



- 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

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	2
I.1 Datos generales del proyecto.....	2
I.1.1 Nombre del proyecto.....	2
I.1.2 Ubicación del proyecto.....	2
I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto.....	2
I.1.4 Presentación de la documentación legal.....	2
I.2 Promovente.....	2
I.2.1 Nombre o razón social.....	2
I.2.2 Registro Federal de Causantes.....	2
I.2.3 Representante legal.....	2
I.2.4 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones.....	2
I.3 Responsable de la elaboración de estudio de Impacto Ambiental.....	2
I.3.1 Nombre o razón social.....	2
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC).....	3
I.3.3 Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio.....	3
I.3.4 Dirección del responsable del estudio.....	3

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

I.1 Datos generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto
Proyecto Minero San Javier

I.1.2 Ubicación del proyecto
El proyecto antes mencionado se ubicará en el predio particular San Javier, ubicado en el H. Municipio de Caborca, Estado de Sonora.

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto
Se estima que el tiempo de vida útil del proyecto será de 10 años.

I.1.4 Presentación de la documentación legal
Ver Anexo, "Documentación Legal"

I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Confidencial



Proyecto: Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, para proyecto Minero "San Javier", en el H. Municipio de Caborca, Estado Sonora

Confidencial

Capítulo II

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
II.1 Información general del Proyecto.....	2
II.1.1. Naturaleza del Proyecto	3
II.1.2 Selección del sitio.....	4
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización.....	6
II.1.4 Inversión requerida	15
II.1.5 Dimensiones del proyecto.....	15
II.1.6 Uso actual de suelo.....	16
II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.....	16
II.2 Características particulares del proyecto	17
II.2.1 Descripción de la obra o actividad y sus características	17
II.2.4 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....	32
II.2.5 Etapa de construcción	32
II.2.6 Etapa de operación.....	34
II.2.7 Descripción de obras asociadas al proyecto	35
II. 2.8 Personal	37
II.2.9 Etapa de abandono del sitio.....	38
II.2.10 Utilización de explosivos.....	39
II.2.11 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos, peligrosos y emisiones a la atmósfera.	40
II.2.12 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos	41

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del Proyecto

Hoy en día la industria minera a nivel mundial se encuentra en una etapa de desarrollo y de gran auge, caracterizada por un intenso flujo de inversiones que ha impulsado el desarrollo y la ampliación de proyectos mineros. En este escenario, México mantiene un papel importante como productor mundial de minerales.

En México, la minería ocupa un sitio importante en el desarrollo económico y social. A pesar del entorno poco favorable que se enfrentó desde hace varios años en el mercado internacional, tiene un amplio potencial para convertirse en un sector moderno y de alta competitividad.

Sonora es el estado líder en productividad minera de la República Mexicana. Es el principal productor de cobre, grafito, wollastonita, carbón antracítico y el único productor de molibdeno. Además de producir el 24% del oro del país, es un importante productor de plata, fierro y minerales no metálicos como: Barita, Sílica, Yeso, Sal y Zeolitas.

La naturaleza geológico - minera del territorio sonorenses ha sido favorable en la formación de yacimientos mineros de gran variedad y tamaños, y de la fortaleza de la entidad ya que cuenta con depósitos de Clase Mundial de cobre-molibdeno y oro-plata. Sonora gracias a su potencial minero, fue la entidad que se adelantó al resto de los estados mineros del territorio mexicano. Hoy día cuenta con unidades mineras que operan con altas normas de seguridad, apegadas a la normatividad ambiental y con alta tecnología en sus procesos productivos.

Una de las fortalezas más impactantes de la minería en el estado, es el recurso humano calificado, desde los niveles operativos, hasta los profesionales y de investigación y desarrollo. En la gran mayoría de las instituciones de educación superior se cuenta con carreras de Minería, Geología y metalurgia o disciplinas afines a la industria minera. Es importante también destacar que Sonora ha sobresalido en el tema de la exploración minera, ya que grandes empresas de exploración de cobertura global han seleccionado al estado como su centro de operaciones para México y América Latina, generando a la vez empresas de perforación locales y de inversión extranjera, así como proveedores de servicios en ensayos de minerales y temas especializados.

El territorio sonorenses es el segundo más grande de México, cuenta con más de 5000

concesiones mineras, que representan más de 43 mil kilómetros cuadrados, el 23% de su superficie. Comparativamente esta cantidad es superior a la suma de la superficie de los estados de Querétaro, Aguascalientes, Colima, Morelos, Tlaxcala, Hidalgo y la ciudad de México.

Si bien el proyecto se encuentra en primera fase y aún requiere consolidar la existencia de los recursos minerales por medio de la exploración, en las áreas en que se establecerán las obras internas, estos yacimientos ya han sido localizados, por lo que la preparación comprende las labores mineras encaminadas a crear los accesos y vías internas dentro del depósito con el fin de preparar la extracción y el transporte del mineral.

Por lo tanto, el objetivo del presente proyecto es **establecer las obras necesarias para desarrollar un minado subterráneo.**

II.1.1. Naturaleza del Proyecto

El proyecto se ubicará en el H. municipio de Caborca, Sonora; específicamente dentro del predio particular San Javier obtenida mediante contrato de compra-venta con la empresa Minera Desarrollos Mineros Fresne, S. de R.L. de C.V., el uso que se pretende dar al terreno consiste en la construcción de obras necesarias, para la extracción de mineral, para lo cual se preparará el área minera, susceptible de ser explotada por métodos de minería subterránea, de tal forma que el depósito pueda ser analizado y estimar sus reservas. La preparación comprende las labores mineras encaminadas a crear los accesos y vías internas dentro del depósito con el fin de preparar la extracción y el transporte del mineral para su beneficio.

El desarrollo del proyecto se llevará a cabo por medio de tres etapas, la primera de ella será la preparación del sitio, la cual cuenta con acciones de localización, trazo y desmonte, la segunda etapa es la construcción dentro de la cual se realizará el transporte de material y equipo, corte y relleno, nivelación, compactación y edificación. La tercera etapa consta de la operación y mantenimiento de las instalaciones.

El proyecto se desarrollará en 12 polígonos, sobre los cuales se instalarán obras en una superficie total de 269.93 hectáreas. Dentro del polígono 1 se ubicará el almacén de residuos peligrosos, en el polígono 2 se ubicará el relleno sanitario, en el polígono 3 se ubicará el tanque de agua fresca, en los polígonos 4 y 5 estarán los polvorines, el polígono 6 tendrá obras diversas, dentro de las cuales están: Stock de mineral, stock de tepetate, cuartos de servicio eléctrico, área de compresores, patio de maniobras y talleres mecánicos, el polígono 7 está destinado para la bodega de núcleos, en el polígono 8 se encontrarán las

oficinas, junto con otras obras las cuales son: un almacén, un patio de maniobras, un estacionamiento para el área del almacén y uno para el área de las oficinas, en el polígono 9 se encontrará la caseta de acceso a los polvorines, el polígono 10 está destinado para el campamento donde se encontrarán los dormitorios, el comedor, las áreas recreativas y la planta de tratamiento de aguas residuales, en el polígono 11 estará ubicada la caseta principal de acceso al proyecto y en el polígono 12 habrá obras diversas, las cuales son: Stock de mineral, stock de tepetate, área de compresores y patio de maniobras.

Detalle de los polígonos del proyecto en la Figura II.1.

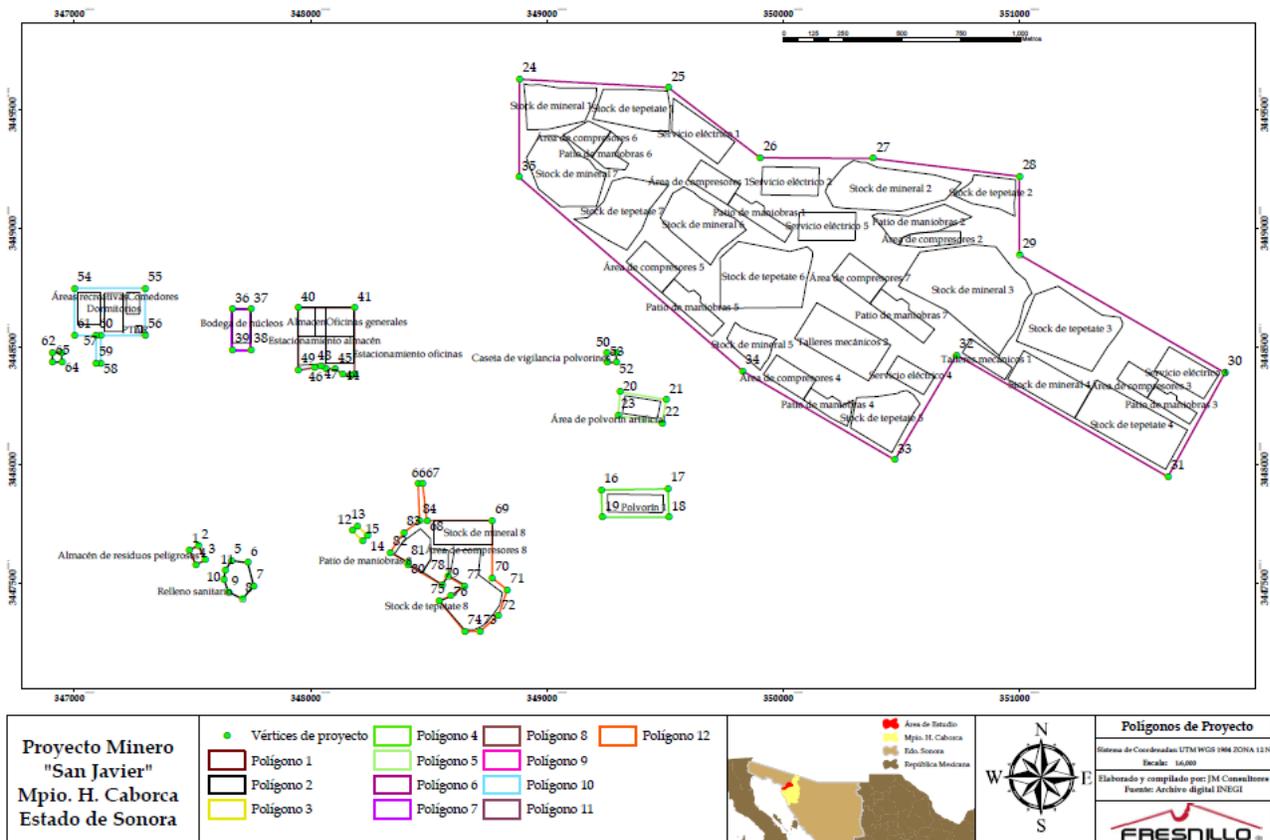


Figura II.1 Polígonos del proyecto propuestos.

II.1.2 Selección del sitio

La selección del sitio obedece a la ubicación de las vetas minerales, sin embargo, se tomaron en cuenta también los siguientes factores:

Técnicos:

- Topografía predominante, considerando el tipo de terreno, plano, lomerío o montañoso
- Uso del suelo: Agrícola, pecuario, forestal, equipamiento, entre otros
- Vialidad de apoyo: Terracerías y brechas
- Tipo de asentamientos humanos y su probable expansión. Poblados, rancherías, caserío aislado y asentamientos irregulares
- Tipo de vegetación

Se consideró lo siguiente para determinar y asegurar su factibilidad:

A. Actividades de gabinete

- Recopilación de información general, tal como:
- Cartas topográficas del INEGI
- Carreteras, vías del ferrocarril, aeropuertos, presas, etc., operando y en proyecto
- Desarrollos industriales, habitacionales y turísticos
- Información bibliográfica general de:

a. Áreas naturales protegidas, como parques nacionales, reservas de la biosfera, zonas arqueológicas, entre otras

b. Zonas inundables o propensas a inundación

c. Vientos dominantes y algunos datos meteorológicos

- Formación del "Plano General de Trabajo" y trazo de rutas opcionales, con base a la información obtenida.

B. Actividades de campo

- Reconocimiento terrestre, en forma detallada, de todas las opciones de ruta consideradas y de las que surjan como factibles durante esta fase del estudio.
- Evaluación preliminar de opciones, en donde se considera principalmente los aspectos técnicos y ecológicos (flora y fauna) analizados en campo.

Para el desarrollo del proyecto, se tomó como premisa generar la menor cantidad de impactos ambientales al momento de su establecimiento, además de minimizar o restaurar el entorno causado por posibles daños durante su operación, optándose por espacios con un uso de suelo viable y donde la afectación a los elementos bióticos sean lo más bajos posibles.

No se consideraron alternativas para la ubicación del proyecto, debido a que la ubicación de las vetas y el estudio geotécnico determinaron las zonas en que deben abrirse las galerías para comenzar con el minado subterráneo. De igual manera la ubicación de las obras auxiliares la determina la ubicación de los socavones.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El proyecto se ubica en el predio particular San Javier, en el H. Municipio de Caborca, estado de Sonora. El proyecto se encuentra aproximadamente a 128 kilómetros de Caborca, Sonora. Para llegar al área del proyecto desde la Cd. de Caborca, se toma la carretera Estatal No. 37 (dirección Noroeste) por ella se recorren aproximadamente 59 kilómetros hasta llegar al poblado La Y Griega, de ahí se continua por la carretera Estatal No.37 con la misma dirección Noroeste hasta el Km 46 de la misma, hay una salida a mano derecha (dirección Este) rumbo al poblado Juan Álvarez, misma por la que se recorren 24 Km más hasta el proyecto, donde se encuentra el área solicitada para autorización de impacto ambiental. En la Figura II.2 se observa la ubicación geopolítica del Proyecto.

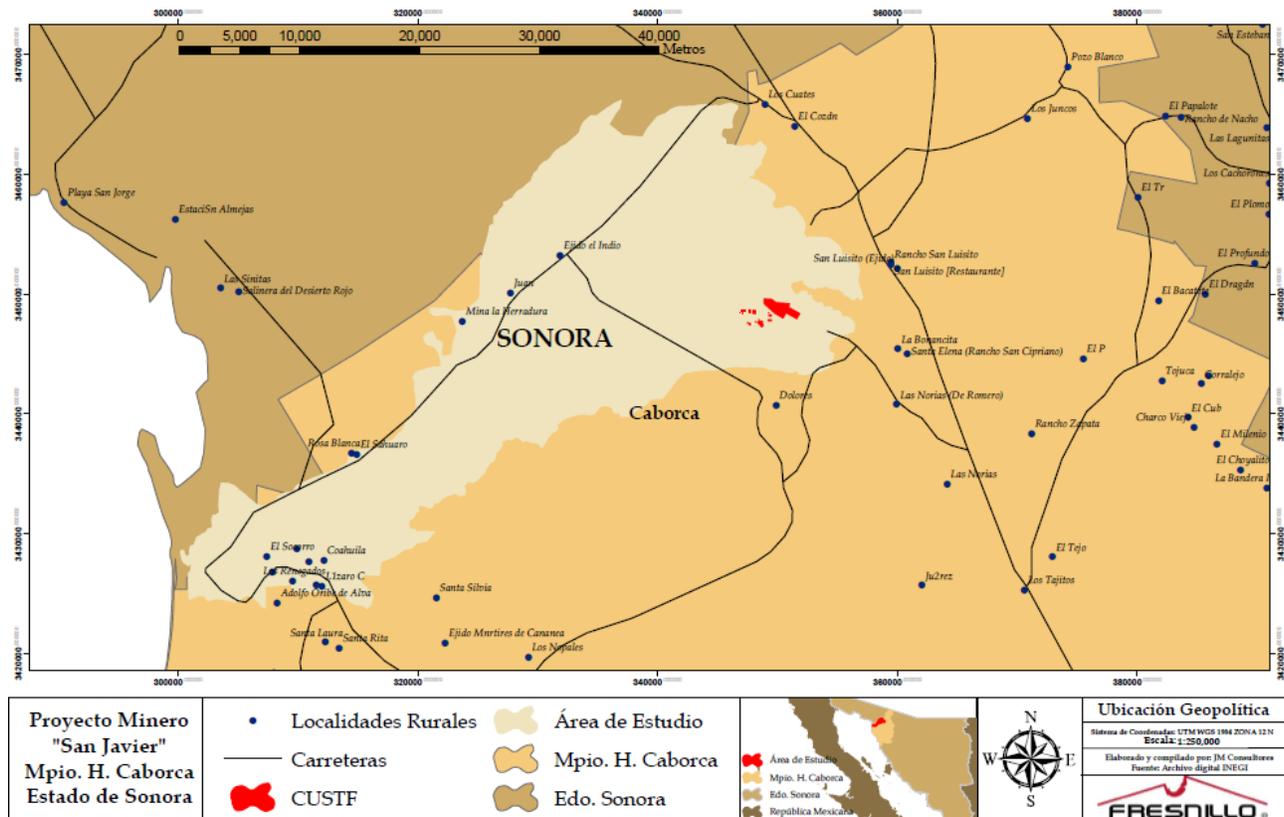


Figura II.2. Ubicación geopolítica del proyecto

En la tabla II.1 se presentan las coordenadas de los polígonos solicitados en materia de impacto ambiental sobre los que se realizará el desmonte.

Tabla II.1. Coordenadas que delimitan los Polígonos solicitados en materia de impacto ambiental (UTM WGS84 12N)

Vértice	Polígono	X	Y
1	1	347486.117	3447638.79
2	1	347525.965	3447657.68
3	1	347554.971	3447596.48
4	1	347515.124	3447577.59
5	2	347664.629	3447594
6	2	347734.433	3447584.77
7	2	347759.242	3447487.29
8	2	347712.477	3447432.32
9	2	347653.43	3447460.79
10	2	347633.069	3447513.67
11	2	347639.177	3447551.29
12	3	348176.953	3447720.77
13	3	348198.158	3447741.99
14	3	348240.601	3447699.58
15	3	348219.396	3447678.36
16	4	349230.353	3447893.48
17	4	349512.739	3447897.45
18	4	349516.717	3447778.14
19	4	349234.33	3447778.14
20	5	349309.898	3448307.11
21	5	349504.785	3448275.29
22	5	349488.876	3448175.86
23	5	349301.944	3448207.68
24	6	348884.203	3449630.52
25	6	349513.512	3449595.46
26	6	349902.976	3449298.35
27	6	350380.565	3449295.3
28	6	351000	3449219.69
29	6	351000	3448888.58
30	6	351869.525	3448388.77
31	6	351628.273	3447948.91
32	6	350733.942	3448463.91



Vértice	Polígono	X	Y
33	6	350472.747	3448020.33
34	6	349828.855	3448396.46
35	6	348882.185	3449216.09
36	7	347668.635	3448658.66
37	7	347748.109	3448658.66
38	7	347748.109	3448485.67
39	7	347668.635	3448485.67
40	8	347947.008	3448663.71
41	8	348185.734	3448663.71
42	8	348185.734	3448383.75
43	8	348172.072	3448378.95
44	8	348136.046	3448383.75
45	8	348103.594	3448404.53
46	8	348065.195	3448405.17
47	8	348044.075	3448417.33
48	8	348016.669	3448410.51
49	8	347947.008	3448399.41
50	9	349253.741	3448471.74
51	9	349293.728	3448472.76
52	9	349294.748	3448432.78
53	9	349254.761	3448431.76
54	10	347000.365	3448746.86
55	10	347300.364	3448746.31
56	10	347300	3448546.31
57	10	347112.038	3448546.69
58	10	347112.038	3448426.69
59	10	347092.038	3448428.56
60	10	347092.038	3448546.69
61	10	347000	3448546.86
62	11	346906.921	3448473.57
63	11	346946.908	3448474.59
64	11	346947.928	3448434.6
65	11	346907.941	3448433.58
66	12	348454.873	3447919.24
67	12	348474.45	3447918.68
68	12	348492.03	3447762.95
69	12	348768.405	3447762.95

Vértice	Polígono	X	Y
70	12	348768.405	3447520.55
71	12	348832.646	3447471.08
72	12	348794.831	3447360.64
73	12	348717.519	3447295.75
74	12	348652.877	3447293.54
75	12	348544.446	3447424.85
76	12	348593.241	3447443.81
77	12	348649.888	3447486.71
78	12	348580.315	3447528.18
79	12	348556.512	3447491.84
80	12	348412.784	3447574.81
81	12	348412.847	3447586.7
82	12	348336.534	3447628.18
83	12	348394.551	3447713.08
84	12	348461.748	3447762.95



Figura II.3. Polígono 1 (almacén de residuos peligrosos)

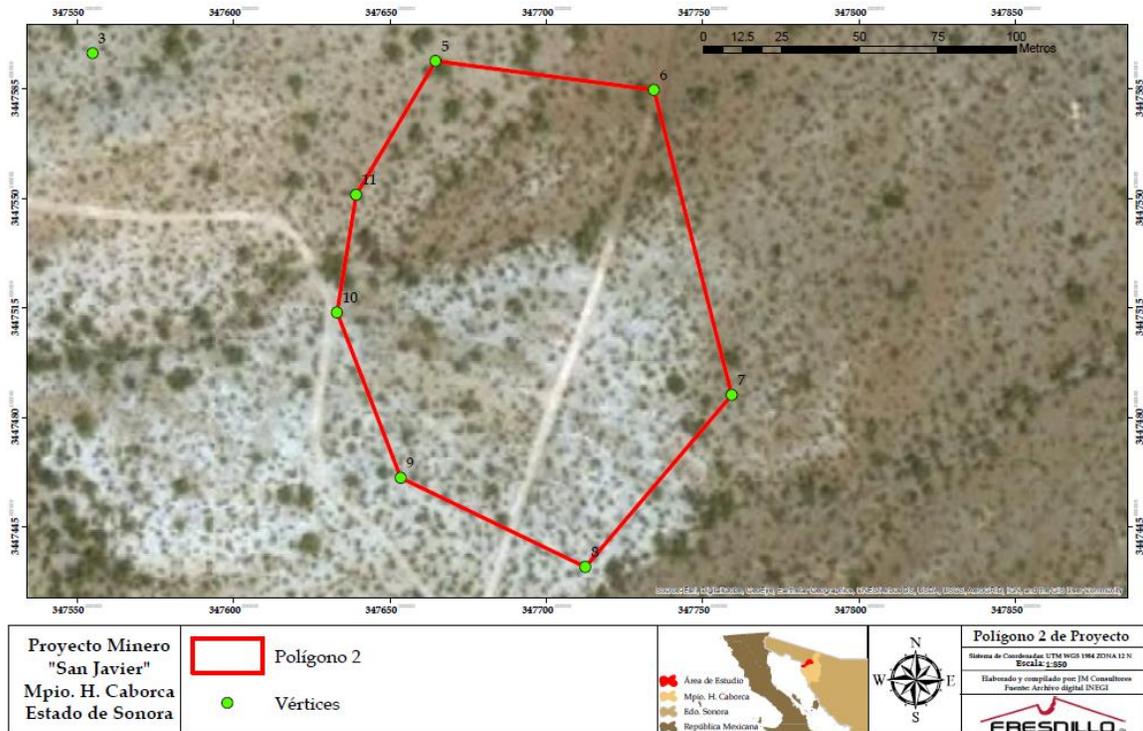


Figura II.4. Polígono 2 (relleno sanitario)



Figura II.5. Polígono 3 (tanque de agua fresca)



Figura II.6. Polígono 4 (polvorín 1)



Figura II.7. Polígono 5 (polvorín 2)



Figura II.8. Polígono 6 (obras diversas)



