por instituciones tanto gubernamentales como no gubernamentales, nacionales e internacionales, como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la Comisión Nacional 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 8 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 cuenta con 383 especies y tiene una superficie de 671 652 ha, del área total del proyecto, sólo una parte del suroeste (21.07 ha) queda inmersa dentro de dicha AICA (Mapa IV-2).
- El AP se encuentra a 30 km en línea recta de una zona marcada con extrema prioridad (clave 1674) dentro de sitios prioritarios terrestres 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.



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 51% y $C(w_1)(x^1)$ en un 39% del SA) y el clima Semiseco semicálido (Bs1 hw en el 10% restante), mientras que el AP únicamente presenta el clima Templado subhúmedo $C(w_0)(x^1)$ en toda su área. (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
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

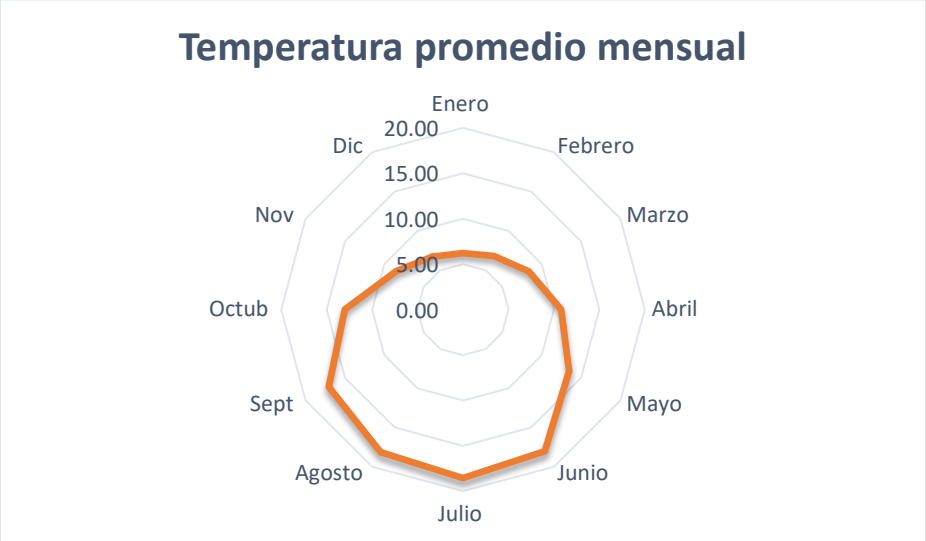


Figura IV-1: Temperatura promedio mensual (1944 a 2011)

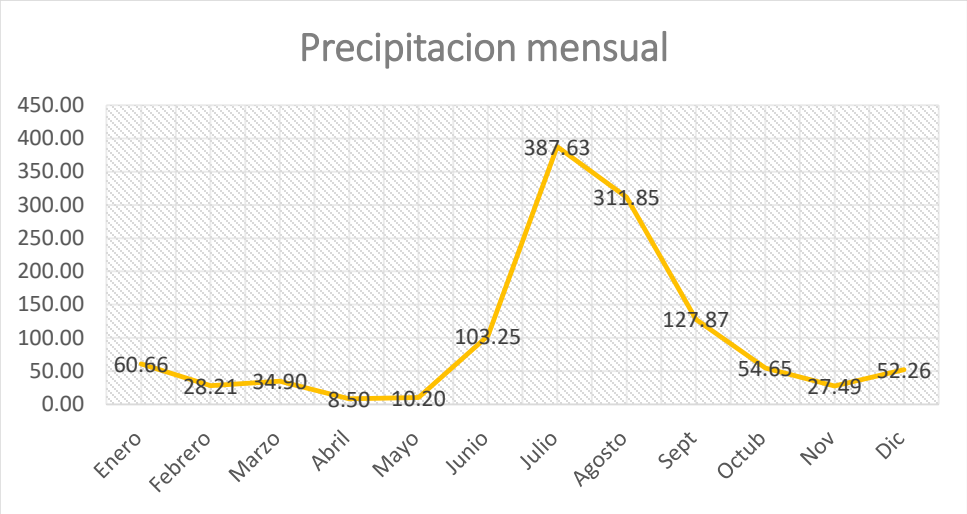


Figura IV-2: Precipitación promedio mensual (1944-2011)

Para la estación de Mulatos se cuenta con una base de datos del año 1943 al año 2005. En la Tabla IV-2, Gráficas IV.2-3 y IV.1-4 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

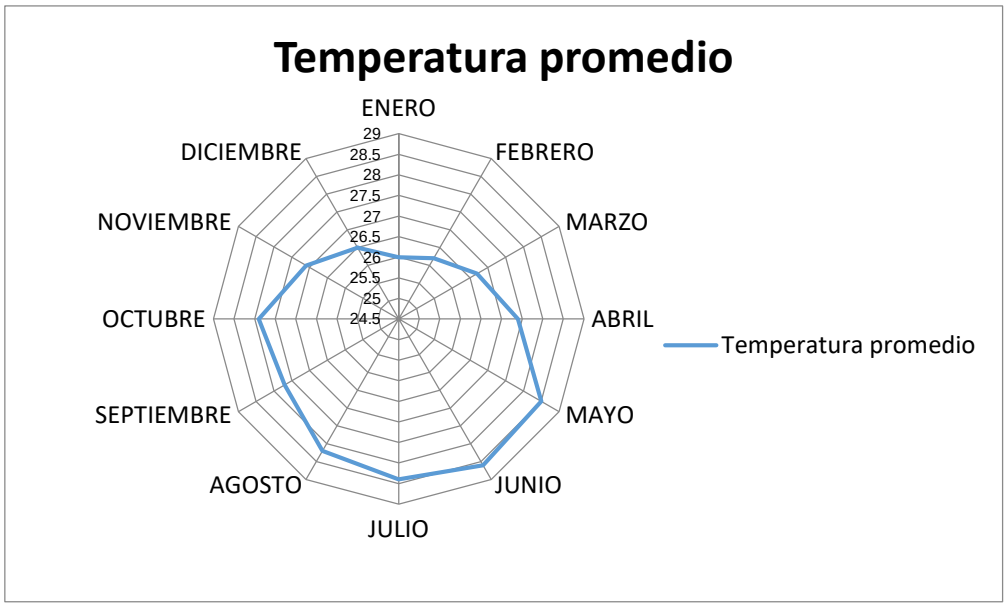


Figura IV-3: Temperatura promedio mensual (1943 a 2005)

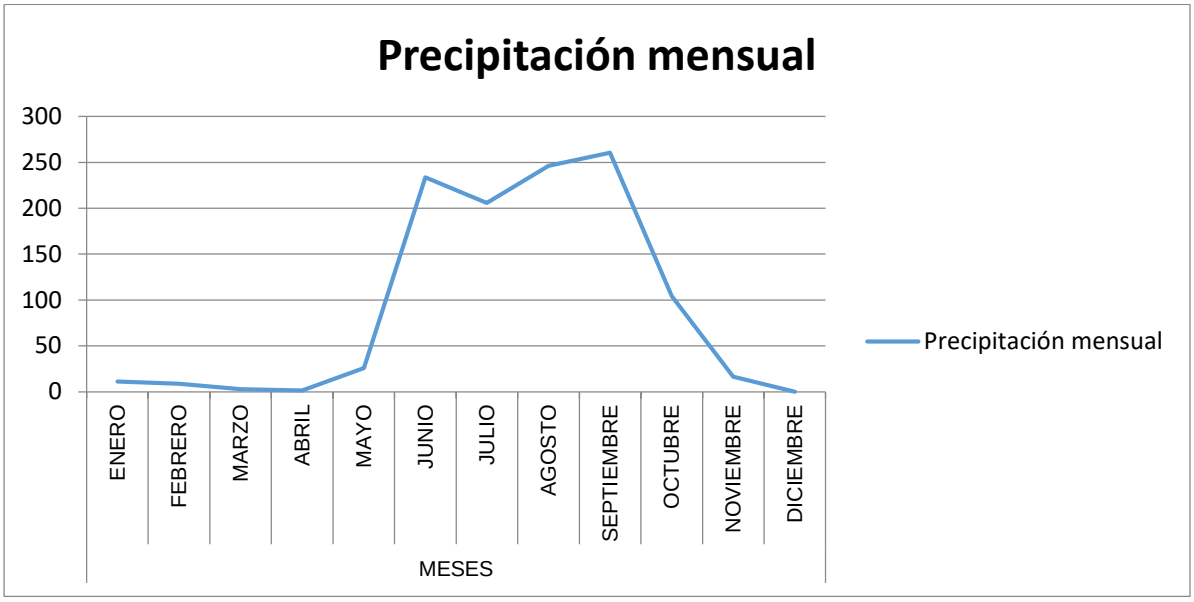
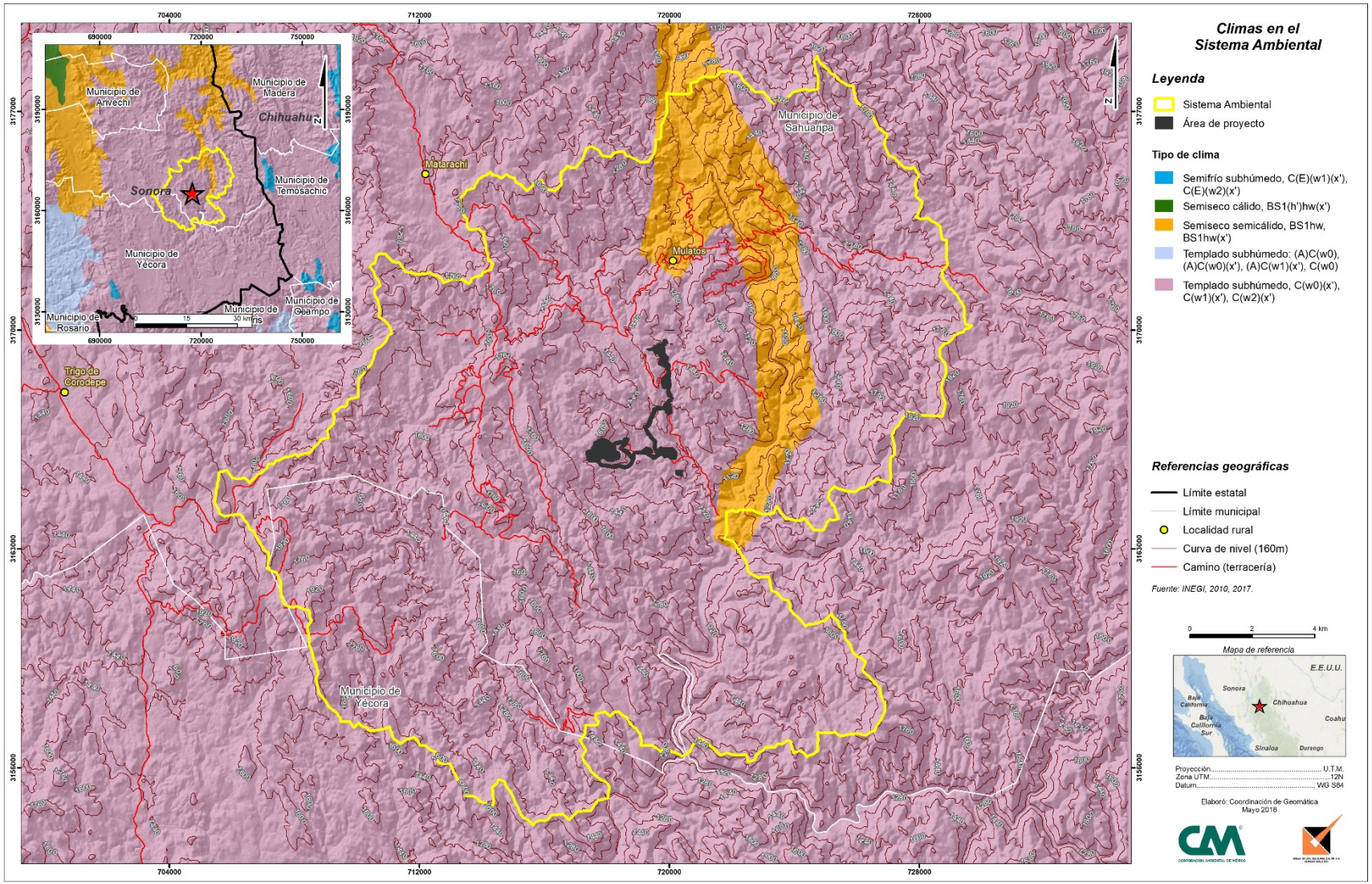


Figura IV-4: Precipitación promedio mensual (1943-2005)



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[1].

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

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

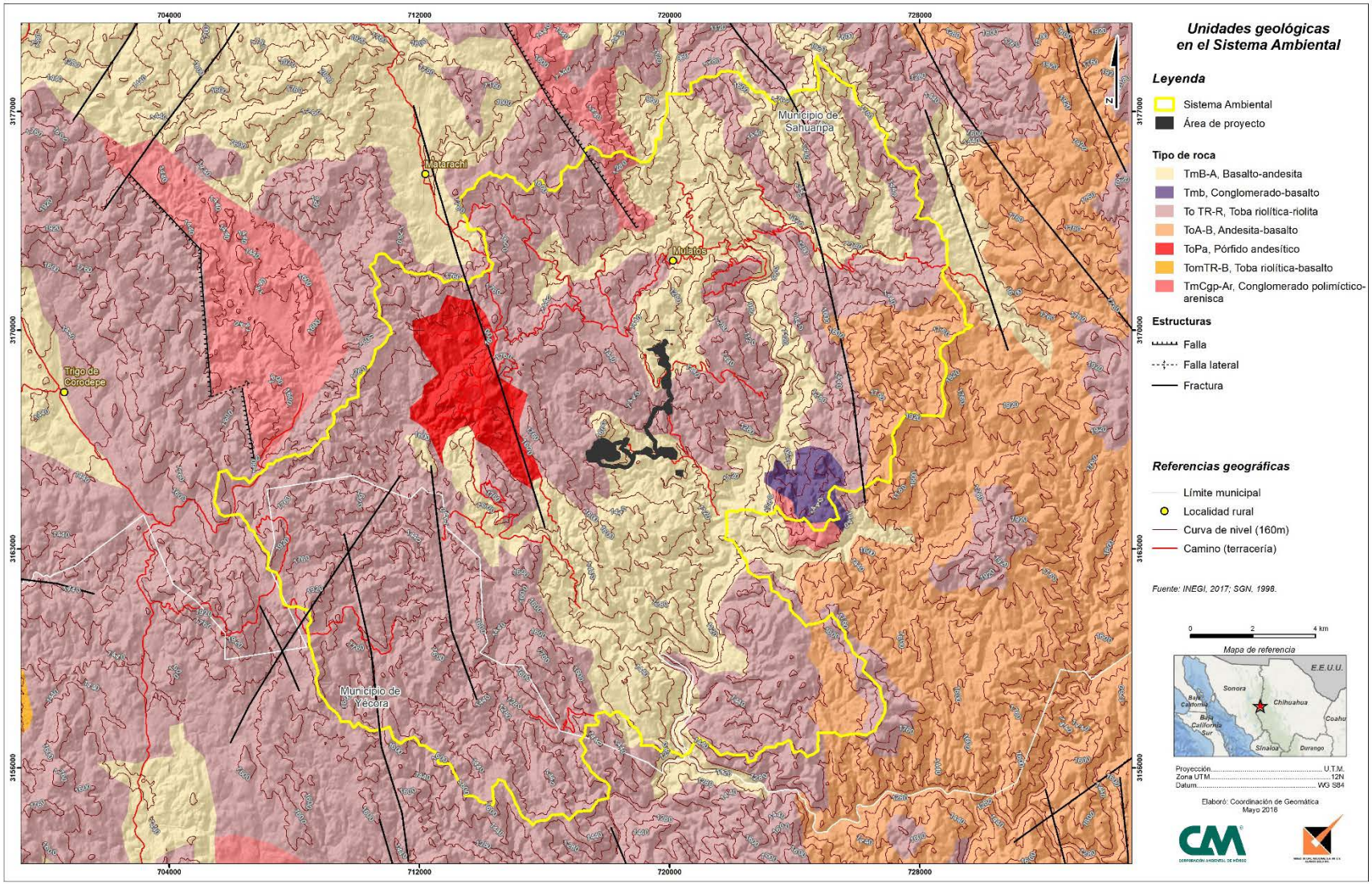
De acuerdo con esta Carta la litología predominante de la zona es principalmente ígnea, con poca presencia de estratificación. Las litologías presentes en el SA son:

- 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 (TeePa), 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 30.89% del AP (65.59 ha).
- Basalto – Andesita (TmB-A), que ocupa un 69.11% del AP (146.75 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[2].

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. 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. 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$^{2.}$ La unidad gemorfológica de menor presencia es de premontañas altas, aquella cuyo valor de disección vertical oscila entre los 300 a 400 m/km^2 donde el relieve montañoso, moderadamente diseccionado es característico.

En el AP encontramos principalmente características de terreno muy alomado (100 a 200 m/km^2) y en menor proporción, relieve muy colinoso (50 a 100 m/km^2)[3].

IV.2.1.4. Suelos

La totalidad del AP se encuentra sobre suelo de tipo Phaeozem, mientras que el SA se asienta, además, sobre Regosol y Leptosol.

Las características de estos suelos se presentan en la siguiente Tabla IV-3.

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

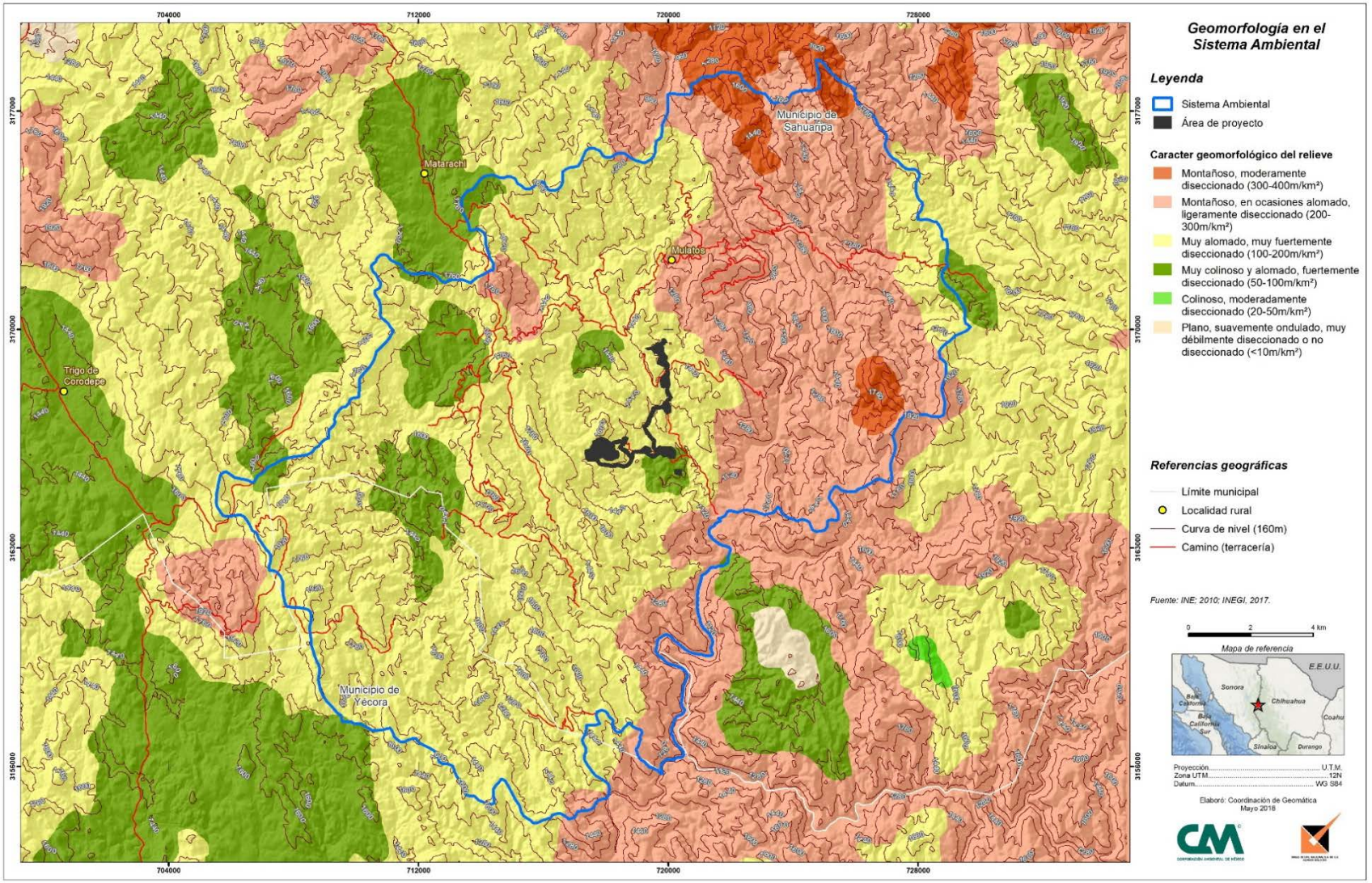
Clasificación WRB 2007	Características
Phaeozem (AP y SA)	Son suelos rojizos de las regiones de praderas con una alta saturación de bases (ricos en nutrientes), pero en los que los rasgos de acumulación de carbonatos secundarios no suelen ser invisibles. También pueden ser descritos como suelos oscuros 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. 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.

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

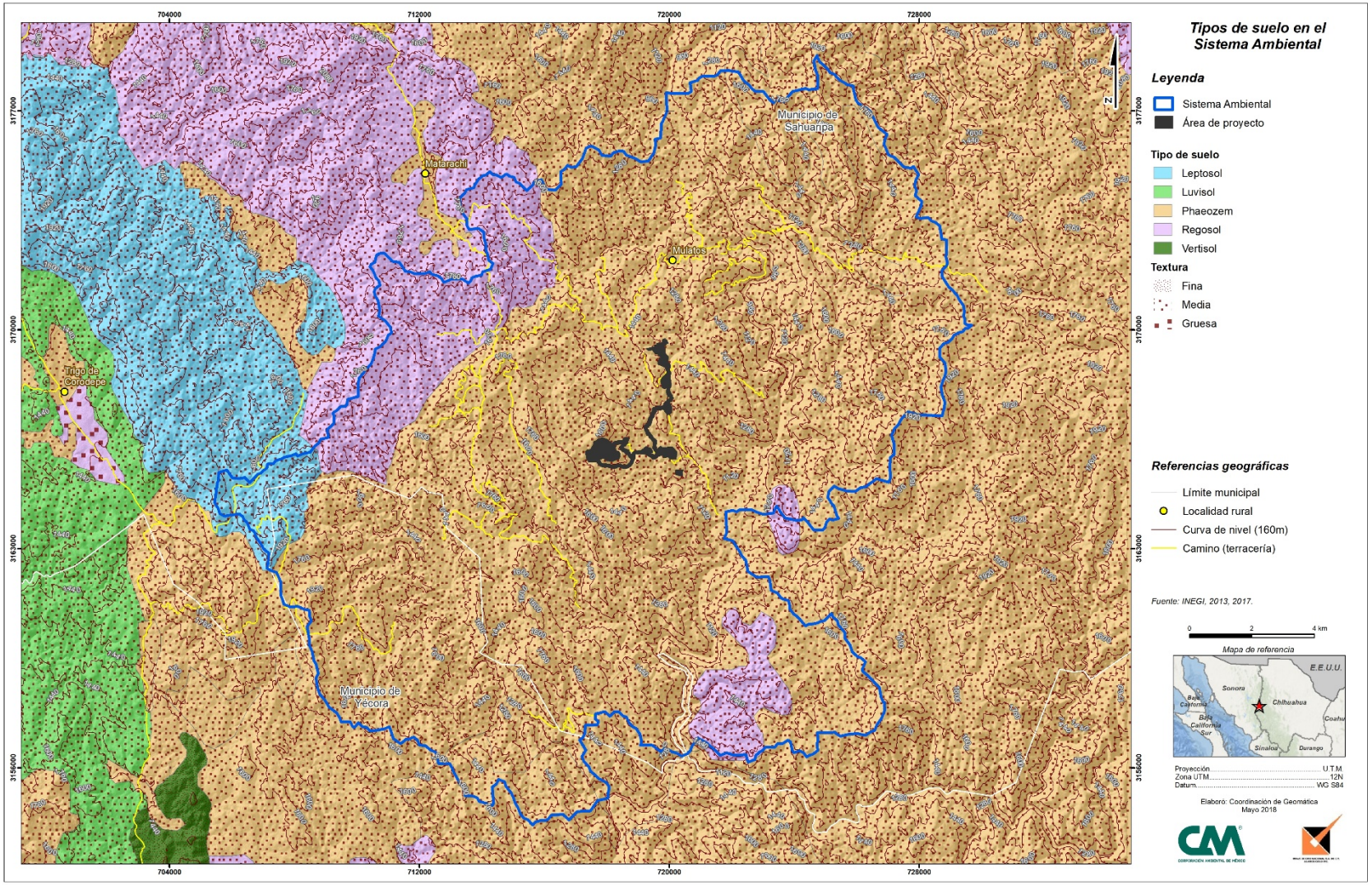
[3] Unidades morfométricas del relieve mexicano. Carta Tecoripa H1212.

Clasificación WRB 2007	Características
	87% del SA (29 768.54 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% del SA (2 817.59 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. 2% 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. 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-4 se presentan los datos de balance de aguas subterráneas.

Tabla IV-4: 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.2.1.6. 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[4].

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-7).

IV.2.1.7. Hidrología subterránea

[4] Gaia.inegi.org.mx

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-8).

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.

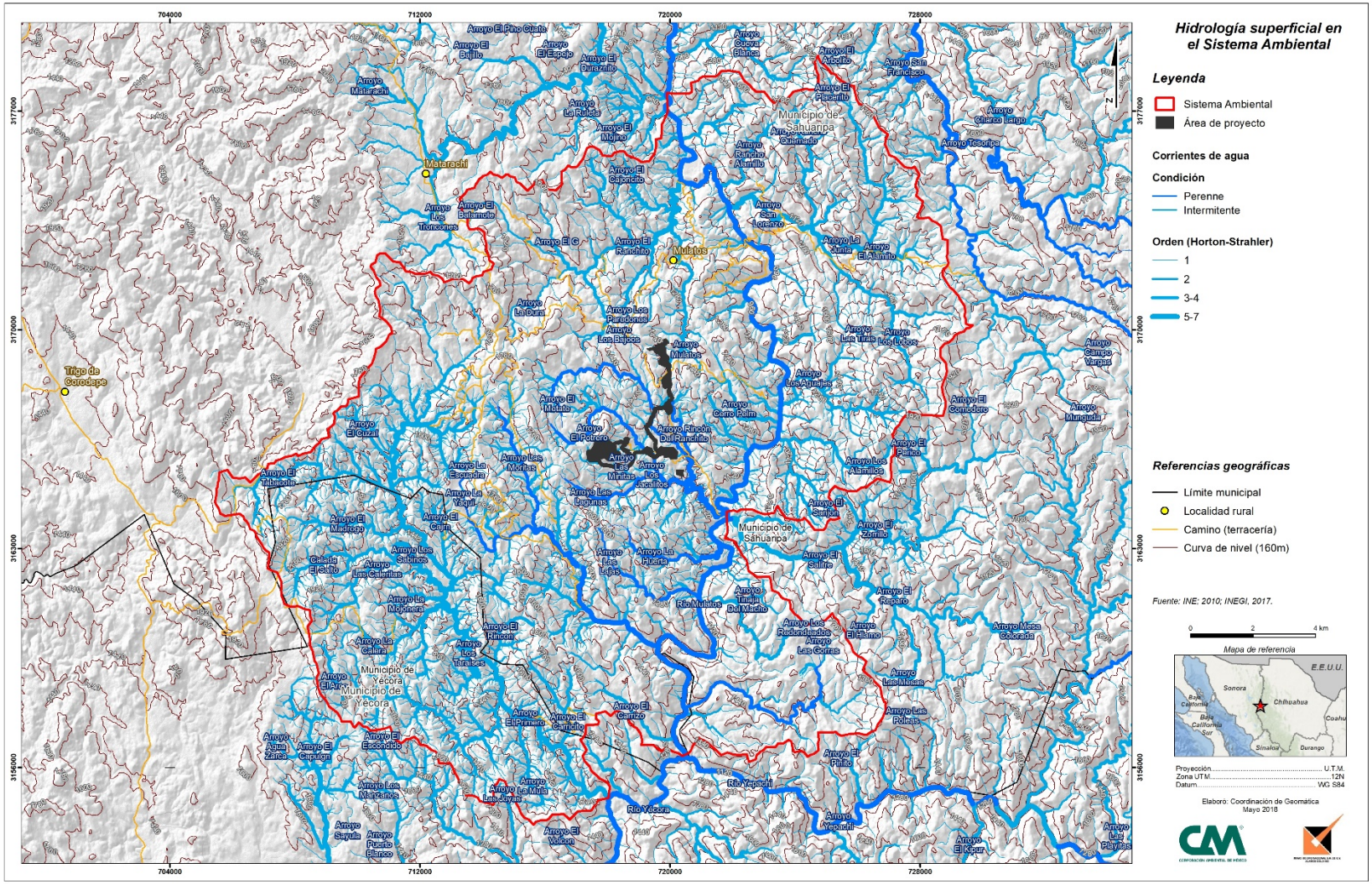
El SA se encuentra dentro del acuífero de Yécora se encuentra en la provincia de la Sierra Madre Occidental, en las provincias de: Sierra Alta y Valle, y Sierras y Valles del norte, está formado principalmente por sierras cuyos rasgos orográficos tienen elevaciones entre 1 000 y 2 000 msnm, que presentan 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).

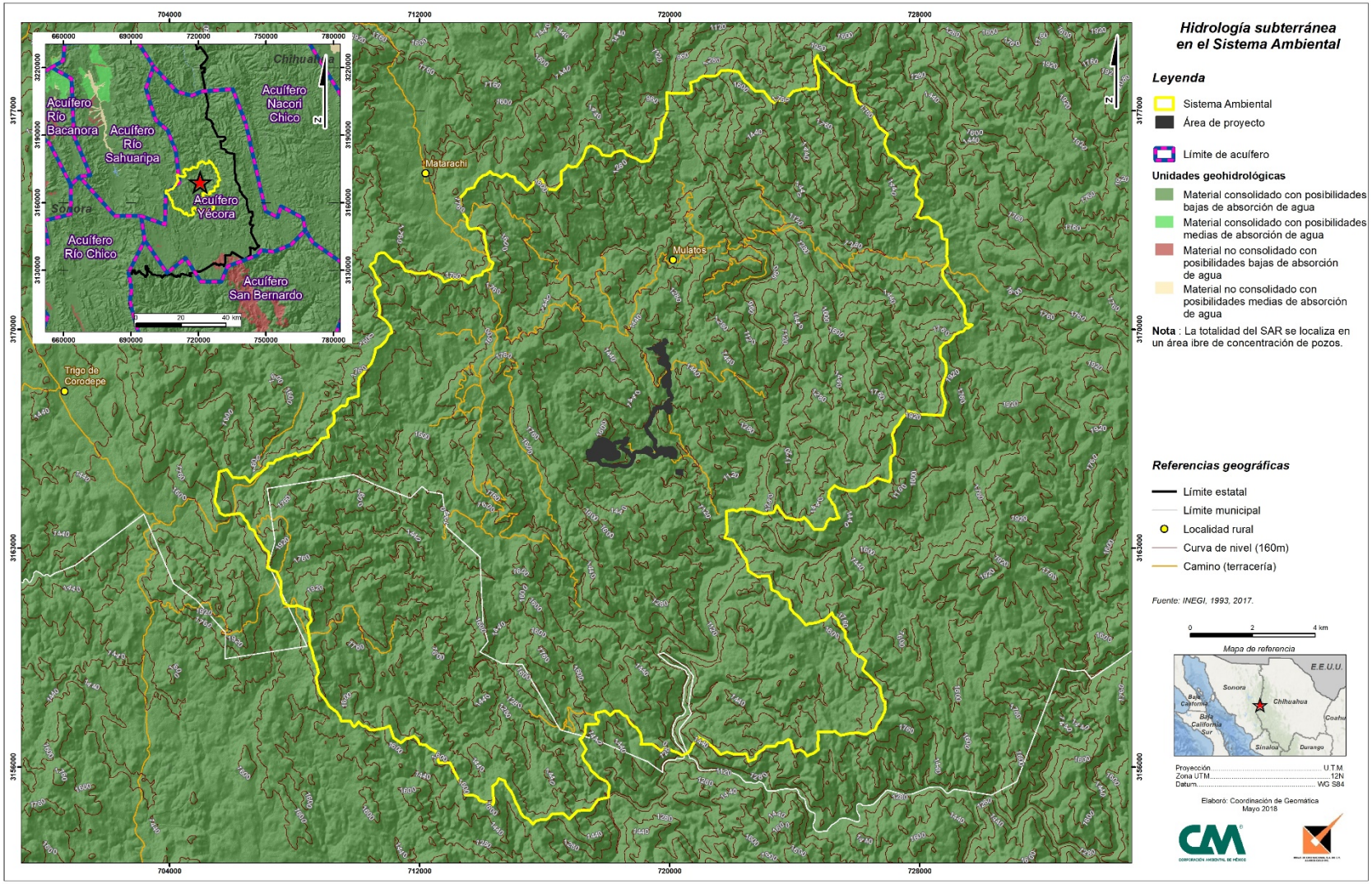
Se trata de un sistema acuífero granular de tipo libre, donde el agua tiene movimiento a través de material granular y fracturado. El medio granular está constituido por depósitos no consolidados y semiconsolidados de granulometría variada (gravas, arenas, limos y arcillas) que afloran en los alrededores 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-7: Hidrología superficial en el SA



Mapa IV-8 Hidrología subterránea en el SA

IV.2.1.8. 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.
- 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.

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

- 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 (ver Mapa IV-1), 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 la Tabla IV-5, mientras que en la Tabla IV-6**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** 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.

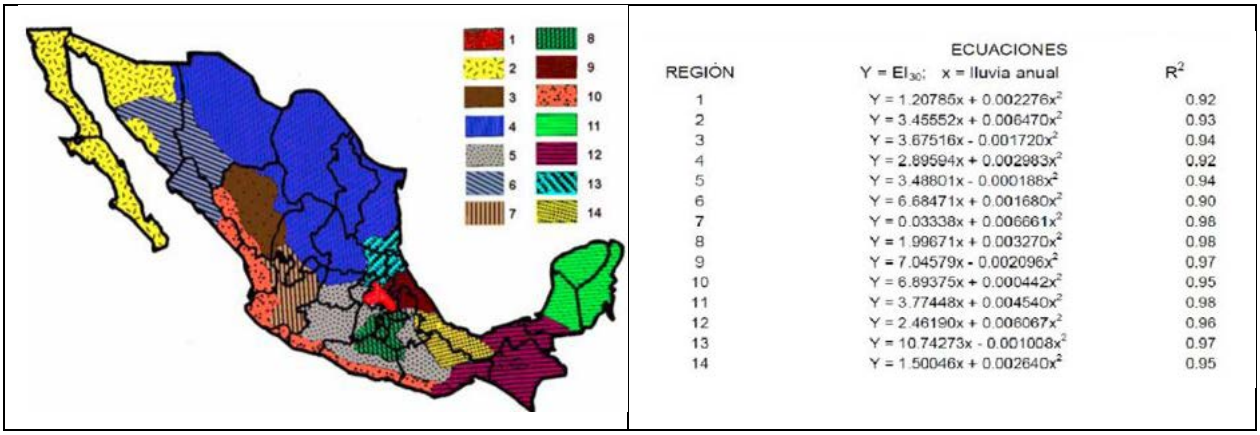
[7] Cortés T., 1991, *Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados*, Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, México.

Tabla IV-5: 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

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



Fuente: SAGARPA, 2014.

Tabla IV-6: 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-7 se muestren los valores de **K** usados.

Tabla IV-7: 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-8 se muestra el promedio del factor **LS** en el SA.

Tabla IV-8: 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-9.

[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-9: 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-10).

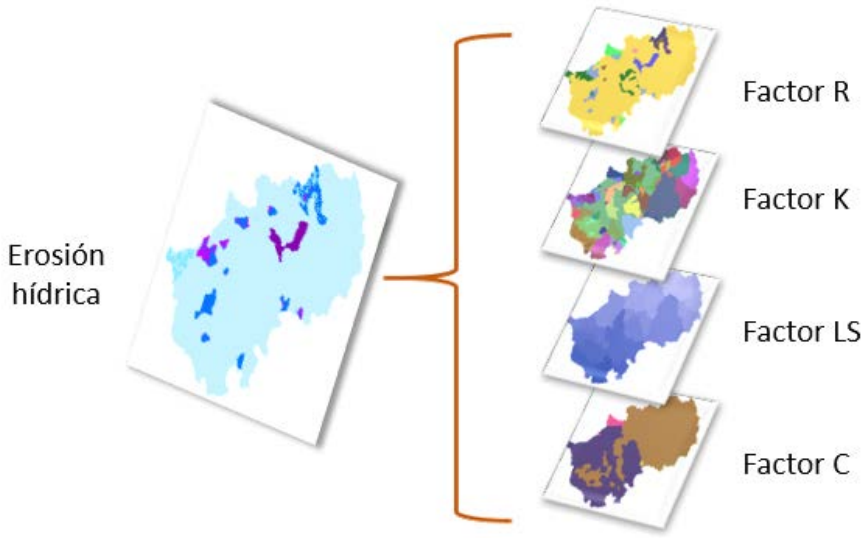


Figura IV-6: Obtención de la erosión hídrica

[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-10: 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 (31 011 ha equivalentes al 90.7%) presenta un grado de erosión nula (ver Mapa IV-9), esto debido principalmente a la abundante cobertura vegetal de la zona. Esta situación es similar en el AP, donde el 100% 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 4.55% 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.

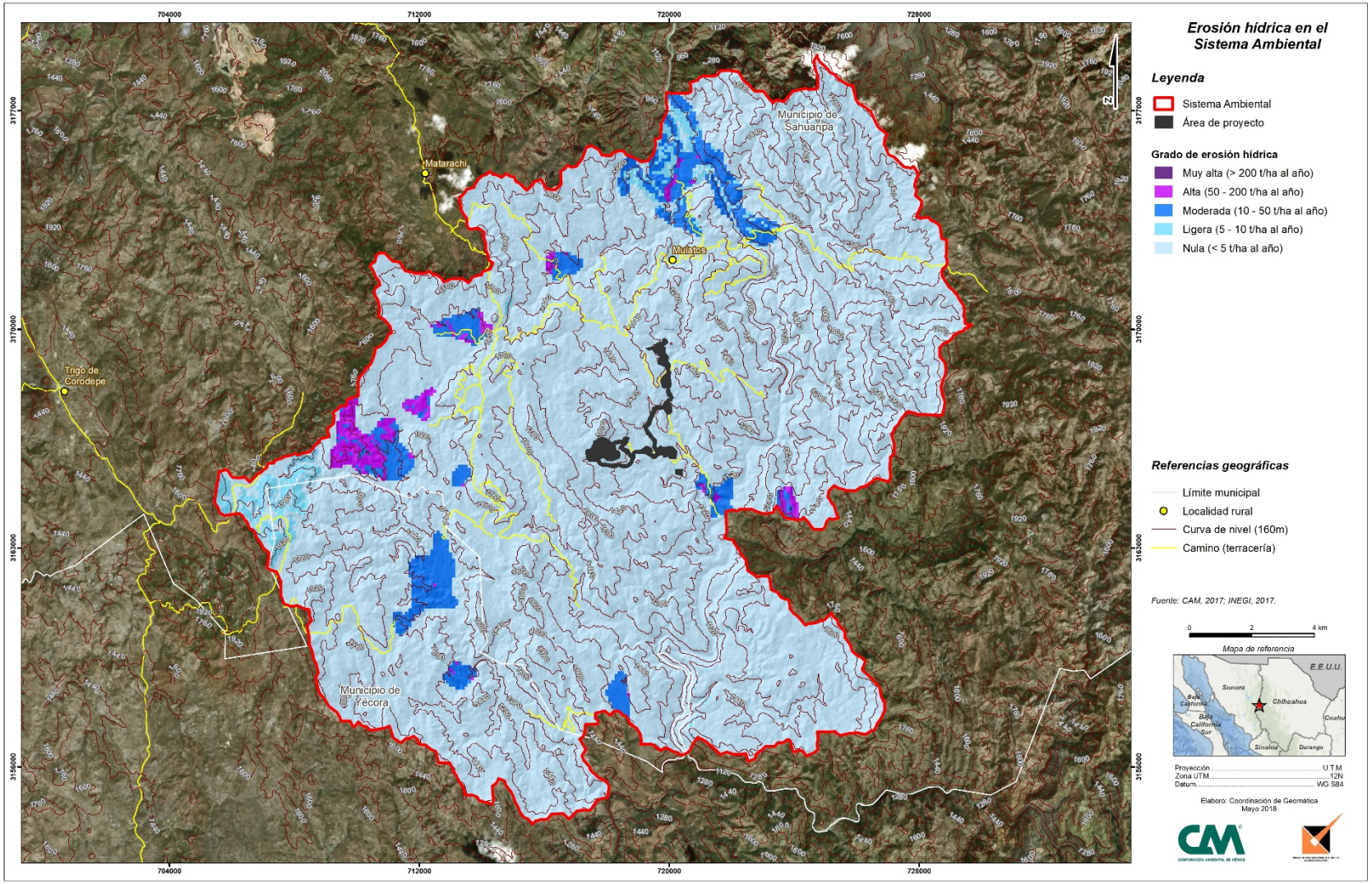
Las tres categorías restantes tienen presencia poco significativa (muy alta, alta y ligera con 1.7%, 1.2% y 1.85% respectivamente) y se presentan de manera dispersa en el SA (salvo la categoría alta, que se concentra en el norte, en la zona del tajo de Mulatos). En la Tabla IV-11 se muestran los datos obtenidos para el SA y AP.

Tabla IV-11: Erosión hídrica en el SA y AP

Categoría	Área de cubrimiento (ha)		Porcentaje de cubrimiento		Toneladas anuales (total)	
	SA	AP	SA	AP	SA	AP
Muy alta	-	-	-	-	-	-
Alta	411.01	-	1.20	-	31 782	-
Moderada	1 554.23	-	4.55	-	37 565	-
Ligera	633.14	-	1.85	-	4 088	-
Nula	31 011.19	212.34	90.70	100	43 302	210.19
Total	**34 189.56**	**212.34**	**100.00**	**100.00**	**116 737**	**210.19**

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.



Mapa IV-9: Erosión hídrica en el SA

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-12.

Tabla IV-12: 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-13.

Tabla IV-13: 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-14.

Tabla IV-14: 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-10).

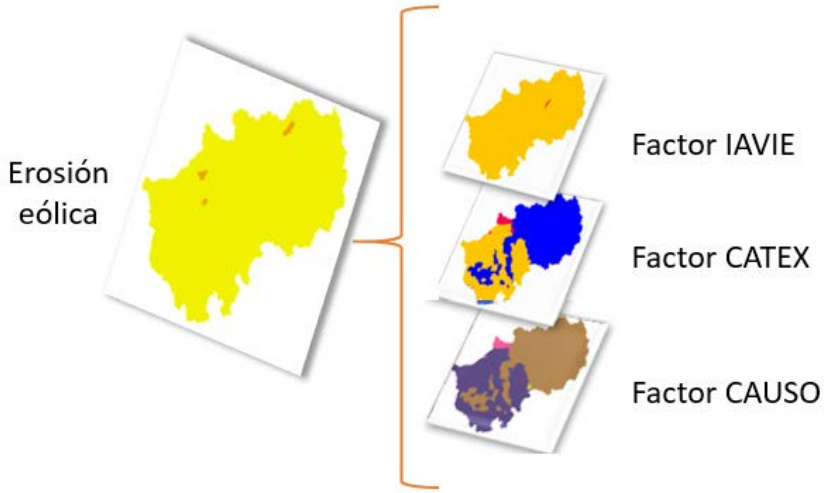


Figura IV-7: Obtención de la erosión eólica.

El grado de erosión predominante en el SA es nula (ver Mapa IV-10**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), la cual cubre el 99.45% del total (34 002.55 ha). El AP tiene una

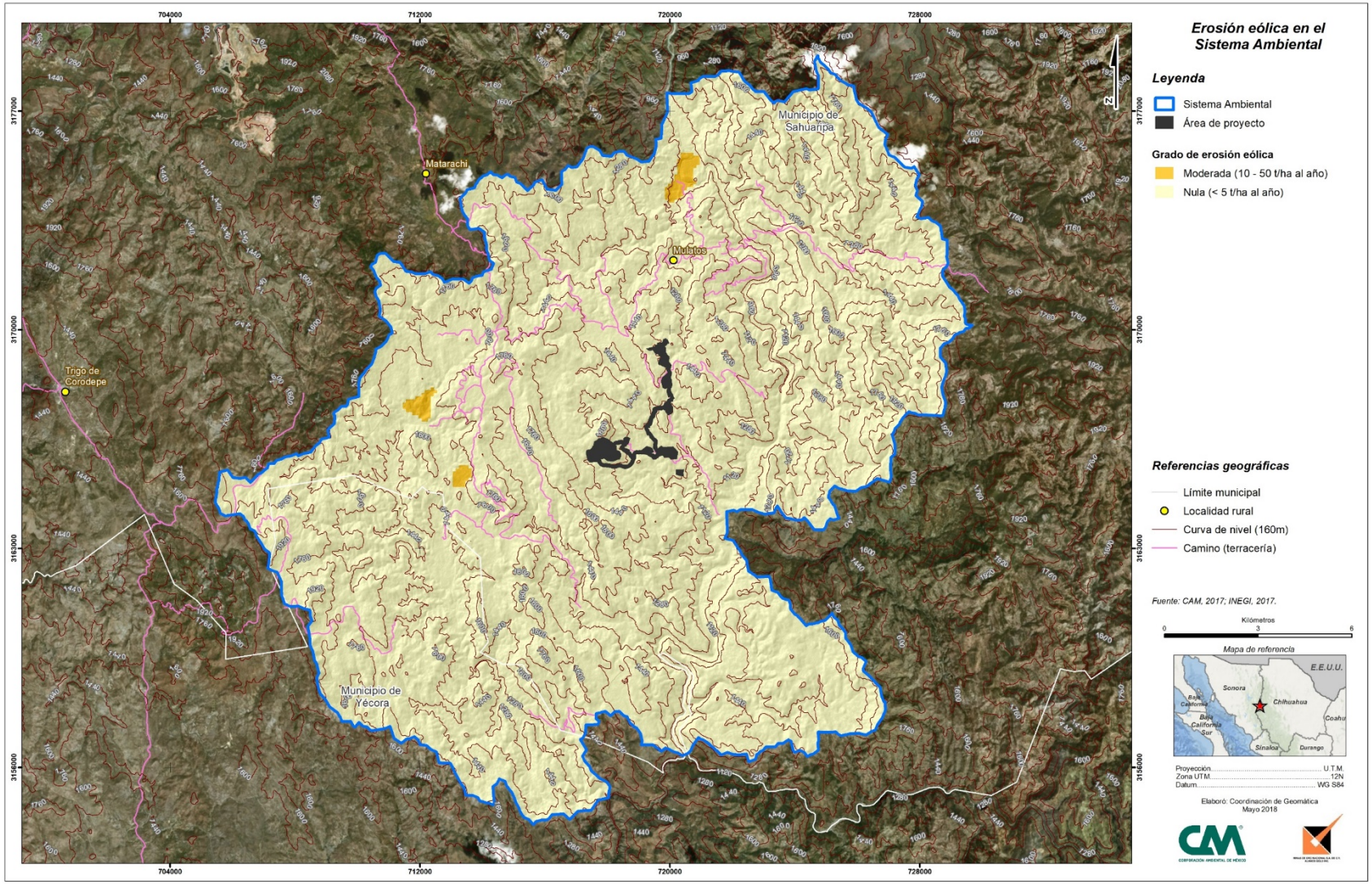
situación similar, ya que el 100% de su superficie presenta erosión nula. En este grado de erosión se pierden hasta 5 toneladas de suelo por hectárea al año.

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 0.55%) 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-15 se muestran los datos obtenidos para el SA y AP.

Tabla IV-15: Erosión eólica en el SA y AP

Categoría	Área de cubrimiento (ha)		Porcentaje de cubrimiento		Toneladas anuales (total)	
	SA	AP	SA	AP	SA	AP
Muy alta	-	-	-	-	-	-
Alta	-	-	-	-	-	-
Moderada	187	-	0.55	-	3 441	-
Ligera	-	-	-	-	-	-
Nula	34 002.55	-	99.45	100	70 373	442.22
Total	**34 189.56**	**212.34**	**100.00**	**100.00**	**73 814**	**442.22**

Página intencionalmente dejada en blanco.



Mapa IV-10: Erosión eólica en el SA.

IV.2.2. Aspectos bióticos

IV.2.2.1. Vegetación

IV.2.2.1.1. Descripción del tipo de vegetación según INEGI y antecedentes del sitio.

La primera colección botánica de Sonora se hizo durante 1791 en la expedición de Sessé y Moçiño al noroeste de México, colectando e ilustrando ejemplares de las plantas de las inmediaciones de Álamos, en el sur de Sonora.

El botánico más importante del siglo XIX en Sonora fue Edward Palmer, quien colectó miles de ejemplares de herbario en las regiones de Álamos, de Guaymas y del Delta del río Colorado, entre otras. Sus colectas fueron enviadas a botánicos académicos de los más importantes herbarios, así como a botánicos independientes o aficionados acaudalados de Norteamérica y Europa (McVaugh, 1956).