Figura II.9. Polígono 7 (bodega de núcleos)



Figura II.10. Polígono 8 (área de oficinas)

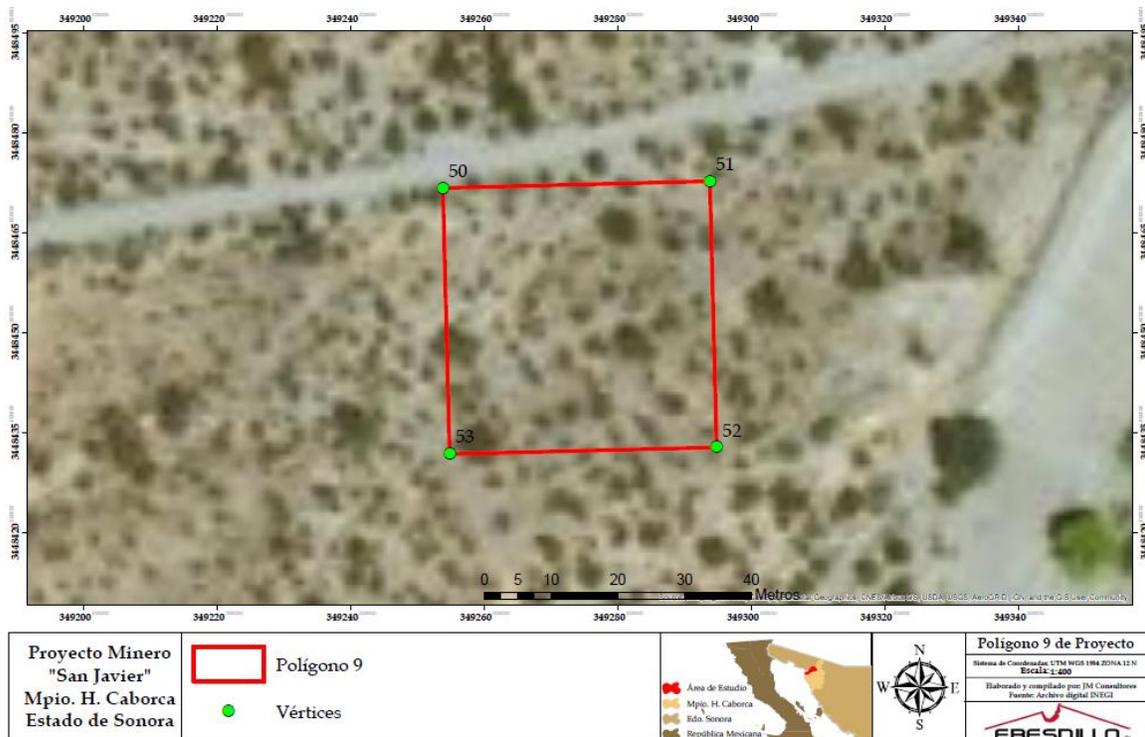


Figura II.11. Polígono 9 (caseta de vigilancia de acceso a polvorines)



Figura II.12. Polígono 10 (campamento)

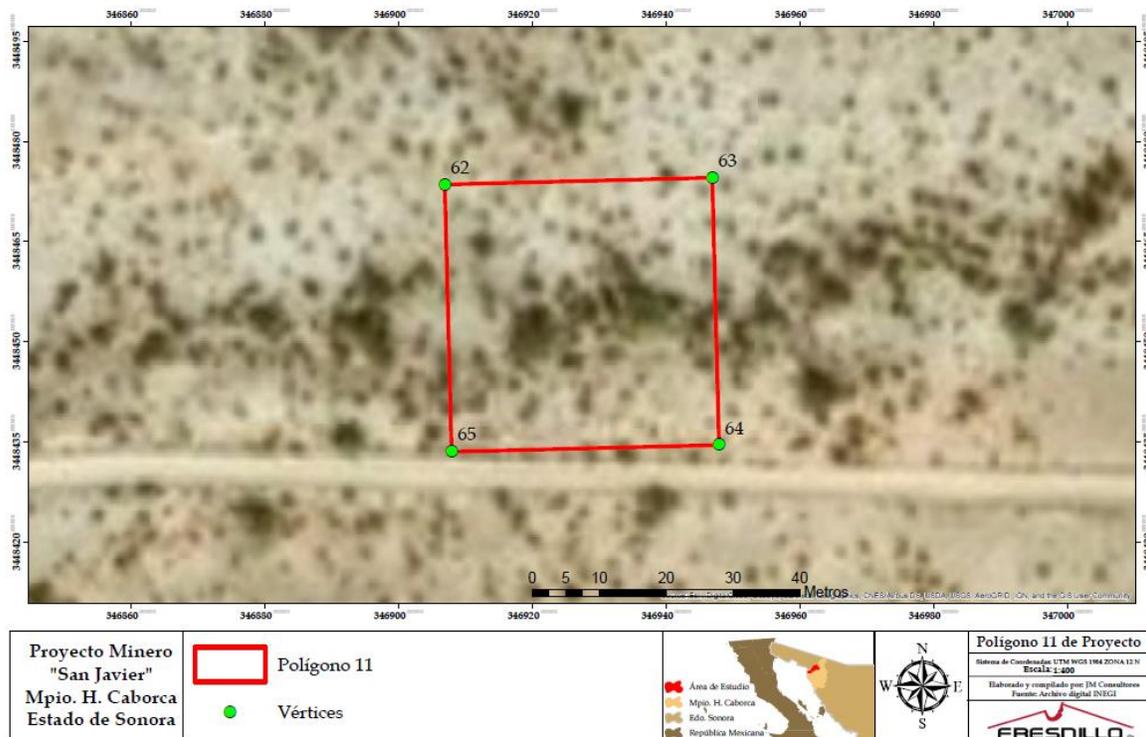


Figura II.13. Polígono 11 (caseta de vigilancia principal)

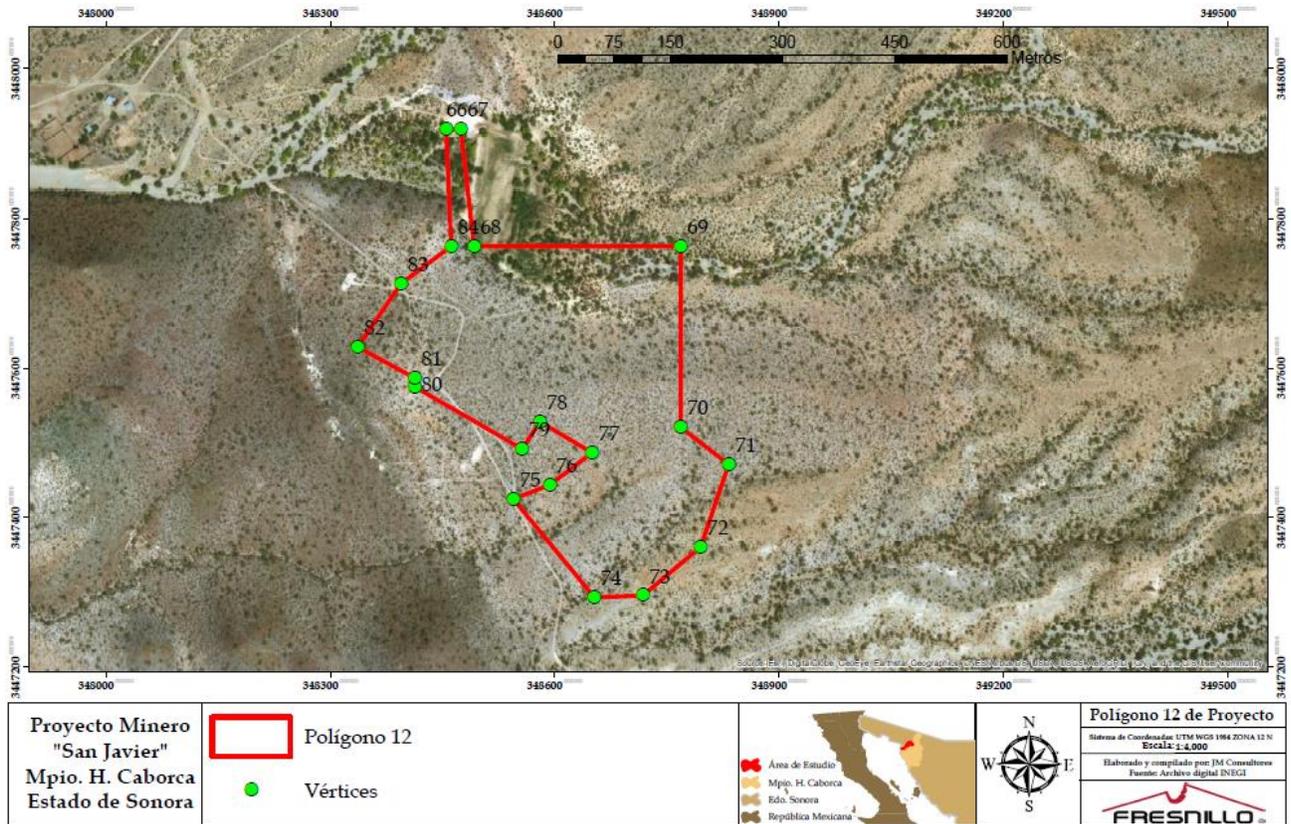


Figura II.14. Polígono 12 (obras diversas 2)

II.1.4 Inversión requerida

Confidencial

Descripción	Polígono	m2	ha
Almacén de residuos peligrosos	1	2986.58939	0.298659
relleno sanitario	2	14476.0251	1.447603
tanque de aguas frescas	3	1800	0.18
polvorín 1	4	33140.1474	3.314015
polvorín 2	5	19362.0718	1.936207
Obras diversas	6	2349061.38	234.906138
bodega de núcleos	7	13747.6727	1.374767
área de oficinas	8	62921.2068	6.292121
caseta de vigilancia de acceso a polvorines	9	1600	0.16
Campamento	10	62377.5372	6.237754
caseta de vigilancia	11	1600	0.16
Obras diversas 2	12	136240.073	13.624007
Total		2,699,312.7	269.93127

Tabla II.2. Superficies totales del proyecto

II.1.6 Uso actual de suelo

El proyecto minero denominado San Javier, a realizarse por parte de la empresa Minera Desarrollos Mineros Fresno, S. de R.L. de C.V., dentro de una Fracción del predio particular San Javier, que dicha empresa obtuvo mediante contrato de compra-venta, el cual se puede observar en el anexo de documentación legal, perteneciente al H. Municipio de Caborca, Sonora; y contiene toda la información que de acuerdo a la normatividad se debe incluir para la obtención de la autorización correspondiente.

El uso del suelo en el área del proyecto es forestal, no existe un programa de manejo forestal vigente, sin embargo, se pueden observar en áreas aledañas zonas que se han usado para cultivo, de igual manera existen evidencias de presencia de ganado vacuno.

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

La zona en la que está inmersa el área seleccionada para el proyecto corresponde básicamente a un área rural con uso de suelo forestal. En el área en que pretende establecerse el proyecto no cuenta con ningún servicio básico. La única urbanización que se encuentra en el área son los caminos de acceso.

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Descripción de la obra o actividad y sus características

A continuación, se describen las obras que se establecerán con motivo del proyecto:

Polvorín

La obra está soportada en su totalidad con varilla corrugada de $\frac{3}{4}$ con un aro en uno de sus extremos, placa para dar mayor soporte y cartuchos de concreto armado lanzado a presión y fraguado rápido. Se utilizarán los siguientes materiales explosivos: agente explosivo, alto explosivo baja densidad, noneles, cañuelas, cordón detonante, fulminantes, conectores y alambre iniciador. Los explosivos permitirán desarrollar la preparación del terreno superficial (cortes) para después continuar con la creación de un acceso al socavón (galería de entrada) así como los subsecuentes accesos en las profundidades del socavón. A continuación, en la tabla II.3 se listan las cantidades de explosivos a utilizar.

Tabla II.3. Explosivos a utilizar

Requerimiento		
Material	Cantidad	Unidad de medida
Alto explosivo	312,500 (Trecientos doce mil quinientos)	Kilogramos
Agente explosivo	300,000 (Trescientos mil)	Kilogramos
Cordón detonante	125,600 (Ciento veinticinco mil seiscientos)	Metros
Conductores	56,000 (Cincuenta y seis mil)	Metros
Iniciadores	240,000 (Doscientos cuarenta mil)	Piezas

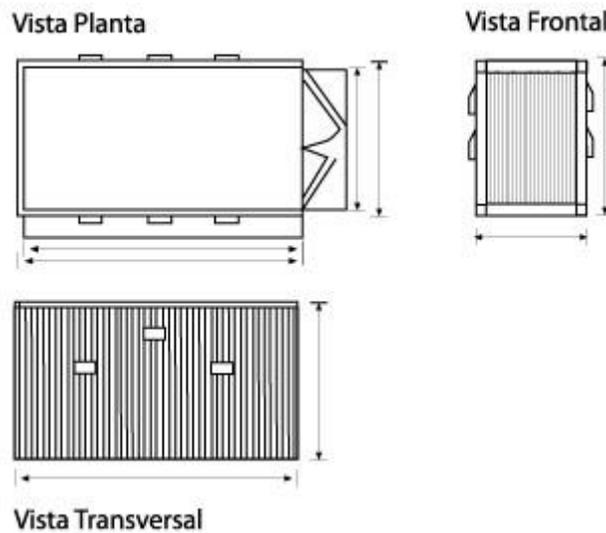


Figura II.15. Proceso y distribución de las áreas de polvorín



Figura II.16. Ejemplo de polvorín

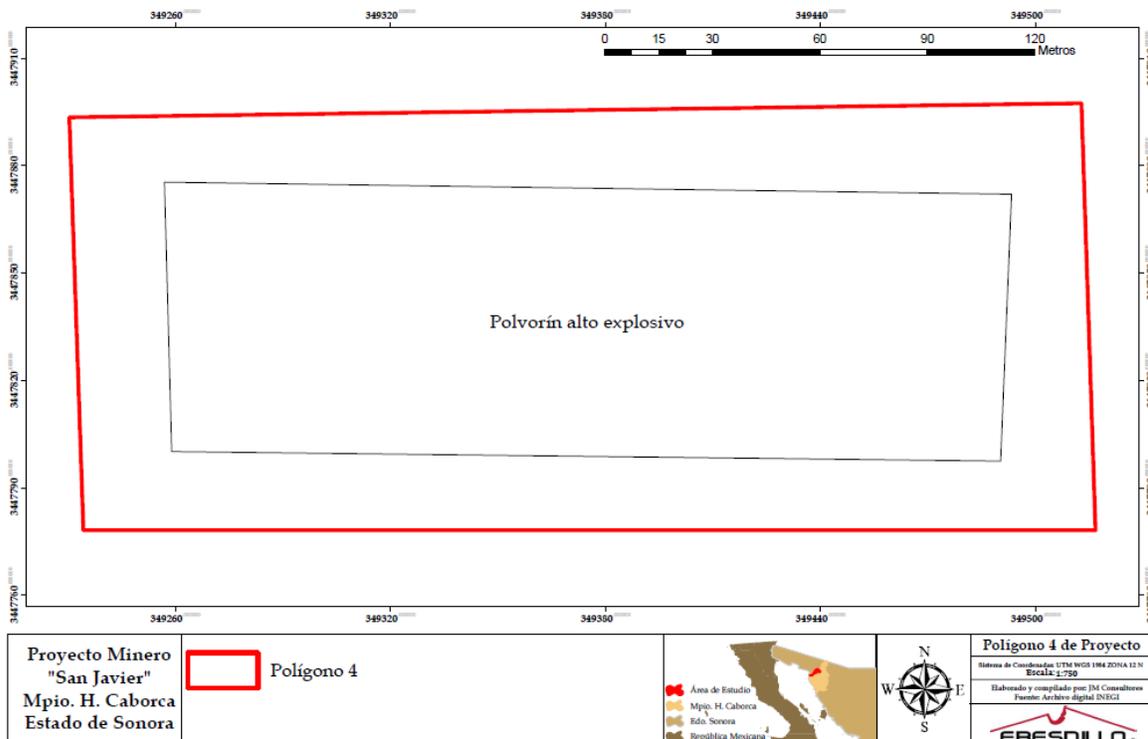


Figura II.17. Polígono 4 (polvorín)

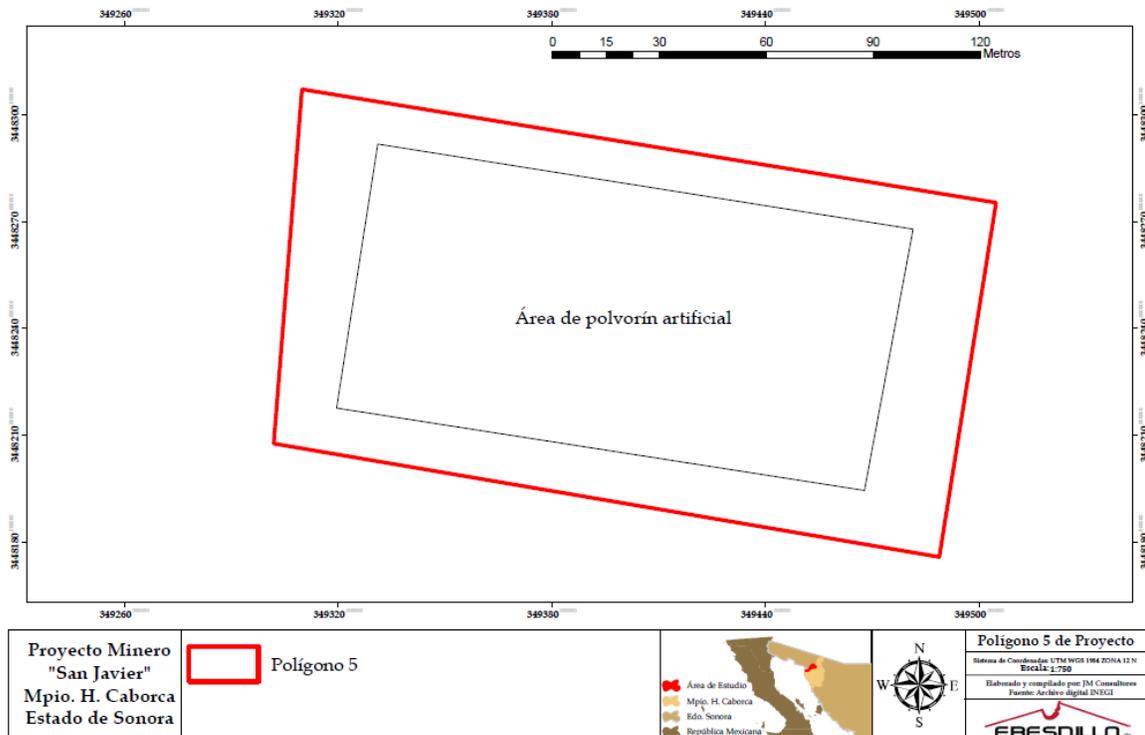


Figura II.18. Polígono 5 (polvorín)

Talleres

Área para el mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada, así como de toda la maquinaria que será utilizada durante el desarrollo de las actividades, también para los vehículos involucrados en el proceso; tendrá una plancha de concreto con nivel para la colocación de una canaleta con rejilla y fosa colectora de posibles derrames de aceites y combustibles durante las maniobras de mantenimiento de las unidades. Dentro del mismo taller se destinará un área de almacenamiento de residuos peligrosos tales como aceites usados, estopas, guantes impregnados con grasas y aceites, así como filtro de aceites de las unidades motrices. La obra será soportada en su totalidad con varilla corrugada de $\frac{3}{4}$ con un aro en uno de sus extremos, placa para dar mayor soporte y cartuchos de concreto armado lanzado a presión y fraguado rápido.

Área de Compresores

En esta área se almacenará el compresor que permitirá desarrollar las actividades de minado subterráneo. La superficie será rodeada por malla ciclónica. El aire generado por los compresores se utiliza en equipos de mina para la perforación subterránea, el martillo de las perforadoras subterráneas se activa por medio de aire comprimido, contiene un cilindro cerrado con una tapa delantera que dispone de una abertura axial donde va colocado el elemento portabarras, así como un dispositivo retenedor de barras

perforadoras, una válvula que regula el paso de aire comprimido en un volumen determinado y de manera alternativa, el sistema de barrido consiste en un tubo que permite el paso del aire hasta el interior de las barras, lo que genera un movimiento alternado que golpea el vástago o culata a través de la cual se transmite la onda de choque a las barras, lo que permite la perforación. El aire comprimido es también utilizado para la ventilación de las galerías subterráneas.

Tepetatera

Es una obra auxiliar cuya función, será donde se deposite y almacene el material rocoso extraído del socavón, sin ningún material peligroso. Para desarrollar esta obra no será necesario realizar cortes al terreno ya que la pendiente natural es óptima para establecer la Tepetatera.

Stock de mineral

Área destinada para el almacenamiento de material mineral proveniente de la exploración.

Almacén

Lugar que se destinará para resguardo de residuos generales.

Servicio eléctrico

Lugar destinado a la ubicación de los cuartos eléctricos para la operación de la mina.

Patio de maniobras

Lugar destinado para la realización de maniobras de maquinaria y vehículos.

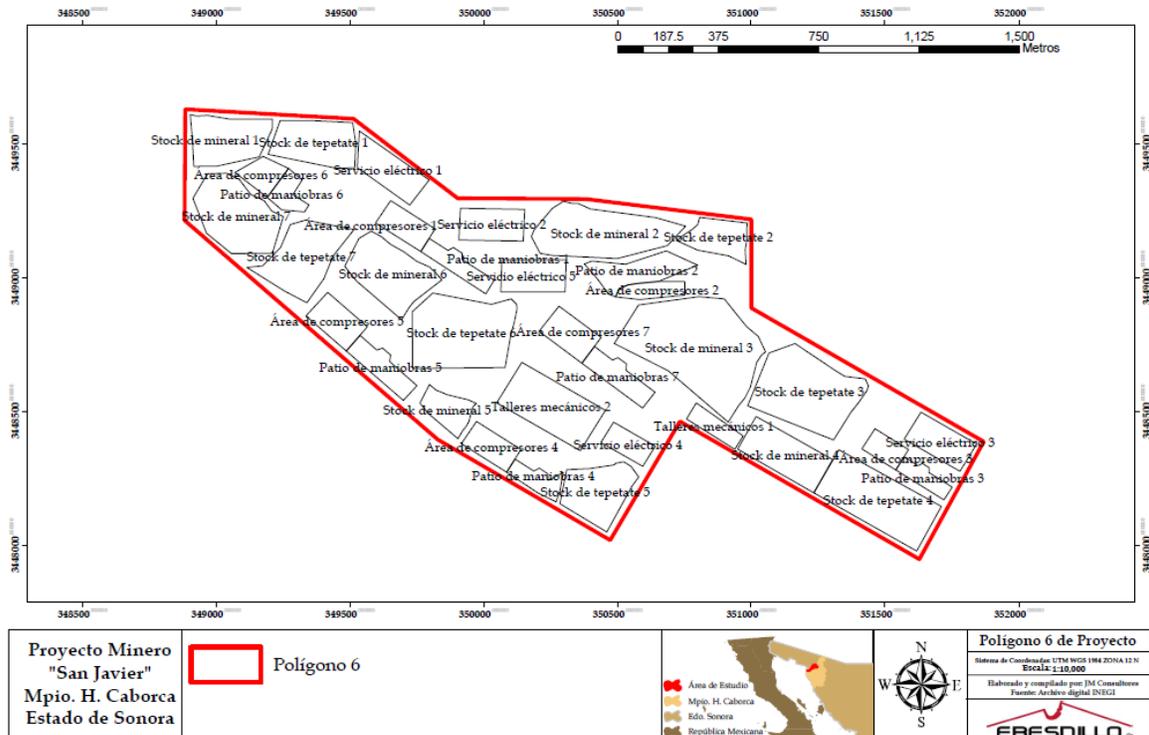


Figura II.19. Polígono 6 (obras diversas)

Las obras de tepetateras, stock de mineral, talleres, área de compresores, patio de maniobras, servicio eléctrico y almacén, se encuentran distribuidas entre los polígonos 6 y el polígono 12.

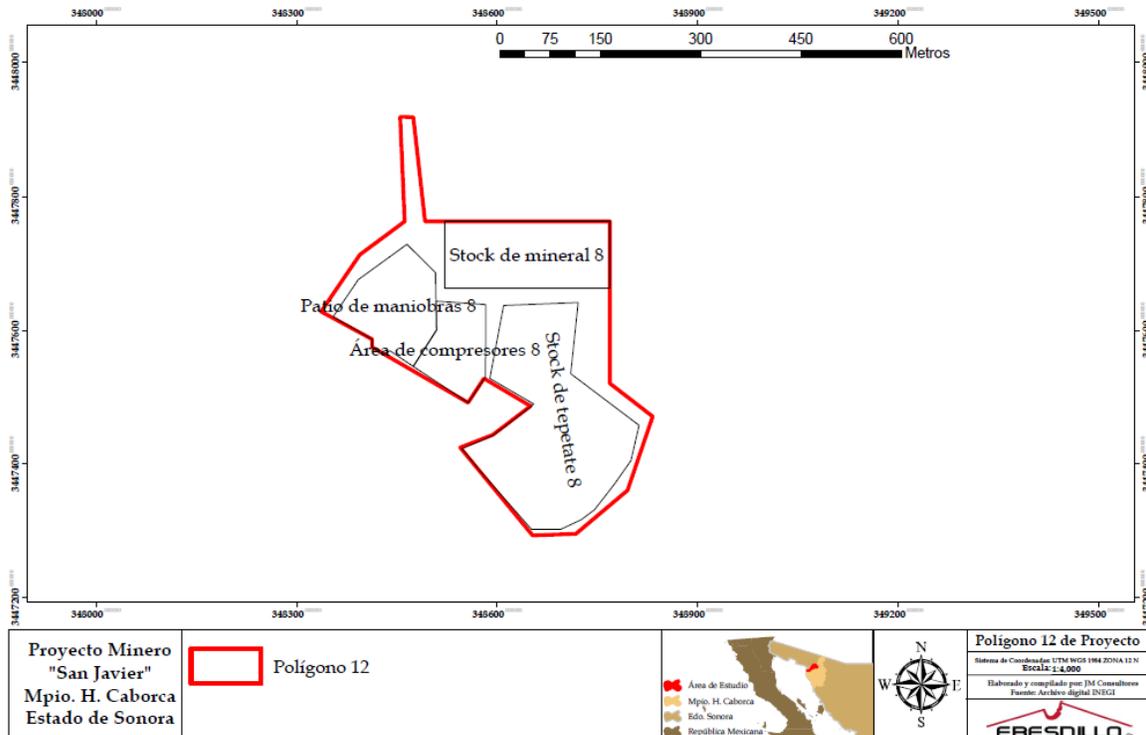


Figura II.20. Polígono 12 (obras diversas)

Campamento

Dentro de esta superficie se instalarán dormitorios que contarán con los servicios necesarios, además de un comedor para los empleados, así como un área de recreativa, además de que dentro de este polígono se construirá una planta tratadora de aguas residuales PTAR. Todas las instalaciones serán colocadas sobre una base de cemento elevada sobre el terreno, las mismas serán de estructura armable de material galvanizado y aislante térmico.

Planta tratadora de aguas residuales (PTAR).

Planta donde se da tratamiento a las aguas residuales para su re utilización en servicios generales.

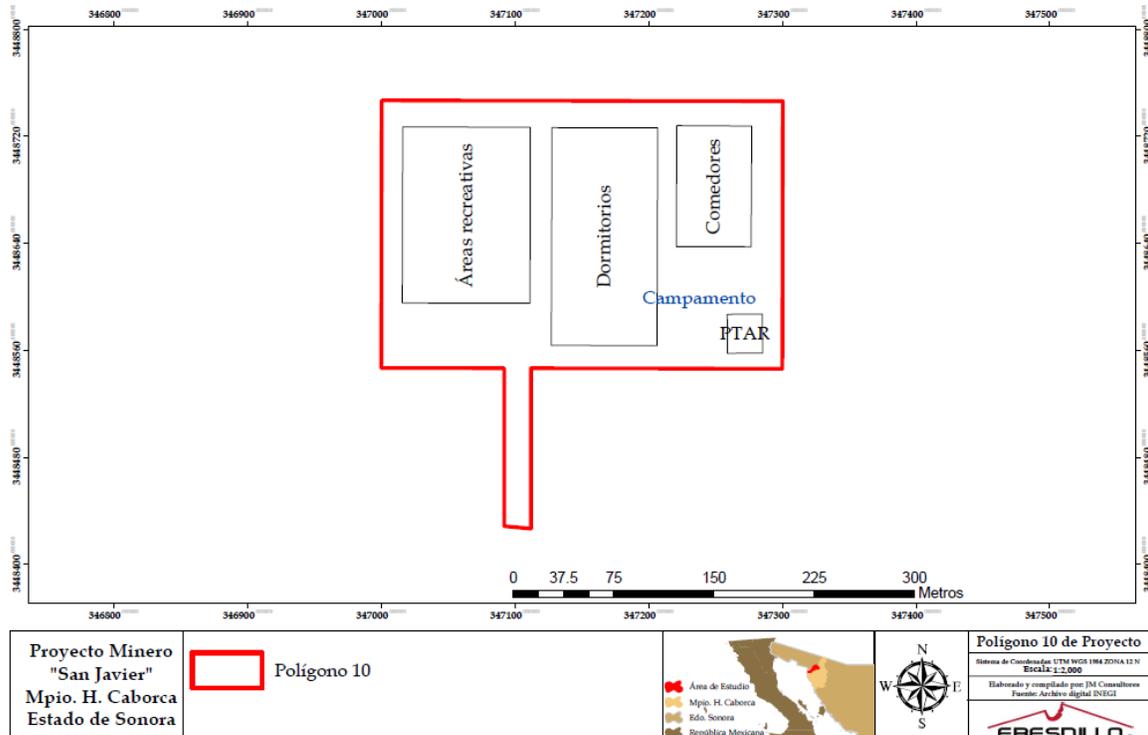


Figura II.21. Polígono 10 (campamento)

Relleno sanitario

Corresponde al área donde se dispondrán los desechos sólidos resultantes de la operación y que no son residuos peligrosos. Confinado en una superficie de 1.4476 Ha.

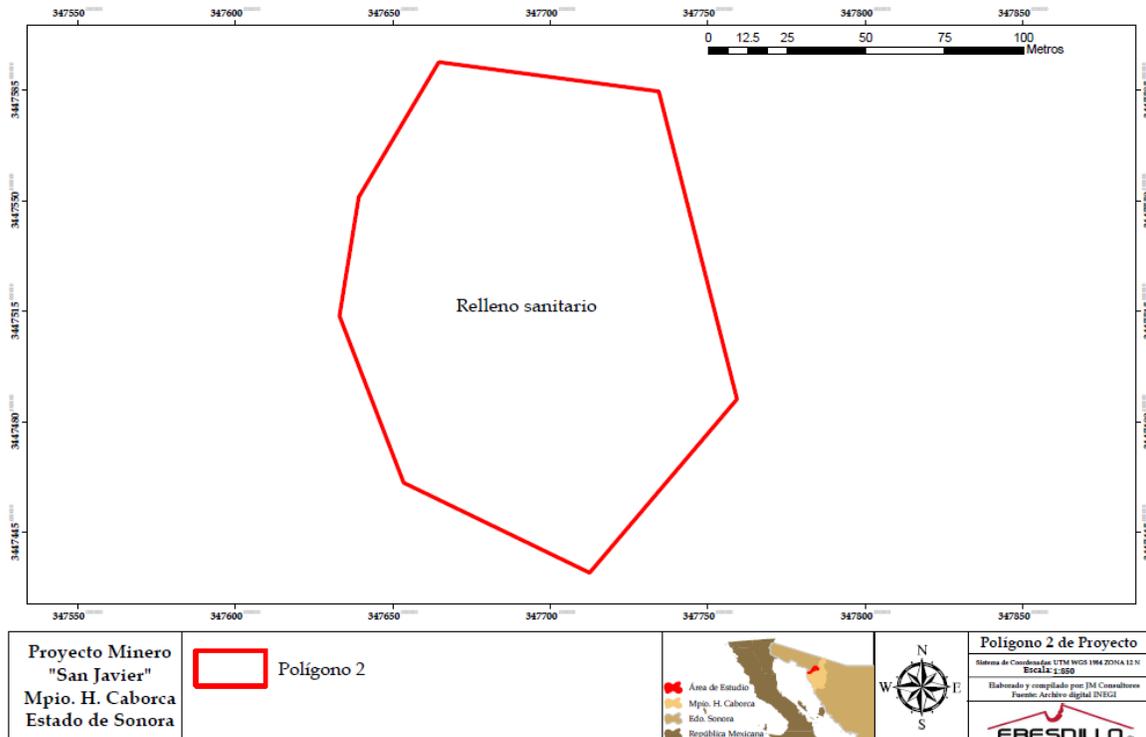


Figura II.22. Polígono 2 (relleno sanitario)

Oficinas generales

Centro de administración donde se lleva a cabo todo proceso administrativo para el manejo de la operación de la mina. Ubicada dentro del polígono donde comparte espacio con un almacén, patio de almacén y dos áreas de estacionamiento.

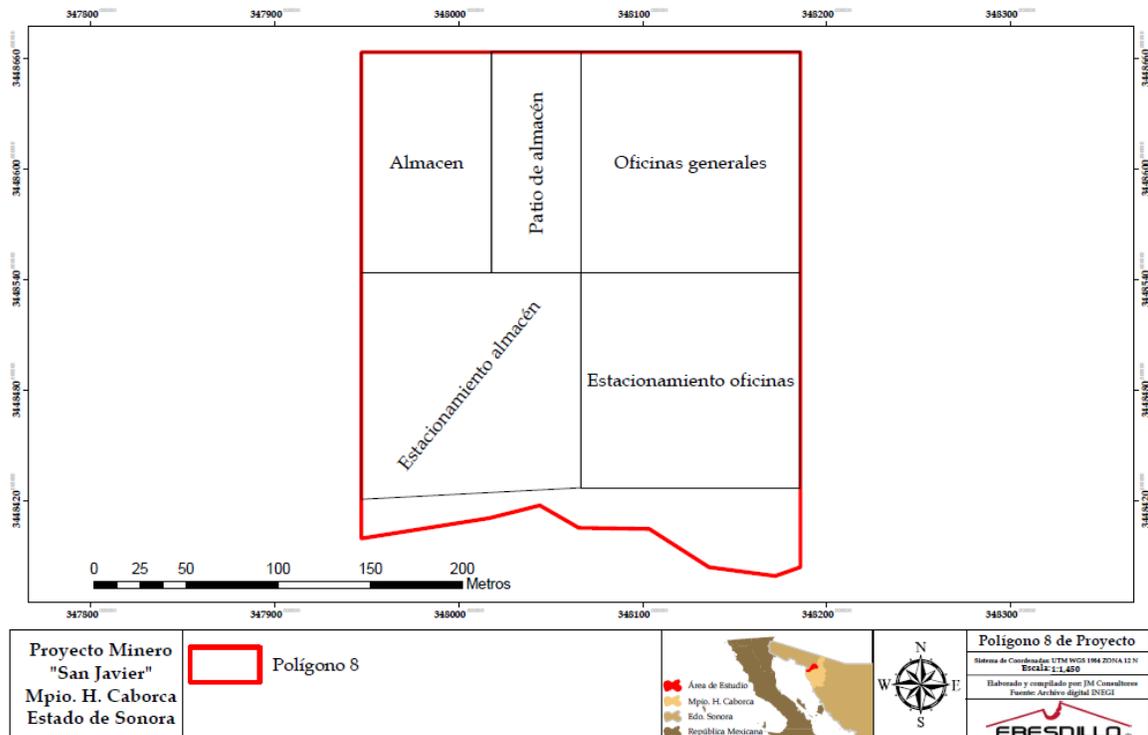


Figura II.23. Polígono 8 (oficinas generales)

Bodega de núcleos

Lugar donde se almacenarán los núcleos que resulten de las perforaciones de la exploración minera.

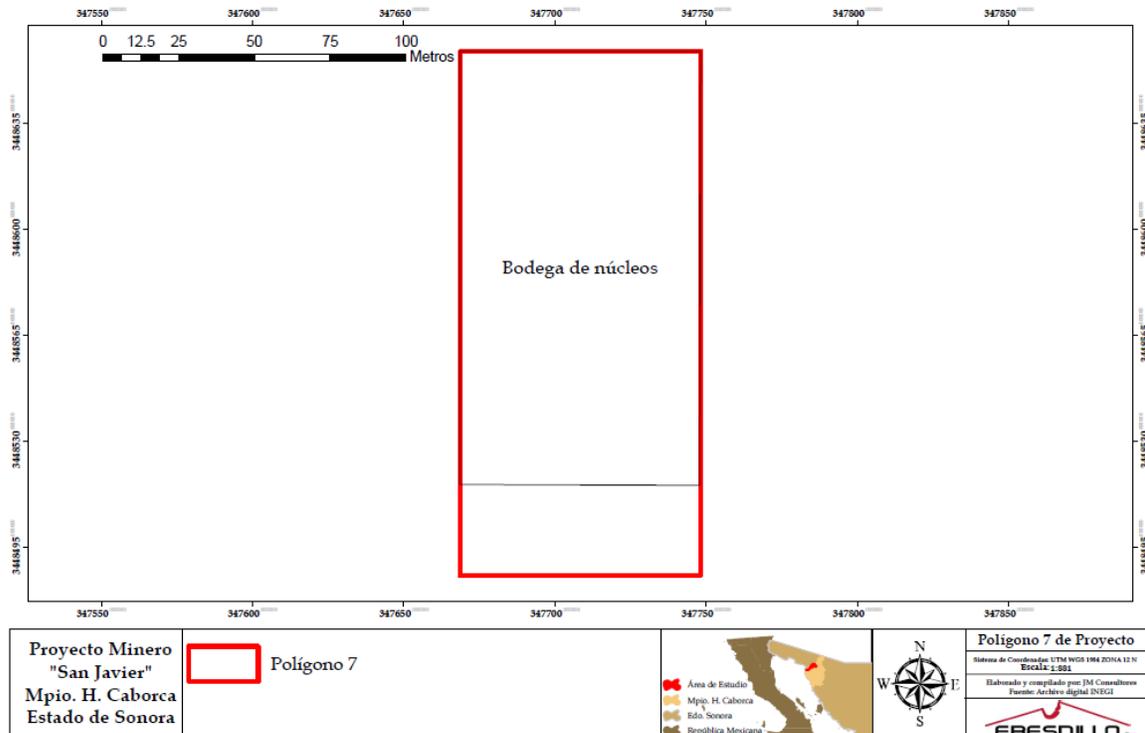


Figura II.24. Polígono 7 (bodega de núcleos)

Área de confinamiento y residuos peligrosos

Área donde se dispondrá de los residuos peligrosos resultante de la exploración minera, tales como aceites, grasas, estopas impregnadas en solventes.

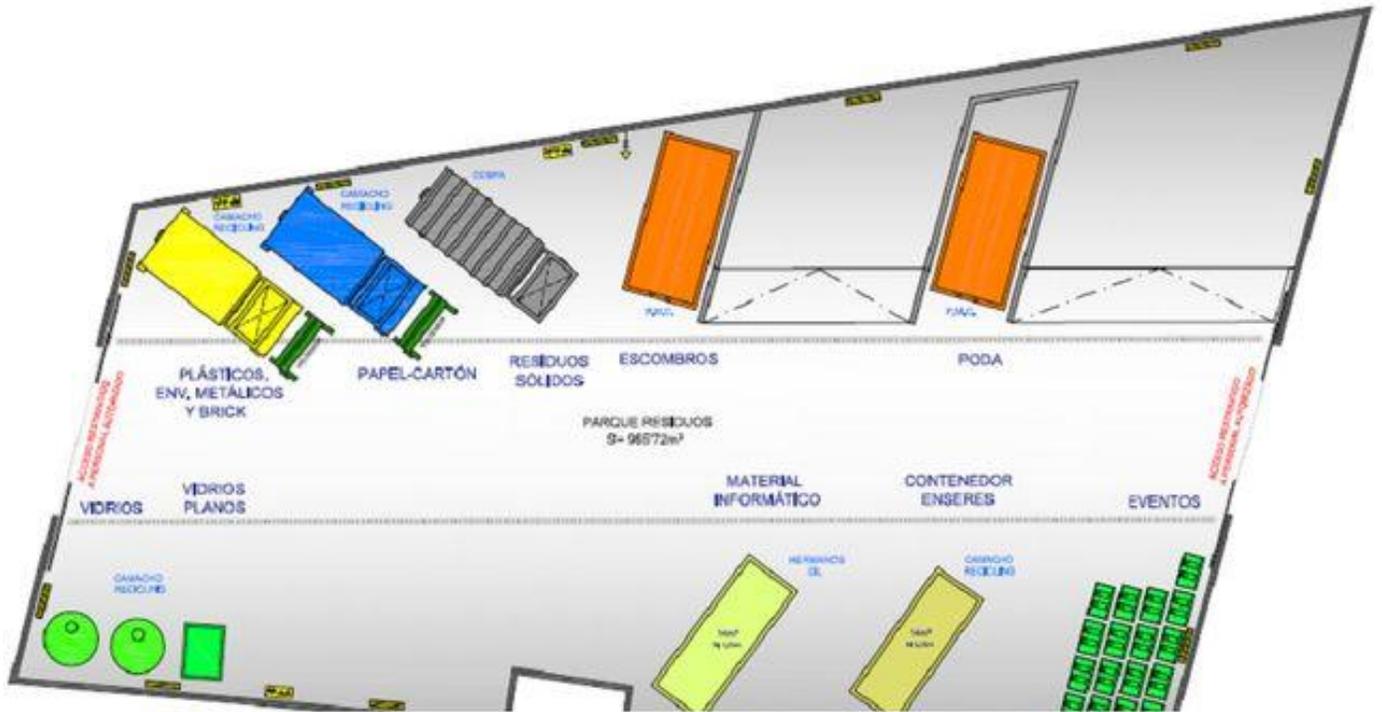


Figura II.25. Esquema de distribución dentro del polígono de almacén de residuos

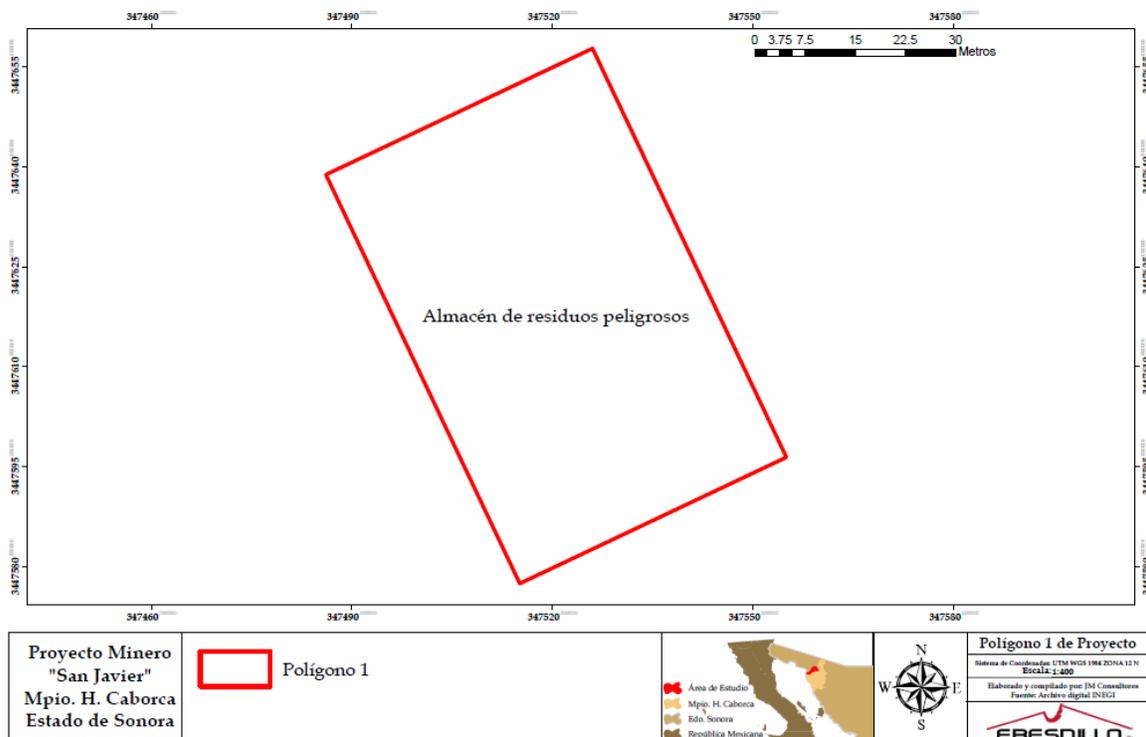


Figura II.26. Polígono 1 (almacén de residuos peligrosos)

Tanques de agua fresca

Depósito de agua para el consumo humano.