Varias expediciones realizadas a principios del siglo XX produjeron colectas de herbario de regiones selectas del estado. Daniel T. MacDougal y Glenton Sykes fueron los botánicos de la expedición del Carnegie a la región del Pinacate en 1907. Ellos hicieron la primera colecta extensa de plantas del Desierto Sonorense en el noroeste de Sonora (Felger, 2000).

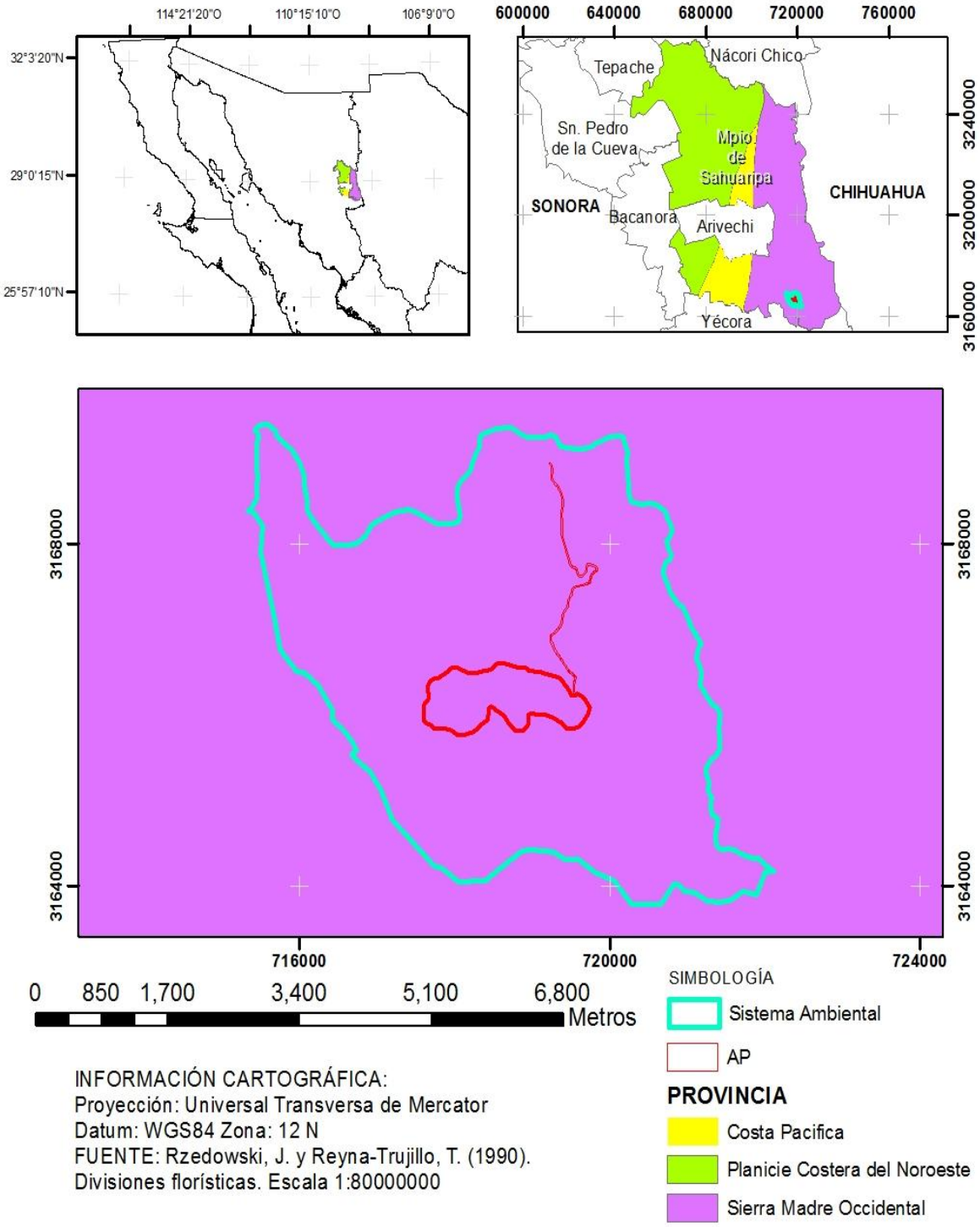
Howard Scott Gentry (1903-1993) destaca como el botánico moderno y colector de plantas más importante de Sonora en el siglo XX. Desde 1933 a 1939 exploró la región del río Mayo en el sur de Sonora y la parte adyacente de Chihuahua y en 1942 publicó su libro Rio Mayo Plants (Gentry, 1942). Comenzando en la década de 1970, un grupo de botánicos de la University of Arizona, encabezados por Paul S. Martin, exploraron el sur de Sonora, expandiendo el trabajo pionero de Gentry (Martin et al., 1998). Su flora revisada del río Mayo incluyó extensas colectas de la Selva Baja Caducifolia (SBC) a lo largo del río Cuchujaqui cerca de Álamos (Van Devender et al., 2000), del matorral espinoso costero del sur de Sonora (Friedman, 1996) y de los bosques tropicales y de montaña del municipio de Yécora en la porción este y central (Van Devender et al., 2005). Gentry también colectó en muchas otras partes de Sonora especialmente magueyes (Gentry 1982).

Fishbein y colaboradores (1995) publicaron una flora preliminar de trescientas setenta especies de los bosques mixtos de coníferas y de pino-encino de la zona templada más alta de la sierra de los Ajos al sureste de Cananea. Desde la década de 1960, Felger, Van Devender, Reina-Guerrero y Fishbein han hecho extensas colectas en todo el estado. En el matorral espinoso de piedemonte cerca de Moctezuma y Tónichi en el centro de Sonora, en los bosques de la Sierra Madre cerca de Yécora en el este de Sonora y en el matorral del Desierto Chihuahuense en caliza y pastizal desértico en la zona fronteriza del noreste (Van Devender y Reina-Guerrero, 2005).

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).



(Rzedowski y Reyna-Trujillo, 1990)

Mapa IV-11: Provincias florísticas del municipio de Sahuaripa

Trabajos previos realizados en la zona

En 1791 se realizó la primera colección botánica en el estado de Sonora con la expedición a cargo de Sessé y Moçiño al noroeste de México, quienes colectaron e ilustraron ejemplares de las plantas en las inmediaciones de Álamos, en el sur de Sonora. Hasta casi mediados del siglo XX. Posterior a la expedición de Sessé y Moçiño la mayor parte de la exploración botánica fue hecha por naturalistas de Estados Unidos y Europa, aunque unos cuantos botánicos de las instituciones del centro de México se aventuraron hacia el noroeste del país (McVaugh, 2000). De 1829 a 1830 Thomas Coulter (1793-1843), un botánico irlandés, pasó varios meses en Hermosillo asociado con una compañía minera y colectó varios ejemplares de Sonora (Coville, 1895).

Edward Palmer fue el botánico más importante del siglo XIX en Sonora, quien colectó miles de ejemplares de herbario en las regiones de Álamos, de Guaymas y del Delta del río Colorado, entre otras. Sus colectas fueron enviadas a botánicos académicos de los más importantes herbarios, así como a botánicos independientes o aficionados acaudalados de Norteamérica y Europa (McVaugh, 1956).

En 1897, Joseph N. Rose también hizo colectas propias, la mayoría de las inmediaciones de Guaymas y el sur de Sonora (Johnston, 1924). Posteriormente, Edgar A. Mearns describió los aspectos generales de la vegetación a lo largo de la frontera entre Sonora y Arizona (Hitchcock, 1913). Este fue el primer trabajo biológico de carácter científico y verdaderamente extensivo en la frontera México-Estados Unidos. Alan A. Beetle (1913-2003) y sus colegas de la sucursal Sonora de la Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA) se dedicaron intensamente al estudio de zacates, de lo que resultó la publicación *Gramíneas de Sonora* (Beetle *et al.*, 1991).

A principios del siglo XX, varias expediciones produjeron colectas de herbario de regiones selectas del estado. Daniel T. MacDougal y Glenton Sykes fueron los botánicos de la expedición del Carnegie a la región del Pinacate en 1907. Ellos hicieron la primera colecta extensa de plantas del Desierto Sonorense en el noroeste de Sonora (Felger, 2000).

Howard Scott Gentry (1903-1993) destaca como el botánico moderno y colector de plantas más importante de Sonora en el siglo XX. Desde 1933 a 1939 exploró la región del río Mayo en el sur de Sonora y la parte adyacente de Chihuahua y en 1942 publicó su libro *Rio Mayo Plants* (Gentry, 1942). Comenzando en la década de 1970, un grupo de botánicos de la University of Arizona, encabezados por Paul S. Martin, exploraron el sur de Sonora, expandiendo el trabajo pionero de Gentry (Martin *et al.*, 1998). Su flora revisada del río Mayo incluyó extensas colectas de la Selva Baja Caducifolia (SBC) a lo largo del río Cuchujaqui cerca de Álamos (Van Devender *et al.*, 2000), del matorral espinoso costero del sur de Sonora (Friedman, 1996) y de los bosques tropicales y de montaña del municipio de Yécora en la porción este y central (Van Devender *et al.*, 2005). Gentry también colectó en otras partes de Sonora especialmente magueyes (Gentry 1982).

En 1995, Fishbein y colaboradores publicaron una flora preliminar de trescientas setenta especies de los bosques mixtos de coníferas y de pino-encino de la zona templada más alta de la sierra de los Ajos al sureste de Cananea. Desde la década de 1960, Felger, Van Devender, Reina-Guerrero y Fishbein han hecho extensas colectas en todo el estado. En el matorral espinoso de piedemonte cerca de Moctezuma y Tónichi en el centro de Sonora, en los bosques de la Sierra Madre cerca de Yécora en el este de Sonora y en el matorral del Desierto Chihuahuense en caliza y pastizal desértico en la zona fronteriza del noreste (Van Devender y Reina-Guerrero, 2005).

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

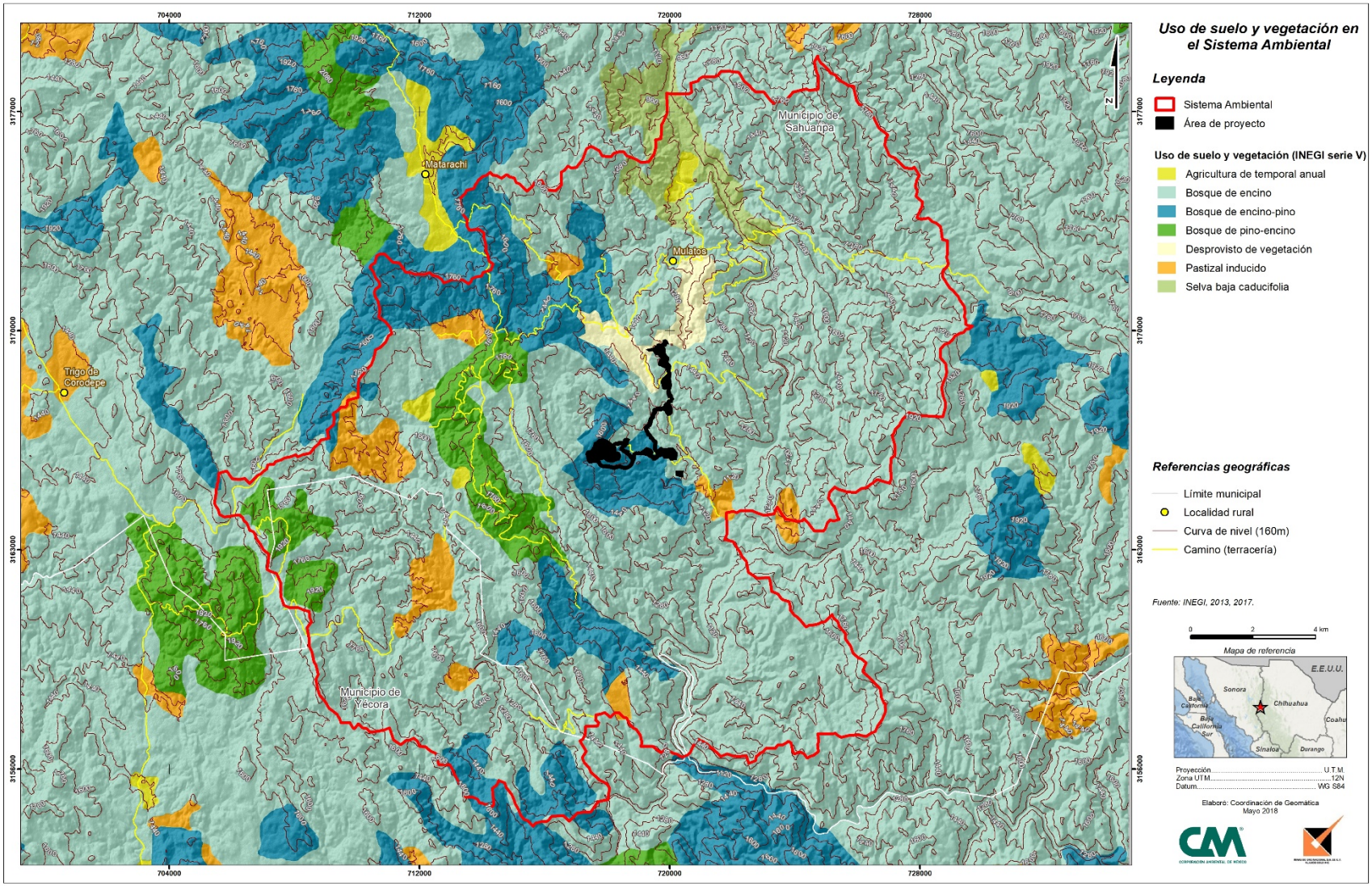
En el municipio de Sahuaripa existen áreas con Bosque de *Pinus*, Bosque de *Quercus* y Pastizal. El Sistema Ambiental que a continuación se describe de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación serie VI de INEGI (2017) (Mapa IV-12).

La vegetación predominante en el SA es el bosque de encino con 73.26% de las 34 072.12 hectáreas. El siguiente tipo de vegetación es el bosque de encino-pino representando el 12.94 %.

EL AP representa tan sólo el 0.62 % del SA, en el cual encontramos 0.3 % tanto para bosque de encino como para bosque de encino-pino y 0.02% desprovisto de vegetación (Tabla IV-16).

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

USV INEGI sV	**SA**		**AP**	
	ha	**%**	**ha**	**%**
Bosque de encino	24 962.07	73.26	102.79	0.30
Bosque de encino-pino	4 408.36	12.94	101.32	0.30
Bosque de pino-encino	1 874.12	5.50		
Pastizal inducido	1 242.42	3.65		
Selva baja caducifolia	820.61	2.41		
Desprovisto de vegetación	575.88	1.69	8.23	0.02
Agricultura de temporal anual	188.66	0.55		
Total	34 072.12	100.00	212.34	0.62



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

IV.2.2.1.2. Descripción de las formaciones vegetales existentes

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, 2017).

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.

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 AP está conformado en parte por este tipo de vegetación, el bosque de encino representa el 0.3% del área total del SA, con 102.79 ha (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 AP está conformado en parte por este tipo de vegetación, el bosque de encino-pino representa el 0.3% del área total del SA, con 101.32 ha. (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 cuenta con 1874.12 ha del SA, representando tan sólo el 5.5 % (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 cuenta con 820.61 ha del SA, representando tan solo el 2.41% (Tabla IV-16).

IV.2.2.1.3. Metodología

Se realizó un estudio de vegetación en el SA, para hacer la descripción por estratos de las diferentes asociaciones vegetales.

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).

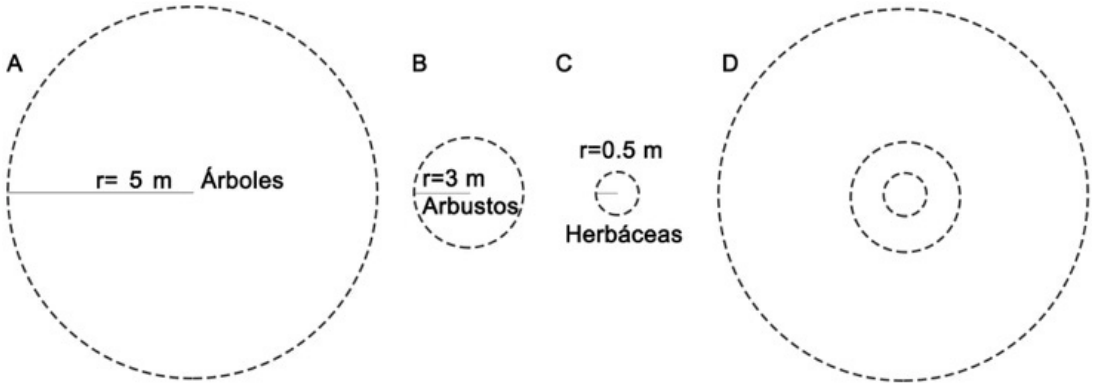


Figura IV-8: Esquema de las parcelas circulares utilizadas

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.

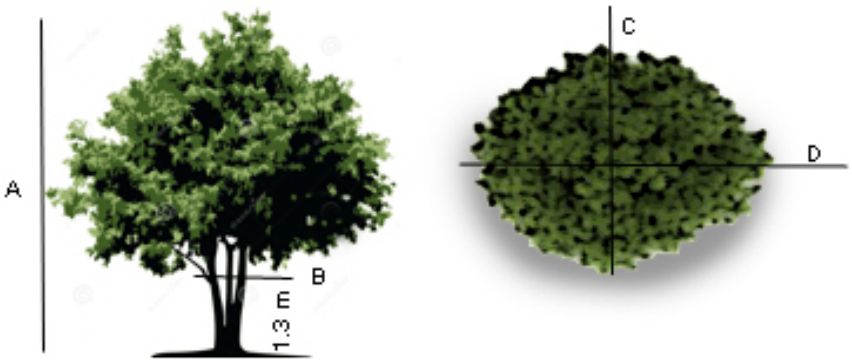


Figura IV-9: Detalles de medidas tomadas

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

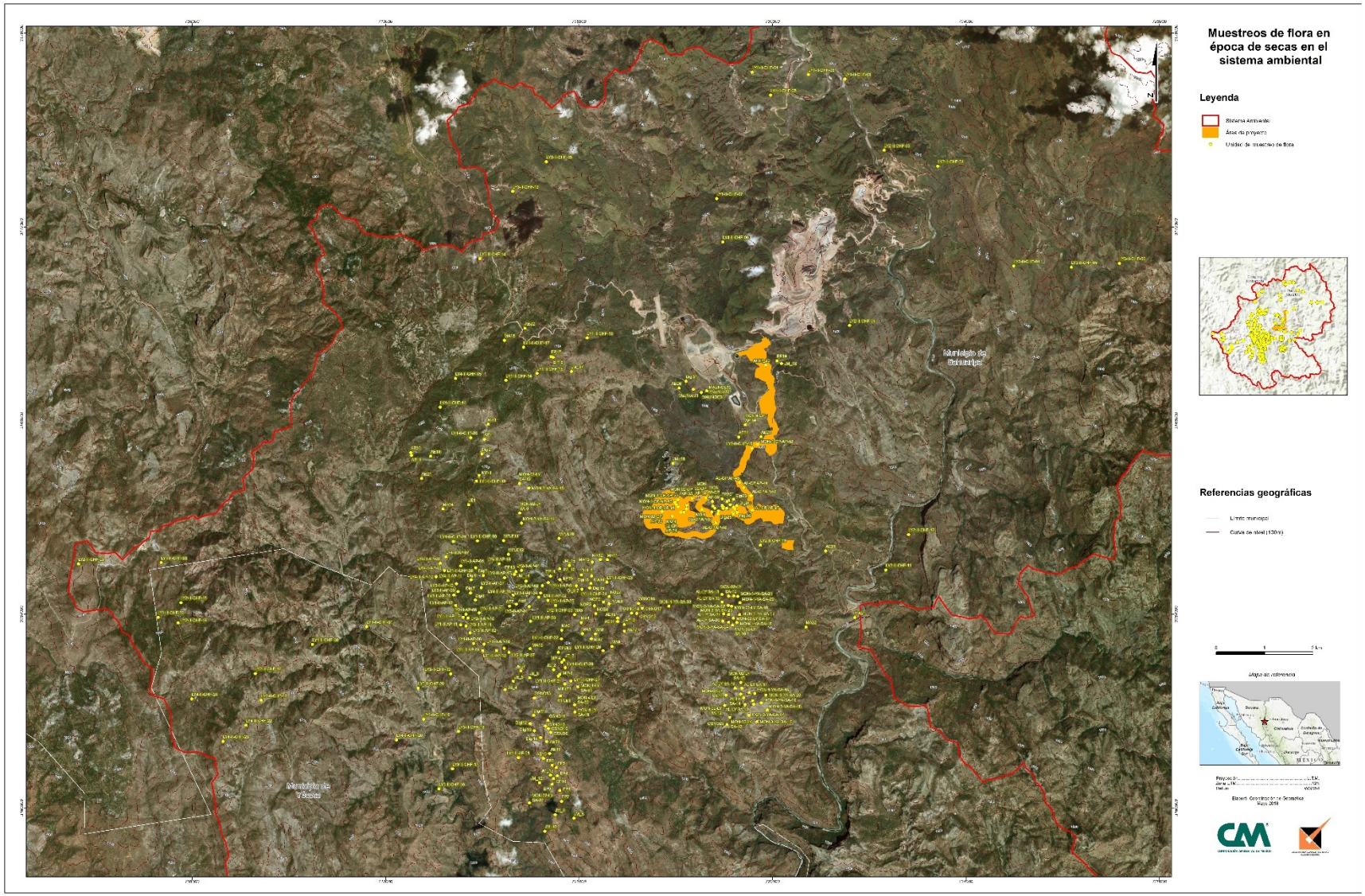
Para obtener un mejor conocimiento de la vegetación, el muestreo general constó en dos campañas, una hecha en la temporada de lluvias y otra en la temporada de secas En la temporada seca, del 14 al 26 de abril del 2015 y mayo del 2017 y 2018.y a finales de la temporada de lluvias, del 26 de noviembre al 04 de diciembre del 2014 y 2017

Intensidad y ubicación del muestreo

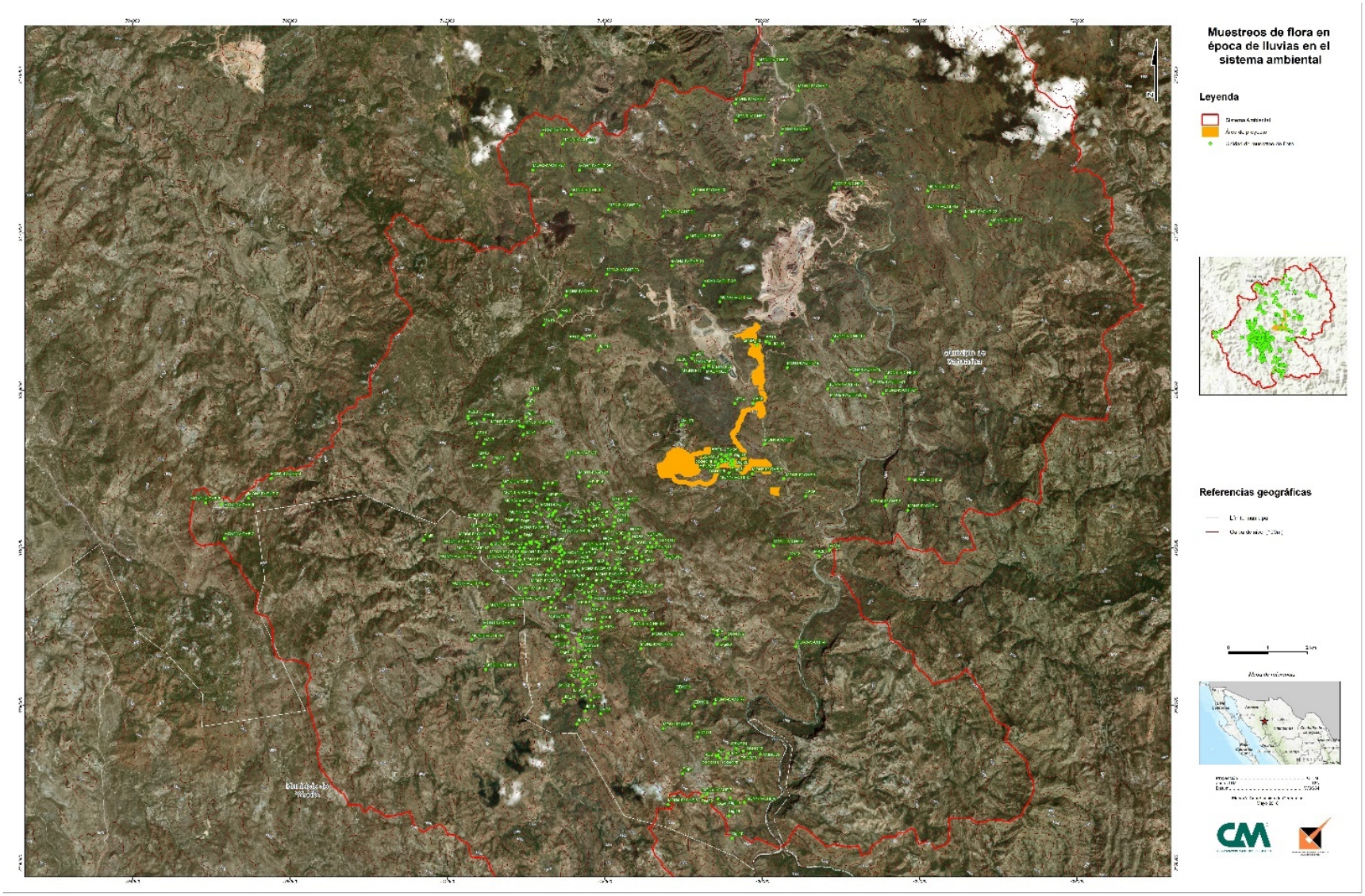
En la temporada de lluvias se hicieron 270 parcelas en el SA, de los cuales 7 se realizaron en el AP. En la temporada de secas se realizaron 247 parcelas en el SA y se agregaron 71 sitios en el AP. Entre las dos temporadas se muestrearon 595 parcelas (ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**Anexo IV-1**).

El Mapa IV-13 y Mapa IV-14 a continuación, se indican las posiciones de las UM. En el **Anexo IV-3** se tiene el compendio fotográfico de los sitios de muestreo.

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-4** se tiene un compendio fotográfico 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 (DOF, 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).

Se registraron 309 especies de plantas en total para el estudio, de las cuales 305 se encontraron en el SA, EL tipo de vegetación con mayor número de especies registradas fue el bosque de encino con 252, siguiéndole el bosque de encino-pino con 102. La temporada de lluvias muestra mayor número de especies respecto a la temporada de secas (Tabla IV-17).

Tabla IV-17: Número de especies registradas en el estudio de flora para el SA y AP

Tipo de Vegetación	SA			AP		
	Secas	Lluvias	total	Secas	Lluvias	total
BQ	143	234	256	33	9	33
BQP	56	94	102	35	21	35
BPQ	81	93	104			
SBC	14	13	25			
PI	8	49	50			
AT	6	23	27			
No. Total de Especies	**117**	**283**	**305**	**52**	**24**	**52**
Total	**309**					

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

De las 309 especies totales registradas en el estudio, 52 fueron registradas en el AP,

Solamente 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: *Abutilopn abutiloides, Buddleja scordioides, Selaginella macrathera y Spermacoce ovalifolia.*

En el **Anexo IV-2** se indican las especies encontradas por tipo de vegetación y por temporada de muestreo.

Se registraron 52 familias en el SA, de las cuales las más importantes en abundancia de especies fueron la familia Fagaceae con el 45.76% del total de registros, le continua la familia Asteraceae

con 11.1 %, la familia Poaceae con 10.12 % y la familia Fabaceae con 8.58% del total de especies registradas en el SA (Figura IV-10).En el **Anexo IV-4** se pueden ver los registros fotográficos de las especies identificadas en el SA.

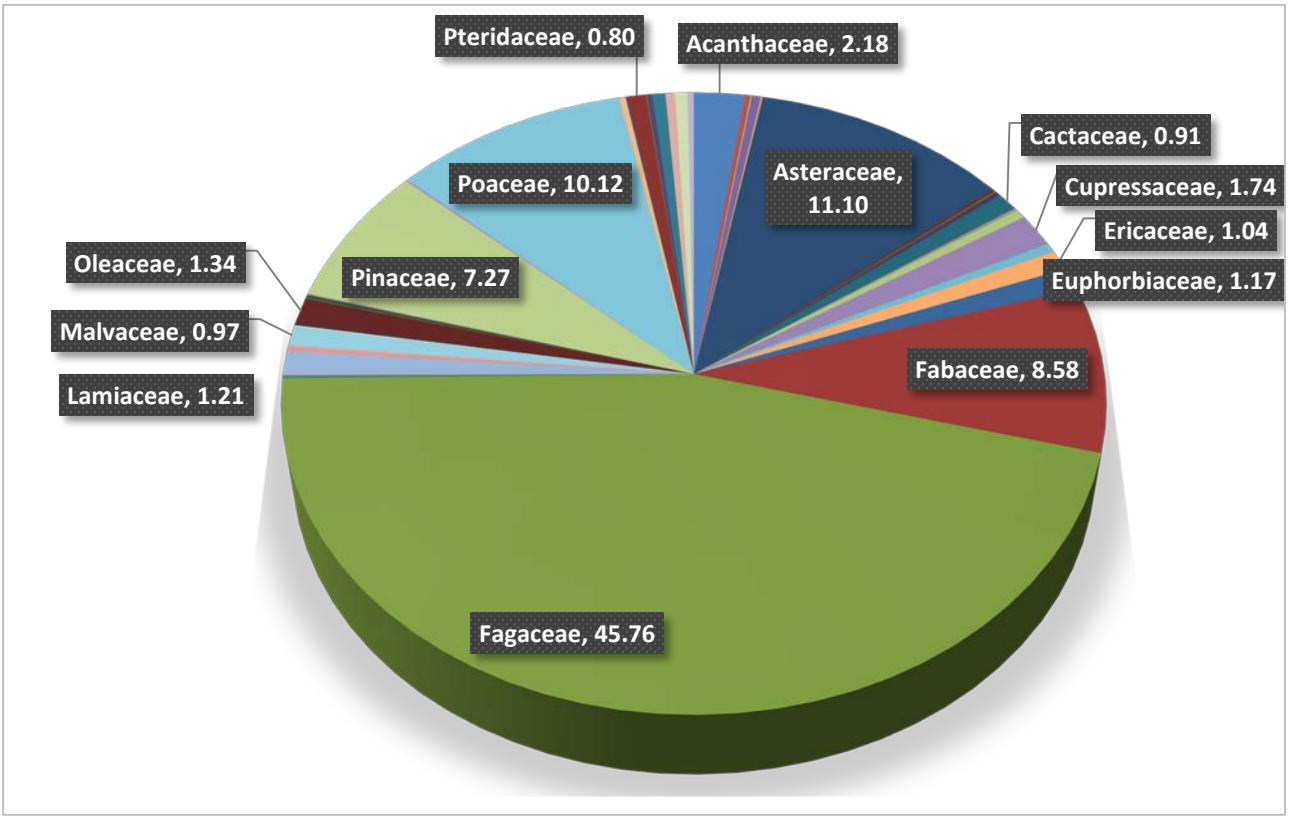


Figura IV-10: Familias registradas en el Sistema Ambiental

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 206 unidades de muestreo (UM), registrando un total de 252 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.

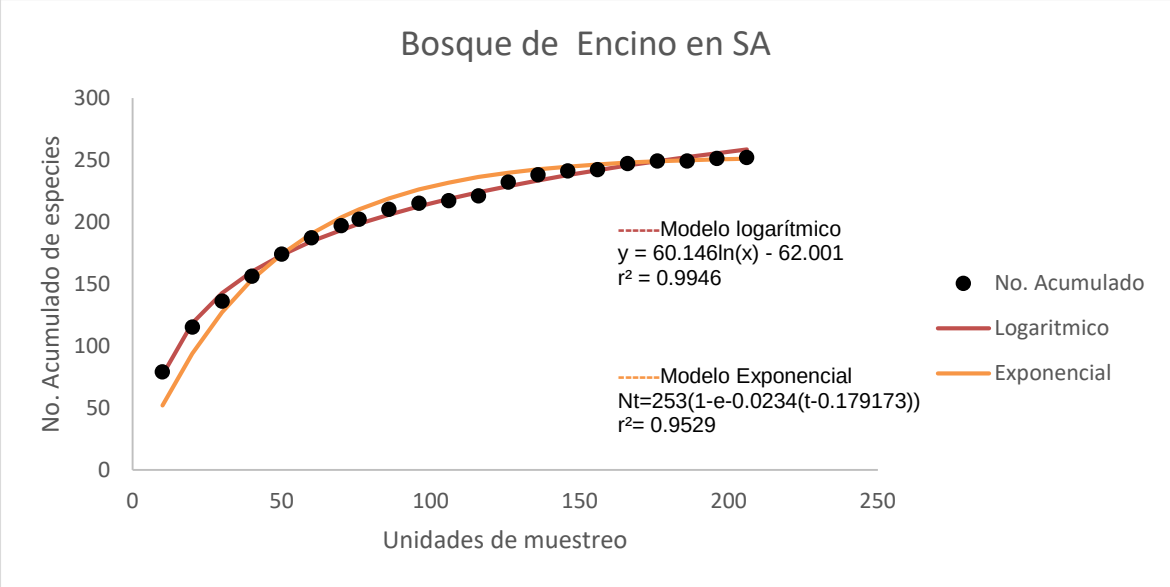


Figura IV-11: Curva de acumulación de especies para el muestreo en bosque de encino (BQ).

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 siguiente Figura IV-12 con la que podemos observar un ajuste de correlación r^2 entre 0.94 y 0.99 a los modelos asintóticos.

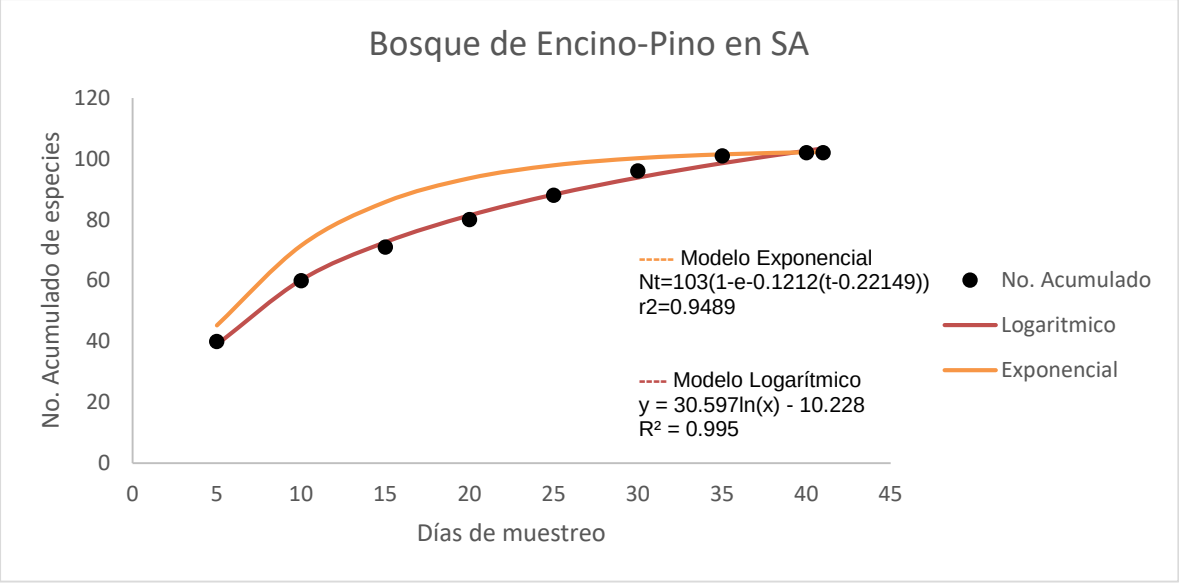


Figura IV-12: Curva de acumulación de especies para el muestreo en bosque de encino-pino

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 x) 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 (l) 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 412 parcelas, distribuidas en los diferentes tipos de vegetación en el SA para su caracterización.

Se realizó el análisis estructural y biodiversidad por tipo de vegetación, donde el bosque de encino y bosque de encino-pino son los más importantes y se enfoca el presente estudio por ser el tipo de vegetación que representa al AP.

Bosque de encino (BQ).

La estructura de la comunidad arbórea oscila entre los 1.68 m y los 25 m, se encuentra dominado por especies del género Quercus, en especial por *Q. parpallida y Quercus oblonguifolia*. El estrato arbustivo está dominado por juveniles de *Q. toumeyi*, mientras que el estrato herbáceo compuesto con cerca de 76 especies se encuentra dominado por *Melinis repens*, *Muhlenbergia articulata* y *Schizachyrium sanguineum.*

Con base a los resultados del muestreo se calcularon las variables estructurales básicas de la comunidad vegetal registrada por estrato (i.e. arbóreo, arbustivo y herbáceo). Los resultados se muestran en los siguientes apartados.

Estrato arbóreo de BQ

- Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo se representaron 41 especies, de las cuales *Quercus. perpallida, Q. oblongifolia, Q. chihuahuensis* y *Q. viminea* reúnen 52.18 % del IVI total. En la Tabla IV-18, se muestran los caracteres estructurales por especie obteniendo valores de diversidad medios (2.79) y baja dominancia (0.09).

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

Arbóreo	**NI**	**DA (Ha)**	**IVI**	**pi**	**pi^2**	**-pi x ln(pi)**
Alnus oblongifolia	4	2.33	0.88	0.006	3.139E-05	0.03
Arbutus arizonica	1	0.58	0.16	0.001	1.962E-06	0.01
Arbutus xalapensis	3	1.74	0.43	0.004	1.765E-05	0.02
Buddleja parviflora	1	0.58	0.17	0.001	1.962E-06	0.01
Eysenhardtia byei	6	3.49	0.59	0.008	7.062E-05	0.04
Fraxinus gooddingii	5	2.91	0.82	0.007	4.904E-05	0.03
Fraxinus velutina	8	4.65	1.16	0.011	0.0001255	0.05
Juglans major	1	0.58	0.16	0.001	1.962E-06	0.01

Arbóreo	**NI**	**DA (Ha)**	**IVI**	**pi**	**pi^2**	**-pi x ln(pi)**
Juniperus deppeana	9	5.23	1.21	0.013	0.0001589	0.06
Juniperus scopulorum	3	1.74	0.48	0.004	1.765E-05	0.02
Leucaena leucocephala	3	1.74	0.36	0.004	1.765E-05	0.02
Litsea glaucescens	6	3.49	0.70	0.008	7.062E-05	0.04
Lysiloma watsonii	6	3.49	1.05	0.008	7.062E-05	0.04
Opuntia megacantha	1	0.58	0.16	0.001	1.962E-06	0.01
Opuntia robusta	1	0.58	0.15	0.001	1.962E-06	0.01
Pinus arizonica	8	4.65	1.22	0.011	0.0001255	0.05
Pinus herrerae	19	11.05	2.24	0.027	0.0007081	0.10
Pinus leiophylla	10	5.81	1.16	0.014	0.0001962	0.06
Pinus oocarpa	4	2.33	0.74	0.006	3.139E-05	0.03
Pinus ponderosa	1	0.58	0.63	0.001	1.962E-06	0.01
Pinus pseudostrobus	12	6.98	1.84	0.017	0.0002825	0.07
Prunus gentryi	4	2.33	0.74	0.006	3.139E-05	0.03
Prunus serotina	1	0.58	0.18	0.001	1.962E-06	0.01
Quercus albocincta	24	13.95	3.84	0.034	0.0011299	0.11
Quercus arizonica	64	37.21	8.74	0.090	0.0080346	0.22
Quercus chihuahuensis	66	38.37	11.10	0.092	0.0085446	0.22
Quercus coccolobifolia	2	1.16	0.25	0.003	7.846E-06	0.02
Quercus emoryi	16	9.30	1.98	0.022	0.0005022	0.09
Quercus grisea	5	2.91	0.88	0.007	4.904E-05	0.03
Quercus hypoleucoides	2	1.16	0.21	0.003	7.846E-06	0.02
Quercus oblongifolia	108	62.79	14.27	0.151	0.0228797	0.29
Quercus perpallida	127	73.84	16.06	0.178	0.0316381	0.31
Quercus radiata	1	0.58	0.16	0.001	1.962E-06	0.01
Quercus tarahumara	11	6.40	1.61	0.015	0.0002373	0.06
Quercus toumeyi	58	33.72	6.93	0.081	0.0065987	0.20
Quercus tuberculata	24	13.95	3.82	0.034	0.0011299	0.11
Quercus turbinella	7	4.07	0.95	0.010	9.612E-05	0.05
Quercus viminea	72	41.86	10.75	0.101	0.0101688	0.23
Salix bonplandiana	1	0.58	0.17	0.001	1.962E-06	0.01
Stenocereus thurberi	6	3.49	0.55	0.008	7.062E-05	0.04
Vachellia pennatula	3	1.74	0.46	0.004	1.765E-05	0.02
Total	714.00	415.11	100.00	1.00	0.09	2.79
S	41.00			**H'**	2.79	
λ	0.09			**H_{max}**	3.71	
1-λ	0.91			**J'**	0.75	

El significado de cada abreviatura es el siguiente: NI = número de individuos, DA =densidad por ha, IVI = índice de valor de importancia, λ = índice de Simpson (Dominancia), 1-λ (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 (Tabla IV-19), este género posee una gran importancia para el estrato ya que entre las 13 especies presentes concentra el 43.19 del IVI total, existe una baja dominancia (λ=0.04), por lo que debido a su alta riqueza y alta homogeneidad (1-λ = 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 *Q. 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

Arbustivo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Acaciella angustissima	1	1.61	0.27	0.0025	6.127E-06	0.01
Acalypha papillosa	17	27.45	2.06	0.0421	0.0017707	0.13
Arbutus arizonica	1	1.61	0.31	0.0025	6.127E-06	0.01
Astragalus nuttallianus	1	1.61	0.60	0.0025	6.127E-06	0.01
Baccharis salicifolia	1	1.61	0.26	0.0025	6.127E-06	0.01
Buddleja parviflora	5	8.07	1.02	0.0124	0.0001532	0.05
Bursera fagaroides var. elongata	5	8.07	1.31	0.0124	0.0001532	0.05
Carminatia tenuiflora	1	1.61	0.29	0.0025	6.127E-06	0.01
Chromolaena collina	7	11.30	1.43	0.0173	0.0003002	0.07
Chromolaena odorata	8	12.92	1.69	0.0198	0.0003921	0.08
Cupressus lusitanica	3	4.84	1.12	0.0074	5.514E-05	0.04
Desmodium cinereum	6	9.69	1.29	0.0149	0.0002206	0.06
Desmodium incanum	5	8.07	0.81	0.0124	0.0001532	0.05
Desmodium nicaraguense	3	4.84	0.69	0.0074	5.514E-05	0.04
Erythrina flabelliformis	1	1.61	0.27	0.0025	6.127E-06	0.01
Eysenhardtia byei	3	4.84	0.94	0.0074	5.514E-05	0.04
Eysenhardtia orthocarpa	9	14.53	2.03	0.0223	0.0004963	0.08
Ficus petiolaris	1	1.61	0.41	0.0025	6.127E-06	0.01
Fraxinus velutina	8	12.92	1.13	0.0198	0.0003921	0.08
Ipomoea coccinea	1	1.61	0.27	0.0025	6.127E-06	0.01
Jaegeria glabra	28	45.22	2.79	0.0693	0.0048035	0.18
Jatropha cardiophylla	2	3.23	0.47	0.0050	2.451E-05	0.03
Juniperus deppeana	11	17.76	4.15	0.0272	0.0007413	0.10
Juniperus scopulorum	5	8.07	1.78	0.0124	0.0001532	0.05
Lagascea decipiens	2	3.23	0.49	0.0050	2.451E-05	0.03
Lantana camara	1	1.61	0.30	0.0025	6.127E-06	0.01
Lasiacis ruscifolia	1	1.61	0.27	0.0025	6.127E-06	0.01
Leucaena leucocephala	5	8.07	1.70	0.0124	0.0001532	0.05
Litsea glaucescens	1	1.61	0.27	0.0025	6.127E-06	0.01
Lysiloma divaricatum	3	4.84	0.46	0.0074	5.514E-05	0.04
Lysiloma watsonii	3	4.84	0.69	0.0074	5.514E-05	0.04

Arbustivo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Mandevilla foliosa	1	1.61	0.26	0.0025	6.127E-06	0.01
Manihot rubricaulis subsp. Isoloba	1	1.61	0.29	0.0025	6.127E-06	0.01
Montanoa karwinskii	20	32.30	3.55	0.0495	0.0024507	0.15
Montanoa leucantha	16	25.84	2.54	0.0396	0.0015685	0.13
Montanoa tomentosa	4	6.46	0.66	0.0099	9.803E-05	0.05
Opuntia cochinera	1	1.61	0.73	0.0025	6.127E-06	0.01
Opuntia wilcoxii	5	8.07	1.29	0.0124	0.0001532	0.05
Osmanthus americanus	1	1.61	0.28	0.0025	6.127E-06	0.01
Otopappus tequilanus	16	25.84	2.30	0.0396	0.0015685	0.13
Pinus arizonica	4	6.46	1.02	0.0099	9.803E-05	0.05
Pinus herrerae	11	17.76	2.53	0.0272	0.0007413	0.10
Pinus leiophylla	1	1.61	0.62	0.0025	6.127E-06	0.01
Pinus pseudostrobus	1	1.61	0.26	0.0025	6.127E-06	0.01
Prunus gentryi	1	1.61	0.43	0.0025	6.127E-06	0.01
Quercus albocincta	2	3.23	0.74	0.0050	2.451E-05	0.03
Quercus arizonica	5	8.07	1.77	0.0124	0.0001532	0.05
Quercus chihuahuensis	6	9.69	2.69	0.0149	0.0002206	0.06
Quercus emoryi	18	29.07	4.06	0.0446	0.0019851	0.14
Quercus hypoleucoides	3	4.84	1.04	0.0074	5.514E-05	0.04
Quercus oblongifolia	5	8.07	1.61	0.0124	0.0001532	0.05
Quercus perpallida	17	27.45	5.49	0.0421	0.0017707	0.13
Quercus radiata	2	3.23	0.51	0.0050	2.451E-05	0.03
Quercus tarahumara	20	32.30	4.95	0.0495	0.0024507	0.15
Quercus toumeyi	40	64.60	12.00	0.0990	0.009803	0.23
Quercus tuberculata	11	17.76	3.52	0.0272	0.0007413	0.10
Quercus turbinella	1	1.61	0.37	0.0025	6.127E-06	0.01
Quercus viminea	14	22.61	4.43	0.0347	0.0012009	0.12
Randia echinocarpa	1	1.61	0.45	0.0025	6.127E-06	0.01
Rhynchosia macrocarpa	1	1.61	0.30	0.0025	6.127E-06	0.01
Serjania palmeri	1	1.61	0.28	0.0025	6.127E-06	0.01
Vachellia farnesiana	18	29.07	5.06	0.0446	0.0019851	0.14
Vachellia pennatula	7	11.30	2.38	0.0173	0.0003002	0.07
Total	**404**	**652.44644**	**100**	**1**	**0.0378884**	**3.6042688**
S	63.00			**H'**	3.60	
λ	0.04			**Hmax**	4.14	
1-λ	0.96			**J'**	0.87	

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

- Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo del bosque de encino, fueron registradas 205 especies, de las cuales las más representativas fueron *Melinis repens* y *Muhlenbergia articulata* obteniendo 8 y 7.23 de IVI respectivamente (Tabla IV-20), reuniendo el 15.23 % del IVI total del estrato. Se registró baja dominancia (λ=0.02) con alta homogeneidad (1-λ=0.98) lo que dá como consecuencia valores altos de diversidad (H’=4.78), 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

Herbáceo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Abutilon abutiloides	1	58.14	0.14	0.001	2.195E-06	0.01
Acalypha aliena	2	116.28	0.22	0.003	8.779E-06	0.02
Adiantum braunii	3	174.42	0.50	0.004	1.975E-05	0.02
Ageratum corymbosum	1	58.14	0.12	0.001	2.195E-06	0.01
Ambrosia confertiflora	1	58.14	0.11	0.001	2.195E-06	0.01
Anemia tomentosa var. mexicana	1	58.14	0.25	0.001	2.195E-06	0.01
Anoda acerifolia	1	58.14	0.12	0.001	2.195E-06	0.01
Anoda cristata	1	58.14	0.12	0.001	2.195E-06	0.01
Arctostaphylos pungens	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Arenaria lanuginosa	1	58.14	0.12	0.001	2.195E-06	0.01
Aristida divaricata	9	523.25	1.36	0.013	0.0001778	0.06
Aristida ternipes	5	290.69	1.53	0.007	5.487E-05	0.04
Aristolochia sinaloae	1	58.14	0.11	0.001	2.195E-06	0.01
Asclepias linaria	3	174.42	0.33	0.004	1.975E-05	0.02
Aster moranensis	3	174.42	0.36	0.004	1.975E-05	0.02
Asterohyptis seemannii	1	58.14	0.21	0.001	2.195E-06	0.01
Astragalus nuttallianus	3	174.42	0.31	0.004	1.975E-05	0.02
Astrolepis sinuata	1	58.14	0.14	0.001	2.195E-06	0.01
Axonopus compressus	6	348.83	0.68	0.009	7.901E-05	0.04
Baccharis salicifolia	5	290.69	0.62	0.007	5.487E-05	0.04
Bidens bigelovii	5	290.69	0.57	0.007	5.487E-05	0.04
Bidens pilosa	6	348.83	0.74	0.009	7.901E-05	0.04
Blepharidachne bigelovii	2	116.28	0.64	0.003	8.779E-06	0.02
Boerhavia coccinea	2	116.28	0.21	0.003	8.779E-06	0.02
Boerhavia erecta	1	58.14	0.11	0.001	2.195E-06	0.01
Bommeria pedata	1	58.14	0.14	0.001	2.195E-06	0.01
Bouteloua chondrosioides	1	58.14	0.28	0.001	2.195E-06	0.01
Bouteloua parryi	7	406.97	1.07	0.010	0.0001075	0.05
Brickellia paniculata	1	58.14	0.11	0.001	2.195E-06	0.01
Brickellia veronicifolia	1	58.14	0.21	0.001	2.195E-06	0.01
Bromus anomalus	3	174.42	0.63	0.004	1.975E-05	0.02
Bromus catharticus	2	116.28	0.24	0.003	8.779E-06	0.02
Buddleja parviflora	4	232.56	0.76	0.006	3.512E-05	0.03

Herbáceo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Buddleja scordioides	1	58.14	0.14	0.001	2.195E-06	0.01
Carex turbinata	6	348.83	0.64	0.009	7.901E-05	0.04
Carlowrightia neesiana	2	116.28	0.31	0.003	8.779E-06	0.02
Castilleja tenuiflora	1	58.14	0.13	0.001	2.195E-06	0.01
Chamaecrista chamaecristoides	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Chamaecrista hispidula	3	174.42	0.33	0.004	1.975E-05	0.02
Chamaecrista nictitans	6	348.83	0.66	0.009	7.901E-05	0.04
Cheilanthes bonariensis	2	116.28	0.23	0.003	8.779E-06	0.02
Cheilanthes cucullans	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Cheilanthes kaulfussii	2	116.28	0.21	0.003	8.779E-06	0.02
Cheilanthes pyramidalis	3	174.42	0.40	0.004	1.975E-05	0.02
Cheilanthes sinuata	3	174.42	0.42	0.004	1.975E-05	0.02
Chloris virgata	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Chondrosum hirsutum	3	174.42	0.40	0.004	1.975E-05	0.02
Chromolaena collina	1	58.14	0.21	0.001	2.195E-06	0.01
Chromolaena glaberrima	1	58.14	0.11	0.001	2.195E-06	0.01
Chromolaena odorata	4	232.56	0.61	0.006	3.512E-05	0.03
Clematis ligusticifolia	1	58.14	0.19	0.001	2.195E-06	0.01
Cologania broussonetii	5	290.69	0.76	0.007	5.487E-05	0.04
Conyza canadensis	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Corchorus orinocensis	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Coursetia caribaea	12	697.67	1.46	0.018	0.000316	0.07
Coursetia glandulosa	1	58.14	0.11	0.001	2.195E-06	0.01
Crusea wrightii	6	348.83	0.81	0.009	7.901E-05	0.04
Cuphea wrightii	1	58.14	0.13	0.001	2.195E-06	0.01
Cyperus pallidicolor	2	116.28	0.21	0.003	8.779E-06	0.02
Dalea enneandra	2	116.28	0.23	0.003	8.779E-06	0.02
Delilia biflora	1	58.14	0.11	0.001	2.195E-06	0.01
Desmodium affine	6	348.83	1.25	0.009	7.901E-05	0.04
Desmodium angustifolium	5	290.69	0.57	0.007	5.487E-05	0.04
Desmodium cinereum	2	116.28	0.34	0.003	8.779E-06	0.02
Desmodium grahamii	2	116.28	0.25	0.003	8.779E-06	0.02
Desmodium incanum	2	116.28	0.23	0.003	8.779E-06	0.02
Desmodium macrostachyum	4	232.56	0.45	0.006	3.512E-05	0.03
Desmodium pringlei	3	174.42	0.33	0.004	1.975E-05	0.02
Desmodium procumbens	1	58.14	0.11	0.001	2.195E-06	0.01
Desmodium scorpiurus	7	406.97	1.13	0.010	0.0001075	0.05
Desmodium tortuosum	2	116.28	0.23	0.003	8.779E-06	0.02
Diastatea micrantha	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Diectomis fastigiata	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Diodia teres	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Ditaxis adenophora	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01

Herbáceo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Drymaria villosa	2	116.28	0.26	0.003	8.779E-06	0.02
Dyschoriste schiedeana	1	58.14	0.11	0.001	2.195E-06	0.01
Elytraria imbricata	21	1220.91	2.37	0.031	0.0009679	0.11
Eragrostis amabilis	1	58.14	0.11	0.001	2.195E-06	0.01
Eragrostis pilosa	6	348.83	0.85	0.009	7.901E-05	0.04
Erigeron griseus	1	58.14	0.12	0.001	2.195E-06	0.01
Erigeron velutipes	4	232.56	0.48	0.006	3.512E-05	0.03
Eriosema diffusum	3	174.42	0.37	0.004	1.975E-05	0.02
Eriosema pulchellum	3	174.42	0.36	0.004	1.975E-05	0.02
Erythranthe guttata	1	58.14	0.11	0.001	2.195E-06	0.01
Euphorbia dentata	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Euphorbia gracillima	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Euphorbia heterophylla	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Euphorbia hirta	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Euphorbia subreniformis	2	116.28	0.21	0.003	8.779E-06	0.02
Evolvulus alsinoides	3	174.42	0.37	0.004	1.975E-05	0.02
Eysenhardtia orthocarpa	4	232.56	0.62	0.006	3.512E-05	0.03
Eysenhardtia schizocalyx	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Fraxinus velutina	1	58.14	0.11	0.001	2.195E-06	0.01
Galinsoga quadriradiata	3	174.42	0.41	0.004	1.975E-05	0.02
Garrya salicifolia	1	58.14	0.17	0.001	2.195E-06	0.01
Gomphrena nitida	2	116.28	0.23	0.003	8.779E-06	0.02
Gomphrena sonorae	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Gongylocarpus rubricaulis	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Henrya insularis	6	348.83	0.66	0.009	7.901E-05	0.04
Heterosperma pinnatum	3	174.42	0.35	0.004	1.975E-05	0.02
Hofmeisteria urenifolia	2	116.28	0.21	0.003	8.779E-06	0.02
Ipomoea coccinea	1	58.14	0.19	0.001	2.195E-06	0.01
Ipomoea purpurea	3	174.42	0.39	0.004	1.975E-05	0.02
Jaegeria glabra	4	232.56	1.19	0.006	3.512E-05	0.03
Lasiacis nigra	2	116.28	0.19	0.003	8.779E-06	0.02
Lasiacis ruscifolia	1	58.14	0.12	0.001	2.195E-06	0.01
Lasianthaea fruticosa	18	1046.50	2.59	0.027	0.0007111	0.10
Lasianthaea macrocephala	3	174.42	0.36	0.004	1.975E-05	0.02
Leucaena leucocephala	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Loeselia glandulosa	7	406.97	0.93	0.010	0.0001075	0.05
Mammillaria standleyi	2	116.28	0.21	0.003	8.779E-06	0.02
Mandevilla foliosa	5	290.69	0.64	0.007	5.487E-05	0.04
Marina scopa	1	58.14	0.14	0.001	2.195E-06	0.01
Mecardonia procumbens	3	174.42	0.35	0.004	1.975E-05	0.02
Melinis repens	48	2790.66	8.00	0.071	0.0050568	0.19
Montanoa leucantha	5	290.69	1.03	0.007	5.487E-05	0.04

Herbáceo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Muhlenbergia alopecuroides	1	58.14	0.17	0.001	2.195E-06	0.01
Muhlenbergia arizonica	4	232.56	0.46	0.006	3.512E-05	0.03
Muhlenbergia articulata	36	2093.00	7.23	0.053	0.0028444	0.16
Muhlenbergia dumosa	1	58.14	0.17	0.001	2.195E-06	0.01
Muhlenbergia palmeri	8	465.11	1.99	0.012	0.0001405	0.05
Muhlenbergia rigens	4	232.56	0.73	0.006	3.512E-05	0.03
Muhlenbergia rigida	5	290.69	1.07	0.007	5.487E-05	0.04
Myriopteris aurea	2	116.28	0.30	0.003	8.779E-06	0.02
Nolina bigelovii	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Oplismenus burmannii	14	813.94	2.90	0.021	0.0004302	0.08
Opuntia cochinera	2	116.28	0.21	0.003	8.779E-06	0.02
Opuntia robusta	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Opuntia wilcoxii	4	232.56	0.46	0.006	3.512E-05	0.03
Otopappus tequilanus	3	174.42	0.41	0.004	1.975E-05	0.02
Oxalis corniculata	1	58.14	0.14	0.001	2.195E-06	0.01
Panicum hirticaule	4	232.56	0.58	0.006	3.512E-05	0.03
Paspalum convexum	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Paspalum langei	3	174.42	0.52	0.004	1.975E-05	0.02
Paspalum virletii	1	58.14	0.21	0.001	2.195E-06	0.01
Passiflora suberosa	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Pennisetum ciliare	2	116.28	0.21	0.003	8.779E-06	0.02
Perymenium buphthalmoides var. sonoranum	1	58.14	0.11	0.001	2.195E-06	0.01
Phaseolus coccineus	2	116.28	0.53	0.003	8.779E-06	0.02
Piptochaetium virescens	1	58.14	0.11	0.001	2.195E-06	0.01
Poa bigelovii	5	290.69	0.64	0.007	5.487E-05	0.04
Porophyllum coloratum	2	116.28	0.23	0.003	8.779E-06	0.02
Porophyllum ruderale	1	58.14	0.14	0.001	2.195E-06	0.01
Porophyllum tagetoides	4	232.56	0.43	0.006	3.512E-05	0.03
Psacalium decompositum	1	58.14	0.12	0.001	2.195E-06	0.01
Pseudognaphalium bourgovii	12	697.67	1.27	0.018	0.000316	0.07
Quercus albocincta	1	58.14	0.14	0.001	2.195E-06	0.01
Quercus emoryi	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Quercus oblongifolia	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Quercus perpallida	2	116.28	0.27	0.003	8.779E-06	0.02
Quercus toumeyi	4	232.56	0.75	0.006	3.512E-05	0.03
Rhynchosia minima	3	174.42	0.34	0.004	1.975E-05	0.02
Roldana hartwegii	2	116.28	0.27	0.003	8.779E-06	0.02
Ruellia intermedia	3	174.42	0.55	0.004	1.975E-05	0.02
Ruellia nudiflora	5	290.69	0.93	0.007	5.487E-05	0.04
Sabatia tuberculata	2	116.28	0.21	0.003	8.779E-06	0.02
Salvia alamosana	3	174.42	0.43	0.004	1.975E-05	0.02
Salvia hispanica	2	116.28	0.21	0.003	8.779E-06	0.02

Herbáceo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Salvia misella	2	116.28	0.27	0.003	8.779E-06	0.02
Salvia occidentalis	16	930.22	1.81	0.024	0.0005619	0.09
Sarcoglottis corymbosa	1	58.14	0.12	0.001	2.195E-06	0.01
Schizachyrium sanguineum	15	872.08	3.44	0.022	0.0004938	0.08
Selaginella delicatissima	2	116.28	0.29	0.003	8.779E-06	0.02
Selaginella lepidophylla	2	116.28	0.29	0.003	8.779E-06	0.02
Selaginella macrathera	1	58.14	0.14	0.001	2.195E-06	0.01
Selaginella pallescens	5	290.69	0.64	0.007	5.487E-05	0.04
Selaginella pilifera	1	58.14	0.12	0.001	2.195E-06	0.01
Selaginella rupincola	3	174.42	0.45	0.004	1.975E-05	0.02
Selaginella wrightii	2	116.28	0.27	0.003	8.779E-06	0.02
Setaria parviflora	1	58.14	0.11	0.001	2.195E-06	0.01
Setaria pumila	1	58.14	0.12	0.001	2.195E-06	0.01
Sida abutilifolia	2	116.28	0.29	0.003	8.779E-06	0.02
Sida alamosana	1	58.14	0.23	0.001	2.195E-06	0.01
Sida neomexicana	1	58.14	0.11	0.001	2.195E-06	0.01
Sida rhombifolia	8	465.11	0.95	0.012	0.0001405	0.05
Sida spinosa	1	58.14	0.19	0.001	2.195E-06	0.01
Sisymbrium irio	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Stachys coccinea	1	58.14	0.17	0.001	2.195E-06	0.01
Stevia caracasana	2	116.28	0.42	0.003	8.779E-06	0.02
Stevia myricoides	1	58.14	0.13	0.001	2.195E-06	0.01
Stevia origanoides	1	58.14	0.14	0.001	2.195E-06	0.01
Stevia ovata	1	58.14	0.14	0.001	2.195E-06	0.01
Stevia plummerae	4	232.56	0.71	0.006	3.512E-05	0.03
Tagetes foetidissima	7	406.97	0.88	0.010	0.0001075	0.05
Tagetes subulata	1	58.14	0.11	0.001	2.195E-06	0.01
Tephrosia macrantha	6	348.83	0.79	0.009	7.901E-05	0.04
Tephrosia vicioides	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Tetramerium nervosum	2	116.28	0.31	0.003	8.779E-06	0.02
Toxicodendron radicans	1	58.14	0.17	0.001	2.195E-06	0.01
Trachypogon spicatus	8	465.11	1.63	0.012	0.0001405	0.05
Tragia nepetifolia	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Tripsacum lanceolatum	1	58.14	0.32	0.001	2.195E-06	0.01
Tripsacum zopilotense	1	58.14	0.12	0.001	2.195E-06	0.01
Triumfetta semitriloba	3	174.42	0.48	0.004	1.975E-05	0.02
Vachellia farnesiana	1	58.14	0.13	0.001	2.195E-06	0.01
Verbena carolina	4	232.56	0.55	0.006	3.512E-05	0.03
Vernonanthura liatroides	1	58.14	0.14	0.001	2.195E-06	0.01
Vernonia barclayi	1	58.14	0.14	0.001	2.195E-06	0.01
Wedelia gentryi	1	58.14	0.11	0.001	2.195E-06	0.01
Wedelia greenmanii	11	639.53	1.27	0.016	0.0002656	0.07

Herbáceo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Zinnia americana	1	58.14	0.14	0.001	2.195E-06	0.01
Zinnia peruviana	7	406.97	0.83	0.010	0.0001075	0.05
Zinnia zinnioides	3	174.42	0.44	0.004	1.975E-05	0.02
Zornia thymifolia	1	58.14	0.10	0.001	2.195E-06	0.01
Total	**675**	**39243.685**	**100**	**1**	**0.0159276**	**4.7759917**
S	205.00			**H'**	4.78	
λ	0.02			**Hmax**	5.32	
1-λ	0.98			**J'**	0.90	

El significado de cada abreviatura es el siguiente: NI = número de individuos, DA =densidad por ha, IVI = índice de valor de importancia, λ = índice de Simpson (Dominancia), 1-λ (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*, sobre todo con dominancia del primero, conocido como encino, 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 24 especies de las cuales 13 fueron del género *Quercus* conjuntando 85.39 % del IVI y 3 de *Pinus con el 9.39 % del IVI*. Las especies más representativas fueron *Q. chihuahuensis, Q. oblonguifolia y Q. perpallida* con 21.18, 15.07 y 10.05 % de IVI respectivamente en el estrato (Tabla IV-21).

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

Arbóreo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Cupressus lusitanica	1	1.79	0.62	0.01	2.65703E-05	0.03
Fraxinus velutina	4	7.17	2.33	0.02	0.000425125	0.08
Juniperus deppeana	1	1.79	0.57	0.01	2.65703E-05	0.03
Juniperus scopulorum	1	1.79	0.66	0.01	2.65703E-05	0.03
Leucaena leucocephala	1	1.79	0.56	0.01	2.65703E-05	0.03
Lysiloma watsonii	2	3.59	1.16	0.01	0.000106281	0.05
Opuntia cochinera	1	1.79	0.52	0.01	2.65703E-05	0.03
Pinus herrerae	1	1.79	0.72	0.01	2.65703E-05	0.03
Pinus leiophylla	3	5.38	1.98	0.02	0.000239133	0.06
Pinus pseudostrobus	7	12.55	3.69	0.04	0.001301945	0.12
Quercus albocincta	14	25.11	7.18	0.07	0.00520778	0.19
Quercus arizonica	14	25.11	7.50	0.07	0.00520778	0.19
Quercus chihuahuensis	38	68.15	21.18	0.20	0.03836752	0.32
Quercus grisea	3	5.38	1.24	0.02	0.000239133	0.06
Quercus hypoleucoides	4	7.17	1.86	0.02	0.000425125	0.08

Arbóreo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Quercus oblongifolia	33	59.18	15.05	0.17	0.028935062	0.30
Quercus perpallida	21	37.66	10.05	0.11	0.011717505	0.24
Quercus scytophylla	4	7.17	2.33	0.02	0.000425125	0.08
Quercus tarahumara	5	8.97	2.18	0.03	0.000664258	0.09
Quercus toumeyi	7	12.55	3.42	0.04	0.001301945	0.12
Quercus tuberculata	14	25.11	7.02	0.07	0.00520778	0.19
Quercus turbinella	1	1.79	0.72	0.01	2.65703E-05	0.03
Quercus viminea	13	23.31	6.90	0.07	0.004490382	0.18
Vachellia pennatula	1	1.79	0.55	0.01	2.65703E-05	0.03
Total	194	347.90	100	1	0.10	2.58
S	24.00			**H'**	2.58	
λ	0.10			**H_{max}**	3.18	
1-λ	0.90			**J'**	0.81	

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

La dominancia fue baja (λ=0.1) ya que hay una distribución homogénea de las abundancias de las diferentes especies (1-λ=0.9), la diversidad se expresó como media (H’= 2.58), que sin embargo por tener una diversidad máxima de 3.18, la homogeneidad de Pielou se manifiesta alta (J=0.81).

- Estrato arbustivo

El estrato se caracterizó por la presencia de 36 especies de las cuales *Vachellia farnesiana y Q. viminea* son los más característicos expresados con 24.25 y 10.24 % del IVI respectivamente (Tabla IV-22), el género *Quercus* se mantiene dominante en el estrato con la presencia de los juveniles.

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

Arbustivo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Acaciella angustissima	1	4.98	0.82	0.01	0.000064	0.04
Buddleja parviflora	1	4.98	0.84	0.01	0.000064	0.04
Chromolaena collina	6	29.89	3.24	0.05	0.002304	0.15
Chromolaena glaberrima	1	4.98	0.86	0.01	0.000064	0.04
Chromolaena odorata	1	4.98	0.83	0.01	0.000064	0.04
Dasylirion gentryi	1	4.98	1.00	0.01	0.000064	0.04
Desmodium incanum	1	4.98	0.88	0.01	0.000064	0.04
Desmodium scorpiurus	2	9.96	1.12	0.02	0.000256	0.07
Eysenhardtia orthocarpa	1	4.98	0.82	0.01	0.000064	0.04
Fraxinus papillosa	1	4.98	0.86	0.01	0.000064	0.04
Fraxinus velutina	6	29.89	4.17	0.05	0.002304	0.15
Leucaena leucocephala	1	4.98	0.79	0.01	0.000064	0.04

Arbustivo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Lysiloma watsonii	2	9.96	2.73	0.02	0.000256	0.07
Mimosa laxiflora	1	4.98	0.81	0.01	0.000064	0.04
Montanoa karwinskii	9	44.83	3.43	0.07	0.005184	0.19
Montanoa leucantha	6	29.89	4.82	0.05	0.002304	0.15
Morus alba	1	4.98	0.90	0.01	0.000064	0.04
Opuntia megacantha	1	4.98	0.94	0.01	0.000064	0.04
Opuntia wilcoxii	2	9.96	1.85	0.02	0.000256	0.07
Osmanthus americanus	1	4.98	0.88	0.01	0.000064	0.04
Perymenium buphthalmoides	1	4.98	0.80	0.01	0.000064	0.04
Prunus serotina	1	4.98	0.85	0.01	0.000064	0.04
Quercus albocincta	1	4.98	1.92	0.01	0.000064	0.04
Quercus arizonica	1	4.98	1.71	0.01	0.000064	0.04
Quercus chihuahuensis	6	29.89	5.91	0.05	0.002304	0.15
Quercus mcvaughii	1	4.98	1.38	0.01	0.000064	0.04
Quercus oblongifolia	5	24.91	4.28	0.04	0.0016	0.13
Quercus perpallida	3	14.94	3.85	0.02	0.000576	0.09
Quercus tarahumara	4	19.93	4.37	0.03	0.001024	0.11
Quercus toumeyi	3	14.94	2.90	0.02	0.000576	0.09
Quercus tuberculata	3	14.94	2.44	0.02	0.000576	0.09
Quercus viminea	13	64.76	10.24	0.10	0.010816	0.24
Roldana hartwegii	1	4.98	0.81	0.01	0.000064	0.04
Ruellia intermedia	1	4.98	0.82	0.01	0.000064	0.04
Vachellia farnesiana	34	169.37	24.25	0.27	0.073984	0.35
Vernonanthura liatroides	1	4.98	0.86	0.01	0.000064	0.04
Total	**125.00**	**622.67**	**100.00**	**1.00**	**0.11**	**2.88**
S	36.00			**H'**	2.88	
λ	0.11			**H_{max}**	3.58	
1-λ	0.89			**J'**	0.80	

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

La dominancia se mantiene baja (λ= 0.11) dada la distribución de abundancias entre las diferentes especies (1-λ=0.89), la diversidad se expresa como media a alta (H’=2.88) no muy lejano de la diversidad máxima posible (H_{max}=3.58) por lo que los valores de equidad son cercanos a la unidad (J=0.8). Pese a la dominancia baja por especie, es de notar la dominancia por género observado también para el bosque de encino.

- Estrato herbáceo

Este estrato se encuentra caracterizado por 94 especies, de las cuales Melinis repens resultó la más característica con 8.48% del IVI, (Tabla IV-23), 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.

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

Herbáceo	N	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Ageratum corymbosum	1	179.33	0.61	0.005	2.42665E-05	0.03
Amaranthus palmeri	2	358.66	0.69	0.010	9.70662E-05	0.05
Anoda cristata	1	179.33	0.36	0.005	2.42665E-05	0.03
Arenaria lanuginosa	1	179.33	0.36	0.005	2.42665E-05	0.03
Aristida ternipes	1	179.33	0.82	0.005	2.42665E-05	0.03
Aristolochia nana	1	179.33	0.35	0.005	2.42665E-05	0.03
Astrolepis sinuata	1	179.33	0.61	0.005	2.42665E-05	0.03
Baccharis salicifolia	2	358.66	0.71	0.010	9.70662E-05	0.05
Bidens bigelovii	3	537.99	1.04	0.015	0.000218399	0.06
Bidens pilosa	1	179.33	0.35	0.005	2.42665E-05	0.03
Bidens sambucifolia	1	179.33	0.47	0.005	2.42665E-05	0.03
Bouteloua parryi	2	358.66	0.71	0.010	9.70662E-05	0.05
Bouvardia ternifolia	1	179.33	0.35	0.005	2.42665E-05	0.03
Bromus anomalus	5	896.65	2.04	0.025	0.000606664	0.09
Buchnera lithospermifolia	1	179.33	0.36	0.005	2.42665E-05	0.03
Bursera fagaroides	1	179.33	0.34	0.005	2.42665E-05	0.03
Carex turbinata	5	896.65	3.32	0.025	0.000606664	0.09
Carminatia tenuiflora	2	358.66	0.69	0.010	9.70662E-05	0.05
Chamaecrista hispidula	1	179.33	0.35	0.005	2.42665E-05	0.03
Chromolaena collina	4	717.32	2.01	0.020	0.000388265	0.08
Chromolaena glaberrima	1	179.33	0.54	0.005	2.42665E-05	0.03
Cologania broussonetii	2	358.66	0.66	0.010	9.70662E-05	0.05
Coursetia caribaea	2	358.66	0.90	0.010	9.70662E-05	0.05
Cynodon dactylon	1	179.33	1.02	0.005	2.42665E-05	0.03
Dalea enneandra	1	179.33	0.40	0.005	2.42665E-05	0.03
Desmodium cinereum	1	179.33	0.35	0.005	2.42665E-05	0.03
Desmodium grahamii	3	537.99	1.29	0.015	0.000218399	0.06
Desmodium incanum	1	179.33	0.61	0.005	2.42665E-05	0.03
Desmodium nicaraguense	1	179.33	0.54	0.005	2.42665E-05	0.03
Desmodium pringlei	3	537.99	1.09	0.015	0.000218399	0.06
Elytraria imbricata	7	1255.31	2.28	0.034	0.001189061	0.12
Eragrostis pilosa	2	358.66	1.08	0.010	9.70662E-05	0.05
Erigeron griseus	1	179.33	0.37	0.005	2.42665E-05	0.03
Erigeron velutipes	3	537.99	1.72	0.015	0.000218399	0.06
Eriosema diffusum	1	179.33	0.47	0.005	2.42665E-05	0.03
Euphorbia subreniformis	1	179.33	0.35	0.005	2.42665E-05	0.03
Eysenhardtia orthocarpa	1	179.33	0.36	0.005	2.42665E-05	0.03
Galactia wrightii	2	358.66	1.22	0.010	9.70662E-05	0.05
Gaudichaudia albida	1	179.33	0.44	0.005	2.42665E-05	0.03
Gaultheria erecta	1	179.33	0.54	0.005	2.42665E-05	0.03
Henrya insularis	3	537.99	1.84	0.015	0.000218399	0.06

Herbáceo	N	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Hyptis mutabilis	1	179.33	0.47	0.005	2.42665E-05	0.03
Jaegeria glabra	6	1075.98	3.66	0.030	0.000873596	0.10
Lasianthaea fruticosa	3	537.99	1.36	0.015	0.000218399	0.06
Lasianthaea macrocephala	1	179.33	0.36	0.005	2.42665E-05	0.03
Lepidium graminifolium	1	179.33	0.36	0.005	2.42665E-05	0.03
Leucaena leucocephala	1	179.33	0.61	0.005	2.42665E-05	0.03
Loeselia glandulosa	1	179.33	0.36	0.005	2.42665E-05	0.03
Mandevilla foliosa	2	358.66	0.90	0.010	9.70662E-05	0.05
Marina diffusa	1	179.33	0.54	0.005	2.42665E-05	0.03
Mecardonia procumbens	4	717.32	1.95	0.020	0.000388265	0.08
Melinis repens	15	2689.94	8.48	0.074	0.005459972	0.19
Montanoa leucantha	1	179.33	0.75	0.005	2.42665E-05	0.03
Muhlenbergia arizonica	1	179.33	0.43	0.005	2.42665E-05	0.03
Muhlenbergia articulata	6	1075.98	3.27	0.030	0.000873596	0.10
Muhlenbergia lehmanniana	1	179.33	0.37	0.005	2.42665E-05	0.03
Muhlenbergia rigens	1	179.33	0.89	0.005	2.42665E-05	0.03
Muhlenbergia rigida	1	179.33	0.36	0.005	2.42665E-05	0.03
Oplismenus burmannii	4	717.32	3.01	0.020	0.000388265	0.08
Opuntia wilcoxii	1	179.33	0.33	0.005	2.42665E-05	0.03
Paspalum langei	4	717.32	1.84	0.020	0.000388265	0.08
Paspalum tenellum	1	179.33	0.36	0.005	2.42665E-05	0.03
Paspalum virletii	1	179.33	0.61	0.005	2.42665E-05	0.03
Perymenium buphthalmoides	3	537.99	1.41	0.015	0.000218399	0.06
Phaseolus anisotrichos	1	179.33	0.36	0.005	2.42665E-05	0.03
Phaseolus coccineus	4	717.32	1.55	0.020	0.000388265	0.08
Pinus herrerae	1	179.33	0.61	0.005	2.42665E-05	0.03
Poa bigelovii	2	358.66	0.90	0.010	9.70662E-05	0.05
Quercus toumeyi	1	179.33	0.37	0.005	2.42665E-05	0.03
Roldana hartwegii	1	179.33	0.54	0.005	2.42665E-05	0.03
Ruellia intermedia	6	1075.98	3.29	0.030	0.000873596	0.10
Ruellia nudiflora	2	358.66	0.89	0.010	9.70662E-05	0.05
Sabatia tuberculata	1	179.33	0.35	0.005	2.42665E-05	0.03
Salvia alamosana	4	717.32	1.85	0.020	0.000388265	0.08
Salvia misella	1	179.33	0.61	0.005	2.42665E-05	0.03
Salvia occidentalis	4	717.32	1.51	0.020	0.000388265	0.08
Schizachyrium sanguineum	3	537.99	1.63	0.015	0.000218399	0.06
Selaginella pallescens	1	179.33	0.61	0.005	2.42665E-05	0.03
Selaginella pilifera	1	179.33	0.37	0.005	2.42665E-05	0.03
Serjania palmeri	1	179.33	0.82	0.005	2.42665E-05	0.03
Setaria parviflora	5	896.65	3.12	0.025	0.000606664	0.09
Sida abutilifolia	1	179.33	0.35	0.005	2.42665E-05	0.03
Sida rhombifolia	3	537.99	1.21	0.015	0.000218399	0.06

Herbáceo	N	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Sida spinosa	2	358.66	1.02	0.010	9.70662E-05	0.05
Sisymbrium irio	6	1075.98	3.05	0.030	0.000873596	0.10
Spermacoce ovalifolia	1	179.33	0.35	0.005	2.42665E-05	0.03
Stevia caracasana	1	179.33	0.35	0.005	2.42665E-05	0.03
Tagetes foetidissima	1	179.33	0.35	0.005	2.42665E-05	0.03
Tagetes microglossa	1	179.33	0.35	0.005	2.42665E-05	0.03
Tetramerium nervosum	2	358.66	0.75	0.010	9.70662E-05	0.05
Tripsacum lanceolatum	1	179.33	1.09	0.005	2.42665E-05	0.03
Triumfetta semitriloba	1	179.33	1.44	0.005	2.42665E-05	0.03
Vachellia farnesiana	4	717.32	1.76	0.020	0.000388265	0.08
Verbena carolina	3	537.99	1.29	0.015	0.000218399	0.06
Total	**203.00**	**36403.89**	**100.00**	**1.000**	**0.02**	**4.25**
S	94.00			**H'**	4.25	
λ	0.02			**H_{max}**	4.54	
1-λ	0.98			**J'**	0.93	

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

Este estrato se expresa con valores muy bajos de dominancia (I=0.02) y valores de homogeneidad de abundancias alto (1-I=0.98). Por lo tanto, sus valores de diversidad están entre los más altos (H’=4.25) de los registrados en el SA con una equidad alta (J=0.93) ya que la diversidad de Shannon se encuentra cercano a la diversidad máxima posible para el estrato (H_{max}=4.54).

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*, y en la que *Pinus* debiera tener la mayor representatividad, sin embargo, en el presente registro, el género *Quercus* resultó el más representativo y de mayor riqueza. Las especies más importantes aparecen *P. pseudostribus, Q. viminea* y *Q. 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 seis (6) especies del género *Pinus, Q. viminea* y *Q. tarahumara* los más característicos con 18.79 y 18.21 % del IVI. Del género *Pinus*, *P. pseudostrobus* fue el que alcanzó mayores valores apenas con 5.69% del IVI (Tabla IV-24).

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

Arbóreo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Arbutus arizonica	3	3.94	1.05	0.01	5.569E-05	0.04
Arbutus xalapensis	10	13.13	2.75	0.02	0.0006188	0.09
Arctostaphylos pungens	1	1.31	0.26	0.00	6.188E-06	0.01

Arbóreo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Cupressus lusitanica	2	2.63	0.39	0.00	2.475E-05	0.03
Juniperus deppeana	2	2.63	0.44	0.00	2.475E-05	0.03
Juniperus scopulorum	6	7.88	1.68	0.01	0.0002228	0.06
Litsea glaucescens	2	2.63	0.41	0.00	2.475E-05	0.03
Pinus arizonica	19	24.94	4.06	0.05	0.0022339	0.14
Pinus herrerae	23	30.19	4.60	0.06	0.0032734	0.16
Pinus leiophylla	20	26.25	5.42	0.05	0.0024752	0.15
Pinus oocarpa	5	6.56	1.56	0.01	0.0001547	0.05
Pinus ponderosa	1	1.31	0.28	0.00	6.188E-06	0.01
Pinus pseudostrobus	21	27.56	5.69	0.05	0.0027289	0.15
Quercus albocincta	2	2.63	0.57	0.00	2.475E-05	0.03
Quercus arizonica	19	24.94	5.56	0.05	0.0022339	0.14
Quercus chihuahuensis	21	27.56	5.95	0.05	0.0027289	0.15
Quercus coccolobifolia	8	10.50	1.61	0.02	0.000396	0.08
Quercus emoryi	10	13.13	1.99	0.02	0.0006188	0.09
Quercus grisea	3	3.94	1.48	0.01	5.569E-05	0.04
Quercus hypoleucoides	8	10.50	2.04	0.02	0.000396	0.08
Quercus jonesii	11	14.44	3.48	0.03	0.0007487	0.10
Quercus mcvaughii	1	1.31	0.31	0.00	6.188E-06	0.01
Quercus oblongifolia	21	27.56	4.39	0.05	0.0027289	0.15
Quercus perpallida	20	26.25	4.36	0.05	0.0024752	0.15
Quercus radiata	3	3.94	0.87	0.01	5.569E-05	0.04
Quercus scytophylla	1	1.31	0.34	0.00	6.188E-06	0.01
Quercus tarahumara	76	99.76	18.21	0.19	0.0357417	0.31
Quercus toumeyi	2	2.63	0.73	0.00	2.475E-05	0.03
Quercus tuberculata	2	2.63	0.74	0.00	2.475E-05	0.03
Quercus viminea	79	103.70	18.79	0.20	0.0386191	0.32
Total	**402.00**	**527.67**	**100.00**	**1.00**	**0.10**	**2.73**
S	30.00			**H'**	2.73	
λ	0.10			**H_{max}**	3.40	
1-λ	0.90			**J'**	0.80	

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

La dominancia se expresó baja (λ=0.1), por lo que la homogeneidad de abundancias fue alta (1-λ= 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).

- Estrato arbustivo

El estrato arbustivo está caracterizado por 34 especies, las especies más representativas fueron Q. tarahumara y Q. viminea con 32.58 y 11.87 % del IVI, Aun que las especies de Pinus en su conjunto obtuvieron 16.33 % del IVI, no supera a la representatividad del género Quercus, por lo que se puede considerar atípico de este tipo de bosque (Tabla IV-25).

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

Arbustivo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Arbutus arizonica	2	7.29	1.34	0.01	7.76262E-05	0.04
Arbutus xalapensis	1	3.65	0.69	0.00	1.94065E-05	0.02
Arctostaphylos pungens	6	21.88	2.03	0.03	0.000698636	0.10
Chromolaena misella	2	7.29	0.71	0.01	7.76262E-05	0.04
Cupressus lusitanica	1	3.65	0.63	0.00	1.94065E-05	0.02
Erythrina flabelliformis	2	7.29	0.62	0.01	7.76262E-05	0.04
Fraxinus gooddingii	3	10.94	1.13	0.01	0.000174659	0.06
Juniperus scopulorum	3	10.94	1.08	0.01	0.000174659	0.06
Lysiloma watsonii	1	3.65	0.56	0.00	1.94065E-05	0.02
Montanoa karwinskii	1	3.65	0.54	0.00	1.94065E-05	0.02
Montanoa leucantha	1	3.65	0.47	0.00	1.94065E-05	0.02
Otopappus tequilanus	1	3.65	0.57	0.00	1.94065E-05	0.02
Pinus arizonica	10	36.46	3.74	0.04	0.001940655	0.14
Pinus herrerae	15	54.69	5.03	0.07	0.004366473	0.18
Pinus leiophylla	7	25.52	3.11	0.03	0.000950921	0.11
Pinus oocarpa	4	14.58	1.95	0.02	0.000310505	0.07
Pinus pseudostrobus	5	18.23	2.50	0.02	0.000485164	0.08
Quercus arizonica	7	25.52	3.15	0.03	0.000950921	0.11
Quercus chihuahuensis	1	3.65	0.66	0.00	1.94065E-05	0.02
Quercus coccolobifolia	8	29.17	2.54	0.04	0.001242019	0.12
Quercus emoryi	2	7.29	1.01	0.01	7.76262E-05	0.04
Quercus hypoleucoides	2	7.29	1.36	0.01	7.76262E-05	0.04
Quercus jonesii	9	32.82	4.64	0.04	0.00157193	0.13
Quercus mcvaughii	1	3.65	0.52	0.00	1.94065E-05	0.02
Quercus oblongifolia	3	10.94	1.58	0.01	0.000174659	0.06
Quercus perpallida	1	3.65	0.52	0.00	1.94065E-05	0.02
Quercus radiata	16	58.34	6.39	0.07	0.004968076	0.19
Quercus tarahumara	73	266.17	32.58	0.32	0.103417493	0.36
Quercus toumeyi	2	7.29	1.01	0.01	7.76262E-05	0.04
Quercus tuberculata	4	14.58	1.76	0.02	0.000310505	0.07
Quercus turbinella	7	25.52	2.73	0.03	0.000950921	0.11
Quercus viminea	24	87.51	11.87	0.11	0.011178172	0.24
Toxicodendron diversilobum	1	3.65	0.51	0.00	1.94065E-05	0.02
Wedelia greenmanii	1	3.65	0.46	0.00	1.94065E-05	0.02
Total	**227.00**	**827.68**	**100.00**	**1.00**	**0.13**	**2.68**
S	34.00			**H'**	2.68	
λ	0.13			H_{max}	3.53	

Arbustivo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
1-λ	0.87			**J'**	0.76	

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

La dominancia puede considerarse baja (λ=0.13) aunque como género Quercus predomina, pero de manera específica las abundancias se encuentran distribuidas de manera homogénea (1-λ=0.87), la diversidad se expresa como media (H’=2.68), 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).

- Estrato herbáceo

El estrato herbáceo se encuentra representado por 75 especies, donde las especies más características son *Melinis repens* y *Muhlenbergia articulata* con 9.92 y 9.82 % del IVI (Tabla IV-26).

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

Herbáceo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Acaciella angustissima	2	262.52	0.91	0.01	0.000164366	0.06
Aphanostephus ramosissimus	1	131.26	0.91	0.01	4.10914E-05	0.03
Arbutus xalapensis	1	131.26	0.72	0.01	4.10914E-05	0.03
Aristida divaricata	2	262.52	1.81	0.01	0.000164366	0.06
Aristida ternipes	4	525.05	3.55	0.03	0.000657462	0.09
Baccharis salicifolia	1	131.26	0.51	0.01	4.10914E-05	0.03
Bidens pilosa	1	131.26	0.62	0.01	4.10914E-05	0.03
Bouteloua chondrosioides	1	131.26	1.00	0.01	4.10914E-05	0.03
Bromus catharticus	1	131.26	0.53	0.01	4.10914E-05	0.03
Carex turbinata	4	525.05	1.88	0.03	0.000657462	0.09
Cheilanthes bonariensis	3	393.79	1.74	0.02	0.000369822	0.08
Cheilanthes pyramidalis	3	393.79	1.38	0.02	0.000369822	0.08
Cheilanthes wrightii	1	131.26	0.62	0.01	4.10914E-05	0.03
Chondrosum hirsutum	1	131.26	0.81	0.01	4.10914E-05	0.03
Chromolaena glaberrima	1	131.26	0.62	0.01	4.10914E-05	0.03
Chromolaena misella	1	131.26	0.44	0.01	4.10914E-05	0.03
Chromolaena odorata	1	131.26	0.60	0.01	4.10914E-05	0.03
Conyza canadensis	1	131.26	0.45	0.01	4.10914E-05	0.03
Coursetia caribaea	1	131.26	0.51	0.01	4.10914E-05	0.03
Crotalaria purshii	1	131.26	0.45	0.01	4.10914E-05	0.03
Crusea wrightii	1	131.26	0.53	0.01	4.10914E-05	0.03
Cyperus aggregatus	1	131.26	0.62	0.01	4.10914E-05	0.03
Desmodium affine	1	131.26	0.47	0.01	4.10914E-05	0.03
Desmodium angustifolium	2	262.52	0.91	0.01	0.000164366	0.06
Desmodium grahamii	2	262.52	1.53	0.01	0.000164366	0.06
Desmodium nicaraguense	1	131.26	0.72	0.01	4.10914E-05	0.03

Herbáceo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Desmodium pringlei	2	262.52	1.17	0.01	0.000164366	0.06
Elytraria imbricata	6	787.57	2.95	0.04	0.00147929	0.13
Erigeron griseus	1	131.26	0.57	0.01	4.10914E-05	0.03
Eriosema diffusum	5	656.31	4.00	0.03	0.001027285	0.11
Helianthemum pringlei	1	131.26	0.81	0.01	4.10914E-05	0.03
Hieracium fendleri	1	131.26	0.45	0.01	4.10914E-05	0.03
Hofmeisteria urenifolia	1	131.26	0.47	0.01	4.10914E-05	0.03
Ipomoea purpurea	1	131.26	0.45	0.01	4.10914E-05	0.03
Iresine diffusa	2	262.52	1.08	0.01	0.000164366	0.06
Lasianthaea fruticosa	4	525.05	1.69	0.03	0.000657462	0.09
Lasianthaea macrocephala	1	131.26	0.72	0.01	4.10914E-05	0.03
Loeselia glandulosa	1	131.26	0.45	0.01	4.10914E-05	0.03
Melinis repens	11	1443.88	9.92	0.07	0.004972058	0.19
Montanoa leucantha	1	131.26	0.47	0.01	4.10914E-05	0.03
Muhlenbergia arizonica	3	393.79	1.32	0.02	0.000369822	0.08
Muhlenbergia articulata	13	1706.40	9.82	0.08	0.006944444	0.21
Muhlenbergia dumosa	1	131.26	0.62	0.01	4.10914E-05	0.03
Muhlenbergia palmeri	1	131.26	1.56	0.01	4.10914E-05	0.03
Muhlenbergia rigens	2	262.52	2.37	0.01	0.000164366	0.06
Muhlenbergia rigida	2	262.52	1.81	0.01	0.000164366	0.06
Opuntia megacantha	1	131.26	0.44	0.01	4.10914E-05	0.03
Paspalum langei	2	262.52	1.53	0.01	0.000164366	0.06
Pinus arizonica	1	131.26	0.45	0.01	4.10914E-05	0.03
Pinus leiophylla	2	262.52	0.87	0.01	0.000164366	0.06
Pinus pseudostrobus	1	131.26	0.91	0.01	4.10914E-05	0.03
Poa bigelovii	1	131.26	0.62	0.01	4.10914E-05	0.03
Polygala glochidata	1	131.26	0.45	0.01	4.10914E-05	0.03
Pseudognaphalium bourgovii	5	656.31	2.46	0.03	0.001027285	0.11
Psilactis asteroides	2	262.52	0.91	0.01	0.000164366	0.06
Quercus emoryi	1	131.26	0.45	0.01	4.10914E-05	0.03
Quercus tarahumara	1	131.26	0.53	0.01	4.10914E-05	0.03
Quercus toumeyi	1	131.26	0.44	0.01	4.10914E-05	0.03
Quercus viminea	3	393.79	1.91	0.02	0.000369822	0.08
Ruellia intermedia	2	262.52	0.93	0.01	0.000164366	0.06
Salvia hispanica	1	131.26	0.45	0.01	4.10914E-05	0.03
Salvia occidentalis	2	262.52	1.02	0.01	0.000164366	0.06
Schizachyrium sanguineum	7	918.83	6.11	0.04	0.002013478	0.14
Sida rhombifolia	3	393.79	1.35	0.02	0.000369822	0.08
Stevia origanoides	2	262.52	1.17	0.01	0.000164366	0.06
Stevia plummerae	1	131.26	0.62	0.01	4.10914E-05	0.03
Tagetes foetidissima	1	131.26	0.47	0.01	4.10914E-05	0.03
Tephrosia macrantha	1	131.26	0.62	0.01	4.10914E-05	0.03
Tetramerium nervosum	1	131.26	0.47	0.01	4.10914E-05	0.03

Herbáceo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Trachypogon spicatus	2	262.52	1.25	0.01	0.000164366	0.06
Tripsacum lanceolatum	1	131.26	0.53	0.01	4.10914E-05	0.03
Viguiera buddlejiformis	1	131.26	0.49	0.01	4.10914E-05	0.03
Wedelia greenmanii	6	787.57	3.54	0.04	0.00147929	0.13
Zinnia americana	2	262.52	0.93	0.01	0.000164366	0.06
Zinnia zinnioides	1	131.26	0.45	0.01	4.10914E-05	0.03
Total	**156.00**	**20476.84**	**100.00**	**1.00**	**0.03**	**3.98**
S	75.00			**H'**	3.98	
λ	0.03			H_{max}	4.32	
1-λ	0.97			**J'**	0.92	

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

La dominancia es claramente baja (λ=0.03) con una distribución de las abundancias muy homogénea (1-λ=0.97), dada su alta riqueza de especies y homogeneidad de las abundancias los valores de diversidad también se expresan altos (H’=3.98) y muy cercano a la diversidad máxima posible (H_{max}=4.32), esto hace que los valores de equidad se expresen altos (J=0.92).

Selva baja caducifolia (SBC).

Este tipo de vegetación se desarrolla en climas cálidos subhúmedos a secos, 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*.

En este estudio se registraron ejemplares de *Quercus* y leguminosas como *Vachellia farnesiana* y *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 ocho (8) especies donde *Q. chihuahuensis y Vachellia farnesiana* se encuentran como las especies más importantes con 24.48 y 19.39 de% de IVI (Tabla IV-27).

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

Arbóreo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Lysiloma watsonii	2	28.29	14.70	0.13	0.01777778	0.27
Opuntia cochinera	1	14.15	5.33	0.07	0.00444444	0.18
Quercus albocincta	1	14.15	12.46	0.07	0.00444444	0.18
Quercus chihuahuensis	5	70.74	24.48	0.33	0.11111111	0.37
Quercus oblongifolia	1	14.15	8.66	0.07	0.00444444	0.18

Arbóreo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Quercus tuberculata	1	14.15	8.85	0.07	0.00444444	0.18
Vachellia farnesiana	3	42.44	19.36	0.20	0.04	0.32
Vachellia pennatula	1	14.15	6.16	0.07	0.00444444	0.18
Total	**15.00**	**212.21**	**100.00**	**1.00**	**0.19**	**1.86**
S	8.00			**H'**	1.86	
λ	0.19			**Hmax**	2.08	
1-λ	0.81			**J'**	0.89	

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

La dominancia baja (λ=0.19) con considerable homogeneidad en la abundancia de las especies (1-λ= 0.81), lo que hace que la diversidad se baja (H’=1.86).

- Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se registraron nueve (9) especies, de las cuales *Vachellia constricta* y *V. farnesiana* se presentan como las más importantes con 26.66 y 15.47 % del IVI, (Tabla IV-28).

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

Arbustivo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Bursera fagaroides	1	39.30	5.55	0.07	0.00510204	0.19
Ceiba acuminata	1	39.30	11.65	0.07	0.00510204	0.19
Chromolaena odorata	1	39.30	6.72	0.07	0.00510204	0.19
Erythrina flabelliformis	1	39.30	5.56	0.07	0.00510204	0.19
Eysenhardtia byei	1	39.30	11.00	0.07	0.00510204	0.19
Marina crenulata	1	39.30	6.17	0.07	0.00510204	0.19
Quercus albocincta	1	39.30	11.22	0.07	0.00510204	0.19
Vachellia constricta	5	196.49	26.66	0.36	0.12755102	0.37
Vachellia farnesiana	2	78.60	15.47	0.14	0.02040816	0.28
Total	**14.00**	**550.17**	**100.00**	**1.00**	**0.18**	**1.97**
S	9.00			**H'**	1.97	
λ	0.18			**H_{max}**	2.20	
1-λ	0.82			**J'**	0.89	

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

La dominancia es baja (λ=0.18) con su correspondiente homogeneidad (1-λ=0.82) alta, dada la distribución de las abundancias entre todas las especies. La diversidad se expresa baja (H’=1.97) y la equidad alta (J=0.89) ya que la diversidad está cercana a la diversidad máxima que es posible expresar para este estrato(H_{max}=2.2).

- 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 30.93 y 12.31 % del IVI (Tabla IV-29).

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

Herbáceo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Croton fruticosus	1	1414.71	8.31	0.06	0.00390625	0.17
Desmodium pringlei	1	1414.71	4.71	0.06	0.00390625	0.17
Fraxinus gooddingii	2	2829.42	6.49	0.13	0.015625	0.26
Henrya insularis	2	2829.42	8.77	0.13	0.015625	0.26
Ipomoea costellata	1	1414.71	4.71	0.06	0.00390625	0.17
Lagascea decipiens	1	1414.71	12.31	0.06	0.00390625	0.17
Opuntia wilcoxii	1	1414.71	4.35	0.06	0.00390625	0.17
Ruellia nudiflora	3	4244.13	30.93	0.19	0.03515625	0.31
Salvia occidentalis	1	1414.71	4.71	0.06	0.00390625	0.17
Vachellia constricta	2	2829.42	10.21	0.13	0.015625	0.26
Zinnia peruviana	1	1414.71	4.51	0.06	0.00390625	0.17
Total	**16.00**	**22635.37**	**100.00**	**1.00**	**0.11**	**2.31**
S	11.00			**H'**	2.31	
λ	0.11			**H_{max}**	2.40	
1-λ	0.89			**J'**	0.96	

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

La dominancia registrada para el estrato fue baja (λ=0.11) con homogeneidad alta (1-λ=0.89), la baja riqueza con su alta homogeneidad no resulta en una baja diversidad cercana a media (H=2.31) 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).

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 seis especies (6), algunos ejemplares del género Quercus como Q. chihuahuensis es el más importante con 36.51% de IVI del estrato, (Tabla IV-30).