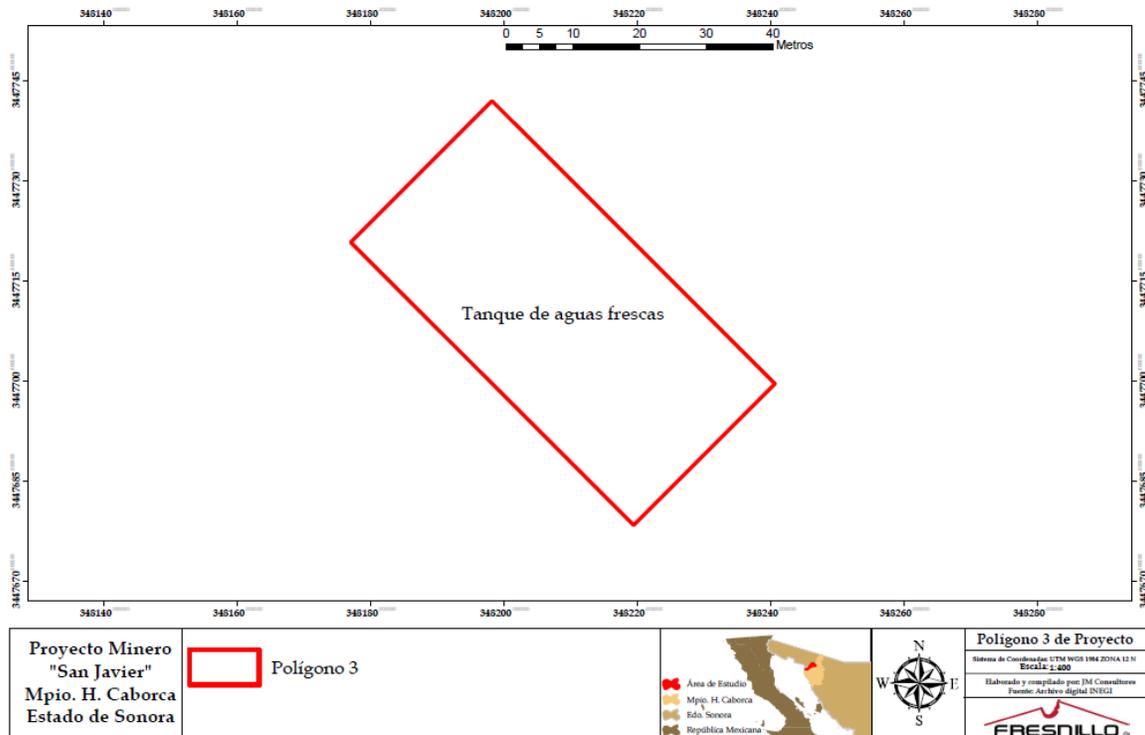


Figura II.27. Polígono 3 (tanque de aguas frescas)

II.2.2 Programa general de trabajo

El periodo de vida útil de proyecto será de 10 años para la operación del mismo, mientras que el periodo de cambio de uso del suelo será por 5 años, esto debido a que el área de maniobras se irá desmontando de acuerdo a las necesidades del proyecto. Es importante mencionar que estas fechas están sujetas a cambios y dependen estrictamente de la fecha en que se obtenga aprobación tanto en materia de impacto ambiental, como en materia de cambio de uso del suelo.

Tabla II.4. Cronograma de actividades

Obra y/o actividad	Semestres																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Estudios Previos																					
Localización y Trazo																					

Obra y/o actividad	Semestres																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre																					
Rescate de Cactáceas																					
Desmante y Despalme																					
Transporte de material y equipo																					
Nivelación y compactación																					
Construcción																					
Operación y mantenimiento																					
Acomodo de polímero biodegradable																					
Obras de Drenaje																					
Reubicación de flora																					

Tabla II.5. Volúmenes a remover

Volúmenes totales a remover por CUSTF			Volumen a remover (M3.v.t.a.)			No. árboles a remover.		
Nombre científico	Vol. (m³ VTA)	No. Arboles	10 a 30	35>	Total	10 a 30	35>	Total
<i>Cercidium microphyllum</i>	57.30200987	4003	57.30200987	0	57.30200987	4003	0	4003
<i>Bursera microfila</i>	19.75592087	1985	19.75592087	0	19.75592087	1985	0	1985
<i>Prosopis velutina</i>	0.922617752	65	0.922617752	0	0.922617752	65	0	65
<i>Olneya tesota</i>	95.70403229	3547	70.64088571	25.06314658	95.70403229	3417	130	3547
Totales	173.6845808	9600	148.6214342	25.06314658	173.6845808	9470	130	9600

Tabla II.6. Individuos a remover por estrato

Nombre científico	Entero
<i>Cercidium microphyllum</i>	260
<i>Bursera microfila</i>	32
<i>Olneya tesota</i>	390
<i>Prosopis juliflora</i>	911

Nombre científico	Entero
<i>Larrea tridentata</i>	79351
<i>Lycium andersonii</i>	2213
<i>Fouquieria splendens</i>	9080
<i>Jatropha cuneata</i>	38634
<i>Encelia californica</i>	68024
<i>Ambrosia dumosa</i>	7876
<i>Encelia farinosa</i>	28772
<i>Partenium incanum</i>	358
<i>Maytenus phyllanthoides</i>	1008
<i>Lycium andersonii</i>	227
<i>Simmondsia chinensis</i>	2180
<i>Condalia correllii</i>	162
<i>Tidestromia lanuginosa</i>	6932
<i>Bebbia juncea</i>	455
<i>Lepidium intermedium</i>	3222
<i>Brickellia baccharidea</i>	1952
<i>Cenchrus myosuroides</i>	943
<i>Dyssodia anomala</i>	15980
<i>Krameria grayi</i>	7973
<i>Chorizanthe rigida</i>	162
<i>Horsfordia alata</i>	227
<i>Muhlenbergia microsperma</i>	1106
<i>Aristida divaricata</i>	911
<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	11554
<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	4328
<i>Ferocactus pringlei</i>	1074
<i>Canegia gigantea</i>	2180
<i>Lophocereus schottii</i>	4914
<i>Mammillaria grahamii</i>	1399
<i>Mammillaria mieheana</i>	97
<i>stenocereus thurberi</i>	5793
<i>Echinocereus nicholii</i>	585
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	65
<i>Opuntia rastrera</i>	130

Es importante resaltar que las especies enlistadas en la tabla anterior pertenecen al estrato arbustivo, cactáceo y herbáceo; y el renuevo del estrato arbóreo, por lo que se realizó el cálculo de la densidad de las mismas.

El desmonte consiste en el corte de la vegetación arbórea y arbustiva sin retirar suelo y materia orgánica contenida en él. Se utilizará la técnica de derribo direccional la cual es la más adecuada para evitar daños a la vegetación aledaña. Consiste específicamente en lo siguiente:

Derribo de arbolado

Consiste en realizar la tumba de los individuos. Es importante mencionar que se realizará mediante medios mecánicos, es decir, con motosierra y usando la técnica de derribo direccional. Esto asegurará que no se afecte cauce superficial alguno al lograr que ningún individuo derribado infiera con el cauce de dichos escurrimientos, no se afecte la vegetación residual presente en áreas forestales aledañas y no se afecte el suelo del área del proyecto.

Desmante de arbustos y hierbas

Dentro del área destinada para el desmante existen lugares donde es posible la circulación de maquinaria pesada para ayudar en las labores del desmante, dentro de esta área existen caminos ya establecidos que se aprovecharan para el desmante por métodos mecánicos. Tales medios consisten en la utilización de tractores bulldozer con cuchilla frontal para el derribo de arbustos y hierbas, dichos tractores están equipados con ganchos o ripes en su parte posterior para remover las raíces, otra alternativa es la utilización de cadenas pesadas para barrer la maleza y arbustos más pequeños.

Estas maniobras son realizadas por el operador del tractor y dos ayudantes que se ocupan de cortar las ramas molestas para el tractorista, y que se adhiere a la coraza protectora del radiador o alrededor de los rodillos.

Despalme

Actividad entendida como la remoción de la capa de tierra vegetal (orgánica), contenida dentro del polígono del trazo del camino, lo que implica la remoción de unos 30 cm de suelo, el cual será depositado en las áreas destinadas a reubicación. Una vez retirada la mayor parte de la vegetación leñosa del sitio, se procede al despalme, para este fin el mismo tractor efectúa una segunda pasada, en la cual extrae las raíces y materia orgánica del suelo, dejando así el lugar listo para los cortes y rellenos de material. Estas operaciones se hacen en primera velocidad. El despalme se realiza, para evitar la mezcla del material de construcción de los terraplenes o terracerías con material orgánica o con depósitos de material no utilizable.

II.2.4 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

- **Ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre**

Se realizarán recorridos previos al desmonte con la finalidad de ahuyentar la fauna que pueda encontrarse en el área de afectación y zonas aledañas, tratando de asegurar el desplazamiento de los individuos a áreas que no serán afectadas.

De igual manera se realizará el rescate de aquellas especies que no se hayan desplazado por medio del ahuyentamiento, haciendo énfasis en aquellas que se puedan encontrar en madrigueras y nidos, asimismo en las especies que se encuentran en protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies que sean rescatadas serán reubicadas en zonas aledañas que presenten características similares a las del lugar donde fueron encontradas.

Se anexan programas de ahuyentamiento de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el presente documento.

- **Rescate de especies de flora**

Una vez conocida el área que será afectada por la remoción de la vegetación, deberá efectuarse un rescate de aquellas especies de flora detectadas en algún estatus de riesgo o que son de lento crecimiento como es el caso de las cactáceas. Los ejemplares de no más de 1.5 de altura serán retirados con todo y raíz y llevados a un vivero o lugar de acopio de especies, mientras se define el lugar al que serán trasplantados. En cuanto a los ejemplares más grandes se retirarán segmentos de la planta para intentar una reproducción vegetativa o se coleccionarán semillas y frutos para su posterior germinación.

II.2.5 Etapa de construcción

Construcción

- **Transporte de material y equipo**

Consiste principalmente en llevar todo el material y equipo que se utilizará para desarrollar la obra, al área del proyecto.

- **Cortes y rellenos**

Los cortes de material se efectuarán con un tractor bulldozer con tracción de oruga y cuchilla para corte comenzando por el área en que se unirá el camino vecinal con el área del proyecto y posteriormente avanzar paulatinamente hacia el resto del área a desmontar.

Para las áreas que necesiten relleno se irá rellenando conforme el suelo sea cortado.

- **Nivelaciones y Compactaciones**

Se nivelará el terreno de manera que permita el establecimiento de cada una de las obras, esta acción consistirá también en la compactación del trazo total de los polígonos del campamento, talleres y polvorín esto con la finalidad de dar estabilidad al terreno y dar paso para la edificación.

- **Edificación**

Consiste en la construcción de las obras, de acuerdo a las características previamente descritas para cada una de ellas

- **Acomodo de bordos a curvas de nivel**

Se establecerá un acomodo de material vegetal muerto a curvas de nivel, para lo cual se seguirán los siguientes pasos:

Se transportará el residuo del desmonte al área seleccionada.

Se trazarán las curvas de nivel con ayuda de un clinómetro.

Se acomodará el residuo del desmonte en bordos de 30 cm de alto y 30 cm de ancho, el largo corresponderá al largo del polígono.

- **Obras de drenaje**

Se realizará la construcción de 83 presas filtrantes, ubicadas en escurrimientos aledaños, que presentan las características idóneas para su establecimiento. Esta medida contribuirá a reducir la velocidad de los escurrimientos superficiales, retener suelo y evitar azolves aguas abajo, lo que constituye una medida de mitigación directa sobre el suelo y calidad del agua.

- **Reubicación**

Se realizará el trazo y marcado a curvas de nivel, con el apoyo de un clinómetro.

Se abrirán las cepas a 3 bolillo, sobre el trazo de las curvas de nivel.

Se realizará el rescate de renuevos de las especies, *Cercidium microphyllum*, *Bursera microfila*, *Olneya tesota*, *Prosopis juliflora*, y el rescate de cactáceas de las especies *Carnegiea gigantea*, *Mammillaria grahamii*, *Mammillaria mieheana*, y *Ferocactus pringlei* estas serán reubicadas en

un polígono aledaño al área del proyecto y que se encuentra dentro del predio particular San Javier, con el que la empresa cuenta con contrato de compra-venta.

La reubicación se realizará durante los meses de periodo de lluvias máximas, sin embargo, se les aplicarán riegos periódicos.

La reubicación tiene como finalidad, reducir los escurrimientos, propiciar la infiltración e igualmente reducir el arrastre o pérdida de suelo; y el objetivo principal favorecer la revegetación de esta área, a pesar de que este será un objetivo a largo plazo.

II.2.6 Etapa de operación

- **Minado subterráneo**

La operación de los socavones (galerías) implica la operación de todas las obras que se plantean para el proyecto.

De inicio se comienza con la apertura de las galerías, la cual se inicia con equipos de perforación a fuerza de aire, por lo que implica el uso de compresores para proveer el aire comprimido, asimismo la excavación subterránea también implica el uso de explosivos en algunas áreas específicas, por lo que será necesario contar con los polvorines. Una vez que se extrae el material pétreo, este es depositado en tepetareras asignadas, posteriormente para rellenar los rebajes y continuar con los avances del minado.

Debido a que la operación solo consiste en el minado subterráneo, solo se contratará al personal necesario para el manejo de equipo de tipo taladro con un compresor, otro para el equipo cargador, el avance se apoyará en los explosivos para la conformación de túneles de ocho metros de ancho por ocho metros de alto a través del socavón.

La minera aún no cuenta con un plan de trabajo definido ni prospección del número de cruceros, subniveles y contrapozos ya que se comenzará con la extracción lo que define la ubicación del mineral.

Mantenimiento

El mantenimiento durante la operación del proyecto consistirá en la rehabilitación de los posibles derrumbes que se puedan presentar tanto en la tepetatera y socavón, además de la vigilancia y recolección de los residuos generados tanto peligrosos como sólidos, de igual manera se darán riegos periódicos a la reforestación.

Limpieza de la superficie y drenaje superficial

La acumulación de basura, tierra, ramas y en general cuerpos extraños que sean colocados sobre el área de trabajo se deberá limpiar periódicamente para no obstruir el paso de vehículos. Para drenar apropiadamente es necesario no interrumpir el flujo de agua en las corrientes aledañas, evitando así la contaminación del agua por sólidos suspendidos.

II.2.7 Descripción de obras asociadas al proyecto

Tabla II. 7. Obras asociadas

Tipo de infraestructura	Información específica
Construcción de Caminos de Acceso	Si bien ya existen algunos caminos de acceso en algunas áreas de los polígonos, se necesita la construcción de más caminos de acceso en otras de las áreas dentro del área del proyecto.
Almacenes, bodegas y talleres, patios de maquinaria.	El proyecto contempla la construcción de almacenes, bodegas y talleres que estarán de manera permanente durante el desarrollo y operación del proyecto.
Campamentos, dormitorios, Comedores y áreas recreativas.	Se tiene destinada un área específica para la construcción de dormitorios, comedores y áreas recreativas. Estas se construirán para albergar al personal que labora en la operación del proyecto. Estas instalaciones se construirán a base de material galvanizado y aislante térmico.
Stock de mineral	Corresponde a un área en la que se deposita el mineral para posteriormente ser beneficiado.
Planta de tratamiento de aguas residuales	Se tiene considerada la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales, misma donde se tratará el agua con residuos provenientes de cocina y sanitarios. Las dimensiones específicas de la instalación se desconocen en la actualidad pero se tomará en consideración el volumen calculado para el diseño de la misma.
Sitios de disposición final de residuos	<p>Todos los materiales resultantes de la ejecución de la obra (residuos especiales) se depositarán en los sitios que las autoridades competentes (Presidencia municipal, juntas auxiliares, insectorías o juntas locales de vecinos) determine, previa solicitud del residente de obra, el cual deberá contener dentro de su oficio de solicitud:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de material a ser depositado, volumen y necesidades de transporte. • Usos potenciales del material dentro de las comunidades. • Limitaciones en su uso y/o riesgos de deterioro, reacción o cualquier otro efecto que pudiera tener el material, por su naturaleza.
Ductos para sustancias peligrosas	Dentro del área de talleres se contará con trampas para retención de aceites y grasas durante el mantenimiento de la maquinaria y se

Tipo de infraestructura	Información específica
	dispondrá de un área para el almacenamiento de residuos.
Stock de tepetate	Dentro del polígono del proyecto se consideran áreas para stock de tepetate.
Área de compresores	En esta área se almacenará el compresor que permitirá desarrollar las actividades de minado subterráneo. La superficie será rodeada por malla ciclónica.
Oficinas generales	Las oficinas estarán compuestas por edificios portátiles, a las cuales solamente se les colocará una base de cemento elevada sobre el terreno, las mismas serán de estructura armable de material galvanizado y aislante térmico. Contendrán todo el equipo necesario para desarrollar actividades administrativas.
Pileta o tanques de agua	Estructura de cemento que servirá como depósito de agua.
Área de maniobras	Esta superficie corresponde a las zonas en que no se colocarán obras específicas, sino que servirán de estacionamientos, almacenes y para que el equipo pueda realizar las maniobras adecuadas tanto durante la construcción como durante la operación del proyecto.
Casetas de vigilancia	Espacio de 40m x 40m donde se destinará el espacio para estacionamiento de los vehículos que intentan ingresar al proyecto. Las dimensiones de la caseta están definidas en un área de 2m x 1.5m.
Socavón	Corresponde al área de rompimiento para crear una galería de acceso horizontal, se abre en el yacimiento mineral desde la superficie. La galería tendrá un ancho de 5 metros y un alto de 4 metros, la misma se estabilizará por medio de anclaje sistemático, con cables de acero 5/8 de 7 torones o cables, con un largo de 30m, adicional a esto se colocará un soporte estándar, de anclaje sistemático con varilla corrugada de ¾ de pulgada y cartuchos de concreto. Esta galería es el primer paso para crear el acceso a la excavación subterránea, y por la misma será extraído tanto el material estéril como el material de beneficio, para lo cual el área estará confinada, a la misma solo podrá ingresar personal autorizado, el sellamiento del suelo será necesario en áreas específicas del socavón, es decir en el área exterior del mismo 2 metros hacia arriba, 2 hacia el lado izquierdo y finalmente dos al derecho de la galería de acceso.
Área de confinamiento y residuos peligrosos.	Área destinada a almacenar los residuos peligrosos resultantes de la operación,

II. 2.8 Personal

Tabla II.8. Personal

Etapa	Tipo de mano de obra	Tipo de empleo			Disponibilidad regional
		Permanente	Temporal	Extraordinario	
Preparación del sitio	No calificada		20		X
	Calificada	25			X
Construcción	No calificada				X
	Calificada	75	50		X
Operación	No calificada				X
	Calificada	150	80		X

Tabla II.9. Combustibles

Insumo	Unidad
Gasolina	L.
Diésel	L.
Aceite lubricante	L.
Líquido de frenos	L.
Anticongelantes	L.

Tabla II.10. Requerimientos de agua

Etapa	Agua	Consumo ordinario		Consumo excepcional o periódico			
		Volumen	Origen	Volumen	Origen	Periodo	Duración
Preparación del sitio	Consumo humano	10 garrafones de 20 L.	Comercial				
Construcción del sitio	Consumo humano	15 garrafones de 20 L.	Comercial				
Operación del sitio	Consumo humano	28 garrafones de 20 L.	Comercial				
Construcción	Agua tratada			700 m ³	Aguas tratadas	Anual	4.5 años
Mantenimiento	Agua tratada			3507 m ³	Aguas tratadas de proyectos mineros previos	Riego periódico 1/mes	10 años

Tabla II.11. Equipo

Maquinaria			
Unidad	Descripción	Etapas	Unidad
1	Trascabo	Preparación del sitio	Jornada
1	Trascabo	Preparación del sitio y construcción	Jornada
1	Camión de Volteo	Construcción	Viaje
1	Motoconformadora	Construcción	Jornada
1	Tractor agrícola	Preparación del sitio	Jornada
1	Tractor oruga	Construcción	Jornada
2	Pipas de agua de 10000 litros	Construcción, operación y mantenimiento	Viaje

II.2.9 Etapa de abandono del sitio

El Proyecto lejos de estar en una etapa de cierre, se encuentra con perspectivas de crecimiento a una escala mayor, por lo que en este momento no se cuenta con planes de cierre o abandono. En caso de que, por aspectos externos a los ahora visualizados, se realizará el cierre o abandono del Proyecto y sus obras, se elaborará y presentará un Programa de cierre y abandono que incluya todas las obras mineras del presente proyecto, mismo que sería presentado en tiempo y forma a la autoridad en la materia.

Sin embargo, se realizarán las siguientes actividades al terminar la etapa de construcción;

Los contenedores de residuos sólidos o residuos o sustancias peligrosas, deberán ser transportados hasta los sitios de disposición final, tanto por la misma minera, así como por la empresa encargada de dar disposición final a los residuos peligrosos.

Es importante que el encargado de la obra en campo, se responsabilice del manejo adecuado de los residuos; deberá hacerse cargo de su recolección constante y eficiente, después de su almacenamiento adecuado, que garantice que los residuos se mantengan en los contenedores destinados para dicho fin.

La maquinaria y equipo usados durante el desarrollo de la obra, serán retirados por las empresas encargadas de la construcción de las obras.

Sin embargo, de manera general se tendrá que realizar lo siguiente para el abandono del sitio:

- **Programas de rehabilitación o restauración de los sitios**

Medidas de mitigación que continuarán ejecutándose después de concluida la vida útil del proyecto.

Obras de conservación de agua y suelo

- Descompactación del suelo del área del proyecto, por medio de rastras jaladas por tractores, para favorecer la infiltración natural y la aireación del suelo
- Implementación de obras de conservación como bordos a nivel o barreras de piedra en una superficie igual a la desmontada para favorecer a la restauración natural de la vegetación nativa.
- Trasplante de flora nativa cultivada en viveros o rescatada de otros lugares para favorecer su propagación en el área a restaurar. Para esta acción, así como para reforestación se utilizará el suelo fértil rescatado y almacenado en la etapa de despalme.
- Reforestación en algunos sitios seleccionados en donde la restauración natural tenga alguna dificultad, acompañada de obras para favorecer la retención del suelo y humedad.
- Suavizar las pendientes de los taludes por medio de rellenos y cortes para reforzar su estabilidad además de fomentar su forestación para insertarlas en el paisaje natural.
- Barreras de gaviones y piedra acomodada en los arroyos y cauces para retener humedad que beneficiara a la restauración general del área.

II.2.10 Utilización de explosivos

Se utilizarán los siguientes materiales explosivos: agente explosivo, alto explosivo baja densidad, noneles, cañuelas, cordón detonante, fulminantes, conectores y alambre iniciador. El transporte se realizará en vehículos que cumplan con las reglamentaciones que les aplica.

Se espera que las actividades de profundización no generen vibraciones dañinas a las poblaciones, esto se asegura por dos razones principales.

- La empresa cuenta con procedimientos, personal y equipo calificado para realizar un trabajo de manera segura y probada;
- Las instalaciones más cercanas a la obra minera son las propias del Proyecto, por lo que se tienen que resguardar de toda vibración dañina; no existen zonas habitacionales que se encuentran cercanas a la obra de desarrollo.

II.2.11 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos, peligrosos y emisiones a la atmósfera.

Residuos sólidos. El primer tipo de residuo de este tipo que se generará será el suelo y residuos vegetales como producto del desmonte y el despalme. La porción aprovechable de los árboles desmontados será utilizada para la construcción del acomodo de bordos a curvas de nivel y el material sobrante será picado y revuelto con el suelo orgánico no aprovechable producto del despalme. Este último deberá incorporarse a los polígonos de acomodo de vegetación, esto con la finalidad de que el área se revegete.

El servicio a la maquinaria que se utilizará en este proyecto, se llevará a cabo en el área solicitada para talleres. Así como las cantidades de combustible y aditivos a emplear, serán suministrados en las estaciones de servicio más cercanas a la zona del proyecto. Se procura que no exista almacenamiento de los mismos. Estará estrictamente prohibido realizar cualquier reparación de maquinaria en el frente de obra o fuera de los talleres autorizados, lo que incluye actividades como el cambio de aceite.

Residuos líquidos. Las aguas residuales sanitarias que se generarán en el campamento serán retiradas tres veces por semana por una empresa dedicada a dar servicio sanitario.

Residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos generados por el Proyecto durante la etapa de construcción corresponderán a restos de aceites usados y grasas lubricantes, trapos y estopas producto del mantenimiento de equipos y maquinarias. Dichos residuos, serán dispuestos en contenedores cerrados (debidamente rotulados), para su posterior retiro y disposición final por parte de una empresa autorizada.

La disposición de los residuos peligrosos de esta etapa deberá ser apoyada por empresas especializadas en el manejo de residuos como los aceites, llantas y lubricantes usados por la maquinaria pesada, y por el resto de los vehículos que estará en operación, durante la construcción de la obra.

Tabla II.12. Residuos

Residuos	Etapa del proyecto			
	Preparación	Construcción	Operación	Abandono
M. vegetal residual	1100 kg			
Troncos y ramas	5,200 kg			

Residuos	Etapa del proyecto			
	Preparación	Construcción	Operación	Abandono
Domésticos	100 kg	240 kg	650 kg/año	
Concreto y varilla metálica		1,200 kg		5,200 kg

II.2.12 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Residuos

Las ramas y troncos pequeños serán usados para construir barreras para contención de agua y suelo acomodadas en una disposición de curvas a nivel en las obras de conservación de aguas y suelo en los terrenos con pendientes pronunciadas principalmente.

Los residuos generados en la etapa de la construcción de las obras de drenaje será principalmente de restos de cemento, varillas y alambre metálicos, restos de tablas, sacos de papel vacíos entre otros serán separados en el área del proyecto, en donde los metales irán directamente a un área de acopio del contratista, los restos de cartón y papel se integraran con los residuos domésticos, los restos de madera se integraran con los residuos forestales y los restos de cemento y arena serán cargados en vehículos y llevados al área de las tepetateras para ser parte de su estructura.

Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos generados por el Proyecto durante la etapa de construcción corresponderán a restos de aceites usados y grasas lubricantes, trapos y estopas producto del mantenimiento de equipos y maquinarias. Dichos residuos, serán dispuestos en contenedores cerrados (debidamente rotulados), para su posterior retiro y disposición final por parte de una empresa autorizada.

Emisiones a la Atmósfera

La producción de polvo que se generará durante el acarreo de los materiales de forma mínima, de cualquier manera, este tipo de emisiones se controlará en su totalidad, cubriendo las cargas con lonas que cubran totalmente el material geológico, para evitar este tipo de emisiones.

Para el control de emisiones se necesitarán afinaciones y que se verifiquen las unidades por lo menos al inicio de la obra. La maquinaria desprenderá las siguientes partículas:

- PTS
- Bióxido de Azufre (SOX)

- Monóxido de Carbono (CO)
- Óxidos de Nitrógeno (NOX)
- Hidrocarburos

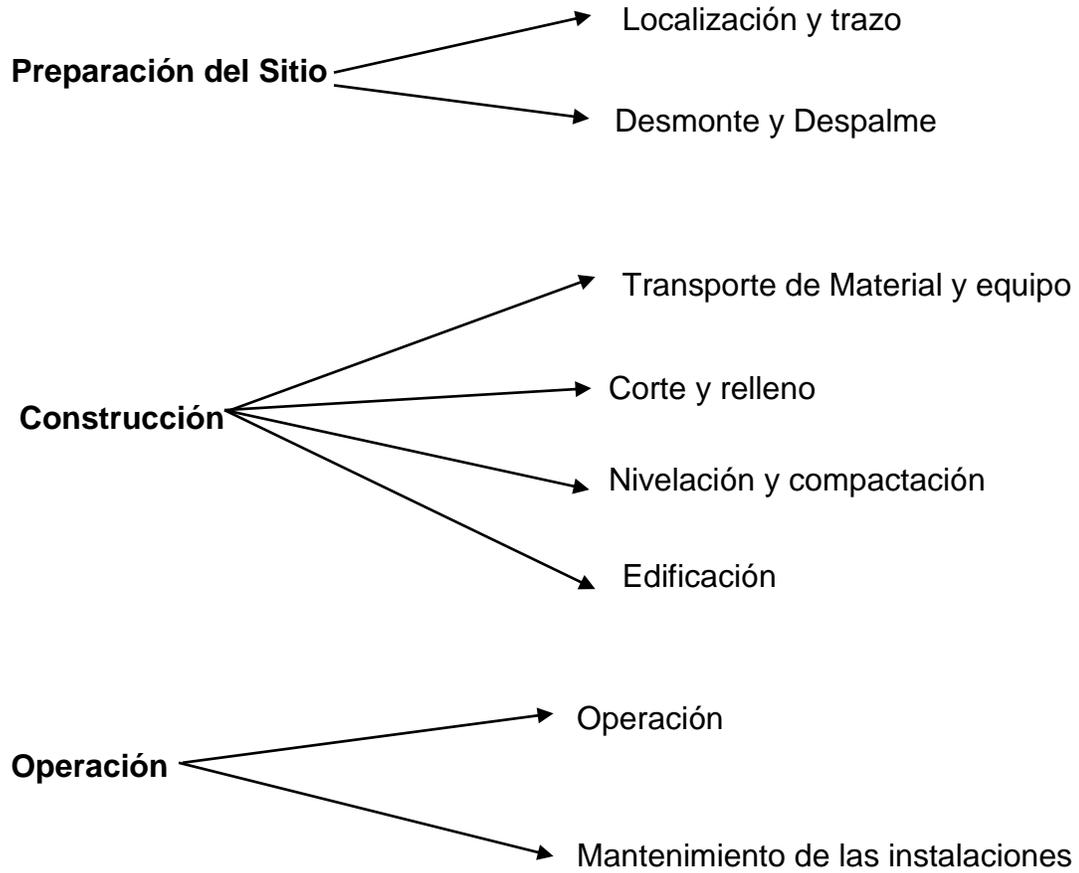
Durante la etapa de operación la emisión de ruidos disminuirá y dependerá del tipo de vehículos que transiten por el camino y de las medidas de control que sobre ellos se aplique.

Durante la etapa de operación, las fuentes móviles que emplean diésel serán las que circulen con mayor afluencia, mientras que los automotores que empleen gasolina como combustible circularan poco, debido a que la zona como se ha mencionado anteriormente no estará abierta al público. El tránsito vehicular del proyecto implicará la emisión de dióxido de azufre, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y partículas suspendidas. Las cantidades y concentraciones de las emisiones varían dependiendo de los siguientes factores:

- Densidad del flujo vehicular
- Tipo de combustible (gasolina o diésel)
- Calidad de combustible (gasolina o diésel)
- Cilindrada y estado de detalle de los motores
- Aceite quemado por el efecto de desperfectos mecánicos.

Los factores mencionados no pueden ser estandarizados a condiciones constantes, puesto que son características que oscilan entre un vehículo y otro. No obstante, si se consideran límites máximos permisibles de emisiones contaminantes, los cuales son los presentados en la NOM-041-SEMARNAT- 2006, que establece los límites máximos permisible de emisión de gases contaminantes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible; NOM-045-SEMARNAT- 2006, que establece la Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo del equipo de medición y la Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT- 1994 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos en circulación y su método de medición.

Árbol de Componentes del Proyecto



Capítulo III

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA Y EN CASO, CON LA REGULACION SOBRE EL USO DE SUELO	2
III. Introducción	2
III.1 Información sectorial.....	2
III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018	2
III.1.2 Ordenamiento Ecológico Territorial (OET).....	4
III.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora.	8
III.2 Vinculación con las Políticas e Instrumentos de Planeación y Desarrollo de la Región.	9
III.2.1 Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021	9
III.2.2 Regiones Prioritarias	10
III.3 Análisis de los instrumentos normativos.....	11
III.3.1 Leyes	11
III.3.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	11
III.3.1.2 Ley Minera	12
III.3.1.3 Ley de Aguas Nacionales	12
III.3.1.4 Ley General de Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente.	13
III.3.1.5 Ley Federal de Derechos	14
III.3.1.6 Ley General de Vida Silvestre.	14
III.3.1.7.- Ley de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.....	15
III.3.2 Reglamentos	16
III.3.2.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.....	16
III.4 Vinculación con las normas oficiales mexicanas aplicables.....	16
III.5. Ubicación del proyecto en áreas de importancia ecológica (ANP, RTP, RHP, AICA'S).....	20
III.5.1 Áreas Naturales Protegidas	20
III.5.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.....	21
III.5.3 Regiones Terrestres Prioritarias.....	22
III.5.4 Regiones Hidrológicas Prioritarias	23

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA Y EN CASO, CON LA REGULACION SOBRE EL USO DE SUELO

III. Introducción

La zona en que se ubica el proyecto denominado “Proyecto Minero San Javier”, no se encuentra en terrenos que hayan sido declarados como Parque Nacional, ni como zona especial de protección extraordinaria o zona susceptible de riesgo ecológico, sin embargo, el proyecto contempla un tratamiento atenuador y compensatorio, así como las prevenciones requeridas para aminorar algún posible impacto ambiental no deseable.

El sitio del proyecto se enlaza con los lineamientos en materia de protección al medio ambiente que establece la federación es por ello que aplica el estudio de impacto ambiental modalidad particular a ser evaluado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

De esta manera, el proyecto se relaciona con la intención nacional de promover un crecimiento económico vigoroso, sostenido y sustentable, es propósito básico que sustenta el Plan Nacional de Desarrollo (2013-2018).

III.1 Información sectorial

Para elaborar este capítulo, se analizaron diferentes fuentes de información de orden federal y estatal, correspondiendo a las políticas sectoriales guardar congruencia con las generales, para evitar favorecer artificialmente algunas actividades a costa de otras. Así las regulaciones en materia de planeación y desarrollo de políticas sectoriales pertinentes, son una de las grandes líneas de estrategia para promover el crecimiento económico de una región determinada.

III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

El proyecto denominado “Proyecto Minero San Javier”, que se encuentra en el municipio de Caborca, estado de Sonora, es compatible con las políticas sectoriales enunciadas en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, que en apartado sobre política ambiental contempla importantes objetivos para alcanzar una gestión ambiental integral, transversal y eficiente que contribuya al crecimiento y desarrollo sustentable del país que debe basarse en la aplicación efectiva de la ley.

Primordialmente para alcanzar el desarrollo sustentable, el Plan Nacional de Desarrollo contempla una estrategia global que permite lograr este propósito.

Por medio de esta estrategia se pretende que, los cuidados del medio ambiente se vinculen a la promoción y el mejoramiento de la producción para proteger el empleo, así como también reformar las medidas preventivas que eviten los daños en lugar de repararlos.

Las políticas y acciones están planteadas dentro de una estrategia de descentralización para fortalecer la capacidad de gestión local, y principalmente para el municipio para esto se constituyeron cinco lineamientos de los cuales se presentan las acciones de gobierno.

- Vincular políticas e instrumentos para la promoción y generación de empleos e incremento del ingreso de la población.
- Distribución equitativa de costos y beneficios, con el objeto de combatir la pobreza.
- Reforzar las medidas preventivas.
- Fomentar la participación en el diseño de políticas a través de mecanismos de consenso entre las autoridades y los grupos sociales.
- Participación activa en foros y acuerdos internacionales.

Dentro del plan Nacional de Desarrollo, se contemplan lo cinco metas nacionales principales; siendo:

- I. Un México en Paz.
- II. Un México Incluyente.
- III. Un México con Educación de Calidad.
- IV. Un México prospero.
- V. Un México con Responsabilidad Global.

El presente proyecto se vincula perfectamente con las metas y objetivos que se plantean en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018; sin embargo, se relaciona directamente con la meta nacional número **IV, Un México Prospero.**

Dentro de dicha meta nacional, se plantea el siguiente objetivo que nos atañe para el presente proyecto:

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

El presente proyecto constituirá la generación de empleo para los pobladores de comunidades aledañas a la ubicación del proyecto, lo que impulsará el desarrollo económico y social de dicha región eminentemente rural; a la vez que se conservan y protegen los recursos naturales que el ecosistema en comento sustenta. Esto debido a que dicho proyecto, se desarrollará bajo la reglamentación y normatividad ambiental vigente aplicable, y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al mismo. De manera que la vinculación del proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, es evidente.

III.1.2 Ordenamiento Ecológico Territorial (OET).

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, el proyecto se encuentra ubicado en las Unidad Ambiental Biofísica "Sierras y Llanuras Sonorenses Norte" la cual cuenta con una superficie de 12,851.69 km². La unidad ambiental 102 está calificada como medianamente estable, muy baja superficie correspondiente a ANP's, sin degradación de la vegetación y sin degradación por desertificación, no cuenta con disponibilidad de agua superficial ni subterránea, el uso de suelo es otro tipo de vegetación, con alta importancia de las actividades mineras y ganaderas, mientras que de la agricultura es altamente tecnificada.

La política ambiental de la unidad ambiental biofísica 102 es de aprovechamiento sustentable con prioridad muy baja, su rector de desarrollo es la minería y la industria, los coadyuvantes del desarrollo son la ganadería y el turismo, los asociados del desarrollo la preservación de flora y fauna.

Para atender cada una de las vertientes se ha diseñado una serie de estrategias, estas son las siguientes:

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio

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**

B) Aprovechamiento sustentable

- 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales**
- 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios**
- 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas**

7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales

8. Valoración de los servicios ambientales

C) Protección de los recursos naturales

12. Protección de los ecosistemas

13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes

D) Restauración

14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas

E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios

15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables

15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.

16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.

17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).

21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.

22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.

23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) - beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).

Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana

C) Agua y Saneamiento

28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.

29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.

E) Desarrollo social

36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza

37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas

Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional

A) Marco Jurídico

42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural

B) Planeación del Ordenamiento Territorial

43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos

44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

El proyecto "San Javier" aplicará los siguientes criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio:

Tabla III.1. Vinculación de estrategias del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio con el proyecto "San Javier".

Estrategias del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	Vinculación con proyecto Minero San Javier
Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
1.Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad	Si bien el proyecto consiste en el desmonte de vegetación, se realizará un programa de rescate de cactáceas y renuevos que serán reubicados en áreas aledañas al área de desmonte. Asimismo se rescatarán las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
2.Recuperación de especies en riesgo	Previo al desmonte se ahuyentarán, rescatarán y reubicarán aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de fauna y flora
7.Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales	Se realizaron estudios previos de diversidad y abundancia, con los cuales se demuestra que la remoción de la vegetación no afectará la diversidad del ecosistema a nivel microcuena. De igual manera el manejo de los recursos forestales se realizará dentro de

Estrategias del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	Vinculación con proyecto Minero San Javier
Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
	la normatividad vigente aplicable.
8. Valoración de los servicios ambientales	Se realizaron distintos análisis para valorar los servicios ambientales que proporciona el ecosistema, de los resultados de dichos estudios se obtuvo que los servicios ambientales no se verán afectados significativamente y la resiliencia del ecosistema permitirá la continuidad de los mismos.
14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas	Se seleccionaron áreas de terrenos forestales en las que se establecerán obras de conservación de suelo y agua tales como acomodo de material vegetal el establecimiento de presas filtrantes.
15. BIS. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable	<p>Minera FRESNE pertenece a Grupo Fresnillo, dichas empresas mantienen una política de sustentabilidad ambiental en el desarrollo de cada uno de sus proyectos, apegándose siempre a la normatividad vigente, además de haber aplicado en otros proyectos mineros rescates y restauraciones exitosas, por citar algunas:</p> <p>El establecimiento de un bosque sustentable en el estado de Durango.</p> <p>La reubicación de saguaros en el estado de Sonora.</p> <p>Y la restauración de presas de jales para establecer parques denominados ecológicos.</p>

El proyecto minero San Javier no va en contra de las estrategias de conservación de la unidad ambiental biofísica ya que uno de los rectores de desarrollo es la minería, por lo que el desarrollo del proyecto es viable.

III.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora.

El Estado de Sonora cuenta con un Programa de ordenamiento ecológico territorial, mismo que se elaboró con la finalidad de evaluar y programar el óptimo uso del suelo y manejo de los recursos naturales en un espacio geográfico definido, con el objetivo de inducir y regular el uso más racional del suelo y el desarrollo de actividades productivas.

En este sentido, dicho Ordenamiento Ecológico Territorial, establece medidas enfocadas a lograr la mayor productividad de los recursos naturales, a la vez que se mantiene el equilibrio ecológico, al llevar a cabo un aprovechamiento sustentable de dichos recursos que sustenta el Estado.

Particularmente hablando, el área donde pretende establecerse el presente proyecto, es considerada un terreno forestal, tomando en cuenta las definiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable que a la letra dice:

Terreno forestal: El que está cubierto por vegetación forestal.

Vegetación forestal: El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.

En este punto, es importante mencionar que el presente proyecto se vincula directamente con el Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora, debido a que el mismo establece las medidas de prevención, conservación y recuperación de los ecosistemas forestales que el Estado sustenta; y el presente manifiesto, establece medidas concretas a realizar para prevenir, mitigar y resarcir los impactos ambientales negativos que pudiesen presentarse sobre los recursos naturales, al implementarse el presente proyecto minero.

Por otro lado, el ordenamiento ecológico territorial muestra que el Estado de Sonora cuenta con yacimientos de oro y cobre distribuidos en la mayoría de su superficie. De manera que dicho Estado presenta superficies con yacimientos minerales importantes; constituyendo la minería, una de las principales actividades económicas de Sonora.

El presente proyecto busca implementar las técnicas de exploración más adecuadas, con la finalidad de determinar la existencia de yacimientos minerales, y valorar una posible fase

de explotación o extracción y beneficio de minerales. De manera que la vinculación con el ordenamiento ecológico del Estado es evidente.

El municipio no se encuentra dentro de los municipios que tienen un Ordenamiento Ecológico Territorial.

III.2 Vinculación con las Políticas e Instrumentos de Planeación y Desarrollo de la Región.

III.2.1 Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021

Propone que Sonora logre un lugar relevante dentro del contexto nacional, incrementando sus tasas de crecimiento del producto y del empleo y elevando los niveles de bienestar en las distintas regiones del Estado. El plan Estatal del Estado, contempla seis ejes rectores para alcanzar los objetivos planteados.

Dentro de los ejes rectores, el presente proyecto se vincula directamente con el eje número 3: **Economía con futuro.**

Dentro de los objetivos del tercer eje rector del PED 2016-2021, resaltan los siguientes:

Objetivos principales

- Consolidar el liderazgo del sector minero en el estado de Sonora
- Realización de estudios que provean información para impulsar proyectos mineros
- Incentivar y consolidar la proveeduría en el sector minero
- Vigilar que se cumpla la normatividad institucional y mejorar los procesos de atención a trámites relacionados con las concesiones mineras.

La vinculación con este plan es muy evidente ya que, el proyecto en cuestión coincide plenamente con los puntos y objetivos anteriores, ya que con este proyecto fortalece los servicios y producción de ingreso, en una región de población rural preferentemente, en donde las fuentes de empleo siempre son requeridas para lograr un desarrollo rural y frenar la migración, a la vez que se logra el aprovechamiento sostenido de los recursos naturales que sustenta el Estado.

III.2.2 Regiones Prioritarias

El desarrollo económico de la entidad en el contexto nacional es relevante, ya que, por su contribución al producto interno bruto, se ubica en el treceavo lugar. No obstante, hacia el interior del estado, existen fuertes contrastes en el desarrollo de las regiones que requieren atención especial e inmediata, debido a la gravedad que manifiestan sus indicadores socioeconómicos.

Ante los rezagos sociales que se presentan en las regiones prioritarias, el Gobierno del Estado impulsará acciones específicas que garanticen la cobertura suficiente de los servicios básicos, que promuevan el aprovechamiento integral de las potencialidades y ventajas competitivas existentes en el entorno natural, y que otorguen a la población mejores niveles de bienestar social e ingreso económico, suficiente para su arraigo.

Objetivos:

- Otorgar atención prioritaria a los municipios que presentan los mayores índices de marginación, incrementando la cobertura de los servicios básicos, la construcción y mantenimiento de la infraestructura de comunicaciones y la promoción de actividades productivas que generen empleo y arraigo de la población.
- Impulsar en las regiones prioritarias, la acción coordinada de los tres órdenes de gobierno, iniciativa privada y de la población, a efecto de garantizar su desarrollo social y económico.
- Participar conjuntamente con los municipios que integran las regiones prioritarias, para que incrementen su capacidad técnica y administrativa, a efecto de favorecer su capacidad de respuesta, para la solución de la problemática de localidades marginadas.

Lineamientos estratégicos.

- Se integrarán los esfuerzos y recursos de los tres niveles de gobierno para atender coordinadamente los principales problemas de las regiones prioritarias en materia de educación, salud, alimentación, infraestructura básica de comunicación y empleo.

- Mediante la participación de los tres órdenes de gobierno y de los sectores social y privado, se fomentará el aprovechamiento integral del potencial productivo, turístico y agroindustrial de las regiones prioritarias.

- Se aplicarán programas de desarrollo institucional municipal en regiones marginadas, para apoyar a las administraciones municipales en la mejoría de sus estructuras técnicas y administrativas que les permita eficientar la aplicación de sus recursos financieros.

III.3 Análisis de los instrumentos normativos

II.3.1 Leyes

II.3.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

En su Art. 4...Párrafo quinto...Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.

Art. 25. ...Párrafo sexto...Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado.... Cuidando su conservación y el medio ambiente.

Art. 27. ...Párrafo segundo... La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad las modalidades que dicte el interés público.... para lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana.

En apego a lo anterior, el proyecto considera las medidas necesarias para establecer adecuadas medidas de mitigación para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

En la Constitución se expresa claramente que todas las personas tienen derecho a tener un medio ambiente que les permita desarrollar satisfactoriamente, pero a la vez marca la pauta para que haya un desarrollo sustentable de las regiones, esto se presenta teniendo una infraestructura eficaz y segura, tomando las medidas que se asientan en la legislación ambiental actual.

II.3.1.2 Ley Minera

El proyecto esté comprendido en el supuesto I del artículo 31 de la Ley, Dado que los proyectos mineros están comprendidos en la ley minera que establece en sus artículos 2 y 4 que se sujetarán a las disposiciones de esta Ley la exploración, explotación y beneficio de los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, exceptuando en su artículo 5, las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen a este fin, y los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuya explotación se realice preponderantemente por medio de trabajos a cielo abierto.

El proyecto minero San Javier es de naturaleza exploratorio por lo que son aplicables los lineamientos establecidos en esta Ley, de la misma manera la empresa promotora ha adquirido conforme a lo regulado en la concesión minera correspondiente al área del proyecto.

II.3.1.3 Ley de Aguas Nacionales

Título Séptimo Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas y Responsabilidad por Daño Ambiental; Capítulo I Prevención y Control de la Contaminación del Agua.

Art. 85 En concordancia con las Fracciones VI y VII del Artículo 7 de la presente Ley.

Art. 86 bis 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales... Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición. El Proyecto no contempla descargas de aguas residuales, dado que toda el agua se recicla, en los próximos barrenos.

En la zona del proyecto no se lleva a cabo ningún aprovechamiento de los cuerpos de agua existentes. El agua necesaria para el desarrollo del mismo, se trasladará en recipientes hacia el área del proyecto.

II.3.1.4 Ley General de Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente.

En la Sección VI de la Ley, existen preceptos con carácter jurídico, obligatorio y general, para cierto número de acciones. El proyecto de exploración minera se encuentra fundamentado con base en los artículos Art. 5° Son facultades de la Federación; Frac. XIV: La regulación de las actividades relacionadas con la exploración, explotación y beneficio de los minerales, sustancias y demás recursos del subsuelo que corresponden a la nación, en lo relativo a los efectos que dichas actividades puedan generar sobre el equilibrio ecológico y el ambiente.

Art. 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

- I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos;
 - II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;
 - III.- Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear;
 - IV.- Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos;
 - V.- Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración;
 - VI. Se deroga.
 - VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;
 - VIII.- Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas;
 - IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;
 - X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;
 - XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;
- Fracción reformada DOF 23-02-2005

XII.- Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la Preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas, y

XIII.- Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.