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

Arbóreo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Quercus chihuahuensis	5	63.66	36.51	0.28	0.077160494	0.36
Quercus oblongifolia	1	12.73	5.81	0.06	0.00308642	0.16
Quercus perpallida	2	25.46	15.87	0.11	0.012345679	0.24
Quercus toumeyi	4	50.93	18.70	0.22	0.049382716	0.33
Quercus turbinella	5	63.66	15.62	0.28	0.077160494	0.36
Quercus viminea	1	12.73	7.49	0.06	0.00308642	0.16
Total	**18.00**	**229.18**	**100.00**	**1.00**	**0.22**	**1.61**
S	6.00			**H'**	1.61	
λ	0.22			**Hmax**	1.79	
1-λ	0.78			**J'**	0.90	

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

La dominancia es baja (λ=0.22) con homogeneidad de las abundancias entre las especies del estrato (1-λ= 0.78), la diversidad es baja (H’=1.61) 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).

- Estrato arbustivo

EL estrato arbustivo está representado por seis especies (6), de las cuales *Montanoa tomentosa y Q. turbinella* son las especies más importantes con 23.85 y 21.22 % del IVI, (Tabla IV-31).

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

rbustivo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Desmodium cinereum	1	35.37	10.83	0.13	0.015625	0.26
Juniperus deppeana	1	35.37	15.13	0.13	0.015625	0.26
Juniperus scopulorum	1	35.37	17.19	0.13	0.015625	0.26
Montanoa tomentosa	2	70.74	23.85	0.25	0.0625	0.35
Quercus toumeyi	1	35.37	11.78	0.13	0.015625	0.26
Quercus turbinella	2	70.74	21.22	0.25	0.0625	0.35
Total	**8.00**	**282.94**	**100.00**	**1.00**	**0.19**	**1.73**
S	6.00			**H'**	1.73	
λ	0.19			**H_{max}**	1.79	
1-λ	0.81			**J'**	0.97	

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

La dominancia es baja(λ=0.19) lo que significa que hay distribución homogénea de las abundancias de cada especie (1-λ=0.81), esto hace que la diversidad se baja (H’=1.73) pero cercana a la diversidad máxima (H_{max}=1.79) lo que lleva a una equidad alta (J=0.97).

- Estrato herbáceo

El estrato herbáceo posee una gran riqueza de especies (S=42), las especies características son del género *Bouteloa* donde *B. curtipendula, B. chondrosioides y B. parryi* son las especies con mayor importancia con 9.08, 4.75 y 3.52 % de IVI, (Tabla IV-32).

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

Herbáceo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Astragalus nuttallianus	1	1273.24	1.67	0.02	0.00043403	0.08
Bidens pilosa	1	1273.24	1.55	0.02	0.00043403	0.08
Bouteloua chondrosioides	2	2546.48	4.75	0.04	0.00173611	0.13
Bouteloua curtipendula	1	1273.24	9.08	0.02	0.00043403	0.08
Bouteloua parryi	2	2546.48	3.52	0.04	0.00173611	0.13
Carminatia tenuiflora	1	1273.24	1.55	0.02	0.00043403	0.08
Chamaecrista nictitans	1	1273.24	2.06	0.02	0.00043403	0.08
Coursetia caribaea	1	1273.24	3.97	0.02	0.00043403	0.08
Crusea wrightii	3	3819.72	3.92	0.06	0.00390625	0.17
Dalea cliffortiana	1	1273.24	2.70	0.02	0.00043403	0.08
Desmodium grahamii	1	1273.24	1.55	0.02	0.00043403	0.08
Desmodium pringlei	1	1273.24	2.70	0.02	0.00043403	0.08
Desmodium scorpiurus	1	1273.24	1.55	0.02	0.00043403	0.08
Diectomis fastigiata	1	1273.24	1.55	0.02	0.00043403	0.08
Echinocereus stoloniferus	1	1273.24	4.61	0.02	0.00043403	0.08
Elytraria imbricata	2	2546.48	3.22	0.04	0.00173611	0.13
Erigeron velutipes	1	1273.24	3.33	0.02	0.00043403	0.08
Euphorbia anychioides	1	1273.24	1.55	0.02	0.00043403	0.08
Euphorbia gracillima	1	1273.24	1.55	0.02	0.00043403	0.08
Euphorbia subreniformis	1	1273.24	1.55	0.02	0.00043403	0.08
Gomphrena sonorae	1	1273.24	1.55	0.02	0.00043403	0.08
Gongylocarpus rubricaulis	1	1273.24	1.55	0.02	0.00043403	0.08
Ipomoea coccinea	1	1273.24	1.80	0.02	0.00043403	0.08
Ipomoea costellata	1	1273.24	1.55	0.02	0.00043403	0.08
Muhlenbergia arizonica	1	1273.24	1.43	0.02	0.00043403	0.08
Muhlenbergia rigens	1	1273.24	1.55	0.02	0.00043403	0.08
Oplismenus burmannii	2	2546.48	3.60	0.04	0.00173611	0.13
Panicum hirticaule	1	1273.24	2.06	0.02	0.00043403	0.08
Pectis angustifolia	1	1273.24	2.06	0.02	0.00043403	0.08
Ruellia nudiflora	1	1273.24	2.70	0.02	0.00043403	0.08
Salvia alamosana	1	1273.24	1.55	0.02	0.00043403	0.08
Salvia occidentalis	1	1273.24	1.55	0.02	0.00043403	0.08
Schizachyrium sanguineum	1	1273.24	2.70	0.02	0.00043403	0.08
Sida neomexicana	1	1273.24	1.67	0.02	0.00043403	0.08
Sisymbrium irio	1	1273.24	2.06	0.02	0.00043403	0.08
Tagetes foetidissima	1	1273.24	2.70	0.02	0.00043403	0.08

Herbáceo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Tagetes micrantha	1	1273.24	1.67	0.02	0.00043403	0.08
Tridax erecta	1	1273.24	1.55	0.02	0.00043403	0.08
Verbena carolina	1	1273.24	2.06	0.02	0.00043403	0.08
Wedelia gentryi	1	1273.24	1.55	0.02	0.00043403	0.08
Zinnia peruviana	1	1273.24	1.55	0.02	0.00043403	0.08
Zinnia zinnioides	1	1273.24	1.67	0.02	0.00043403	0.08
Total	**48.00**	**61115.50**	**100.00**	**1.00**	**0.03**	**3.69**
S	42.00			**H'**	3.69	
λ	0.03			**H_{max}**	3.74	
1-λ	0.97			**J'**	0.99	

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

La buena distribución de las abundancias entre el gran número de especies en este estrato permite obtener valores de dominancia bajo con gran homogeneidad (λ=0.03 y 1-λ=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).

Agricultura de temporal anual (AT).

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 y algunas nativas que se desarrollan especialmente en las temporadas de lluvias.

- Estrato arbóreo

El estrato arbóreo está representado por tres especies (3), *Q. chihuahuensis y Q. toumeyi* (IVI= 42.44 y 21.22 respectivamente) como los encinos característicos de la región y *Cupressus lusitánica*, especie común para márgenes de caminos o divisor de terrenos (Tabla IV-33).

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

Arbóreo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Cupressus lusitanica	1	21.22	21.34	0.25	0.0625	0.35
Quercus chihuahuensis	2	42.44	57.98	0.50	0.25	0.35
Quercus toumeyi	1	21.22	20.68	0.25	0.0625	0.35
Tot	**4.00**	**84.88**	**100.00**	**1.00**	**0.38**	**1.04**
S	3.00			**H'**	1.04	
λ	0.38			**H_{max}**	1.10	
1-λ	0.63			**J'**	0.95	

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

Como es de esperarse la dominancia es mas alta que en los otros tipos de vegetación (λ=0.38) por la prevalencia del encino, pero como es típico la diversidad baja para este tipo de estrato en las zonas agrícolas temporales, (H’= 1.04).

- Estrato arbustivo

El estrato arbustivo está representado por ejemplares de *Juniperus deppenana y Vachellia farnesiana*, siendo esta última la especie con mayor importancia (IVI=75.15) y la especie dominante (λ=0.72) (Tabla IV-34).

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

Arbustivo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Juniperus deppeana	1	58.95	24.83	0.17	0.02777778	0.30
Vachellia farnesiana	5	294.73	75.17	0.83	0.69444444	0.15
Tot	**6.00**	**353.68**	**100.00**	**1.00**	**0.72**	**0.45**
S	2.00			**H'**	0.45	
λ	0.72			**H_{max}**	0.69	
1-λ	0.28			**J'**	0.65	

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

La diversidad por supuesto se registra baja (H’=0.45) con la falta de equidad correspondiente (J=0.65).

- Estrato herbáceo

EL estrato herbáceo es el más importante para este tipo de vegetación temporal, representado por 42 especies, las más representativas por tener el IVI más alto son *Lippia alba y Phaseolus coccineus*, ambas con 9.55% de IVI, (Tabla IV-35).

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

Herbáceo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Astragalus nuttallianus	1	2122.07	3.12	0.04	0.00173611	0.13
Axonopus compressus	1	2122.07	3.12	0.04	0.00173611	0.13
Bidens formosa	1	2122.07	3.79	0.04	0.00173611	0.13
Crusea wrightii	1	2122.07	3.79	0.04	0.00173611	0.13
Elytraria imbricata	2	4244.13	6.57	0.08	0.00694444	0.21
Evolvulus alsinoides	1	2122.07	3.12	0.04	0.00173611	0.13
Galactia wrightii	1	2122.07	3.12	0.04	0.00173611	0.13
Gongylocarpus rubricaulis	1	2122.07	3.12	0.04	0.00173611	0.13

Herbáceo	NI	DA (Ha)	IVI	pi	pi^2	-pi x ln(pi)
Ipomoea purpurea	1	2122.07	4.13	0.04	0.00173611	0.13
Lippia alba	1	2122.07	9.55	0.04	0.00173611	0.13
Oplismenus burmannii	1	2122.07	3.46	0.04	0.00173611	0.13
Panicum hirticaule	1	2122.07	7.86	0.04	0.00173611	0.13
Phaseolus coccineus	1	2122.07	9.55	0.04	0.00173611	0.13
Polygala glochidata	1	2122.07	3.46	0.04	0.00173611	0.13
Quercus viminea	1	2122.07	2.78	0.04	0.00173611	0.13
Salvia alamosana	1	2122.07	3.46	0.04	0.00173611	0.13
Selaginella wrightii	1	2122.07	2.88	0.04	0.00173611	0.13
Simsia amplexicaulis	1	2122.07	4.47	0.04	0.00173611	0.13
Stevia ovata	1	2122.07	3.46	0.04	0.00173611	0.13
Tagetes foetidissima	1	2122.07	3.79	0.04	0.00173611	0.13
Tagetes micrantha	1	2122.07	4.47	0.04	0.00173611	0.13
Vachellia farnesiana	1	2122.07	2.79	0.04	0.00173611	0.13
Zinnia peruviana	1	2122.07	4.13	0.04	0.00173611	0.13
Tot	**24.00**	**50929.58**	**100.00**	**1.00**	**0.05**	**3.12**
S	23.00			**H'**	3.12	
λ	0.05			$\mathbf{H_{max}}$	3.14	
1-λ	0.95			**J'**	1.00	

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

La dominancia registrada entre las especies registradas es baja (λ= 0.05), ya que se encontró buena distribución de las abundancias entre sus especies por lo que lo homogeneidad es alta (1-λ= 0.95), por su alta riqueza y alta homogeneidad se registró una diversidad (H’=3.12) que se acerca a la diversidad máxima posible (H_{max}=3.14) por lo que su equidad también es muy alta (J=1).

IV.2.2.1.7. Análisis de asociaciones vegetales

Se realiza el análisis de similitud entre las asociaciones vegetales registradas en el SA. Se emplea el Método Jerárquico de Análisis Cluster utilizando la estrategia de similitud máxima con el índice de Sorensen (ligamiento simple) para obtener los valores de similitud de especies entre las comunidades de bosque de encino, bosque de encino-pino, bosque de pino-encino, Selva baja caducifolia, Pastizal Inducido y Agricultura temporal.

Índice de similitud de Sorensen.

$$\mathbf{S=2*c/(a+b)}$$

Donde:

c: Especies comunes entre la comunidad 1 y 2

a: No. Especies de la comunidad 1 diferentes de la comunidad 2

b: No. Especies de la comunidad 2 diferentes de la comunidad 1

Posteriormente se utiliza los índices de Whittaker para la obtención de los valores de diversidad β y γ para la comparación entre las asociaciones y discernir entre las tasas de cambio entres estas comunidades como la más propicia para ser utilizada como referente al compararla con las comunidades vegetales del AP.

$$b=g/a$$

$\alpha =$ **S/No. Comunidades comparadas**

Donde:

S: suma de las riquezas entre las comunidades A y B

$$g_{A-B}=C_{A-B}+N_A+N_B$$

Donde:

C_{A-B}: No. De especies comunes entre las comunidades A y B

N_A: No. De especies diferentes de la comunidad A.

N_B: No. De especies diferentes de la comunidad B.

Resultados

Derivado del análisis de similitud por índice de Sorensen, realizado para las asociaciones vegetales presentes en el SA, se despliega la siguiente Figura IV-1: Temperatura promedio mensual (1944 a 2011)Figura IV-13: Análisis de agrupación por similitud, método de Sorensen.

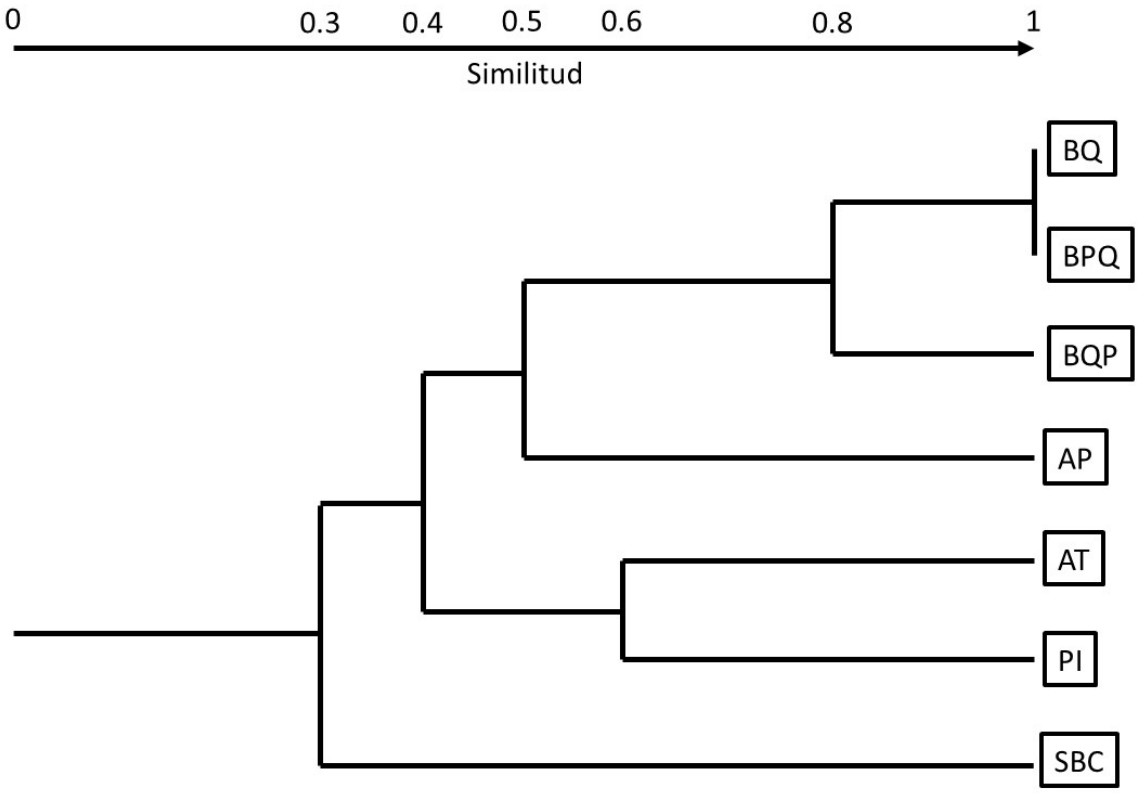


Figura IV-13: Análisis de agrupación por similitud, método de Sorensen

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

En esta gráfica podemos verificar la gran semejanza encontrada entre las comunidades vegetales analizadas de bosque de encino (BQ) y Bosque de pino-encino. Esto debido a que como se mencionó en el análisis de diversidad, el BPQ carece de representatividad del género *Pinus*, lo cual es atípico para esta comunidad y que se ha explicado deberse a la deforestación que ha sufrido para la realización de actividades pecuarias y agrícolas.

La siguiente asociación relacionada a estas dos comunidades es el bosque de encino-pino (0.8), lo cual era de esperar por la naturaleza estructural de este tipo de vegetación en la que el género dominante y de mayor importancia es el encino *Quercus*.

Estas tres asociaciones vegetales se enmarcan como referentes para la comparación con la vegetación presente en el AP, el cual según el uso de suelo y vegetación registrado por INEGI debe contener tanto BQ como BQP. La menor similitud (0.5), se debe al tamaño del área que se está comparando, pero cuya riqueza se encuentra representada en los primeros.

Las otras tres asociaciones como era de esperarse muestran menor similitud con las comunidades relacionadas al AP.

El análisis de diversidad β por el método de Whittaker nos confirma como las comunidades aledañas al AP pueden influir en el recambio de especies de esta área. En la Tabla IV-36 se indica que la comunidad BQ posee un mayor valor de diversidad β, esto implica una mejor tasa de recambio entre especies de esta área con el bosque de encino, sin embargo, sus valores no

son tan alejados del bosque de encino-pino y de bosque de pino-encino. Esto implica y confirma que el bosque aledaño al AP de encino será importante para la recuperación del AP en su fase de cierre ya que contribuirá a la restitución de las especies por las vías de dispersión naturales además de los esfuerzos por los programas de restauración del sitio.

Tabla IV-36: Índices de Diversidad α, β y γ para pares de asociaciones vegetales en el SA y AP

Diversidad (Wittaker)	BQ-BQP	BQ-BPQ	BQP-BPQ	BQ-AP	BQP-AP	BPQ-AP
g	277	277	160	261	128	130
a	179	180	206	154	77	78
b	1.55	1.54	0.78	**1.69**	1.66	1.67

IV.2.2.1.8. Análisis de régimen de protección y estatus ecológico

Las especies con algún régimen de protección derivado de 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-37.

Tabla IV-37: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	-	-	-

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	NOM-059	UICN	CITES
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	-	-	-
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	-

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	NOM-059	UICN	CITES
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.

Tenemos 74 especies en alguna categoría de protección, 52 de estas especies se consideran endémicas de las cuales cinco (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 (1) en peligro de extinción (P) (*Lisea glaucescens*) y una especie (1) amenazada (A) (*Juglans major*). Seis especies son consideradas en el apéndice II de CITES como son: la ya mencionada *Echinocereus stoloniferus, Mammillaria standleyi, Opuntia robusta, O. wilcoxii, O. 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 (Tabla IV-38).

Tabla IV-38: Especies consideradas como maleza en listados de CONABIO.

Nombre científico	Nombre común	BQ	BQP	BPQ	SBC	PI	AT
Anoda acerifolia	Malva	*					
Anoda cristata	Malva	*	*				
Aphanostephus ramosissimus	Manzanilla cimarrona			*			
Arenaria lanuginosa	sd	*					
Aristida ternipes	Zacate	*	*	*			
Aster moranensis	Margarita de monte	*					
Baccharis salicifolia	Azumiate	*		*			
Bidens bigelovii	Acetilla	*					

Nombre científico	Nombre común	BQ	BQP	BPQ	SBC	PI	AT
Bidens pilosa	Acahuale blanco	*	*	*		*	
Boerhavia coccinea	Abrojo rojo	*					
Boerhavia erecta	Golondrina	*					
Bouvardia ternifolia	Trompetilla		*				
Bromus anomalus	Bromo dormilón	*	*				
Bromus catharticus	Zacate de rescate	*		*			
Castilleja tenuiflora	Garañona	*					
Cheilanthes bonariensis	Helecho	*		*			
Chloris virgata	Barbas de indio	*					
Chromolaena odorata	Crucita	*	*	*	*		
Cologania broussonetii	Colación	*	*				
Conyza canadensis	Calzadilla	*		*			
Corchorus orinocensis	Hierbabuena	*					
Cuphea wrightii	Hierba de la calavera	*					
Desmodium incanum	Mazote	*	*				
Desmodium macrostachyum	sd	*					
Desmodium procumbens	sd	*					
Drymaria villosa	sd	*					
Elytraria imbricata	Cola de alacrán	*	*	*		*	*
Euphorbia dentata	Hierba de la araña	*					
Euphorbia hirta	Golondrina	*					
Evolvulus alsinoides	Pico de pájaro	*					*
Galinsoga quadriradiata	Estrellita	*					
Heterosperma pinnatum	sd	*					
Ipomoea purpurea	Trompeta	*		*			*
Iresine diffusa	Rocío			*			
Lantana camara	Cinco negritos	*					
Lasianthaea macrocephala	Tacote	*	*	*			
Loeselia glandulosa	Azulilla	*		*			
Melinis repens	Pasto rosado	*	*	*			
Montanoa tomentosa	Acahuite	*				*	
Oplismenus burmannii	Zacate salado	*	*			*	*
Oxalis corniculata	Acedera	*					
Paspalum tenellum	Zacate		*				
Pennisetum ciliare	Zacate buffel	*					
Porophyllum ruderale	Pápalo	*					
Setaria parviflora	Zacate sedoso	*					
Sida abutilifolia	Malva	*					
Sida rhombifolia	Estrella de david		*	*			

Nombre científico	Nombre común	BQ	BQP	BPQ	SBC	PI	AT
Simsia amplexicaulis	Acahual						*
Sisymbrium irio	Mostacilla	*				*	
Stachys coccinea	Mirto	*					
Tagetes foetidissima	Cempaxuchil	*	*	*		*	
Tagetes micrantha	Anís					*	*
Toxicodendron radicans	Hiedra	*					
Zinnia peruviana	Gallito de monte	*			*	*	*

Se encontraron un total de 54 especies consideradas como maleza, 47 en bosque de encino, 15 en bosque de encino-pino, 16 en bosque pino-encino, 2 en selva baja caducifolia, 8 en pastizal inducido y 7 en agricultura temporal.

IV.2.2.1.9. 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. De las 309 especies registradas 256 son encontradas en el bosque de encino y 102 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: *Q. chihuahuensis, Q. tarahumara, Q. perpullida, Q. viminea*, del género *Pinus*, fueron *Pinus herrerae, P. pseudostrobus y P. 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*. Las demás especies son mencionadas en la Tabla IV-37.

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.

*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-5**. 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 (SEMARNAT 2010), UICN (UICN 2017) y CITES (CITES 2016) (**Anexo IV-6** 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, del 15 al 22 de noviembre de 2014; 30 de septiembre al 15 de octubre del 2017 para cubrir la temporada de lluvias. Para la temporada de secas se realizaron las brigadas en el mes de mayo de 2015 y 2017, 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-14), En **el Anexo IV-7** se indican los puntos de muestreo en unidades UTM para cada tipo de fauna.



Figura IV-14: Ambientes representativos del SA donde se desarrolló el trabajo de campo.

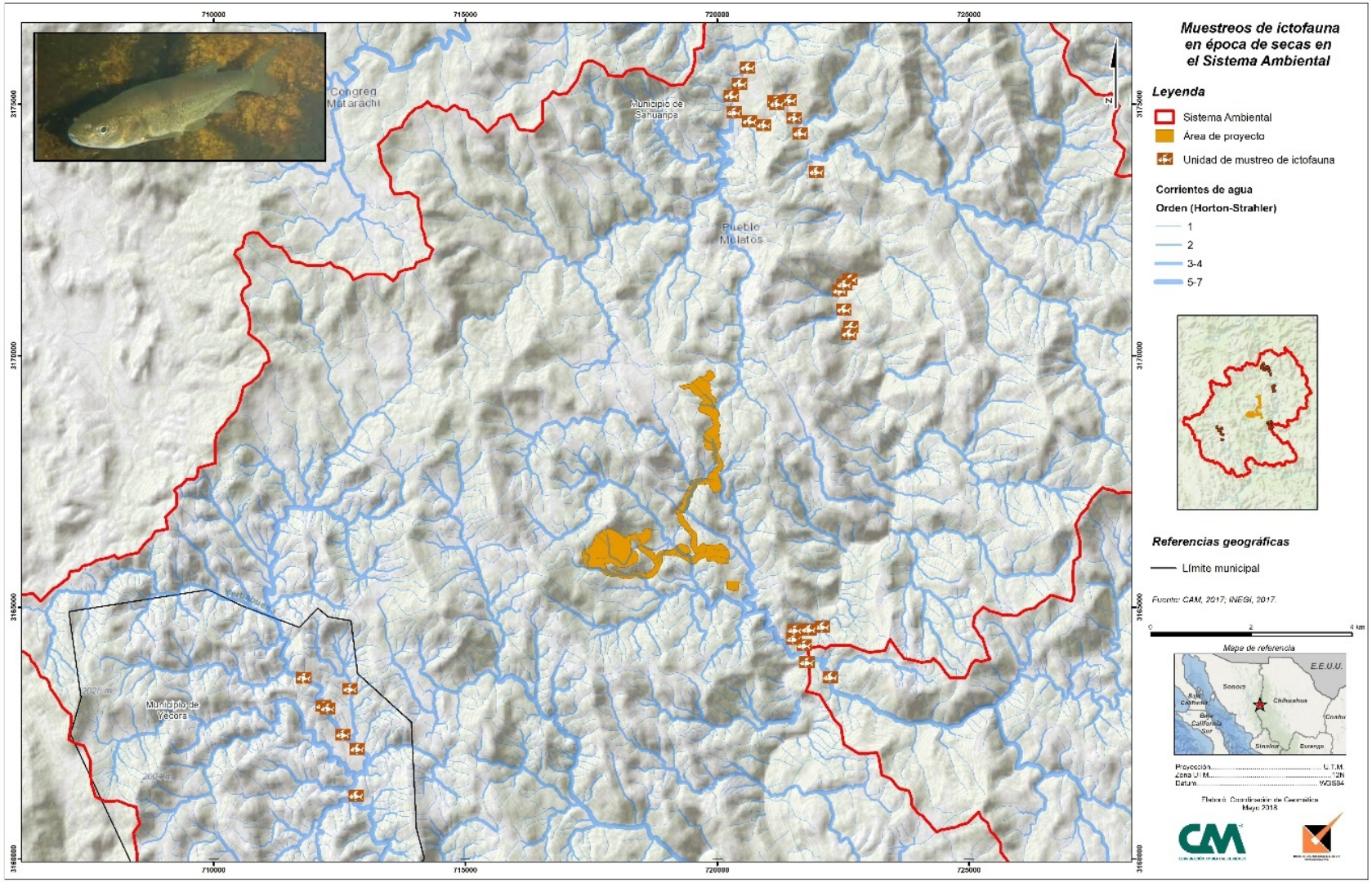
Bosque de Coníferas y Encinos, Pastizal y Vegetación Riparia.

IV.2.2.2.4. Ictiofauna

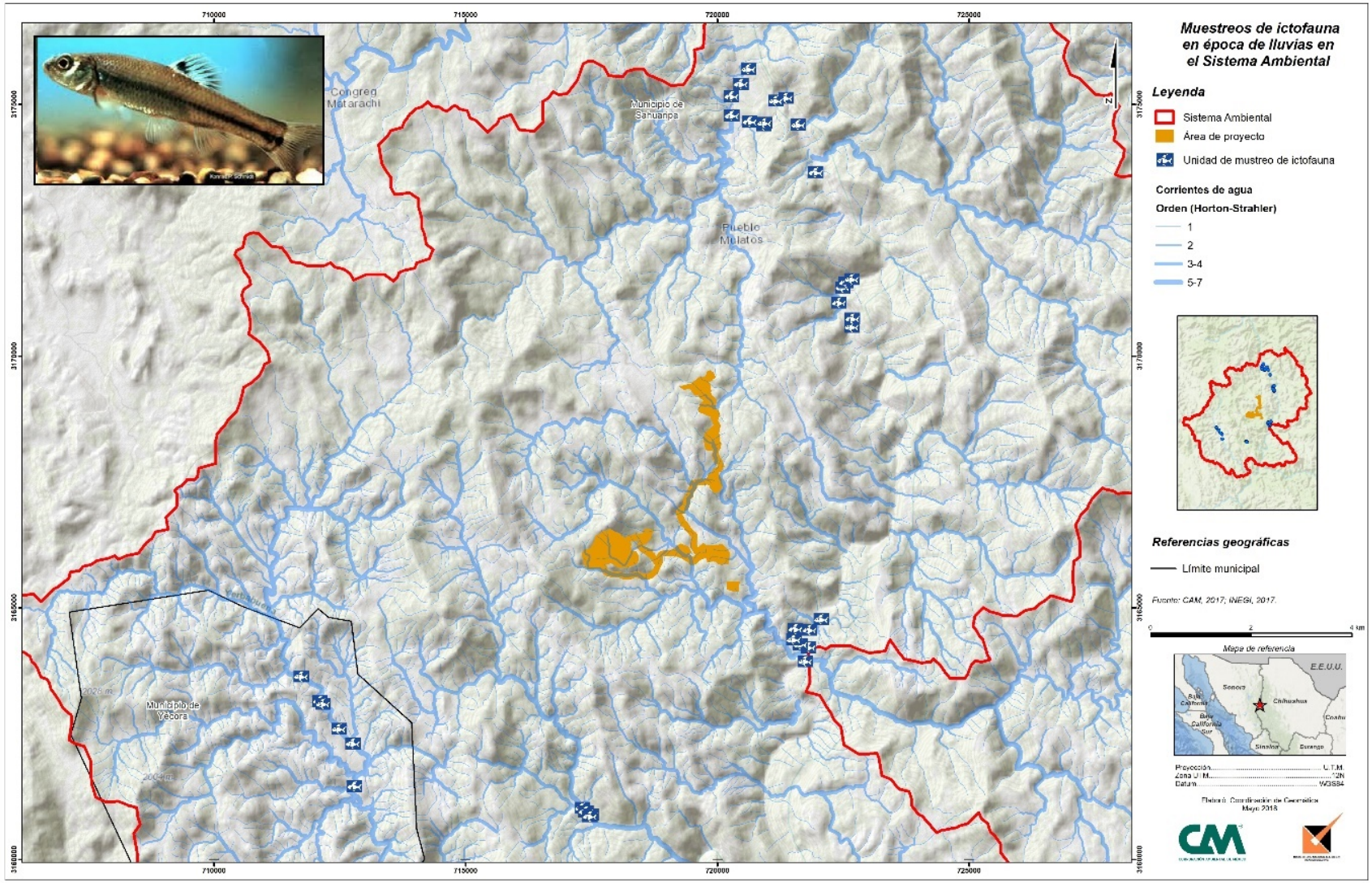
La Ictiofauna fue localizada en el cauce del Río Mulatos, el cual es un río permanente que es alimentado desde diferentes secciones del SA por escorrentías temporales como el arroyo mulatos y arroyo la Yaqui. Se consideraron las dos temporadas del año (secas y lluvias). La ictiofauna se localiza en diferentes 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 y Mapa IV-16 se pueden ver los puntos de registro durante las dos temporadas de muestreo.



Mapa IV-15: Ictiofauna registrada en el SA en la temporada de secas



Mapa IV-16: Ictiofauna registrada en el SA en la temporada de lluvias

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-17 y Mapa IV-18, se pueden observar los sitios que fueron recorridos en el SA para las temporadas de lluvias y secas respectivamente.

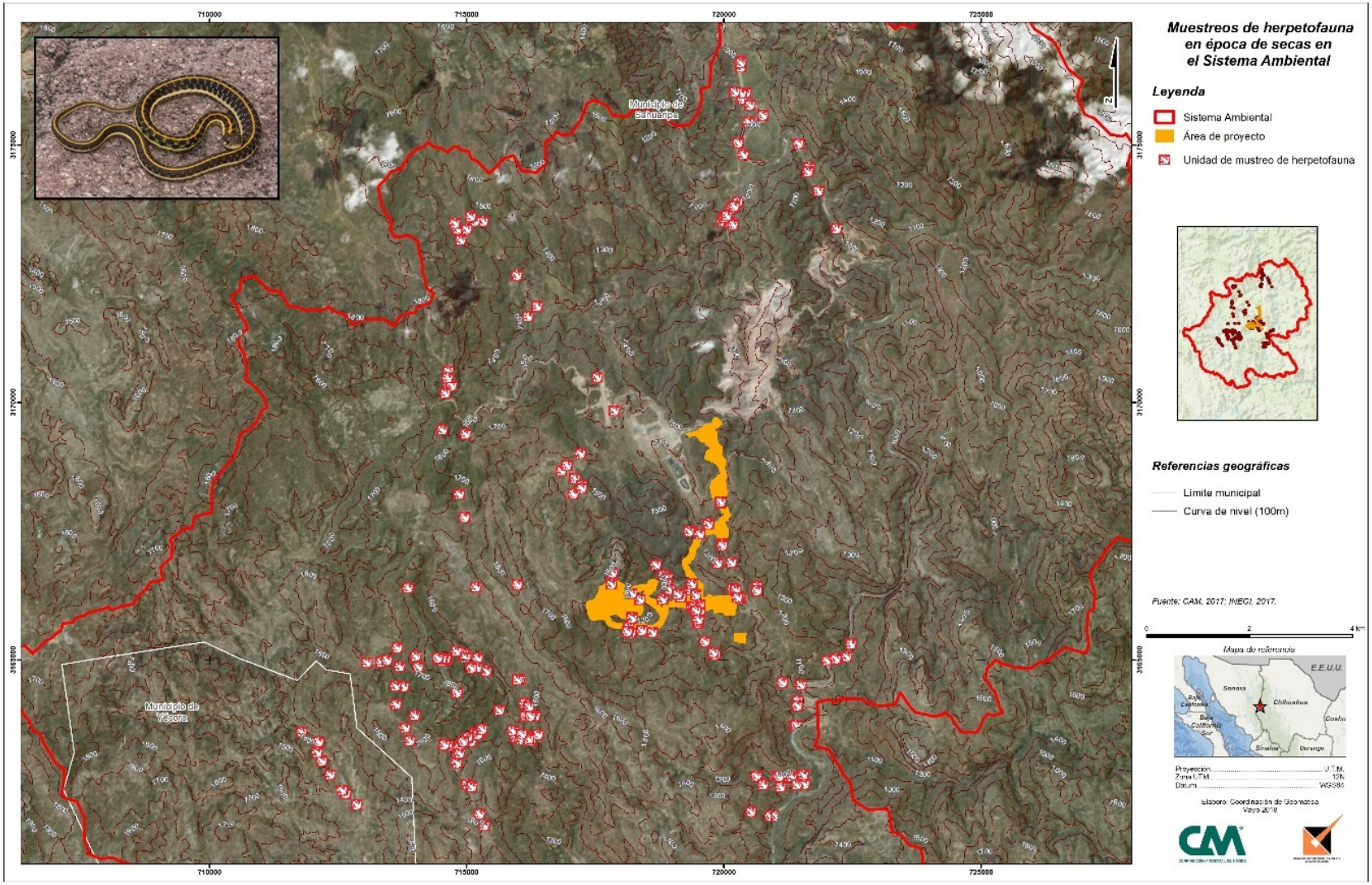
En cada transecto se revisaron los posibles micro hábitats en que se conoce pueden habitar las especies de anfibios y reptiles (sobre y bajo de rocas, debajo de troncos, entre cortezas, debajo de hojarasca, en árboles, dentro de cuerpos de agua, entre grietas de rocas, etc.).

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-15) fue utilizado para la identificación y verificación de los registros visuales (véase **Anexo IV-8** Registro fotográfico). Finalmente, para la determinación taxonómica de las especies se recurrió a literatura especializada.

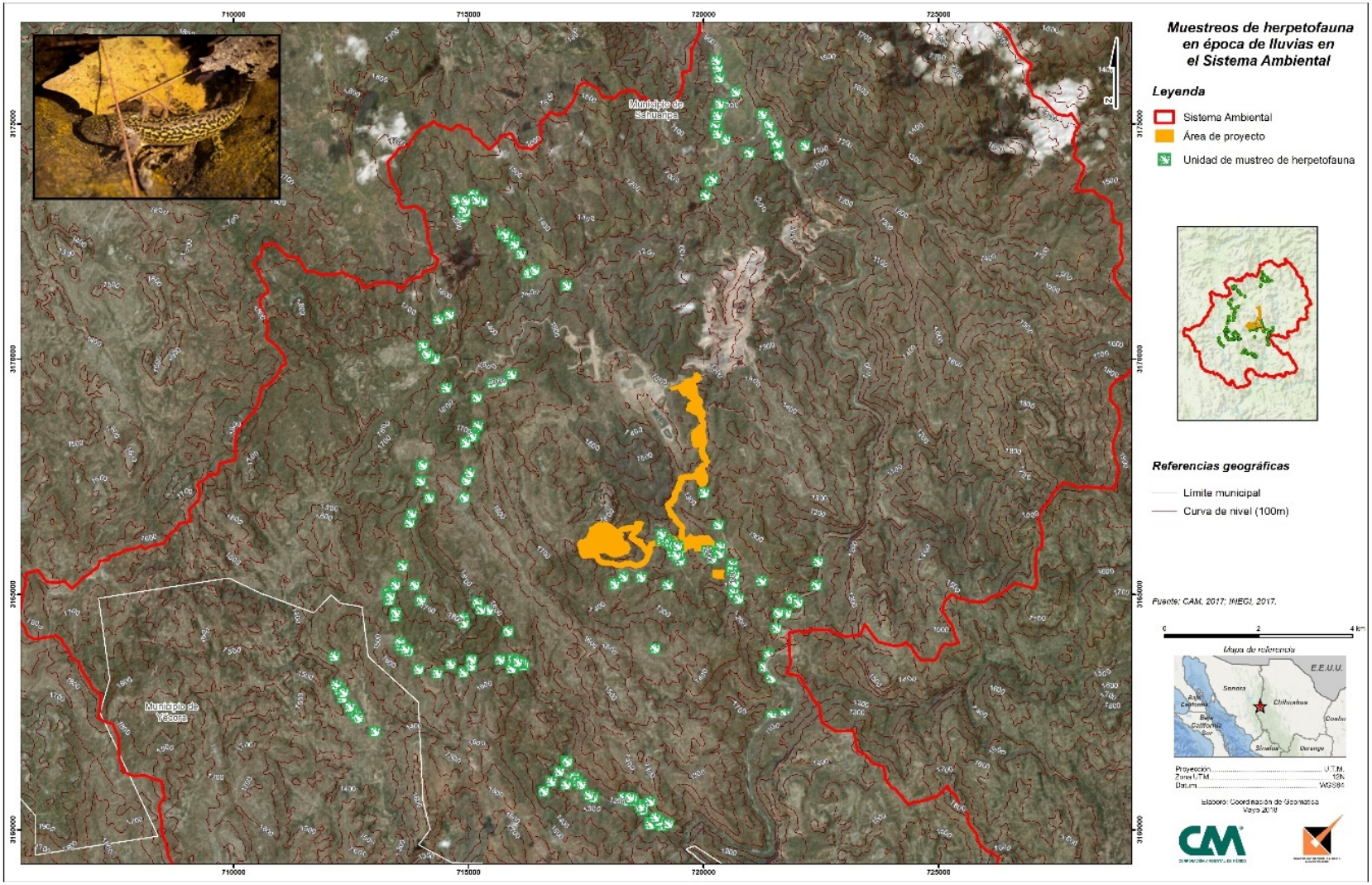


	*a) búsqueda de anfibios y reptiles bajo rocas,* *b) búsqueda de anfibios y reptiles bajo la hojarasca,* *c) búsqueda de anfibios y reptiles nocturnos en cuerpo de agua,* *d) captura de serpiente con gancho herpetológico y* *e) registro y toma de datos de ejemplares observados en el SA.*

Figura IV-15: Métodos empleados en herpetología para el registro de especies en el SA



Mapa IV-17: Muestreo de herpetofauna temporada de secas en el SA



Mapa IV-18: Muestreo de herpetofauna temporada de lluvias 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-19 y Mapa IV-20, se aprecian los sitios de trampeo y rastreo de mamíferos en el SA para secas y lluvias respectivamente.

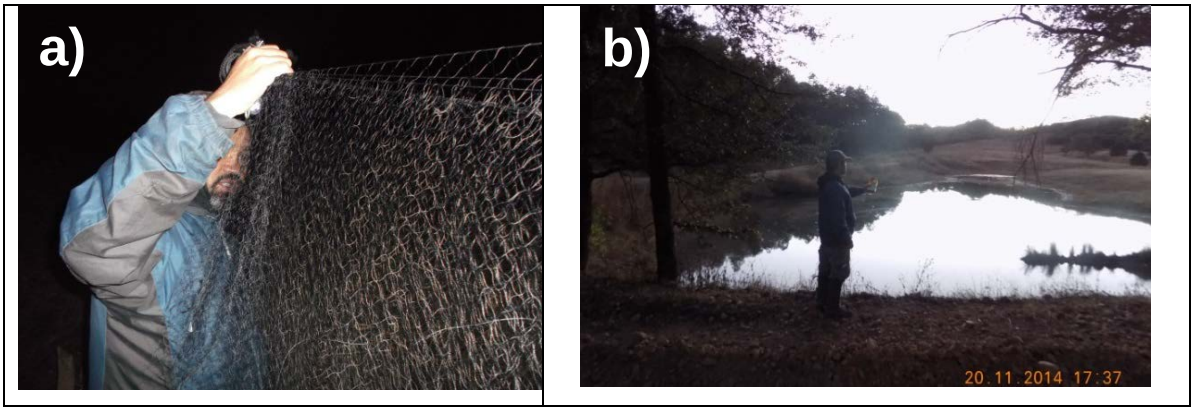
Con el propósito de determinar la riqueza de murciélagos se utilizaron seis redes de niebla de 9 y 12 metros de largo para la captura y registro de ejemplares, éstas fueron situadas en cuerpos de agua dentro del SA (ver Figura IV-16

Figura IV-16). 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-8**).

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).



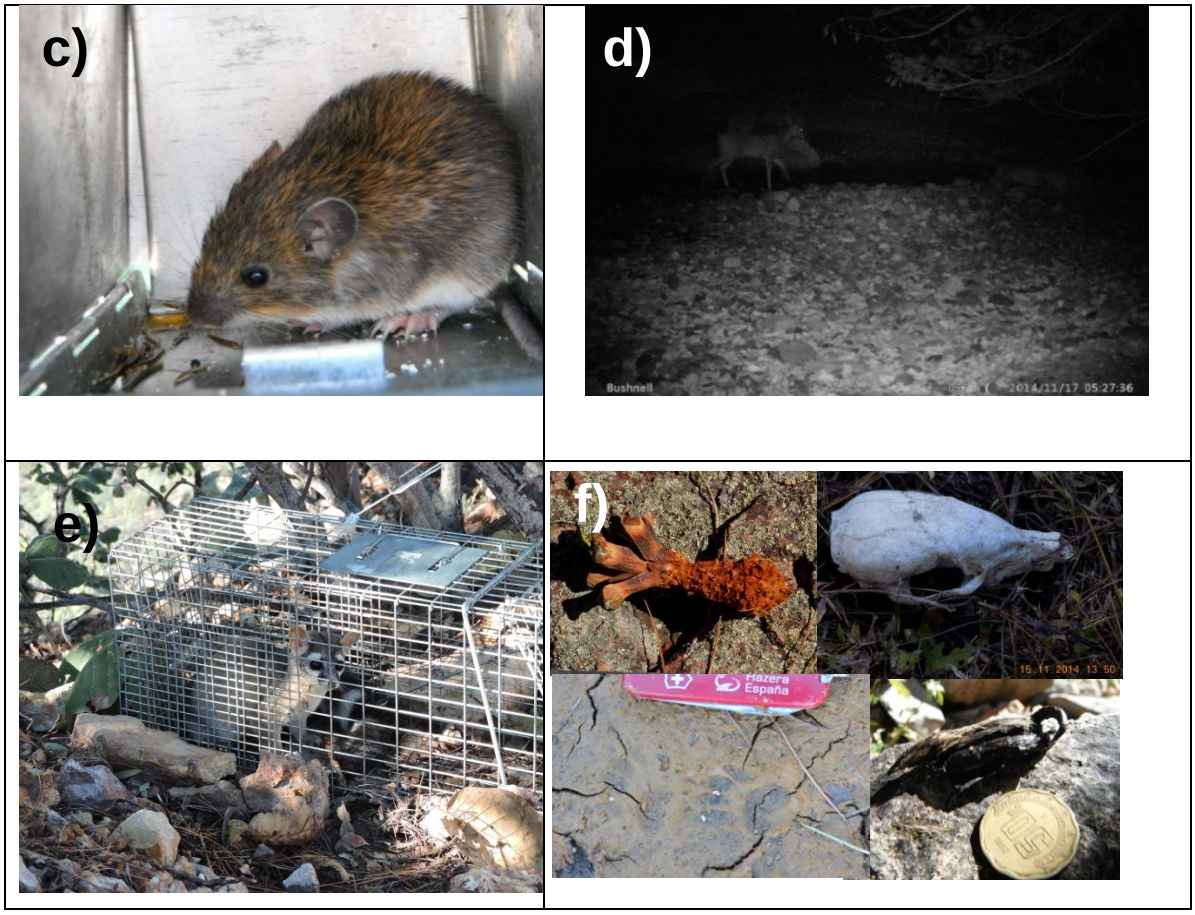
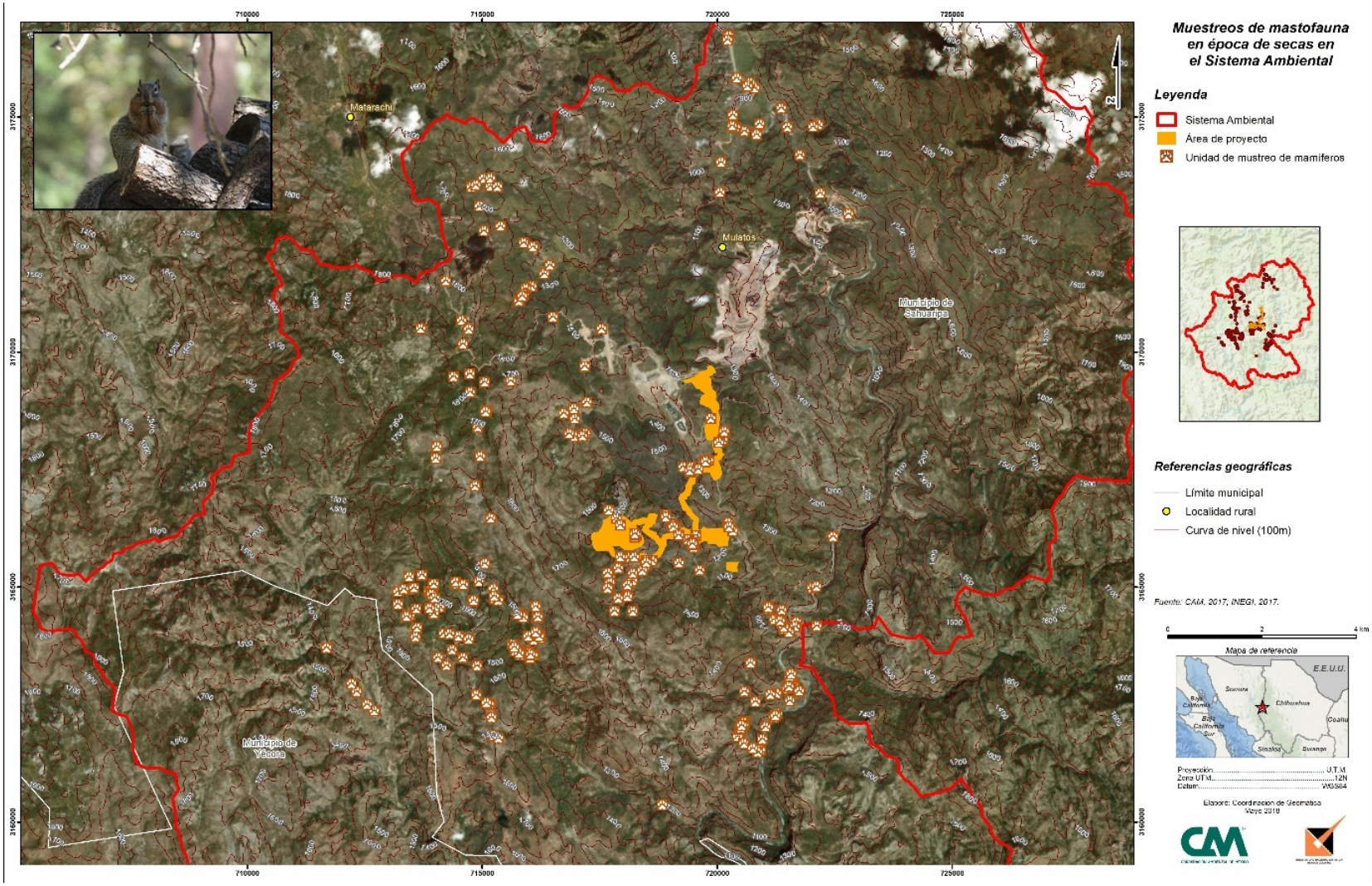
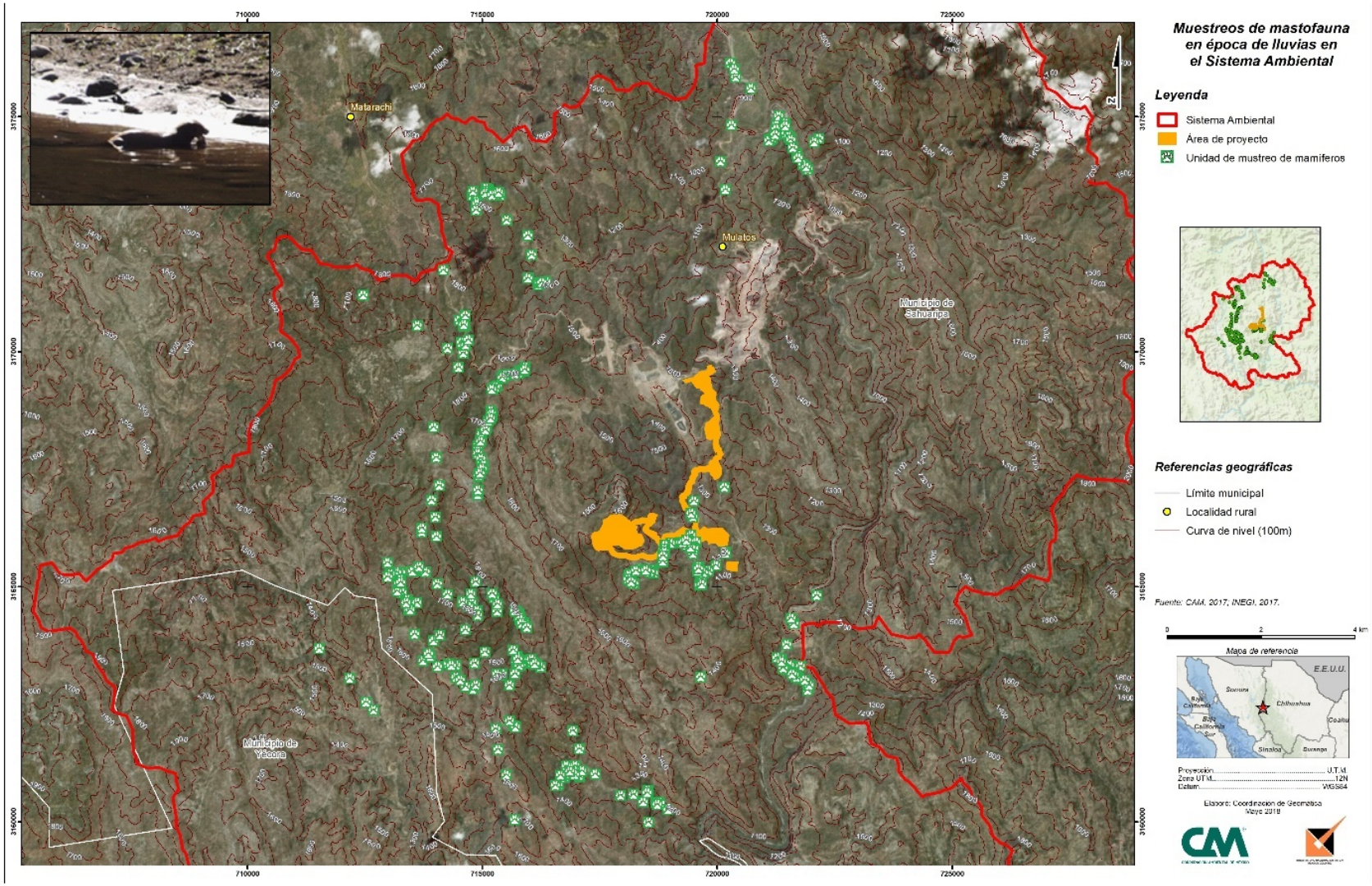


Figura IV-16: Métodos mastozoológicos para el registro de mamíferos en el SA

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.