Debido a que se requiere realizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, para la implementación del presente proyecto, el mismo se vincula directamente con Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Particularmente con las fracciones III, VII y XIII del artículo 28 de dicha ley.

ARTÍCULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

III.3.1.5 Ley Federal de Derechos

Art. 194-H.- Por el otorgamiento de la autorización de los proyectos de obras o actividades cuya evaluación corresponde al Gobierno Federal, se pagará el derecho de impacto ambiental.

Art. 194-J.- Por los servicios de impacto ambiental se pagará el derecho de Impacto Ambiental.

II.3.1.6 Ley General de Vida Silvestre.

Artículo 58.

- a) En peligro de extinción, aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitad natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitad, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación entre otros.

- b) Amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente a su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su habidad o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
- c) Sujetas a protección especial, aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación o conservación de poblaciones de especies asociadas.

Artículo 59.

Los ejemplares confinados de las especies probablemente extintas en el medio silvestre serán destinados exclusivamente al desarrollo de proyectos de conservación, restauración, actividades de repoblación y reintroducción, así como de investigación y educación ambiental autorizados por la secretaría.

III.3.1.7.- Ley de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento

La región se caracteriza por ser fundamentalmente de vocación forestal, con índices de deforestación, aclareo y en general mal manejo de la actividad, por lo que se precisa instrumentar políticas de aprovechamiento, restauración y protección, de acuerdo a la problemática ambiental detectada, ello con base en el artículo 2o.- que declara de utilidad pública la conservación, protección y restauración de los ecosistemas forestales.

Esta Ley, aunada a las Normas Oficiales Mexicanas en la materia, fueron consideradas como apoyo sustantivo en la determinación de los criterios propuestos para cada política, para de esta manera, acceder a un manejo sustentable del recurso, así como los apoyos técnicos necesarios para ello, a través de las autoridades correspondientes.

En este sentido resulta importante señalar la reciente puesta en vigor de la Ley Forestal 2003, en la cual el manejo de las masas arboladas introduce el concepto de manejo de los ecosistemas forestales, no solo del potencial de aprovechamiento maderable y no maderable, sino del conjunto de bienes y servicios de estos ecosistemas, con un enfoque de conservación del potencial natural y equilibrio ecológico.

III.3.2 Reglamentos

III.3.2.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

En materia de impacto ambiental.

Referente a las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones.

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

Inciso O), referente a los cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.

De manera más específica en la fracción I, en lo relativo al cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal.

Artículo 20. Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental de la obra o actividad de que se trate, presentada en la modalidad que corresponda, la secretaría formulará y comunicará a los interesados la resolución correspondiente en la que podrá:

- I. Autorizar la realización de las obras o actividades en los términos y condiciones señalados en la manifestación correspondiente.
- II. Autorizar la realización de la obra o actividad proyectada, de manera condicionada a la modificación o relocalización del proyecto, o
- III. Negar dicha autorización.

III.4 Vinculación con las normas oficiales mexicanas aplicables

NORMA (RELACIONA CON EL PROYECTO)	CONTENIDO	VINCULACIÓN Y CUMPLIMIENTO DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO
NOM-041-SEMARNAT-2006.	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes	Se deberá realizar un mantenimiento periódico de la maquinaria y equipo a usar. También se deberán vigilar los niveles de emisiones por la maquinaria empleada, así como las plantas de energía que empleen gasolina como

NORMA (RELACIONA CON EL PROYECTO)	CONTENIDO	VINCULACIÓN Y CUMPLIMIENTO DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO
	provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible.	combustible durante las diferentes etapas del proyecto. En caso de que no se cumpla con las normas oficiales en comento, y se rebasen los límites máximos permisibles que las mismas establecen, se procederá a inhabilitar inmediatamente la fuente de emisiones contaminantes. De manera que no se permitirá que los vehículos que rebasen dichos límites, operen en las distintas etapas del proyecto, hasta que cumplan con los límites máximos permitidos por las Normas Oficiales Mexicanas.
NOM-045-SEMARNAT-2006	Referente al nivel máximo permisible de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que utilizan diésel como combustible.	
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características de los residuos peligrosos y el estado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Se deberán extremar los cuidados a fin de evitar derrames o fugas de combustibles, grasa, aceites, disolventes y todo aquel material que se considera como de riesgo o peligroso para el ambiente, por lo que estos se deberán recolectar de conformidad con la normatividad ambiental vigente para ser dispuestos por prestadores de servicios autorizados para su confinamiento fuera de las áreas de trabajo o bien su tratamiento o reciclaje según lo amerite el caso. Con la finalidad de cumplir con la presente Norma Oficial, se implementará un sistema de recolección y almacén de residuos peligrosos, que se generen durante las diferentes etapas del proyecto. Dicho sistema consistirá en la identificación, recolección y almacenaje de los residuos peligrosos que se generen. Para tal fin, se integrará una brigada con personal especializado en el manejo de residuos peligrosos, que realizará las diversas actividades antes mencionadas, recolectando y almacenando los residuos en un confinamiento que cumpla con las disposiciones ambientales aplicables para este caso, para posteriormente darles la disposición final, misma que llevará a cabo alguna empresa calificada y certificada en el manejo de residuos peligrosos.
NOM-059-	Establece las	La vinculación específica de esta Norma Oficial Mexicana,

NORMA (RELACIONA CON EL PROYECTO)	CONTENIDO	VINCULACIÓN Y CUMPLIMIENTO DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO
SEMARNAT-2010.	<p>especificaciones de 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.</p>	<p>resulta fundamental y de carácter prioritario para las distintas etapas del proyecto, en las que se preverá dar cumplimiento a lo establecido en la norma en comento.</p> <p>Para garantizar la protección y conservación a las especies se propondrán medidas específicas, dichas medidas consisten en lo siguiente:</p> <p>Se integrarán brigadas de trabajo, con personal especializado en el manejo de flora y fauna silvestres, especialmente aquellas que se encuentran bajo estatus de protección en la presente Norma Oficial Mexicana. Dichas brigadas llevarán a cabo procedimientos de rescate y reubicación de las especies enlistadas en la norma en comento, con la finalidad de que no se vean afectadas durante el desmonte, y demás etapas del presente proyecto. Las actividades mencionadas, para la fauna, incluyen desde la ubicación de los ejemplares, su ahuyentamiento, rescate y reubicación en áreas forestales aledañas sin alterar. En el caso de los ejemplares florísticos susceptibles a rescatar y reubicar, las acciones incluyen, su ubicación en campo, extracción, manejo en vivero y reubicación en áreas forestales aledañas adecuadas para tal fin incluyendo su monitoreo, con el fin de asegurar que su establecimiento sea exitoso y las actividades a implementar en caso de que no se presente la sobrevivencia aceptable, es decir, de un 85% como mínimo.</p>
NOM-138-SEMARNAT-SS-2003	<p>Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos las especificaciones para su caracterización y remediación.</p>	<p>Incide en el proyecto a efecto de tomar las precauciones y las medidas de seguridad para evitar el derrame de hidrocarburos, (gasolina, diésel, aceites, etcétera) al suelo.</p> <p>Con la finalidad de dar cumplimiento a la presente Norma, se integrará una brigada de supervisión, que vigilará la maquinaria y equipo usados en las diferentes etapas del proyecto, con la finalidad de evitar el derrame de hidrocarburos en el suelo. Para lograr tal fin, se asegurarán de que el estado mecánico de los vehículos sea el óptimo y se evite en lo posible, la contaminación del suelo. Por otro lado, si se presenta algún derrame, procederán a la recolección del mismo, almacenándolo en un sitio adecuado, previamente seleccionado y que cumpla con las disposiciones ambientales aplicables, donde almacenarán los residuos que vayan recolectando; dándoles disposición final mediante la contratación de</p>

NORMA (RELACIONA CON EL PROYECTO)	CONTENIDO	VINCULACIÓN Y CUMPLIMIENTO DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO
		empresas calificadas en el manejo de residuos.
NOM-060-SEMARNAT-1994	Especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal	<p>Si bien, las materias primas forestales producto del desmonte, no se extraerán bajo algún programa de manejo forestal, se realizará el aprovechamiento de las mismas en una sola corta, de manera que las especificaciones de la presente norma oficial son aplicables al desarrollo del presente proyecto.</p> <p>Para tal fin, se implementarán obras de conservación de suelo y agua, que aseguren la mitigación de los efectos adversos ocasionados por el cambio de uso del suelo.</p> <p>Las medidas, mismas que se describen ampliamente en el capítulo VI del presente documento, son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementación de bordos de material vegetal muerto a curvas de nivel, en áreas aledañas a la zona del proyecto. • Construcción de presas filtrantes de piedra acomodada en escurrimientos aledaños a la zona. • Construcción de obras de drenaje más adecuadas, para evitar la interrupción de los causes aledaños. • Estabilización de taludes. <p>Estas medidas serán implementadas y supervisadas por personal capacitado en la construcción de obras de conservación de suelo y agua.</p>
NOM-062-SEMARNAT-1994	Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad, que se ocasionen por el cambio de uso del suelo de en terrenos forestales a agropecuario.	Si bien el cambio de uso del suelo no será a uso agropecuario, si no a la apertura de dos socavones y sus respectivas obras complementarias, dicho cambio de uso del suelo generará impactos adversos sobre la biodiversidad, siendo aplicable la presente norma para mitigar dichos impactos negativos, logrando así, proteger la biodiversidad del área en cuestión, a la vez que se implementa y desarrolla el proyecto.
NOM-120-SEMARNAT-2011	Que establece las especificaciones de	Se relaciona directamente con el desarrollo del proyecto, a fin de implementar las actividades de protección

NORMA (RELACIONA CON EL PROYECTO)	CONTENIDO	VINCULACIÓN Y CUMPLIMIENTO DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO
	<p>protección ambiental para las actividades de exploración minera directa en zonas agrícolas ganaderas o eriales y en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo bosque tropical caducifolio bosques de coníferas o encinos</p>	<p>ambiental derivadas de la exploración y explotación a realizar.</p> <p>Con la finalidad de dar cumplimiento a la presente norma, se implementaran medidas de protección, conservación y mitigación ambiental, con la finalidad de asegurarse de que los impactos generados por las actividades de exploración en comento, no pongan en riesgo los recursos que el ecosistema sustenta.</p>
<p>NOM-157-SEMARNAT-2009</p>	<p>Establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros</p>	<p>Si bien es cierto que el proyecto minero en cuestión, se encuentra en su fase de exploración, no en la de beneficio de minerales, se atenderá la presente norma en caso de generarse residuos por el desarrollo de la actividad de exploración ya dicha.</p> <p>Se elaborará un plan, en caso de ser necesario, con la finalidad de dar un manejo adecuado a los residuos mineros generados por las actividades del presente proyecto.</p>

III.5. Ubicación del proyecto en áreas de importancia ecológica (ANP, RTP, RHP, AICA'S)

III.5.1 Áreas Naturales Protegidas

De acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son zonas del territorio nacional sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que requieren ser preservadas y restauradas. Las ANP se clasifican en: Reservas de la biósfera, Parques Nacionales, Monumentos naturales, Áreas de Protección de Recursos Naturales, Áreas de Protección de Flora y Fauna, Santuarios, Parques y Reservas Estatales y Zonas de

Preservación Ecológica de los Centros de Población. El proyecto denominado San Javier, no incide en ninguna modalidad de ANP, tal como se puede observar en la Figura III.1.

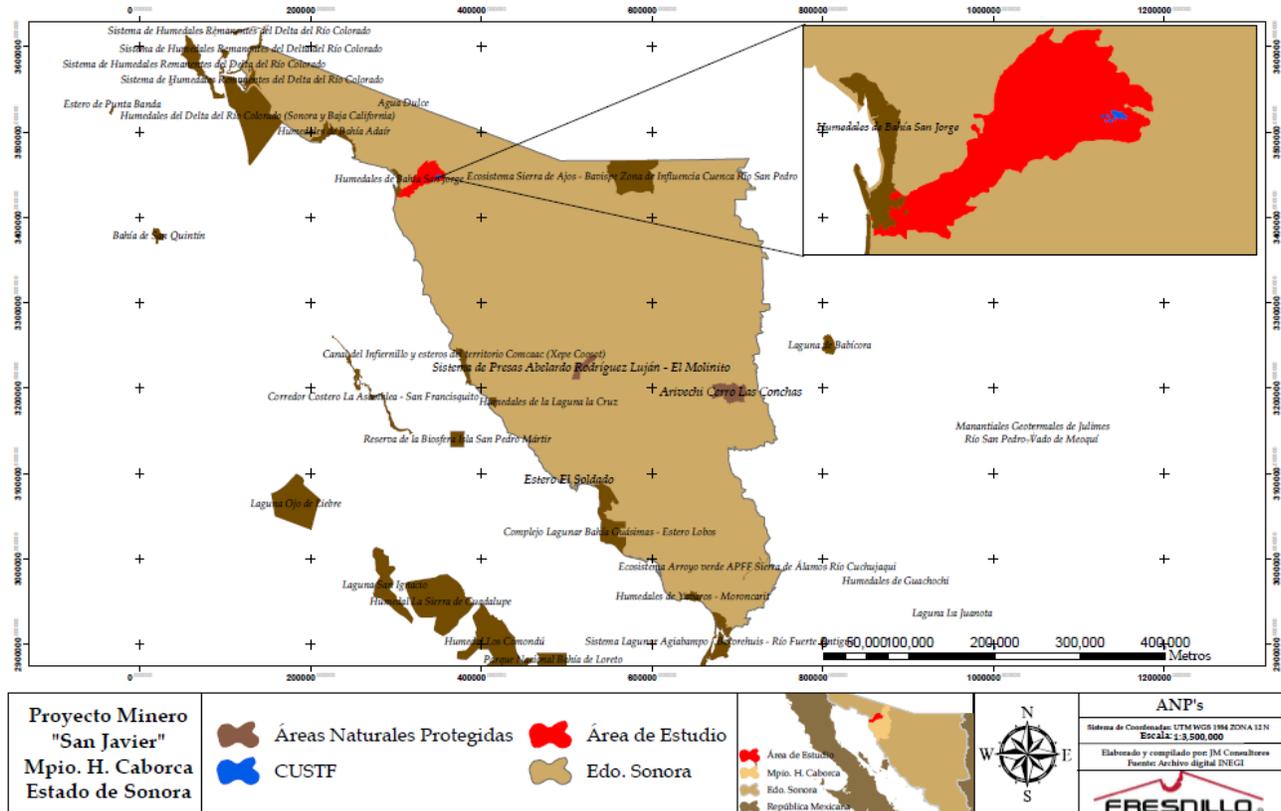


Figura III.1. Áreas Naturales Protegidas

III.5.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

Las áreas de importancia para la conservación de las aves son aquellas zonas que por sus características biológicas se consideran de vital importancia para proporcionar refugio a las aves, así como su preservación. A lo largo de la República Mexicana se encuentran 287 AICAS de las cuales solamente dieciséis se encuentran en el estado de Sonora, el proyecto no incide en ninguna área de importancia para la conservación de las aves, tal como se muestra en la Figura III.2.

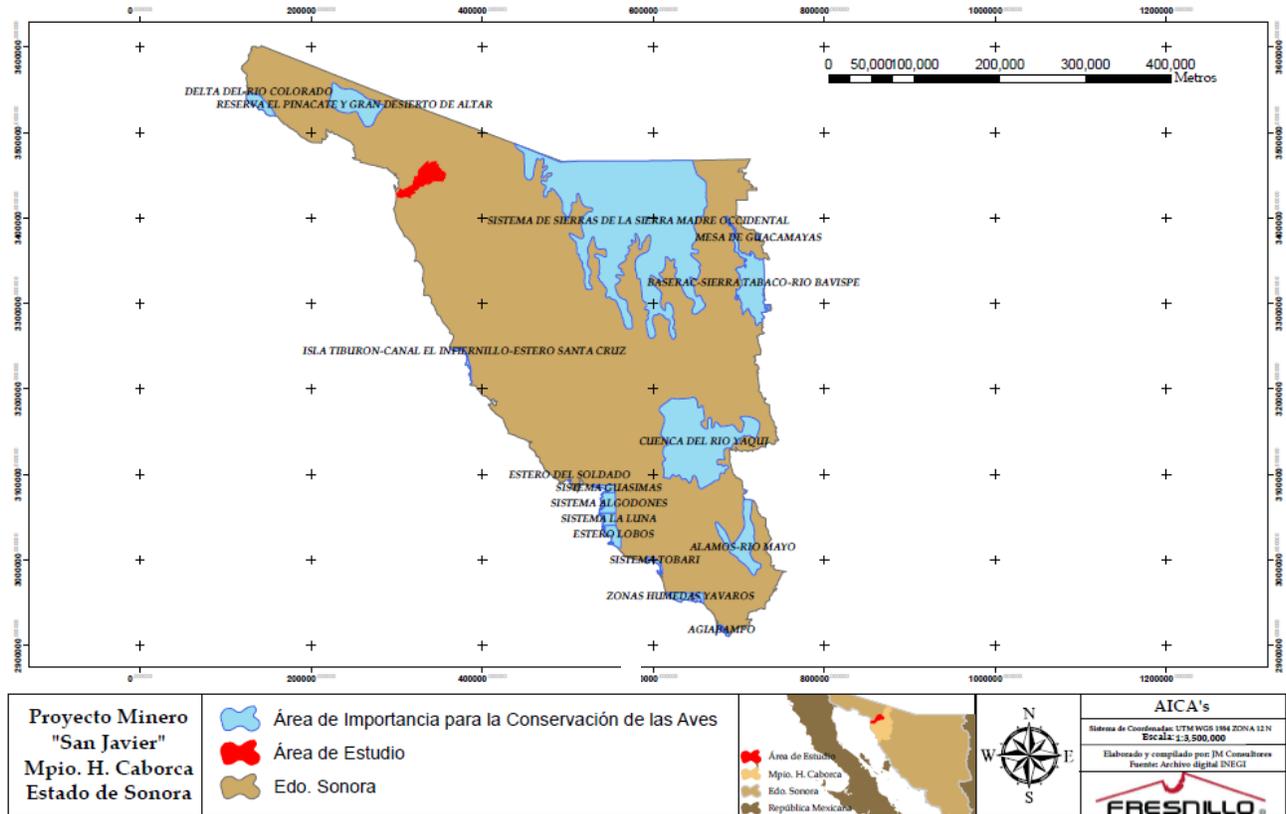


Figura III.2. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

III.5.3 Regiones Terrestres Prioritarias

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) tienen el objetivo general de determinar unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaque la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. El proyecto no incide en alguna Región Terrestre Prioritaria, tal y como se puede observar en la Figura III.3.

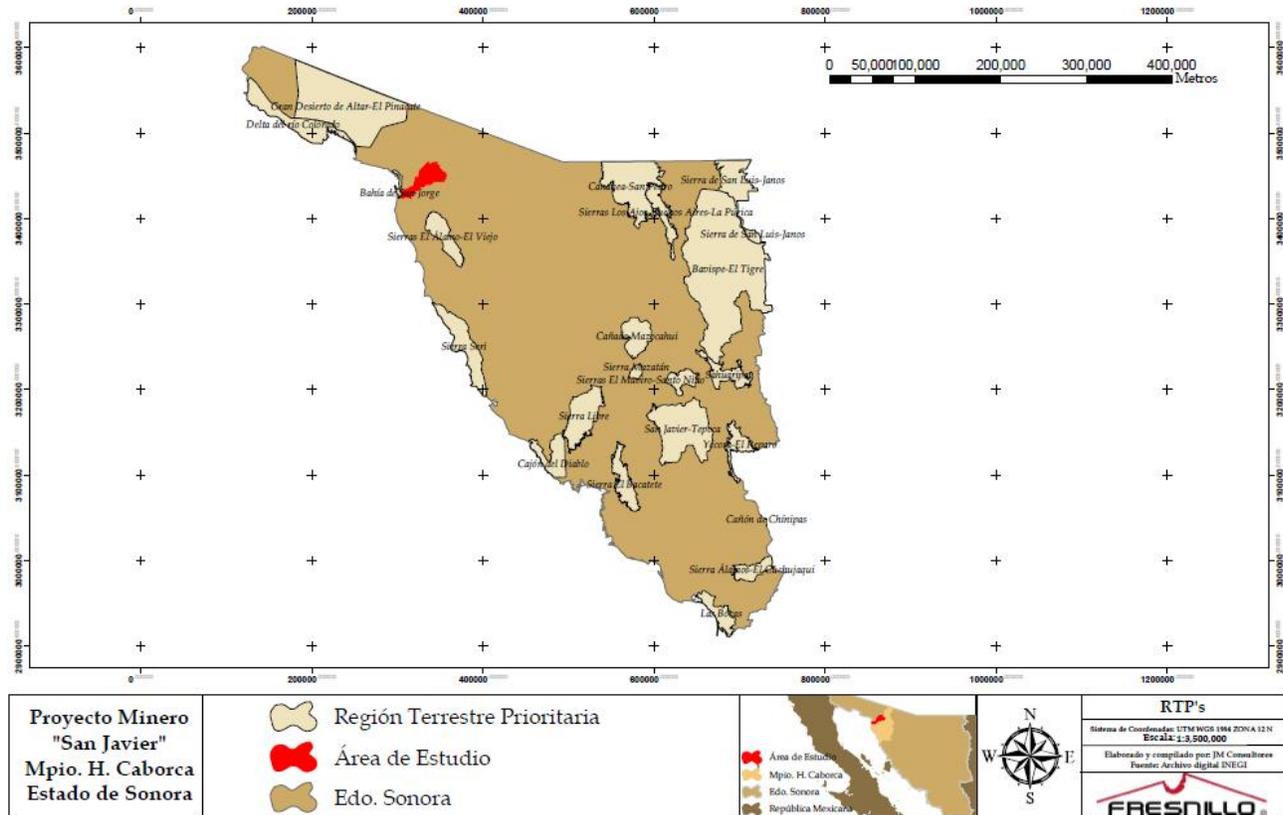


Figura III.3. Regiones Terrestres Prioritarias

III.5.4 Regiones Hidrológicas Prioritarias

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. El proyecto minero San Javier no incide en alguna región hidrológica prioritaria. Como se puede observar en la figura III.4.