Mapa IV-19:Muestreo de Mastofauna temporada de secas en el SA



Mapa IV-20: Registro de mastofauna temporada de lluvias en el SA

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-17) 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 (véase **Anexo IV-8**).

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.

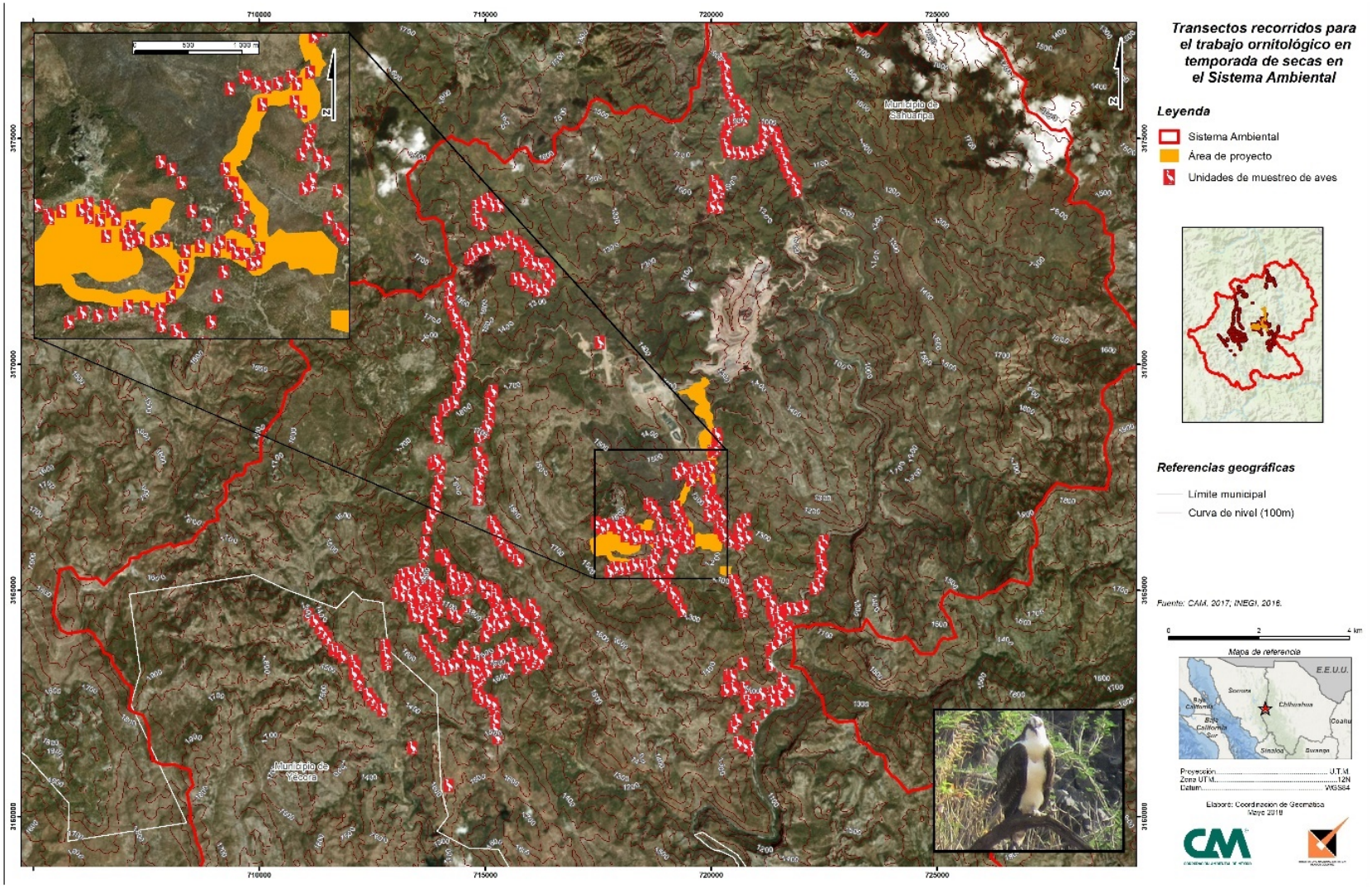
En el Mapa IV-21 y Mapa IV-22, se observan los transectos recorridos en el SA en las temporadas de secas y lluvias respectivamente, con la finalidad de registrar a las distintas especies de aves presentes en los diferentes ambientes que lo conforman.



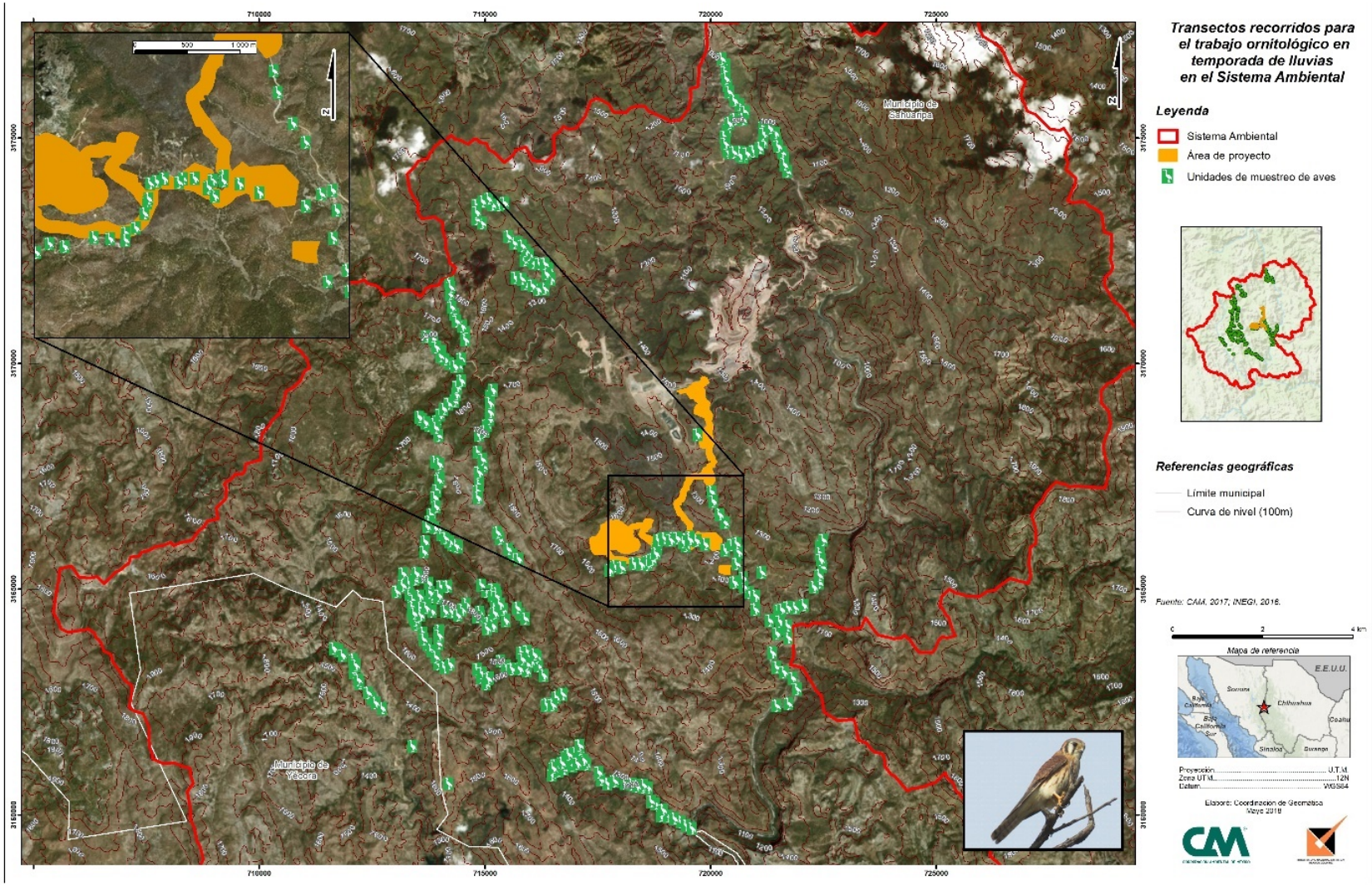
Figura IV-17: Métodos de ornitología para registrar especies de aves en el SA.

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-21: Registro de ornitofauna en el Sistema Ambiental y AP, temporada de lluvias



Mapa IV-22: Registro de ornitofauna en el Sistema Ambiental y AP, temporada de lluvias

IV.2.2.2.8. 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-18).

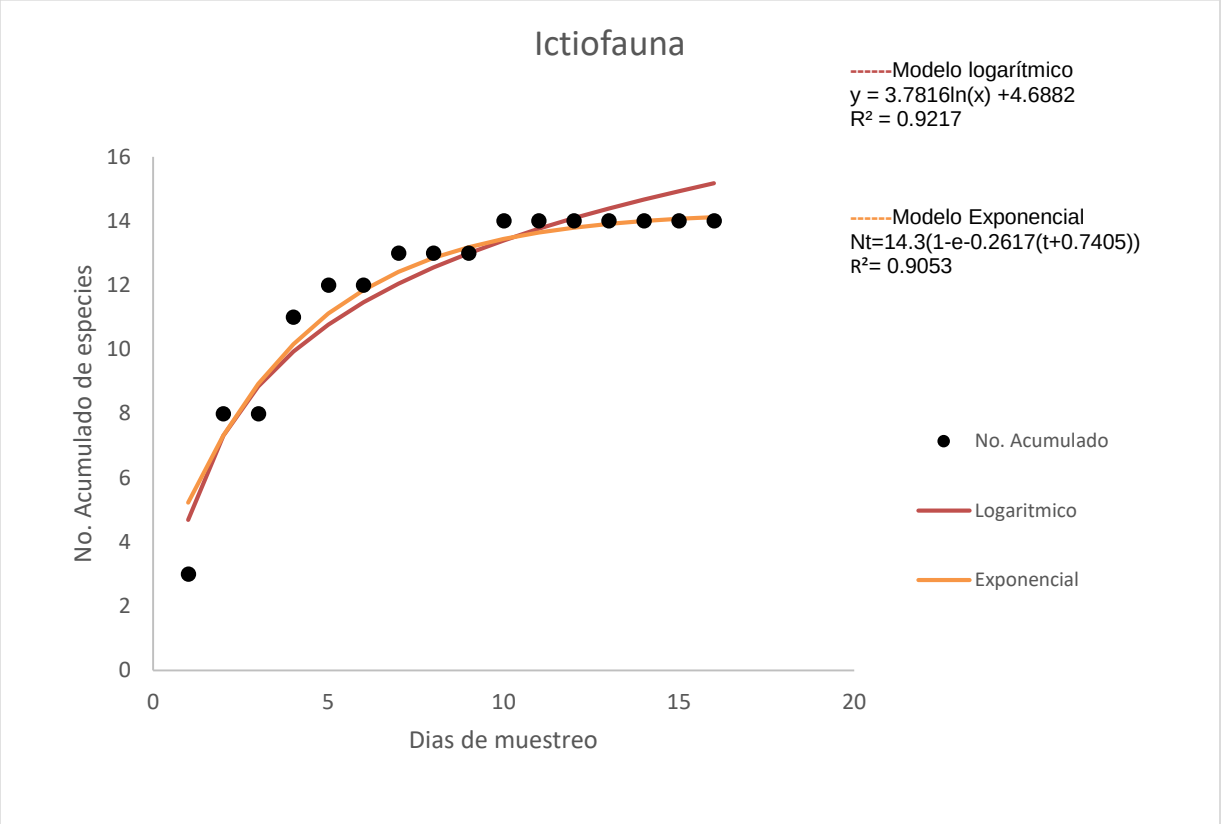


Figura IV-18: Curva de acumulación de especies de ictiofauna en el SA

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-19).

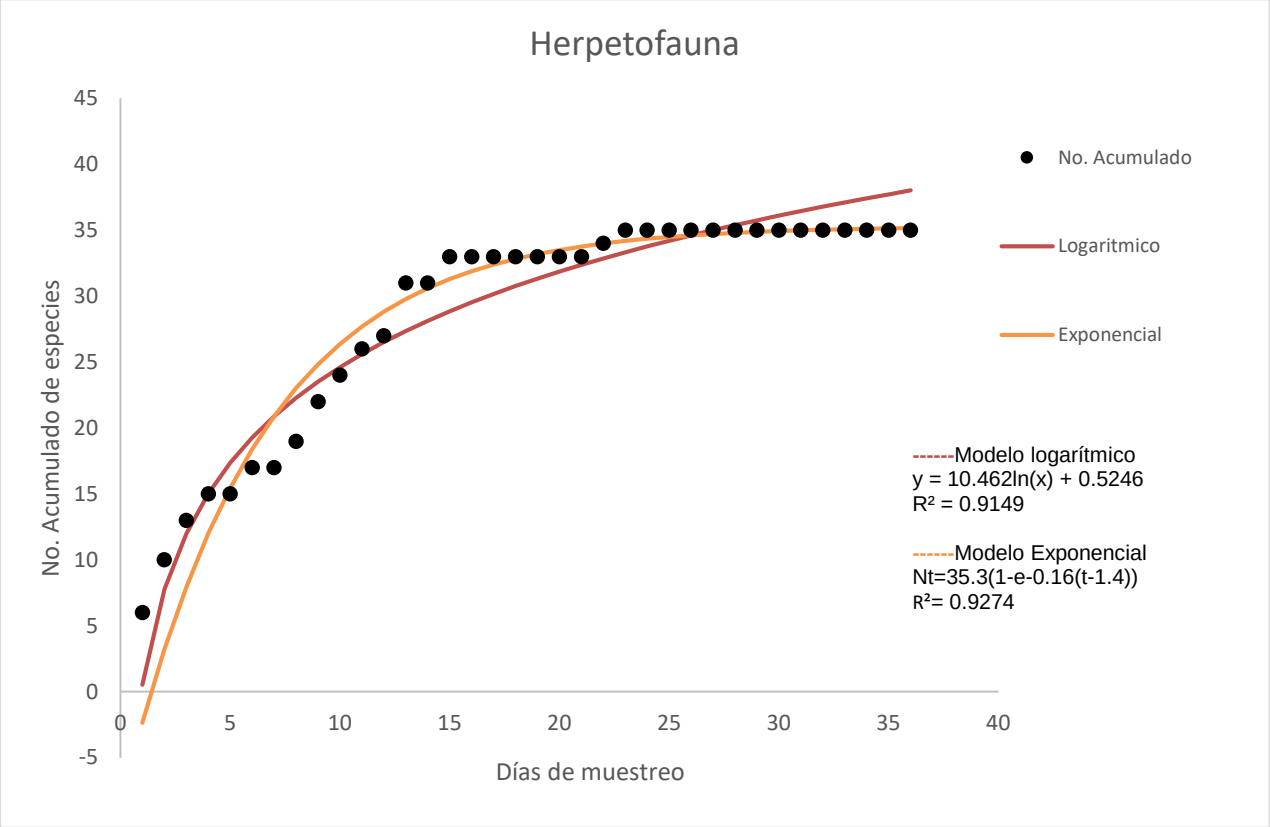


Figura IV-19: Curva de acumulación de especies de herpetofauna en el SA

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-20).

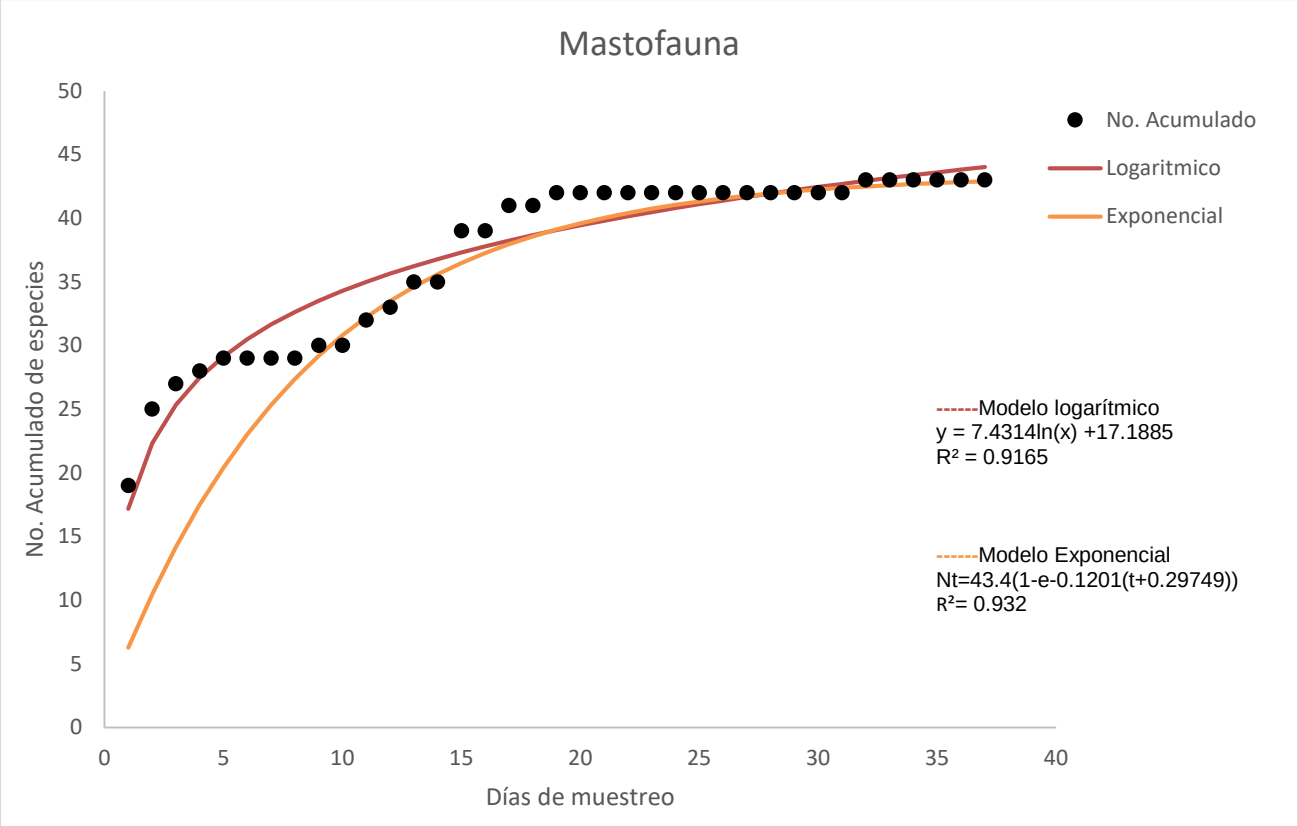


Figura IV-20: Curva de acumulación de especies de mastofauna en el SA

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-21).

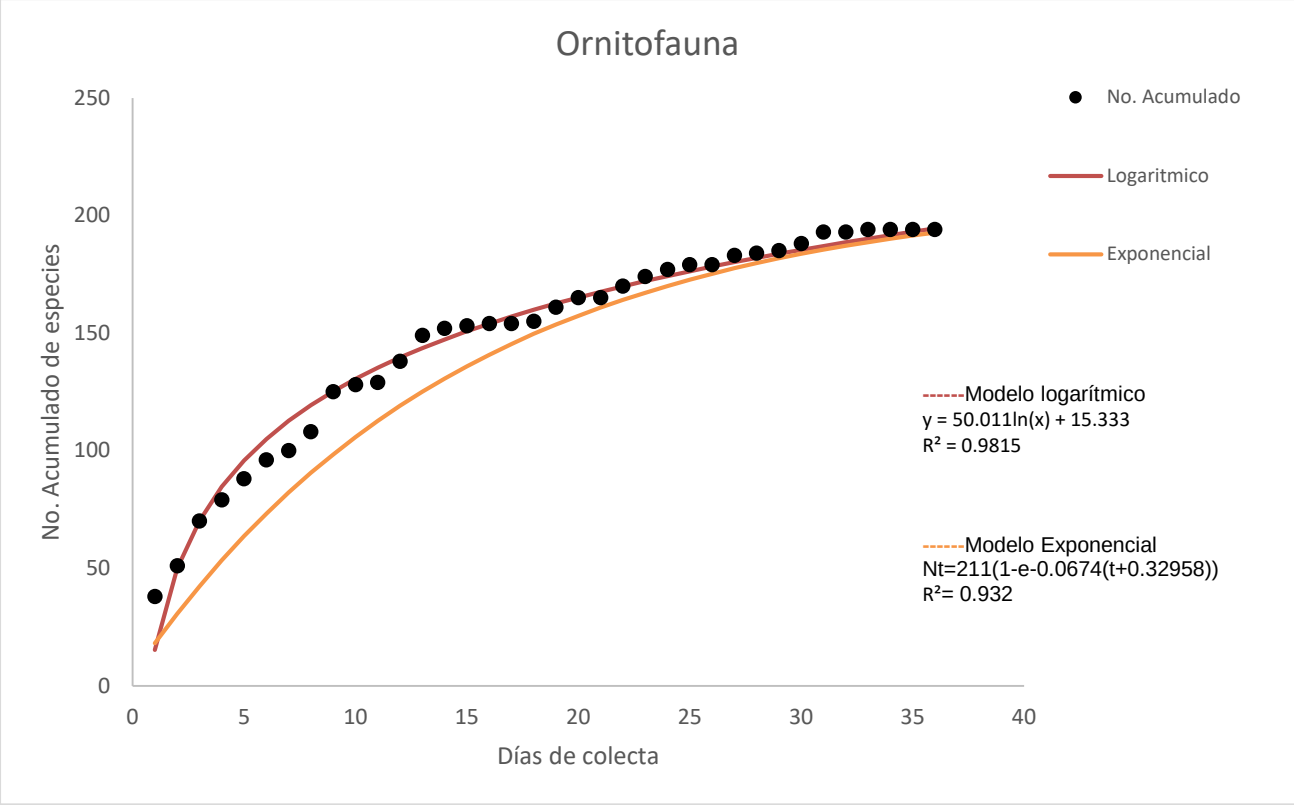


Figura IV-21: Curva de acumulación de especies de la ornitofauna en el SA

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.2.2.2.9. 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-39).

Tabla IV-39: 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
Ictalurus pricei	5	0.002849	8.1168E-06	0.0166974

Especie	NI	pi	pi^2	-pilnpi
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**
λ	**0.168742462**		**H_{max}**	**2.63905733**
***1-*λ**	**0.831257538**		**J**	**0.7593436**

La dominancia registrada para la ictiofauna indica que es baja (λ=0.17), con una alta homogeneidad de las abundancias entre las especies (1-λ=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-40*)*.

Tabla IV-40: 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
Micrurus distans	1	0.00070077	4.9108E-07	0.00508993

Especies	NI	pi	pi2	-pilnpi
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**
λ	**0.206906153**		**H_{max}**	**3.55534806**
1-λ	**0.793093847**		**J**	**0.5948774**

La dominancia se puede considerar regular a media (λ=0.21), con una homogeneidad de las abundancias media-alta (1-λ=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-41*).*

Tabla IV-41: 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
Lasiurus cinereus	6	0.00570885	3.2591E-05	0.02949042

Especie	NI	pi	pi2	-pilnpi
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**
λ	**0.091043734**		**Hmax**	**3.76120012**
1-λ	**0.908956266**		**J**	**0.7627235**

La dominancia registrada para la Mastofauna fue baja (λ=0.09), con una homogeneidad de las abundancias entre las especies registradas alta (1-λ=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-42*).*

Tabla IV-42: 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
Cathartes aura	199	0.0589455	0.00347457	0.16688308
Catharus aurantiirostris	4	0.00118483	1.4038E-06	0.00798359

Especie	NI	pi	pi2	-pilnpi
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
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

Especie	NI	pi	pi2	-pilnpi
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
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

Especie	NI	pi	pi2	-pilnpi
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
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

Especie	NI	pi	pi2	-pilnpi
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**
λ	**0.018970156**		**Hmax**	**5.26785816**
1-λ	**0.981029844**		**J**	**0.8485764**

La dominacia registrada es baja (λ=0.02), con una homogeneidad de abundancias entre las especies relativamente alta (1-λ=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.2.2.2.10. Análisis de régimen de protección y estatus ecológico

Fueron registradas 23 especies consideradas como endémicas, en la Tabla IV-43, se presenta un listado de ellas. Todas ellas fueron registradas en el AP.

Tabla IV-43: 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
Peromyscus gratus	Ratón piñonero
Peromyscus spicilegus	Ratón de Sierra Madre
Chaetodipus artus	Ratón de campo
Sciurus nayaritensis	Ardilla arborícola
Aphelocoma ultramarina	Chara transvolcánica

Especie	Nombre común
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-44 se enlistan las especies y el grupo de fauna al que pertenecen.

Tabla IV-44: 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**
Ornitofauna	
Euptilotis neoxenus	**A**
Geothlypis tolmiei	**A**
Icteria virens	**A**
Accipiter cooperii	**Pr**
Accipiter striatus	**Pr**

Especie	NOM059
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-45, 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-45: 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**
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**

Especie	Nombre común	CITES
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-46 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-46: 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.2.3. 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.
- Red nacional de caminos.
- Hidrología superficial.
- Continuo de elevaciones mexicano versión 3.0 con resolución de 30m.

CONABIO:

- Áreas de importancia para la conservación de las aves.
- Áreas Naturales Protegidas Federales de la República Mexicana de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).
- Regiones Terrestres Prioritarias.

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.2.3.1. 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-47

Tabla IV-47: 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 500m, 5 000m y 15 000m.

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: alto y bajo (véase Figura IV-22 y Mapa IV-23). El impacto más alto se presenta en las proximidades de Mulatos, mientras que en Matarachi es medio en y Trigo de Corodepe es nulo.

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.

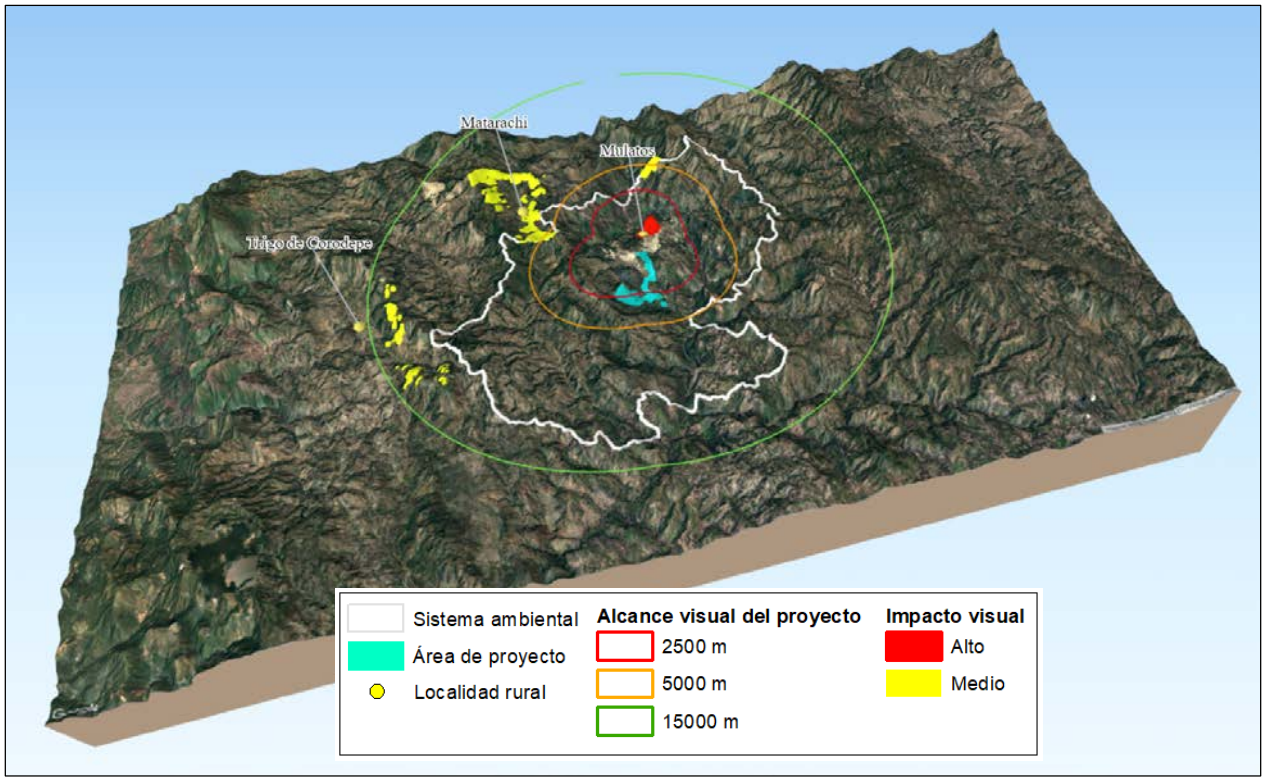


Figura IV-22: Vista en 3D del impacto visual del proyecto.

IV.2.3.2. 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-23).

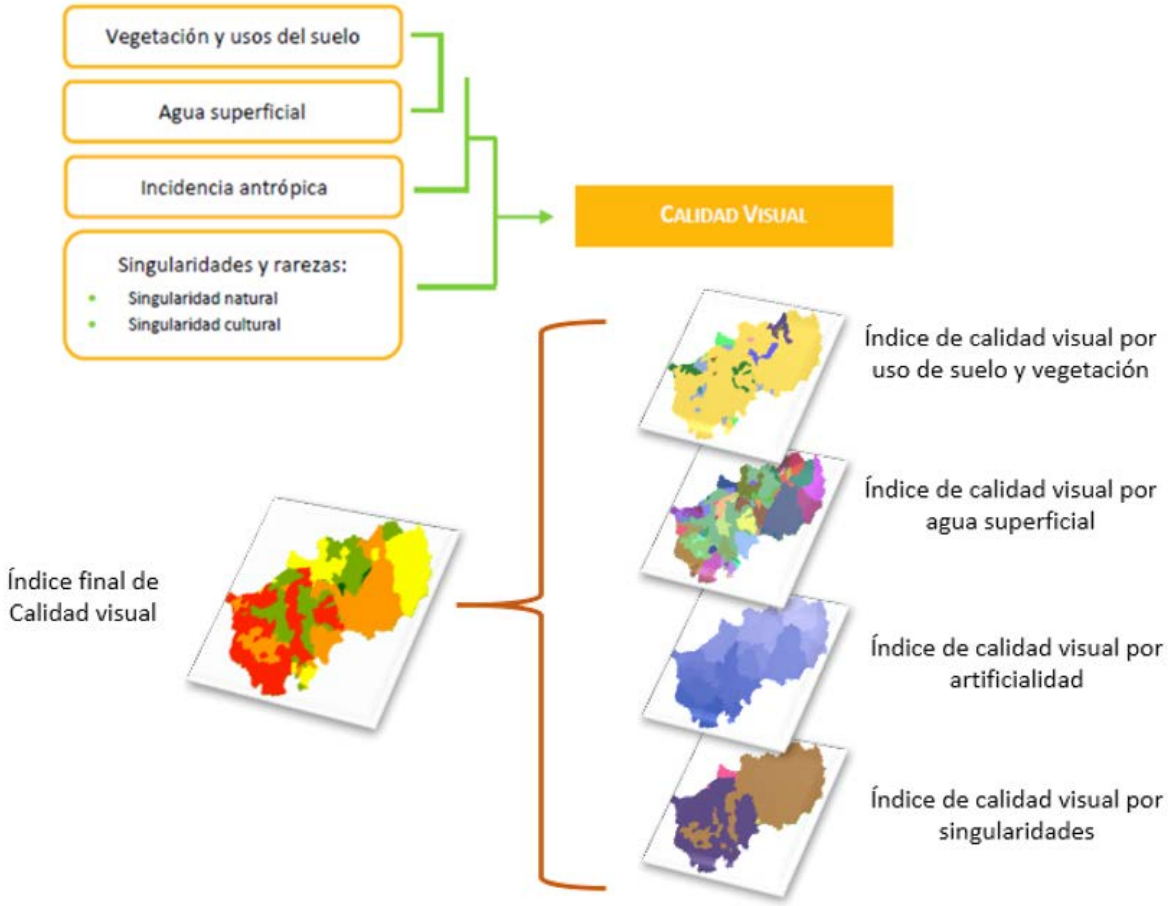


Figura IV-23: Obtención de la calidad visual paisajística

Los resultados del análisis indican que el 75.63% del SA presenta altos grados de calidad visual (véase Mapa IV-24) 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 el sur presenta alta calidad visual (47.04% del total) y norte un grado medio-alto (27.95%). Existen también pequeños manchones dispersos en el norte que presentan baja y media-baja calidad visual (0.1% y 24.91% respectivamente). Los datos finales de calidad visual se muestran en la Tabla IV-48.

Tabla IV-48: Calidad visual paisajística en el SA

Calidad visual	Cubrimiento en el SA (ha)	Cubrimiento en el AP (ha)	Porcentaje	Porcentaje
Alta	8 150.08	99.88	23.84	47.04
Media-Alta	10 287.15	59.35	30.09	27.95
Media	7 423.14	-	21.71	-
Media-Baja	8 149.74	52.89	23.84	24.91
Baja	179.45	0.22	0.52	0.1
	34 189.55	212.33	100	100

IV.2.3.3. 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-24).

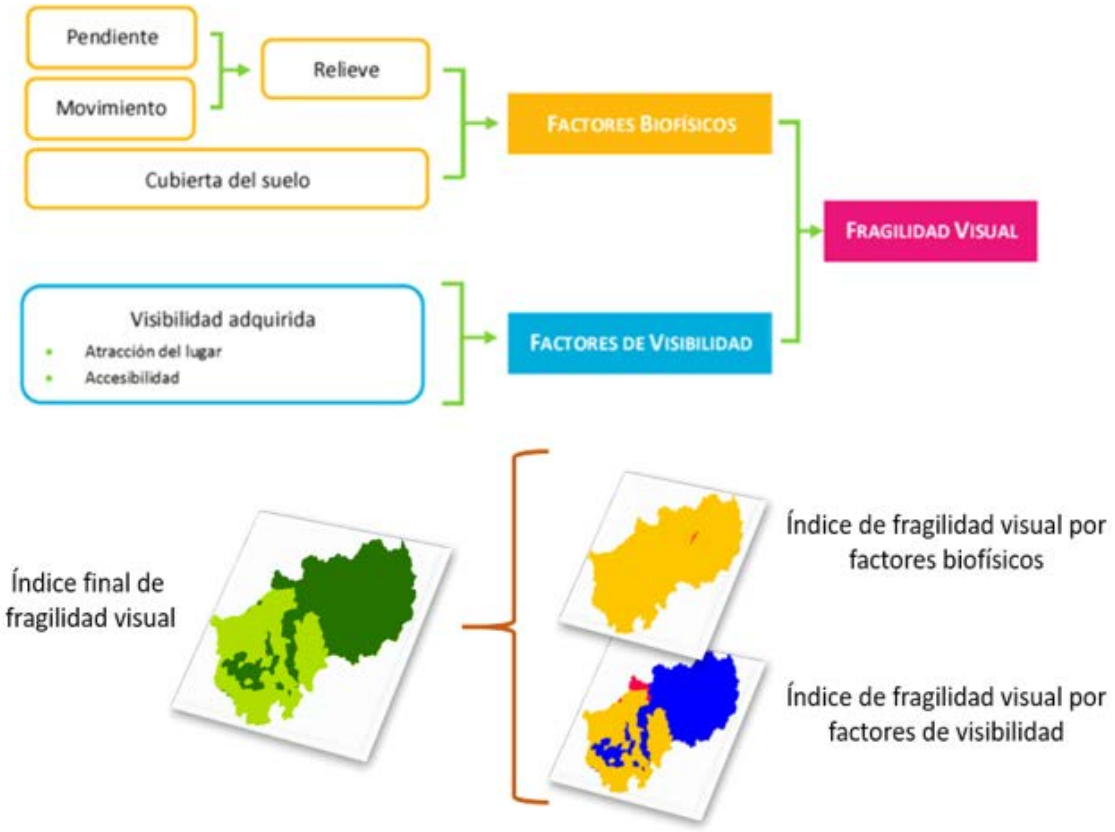


Figura IV-24: Obtención de la fragilidad visual paisajística.

Los resultados del análisis solo presentan dos de las cinco categorías e indican una fragilidad visual relativamente baja para todo el SA (véase Mapa IV-25), 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.

La misma situación se repite en el AP, el grado medio-bajo cubre el 58.27% hacia el norte y centro, mientras que el grado bajo cubre el 41.73% que corresponde a la mitad sur del proyecto. En la Tabla IV-49 se muestran los valores obtenidos para fragilidad visual.

Tabla IV-49: Fragilidad visual paisajística en el SA

Calidad visual	Cubrimiento en el SA (ha)	Cubrimiento en el AP (ha)	Porcentaje	Porcentaje
Alta	-	-	-	-
Media-Alta	-	-	-	-
Media	-	-	-	-
Media-Baja	15584.61	123.73	45.58	28.27
Baja	18604.95	88.61	54.42	41.73

Calidad visual	Cubrimiento en el SA (ha)	Cubrimiento en el AP (ha)	Porcentaje	Porcentaje
	34 189.55	212.33	100	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 (8.7 km 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.

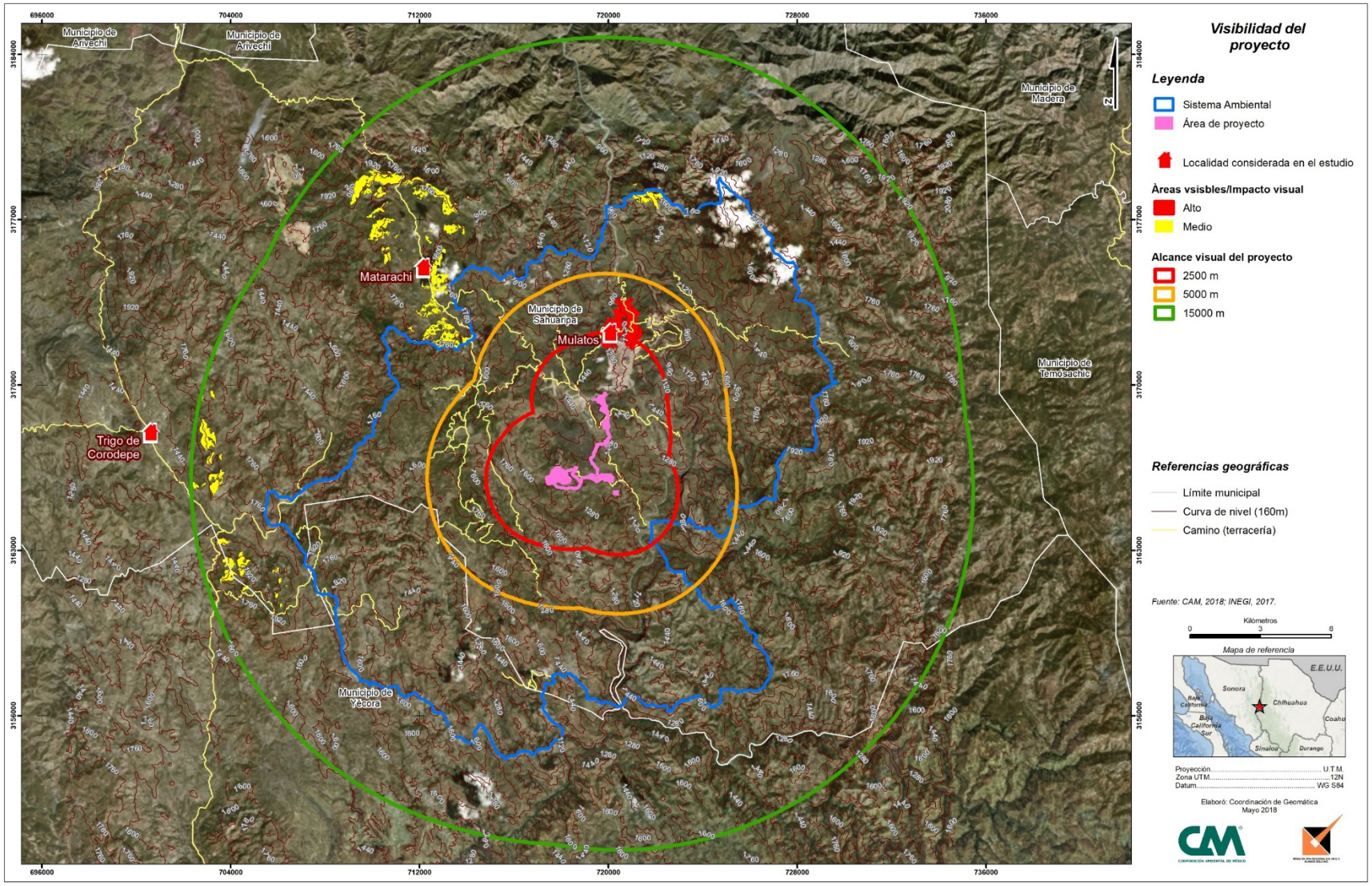
La fragilidad paisajística del SA va de baja a media-baja. En este sentido, la vegetación y topografía del lugar pueden paliar los efectos visuales que cause el proyecto, situación que se incrementa al no existir vialidades que faciliten el acceso al lugar. En resumen, el SAR presenta poca fragilidad 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:

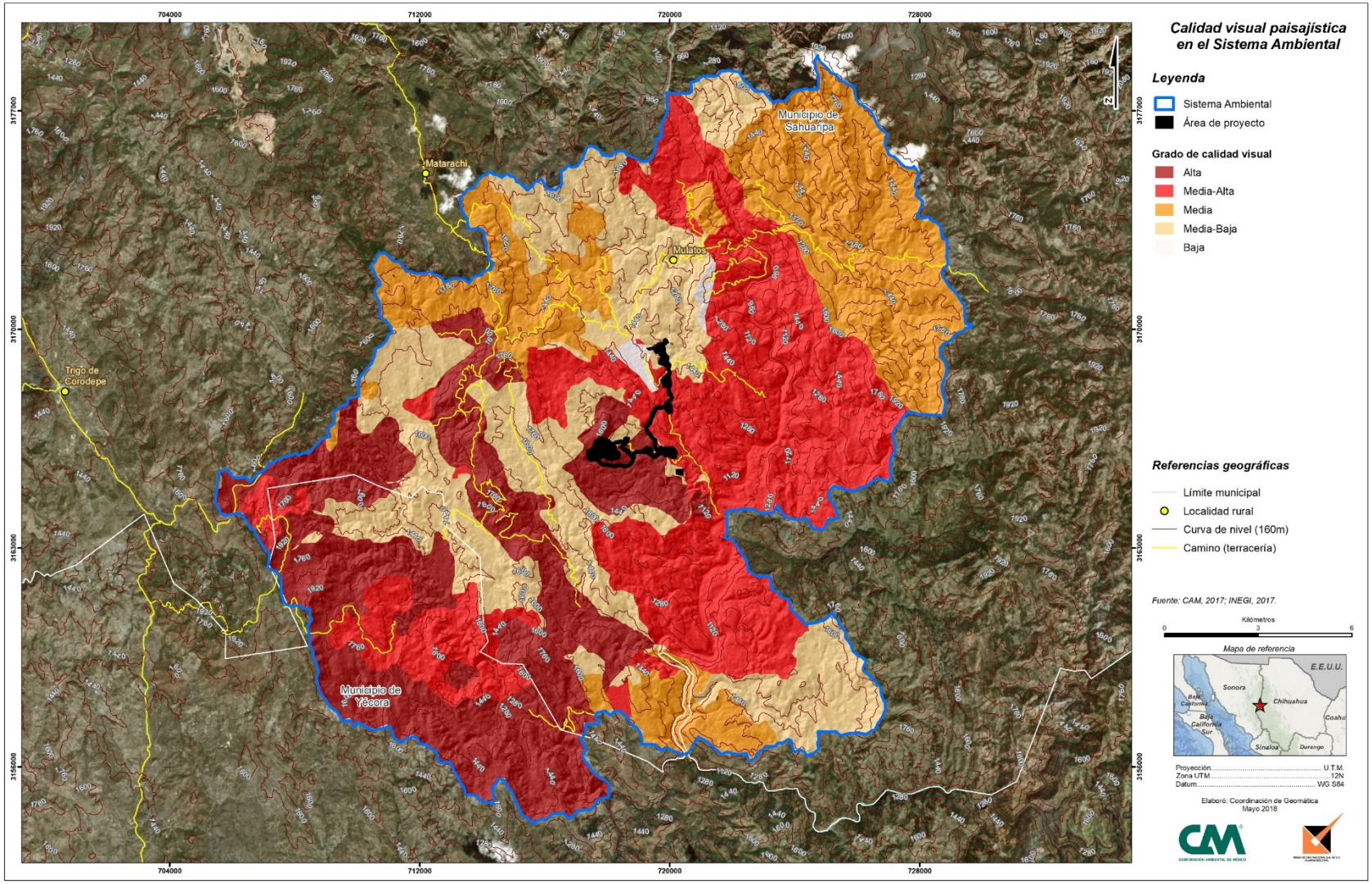
- Implementación de barreras visuales con vegetación arbórea que obstaculice la visibilidad del tajo, esto potenciará la capacidad estética del proyecto.
- Comenzar las actividades de mitigación y recuperación en el tajo y el resto de las instalaciones a la par del desarrollo del proyecto, para que la calidad visual no se vea afectada, esto mientras sea posible dentro de las capacidades de operación del mismo proyecto.

Página intencionalmente dejada en blanco.

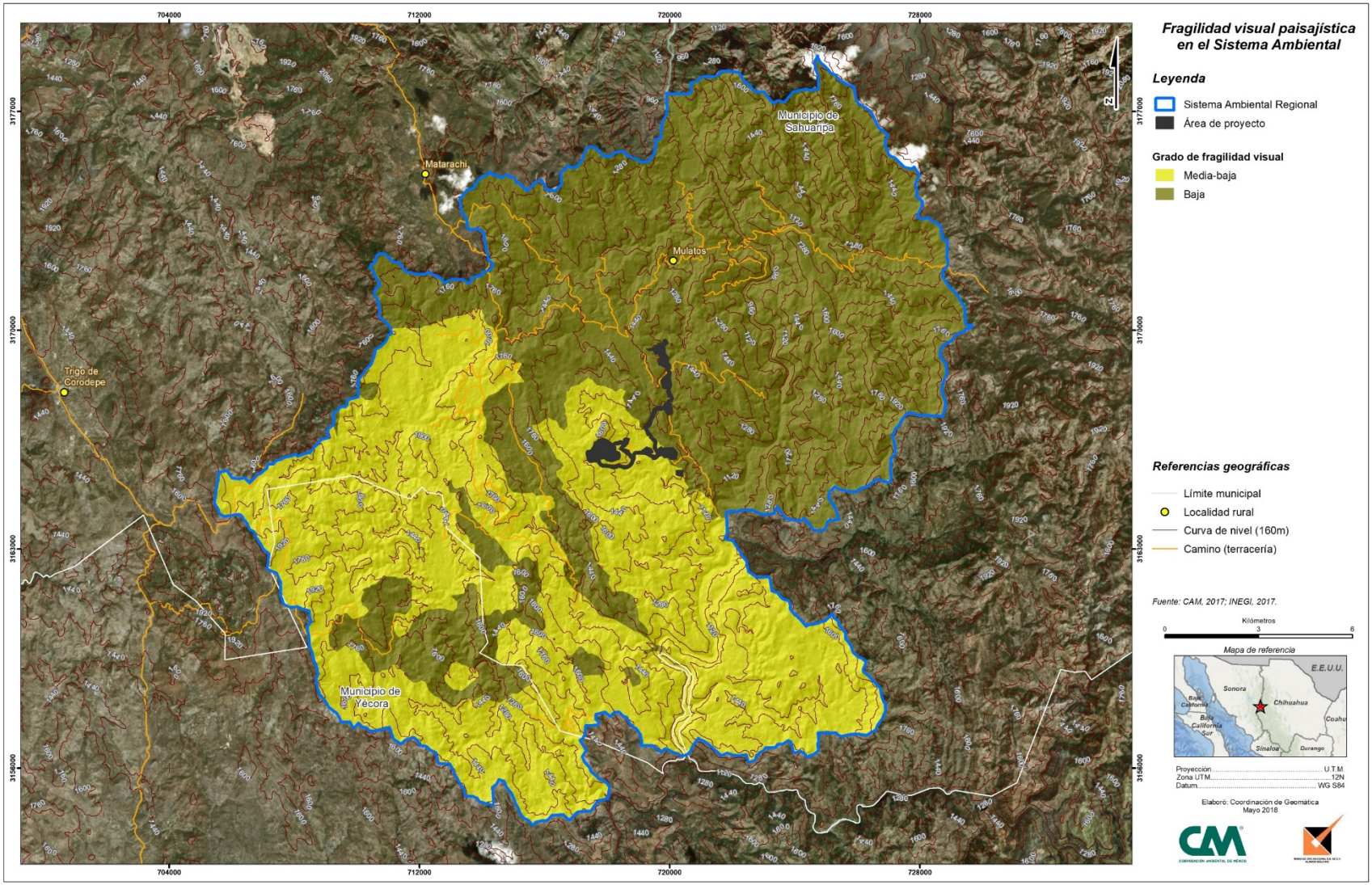


Mapa IV-23: Visibilidad del proyecto

.



Mapa IV-24: Calidad visual paisajística en el SA



Mapa IV-25: Fragilidad visual paisajística en el SA

IV.2.4. 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-50).

Tabla IV-50: 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-51) (SNIM 2010).

Tabla IV-51: 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

Municipio	Lugar de nacimiento				
	En el municipio	Otro estado	USA	Otros países	No especificado
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-52) (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-52: 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-53 y Tabla IV-54).

Tabla IV-53: 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

l.

Tabla IV-54: 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-55).

Tabla IV-55: 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-56).

Tabla IV-56: 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-57).

Tabla IV-57: 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-58).

Tabla IV-58: 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-59).

Tabla IV-59: 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-60. Se identificaron 8 lenguas indígenas con 423 personas hablantes, donde el Pima es la lengua predominante con 404 personas que lo practican.

Tabla IV-60: 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-61).

Tabla IV-61: 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-62. 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-62: 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.2.5. 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)[13], 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 paísaje 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-63.

Tabla IV-63: 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.

[13] Recurso disponible en línea. Consultado el 22 de enero de 2018. https://www.researchgate.net/publication/304629727_Introduccion_a_los_servicios_ambientales

En resumen las funciones y recursos de los ecosistemas que se ha identificado en el SA (bosque de encino y bosque de encino-pino) dan origen a los servicios ambientales[14] 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-63, las funciones y servicios ambientales ques se tienen presentes en el Área del Proyecto se mencionan en la siguiente Tabla IV-64.

Tabla IV-64: Descripción de las funciones y servicios ambientales en el AP

Función	Descripción
Regulación	La vegetación presente en la mayor parte del AP, es vegetación natural, bosque de encino y bosque de encino-pino, de acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación Serie V de INEGI. Por lo que se considera 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.
Hábitat	Derivado de los recorridos en campo, se avistarón áreas sin vegetación utilizadas, estás áreas han sido impactadas por los proyectos mineros cercanos que actualemente operan. Considerando que hay actividades mineras, se considera que el AP sigue proveyendo un hábitat para las diferentes especies, incluyendo aquellas que se encuentran en algún estatus de riesgo, en términos de funcionar como área de alimentación, reproducción, crianza y refugio.
Producción	De manera general, la cobertura vegetal se considera medianamente densa en algunas partes, 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 los 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-65.

Tabla IV-65: 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, por lo que las fuentes fijas de contaminación atmosférica detectadas son principalmente la de los proyecto mineros que o 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 (polvo de los caminos de terracería, tránsito local y actividades mineras actuales).

[14] Para que las funciones de los ecosistemas adquieran el carácter de servicios ambientales, es necesario que existan usuarios de dichas funciones.

Componente	Descripción
Uso del Suelo:	La vegetación presente en el SA es en su mayoria corresponde a vegetación natural, (bosque de encino, seguida por bosque de encino-pino, bosque de pino-encino y selva baja caducifolia). Sin embargo, hay también áreas que han sido afectadas en un 15-20% de la superficie, esta afectación se observa en parches de pastizal, distribuidos en el SAR, asi como algunas áreas incendiadas, y áreas sin vegetación. Por otra parte, la pérdida de suelo por erosión natural (eólica e hídrica) tanto en el SA como en el AP es considerada como nula, ya que se pierden menos de 5 toneladas de suelo por hectárea al año (t/ha/año). Aun con los proyectos actuales, las actividades antropogénicas, este parámetro goza de buena calidad. Sin embargo, se considera que es importante que las medidas y acciones de restauración y de aprovechamiento se lleven a cabo para evitar la perdida significativa tanto de vegetación como degardación o perdida de suelo.
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. 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, esta especie de salamandra ocupa los cuerpos de aguas claras libres de contaminación, su presencia puede ser un indicador de buenas condiciones ambientales. Esta especie se reportó en el AP del proyecto de Cerro Pelón y también se ha encontrado en años anteriores comunidades de esta especie en otros sitios fuera del proyecto. Respecto al agua subterránea, para el acuífero Yécora[15] 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-abrevadero. Para este acuífero se reporta que existe un volumen adicional de 10 542 000 m^3 anuales para otorgar nuevas concesiones.
Vegetación	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. De las 309 especies registradas 256 son encontradas en el bosque de encino y 102 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. 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, agricultura, 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 309 especies registradas solo 5 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).

[15] Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Yécora (2649), Estado de Sonora. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104348/DR_2649.pdf

Componente	Descripción
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	El sitio donde se localiza el proyecto no cuenta con la infraestructura para recolectar, separar, tratar y disponer los diferentes tipos de residuos que se generan en las comunidades de Mulatos y Matarachi, esta situación permite que haya 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 en otros proyectos autorizados como Mulatos y Ampliación La Yaqui, 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 no peligrosos. Esta infraestructura será aprovechada en para el proyecto de Cerro Pelón. En los documentos IT-MAP-02 "Recolección transporte y disposición de Residuos Peligrosos” y IT-MAP-22 “Manejo de residuos peligrosos”, se presenta los procedimientos operacionales para llevar a cabo la recolección y manejo.
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. La unidad paisajística predominante en el SA es bosque de encino, mientras que en el AP es bosque encino-pino. El resultado sobre la visibilidad concluye que el impacto más alto se presenta en las proximidades de Mulatos, mientras que en Matarachi es medio en y Trigo de Corodepe es nulo. Respecto a calidad visual, los resultados indican que el 75.63% del SA presenta altos grados de calidad visual divididos en categorías que van de media a alta calidad visual, esto 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. Los altos grados de calidad visual se repiten en el AP, pues el sur presenta alta calidad visual (47.04% del total) y el norte un grado medio-alto (27.95%). Sobre la fragilidad visual, los resultados indican una fragilidad visual relativamente baja para todo el SA pues 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, lo que 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. La misma situación se repite en el AP, el grado medio-bajo cubre el

Componente	Descripción
	58.27% hacia el norte y centro, mientras que el grado bajo cubre el 41.73% que corresponde a la mitad sur del proyecto

A partir de la información existente del medio natural, se establece que el principal proceso que puede influir en el deterioro de la región donde se ubica el proyecto es el cambio de uso de suelo sin la implantación de medidas que amortigüen dicho cambio, algunas actividades antropogénicas como la agricultura y el pastoreo, los incendios forestales ya sea naturales u ocasionados, así como las actividades de aprovechamiento maderable sin autorización o sin planes de manejo. Esto puede ocasionar el deterioro de otros factores tales como vegetación, fauna y su reserva genética, así como suelo, paisaje e infiltración de agua.

Si bien, por la naturaleza del proyecto se tendrán impactos, ninguno de ellos se considera significativo, lo que permitirá que las funciones ecosistémicas en menor o mayor grado segura sucediendo y los servicios ambientales seguirán ofreciéndose a los habitantes de las comunidades cercanas al proyecto. Sin embargo, debe destacarse que las comunidades 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.

En general, se considera que los impactos serán puntuales, es decir solo sucederán en el AP a fin de minimizarlos o prevenirlos se proponen medidas de prevención y mitigación. Además, que se utilizará la infraestructura de servicios requerida para minimizar daños al ambiente.

ANEXOS CAPÍTULO IV

Anexo IV-1.
Parcelas muestreadas en el SA y AP en la temporada de secas y lluvias

Anexo IV-2.
Especies encontradas por tipo de vegetación y por temporada de muestreo

Anexo IV-3.
Compendio fotográfico de los sitios de muestreo de flora

Anexo IV-4.
Compendio fotográfico de los especímenes identificados

Anexo IV-5.
Listado de especies potenciales

Anexo IV-6.
Listado de especies registradas en el SA

Anexo IV-7.
Puntos de muestreo en unidades UTM para cada tipo de fauna

Anexo IV-8.
Registro fotográfico de las especies de fauna

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. Resultados de la Evaluación de los Impactos 44
V.2.1. Impactos residuales 44
V.2.2. Impactos acumulativos 45
V.3. Conclusiones 47

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 Minero Tajo Cerro Pelón 4
Tabla V-4. Descripción de los parámetros ambientales en el proyecto 7
Tabla V-5: Atributos de valoración de la Importancia 13
Tabla V-6. Lista de verificación simple para la identificación de parámetros ambientales 15
Tabla V-7 Matriz de interacción para la identificación de impactos 23
Tabla V-8. Valoración de la importancia de los impactos ambientales identificados para el Proyecto 29
Tabla V-9. Impactos residuales identificados para el proyecto 44
Tabla V-10. Impactos acumulativos identificados para el proyecto 45
Tabla V-11. Resumen de resultados de valoración de los impactos ambientales del proyecto .. 48

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, OM, AB	Cantidad de suelo perdido por superficie sin vegetación
Calidad del Suelo	Partes por millón de contaminantes (ppm)	PS, CO, OM, 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, OM, AB	Parámetros NOM-127-SSA1-2014 y Ley Federal de Derechos
Calidad del agua subterránea	mg/l de contaminante específico	PS, CO, OM, AB	Parámetros NOM-127-SSA1-2014 y Ley Federal de Derechos

Parámetro Ambiental afectado en el SAR	Unidades de medición	Etapa de implementación	Forma de cuantificación
Calidad del aire	Partes por millón de contaminantes (ppm)	PS, CO, OM, AB	Monitoreo de aire y verificaciones a equipos de combustión (CO_2, CO, SO_2, NOx, PST)
Ruido y vibraciones	Decibeles (dB)	PS, CO, OM, AB	Monitoreos perimetrales de niveles de ruido ambiental
Especies de fauna en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	Adimensional	PS, CO, OM, AB	Conteo de número de especies y número de individuos por especie
Abundancia de flora	Adimensional	PS, CO, OM, 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, OM, AB	Conteo de número de especies y número de individuos por especie
Empleo y activación económica	Número de trabajadores	PS, CO, OM, 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-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

[1] http://www.semarnat.gob.mx/temas/estadisticas-ambientales/snia/estructura-del-SNIA

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 Minero Tajo Cerro Pelón

Etapa	ID	Obra / Actividad	Descripción
Preparación de Sitio (1 año)	01	Delimitación de áreas	Consiste en preseleccionan las áreas a minarse, 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
	02	Marcaje y rescate de flora y fauna	Se llevará a cabo el plan de rescate de flora y fauna. Por medio de listones, se señalará la vegetación que permanecerá intacta La flora rescatada será principalmente de especies de Cactáceas, debido a que son especies de lento crecimiento, siendo replantadas en los sitios que la empresa ha designado para tal efecto. En paralelo se ahuyentará a especies faunísticas, las actividades subsecuentes son unidireccionales y paulatinas. Para lo anterior se aplicarán los programas de rescate señalados en el Capítulo VII del presente estudio
	03	Desmonte	Se efectuará el desmonte gradual de las áreas a intervenir, para el desarrollo del proyecto, 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 145.50 ha.
	04	Rescate de suelo fértil y despalme	Se llevará a cabo el despalme o recuperación del suelo fértil y su almacenaje en el área denominada Top Soil 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.
	05	Rehabilitación y construcción de caminos	Consiste en la rehabilitación y construcción de caminos con maquinaria, ya sea rellenando, aplanado o ampliando los caminos existentes a fin de tener acceso a las áreas del proyecto y a las que ya se tiene acceso para continuar con los trabajos de preparación del sitio y construcción y operación.
	06	Banco de materiales, nivelaciones y compactación	Actividades que consisten en rellenar y nivelar las superficies del terreno de las obras que así lo requieran con materiales adecuados provenientes del banco de materiales del Proyecto, posteriormente se procederá a la compactación con equipos y maquinaria. Esta acción debe hacerse en capas y con la ayuda de un pisón.

Etapa	ID	Obra / Actividad	Descripción
	07	Manejo de residuos	***Residuos orgánicos**:* el material vegetal producto del desmonte 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**:* desechos como papel, cartón, vidrio, aluminio, etc. Provenientes de las áreas operativas de empleados (oficina, comedor y campamento de empleados) 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:*** los residuos generados, principalmente, en el área de trituración debido al mantenimiento del equipo se almacenarán temporalmente en el almacén del proyecto Mulatos y serán recolectados por empresas autorizadas por la SEMARNAT. En caso de residuos resultado de la limpieza de algún derrame de hidrocarburos (suelo contaminado, estopas, filtros, papel, etc.) serán dispuestos en contenedores y enviados a confinamiento externo autorizado por la SEMARNAT. Las aguas residuales provenientes de los baños portátiles estarán a cargo del proveedor para su descarga en plantas de tratamiento autorizadas. De manera simultánea, las aguas residuales generadas en las áreas de comedor, oficinas y baños de oficina serán trasladadas en pipas de 10 000 l a la PTAR de lodos activados del proyecto Mulatos.
	08	Emisiones a la atmósfera	Generación, control, monitoreo y liberación de gases y partículas hacia la atmósfera como resultado de las actividades inherentes a la etapa de preparación de sitio. El ruido de la maquinaria, se considera que no es de relevancia, ya que la comunidad más cercana se encuentra a 8 km, aproximadamente, no obstante, el personal usará el EPP apropiado según sus actividades.
Construcción y Operación (6 años, del año 2 al 7 del Proyecto)	09	Desarrollo del Tajo y minado	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 dispuesta en camiones de alto perfil, para ser trasladado fuera del tajo, al sitio del proceso de trituración. Esta actividad contempla el resguardo de explosivos en los Polvorines y la operación de estos almacenes.
	10	Conformación de Tepetateras	Consiste en acomodo de la roca estéril o tepetate generado por el descapote del tajo y con el material que no cumpla con la ley de corte económico, y que se descarga en las áreas designadas para tal fin (tepetateras) 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.
	11	Construcción y Operación de Infraestructura	Las oficinas, área de comedor y servicio médico del Proyecto Minero Cerro Pelón serán de infraestructura móvil tipo traila. Adicionalmente se construirá o habilitará la banda transportadora, el Top Soil, los Polvorines y Área de Trituración.
	12	Proceso de área de trituración	La trituración consiste en tres etapas (etapa primaria, secundaria y terciaria). Los camiones vaciarán el mineral directamente dentro de la quebradora de quijada, presentando un tamaño menor a 15.78” para ser alimentado a la quebradora y saldrá con un tamaño menor. El material, al salir, caerá sobre una banda transportadora de velocidad variable y de ahí pasará a un stacker que lo depositará sobre un stock pile, donde se apilará el material primario. Con apoyo de una tolva alimentadora se enviará a la quebradora de cono, misma que triturará el mineral.
	13	Acarreo de Mineral	El mineral extraído del tajo será transportado en camiones de alto perfil 777cat de 80 toneladas de capacidad al área de trituración y vaciando directamente dentro de la quebradora de quijada a través de los caminos de acarreo una distancia de 8km.
	14	Transporte de material por banda	Una banda giratoria entre dos poleas y rodillos intermedios montados sobre una estructura metálica transportará el material triturado hacia el Proyecto Mulatos para su procesamiento.

Etapa	ID	Obra / Actividad	Descripción
	16	Mantenimiento de instalaciones	Estas actividades consisten en el mantenimiento en la planta de trituración, camino de acarreo y banda trasportadora hacia patios de lixiviación: a) Lubricación con grasa de los rodillos de las bandas y poleas. b) Limpieza de la pasta que se acumula en forma irregular sobre las poleas. c) Limpieza de polvo acumulado en el equipo principalmente entre rodillos de la zona de puntos de transferencia. d) Vigilar el trabajo efectivo de los limpiadores de banda. e) Revisar la banda cuando menos una vez por turno para detectar rajaduras en las cubiertas o desgaste en las orillas. f) Los caminos de acarreo se aplanarán, se rellenarán o se ampliarán en caso de ser necesario con material proveniente del banco de material. El mantenimiento de otro tipo (de camiones o maquinaria) se llevará a cabo en el Proyecto Mulatos.
	17	Manejo de residuos	***Residuos Sólidos:*** el material estéril será usado para rellenos y revestimientos de caminos de acarreo para evitar dispersión de polvos. Desechos domésticos de las áreas operativas de empleados (papel, cartón, vidrio, aluminio etc.) serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados, y 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:*** 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 maquinaria, así como en limpieza de los derrames de hidrocarburos que llegaran a ocurrir serán dispuestos en contenedores de acuerdo a la normatividad aplicable, se almacenará temporalmente en el almacén del proyecto Mulatos y enviados a confinamiento externo autorizado por la SEMARNAT. Las aguas residuales provenientes de los baños portátiles estarán a cargo del proveedor para su descarga en plantas de tratamiento autorizadas. De manera simultánea, las aguas residuales generadas en las áreas de comedor, oficinas y baños de oficina serán trasladadas en pipas de 10 000 l a la PTAR de lodos activados del proyecto Mulatos.
	18	Emisiones a la atmósfera	Generación, control, monitoreo y liberación de gases y partículas hacia la atmósfera como resultado de las actividades inherentes a la etapa de preparación de sitio. El ruido de la maquinaria, se considera que no es de relevancia, ya que la comunidad más cercana se encuentra a 8 km, aproximadamente, no obstante, el personal usará el EPP apropiado según sus actividades.
Cierre y Abandono (3 años, del año 6 al 8 del Proyecto)	21	Desmantelamiento y/o clausura de áreas	Se realizará en el desmantelamiento y retiro de infraestructura, residuos, equipo, maquinaria del área del proyecto. Lo anterior se realizará a fin de tener áreas libres de infraestructura y seguras para empezar con las actividades de restauración.
	22	Actividades de cierre y restauración	La restauración del tajo y tepetatera se realizará 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 con el fin de propiciarle al suelo mayor productividad y 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.

Etapa	ID	Obra / Actividad	Descripción
	23	Manejo de residuos	***Residuos Sólidos:*** desechos domésticos de las áreas operativas de empleados (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:*** 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, así como en la limpieza de derrames de hidrocarburos que llegarán a ocurrir serán dispuestos en contenedores de acuerdo a la normatividad aplicable y enviados a confinamiento externo autorizado por la SEMARNAT. Las aguas residuales provenientes de los baños portátiles estarán a cargo del proveedor para su descarga en plantas de tratamiento autorizadas. De manera simultánea, las aguas residuales generadas en las áreas de comedor, oficinas y baños de oficina serán trasladadas en pipas de 10 000 l a la PTAR de lodos activados del proyecto Mulatos.
	24	Emisiones a la atmósfera	Generación, control, monitoreo y liberación de gases y partículas hacia la atmósfera como resultado de las actividades inherentes a la etapa de cierre y abandono. El ruido de la maquinaria, se considera que no es de relevancia, ya que la comunidad más cercana se encuentra a 8 km, aproximadamente, no obstante, el personal usará el EPP apropiado según sus actividades.

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	Parámetro Ambiental	Concepto	Comentarios respecto del SA
Suelo	01 Tipo de Suelo	Se refiere a la clasificación edafológica en función de la composición y naturaleza de los suelos presentes.	Los tipos de suelo presentes en el proyecto (corresponde al tipo Phaeozem y en menor proporción los de tipo Regosol y Leptosol) se consideran muy variables; y se encuentran actualmente alteradas de manera natural debido al bajo desarrollo y a la incidencia de fenómenos de erosión que merman su desarrollo.
	02 Uso de Suelo	Se refiere a la vocación del suelo en términos de su potencial aprovechamiento antropogénico o de conservación.	Conforme a la información obtenida de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie V, publicada por INEGI, en el SA es posible identificar 6 tipos de vegetación, 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
	03 Procesos Erosivos	Favorecimiento o inhibición de la degradación natural del suelo debido a factores externos.	Los resultados indican que el SA presenta un grado de erosión diferenciado, pero con cuatro grados predominantes en porcentajes de cubrimiento El grado de erosión hídrica con mayor presencia es Nula, con una cobertura de 31011.19 ha (90.70% del total) con una pérdida de 43 302 toneladas anuales, mientras que por erosión eólica es Nula con una cobertura de 34 002.5ha (99.45%) y una pérdida anual de 70373 toneladas.

Factor Ambiental	Parámetro Ambiental	Concepto	Comentarios respecto del SA
	04 Calidad del Suelo	Se refiere a la modificación en la composición del suelo debido a la introducción de contaminantes externos.	De manera general los suelos son pobres en materia orgánica y característicos de suelos áridos y montañosos, poco aptos para la producción agropecuaria debido a pedregosidad, pendiente y bajos contenidos de nutrientes.
Geología y Geomor-fología	05 Deslizamientos	Se relaciona con la probabilidad de ocurrencia de movimientos de derrumbes o arrastres intempestivos de material terreo y/o pétreo.	Debido a las características del tipo de relieve del terreno en donde se realizarán las actividades del Proyecto, presentan elevaciones con algunas pendientes abruptas, o rocas que pudieran desprenderse, presentando algunos fenómenos de desprendimiento de rocas, principalmente en temporada de lluvias.
	06 Relieves	Se refiere a las características topográficas del terreno.	Está conformada principalmente por lomeríos medianos y grandes, presentándose el terreno muy alomado, fuertemente diseccionado, también se observan lomeríos grandes y premontañas bajas donde el relieve es montañoso, en ocasiones alomado y ligeramente diseccionado. En menor proporción, hay zonas con relieve muy colinoso, moderadamente diseccionado. La unidad geomorfológica de menor presencia es de premontañas altas,
Hidrología	07 Cauces	Presencia y características físico-químicas de cuerpos de agua superficiales.	El SA intersecta con escurrimientos intermitentes (INEGI) y se afectara uno de esos cauces debido a la construcción de caminos.
	08 Áreas de inundación	Favorecimiento o inhibición de la presencia de áreas susceptibles de acumular agua de origen fluvial o pluvial.	El municipio de Sahuaripa tiene un valor muy bajo de riesgo a inundaciones.
	09 Calidad del agua superficial	Se refiere a la modificación en la composición de cuerpos de agua superficiales debido a la introducción de contaminantes externos.	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*, especie que cuya presencia puede ser un indicador de buenas condiciones ambientales.
	10 Recarga media	Modificación en la disponibilidad del agua subterránea en una zona específica, así como de su capacidad para ser restituida de manera natural.	De acuerdo con el balance de aguas subterráneas, la recarga total media anual que recibe el acuífero Yécora, clave 2649, de 10.489 Mm^3.
	11 Manantiales, norias y pozos	Presencia de afloramientos naturales de agua subterránea u obras de perforación para aprovechamiento.	En el municipio de Sahuaripa hasta la fecha de agosto de 2016, se registraron 11 manantiales, 20 pozos y 140 norias como fuente de abastecimiento.
	12 Calidad del agua subterránea	Se refiere a la modificación en la composición de cuerpos de agua subterráneos debido a la introducción de contaminantes externos.	Respecto al agua subterránea, para el acuífero Yécora2 se considera que no existen descargas naturales comprometidas.
	13 Vulnerabilidad	Se refiere al estatus del acuífero y a su capacidad para mantenerse inalterado.	De acuerdo con información de INEGI (2018) el acuífero el acuífero Yécora, clave 2649, no presenta déficit de disponibilidad de agua.

[2] Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Yécora (2649), Estado de Sonora. **https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104348/DR_2649.pdf**

Factor Ambiental	Parámetro Ambiental	Concepto	Comentarios respecto del SA
Atmósfera	14 Calidad del aire	Se refiere a la modificación en la composición del aire debido a la emisión de contaminantes externos, incluyendo la presencia de polvos fugitivos.	En el SA hay actividades que generan emisiones a la atmósfera. Las actividades se relacionan con el transporte vehicular y las actividades de otros proyectos mineros. Por otra parte, no se cuenta con estaciones de monitoreo para determinar la calidad del aire.
	15 Microclima	Se refiera a las características, dentro de una extensión reducida y homogénea, de los parámetros climáticos tales como temperatura, precipitación, fenómenos climáticos (tormentas, lluvias, granizadas, humedad, etc.).	El AP presenta el clima Templado subhúmedo C(w0)(x1) en toda su superficie.
	16 Macroclima	Se refiera a las características, en una región extensa, de los parámetros climáticos.	Conforme a la consulta de los datos emitidos por el INEGI (2010), las características más destacadas de las condiciones climáticas en el SA son una escasa precipitación, presentándose dos climas: Templado subhúmedo $C(w_0)(x)$ 51% y $C(w_1)(x^1)$ en un 39%, Porcentaje de precipitación invernal menor de 10.2% en la mayoría de los casos, lo anterior según la clasificación mundial de tipos de clima de Köppen, modificada por García (2004). La temperatura media anual entre 12°C y 18°C.
	17 Ruido y vibraciones	Presencia de niveles de ruido y emisiones vibratorias perceptibles.	No hay fuentes que generen ruidos o vibraciones significativas en el SA.
Vegetación	18 Riqueza de la vegetación	Número de especies vegetales presentes.	Los muestreos de vegetación realizados, se identificaron 309 especies de plantas vasculares de las cuales 52 especies se encontraron en el AP.
	19 Abundancia de la vegetación	Número de individuos presentes de cada especie vegetal.	Se registraron 52 familias en el SA, de las cuales las más importantes en abundancia de especies fueron la familia *Fagaceae* con el 45.76% del total de registros, le continua la familia *Asteraceae* con 11.1 %, la familia *Poaceae* con 10.12 % y la familia *Fabaceae* con 8.58% del total de especies registradas en el SA.
	20 Especies de vegetación en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	Correlación entre la riqueza, abundancia y distribución de especies vegetales en estatus de protección o riesgo.	Dentro del AP no se encontraron especies en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	21 Distribución de vegetación	Presencia física de individuos vegetales dentro de un área determinada ya sea como hábitat o en tránsito.	La vegetación dominante presente en el SA corresponde a bosque de encino (73.26%) y encino pino (12.94%), seguido de bosque pino encino (5.50%), pastizal inducido (3.65%) selva baja caducifolia (2.41%) una fracción se encuentra desprovista de vegetación (1.69%) y agricultura de temporal (0.55%), mientras que en el AP es bosque de encino (48.4%) y bosque encino-pino (47.7%) con una fracción desprovista de vegetación (3.87%). Sin embargo, se encontraron un total de 54 especies consideradas maleza (47 en bosque de encino, 15 en bosque de encino-pino, 16 en bosque pino-encino, 2 en selva baja caducifolia, 8 en pastizal inducido y 7 en agricultura temporal) lo que da un indicio del nivel del disturbio de las vegetaciones primarias.
	22 Usos y costumbres con especies de vegetación	Aprovechamiento de especies vegetales determinadas para algún fin antropogénico.	No se detectó el uso específico de una especie (recursos naturales).

Factor Ambiental	Parámetro Ambiental	Concepto	Comentarios respecto del SA
Fauna	23 Riqueza de fauna	Número de especies animales presentes.	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).
	24 Abundancia de fauna	Número de individuos presentes de cada especie animal.	La mastofauna de la región se caracterizó por la presencia de 43 especies. Las especies que fue registradas con mayores abundancias fueron *Odocoileus virginianus* (227), Urocyon (cinereoargenteus 107) y *Canis latrans* (104). La ornitofauna de la región se caracterizó por la presencia de 194 especies. Las especies que fue registradas con mayores abundancias fueron *Cathartes aura* (199), *Melanerepes formicivorus* (173) y *Aphelocoma wollweberii* (165). 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* (515) y *Lithobates magnaocularis* (346). La ictiofauna de la región se caracterizó por la presencia de 14 especies, de las cuales *Agosia chrysogaster* (411) y *Gila erémica* (404) son las más abundantes.
	25 Especies de fauna en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	Correlación entre la riqueza, abundancia y distribución de especies animales en estatus de protección o riesgo.	Se encontraron 31 especies reconocidas en la NOM059-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).
	26 Distribución de fauna	Presencia física de individuos animales dentro de un área determinada.	Las especies pueden ocupar grandes extensiones de territorio o estar restringidas a pequeñas regiones dado que dependen tanto de factores abióticos como bióticos. Las actividades humanas en determinadas regiones modifican las áreas de distribución de las especies, creando y destruyendo hábitats, estableciendo barreras y corredores y transportando accidental o voluntariamente a las especies a nuevos lugares.
	27 Usos y costumbres con especies de fauna	Aprovechamiento de especies animales determinadas para algún fin antropogénico.	No se detectó el uso específico de una especie (recursos naturales).
Socioeconó-mico	28 Servicios básicos	Existencia de infraestructura de servicios para proporcionar agua potable, energía eléctrica, manejo integral de residuos y aguas residuales.	Para el caso del Municipio de Sahuaripa, en 2010, 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.
	29 Comunicaciones	Existencia de infraestructura de vías de comunicaciones tales como caminos, ferrocarril, puertos, aeropuertos, etc.	Las vías de comunicación a Proyecto Minero Cerro Pelón son dos: desde Hermosillo, las carreteras federales No.16 y No.20. y vías de acceso hasta el sitio del proyecto recorriendo aproximadamente 120 km.
	30 Educación	Existencia de infraestructura educativa como escuelas, centros académicos, de investigación, bibliotecas.	El municipio de Sahuaripa cuenta, al 2011, contaba con 11 escuelas prescolares, 12 primarias, 6 secundarias y 1 bachillerato.

Factor Ambiental	Parámetro Ambiental	Concepto	Comentarios respecto del SA
	31 Salud	Existencia y uso de infraestructura de servicios médicos como hospitales, clínicas, consultorios, etc.	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.
	32 Vivienda	Existencia de infraestructura habitacional.	En la región, al 2010 había 3780 viviendas particulares, de las cuales 534 tenían piso de tierra.
	33 Telecomunicacio-nes y "espectro radioeléctrico"	Existencia de infraestructura de servicios tales como teléfono, radio, internet, telégrafo, correo postal, etc.	Con base en el Censo de Población y vivienda elaborado por el INEGI, para el año 2010 nos muestra que, en de la zona de influencia el 14.89% contaba con computadora y el 81.96% contaba con televisión. El Proyecto utilizará comunicación mediante radios y celulares, de ser posible.
	34 Empleo y activación económica	Proporción de la población económicamente productiva y detonación de actividades productivas y mercantiles.	En la región, para el 2010, 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. Cabe mencionar que otros proyectos mineros en la región son fuente de empleo.
	35 Actividades recreativas	Existencia de infraestructura de uso común como parques, deportivos, centros culturales, plazas públicas, teatros, etc.	Los principales monumentos históricos de la región lo constituyen construcciones de diversos estilos. En Sahuaripa se encuentra la Iglesia de Nuestra Señora Guadalupe, 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, el principal atractivo turístico del municipio son las Cuevas Pimas, donde se han encontrado diversos objetos y pinturas rupestres.
	36 Rasgos culturales	Características de la idiosincrasia de la población presente de la región.	El Municipio de Sahuaripa es totalmente considerado rural por las características de su población y por su forma de organización social.
	37 Vestigios Arqueológicos	Presencia de ruinas o áreas con valor antropológico o catalogadas como de conservación para actividades de investigación antropológica.	En el municipio de Yécora se encuentran las Cuevas Pimas, donde se han encontrado diversos objetos y pinturas rupestres.
	38 Grupos étnicos	Presencia real y activa de comunidades indígenas o con rasgos étnicos específicos y arraigados físicamente a la zona geográfica.	Para la región, 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 la región, el 95% de hablantes de lenguas indígenas tenía como lengua el Pima.

Factor Ambiental	Parámetro Ambiental	Concepto	Comentarios respecto del SA
	39 Demografía	Abundancia y densidad de la población en una zona determinada.	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
Paisaje	40 Calidad visual	Se refiere a la armonía natural del paisaje.	Los resultados del análisis indican que el 75.63% del SA presenta altos grados de calidad visual divididos en categorías media 21.71%, media-alta 30.09%, alta 23.84%. Esto 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.
	41 Fragilidad visual	Se refiere a la capacidad del entorno de amortiguación de elementos ajenos al paisaje existente.	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 SA presenta poca fragilidad paisajística, lo cual aumenta la capacidad de respuesta al cambio de sus propiedades paisajísticas.
	42 Visibilidad	Se refiere a la extensión del terreno que puede apreciarse desde puntos de observación definidos en función del concepto de cuenca visual.	Los grados de calidad visual con mayor presencia en el SA son alto y bajo. El impacto más alto se presenta en las proximidades de Mulatos, mientras que en Matarachi es medio y en Trigo de Corodepe es nulo. 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.
	43 Iluminación artificial	Se entiende como la presencia de luz a partir de medios no naturales y representa un medio de transformación visual al medio natural.	No hay fuentes de iluminación artificial en el SA. Las comunidades más grandes cuentan con el servicio de energía eléctrica. Sin embargo, no se consideran significativas. Una vez autorizado el proyecto, se instalarán luminarias en las áreas de trabajo del AP.
Riesgo	44 Incendios	Probabilidad de ocurrencia de un evento de incendio por la actividad del proyecto.	En el SA no se reportan incendios generados por actividades industriales (en la zona se reportan incendios forestales). Las sustancias peligrosas que se manejaran en el proyecto tienen bajo riesgo de provocar un incendio (diésel y gasolina para los vehículos).

Factor Ambiental	Parámetro Ambiental	Concepto	Comentarios respecto del SA
	45 Explosiones	Probabilidad de ocurrencia de un evento de explosión por la actividad del proyecto.	En el SA hay actividades mineras que implican el uso de explosivos, sin embargo, para ello existen las regulaciones correspondientes tanto para su uso y transporte como para su almacenamiento. Sin embargo, es importante mencionar que el promovente implementará todas las medidas de prevención y seguridad para evitar este tipo de eventos, además capacitará a todo el personal que trabaje con sustancias peligrosas y áreas de riesgo.
	46 Fugas y derrames	Probabilidad de ocurrencia de un evento de liberación de algún material, principalmente contaminante o peligroso, por la actividad del proyecto.	En el SA no hay presencia de fugas o derrames de sustancias que causen daños a las personas o al ambiente. Las sustancias que pudieran remotamente presentar fuga o derrame son: soluciones cianuradas, las cuales se usan en otros proyectos mineros de la zona. Ante alguna fuga o derrame se utilizará equipo y ropa de protección apropiados durante la limpieza, se ventilarán los espacios cerrados antes de entrar, se informará a la autoridad correspondiente, los derrames o residuos no serán vertidos al desagüe, al suelo o las corrientes de agua.

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

Atributo	Clave	Descripción	Escala de valoración (CONESA, 2003)	Factor de ponderación*
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
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

Atributo	Clave	Descripción	Escala de valoración (CONESA, 2003)	Factor de ponderación*
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

TEMA	SÍ	PUEDE SER	NO	COMENTARIOS
Formas del terreno ¿Producirá el proyecto:				
¿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
Una amplia destrucción del desplazamiento del suelo?			X	Dado que el área donde se localiza el proyecto, es considerada de media actividad sísmica la probabilidad de existencia es posible, sin embargo, las actividades del proyecto no consideran tal destrucción.

TEMA	SÍ	PUEDE SER	NO	COMENTARIOS
Impactos sobre terrenos agrícolas clasificados como de primera calidad o únicos?			X	En general los suelos son pobres en materia orgánica, poco aptos para la producción agropecuaria debido a la pedregosidad, pendiente y bajos contenidos de nutrientes.
Cambios en las formas del terreno, zonas rivereñas, cauces de cursos o riberas?	X			El proyecto si considera el cambio de relieves dada la naturaleza de las obras de tajo, tepetateras y banco de material. Por otro lado, existen corrientes intermitentes que serán desviadas de para la construcción de caminos.
Destrucción, ocupación o modificación de rasgos físicos singulares?			X	
Efectos que impidan determinados usos del suelo a largo plazo?			X	Debido a las medidas y acciones de mitigación y restauración del sitio, se prevé que el suelo recupere sus características a fin de que conserve sus potencialidades, siempre que sean distintas a la activad que este Proyecto pretende.
Un incremento en los procesos erosivos?			X	Según los estudios de erosión hídrica y eólica, no se espera una erosión importante, y considerando que la aplicación de las medidas de prevención y mitigación se realizará en tiempo y forma no se espera un incremento en la cantidad de perdida de suelo por procesos erosivos.
Aire/climatología ¿Producirá el proyecto:				
Emisiones contaminantes aéreos que excedan estándares estatales, federales o que provoquen deterioro de la calidad del aire?			X	
Olores desagradables?			X	
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.
Emisiones de contaminantes aéreos peligrosos regulados?			X	
Riesgo por explosiones?	X			De acuerdo a la evaluación de riesgo puede ocurrir remotamente explosión del material explosivo manejado en el área de voladuras. Dado que se consideran 2 polvorines en los que el nitrato de amonio y los detonantes serán almacenados en forma separada se descarta este riesgo en esas instalaciones.
Agua ¿Producirá el proyecto:				
Vertidos a un sistema público de aguas?			X	No, la generación de aguas residuales se considera mínima ya que se usará agua para procesos y la resultante de las actividades de empleados (como uso de comedor, servicios médicos, oficinas) será transportada a la PTAR del proyecto Mulatos.
Cambios de las corrientes o movimientos de masas de agua dulce?			X	
Cambios en la infiltración, pautas de drenaje o el índice o cantidad de agua de escorrentía?			X	No, dado que se tienen consideradas medidas de prevención, mitigación y de restauración en todas las etapas del proyecto, a fin de atender los impactos ocasionados por el cambio de uso de suelo, y compactación de algunos terrenos superficies debido al paso de maquinaria pesada, no se considera una reducción en su permeabilidad, por lo tanto, no se verá afectada la recarga media del acuífero. En caso de ser necesario se modificarán las pautas de drenaje de las corrientes intermitentes a fin de aprovechar el recurso y mantener seguras las áreas de trabajo.
Alteraciones en el curso o en los caudales de avenidas?			X	No, el proyecto no intersecta escurrimientos permanentes, las corrientes intermitentes no serán bloqueadas, sino que se construyen obras de drenaje de acuerdo a los escurrimientos naturales que existan en el proyecto.

TEMA	SÍ	PUEDE SER	NO	COMENTARIOS
Represas, control o modificaciones de algún cuerpo de agua igual o mayor a 4 ha de superficie?			X	
Vertidos de aguas superficiales o alteraciones de la calidad del agua considerando, pero no solo, la temperatura y la turbidez?			X	
Alteraciones de la dirección o volumen del flujo del agua subterránea?			X	
Alteraciones en la calidad del agua subterránea?			X	
Contaminación de las reservas públicas de agua?			X	No, ya que el proyecto no considera ningún tipo de descarga sobre cuerpos de agua o al suelo.
Infracción de los criterios ecológicos de calidad de agua, si fuesen de aplicación?			X	No aplicable al proyecto
Instalándose en un área inundable fluvial o litoral?			X	
Riesgos de exposición de personas o bienes a peligros asociados al agua tales como las inundaciones?			X	
Instalaciones en una zona litoral sometida a un Plan de gestión?			X	
Impacto sobre o construcción de un humedal o llanura de inundación?			X	No, el sitio donde se localiza el proyecto no presenta estas características.
Residuos sólidos ¿Producirá el proyecto:				
Residuos sólidos o basuras en volumen significativo?			X	
Ruido ¿Producirá el proyecto:				
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 ruido.
Mayor exposición de la gente a ruidos elevados?	X			Los trabajadores estarán expuesto a ruido durante el desarrollo de sus actividades, pero utilizarán las medidas de seguridad y protección por norma, en el caso de las localidades, las más cercanas se encuentran aproximadamente a 8 km de distancia, por lo que se considera que el ruido no será un problema para éstas.
Vida vegetal ¿Producirá el proyecto:				
Cambios en la diversidad o productividad en el número de algunas especies de plantas?			X	Las actividades del proyecto no ponen en riesgo la diversidad o productividad de las especies de flora registradas en SA y AP, ya que habrá actividades de rescate y reubicación de ejemplares de flora y actividades de reforestación con especies de la región.
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.
Introducción de especies nuevas dentro de la zona o creará una barrera para el normal desarrollo pleno de las especies existentes?			X	
Reducción o daño en la extensión de algún cultivo agrícola?			X	
Vida animal ¿El proyecto:				

TEMA	SÍ	PUEDE SER	NO	COMENTARIOS
Reducirá el hábitat número de individuos de alguna especie animal considerada como única, rara o en peligro?		X		Es posible ya que se encontraron individuos de *Ambistoma sp.* en una corriente intermitente del AP y se recurrirá a la reubicación de estos.
Introducirá nuevas especies animales en el área o creará una barrera a las migraciones o movimientos de los animales terrestres?			X	
Provocará la atracción o la invasión o atrapará la vida animal?			X	
Dañará los hábitats naturales y de peces?	X			Dado que se realizará cambio de uso del suelo se destruirán hábitats de algunas especies terrestres, para minimizar este impacto se propone el rescate y reubicación de especies en sitios con similares condiciones. Por otra parte, en el sitio de proyecto no existen cuerpos de agua permanentes por lo tanto no se afectará a ningún tipo de fauna acuática que habite estos, aunque se construirán drenes para mantener las corrientes perenes que se vean afectadas con la construcción de caminos.
¿Provocará la emigración generando problemas de interacción entre los humanos y los animales?			X	
Usos del suelo. ¿El proyecto:				
¿Alterará sustancialmente los usos actuales o previstos del área?	X			Si, el proyecto demanda un uso de suelo para realizar actividades asociadas a la minería.
¿Provocará un impacto sobre un elemento de los sistemas de áreas naturales protegidas?			X	
Recursos naturales ¿El proyecto:				
¿Aumentará la intensidad del uso de algún recurso natural?	X			
¿Destruirá parcialmente algún recurso reutilizable?			X	
¿Se situará en un área natural protegida?			X	
Energía ¿El proyecto:				
¿Utilizará cantidades considerables de combustible o energía?			X	
¿Aumentará considerablemente la demanda de las fuentes actuales de energía?			X	
Transporte y flujos de tráfico ¿Producirá el proyecto:				
¿Un movimiento adicional de vehículos?	X			Para movilización de mineral y personal
¿Necesitará nuevos estacionamientos?			X	En el proyecto solo se realizaran la extracción del mineral y el acarreo de mineral al proyecto Mulatos
¿Un impacto considerable sobre los sistemas actuales de transporte?			X	
Alteraciones sobre las pautas actuales de circulación y movimiento de gente y/o bienes?		X		Debido a la necesidad de transporte del mineral y personal, incrementará el tráfico y es posible que los trabajadores lleguen a asentarse en las comunidades cercanas si no residieran allí.
Un aumento de los riesgos de tráfico para vehículos motorizados, bicicletas o peatones’			X	
La construcción de caminos nuevos?	X			Acarreo de mineral
Servicio público ¿Tendrá el proyecto un efecto sobre la demanda de servicios públicos nuevos o de distinto tipo en alguna de las siguientes áreas?:				
Protección contra incendios?			X	
Escuelas?			X	
Otros servicios de la administración pública?		X		Es posible que se requieran servicios de agua, drenaje, servicios de salud, internet y telefonía en el futuro.

TEMA	SÍ	PUEDE SER	NO	COMENTARIOS
Infraestructuras ¿El proyecto producirá una demanda de sistemas nuevos o de distinto tipo de las siguientes infraestructuras?				
Energía y gas natural?			X	
Sistemas de comunicación?		X		La comunicación dentro del AP será mediante radios. Sin embargo, también se utilizan los teléfonos celulares en las comunidades. De ser necesario se pudiera considerar la instalación de alguna antena que facilite este servicio y el de internet.
Agua?	X			Si, el Proyecto contempla la construcción de un nuevo pozo.
Saneamiento o fosas sépticas?			X	
Redes de aguas blancas o pluviales?			X	
Población ¿El proyecto:				
Alterará la ubicación o distribución de la población humana en el área?			X	
Riesgo de accidentes ¿El proyecto:				
Implicará riesgos de explosión o escapes de sustancias potencialmente peligrosas incluyendo, productos químicos, radiación u otras sustancias tóxicas en el caso de un accidente o situación de emergencia?	X			Si, el proyecto presenta riesgo por explosión del material explosivo manejado en el área de voladuras y riesgo de fuga o derrame de soluciones combustibles como gasolina o diésel de maquinaria y vehículos que se ocuparán para el proyecto. Sin embargo, se contempla la aplicación de programas de mantenimiento y de estricto control en cuanto a explosivos para minimizar los riesgos.
Salud humana ¿El proyecto:				
Creará algún riesgo real o potencial para la salud?			X	
Expondrá a la gente a riesgos potenciales para la salud?			X	
Economía ¿El proyecto:				
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 generará fuentes de empleo, con lo que habrá un proceso de activación económica, generación de empleos directos e indirectos.
Reacción social ¿Es este proyecto:				
Conflicto en potencia?			X	
Una contradicción respecto a los planes u objetivos ambientales que se han adoptado a nivel local?			X	
Estética ¿El proyecto:				
Cambiará una vista escénica o un panorama abierto al público?	X			Pese que sin duda habrá un cambio en la zona debido al Proyecto, se ha establecido que, dada su baja fragilidad, este cambio podrá ser asimiladas por el SA. Sin embargo, se resalta que se llevarán a cabo actividades de restauración al cierre del proyecto y de manera paulatina, según se vayan cerrando o desocupando áreas, de esta forma se pretende minimizar los impactos de paisaje y relieve.

TEMA	SÍ	PUEDE SER	NO	COMENTARIOS
Creará una ubicación estéticamente ofensiva o calidad visual (por ejemplo; fuera de lugar con el carácter o el diseño del entorno)?	X			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 diferentes componentes que hacen atractivo a un paisaje y se encontró 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
Cambiará significativamente la fragilidad visual o el carácter del entorno próximo?			X	No, dado que la fragilidad visual se entiende como el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas acciones, el SA y AP presentan una baja fragilidad paisajística, por lo que, el paisaje será poco susceptible a los cambios que puedan realizarse en él.
Arqueología, cultura e historia ¿El proyecto:				
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	No, el promovente dará aviso a las instancias correspondientes en caso de que encuentre sitios con estas características, con la finalidad de que se determine su conservación o su liberación.
Residuos peligrosos ¿El proyecto:				
¿Implicará la generación, transporte, almacenaje o eliminación de algún residuo peligroso regulado?	X			Si, todas estas actividades se realizarán conforme a las leyes y 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 Tabla VI-2 se reconocen 24 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
	Pi			

		Actividades del Proyecto		
		Aj	…	Am
Parámetros Ambientales afectados	⋮	Interacciones entre parámetros (Pi) y actividades (Ai)		
	Pn			

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 966 interacciones potenciales. 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 179 interacciones, de las cuales 68 se presentan en la etapa de preparación del sitio, 76 en la etapa de construcción y operación y 35 para la etapa de cierre y abandono.

Página intencionalmente dejada en blanco.