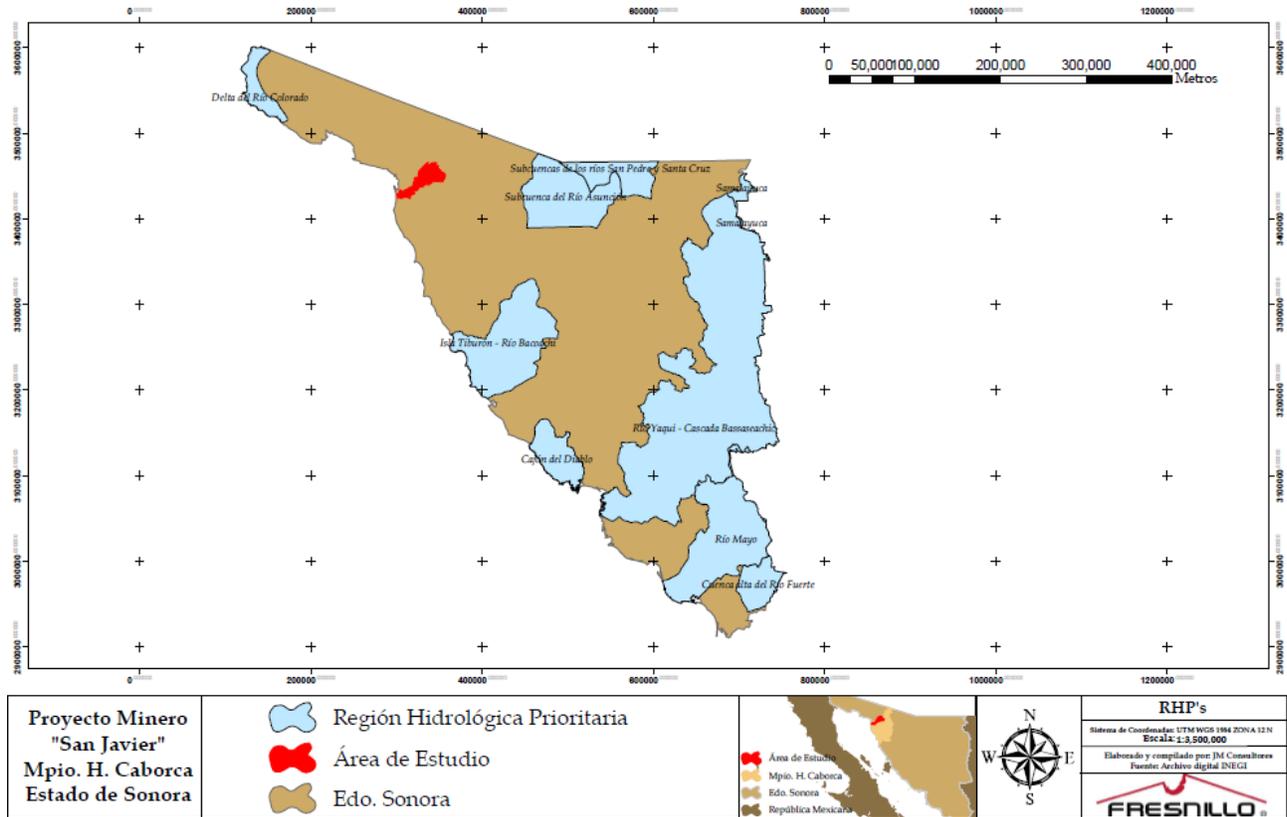


Figura III.4. Regiones Hidrológicas Prioritarias

Capítulo IV

IV. DESCRIPCION DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGION	2
IV. 1. Metodología empleada para la delimitación del sistema ambiental del proyecto	2
IV. 1.1. Procedimiento	2
IV. 1.2. Delimitación y justificación del área de estudio para el proyecto en función del sistema ambiental.	3
IV. 2. Elementos físicos	5
IV. 2.1. Clima	5
IV. 2.2. Suelo	9
IV. 2.3. Fisiografía	22
IV. 2. 4. Geología y Geomorfología.	23
IV. 2. 5. Topografía	28
IV. 2. 6. Exposición	29
IV. 2. 7. Pendiente	31
IV. 2. 8. Hidrología	33
IV. 3. Elementos biológicos	48
IV. 3. 1. Vegetación	48
IV.3.2. Fauna.....	122
IV.5. Medio socioeconómico	154
IV.6. Diagnóstico ambiental.....	157

IV. DESCRIPCION DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGION

Para el desarrollo de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, primero se determinó realizar la delimitación del sistema ambiental, el cual debería ser acorde a las condiciones de campo y estar debidamente justificada; condición que permitirá obtener información puntual del área de trabajo, para posteriormente plasmarlo en el presente documento. Esta delimitación se realizó con el Modelo Digital de Elevación (MDE) y con el Sistema de Información Geográfica (Programa ArcGis 10.3).

El sistema ambiental es una cuenca hidrológico-forestal puesto que la manifestación de impacto ambiental es por motivo de un cambio de uso del suelo en terrenos forestales, éste se determinó en función de la influencia del predio con respecto al área drenada cuyo sistema de corrientes confluyen a partir del límite físico (parteaguas) que define la dirección de los escurrimientos hacia un punto de salida o boquilla y su interacción con el trazó del proyecto, obteniendo una superficie de estudio de 85,327.26 ha.

Posterior a la definición de la cuenca, se realizó un análisis comparativo del área seleccionada con la delimitación de cuencas hidrológicas de la Comisión Nacional del Agua, concluyendo que, el área del Proyecto:

- Se encuentra en la Región Hidrológica Sonora Norte -RH8
- Se ubica en la Desierto de Altar y Río Bamori RH8-C
- Se distribuye en la subcuenca Costa Rica, con clave RH8-Cd.

En el presente capítulo, se realizará la descripción de las características físicas y biológicas de la cuenca hidrológico-forestal en la que se desarrollará el Proyecto, así como la forma en que está fue definida.

IV. 1. Metodología empleada para la delimitación del sistema ambiental del proyecto

Para crear los límites de la cuenca hidrológico-forestal que será utilizada para sistema ambiental, a partir del conjunto de datos digitales que ofrece INEGI como la Red Hidrográfica escala 1: 50,000 y el Modelo Digital de Elevación escala 1: 50,000 para el Estado de Sonora, se realizó una serie de análisis espaciales usando el software ArcMap 10.3 para el modelaje.

IV. 1.1. Procedimiento

Se estableció el ambiente de trabajo de Arcmap y se indicó el tamaño de Pixel del modelo digital de elevación. Se extrajo el Modelo Digital de Elevación de la Subcuenca donde se

ubicó el predio y se procedió a aplicar la siguiente metodología con las herramientas de Hydrology del software Arcmap:

- I. Crear un MDE sin depresiones con la herramienta *fill*.
- II. Crear capa de *flow direction*.
- III. Crear capa de *flow accumulation*
- IV. Crear puntos de vertedero y luego usarlos en la herramienta *pour points*.
- V. Crear microcuenca con la herramienta *watershed*

IV. 1.2. Delimitación y justificación del área de estudio para el proyecto en función del sistema ambiental.

El sistema ambiental es un ámbito geográfico, hidrológico, económico, social y ambiental lógico para cartografiar y planificar el uso y manejo de los recursos naturales en la búsqueda de la sostenibilidad de los sistemas de producción y los diferentes medios de vida. Es en este espacio donde ocurren las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos naturales y el comportamiento de estos mismos recursos.

Otro aspecto importante a considerar cuando se delimita la microcuenca es el operativo ya que las acciones ligadas al uso y manejo del suelo que se realicen en la microcuenca presentan impactos medibles a corto o mediano plazo, ya sea positivo o negativo, lo que permite la valoración ambiental sobre la conservación o deterioro del suelo, el balance de biomasa y la cobertura vegetal, la cantidad y calidad del agua, la fauna, entre otras variables importantes para la sostenibilidad de los sistemas ambientales.

Se delimitó conforme a la metodología mencionada anteriormente y con el criterio de los procesos asociados al recurso agua, tales como escorrentía, calidad, erosión hídrica, producción de sedimentos, intercambio de nutrientes. Se consideran las escorrentías más cercanas e influyentes en las que se concentra el agua en los eventos de precipitación, los cuales son los que transportan sedimentos y en algunos casos otros elementos que pudieran afectar el ecosistema.

A continuación, se presentan las características descriptivas del sistema ambiental:

- a) Área: 853.2726 km²
- b) Perímetro: 220.0677 km.
- c) El factor de forma se determinó con el coeficiente de compacidad: 2.12 (es la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de área equivalente) en este caso tiene un valor alto en cuanto a su alargamiento, es decir es alargada.

$K_c = 0.282 * P / \sqrt{A}$ dónde:

$A = 853.2726 \text{ km}^2$

$P = 220.0677 \text{ km}$

d) Longitud del cauce principal: 40.368 km.

e) Altura máxima: 1,018 msnm.

f) Altura mínima: 4 msnm.

g) Altura media: 211 msnm.

a) Forma y sistema de drenaje:

$$b) D = \sum Li / A$$

Donde:

D= Densidad de drenaje Km^{-1}

$\sum Li$ = suma de las longitudes de los canales en Km

A= Superficie de la microcuenca Km^2

La densidad de drenaje que presenta la microcuenca de estudio es la siguiente:

$D = 1.018 \text{ Km}^{-1}$, $\sum Li = 868.6821 \text{ Km}$, $A = 853.2726 \text{ Km}^2$

h) Distribución espacial de las obras y actividades del proyecto

El proyecto se encuentra en la parte alta de la microcuenca al noreste, con una altura media de 371 msnm.

i) Sinuosidad de la corriente

$$S = \frac{L}{L_v}$$

Donde;

S: sinuosidad de la corriente

L: longitud del río principal

L_v : longitud del valle medido en línea recta o curva

Entonces;

$L = 40,368 \text{ m}$

$L_v = 36,670 \text{ m}$

$S = 1.1$ lo que indica sinuosidad baja.

IV. 2. Elementos físicos

IV. 2.1. Clima

Se presenta la carta de unidades climáticas (figura IV.1) presentes en el sistema ambiental, en la que los tipos de clima está clasificados como:

BWhw (x') Muy seco semicálido, esto de acuerdo a la clasificación de Köppen (1936) modificada para la República Mexicana por Enriqueta García (1964). La descripción del tipo de clima que se presenta a continuación se toma con referencia al diccionario de climáticos de la Base de Datos Geográficos de INEGI.

a) BWhw (x1): Muy seco semicálido. Las áreas que presentan un clima seco se caracterizan por presentar una evaporación mayor a la precipitación.

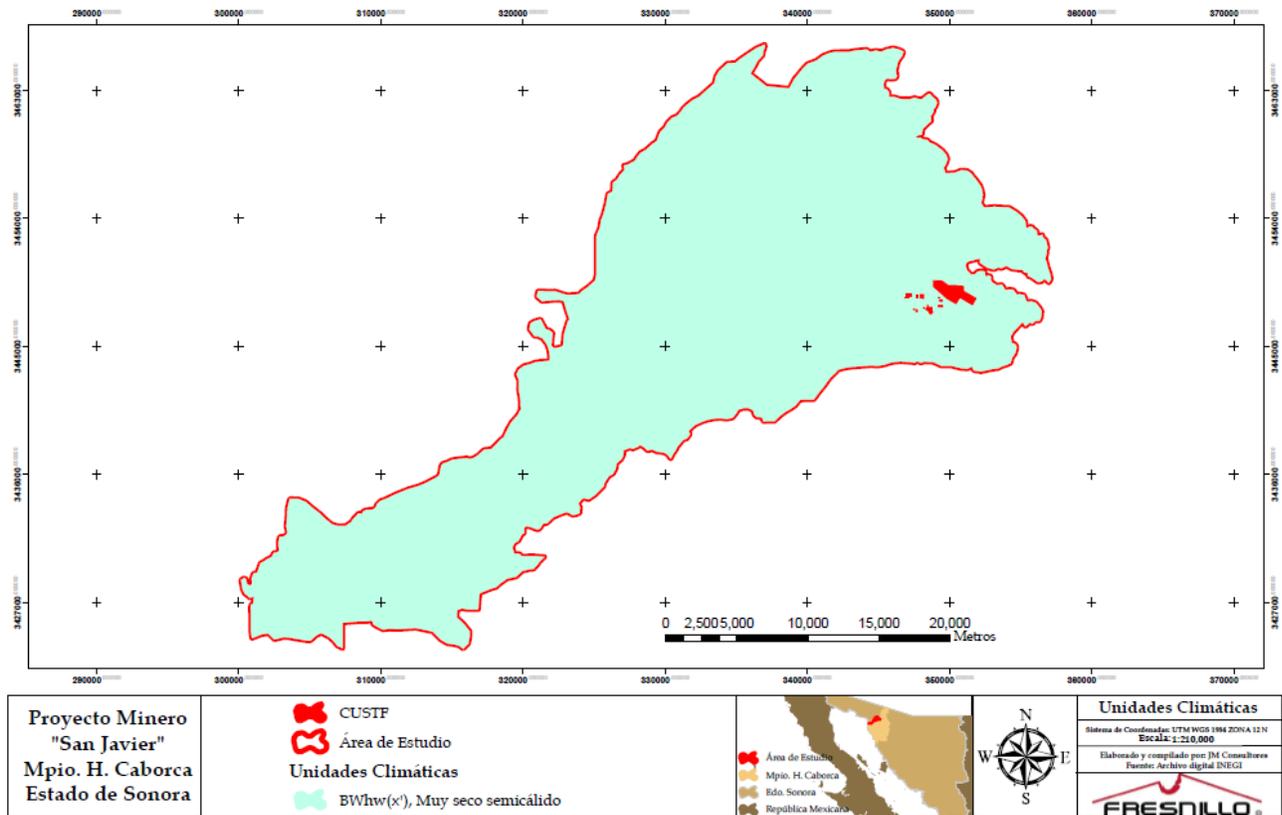


Figura IV. 1. Clima en el sistema ambiental

Para la determinación del tipo de clima se utilizaron las unidades climáticas de INEGI, para definir un valor estimado de temperaturas y precipitaciones promedio, debido a que

no existen estaciones cercanas a la microcuenca de estudio, se tomaron 6 estaciones cercanas y que se encuentran dentro de la subcuenca en que se delimito la microcuenca.

Se ubicaron las coordenadas de ubicación de cada una de las estaciones y se realizó un análisis de Thiessen, mismo que indica la influencia de los puntos seleccionados, resultando que cuatro de las estaciones influyen en la microcuenca, tal como se ilustra en la figura IV.2.

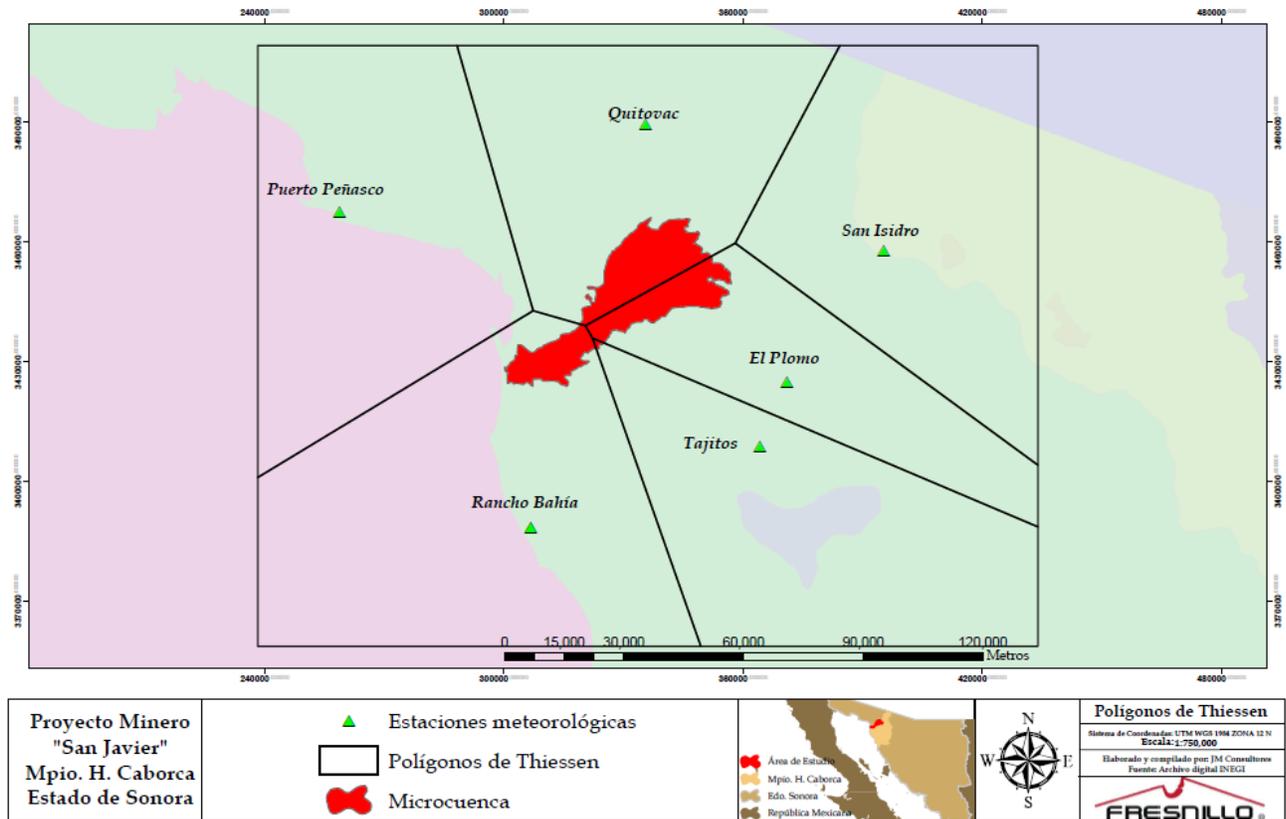


Figura IV.2. Polígonos de Thiessen

Como se observa en la figura IV.2, se seleccionaron 4 estaciones de influencia en la microcuenca, siendo estas: Quitovac, El Plomo, Tajitos y Rancho Bahía. Se estimaron las temperaturas y precipitaciones promedio para un periodo de 40 años. Los resultados se muestran en las tablas IV.1 y IV.2.

Tabla IV. 1. Temperatura. Valor estimado de 4 estaciones meteorológicas

Estaciones meteorológicas Rancho La Bahía, Tajitos, El Plomo y Quitovac I	
Mes	Temperatura
Enero	13.075
Febrero	15.000

Estaciones meteorológicas Rancho La Bahía, Tajitos, El Plomo y Quitovac I	
Mes	Temperatura
Marzo	16.875
Abril	19.700
Mayo	23.525
Junio	28.450
Julio	31.125
Agosto	30.225
Septiembre	28.025
Octubre	22.600
Noviembre	16.925
Diciembre	13.475
Promedio Anual	21.58

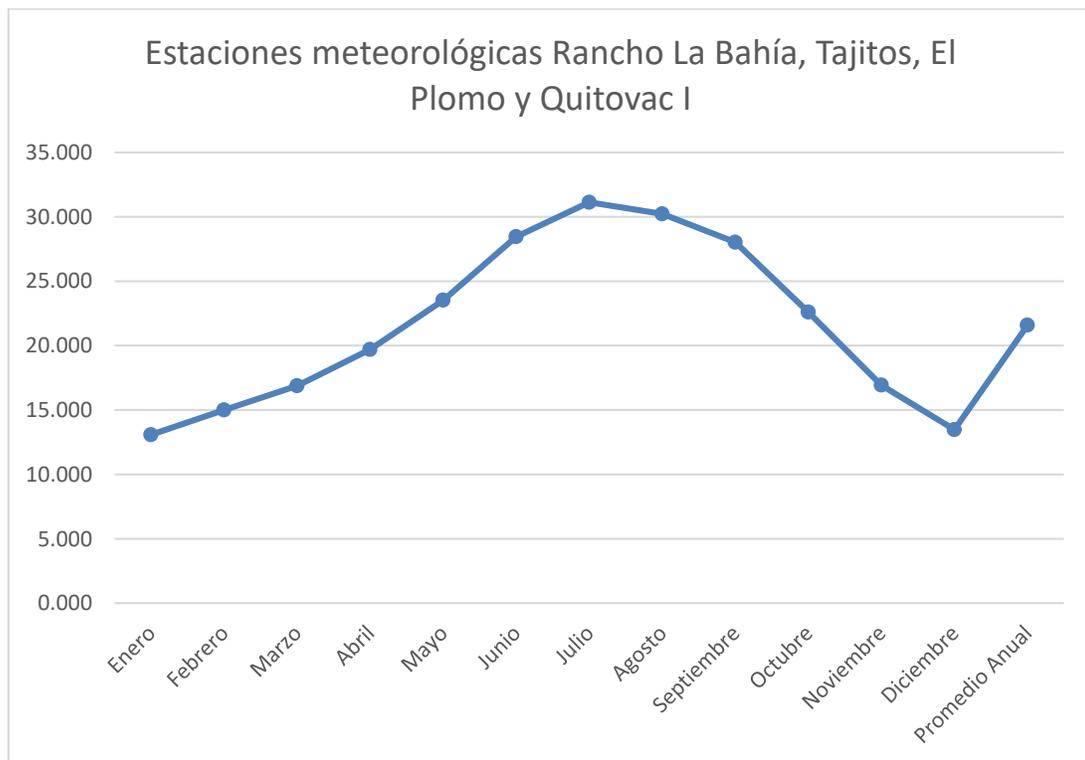


Figura IV.3. Gráfica de temperatura

Tabla IV. 2. Precipitación

Estaciones meteorológicas Rancho La Bahía, Tajitos, El Plomo y Quitovac I	
Mes	Precipitación
Enero	16.75
Febrero	11.50
Marzo	9.50
Abril	2.00
Mayo	3.50
Junio	9.75
Julio	62.00
Agosto	78.50
Septiembre	39.00
Octubre	21.25
Noviembre	9.50
Diciembre	28.50
Acumulado	291.75

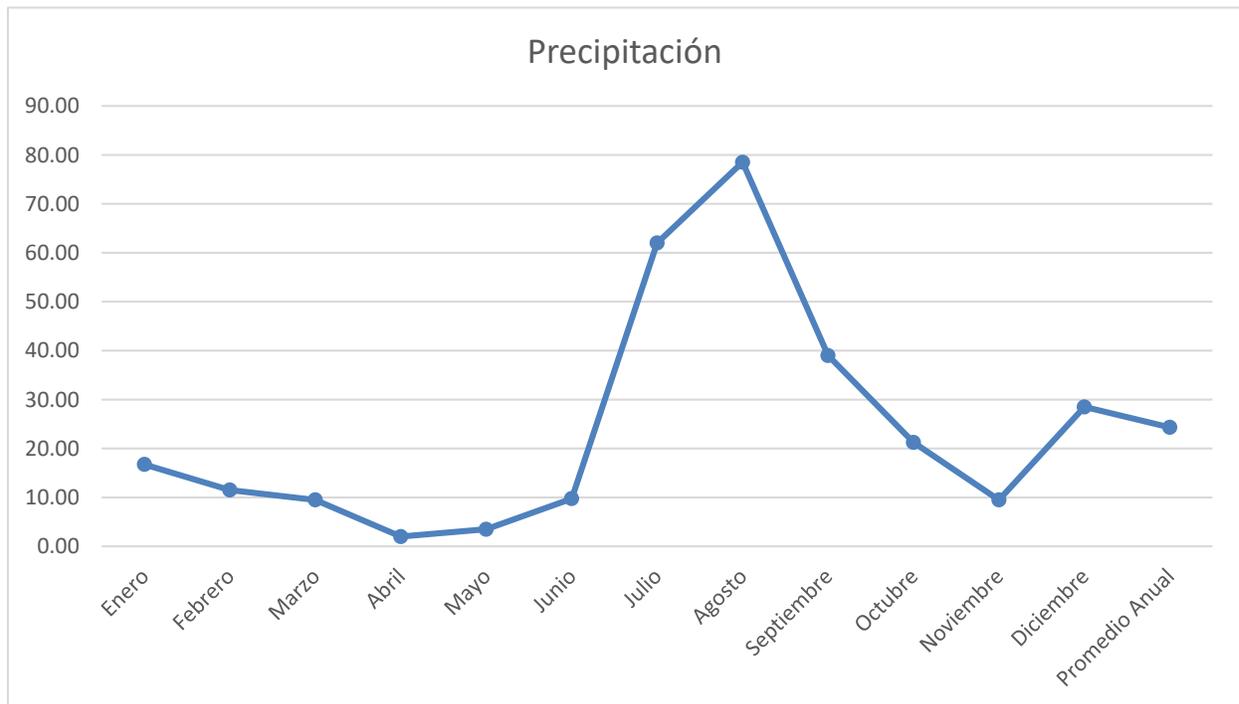


Figura IV.4. Gráfica de precipitación

Para el área del proyecto se considera el mismo tipo de clima, tal como se muestra en la figura IV.5.