Tabla V-7 Matriz de interacción para la identificación de impactos

Impacto negativo

Impacto positivo

				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	Rescate de suelo fértil y despalme	Rehabilitación y construcción de caminos	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Manejo de residuos (PS)	Emisiones a la atmósfera (PS)	Desarrollo del Tajo y Mina	Conformación de Tepetateras	Construcción y Operación de Infraestructura	Proceso de Área de Trituración	Acarreo de Mineral	Transporte de material por banda	Mantenimiento de instalaciones	Manejo de residuos (CO)	Emisiones a la atmósfera (CO)	Desmantelamiento y/o clausura de áreas	Actividades de cierre y restauración	Manejo de residuos (AB)	Emisiones a la atmosfera (AB)
	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
Medio Físico	Suelo	01	Tipo de Suelo				PS001		PS002			CO001	CO002									AB001		
		02	Uso de Suelo			PS003		PS004	PS005					CO003							AB002	AB003		
		03	Erosión			PS006						CO004				CO005						AB004		
		04	Calidad del Suelo																			AB005		
	Geología y Geomorfología	05	Deslizamientos						PS007			CO006	CO007									AB006		
		06	Relieves						PS008			CO008	CO009									AB007		
	Hidrología	07	Cauces					PS009	PS010			CO010	CO011											
		08	Áreas de inundación																					
		09	Calidad del agua superficial			PS011			PS012			CO012	CO013											
		10	Recarga media			PS013			PS014			CO014	CO015	CO016								AB008		
		11	Manantiales, norias y pozos																					
		12	Calidad del agua subterránea																					
		13	Vulnerabilidad			PS015			PS016			CO017	CO018	CO019								AB009		
	Atmósfera	14	Calidad del aire			PS017	PS018	PS019	PS020		PS021	CO020	CO021	CO022	CO023	CO024	CO025			CO026		AB010	AB011	AB012
		15	Microclima			PS022					PS023	CO027	CO028									AB013		
		16	Macroclima																					
		17	Ruido			PS024	PS025	PS026	PS027			CO029	CO030	CO031	CO032	CO033	CO034	CO035	CO036		AB014	AB015	AB016	

Impacto negativo

Impacto positivo

				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	Rescate de suelo fértil y despalme	Rehabilitación y construcción de caminos	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Manejo de residuos (PS)	Emisiones a la atmósfera (PS)	Desarrollo del Tajo y Mina	Conformación de Tepetateras	Construcción y Operación de Infraestructura	Proceso de Área de Trituración	Acarreo de Mineral	Transporte de material por banda	Mantenimiento de instalaciones	Manejo de residuos (CO)	Emisiones a la atmósfera (CO)	Desmantelamiento y/o clausura de áreas	Actividades de cierre y restauración	Manejo de residuos (AB)	Emisiones a la atmosfera (AB)
	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
Medio Biológico	Vegetación	18	Riqueza de la vegetación		PS028	PS029																AB017		
		19	Abundancia de la vegetación		PS030	PS031																AB018		
		20	Especies de vegetación en alguna categoría de protección		PS032	PS033																AB019		
		21	Distribución de vegetación		PS034	PS035																AB020		
		22	Usos y costumbres con especies de vegetación																					
	Fauna	23	Riqueza de fauna		PS036	PS037																		
		24	Abundancia de fauna		PS038	PS039																		
		25	Especies de fauna en alguna categoría de protección		PS040	PS041																		
		26	Distribución de fauna		PS042	PS043																		
		27	Usos y costumbres con especies de fauna																					
Medio Social	Socioeconómico	28	Servicios básicos																					
		29	Comunicaciones																					
		30	Educación																					
		31	Salud																					
		32	Vivienda																					
		33	Telecomunicaciones y "espectro radioeléctrico"																					
		34	Empleo y activación económica	PS044	PS045	PS046	PS047	PS048	PS049	PS050		CO037	CO038	CO039	CO040	CO041		CO042	CO043		AB021	AB022	AB023	
		35	Actividades recreativas																					

Impacto negativo

Impacto positivo

				ACTIVIDADES POR ETAPA DEL PROYECTO																				
				Preparación de Sitio							Construcción y Operación							Cierre y Abandono						
	FACTOR AMBIENTAL		PARÁMETRO AMBIENTAL	Delimitación de áreas	Marcaje y rescate de flora y fauna	Desmonte	Rescate de suelo fértil y despalme	Rehabilitación y construcción de caminos	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Manejo de residuos (PS)	Emisiones a la atmósfera (PS)	Desarrollo del Tajo y Mina	Conformación de Tepetateras	Construcción y Operación de Infraestructura	Proceso de Área de Trituración	Acarreo de Mineral	Transporte de material por banda	Mantenimiento de instalaciones	Manejo de residuos (CO)	Emisiones a la atmósfera (CO)	Desmantelamiento y/o clausura de áreas	Actividades de cierre y restauración	Manejo de residuos (AB)	Emisiones a la atmosfera (AB)
				01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		36	Rasgos culturales																					
		37	Vestigios Arqueológicos																					
		38	Demografía					PS051	PS052			CO044	CO045	CO046	CO047	CO048		CO049			AB024	AB025		
	Paisaje	39	Calidad Visual			PS053			PS054			CO050	CO051	CO052		CO053						AB026		
		40	Fragilidad visual			PS055			PS056			CO054	CO055	CO056								AB027		
		41	Visibilidad			PS057			PS058			CO057	CO058	CO059								AB028		
		42	Iluminación artificial					PS059	PS060			CO060		CO061		CO062						AB029		
	Riesgo	43	Inundaciones									CO063												
		44	Incendios			PS061		PS062	PS063	PS064		CO064	CO065	CO066		CO067		CO068	CO069		AB030	AB031	AB032	
		45	Explosiones									CO070												
		46	Fugas y derrames			PS065		PS066	PS067	PS068		CO071	CO072	CO073		CO074		CO075	CO076		AB033	AB034	AB035	

Página intencionalmente dejada en blanco.

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.

Página intencionalmente dejada en blanco.

Tabla V-8. Valoración de la importancia de los impactos ambientales identificados para el Proyecto

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Atributos de Importancia											Importancia (I)	Clasificación
			NT	IN	EX	MO	PS	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
PS001	Rescate de suelo fértil y despalme	Tipo de Suelo	-1	1	4	4	1	4	1	4	4	4	8	- 30.0	Moderado
PS002	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Tipo de Suelo	-1	8	2	4	4	4	1	4	4	4	8	- 51.6	Severo
PS003	Desmonte	Uso de Suelo	-1	12	4	4	4	4	1	4	4	4	1	- 65.2	Severo
PS004	Rehabilitación y construcción de caminos	Uso de Suelo	-1	4	2	4	4	4	1	1	4	1	1	- 29.2	Moderado
PS005	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Uso de Suelo	-1	4	2	4	4	4	1	4	4	4	8	- 37.2	Moderado
PS006	Desmonte	Erosión	-1	4	4	4	2	2	1	1	1	4	1	- 32.4	Moderado
PS007	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Deslizamientos	-1	2	1	4	4	2	1	1	1	1	1	- 17.6	Compatible
PS008	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Relieves	-1	2	2	4	4	4	1	4	1	4	8	- 28.8	Moderado
PS009	Rehabilitación y construcción de caminos	Cauces	-1	4	1	4	4	4	1	1	1	2	8	- 31.6	Moderado
PS010	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Cauces	-1	4	1	4	4	4	1	1	1	1	8	- 31.2	Moderado
PS011	Desmonte	Calidad del agua superficial	-1	1	4	4	1	2	1	1	1	1	1	- 20.0	Compatible
PS012	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Calidad del agua superficial	-1	1	2	4	2	2	1	1	1	1	1	- 15.6	Compatible
PS013	Desmonte	Recarga media	-1	1	4	4	4	4	1	4	1	4	1	- 24.4	Compatible
PS014	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Recarga media	-1	1	2	4	4	4	1	4	1	4	1	- 19.6	Compatible
PS015	Desmonte	Vulnerabilidad	-1	1	4	4	4	4	1	4	1	4	2	- 25.2	Moderado
PS016	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Vulnerabilidad	-1	1	2	4	4	4	1	4	1	4	2	- 20.4	Compatible
PS017	Desmonte	Calidad del aire	-1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	- 13.6	Compatible
PS018	Rescate de suelo fértil y despalme	Calidad del aire	-1	1	1	2	1	1	1	1	4	1	1	- 12.0	Compatible
PS019	Rehabilitación y construcción de caminos	Calidad del aire	-1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	- 13.6	Compatible
PS020	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Calidad del aire	-1	2	1	4	2	1	1	1	4	1	1	- 17.6	Compatible
PS021	Emisiones a la atmósfera (PS)	Calidad del aire	-1	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1	- 17.2	Compatible
PS022	Desmonte	Microclima	-1	1	4	4	1	2	1	1	1	4	1	- 21.2	Compatible
PS023	Emisiones a la atmósfera (PS)	Microclima	-1	1	1	4	1	2	1	1	1	1	1	- 12.8	Compatible
PS024	Desmonte	Ruido	-1	4	1	4	1	1	1	1	4	1	1	- 24.4	Compatible
PS025	Rescate de suelo fértil y despalme	Ruido	-1	4	1	4	1	1	1	1	4	1	1	- 24.4	Compatible
PS026	Rehabilitación y construcción de caminos	Ruido	-1	4	1	4	1	1	1	1	4	1	1	- 24.4	Compatible

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Atributos de Importancia											Importancia (I)	Clasificación
			NT	IN	EX	MO	PS	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
PS027	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Ruido	-1	4	1	4	1	1	1	1	4	1	1	- 24.4	Compatible
PS028	Marcaje y rescate de flora y fauna	Riqueza de la vegetación	1	2	1	4	1	0	1	1	4	1	0	16.0	Compatible
PS029	Desmonte	Riqueza de la vegetación	-1	8	4	4	4	4	1	4	4	4	1	- 50.8	Severo
PS030	Marcaje y rescate de flora y fauna	Abundancia de la vegetación	1	1	1	4	1	0	1	1	4	1	0	12.4	Compatible
PS031	Desmonte	Abundancia de la vegetación	-1	8	4	4	4	4	1	4	4	4	1	- 50.8	Severo
PS032	Marcaje y rescate de flora y fauna	Especies de vegetación en alguna categoría de protección	1	1	1	4	1	0	1	1	4	1	0	12.4	Compatible
PS033	Desmonte	Especies de vegetación en alguna categoría de protección	-1	8	4	4	4	4	1	4	4	4	1	- 50.8	Severo
PS034	Marcaje y rescate de flora y fauna	Distribución de vegetación	1	1	1	4	1	0	1	1	4	1	0	12.4	Compatible
PS035	Desmonte	Distribución de vegetación	-1	8	4	4	4	4	1	4	4	4	1	- 50.8	Severo
PS036	Marcaje y rescate de flora y fauna	Riqueza de fauna	1	1	1	4	1	0	1	1	1	1	0	11.2	Compatible
PS037	Desmonte	Riqueza de fauna	-1	8	4	4	4	4	1	4	1	4	2	- 50.4	Severo
PS038	Marcaje y rescate de flora y fauna	Abundancia de fauna	1	1	1	4	1	0	1	1	1	1	0	11.2	Compatible
PS039	Desmonte	Abundancia de fauna	-1	8	4	4	4	4	1	4	1	4	2	- 50.4	Severo
PS040	Marcaje y rescate de flora y fauna	Especies de fauna en alguna categoría de protección	1	1	1	4	1	0	1	1	1	1	0	11.2	Compatible
PS041	Desmonte	Especies de fauna en alguna categoría de protección	-1	8	1	4	4	4	1	4	1	4	2	- 43.2	Moderado
PS042	Marcaje y rescate de flora y fauna	Distribución de fauna	1	1	1	4	1	0	1	1	1	1	0	11.2	Compatible
PS043	Desmonte	Distribución de fauna	-1	8	4	4	4	4	1	4	1	4	2	- 50.4	Severo
PS044	Delimitación de áreas	Empleo y activación económica	1	1	2	4	1	0	1	1	4	1	0	14.8	Compatible
PS045	Marcaje y rescate de flora y fauna	Empleo y activación económica	1	1	2	4	1	0	1	1	4	1	0	14.8	Compatible
PS046	Desmonte	Empleo y activación económica	1	4	2	4	2	0	1	4	4	4	0	28.4	Moderado
PS047	Rescate de suelo fértil y despalme	Empleo y activación económica	1	2	2	4	1	0	1	4	4	1	0	19.6	Compatible
PS048	Rehabilitación y construcción de caminos	Empleo y activación económica	1	4	2	4	1	0	1	4	4	4	0	28.0	Moderado
PS049	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Empleo y activación económica	1	4	2	4	2	0	1	4	4	1	0	27.2	Moderado
PS050	Manejo de residuos (PS)	Empleo y activación económica	1	1	2	4	1	0	1	1	4	1	0	14.8	Compatible

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Atributos de Importancia											Importancia (I)	Clasificación
			NT	IN	EX	MO	PS	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
PS051	Rehabilitación y construcción de caminos	Demografía	-1	2	2	4	1	0	1	4	1	1	1	- 19.2	Compatible
PS052	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Demografía	-1	1	2	4	2	0	1	4	1	1	1	- 16.0	Compatible
PS053	Desmonte	Calidad Visual	-1	12	4	4	4	4	1	4	4	4	2	- 66.0	Severo
PS054	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Calidad Visual	-1	4	4	4	4	4	1	1	4	4	2	- 36.0	Moderado
PS055	Desmonte	Fragilidad visual	-1	8	4	4	4	4	1	4	1	4	2	- 50.4	Severo
PS056	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Fragilidad visual	-1	4	4	4	4	4	1	1	1	4	2	- 34.8	Moderado
PS057	Desmonte	Visibilidad	-1	8	4	4	4	4	1	4	1	4	2	- 50.4	Severo
PS058	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Visibilidad	-1	4	4	4	4	4	1	1	1	4	2	- 34.8	Moderado
PS059	Rehabilitación y construcción de caminos	Iluminación artificial	-1	4	1	4	1	1	1	1	4	1	1	- 24.4	Compatible
PS060	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Iluminación artificial	-1	4	1	4	2	1	1	1	4	1	1	- 24.8	Compatible
PS061	Desmonte	Incendios	-1	1	1	4	1	2	2	1	1	1	1	- 13.2	Compatible
PS062	Rehabilitación y construcción de caminos	Incendios	-1	1	1	4	1	2	2	1	1	1	1	- 13.2	Compatible
PS063	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Incendios	-1	1	1	4	1	2	2	1	1	1	1	- 13.2	Compatible
PS064	Manejo de residuos (PS)	Incendios	-1	1	1	4	1	2	2	1	1	1	1	- 13.2	Compatible
PS065	Desmonte	Fugas y derrames	-1	1	1	4	1	4	2	1	1	1	1	- 14.0	Compatible
PS066	Rehabilitación y construcción de caminos	Fugas y derrames	-1	1	1	4	1	4	2	1	1	1	1	- 14.0	Compatible
PS067	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Fugas y derrames	-1	1	1	4	1	4	2	1	1	1	1	- 14.0	Compatible
PS068	Manejo de residuos (PS)	Fugas y derrames	-1	1	1	4	1	4	2	1	1	1	1	- 14.0	Compatible
CO001	Desarrollo del Tajo y Mina	Tipo de Suelo	-1	1	4	4	4	4	1	1	4	4	8	- 30.0	Moderado
CO002	Conformación de Tepetateras	Tipo de Suelo	-1	1	4	4	4	4	1	1	4	4	8	- 30.0	Moderado
CO003	Construcción y Operación de Infraestructura	Uso de Suelo	-1	1	1	4	2	4	1	1	4	4	1	- 16.4	Compatible
CO004	Desarrollo del Tajo y Mina	Erosión	-1	1	4	4	2	4	1	1	1	4	1	- 22.4	Compatible
CO005	Acarreo de Mineral	Erosión	-1	1	2	4	2	1	1	1	1	4	1	- 16.4	Compatible
CO006	Desarrollo del Tajo y Mina	Deslizamientos	-1	1	1	4	2	4	1	1	1	1	1	- 14.0	Compatible
CO007	Conformación de Tepetateras	Deslizamientos	-1	1	1	4	2	4	1	1	1	1	1	- 14.0	Compatible
CO008	Desarrollo del Tajo y Mina	Relieves	-1	12	4	4	4	4	1	1	4	4	8	- 69.6	Severo
CO009	Conformación de Tepetateras	Relieves	-1	12	4	4	4	4	1	1	4	4	8	- 69.6	Severo

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Atributos de Importancia											Importancia (I)	Clasificación
			NT	IN	EX	MO	PS	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
CO010	Desarrollo del Tajo y Mina	Cauces	-1	1	1	4	4	4	1	1	1	4	8	- 21.6	Compatible
CO011	Conformación de Tepetateras	Cauces	-1	1	1	4	4	4	1	1	1	4	8	- 21.6	Compatible
CO012	Desarrollo del Tajo y Mina	Calidad del agua superficial	-1	1	4	4	2	1	1	1	1	1	1	- 20.0	Compatible
CO013	Conformación de Tepetateras	Calidad del agua superficial	-1	1	4	4	2	1	1	1	1	1	1	- 20.0	Compatible
CO014	Desarrollo del Tajo y Mina	Recarga media	-1	1	4	4	4	4	1	1	1	4	1	- 23.2	Compatible
CO015	Conformación de Tepetateras	Recarga media	-1	1	4	4	4	4	1	1	1	4	1	- 23.2	Compatible
CO016	Construcción y Operación de Infraestructura	Recarga media	-1	1	1	4	4	4	1	1	1	4	1	- 16.0	Compatible
CO017	Desarrollo del Tajo y Mina	Vulnerabilidad	-1	1	4	4	4	4	1	1	1	4	2	- 24.0	Compatible
CO018	Conformación de Tepetateras	Vulnerabilidad	-1	1	4	4	4	4	1	1	1	4	2	- 24.0	Compatible
CO019	Construcción y Operación de Infraestructura	Vulnerabilidad	-1	1	1	4	4	4	1	1	1	4	1	- 16.0	Compatible
CO020	Desarrollo del Tajo y Mina	Calidad del aire	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	4	1	- 15.2	Compatible
CO021	Conformación de Tepetateras	Calidad del aire	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	4	1	- 15.2	Compatible
CO022	Construcción y Operación de Infraestructura	Calidad del aire	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	- 14.0	Compatible
CO023	Proceso de Área de Trituración	Calidad del aire	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	4	1	- 15.2	Compatible
CO024	Acarreo de Mineral	Calidad del aire	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	4	1	- 15.2	Compatible
CO025	Transporte de material por banda	Calidad del aire	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	4	1	- 15.2	Compatible
CO026	Emisiones a la atmósfera (CO)	Calidad del aire	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	4	1	- 15.2	Compatible
CO027	Desarrollo del Tajo y Mina	Microclima	-1	1	1	4	2	1	1	1	1	4	1	- 14.0	Compatible
CO028	Conformación de Tepetateras	Microclima	-1	1	1	4	2	1	1	1	1	4	1	- 14.0	Compatible
CO029	Desarrollo del Tajo y Mina	Ruido	-1	4	1	4	2	1	1	1	4	1	1	- 24.8	Compatible
CO030	Conformación de Tepetateras	Ruido	-1	4	1	4	2	1	1	1	4	1	1	- 24.8	Compatible
CO031	Construcción y Operación de Infraestructura	Ruido	-1	4	1	4	2	1	1	1	4	1	1	- 24.8	Compatible
CO032	Proceso de Área de Trituración	Ruido	-1	4	1	4	2	1	1	1	4	1	1	- 24.8	Compatible
CO033	Acarreo de Mineral	Ruido	-1	4	1	4	2	1	1	1	4	1	1	- 24.8	Compatible
CO034	Transporte de material por banda	Ruido	-1	4	1	4	2	1	1	1	4	1	1	- 24.8	Compatible
CO035	Mantenimiento de instalaciones	Ruido	-1	4	1	4	2	1	1	1	4	1	1	- 24.8	Compatible
CO036	Manejo de residuos (CO)	Ruido	-1	4	1	4	2	1	1	1	4	1	1	- 24.8	Compatible

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Atributos de Importancia											Importancia (I)	Clasificación
			NT	IN	EX	MO	PS	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
CO037	Desarrollo del Tajo y Mina	Empleo y activación económica	1	2	2	4	2	0	1	4	4	4	0	21.2	Compatible
CO038	Conformación de Tepetateras	Empleo y activación económica	1	2	2	4	2	0	1	4	4	4	0	21.2	Compatible
CO039	Construcción y Operación de Infraestructura	Empleo y activación económica	1	2	2	4	2	0	1	4	4	4	0	21.2	Compatible
CO040	Proceso de Área de Trituración	Empleo y activación económica	1	1	2	4	2	0	1	1	4	4	0	16.4	Compatible
CO041	Acarreo de Mineral	Empleo y activación económica	1	1	2	4	2	0	1	4	4	4	0	17.6	Compatible
CO042	Mantenimiento de instalaciones	Empleo y activación económica	1	2	2	4	2	0	1	4	4	4	0	21.2	Compatible
CO043	Manejo de residuos (CO)	Empleo y activación económica	1	1	2	4	2	0	1	1	4	2	0	15.6	Compatible
CO044	Desarrollo del Tajo y Mina	Demografía	-1	2	2	4	2	0	1	4	1	4	1	- 20.8	Compatible
CO045	Conformación de Tepetateras	Demografía	-1	2	2	4	2	0	1	4	1	4	1	- 20.8	Compatible
CO046	Construcción y Operación de Infraestructura	Demografía	-1	2	2	4	2	0	1	4	1	4	1	- 20.8	Compatible
CO047	Proceso de Área de Trituración	Demografía	-1	1	2	4	2	0	1	4	1	4	1	- 17.2	Compatible
CO048	Acarreo de Mineral	Demografía	-1	1	2	4	2	0	1	4	1	4	1	- 17.2	Compatible
CO049	Mantenimiento de instalaciones	Demografía	-1	2	2	4	2	0	1	4	1	4	1	- 20.8	Compatible
CO050	Desarrollo del Tajo y Mina	Calidad Visual	-1	2	4	4	4	4	1	1	4	4	8	- 33.6	Moderado
CO051	Conformación de Tepetateras	Calidad Visual	-1	2	4	4	4	4	1	1	4	4	8	- 33.6	Moderado
CO052	Construcción y Operación de Infraestructura	Calidad Visual	-1	2	2	4	2	4	1	1	4	4	1	- 22.4	Compatible
CO053	Acarreo de Mineral	Calidad Visual	-1	1	2	4	4	4	1	1	4	4	1	- 19.6	Compatible
CO054	Desarrollo del Tajo y Mina	Fragilidad visual	-1	2	4	4	4	4	1	1	1	4	8	- 32.4	Moderado
CO055	Conformación de Tepetateras	Fragilidad visual	-1	2	4	4	4	4	1	1	1	4	8	- 32.4	Moderado
CO056	Construcción y Operación de Infraestructura	Fragilidad visual	-1	1	2	4	2	4	1	1	1	4	1	- 17.6	Compatible
CO057	Desarrollo del Tajo y Mina	Visibilidad	-1	2	4	4	4	4	1	1	1	4	8	- 32.4	Moderado
CO058	Conformación de Tepetateras	Visibilidad	-1	2	4	4	4	4	1	1	1	4	8	- 32.4	Moderado
CO059	Construcción y Operación de Infraestructura	Visibilidad	-1	1	2	4	2	4	1	1	1	4	1	- 17.6	Compatible
CO060	Desarrollo del Tajo y Mina	Iluminación artificial	-1	4	1	4	4	1	1	1	4	1	1	- 25.6	Moderado
CO061	Construcción y Operación de Infraestructura	Iluminación artificial	-1	4	2	4	2	1	1	1	4	1	1	- 27.2	Moderado
CO062	Acarreo de Mineral	Iluminación artificial	-1	4	1	4	4	1	1	1	4	1	1	- 25.6	Moderado
CO063	Desarrollo del Tajo y Mina	Inundaciones	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	- 12.8	Compatible

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Atributos de Importancia											Importancia (I)	Clasificación
			NT	IN	EX	MO	PS	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
CO064	Desarrollo del Tajo y Mina	Incendios	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	- 12.8	Compatible
CO065	Conformación de Tepetateras	Incendios	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	- 12.8	Compatible
CO066	Construcción y Operación de Infraestructura	Incendios	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	- 12.8	Compatible
CO067	Acarreo de Mineral	Incendios	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	- 12.8	Compatible
CO068	Mantenimiento de instalaciones	Incendios	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	- 12.8	Compatible
CO069	Manejo de residuos (CO)	Incendios	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	- 12.8	Compatible
CO070	Desarrollo del Tajo y Mina	Explosiones	-1	1	1	4	1	1	4	1	1	1	1	- 13.6	Compatible
CO071	Desarrollo del Tajo y Mina	Fugas y derrames	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	- 12.8	Compatible
CO072	Conformación de Tepetateras	Fugas y derrames	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	- 12.8	Compatible
CO073	Construcción y Operación de Infraestructura	Fugas y derrames	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	- 12.8	Compatible
CO074	Acarreo de Mineral	Fugas y derrames	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	- 12.8	Compatible
CO075	Mantenimiento de instalaciones	Fugas y derrames	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	- 12.8	Compatible
CO076	Manejo de residuos (CO)	Fugas y derrames	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	- 12.8	Compatible
AB001	Actividades de cierre y restauración	Tipo de Suelo	1	1	4	4	4	0	1	1	4	4	8	28.4	Moderado
AB002	Desmantelamiento y/o clausura de áreas	Uso de Suelo	1	1	1	4	4	0	1	1	4	4	1	15.6	Compatible
AB003	Actividades de cierre y restauración	Uso de Suelo	1	8	4	4	4	0	1	1	4	4	1	48.0	Moderado
AB004	Actividades de cierre y restauración	Erosión	1	2	4	4	4	0	1	1	1	4	1	25.2	Moderado
AB005	Actividades de cierre y restauración	Calidad del Suelo	1	4	1	4	4	0	1	1	1	1	1	24.0	Compatible
AB006	Actividades de cierre y restauración	Deslizamientos	1	1	1	4	4	0	1	1	1	1	1	13.2	Compatible
AB007	Actividades de cierre y restauración	Relieves	1	1	1	4	4	0	1	1	4	4	1	15.6	Compatible
AB008	Actividades de cierre y restauración	Recarga media	1	1	4	4	4	0	1	1	1	4	2	22.4	Compatible
AB009	Actividades de cierre y restauración	Vulnerabilidad	1	1	4	4	4	0	1	1	1	4	2	22.4	Compatible
AB010	Actividades de cierre y restauración	Calidad del aire	1	1	1	4	1	0	1	1	4	1	1	13.2	Compatible
AB011	Manejo de residuos (AB)	Calidad del aire	-1	1	1	4	1	0	1	1	4	1	1	- 13.2	Compatible
AB012	Emisiones a la atmosfera (AB)	Calidad del aire	-1	1	1	4	1	0	1	1	4	1	1	- 13.2	Compatible
AB013	Actividades de cierre y restauración	Microclima	1	1	1	4	4	0	1	1	1	4	2	15.2	Compatible
AB014	Desmantelamiento y/o clausura de áreas	Ruido	-1	4	1	4	2	1	1	1	4	1	1	- 24.8	Compatible

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Atributos de Importancia											Importancia (I)	Clasificación
			NT	IN	EX	MO	PS	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
AB015	Actividades de cierre y restauración	Ruido	-1	4	1	4	2	1	1	1	4	1	1	- 24.8	Compatible
AB016	Manejo de residuos (AB)	Ruido	-1	4	1	4	1	1	1	1	4	1	1	- 24.4	Compatible
AB017	Actividades de cierre y restauración	Riqueza de la vegetación	1	2	2	4	4	0	1	1	4	4	0	20.8	Compatible
AB018	Actividades de cierre y restauración	Abundancia de la vegetación	1	2	2	4	4	0	1	1	4	4	0	20.8	Compatible
AB019	Actividades de cierre y restauración	Especies de vegetación en alguna categoría de protección	1	2	2	4	4	0	1	1	4	4	0	20.8	Compatible
AB020	Actividades de cierre y restauración	Distribución de vegetación	1	2	2	4	4	0	1	1	4	4	0	20.8	Compatible
AB021	Desmantelamiento y/o clausura de áreas	Empleo y activación económica	1	2	2	4	1	0	1	1	4	4	0	19.6	Compatible
AB022	Actividades de cierre y restauración	Empleo y activación económica	1	2	2	4	2	0	1	1	4	4	0	20.0	Compatible
AB023	Manejo de residuos (AB)	Empleo y activación económica	1	2	2	4	1	0	1	1	4	4	0	19.6	Compatible
AB024	Desmantelamiento y/o clausura de áreas	Demografía	-1	2	2	4	1	0	1	1	1	4	1	- 19.2	Compatible
AB025	Actividades de cierre y restauración	Demografía	-1	2	2	4	2	0	1	1	1	4	1	- 19.6	Compatible
AB026	Actividades de cierre y restauración	Calidad Visual	1	8	4	4	4	0	1	1	4	4	2	48.8	Moderado
AB027	Actividades de cierre y restauración	Fragilidad visual	1	8	4	4	4	0	1	1	1	4	2	47.6	Moderado
AB028	Actividades de cierre y restauración	Visibilidad	1	8	4	4	4	0	1	1	1	4	2	47.6	Moderado
AB029	Actividades de cierre y restauración	Iluminación artificial	-1	4	1	4	2	1	1	1	4	1	1	- 24.8	Compatible
AB030	Desmantelamiento y/o clausura de áreas	Incendios	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	- 12.8	Compatible
AB031	Actividades de cierre y restauración	Incendios	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	- 12.8	Compatible
AB032	Manejo de residuos (AB)	Incendios	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	- 12.8	Compatible
AB033	Desmantelamiento y/o clausura de áreas	Fugas y derrames	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	- 12.8	Compatible
AB034	Actividades de cierre y restauración	Fugas y derrames	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	- 12.8	Compatible
AB035	Manejo de residuos (AB)	Fugas y derrames	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	- 12.8	Compatible

Página intencionalmente dejada en blanco.

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:	PS002
Etapa:	Preparación de Sitio
Actividad:	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación
Parámetro Ambiental:	Tipo de Suelo
Naturaleza (NT):	Perjudicial (-)
Intensidad (IN):	Muy Alta 8
Extensión (EX):	Parcial 2
Momento (MO):	Inmediato 4 (MO < 1 años)
Persistencia (PS):	Permanente 4 (PS > 10 años)
Reversibilidad (RV):	Irreversible 4 (RV > 10 años)
Sinergia (SI):	Sin sinergismo 1
Acumulación (AC):	Acumulativo 4
Relación Causa-Efecto (EF):	Directo (primario) 4
Periodicidad (PR):	Continuo 4
Recuperabilidad (MC):	Irrecuperable 8 (MC>60 años)
Importancia (I):	-51.6
Clasificación:	**Severo**
Comentarios:	El tipo de suelo será alterado fuertemente debido a que se sustraerán estratos de completos presentes en el área del banco de materiales.

ID Impacto:	PS003
Etapa:	Preparación de Sitio
Actividad:	Desmonte
Parámetro Ambiental:	Uso de Suelo
Naturaleza (NT):	Perjudicial (-)
Intensidad (IN):	Total 12
Extensión (EX):	Extenso 4
Momento (MO):	Inmediato 4 (MO < 1 años)
Persistencia (PS):	Permanente 4 (PS > 10 años)
Reversibilidad (RV):	Irreversible 4 (RV > 10 años)
Sinergia (SI):	Sin sinergismo 1
Acumulación (AC):	Acumulativo 4
Relación Causa-Efecto (EF):	Directo (primario) 4
Periodicidad (PR):	Continuo 4
Recuperabilidad (MC):	De manera inmediata 1 (MC <1 año)
Importancia (I):	-65.2
Clasificación:	**Severo**
Comentarios:	Dada la naturaleza del Proyecto, la vocación del suelo en donde se establecerán las instalaciones será modificado en gran medida.

ID Impacto:	PS029
Etapa:	Preparación de Sitio
Actividad:	Desmonte
Parámetro Ambiental:	Riqueza de la vegetación
Naturaleza (NT):	Perjudicial (-)
Intensidad (IN):	Muy Alta 8
Extensión (EX):	Extenso 4
Momento (MO):	Inmediato 4 (MO < 1 años)
Persistencia (PS):	Permanente 4 (PS > 10 años)
Reversibilidad (RV):	Irreversible 4 (RV > 10 años)
Sinergia (SI):	Sin sinergismo 1
Acumulación (AC):	Acumulativo 4
Relación Causa-Efecto (EF):	Directo (primario) 4
Periodicidad (PR):	Continuo 4
Recuperabilidad (MC):	De manera inmediata 1 (MC <1 año)
Importancia (I):	-50.8
Clasificación:	**Severo**
Comentarios:	Dado que para el desarrollo del Proyecto es necesario retirar la vegetación presente en las áreas a ocupar, las especies vegetales serán eliminadas en su totalidad, tras realizar las operaciones de rescate correspondientes.

ID Impacto:	PS031
Etapa:	Preparación de Sitio
Actividad:	Desmonte
Parámetro Ambiental:	Abundancia de la vegetación
Naturaleza (NT):	Perjudicial (-)
Intensidad (IN):	Muy Alta 8
Extensión (EX):	Extenso 4
Momento (MO):	Inmediato 4 (MO < 1 años)
Persistencia (PS):	Permanente 4 (PS > 10 años)
Reversibilidad (RV):	Irreversible 4 (RV > 10 años)
Sinergia (SI):	Sin sinergismo 1
Acumulación (AC):	Acumulativo 4
Relación Causa-Efecto (EF):	Directo (primario) 4
Periodicidad (PR):	Continuo 4
Recuperabilidad (MC):	De manera inmediata 1 (MC <1 año)
Importancia (I):	-50.8
Clasificación:	**Severo**
Comentarios:	Dado que para el desarrollo 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, tras realizar las operaciones de rescate correspondientes.

ID Impacto:	PS033
Etapa:	Preparación de Sitio
Actividad:	Desmonte
Parámetro Ambiental:	Especies de vegetación en alguna categoría de protección
Naturaleza (NT):	Perjudicial (-)
Intensidad (IN):	Muy Alta 8
Extensión (EX):	Extenso 4
Momento (MO):	Inmediato 4 (MO < 1 años)
Persistencia (PS):	Permanente 4 (PS > 10 años)
Reversibilidad (RV):	Irreversible 4 (RV > 10 años)
Sinergia (SI):	Sin sinergismo 1
Acumulación (AC):	Acumulativo 4
Relación Causa-Efecto (EF):	Directo (primario) 4
Periodicidad (PR):	Continuo 4
Recuperabilidad (MC):	De manera inmediata 1 (MC <1 año)
Importancia (I):	-50.8
Clasificación:	**Severo**
Comentarios:	Dado que para el desarrollo del Proyecto es necesario retirar la vegetación presente en las áreas a ocupar, las especies vegetales, incluidas aquellas en alguna categoría de protección, serán eliminadas en su totalidad en ciertas áreas del AP, tras realizar las operaciones de rescate correspondientes.

ID Impacto:	PS035
Etapa:	Preparación de Sitio
Actividad:	Desmonte
Parámetro Ambiental:	Distribución de vegetación
Naturaleza (NT):	Perjudicial (-)
Intensidad (IN):	Muy Alta 8
Extensión (EX):	Extenso 4
Momento (MO):	Inmediato 4 (MO < 1 años)
Persistencia (PS):	Permanente 4 (PS > 10 años)
Reversibilidad (RV):	Irreversible 4 (RV > 10 años)
Sinergia (SI):	Sin sinergismo 1
Acumulación (AC):	Acumulativo 4
Relación Causa-Efecto (EF):	Directo (primario) 4
Periodicidad (PR):	Continuo 4
Recuperabilidad (MC):	De manera inmediata 1 (MC <1 año)
Importancia (I):	-50.8
Clasificación:	**Severo**
Comentarios:	Dado que para el desarrollo 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, tras realizar las operaciones de rescate correspondientes.

ID Impacto:	PS037
Etapa:	Preparación de Sitio
Actividad:	Desmonte
Parámetro Ambiental:	Riqueza de fauna
Naturaleza (NT):	Perjudicial (-)
Intensidad (IN):	Muy Alta 8
Extensión (EX):	Extenso 4
Momento (MO):	Inmediato 4 (MO < 1 años)
Persistencia (PS):	Permanente 4 (PS > 10 años)
Reversibilidad (RV):	Irreversible 4 (RV > 10 años)
Sinergia (SI):	Sin sinergismo 1
Acumulación (AC):	Acumulativo 4
Relación Causa-Efecto (EF):	Indirecto (secundario) 1
Periodicidad (PR):	Continuo 4
Recuperabilidad (MC):	A mediano plazo 2 (1 año>MC>10 años)
Importancia (I):	-50.4
Clasificación:	**Severo**
Comentarios:	Dado que para el desarrollo del Proyecto es necesario retirar la vegetación presente en las áreas a ocupar, las especies de fauna no contarán con un hábitat tal que promueva su permanencia dentro del AP, tras realizar las operaciones de rescate correspondientes.

ID Impacto:	PS039
Etapa:	Preparación de Sitio
Actividad:	Desmonte
Parámetro Ambiental:	Abundancia de fauna
Naturaleza (NT):	Perjudicial (-)
Intensidad (IN):	Muy Alta 8
Extensión (EX):	Extenso 4
Momento (MO):	Inmediato 4 (MO < 1 años)
Persistencia (PS):	Permanente 4 (PS > 10 años)
Reversibilidad (RV):	Irreversible 4 (RV > 10 años)
Sinergia (SI):	Sin sinergismo 1
Acumulación (AC):	Acumulativo 4
Relación Causa-Efecto (EF):	Indirecto (secundario) 1
Periodicidad (PR):	Continuo 4
Recuperabilidad (MC):	A mediano plazo 2 (1 año>MC>10 años)
Importancia (I):	-50.4
Clasificación:	**Severo**
Comentarios:	Dado que para el desarrollo del Proyecto es necesario retirar la vegetación presente en las áreas a ocupar, las especies de fauna no contarán con un hábitat tal que promueva su permanencia dentro del AP, tras realizar las operaciones de rescate correspondientes.

ID Impacto:	PS043
Etapa:	Preparación de Sitio
Actividad:	Desmonte
Parámetro Ambiental:	Distribución de fauna
Naturaleza (NT):	Perjudicial (-)
Intensidad (IN):	Muy Alta 8
Extensión (EX):	Extenso 4
Momento (MO):	Inmediato 4 (MO < 1 años)
Persistencia (PS):	Permanente 4 (PS > 10 años)
Reversibilidad (RV):	Irreversible 4 (RV > 10 años)
Sinergia (SI):	Sin sinergismo 1
Acumulación (AC):	Acumulativo 4
Relación Causa-Efecto (EF):	Indirecto (secundario) 1
Periodicidad (PR):	Continuo 4
Recuperabilidad (MC):	A mediano plazo 2 (1 año>MC>10 años)
Importancia (I):	-50.4
Clasificación:	**Severo**
Comentarios:	Dado que para el desarrollo del Proyecto es necesario retirar la vegetación presente en las áreas a ocupar, las especies de fauna no contarán con un hábitat tal que promueva su permanencia dentro del AP, tras realizar las operaciones de rescate correspondientes.

ID Impacto:	PS053
Etapa:	Preparación de Sitio
Actividad:	Desmonte
Parámetro Ambiental:	Calidad Visual
Naturaleza (NT):	Perjudicial (-)
Intensidad (IN):	Total 12
Extensión (EX):	Extenso 4
Momento (MO):	Inmediato 4 (MO < 1 años)
Persistencia (PS):	Permanente 4 (PS > 10 años)
Reversibilidad (RV):	Irreversible 4 (RV > 10 años)
Sinergia (SI):	Sin sinergismo 1
Acumulación (AC):	Acumulativo 4
Relación Causa-Efecto (EF):	Directo (primario) 4
Periodicidad (PR):	Continuo 4
Recuperabilidad (MC):	A mediano plazo 2 (1 año>MC>10 años)
Importancia (I):	-66.0
Clasificación:	**Severo**
Comentarios:	El retiro de la vegetación alterará completamente el paisaje en la zona.

ID Impacto:	PS055
Etapa:	Preparación de Sitio
Actividad:	Desmonte
Parámetro Ambiental:	Fragilidad visual
Naturaleza (NT):	Perjudicial (-)
Intensidad (IN):	Muy Alta 8
Extensión (EX):	Extenso 4
Momento (MO):	Inmediato 4 (MO < 1 años)
Persistencia (PS):	Permanente 4 (PS > 10 años)
Reversibilidad (RV):	Irreversible 4 (RV > 10 años)
Sinergia (SI):	Sin sinergismo 1
Acumulación (AC):	Acumulativo 4
Relación Causa-Efecto (EF):	Indirecto (secundario) 1
Periodicidad (PR):	Continuo 4
Recuperabilidad (MC):	A mediano plazo 2 (1 año>MC>10 años)
Importancia (I):	-50.4
Clasificación:	**Severo**
Comentarios:	El retiro de la vegetación alterará completamente el paisaje en la zona.

ID Impacto:	PS057
Etapa:	Preparación de Sitio
Actividad:	Desmonte
Parámetro Ambiental:	Visibilidad
Naturaleza (NT):	Perjudicial (-)
Intensidad (IN):	Muy Alta 8
Extensión (EX):	Extenso 4
Momento (MO):	Inmediato 4 (MO < 1 años)
Persistencia (PS):	Permanente 4 (PS > 10 años)
Reversibilidad (RV):	Irreversible 4 (RV > 10 años)
Sinergia (SI):	Sin sinergismo 1
Acumulación (AC):	Acumulativo 4
Relación Causa-Efecto (EF):	Indirecto (secundario) 1
Periodicidad (PR):	Continuo 4
Recuperabilidad (MC):	A mediano plazo 2 (1 año>MC>10 años)
Importancia (I):	-50.4
Clasificación:	**Severo**
Comentarios:	El retiro de la vegetación alterará completamente el paisaje en la zona.

ID Impacto:	CO008
Etapa:	Construcción y Operación
Actividad:	Desarrollo del Tajo y Mina
Parámetro Ambiental:	Relieves
Naturaleza (NT):	Perjudicial (-)
Intensidad (IN):	Total 12
Extensión (EX):	Extenso 4
Momento (MO):	Inmediato 4 (MO < 1 años)
Persistencia (PS):	Permanente 4 (PS > 10 años)
Reversibilidad (RV):	Irreversible 4 (RV > 10 años)
Sinergia (SI):	Sin sinergismo 1
Acumulación (AC):	Simple 1
Relación Causa-Efecto (EF):	Directo (primario) 4
Periodicidad (PR):	Continuo 4
Recuperabilidad (MC):	Irrecuperable 8 (MC>60 años)
Importancia (I):	-69.6
Clasificación:	**Severo**
Comentarios:	La topografía de la zona se verá alterada de manera notable por la excavación del tajo.

ID Impacto:	CO009
Etapa:	Construcción y Operación
Actividad:	Conformación de Tepetateras
Parámetro Ambiental:	Relieves
Naturaleza (NT):	Perjudicial (-)
Intensidad (IN):	Total 12
Extensión (EX):	Extenso 4
Momento (MO):	Inmediato 4 (MO < 1 años)
Persistencia (PS):	Permanente 4 (PS > 10 años)
Reversibilidad (RV):	Irreversible 4 (RV > 10 años)
Sinergia (SI):	Sin sinergismo 1
Acumulación (AC):	Simple 1
Relación Causa-Efecto (EF):	Directo (primario) 4
Periodicidad (PR):	Continuo 4
Recuperabilidad (MC):	Irrecuperable 8 (MC>60 años)
Importancia (I):	-69.6
Clasificación:	**Severo**
Comentarios:	La topografía de la zona se verá alterada de manera notable por la conformación de las tepetateras.

V.2. Resultados 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 (2 compatibles, 14 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
PS001	Rescate de suelo fértil y despalme	Tipo de Suelo	Moderado
PS002	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Tipo de Suelo	Severo
PS005	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Uso de Suelo	Moderado
PS008	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Relieves	Moderado
PS009	Rehabilitación y construcción de caminos	Cauces	Moderado
PS010	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Cauces	Moderado
CO001	Desarrollo del Tajo y Mina	Tipo de Suelo	Moderado
CO002	Conformación de Tepetateras	Tipo de Suelo	Moderado
CO008	Desarrollo del Tajo y Mina	Relieves	Severo
CO009	Conformación de Tepetateras	Relieves	Severo
CO010	Desarrollo del Tajo y Mina	Cauces	Compatible
CO011	Conformación de Tepetateras	Cauces	Compatible
CO050	Desarrollo del Tajo y Mina	Calidad Visual	Moderado
CO051	Conformación de Tepetateras	Calidad Visual	Moderado
CO054	Desarrollo del Tajo y Mina	Fragilidad visual	Moderado
CO055	Conformación de Tepetateras	Fragilidad visual	Moderado
CO057	Desarrollo del Tajo y Mina	Visibilidad	Moderado
CO058	Conformación de Tepetateras	Visibilidad	Moderado
AB001	Actividades de cierre y restauración	Tipo de Suelo	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 ,“Ampliación La Yaqui” y “Mulatos”, 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 37 impactos acumulativos (17 compatibles, 8 moderados y 12 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
PS001	Rescate de suelo fértil y despalme	Tipo de Suelo	Moderado
PS002	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Tipo de Suelo	Severo
PS003	Desmonte	Uso de Suelo	Severo
PS005	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Uso de Suelo	Moderado
PS008	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Relieves	Moderado
PS013	Desmonte	Recarga media	Compatible
PS014	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Recarga media	Compatible
PS015	Desmonte	Vulnerabilidad	Moderado
PS016	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Vulnerabilidad	Compatible
PS029	Desmonte	Riqueza de la vegetación	Severo
PS031	Desmonte	Abundancia de la vegetación	Severo
PS033	Desmonte	Especies de vegetación en alguna categoría de protección	Severo
PS035	Desmonte	Distribución de vegetación	Severo
PS037	Desmonte	Riqueza de fauna	Severo
PS039	Desmonte	Abundancia de fauna	Severo
PS041	Desmonte	Especies de fauna en alguna categoría de protección	Moderado
PS043	Desmonte	Distribución de fauna	Severo
PS046	Desmonte	Empleo y activación económica	Moderado
PS047	Rescate de suelo fértil y despalme	Empleo y activación económica	Compatible
PS048	Rehabilitación y construcción de caminos	Empleo y activación económica	Moderado
PS049	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Empleo y activación económica	Moderado

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Clasificación
PS051	Rehabilitación y construcción de caminos	Demografía	Compatible
PS052	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Demografía	Compatible
PS053	Desmonte	Calidad Visual	Severo
PS055	Desmonte	Fragilidad visual	Severo
PS057	Desmonte	Visibilidad	Severo
CO037	Desarrollo del Tajo y Mina	Empleo y activación económica	Compatible
CO038	Conformación de Tepetateras	Empleo y activación económica	Compatible
CO039	Construcción y Operación de Infraestructura	Empleo y activación económica	Compatible
CO041	Acarreo de Mineral	Empleo y activación económica	Compatible
CO042	Mantenimiento de instalaciones	Empleo y activación económica	Compatible
CO044	Desarrollo del Tajo y Mina	Demografía	Compatible
CO045	Conformación de Tepetateras	Demografía	Compatible
CO046	Construcción y Operación de Infraestructura	Demografía	Compatible
CO047	Proceso de Área de Trituración	Demografía	Compatible
CO048	Acarreo de Mineral	Demografía	Compatible
CO049	Mantenimiento de instalaciones	Demografía	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?
PS002	No		No		No	No
PS003	No		No		No	No
PS029	**Sí**		No		No	No
PS031	**Sí**		No		No	No
PS033	No		No		No	No
PS035	No		No		No	No
PS037	No		No		No	No
PS039	No		No		No	No
PS043	No		No		No	No
PS053	No		No		No	No
PS055	No		No		No	No
PS057	No		No		No	No
CO008	No		No		No	No
CO009	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	43	**179**
	Perjudiciales	136	
Importancia	Compatibles	133	**179**
	Moderados	32	
	Severos	14	
	Críticos	0	
Atributos Especiales	Residuales totales	19	
	Residuales severos o críticos	3	
	Acumulativos	37	
	Significativos	0	

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.2. Impactos residuales 18

Tablas

Tabla VI-1: Líneas de acción de las medidas de prevención y mitigación 2
Tabla VI-2: Ficha Medida Control de gases y particulas fugitvas 3
Tabla VI-3: Ficha Medida Prácticas de gestión de diseño y construcción de instalaciones 4
Tabla VI-4: Ficha Medida Acciones para el Control de la Erosión 5
Tabla VI-5: Ficha Medida Conservación de suelo 6
Tabla VI-6: Ficha Medida Rescate y Re-Ubicación de Flora 8
Tabla VI-7: Ficha Medida Ahuyentamiento y Rescate de Fauna 10
Tabla VI-8: Ficha Medida Adecuado manejo de residuos peligrosos 12
Tabla VI-9: Ficha Medida Adecuado manejo de residuos sólidos 13
Tabla VI-10: Ficha Medida Rehabilitación de áreas degradadas 14
Tabla VI-11: Ficha Medida Adecuado Manejo de Aguas Residuales 16
Tabla VI-12: Ficha Medida Vigilancia Ambiental 17

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 Tajo Cerro Pelón, 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".

Para el promovente es importante mantener actual su compromiso social y ambiental 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 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, las cuales estarán consideradas dentro del **Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)** para el **proyecto Tajo Cerro Pelón**. Este **PVA** es el instrumento de seguimiento y control que garantiza el cumplimiento de la aplicación de las diferentes medidas de prevención, mitigación y restauración, que en él se presentan, a fin de minimizar los impactos generados por el desarrollo de las obras y actividades del proyecto en cuestión.

En la Tabla VI-1 , se presentan a modo de resumen, **11 fichas de acciones o medidas** de **prevención, mitigación y restauración** que se realizarán sobre la superficie solicitada para el proyecto en cuestión. Para fines prácticos se identifican las medidas en los por la letra "M" seguido de un número consecutivo. El nombre de las medidas indica la Linea de Acción[1] 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).

[1] Línea de acción:

Tabla VI-1: Líneas de acción de las 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 y mitigación**
M-04	Conservación de suelo	**Prevención y mitigación**
M-05	Rescate y reubicación de Flora	**Prevención y mitigación**
M-06	Rescate y reubicación de Fauna	**Prevención y mitigación**
M-07	Adecuado manejo de residuos peligrosos	**Prevención**
M-08	Adecuado manejo de residuos sólidos	**Prevención**
M-09	Rehabilitación de áreas degradadas	**Mitigación y compensación**
M-10	Adecuado manejo de aguas residuales	**Prevención**
M-11	Vigilancia ambiental	**Prevención y mitigación**

A continuación, se presentan por separado (en fichas), el conjunto de acciones que se consideran en cada una de las primeras 11 medidas mencionadas en la Tabla VI-1. en estas fichas se menciona el tipo de medida, la etapa y el periodo en la que se aplicará, los factores y parámetros ambientales atendidos (se incluyen tanto los elementos bióticos y abióticos), la descripción de las accione o actividades, la meta, la medición y cuantificación, así como la supervisión y grado de cumplimiento.

Es importante mencionar que, las medidas propuestas para este proyecto son viables técnica y económicamente. Actualmente estas medidas que estan siendo implementendas con éxito en los proyectos mineros vecinos, Mulatos y Ampliación La Yaqui.

Tabla VI-2: Ficha Medida Control de gases y particulas fugitvas

ID:	**M-01**					
Línea de acción	**<u>Control de gases y partículas fugitivas</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 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**	7 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: • Establecimiento de un control de velocidad para todo el personal dentro de los caminos de acceso e internos, asegurando que la velocidad de rodamiento levante la menor cantidad de polvo posible. • Riego en los caminos de acceso y las áreas de trabajo diariamente durante la época de estiaje. El agua utilizada para riego sera agua tratada en la PTAR del proyecto Mulatos. • Realización de mantenimientos (preventivos y correctivos) a 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 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. • Control de voladuras en su etapa de preparación del portal de mina, en caso de ser necesario dado que las voladuras son controladas.						
Meta						
La medida pretende reducir las emisiones de gases y partículas durante todas las etapas del proyecto a través de la implementación de las medidas antes mencionadas.						
Medición y Cuantificación						
• Incidencias a trabajadores que no respeten los límites de velocidad. • 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 PM10.						
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia						
• Bitacoras y registro fotográfico de riego en caminos. • Bitácoras de mantenimiento a maquinaria y equipo, en donde se registra el tipo de mantenimiento realizado y fecha de ejecución.						

ID:	M-01
Línea de acción	**Control de gases y partículas fugitivas**
• Registros de acciones a seguir en caso de alguna contingencia.	

Tabla VI-3: Ficha Medida Prácticas de gestión de diseño y construcción de instalaciones

ID:	**M-02**					
Línea de acción	**Prácticas de gestión de diseño y construcción de instalaciones**					
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**	6 años
	X	X				
Descripción						
Para minimizar el riesgo de afectación de algún factor ambiental por las obras y actividades del proyecto, se implementará la política de Mejores Prácticas de Gestión (MPG) aplicadas al diseño y construcción de caminos, tepetatera, tajo, 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, en caso de afectación, se buscará siempre redirigir o desviar los cauces. • Proporcionar drenaje superficial adecuado e instalar 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 • Usar ángulos de talud estables en cortes y terraplenes						
Meta						
Prevenir que la afectación al suelo y a la flora silvestre se extienda más allá del AP autorizado para Cerro Pelón. Controlar el arrastre de sedimentos en la época de lluvias.						
Medición y Cuantificación						

ID:	M-02
Línea de acción	**Prácticas de gestión de diseño y construcción de instalaciones**
No Aplica. (sin embargo, debe contarse con los registros y/o reportes de diseños y construcción de las aáreas liberadas y/o autorizadas).	
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	
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: ¿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-4: Ficha Medida Acciones para el Control de la Erosión

ID:	M-03					
Línea de acción	**Acciones para el Control de la Erosión**					
Factor ambiental atendido						
Atmósfera	Geomorfología	Suelo	Agua	Fauna	Vegetación	Socioeconómico
		X	X			
Parámetro ambiental atendido						
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**	7 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; se ejecutarán las siguientes actividades según se requieran en cada etapa del proyecto: • Construcción de represas de gaviones y represas de piedra aguas abajo del tajo y en las obras de desvío de las aguas de lluvias aledañas al proyecto, así como en lo sitios requeridos.						

ID:	M-03
Línea de acción	**Acciones para el Control de la Erosión**
• Construcción de canales de derivación, berma y/o canales para el tajo. • 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.	
Meta	
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.	
Medición y Cuantificación	
• Registros fotográficos de estructuras construidas. • superficie de áreas reforestadas. • Superficie rehabilitada disponible para usos de suelo posteriores (por ejemplo, agricultura). Esto aplica en la etapa de cierre y abandono del proyecto.	
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 de planta para reforestar, así como la superficie de áreas reforestadas.	

Tabla VI-5: Ficha Medida Conservación de suelo

ID:	M-04					
Línea de acción	**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**	7 años
	X	X		X		
Descripción						

ID:	M-04
Línea de acción	**Conservación de suelo**

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 especificas (top soil).
- 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.
- Además, 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:

$$IM_01 = SR/SER$$

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-6: Ficha Medida Rescate y Re-Ubicación de Flora

ID:	**M-05**					
Línea de acción	**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**	1 año
	X					
Descripción						
Esta medida, está dirigida al rescate de especímenes de vegetación, 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 acciones correspondientes se llevarán a cabo la etapa de preparación del sitio. Las acciones a implementar son las siguientes: • Para el rescate y reubicación particular de flora se utilizará la metodología mencionada en el **documento IT-MAP-51 "Rescate y Preservación de Flora"** (documento incluido en los anexos del PVA del proyecto en cuestión). • 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 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 fuegos 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. • El promovente producirá plantas, en el vivero instalado en el proyecto Mulatos, la capacidad de producción del vivero es de 80 000 plantas. 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.						
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.						

ID:	M-05
Línea de acción	**Rescate y Re-ubicación de Flora**
Medición y Cuantificación	
• Reportes de las superficies reforestadas y sobrevivencia de especies plantadas. • Indicador de Eficiencia	
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-7: Ficha Medida Ahuyentamiento y Rescate de Fauna

ID:	**M-06**					
Línea de acción	**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			
Tiempo de aplicación						
Etapa de aplicación	Preparación de sitio	Construcción-Operación		Abandono	**Duración**	1 año
	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 en la etapa de preparación del sitio. Las acciones a implementarse son las siguientes:

- 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, anfibios y reptiles. 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.
- En el documento **IT-MAP-46 "Protección y Rescate de Fauna Silvestre**" (documento incluido en los anexos del PVA del proyecto en cuestión).se presentan algunas medidas específicas que se implementaran para cada grupo de animales.
- 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.
- En el caso de la especie *Ambystoma rosaceum*, los ejemplares se reubicarán a los sitios en los que se ihan dentificado registros de comunidades previamente o sitios de características similares (ver Figura 1: Sitios de registro de *Ambystoma rosaceum*).
- 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.

ID:	M-06
Línea de acción	**Ahuyentamiento y Rescate de Fauna**

Meta

Reducir la afectación a la Fauna silvestre por las obras y actividades del proyecto, mediante el ahuyentamiento y rescate de individuos en zonas fuera y dentro del AP principalmente.

Medición y Cuantificación

- Reportes mensuales de los ejemplares rescatdas y rehubicados, el reporte deberá indicar en planos las áreas de rescate y las áreas en donde se reubicaron los ejemplares.

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

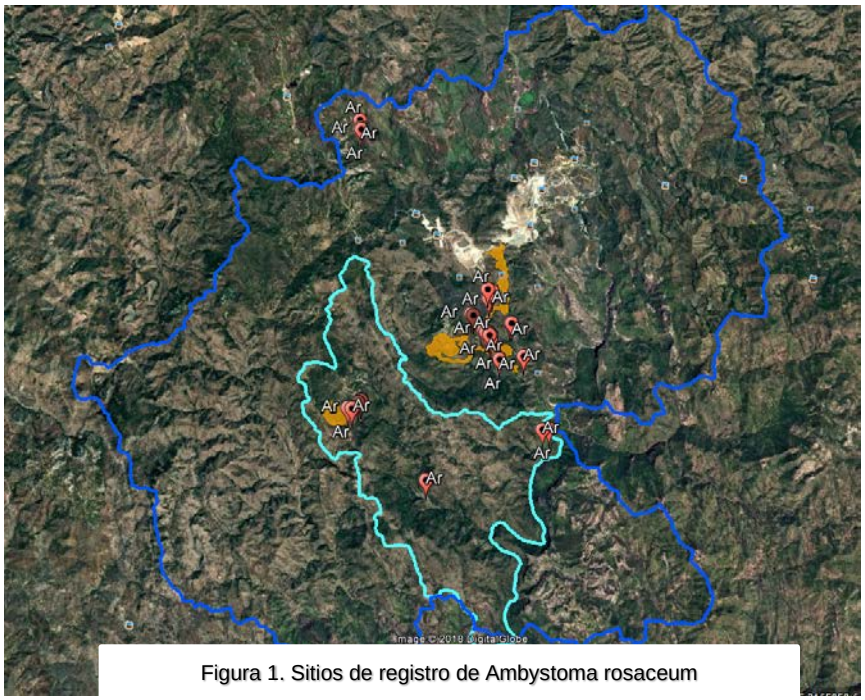


Figura 1. Sitios de registro de Ambystoma rosaceum

Tabla VI-8: Ficha Medida Adecuado manejo de residuos peligrosos

ID:	**M-07**					
Línea de acción	**Adecuado manejo de residuos peligrosos**					
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**	8 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: • El almacén temporal de residuos peligrosos que pretende utilizarse para resguardar los residuos peligrosos generados del proyecto de Cerro Pelón será el almacen del proyecto Mulatos. El piso de este almacén está impermeabilizado con sistema de revestimiento y contará con un área con un sistema de contención secundaria. • El almacenamiento será de acuerdo a la normatividad aplicable a este tipo de residuos. • 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. • Además, de todas las acciones anteriormente mencionadas, se deberá cumplir con lo mencionado en los documentos **IT-MAP-02 "Recolección transporte y disposición de Residuos Peligrosos"** y **IT-MAP-22 "Manejo de residuos peligrosos".**						
Meta						
Prevenir la disposición inadecuada de residuos peligrosos dentro del proyecto o en áreas circundantes.						
Medición y Cuantificación						
• Registros días sin incidentes • Bitácora de residuos peligrosos que ingresan y salen del almacén (resgistro completos de unidades, nombre, generardor, etc.). • Copia de manifiestos a tratamiento o por disposición final.						

ID:	M-07
Línea de acción	**Adecuado manejo de residuos peligrosos**
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? ¿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-9: Ficha Medida Adecuado manejo de residuos sólidos

ID:	M-08					
Línea de acción	**Adecuado manejo de residuos sólidos**					
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**	7 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 deberá cumplir con lo mencionado en el documento **IT-MAP-23 “Separación de Residuos Sólidos”.** • 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.**						

ID:	M-08
Línea de acción	**Adecuado manejo de residuos sólidos**
• 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.	
Meta	
Prevenir la disposición inadecuada de residuos dentro del Proyecto o en áreas circundantes.	
Medición y Cuantificación	
• Bitácora de residuos no peligrosos • Porcentaje de residuos reciclados y reutilizados.	
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 y recicladas, 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? ¿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: Ficha Medida Rehabilitación de áreas degradadas

ID:	M-09					
Línea de acción	**Rehabilitación de áreas degradadas**					
Factor ambiental atendido						
Atmósfera	Geomorfología	Suelo	Agua	Fauna	Vegetación	Paisaje
X		X			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				
Tiempo de aplicación						
Etapa de aplicación	Preparación de sitio	Construcción-Operación	Abandono	**Duración**	3 años	
		X	X			
Descripción						

ID:	M-09
Línea de acción	**Rehabilitación de áreas degradadas**

Se contempla el uso del vivero forestal del proyecto Mulatos 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, 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 autorizadas para el proyecto de Cerro Pelón.
- El desmonte se llevará a cabo de manera gradual, a medida que se avance con la construcción de las obras, a fin de 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.
- 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”.**

Meta

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.

Medición y Cuantificación

- Reportes de las superficies rehabilitadas y supervivencia de especies
- Bitácora de producción de planta en viviero

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-11: Ficha Medida Adecuado Manejo de Aguas Residuales

ID:	**M-10**					
Línea de acción	**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 (años)**	7 años
	X	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. • Con la finalidad de no disponer de aguas residuales en el AP, se contratará el servicio de sanitarios portátiles durante la vida operativa del proyecto.con proveedores autorizados para la recolección del agua y su adecuado tratamiento y disposición, fuera de las instalaciones del proyecto. • El agua residual proveniente del proyecto será recolectada por pipas con capacidad de 10 000 litros, equipadas con bombas de extracción, que descargarán directamente a la PTAR del proyecto Mulatos, a fin de tratar el agua y reutilizarla en el riego de los caminos.						
Meta						
Prevenir la contaminación del suelo y agua por descargas de aguas residuales no controladas						
Medición y Cuantificación						
• Registro de m^3 de agua residual generada vs agua tratada en la PTAR del proyecto Mulatos. • Resgistro de m^3 de agua tratatada reutilizada.						
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia						
Cumplimiento con parámetros establecidos con la NOM-003-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.						

Tabla VI-12: Ficha Medida Vigilancia Ambiental

ID:	**M-11**					
Línea de acción	**Vigilancia Ambiental**					
Factor ambiental atendido						
Atmósfera	Geomorfología	Suelo	Agua	Fauna	Vegetación	Paisaje
X	X	X	X	X	X	X
Parámetro ambiental atendido						
todos los parámetros ambientales						
Tipo de medida						
Prevención		Mitigación		Compensación		
X		X				
Tiempo de aplicación						
Etapa de aplicación	Preparación de sitio	Construcción-Operación	Abandono	**Duración**	8 años	
	X	X	X			
Descripción						
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.						
Meta						
Prevenir desviaciones en la implementación de las medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas para el proyecto.						
Medición y Cuantificación						
Reporte generado con los resultados de todas las medidas y acciones, con la finalidad de poder identificar aquellas medidas que reuqieren modificarse, reforzarse o eliminarse, así como adicionar aquellas acciones que podrían ayudar a mejorar los parámetros ambientales.						
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia						
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 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?						

El Promovente aplicará en tiempo y forma el conjunto de medidas preventivas y de mitigación que se incluyen en el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) propuesto para el proyecto Tajo Cerro Pelón, del cual se llevará un registro de su aplicación, de esta manera se podrá percibir la eficacia o ineficacia de cada una de las medidas y su evolución favorable o desfavorable dentro de las áreas afectadas (por la presencia del proyecto) o en las áreas propuestas para restauración. 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 tanto para los impactos, como para sus medidas de prevención, mitigación o restauración.

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.

VI.2. Impactos residuales

Uno de los mayores retos para cualquier proyecto es combatir cualquier impacto generado por sus obras y actividades, sin embargo, aun con el conjunto de medidas de prevención y mitigación propuestas, el promovente sabe que hay impactos que, por la naturaleza de las actividades hay impactos que van a persistir tras la aplicación de éstas.

Tras el análisis de identificación y determinación de la importancia de acuerdo a ciertos atributos, los impactos residuales que se han identificado para este proyecto son 19 impactos residuales (2 compatibles, 14 moderados y 3 severos).

Estos impactos se dan principalmente en el Factor ambiental suelo, geomorfología y paisaje, afectando a los parámetros: tipo de suelo, uso de suelo, relieve (en su forma), calidad visual, fragiliad visual y visibilidad. en la siguiente

Tabla VI-13 se muestran las actividades que impactan a estos parámetros, así como la clasificación del impacto.

Tabla VI-13: Impactos residuales

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Clasificación
PS001	Rescate de suelo fértil y despalme	Tipo de Suelo	Moderado
PS002	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Tipo de Suelo	Severo
PS005	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Uso de Suelo	Moderado
PS008	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Relieves	Moderado
PS009	Rehabilitación y construcción de caminos	Cauces	Moderado
PS010	Explotación de banco de materiales, nivelaciones y compactación	Cauces	Moderado

ID Impacto	Actividad	Parámetro Ambiental	Clasificación
CO001	Desarrollo del Tajo y Mina	Tipo de Suelo	Moderado
CO002	Conformación de Tepetateras	Tipo de Suelo	Moderado
CO008	Desarrollo del Tajo y Mina	Relieves	Severo
CO009	Conformación de Tepetateras	Relieves	Severo
CO010	Desarrollo del Tajo y Mina	Cauces	Compatible
CO011	Conformación de Tepetateras	Cauces	Compatible
CO050	Desarrollo del Tajo y Mina	Calidad Visual	Moderado
CO051	Conformación de Tepetateras	Calidad Visual	Moderado
CO054	Desarrollo del Tajo y Mina	Fragilidad visual	Moderado
CO055	Conformación de Tepetateras	Fragilidad visual	Moderado
CO057	Desarrollo del Tajo y Mina	Visibilidad	Moderado
CO058	Conformación de Tepetateras	Visibilidad	Moderado
AB001	Actividades de cierre y restauración	Tipo de Suelo	Moderado

Página intencionalmente dejada en blanco.

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES

Contenido

VII.1. Pronóstico del escenario....1
VII.1.1. Pronóstico del escenario....1
VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental....9
VII.1.2. Antecedentes....9
VII.1.3. Introducción....9
VII.1.4. Metas y objetivos....10
VII.1.5. Campo de aplicación y alcances....10
VII.1.6. Condiciones técnicas para la aplicación del PVA....11
VII.1.7. Organigrama....11
VII.1.8. Identificación de impactos ambientales....12
VII.1.9. Cronograma para la aplicación de las medidas....15
VII.1.10. Control de impactos en las diferentes etapas del proyecto....19
VII.1.11. Plan de sensibilización y capacitación....25
VII.1.12. Presupuesto de Programa de Vigilancia Ambiental....26
VII.1.13. Incumplimientos y acciones preventivas y correctivas....26
VII.3. Conclusiones....39

Tablas

Tabla VII-1: Escenarios Ambientales del proyecto minero Tajo Cerro Pelón....3
Tabla VII-2 Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales....12
Tabla VII-3: Medidas técnicas de prevención, mitigación y compensación del PVA....13
Tabla VII-4 Procedimientos internos elaborados por MONSA....14
Tabla VII-5 Cronograma general de trabajo para el proyecto Tajo Cerro Pelón....14
Tabla VII-6: Período de aplicación de las medidas de prevención y mitigación....15
Tabla VII-7 Medidas de prevención aplicadas en la etapa de Preparación de Sitio....19
Tabla VII-8 Medias de prevención y mitigación aplicadas en la etapa de Construcción y Operación....21
Tabla VII-9 Medidas de prevención y mitigación aplicadas en la etapa de Abandono y Cierre....24
Tabla VII-10 Temas para capacitaciones o plan de sensibilización ambiental propuestas....25

Tabla VII-11 Presupuesto general contemplado para las medidas de prevención, mitigación y compensación 26

Tabla VII-12 Procedimiento para Detectar Incumplimientos e Instrumentar Acciones Preventivas y Correctivas: 27

Anexos

Anexo VII-1. Recolección, transporte y disposición de Residuos Peligrosos: IT-MAP-02

Anexo VII-2. Manejo de Residuos Peligrosos: IT-MAP-22

Anexo VII-3. Separación de Residuos Sólidos: IT-MAP-23

Anexo VII-4. Protección y Rescate de Fauna Silvestre: IT-MAP-46

Anexo VII-5. Rescate y Preservación de Flora: IT-MAP-51

Anexo VII-6. Rescate y Preservación de Suelos orgánicos: IT-MAP-52

Anexo VII-7. Plan de Rehabilitación de Áreas Degradadas: IT-MAP-53

Anexo VII-8. Manejo de Residuos Metálicos: IT-MAP-54

VII.1. Pronóstico del escenario

VII.1.1. 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 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 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). Se han realizado proyecciones, en las que se ilustra el resultado de la acción de las medidas preventivas y de mitigación sobre los impactos ambientales severos o críticos en 3 esenarios 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 esenarios 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.

Página intencionalmente dejada en blanco.

Tabla VII-1: Escenarios Ambientales del proyecto minero Tajo Cerro Pelón

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), 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 Minero Cerro Pelón 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) lo que dificulta la dispersión de contaminantes generados por fuentes móviles. En cuanto a partículas, la escasa capa de suelo y la característica que da el karst, permiten suponer que las partículas tampoco resultan ser	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. Las minas más cercanas al proyecto de Cerro Pelón son: mina Mulatos, situada aproximadamente a 3.5 km del proyecto y que se encuentra operando desde el 2005 y mina Ampliación La Yaqui, ubicada aproximadamente a 4 km, y mina La India a	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 inconformidad en las comunidades cercanas que se ven afectadas por la falta de un control	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. La posibilidad de prevención y combate oportuno a incendios forestales remite a una contribución significativa en la calidad del aire de la región.

[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
	un problema, excepto cuando se presentan incendios.	aproximadamente 17 km. 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 SAR 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.	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.	En el tema de ruido, los niveles no serán excesivos y no llegaran 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. Esto se confirmará o descartará una vez que el promovente comience con los monitoreos y se analicen las muestras de agua y/o se integren los resultados de los monitoreos que se realizan para el proyecto Mulatos y Ampliación La Yaqui.	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 agua de lluvias ocasione daños sobre las obras y procesos operativos del proyecto.	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
Vegetación	La superficie del SA se encuentra predominantemente cubierta con vegetación de Bosque de Encino (BE), seguida de Bosque de Encino-Pino (BEP). El AP comprende una superficie de 212.3 ha, que están representadas de la siguiente manera: 102.79 ha de BE, 101.31 ha de BEP y 8.22 ha desprovistas de vegetación. 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 309 especies registradas solo 5 se encuentran en alguna categoría de riesgo por la normatividad mexicana.	El escenario tendencial es una lenta degradación del cambio del 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 y reubicación de especies protegidas, se corre el riesgo de una disminución del patrimonio genético de las poblaciones. 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.	Una correcta aplicación del rescate y reubicación de especies protegidas 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 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 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, en principio, sustentables.	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.
Uso de suelo	Los porcentajes por la ocupación de actividades antropogénica, tales como tierras de agostadero e incendios 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 puede perderse a causa del incremento de superficies utilizadas	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 y 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

Componente	Descripción a 2018	Descripción SIN proyecto	Descripción CON proyecto y SIN medidas de mitigación	Descripción CON proyecto y CON medidas de mitigación
		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.		Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del estado de Sonora, además de contribuir a poner freno a la posible fragmentación de los ecosistemas. Resaltamos que el Cambio de uso de Suelo, solo se realizará en las áreas autorizadas, 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. 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.	Actualmente hay proyectos mineros en esa región que generan diferentes tipos de residuos, entre estos Mina mulatos y Ampliación La Yaqui. Estos 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.	Actualmente el promovente implementa y lleva a cabo un programa de manejo y disposición para residuos sólidos, metálicos y peligrosos en otros proyectos como La Yaqui y Mulatos. De no implementarse estas acciones para el adecuado manejo de los diferentes tipos de residuos, en la superficie requerida para el proyecto Cerro Pélon 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.	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 desechos y realizar una adecuada disposición de los aceites de lubricación e hidráulicos gastados generados en el proyecto. Este proyecto hara uso de la infrestructura existente en el proyecto Mulatos.
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	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	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, reconfiguración del relieve, a fin de evitar que los observadores identifiquen un paisaje antropizado permitirá una mejor percepción y aceptación del público hacia este tipo de proyectos.

[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
	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. Por otra parte, de acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, el municipio de 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.	tanto no sean atendidas oportunamente, ocasionando también afectaciones al paisaje.		

Página intencionalmente dejada en blanco.

VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental

VII.1.2.Antecedentes

La empresa Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V., (MONSA) inicia operaciones en el año 2005 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.

MONSA 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.

Posterior al inicio de operaciones MONSA ha llevado a cabo una serie de trámites en materia de impacto ambiental que han sido autorizados y para los cuales se han implementado políticas, instrucciones de trabajos, procedimiento, planes y programas de trabajo, los cuales contienen diferentes estrategias y acciones que estan enfocadas para atender los posibles impactos ocasionados por las actividades de explotación minera y en su caso las actividades de beneficio.

La totalidad de estas acciones se han implementado desde el año 2005 en el proyecto Mulatos y se han integrado recientememente (2016) al denominado **Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)** para el proyecto “**Mina a tajo abierto La Yaqui y Ampliación La Yaqui**”

Dado que el promovente pretende explotar la reserva mineral de Cerro Pelón, propone una selección, dada la naturaleza del proyecto que nos ocupa, a fin de implementarlas en el AP.

Para este proyecto se ha considerado un tiempo de vida operativa útil de ocho años con base a las reservas de mineral; un año para la etapa de preparación del sitio y seis años considerados para la etapa construcción y operación, y un año para la etapa de abandono y cierre. A partir del quinto año de operación del proyecto Tajo Cerro Pelón, el promovente implementará acciones de restauración de manera paralela a esta etapa con la intención de que llegada la etapa de abandono se presuma de áreas rehabilitadas en diferentes áreas de este proyecto. La descripción detallada de las actividades para cada etapa se ha presentado en el Capítulo II de esta MIA-P.

Las obras que se pretenden realizar con el desarrollo de este Proyecto quedan inmersas en un área de proyecto (AP) de 212.3 ha, de las cuales dichas obras ocupan un área de 145.5 ha (área afectada que representa 68.58% de la superficie total requerida para proyecto minero Tajo Cerro Pelón, de estas 141.25 ha (66.53%) corresponden a vegetación forestal.

Para el proyecto en cuestión se propone implementar un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), el cual contempla las acciones y medidas necesarias para prevenir y mitigar los impactos identificados por las obras y actividades de explotación a tajo abierto.

VII.1.3.Introducción

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) forma parte de la MIA-P proyecto Minero Tajo Cerro Pelón. Se trata de 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.

Dado que un PVA debe ser considerado como un componente importante de la planificación ambiental, así como del diseño del programa de gestión ambiental, este programa, para efectos prácticos, se propone de manera que sea un auténtico sistema de seguimiento y control, que sea incorporado al proyecto Tajo Cerro Pelón.

El PVA debe establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las medidas preventivas y correctivas que se presentan en el Capítulo VI de la MIA-P, 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.

Como se ha mencionado, los Procedimientos, Instrucciones de trabajo, Planes, y Programas para el cuidado y protección de los diferentes componentes ambientales son los que se aplican en los proyectos Mulatos y Ampliación La Yaqui.

VII.1.4.Metas y objetivos

La meta de este PVA es la de llevar a buen término las recomendaciones propuestas para el proyecto Tajo Cerro Pelón, las cuales están destinadas a la prevención, minimización y compensación de las afecciones ambientales. Además, debe permitir el seguimiento de la cuantía de los impactos, así como la posible articulación de medidas correctoras in situ. En caso de que las planificadas se demuestren insuficientes, la detección de posibles impactos no previstos.

Los principales **objetivos** del Programa de Vigilancia Ambiental son:

1. Controlar la correcta ejecución de las medidas preventivas y correctivas de impacto ambiental previstas en el Capítulo VI de la MIA-P
2. Comprobar la eficacia de las medidas preventivas y correctoras establecidas y ejecutadas. Cuando una o más medidas resulten ineficaces, determinar las causas y establecer los remedios adecuados.
3. Verificar los impactos previstos y detectar impactos no previstos y proponer las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
4. Obtener información útil para mejorar el conocimiento de las repercusiones ambientales de proyectos del mismo tipo en ámbitos similares.

VII.1.5.Campo de aplicación y alcances

Las disposiciones del PVA son aplicables a todos los procesos involucrados en el proyecto Tajo Cerro Pelón 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.

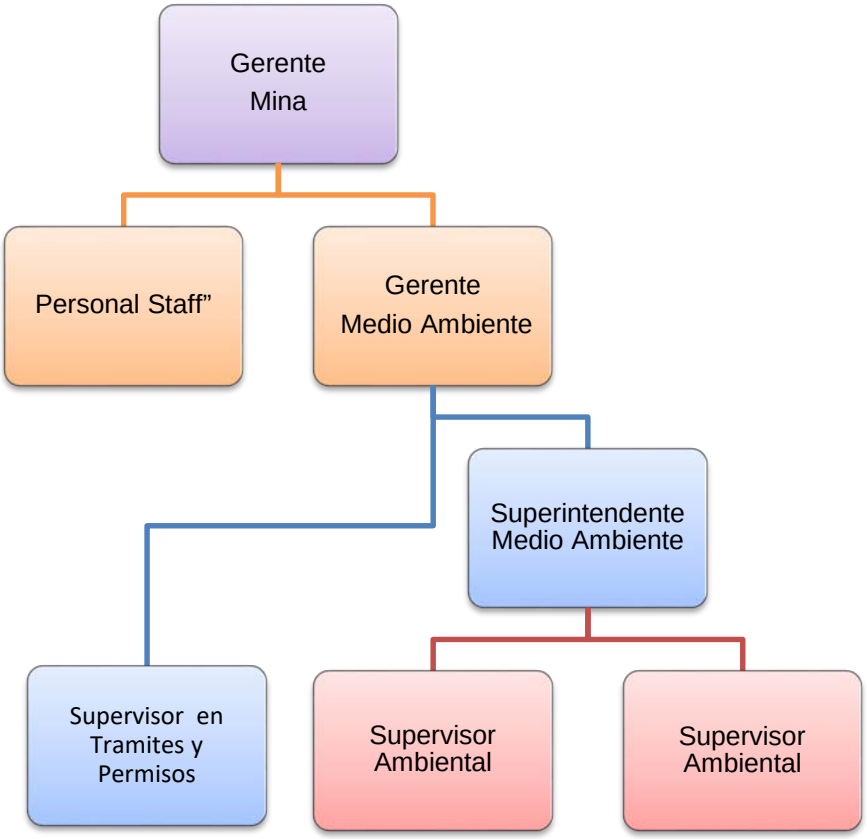
VII.1.6.Condiciones técnicas para la aplicación del PVA

- Conocer las obras y características del proyecto Tajo Cerro Pelón y las medidas y acciones propuestas.
- Coordinar la aplicación de medidas correctoras a cada una de las áreas correspondientes.
- Realizar reuniones semanales 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 han cambios de éstas.
- Identificar e informar sobre las posibles variaciones ambientales sobre el proyecto, bien por aparecer fenómenos no contemplados en el proyecto o que no hayan sido lo suficientemente estudiados.
- Supervisar, controlar y recibir los materiales, condiciones de ejecución, almacenamiento y unidades de obra relacionadas con el acabado formal de las superficies nuevas, con un acondicionamiento y con el tratamiento estético y vegetal.
- Comprobación de que se acota correctamente en planta el ámbito de proyecto, fuera del 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.1.7.Organigrama

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.

A continuación, 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.



Organigrama para la supervisión y ejecución del PVA

VII.1.8.Identificación de impactos ambientales

Se han identificado un total de 179 interacciones, de las cuales 68 se presentan en la etapa de preparación del sitio, 76 en la etapa de construcción y operación y 35 para la etapa de cierre y abandono. En la Tabla VII-2 se presenta un resumen general de los principales componentes ambientales afectados por las actividades proyecto minero Tajo Cerro Pelón. (Ver Capítulo V de la MIA-P).

A continuación, se enlistan, las medidas del PVA que atienden a los diferentes parámetros ambientales afectados:

Tabla VII-2 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

Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
	Emisión de partículas suspendidas.	Afectación de calidad del aire.
	Despalme	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
Operación de minado (Acarreo, transporte y trituración)	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.
	Generación de residuos sólidos residuos peligrosos.	Afectación de suelo y calidad de agua superficial y subterránea
	Paisaje	Forma del relieve
		Fragilidad
		Visibilidad
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 179 impactos identificados (de los cuales 136 son negativos y 43 son positivos) por el desarrollo del proyecto, se ha propuesto un conjunto de 11 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.

Este conjunto de medidas se ha presentado en el Capítulo VI, en la Tabla VII-3 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.

Tabla VII-3: Medidas técnicas de prevención, mitigación y compensación del PVA

Número Medida	Nombre de ficha técnica/Medida	Tipo de medida	Impacto al que va dirigida la 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	Conservación de suelo	**Prevención y mitigación**	
M-05	Rescate y reubicación de Flora	**Prevención y mitigación**	
M-06	Rescate y reubicación de Fauna	**Prevención, mitigación y compensación**	

Número Medida	Nombre de ficha técnica/Medida	Tipo de medida	Impacto al que va dirigida la medida
M-07	Adecuado manejo de residuos peligrosos	**Prevención**	
M-08	Adecuado manejo de residuos sólidos	**Prevención**	
M-09	Rehabilitación de áreas degradadas	**Mitigación y compensación**	
M-10	Adecuado manejo de aguas residuales	**Prevención**	
M-11	Vigilancia ambiental	**Prevención y mitigación**	**TODOS LOS IMPACTOS**

Es importante resaltar que este proyecto solo consiste en la extracción y trituración del mineral extraido del tajo, el cual, posteriormente sera beneficiado en el proyecto Mulatos.

Por otro lado, a fin de reforzar el conjunto de medidas antes mencionadas también se implentarán algunos de los procedimientos que el promovente está llevando a cabo con éxito en el proyecto Mulatos y de manera más reciente en el proyecto Amplición La Yaqui, con la intención de tener probabilidades altas 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-4. Las fichas técnicas para visualizar los procedimientos completos se pueden consultar Capítulo VI de esta MIA-P.

Tabla VII-4 Procedimientos internos elaborados por MONSA

Nombre del Procedimiento	ID de Referencia del procedimiento
Recolección, transporte y disposición de Residuos Peligrosos	**IT-MAP-02** (ver Anexo VII-1)
Manejo de Residuos Peligrosos	**IT-MAP-22** (ver Anexo VII-2)
Separación de Residuos Sólidos	**IT-MAP-23** (ver Anexo VII-3)
Protección y Rescate de Fauna Silvestre	**IT-MAP-46** (ver Anexo VII-4)
Rescate y Preservación de Flora	**IT-MAP-51** (ver Anexo VII-5)
Rescate y Preservación de Suelos orgánicos	**IT-MAP-52** (ver Anexo VII-6)
Plan de Rehabilitación de Áreas Degradadas	**IT-MAP-53** (ver Anexo VII-7)
Manejo de Residuos Metálicos	**IT-MAP-54** (ver Anexo VII-8)

Los tiempos de ejecución de todas las acciones mencionadas en el Capítulo VI, así como los procedimientos de MONSA, se tendrán que ejecutar de acuerdo a los tiempos contemplados para cada una de las etapas del proyecto; estas etapas, sus actividades principales y sus tiempos se muestran de forma general en la siguiente Tabla VII-5.

Tabla VII-5 Cronograma general de trabajo para el proyecto Tajo Cerro Pelón

Actividad	Año

	1	2	3	4	5	6	7	8
Preparación del sitio								
Rescate de flora y fauna								
Desmonte								
Rescate de suelos								
Rehabilitación construcción de caminos								
Construcción y operación								
Minado								
Transporte y trituración								
Cierre y abandono								
Desmantelamiento y/o clausura								
Restauración								

VII.1.9.Cronograma para la aplicación de las medidas

De manera general en la Tabla VII-6 se presentan todas las acciones consideras dentro las 11 medidas de prevención, mitigación y compensación, mencionadas anteriormente, así como los tiempos de su aplicación y ejecución.

Tabla VII-6: Período de aplicación de las medidas de prevención y mitigación

Medidas de prevención y mitigación aplicables en las etapas del proyecto Tajo Cerro Pelón			**Años / Etapa de aplicación/ejecución**							
Nombre medida	**Medida**	**Acción a Realizar**	**PS**	**CyO**						**CA**
			1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Control de gases y partículas fugitivas	M-01	Riego en caminos y áreas de trabajo								
		Mantenimiento a equipo y maquinaria para mantener el equipo en condiciones óptimas de operación y minimizar la generación de gases y partículas.								
		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	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.								

Medidas de prevención y mitigación aplicables en las etapas del proyecto Tajo Cerro Pelón			Años / Etapa de aplicación/ejecución							
Nombre medida	Medida	Acción a Realizar	PS	CyO						CA
			1	2	3	4	5	6	7	8
de instalaciones		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	Realización de prácticas de control de escurrimientos y sedimentos para evitar la alteración de cauces.								
		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.								
		Mejora de las configuraciones finales de los cortes y rellenos para disminuir el impacto en escorrentías.								
		Ejecución del programa de rescate de suelo, así como las actividades de reforestación.								
		Se implementarán programas de reforestación planeados para la fase de cierre.								
Conservación de suelo	M-04	Almacenamiento de suelo fértil de modo tal que se minimice la compactación, la pérdida de sus características.								
		Rescate de Suelos orgánicos IT-MAP-52								
		Realización de prácticas de control de escurrimientos y sedimentos para evitar la alteración de cauces.								
		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, berma, canales para el tajo de la mina								
		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.								
Rescate y reubicación de Flora	M-05	Rescate y reubicación de flora IT-MAP-51.								
		Producción de plantas. El Vivero se enfocará a cultivar especies vegetales representativas de la región como lo son encinos, pinos, tascates, etc. necesario)								
		Construir brechas corta fuego perimetrales al área (cuando sea necesario)								
		Acciones de control del fuego, mediante letreros preventivos								
Rescate y reubicación de Fauna	M-06	Realización de campañas de campo en las áreas de trabajo para ayudar en la movilización y manejo de la fauna.								
		Seleccionar sitios adecuados para la liberación de los animales rescatados.								

Medidas de prevención y mitigación aplicables en las etapas del proyecto Tajo Cerro Pelón			Años / Etapa de aplicación/ejecución							
Nombre medida	Medida	Acción a Realizar	PS	CyO						CA
			1	2	3	4	5	6	7	8
		Actividades que ahuyenten al resto de la fauna, tal como el uso de dispositivos generadores de ruido								
		Ahuyentamiento y rescate de fauna IT-MAP-46								
Adecuado manejo de residuos peligrosos	M-07	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-08	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-09	El desmonte de manera gradual, con el respectivo rescate de suelo fértil.								
		Ejecución de acciones de Plan de Rehabilitación de Áreas Degradadas IT-MAP-53								
Adecuado manejo de aguas residuales	M-10	Manejo y descarga de aguas residuales								
Vigilancia ambiental	M-11	Vigilancia Ambiental continua								

Página intencionalmente dejada en blanco.

VII.1.10. Control de impactos en las diferentes etapas del proyecto

Tabla VII-7 Medidas de prevención aplicadas en la etapa de Preparación de Sitio

Actividades Específicas de preparación del sitio (1 año)						
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	Bitácoras de campo de supervisores	NA
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
Conservación de suelo	M-04	Rescate de suelos orgánicos, Almacenamiento de suelo fértil, Realización de prácticas de control.	Supervisor de gerencia Mina, y supervisor de Medio Ambiente	Semanal (cuando sea necesario 2 veces por semana)	Bitácora de resgistro de suelo rescatado, volúmen almacenado.	Informe de volúmen rescatado y ubicación de alamcenado.
Rescate de Flora	M-05	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-06	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

Actividades Específicas de preparación del sitio (1 año)						
Actividad	**Medidas**	**Actividad a Realizar**	**Responsable de ejecutar y supervisar**	**Frecuencia**	**Formato aplicable**	**Cuantificación de indicadores y cumplimiento**
Adecuado manejo de residuos peligrosos	M-07	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
		Prohibición, mediante capacitaciones, de quema de los residuos sólidos incluyendo los residuos vegetales producto del desmonte, sólido y/o peligroso.	Supervisor de Medio Ambiente	Diariamente		Reporte de incidentes.
Adecuado manejo de residuos sólidos	M-08	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
		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.
Adecuado manejo de aguas residuales	M-10	Limpieza de baños portátiles y disposición de aguas residuales en sitios autorizados	Supervisor de Medio Ambiente	Durante toda la etapa		Verificación, bitácoras de mantenimiento y limpieza, manifiestos de descarga en sitios autorizados.
		Tratamiento de aguas residuales generadas en oficianas, comedor y baños de oficinas en PTAR Mulatos	Supervisor de Medio Ambiente	Durante toda la etapa		Volumen de agua tratada. Resultados de laboratorio de parámetros según la NOM-003-SEMARNAT-1997
Vigilancia ambiental	M-11	Supervisión de todas las medidas a implementarse en esta etapa	Supervisores de Medio Ambiente	Diariamente	Reporte de incidentes,	Reporte de incidentes, Bitácora de registro

Tabla VII-8 Medias de prevención y mitigación aplicadas en la etapa de Construcción y Operación

Actividades Específicas de la etapa de Construcción y Operación (6 años)						
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 (6 años)						
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
Conservación de suelo	M-04	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-05	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-07	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

Actividades Específicas de la etapa de Construcción y Operación (6 años)						
Actividad	**Medidas**	**Actividad a Realizar**	**Responsable de ejecutar y supervisar**	**Frecuencia**	**Formato aplicable**	**Cuantificación de indicadores y cumplimiento**
		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.
Adecuado manejo de residuos sólidos	M-08	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-09	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.
Adecuado manejo de aguas residuales	M-10	Limpieza de baños portátiles y disposición de aguas residuales en sitios autorizados	Supervisor de Medio Ambiente	Durante toda la etapa		Verificación, bitácoras de mantenimiento y limpieza, manifiestos de descarga en sitios autorizados.
		Tratamiento de aguas residuales generadas en oficianas, comedor y baños de oficinas en PTAR Mulatos	Supervisor de Medio Ambiente	Durante toda la etapa		Volumen de agua tratada. Resultados de laboratorio de parámetros según la NOM-003-SEMARNAT-1997
Vigilancia ambiental	M-11	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

Tabla VII-9 Medidas de prevención y mitigación aplicadas en la etapa de Abandono y Cierre

Actividades Específicas de Abandono y Cierre (1 año)						
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
Conservación de suelo	M-04	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-07	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-08	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-09	Rehabilitación de áreas degradadas	Supervisor de Mina y Medio Ambiente	De acuerdo a las necesidades	IT-MAP-53	Fotografías, botacoras de registro, procentajes de supervivencia de especies utilizadas en reforestación.
Adecuado manejo de aguas residuales	M-10	Limpieza de baños portátiles y disposición de aguas residuales en sitios autorizados	Supervisor de Medio Ambiente	Durante toda la etapa	Inspección física	Verificación, bitácoras de mantenimiento y limpieza, manifiestos de descarga en sitios autorizados.
		Tratamiento de aguas residuales generadas en oficianas, comedor y baños de oficinas en PTAR Mulatos	Supervisor de Medio Ambiente	Durante toda la etapa	Inspección física a diario y registros en bitacora	Volumen de agua tratada. Resultados de laboratorio de parámetros según la NOM-003-SEMARNAT-1997
Vigilancia ambiental	M-11	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.1.11. 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 VII-10.

Tabla VII-10 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

VII.1.12. Presupuesto de Programa de Vigilancia Ambiental

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 de la MIA-P se presenta en la siguiente Tabla VII-11.

Tabla VII-11 Presupuesto general contemplado para las medidas de prevención, mitigación y compensación

Presupuesto para las medidas de prevención, mitigación y compensación para el proyecto "Tajo Cerro pelón"	Costos (USD)	Costos (MXN)
Control de polvos y partículas (riegos)	**$ 1 000 000**	$8 000 000
Acciones para control de erosión		$4 000 000
Programas de riegos en áreas reforestación		$1 000 000
Monitoreo de aguas superficiales y subterránea		$1 000 000
Manejo de residuos peligrosos y no peligrosos		$2 000 000
Manejo de aguas residuales		$1 000 000
Capacitación a personal		$1 000 000
TOTAL	**$ 1 000 000**	**$ 18 000 000**

Nota: Tasa de cambio $18.00 pesos mexicanos (MXN) por dólar norteamericano (USD).

VII.1.13. Incumplimientos y acciones preventivas y correctivas

VII.1.13.1. Objetivo y Campo de Aplicación:

Establecer las acciones a tomar cuando ocurra un incumplimiento con las disposiciones legales ambientales que sean aplicables al proyecto minero Cerro Pelón o con los procedimientos establecidos en el Sistema de Gestión Ambiental (SGA).

El procedimiento y el personal responsable para llevar a cabo instrumentar las acciones preventivas y correctivas de mencionan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

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	Formato anexo… 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 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

Responsable	Actividad	Frecuencia	Instructivo / Registro	Clave Consulta
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.1.13.2. 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:** 35 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:** 36 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:** 37 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)
☐ Recursos nat ☐ Energía ☐ Riesgo ☐ DAR ☐ RME RSU ☐ 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 Minero “Tajo Cerro Pelón” es de 145 ha. El promovente presenta este documento a fin de **obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental.**

El Proyecto Minero “Tajo Cerro Pelón” consta de ocho obras principales, entre ellas se encuentra, (1) tajo, (2) tepetatera, (3) camino de acarreo (tajo-trituración), (4) instalaciones de quebradora, (5) banco de material de prestamo, (6) almacén de top soil, (7) oficinas, (8) polvorín (alto explosivo y accesorios), además de obras de apoyo como área de generador y banda de transporte de mineral.

Uno de los beneficios de este proyecto es que la infraestructura requerida para el manejo de residuos, solidos urbanos y peligrosos, Planta de Tratamiento de Aguas Residuales ya se utiliza y operaran en el proyecto Mulatos. La cercanía con este proyecto permite que la infrestructura requerida para el beneficio del mineral a través de un proceso de lixiviación con cianuro de sodio sea utilizado, sin necesidad de impactar mayores superficies.

El Proyecto resulta compatible con las políticas ambientales de aprovechamiento sustentable de la cacería de especies de desierto, conservación de ecosistemas dulceacuícolas y desérticos; forestal no maderable, **minería** y turismo de aventura de acuerdo a 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 Proyecto Minero Cerro Pelón **es factible**, no se contrapone a ningún Ordenamiento aplicable; **el SA tiene todos los elementos representativos del AP**, por lo que la afectación puede ser amortiguada. De esta forma, los beneficios ambientales, económicos y sociales del Proyecto superan los impactos adversos del mismo.

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, la aplicación de cada una de ellas, en tiempo y forma, ayudará a que, una vez terminada la vida útil y etapa de restauración del proyecto, las condiciones del ecosistema sean lo más parecidas a las originales.

Ninguno de los impactos ambientales identificados como negativos (136) se puede considerar como significativo pues, de acuerdo a la metodología y a los criterios empleados para la evaluación de los impactos ambientales los valores de importancia e importancia ponderados, caen por debajo de lo que matemáticamente podría considerarse como tal.

Página intencionalmente dejada en blanco.

ANEXOS CAPÍTULO VII

Anexo VII-1.
Recolección, transporte y disposición de Residuos Peligrosos: IT-MAP-02

Anexo VII-2.
Manejo de Residuos Peligrosos: IT-MAP-22

Anexo VII-3.
Separación de Residuos Sólidos: IT-MAP-23

Anexo VII-4.
Protección y Rescate de Fauna Silvestre: IT-MAP-46

Anexo VII-5.
Rescate y Preservación de Flora: IT-MAP-51

Anexo VII-6.
Rescate y Preservación de Suelos orgánicos: IT-MAP-52

Anexo VII-7.
Plan de Rehabilitación de Áreas Degradadas: IT-MAP-53

Anexo VII-8.
Manejo de Residuos Metálicos: IT-MAP-54

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

Contenido

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 3
VIII.1.7. Glosario de términos 5
VIII.1.8. Bibliografía 13

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 CD´s) 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

VIII.1.4. Listas de flora y fauna

VIII.1.5. Otros anexos

Los anexos que sustentan la información que se presenta en la MIA –P se ha integrado a de la siguiente manera, en cada uno de los capítulos:

Capítulo I:

Anexo I-1. Acta Constitutiva de la empresa Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V.

Anexo I-2. Registro Federal de Contribuyentes Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V.

Anexo I-3. Identificación Oficial y Poder Notariado del Representante Legal

Anexo I-4. Registro Federal de Contribuyentes Corporación Ambiental de México, S.A. de C.V.

Anexo I-5. Identificación Oficial del Responsable Técnico del Estudio.

Capítulo II:

Anexo II-1 Coordenadas geográficas que componen el AP

Anexo II-2 Lista el equipo para la quebradora, diagramas de flujo del proceso de reclamo

Capítulo III:

Sin anexos

Capítulo IV:

Anexo IV-1. Parcelas muestreadas en el SA y AP en la temporada de secas y lluvias.

Anexo IV-2. Especies encontradas por tipo de vegetación y por temporada de muestreo.

Anexo IV-3. Compendio fotográfico de los sitios de muestreo de flora.

Anexo IV-4. Compendio fotográfico de los especímenes identificados.

Anexo IV-5. Listado de especies potenciales.

Anexo IV-6. Listado de especies registradas en el SA.

Anexo IV-7. Puntos de muestreo en unidades UTM para cada tipo de fauna.

Anexo IV-8. Registro fotográfico de las especies de fauna.

Capítulo V:

Sin anexos

Capítulo VI:

Sin anexos

Capítulo VII:

Anexo VII-1 Recolección, transporte y disposición de Residuos Peligrosos: **IT-MAP-02**

Anexo VII-2 Manejo de Residuos Peligrosos: **IT-MAP-22**

Anexo VII-3 Separación de Residuos Sólidos: **IT-MAP-23**

Anexo VII-4 Protección y Rescate de Fauna Silvestre: **IT-MAP-46**

Anexo VII-5 Rescate y Preservación de Flora: **IT-MAP-51**

Anexo VII-6 Rescate y Preservación de Suelos orgánicos: **IT-MAP-52**

Anexo VII-7 Plan de Rehabilitación de Áreas Degradadas: **IT-MAP-53**

Anexo VII-8 Manejo de Residuos Metálicos: **IT-MAP-54**

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