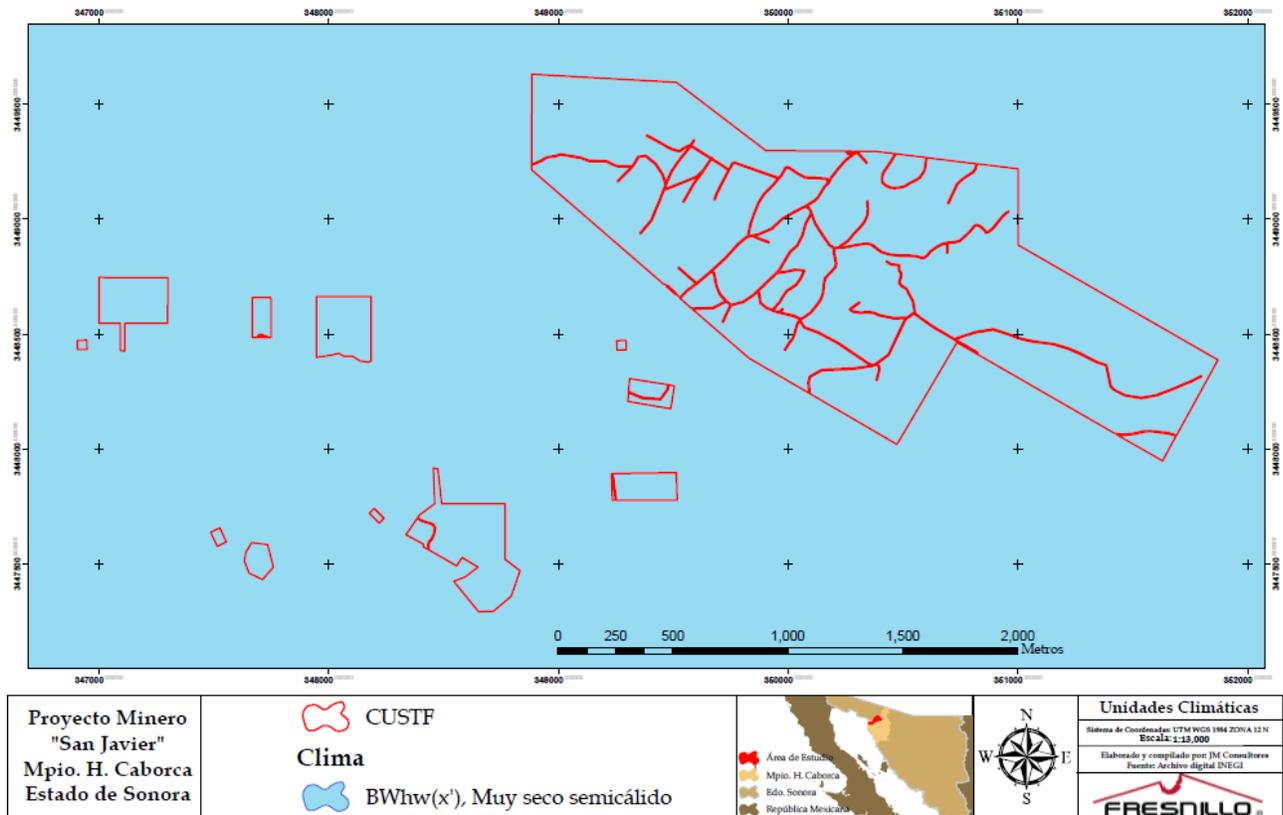


Figura IV.5. Tipos de clima presentes a nivel área de afectación.

IV. 2.2. Suelo

Como parte integral del factor ambiental, el recurso suelo está ligado sensiblemente a los procesos biológicos de su entorno, por lo tanto, el conocer las características físicas y químicas del mismo permite la clasificación de este cuerpo natural al tiempo que el análisis de su entorno, proporciona un panorama de su evolución, así como de los posibles alcances o factores que pueden alterar su comportamiento o formación.

Dentro de la microcuenca (figura IV.6) se pueden encontrar distintos tipos de suelos, los mismos se mencionan a continuación:

Descripción resumida de Leptosoles

Connotación: Suelos delgados; del griego leptos, delgado.

Material parental: Varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos del 20% (en volumen) de tierra fina.

Medio ambiente: Principalmente terrenos en elevada o mediana altitud y con fuerte pendiente topográfica. Los Leptosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en zonas secas cálidas o frías), particularmente en áreas intensamente erosionadas.

Desarrollo del perfil: Los Leptosoles tienen roca continua en o muy cerca de la superficie o son extremadamente pedregosos. En material calcáreo meteorizado pueden tener un horizonte móllico.

Clasificador para el área del proyecto

Technoleptic.- que tiene un horizonte árgico que comienza a ≤ 100 cm de la superficie del suelo y tiene una CIC (por NH_4OAc 1 M, pH 7) de ≥ 24 cmolc kg^{-1} de arcilla en todo su espesor o hasta una profundidad de 50 cm de su límite superior, lo que sea más delgado; y tiene una saturación de bases efectiva $[(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na}) \text{ intercambiables} / (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na} + \text{Al}) \text{ intercambiables}]$; bases intercambiables por NH_4OAc 1 M (pH 7), Al intercambiable por KCl 1 M (sin buffer)] de $\geq 50\%$ en la mayor parte entre 50 and 100 cm de la superficie del suelo mineral o en la mitad inferior del suelo por encima de roca continua, material duro técnico o una capa cementada o endurecida que comienza a ≤ 100 cm de la superficie del suelo mineral, lo que esté a menor profundidad.

Descripción resumida de Calcisol

Connotación: Suelos con una acumulación sustancial de carbonatos secundarios; del latín calx, cal.

Material parental: Principalmente depósitos aluviales, coluviales y eólicos de material meteorizado rico en bases.

Medio ambiente: De tierras llanas a montañosas en regiones áridas y semiáridas. La vegetación natural es escasa y dominada por árboles y arbustos xerófilos y/o pastos y hierbas efímeros.

Desarrollo del perfil: Los Calcisol típicos tienen un horizonte superficial de color pardo claro; una sustancial acumulación de carbonatos secundarios se produce dentro de los 100 cm de la superficie del suelo.

Descripción resumida de Arenosoles

Connotación: Suelos arenosos; del latín arena, arena.

Material parental: Materiales de textura arenosa, no consolidados, traslocados, a veces calcáreos; áreas relativamente pequeñas de Arenosoles aparecen en roca silíceo extremadamente meteorizada.

Medio ambiente: Desde árido a húmedo y perhúmedo, y de extremadamente frío a extremadamente caliente; la topografía varía de dunas recientes, crestas de playa y llanuras

de arena hasta antiguas mesetas; los rangos de vegetación desde desiertos con vegetación dispersa (principalmente herbácea) al bosque ligero.

Desarrollo del perfil: En zonas secas, hay poco o ningún desarrollo del suelo. Arenosoles en los trópicos perhúmedos tienden a desarrollar horizontes de eluviación gruesos compuestos de material álbico (donde el horizonte spódico puede aparecer por debajo de los 200 cm desde la superficie del suelo) o tiende a evolucionar desde Ferrosoles después de la meteorización de la caolinita.

Clasificador para el área del proyecto:

Fulvic. - (fu) (del latín fulvus, amarillo oscuro): que tiene un horizonte fúlvico que comienza a ≤ 30 cm de la superficie del suelo.

Descripción resumida de Regosoles (RG)

Los Regosoles son suelos poco desarrollados en materiales no consolidados que carecen de un horizonte mólico o úmbrico, no son muy delgados o muy ricos en fragmentos gruesos (Leptosols), tampoco arenosos (Arenosoles), ni con materiales flúvicos (Fluvisoles). Los Regosoles son muy extensos en tierras erosionadas y zonas de acumulación, en particular en zonas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos.

Muchos Regosoles se correlacionan con taxas caracterizadas por una incipiente formación del suelo.

Connotación: Suelos poco desarrollados en material no consolidado, del griego rhegos, manto.

Material parental: Material no consolidado, generalmente de grano fino.

Medio ambiente: En todas las zonas climáticas sin permafrost y a todas altitudes. Estos suelos son particularmente comunes en zonas áridas (incluyendo los trópicos secos) y en regiones montañosas.

Desarrollo del perfil: No hay horizontes de diagnóstico. El desarrollo del perfil es mínimo como una consecuencia de su corta edad y/o una formación del suelo muy lenta, por ejemplo, debido a la aridez.

Descripción resumida de Solonchak

Connotación: Suelos con un alto contenido de Na intercambiable y en algunos casos también iones Mg; del ruso sol, sal.

Material parental: Materiales no consolidados, principalmente sedimentos de textura fina.

Medio ambiente: Los Solonchak están normalmente asociados con tierras planas en un clima cálido con veranos secos o con (antiguos) depósitos costeros que contienen una alta proporción de iones Na. Las principales concentraciones de Solonchak están en pastizales planos o suavemente inclinados con materiales francos o arcillosos (frecuentemente derivados de loess) en regiones semiáridas templadas y subtropicales.

Desarrollo del perfil: Suelo superficial pobre en arcilla sobre un horizonte nátrico más arcilloso que tiene generalmente una estructura columnar o prismática. En un Solonchak bien desarrollado, la parte más baja del horizonte de eluviación puede tener material albico. Un horizonte cálcico o gípsico puede estar presente por debajo del horizonte nátrico. Muchos Solonchak tienen un pH de campo alrededor de 8.5, indicio de la presencia de carbonato de sodio libre.

Descripción resumida de Vertisoles

Connotación: Suelos de arcillas pesadas revueltas; del latín vertere, dar vuelta.

Material parental: Sedimentos que contienen una alta proporción de arcillas expandibles o arcillas expandibles producidas por neoformación a causa de la meteorización de rocas.

Medio ambiente: Depresiones y áreas planas a onduladas, principalmente en climas tropicales y subtropicales, semiárido a subhúmedo y húmedo con alternancia de marcadas estaciones secas y húmedas. La vegetación clímax es de sabana, praderas naturales y/o bosques.

Desarrollo del perfil: La expansión y retracción alternada de arcillas expandibles dan lugar a grietas profundas en la temporada seca y la formación de slickensides y elementos estructurales en forma de cuña en el suelo subsuperficial. El comportamiento expansión-retracción puede ocasionar que se forme un microrelieve gilgai, especialmente en climas secos.

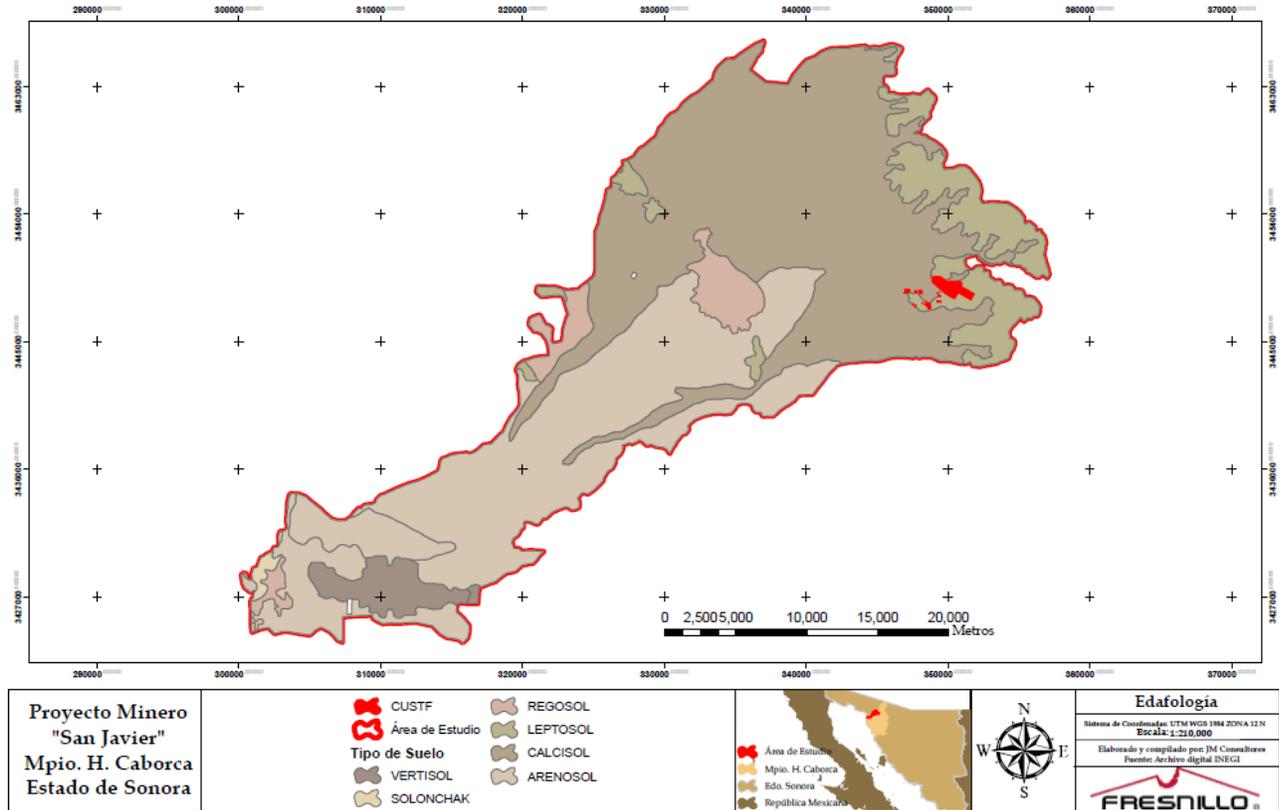


Figura IV.6. Tipo de Suelo

Los tipos de suelo presentes en el área de afectación (figura IV.7) son Calcisol y Leptosol.

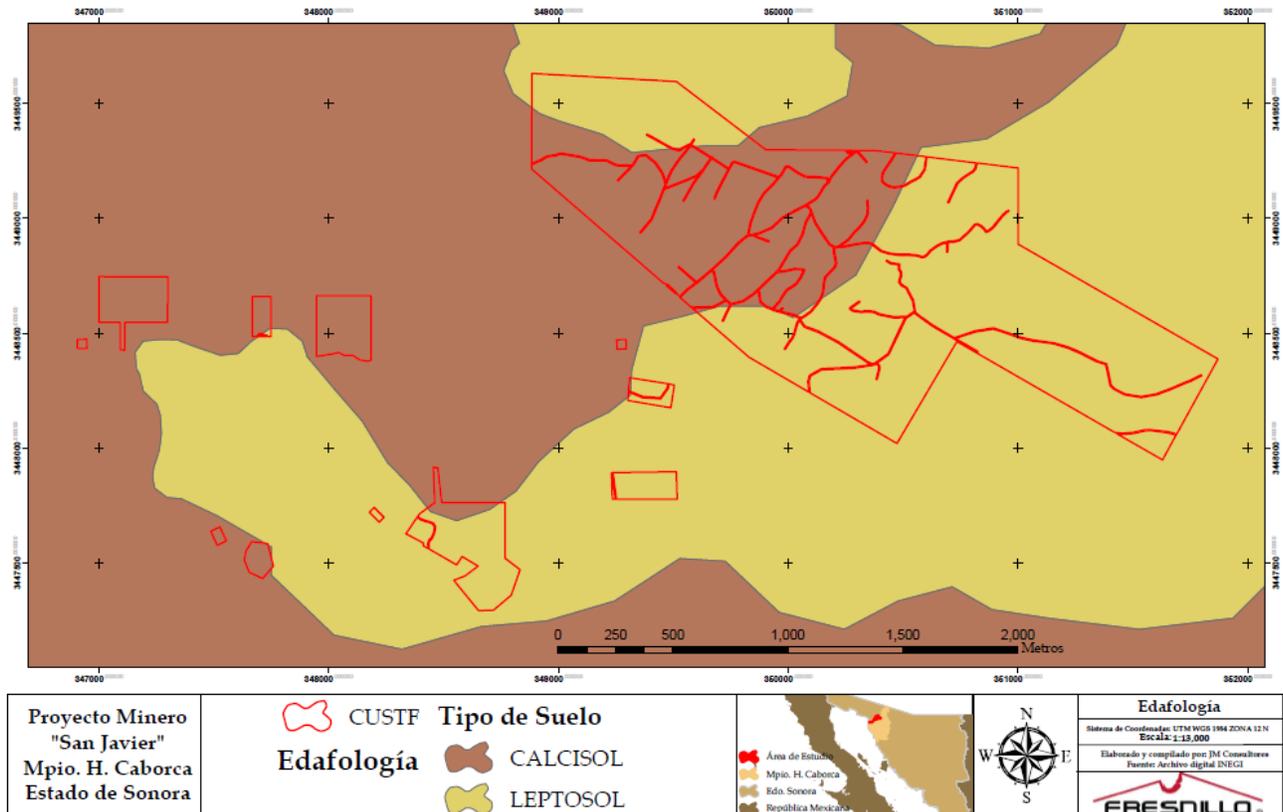


Figura IV.7. Tipo de suelo

Para determinar el nivel de degradación que puede producir el proyecto también se hizo un análisis de la pérdida de suelo, la siguiente ecuación involucra factores claves para hacer la valoración del impacto.

Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (Wischmeier y Smith, 1978):

$$A = R K L S C P$$

Donde:

- **A**= Pérdida de suelo (ton/ha/año)
- **R**=Erosividad de la lluvia (MegaJoules mm/ha hr año)
- **K**=Erosionabilidad del suelo (ton/hr/MJ mm)
- **L**= Factor por longitud de pendiente (adimensional¹)
- **S**= Factor por grado de pendiente (adimensional)
- **C**= Factor por cubierta vegetal (adimensional)
- **P**= Factor por prácticas de manejo (adimensional)

¹ Adimensional se refiere a que no es expresado en unidad de medida sino como cociente.

La ecuación se realizó principalmente, utilizando como guía el libro Predicción de Riesgo a la Erosión Hídrica publicado por INIFAP en 2007, apoyándose en los datos Vectoriales de INEGI y se integró a un SIG usando como software ArcMap 10.3. A continuación se presentan los expresados en A= Pérdida de suelo (ton/ha/año).

Factor R

1. Para la obtención del factor R se tomaron los datos de temperatura y precipitación de 4 estaciones ponderadas ubicadas en el H. Municipio de Caborca, en el estado de Sonora.

Se utilizó la fórmula de la región 2 obtenida del cuadro 2. Ecuaciones de erosividad de la lluvia para las diferentes zonas de México, INIFAP (2007), estos datos se ingresan a *Raster Calculator* de ArcMap 10.3 en donde se multiplica por la precipitación media de la Microcuenca que es 291.75 mm. La fórmula que se utilizó para el sistema ambiental que se delimitó fue la siguiente

$$Y=3.4555x + 0.006470x^2$$

Donde:

$3.4555x + 0.006470x^2$ = valores indicados para la región 2 del cuadro de ecuaciones del manual de INIFAP

X= media de precipitación

Y= EI_{30}

La siguiente formula estima el factor R

$$R = \sum_{j=1}^n (EI_{30} j)$$

Donde:

R=erosividad de la lluvia

n= número de eventos durante el año

EI₃₀= Índice de erosividad de la lluvia por evento

El resultado de la formula fue **R= 1,558.8559** para la microcuenca.

Factor K

Para determinar el Factor K se agrega la capa de suelos para la microcuenca y se abre la tabla de atributos y se agrega un nuevo campo que se llame K, a ese campo se le agregan valores según el tipo de suelo y su textura, luego se convierte a Raster utilizando el campo creado y nombrado k, el Raster creado se nombra Factor K. Los valores para cada tipo de

suelo vienen enlistados en el libro Predicción de Riesgo a la Erosión hídrica publicado por el INIFAP en 2007. (se agrega documento de INIFAP en anexo digital 10).

Tabla IV.3. Valores de factor K

Cálculo de factor K				
Uso de suelo y vegetación	AREA	Tipo de suelo	Textura	Factor K
Agricultura de Riego Anual y Permanente	47.406846	ARENOSOL	Gruesa	0.013
	2141.959667	VERTISOL	Fina	0.053
Subtotal	2189.366513		Promedio	0.033
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y SEMIPERMANENTE	105.056798	Calcisol	Media	0.04
AGRICULTURA DE RIEGO SEMIPERMANENTE Y PERMANENTE	28.847664	Arenosol	Gruesa	0.013
Asentamientos Humanos	14.526896	ARENOSOL	Gruesa	0.013
	16.421678	CALCISOL	Media	0.04
Subtotal	164.853036			0.0265
Matorral Desértico Micrófilo	2175.707321	ARENOSOL	Gruesa	0.013
	236.566181	LEPTOSOL	Gruesa	0.013
	931.365703	REGOSOL	Gruesa	0.026
	1079.563789	LEPTOSOL	Media	0.02
	37929.52819	CALCISOL	Media	0.04
Subtotal	42352.73118			0.0224
Matorral Sarcocaula	486.690755	LEPTOSOL	Gruesa	0.013
	5.10571	ARENOSOL	Gruesa	0.013
	1046.476268	REGOSOL	Gruesa	0.026
	6415.710009	LEPTOSOL	Media	0.02
	660.933148	CALCISOL	Media	0.04
Subtotal	8614.91589			0.0224
Mezquital Xerófilo	14.271306	LEPTOSOL	Media	0.02
	321.226421	CALCISOL	Media	0.04
Subtotal	335.497727			0.03
Pastizal Inducido	534.174104	ARENOSOL	Gruesa	0.013
	400.097699	VERTISOL	Fina	0.053
Subtotal	934.271803			0.033
Sin Vegetación Aparente	14.008383	LEPTOSOL	Gruesa	0.013
	201.588156	REGOSOL	Gruesa	0.026
Subtotal	215.596539			0.0195
Vegetación De Desiertos Arenosos	215.180291	VERTISOL	Fina	0.053
	1049.236047	REGOSOL	Gruesa	0.026

Cálculo de factor K				
Uso de suelo y vegetación	AREA	Tipo de suelo	Textura	Factor K
	25849.73699	ARENOSOL	Gruesa	0.013
	215.753373	LEPTOSOL	Gruesa	0.013
	521.528298	CALCISOL	Media	0.04
Subtotal	27851.435			0.029
Vegetación De Dunas Costeras	10.426745	SOLONCHAK	Media	0.04
	75.804191	ARENOSOL	Gruesa	0.013
Subtotal	86.230936			0.0265
Vegetación Halófila Xerófila	1439.833701	ARENOSOL	Gruesa	0.013
	23.324635	VERTISOL	Fina	0.053
	488.826094	REGOSOL	Gruesa	0.026
	322.214726	SOLONCHAK	Media	0.04
Subtotal	2274.199156			0.033
Zona Urbana	28.352616	VERTISOL	Fina	0.053
	15.423615	ARENOSOL	Gruesa	0.013
	0.75512	CALCISOL	Media	0.04
Subtotal	44.531351			0.035
Matorral Desértico Micrófilo CUSTF	138.330162	LEPTOSOL	Media	0.02
	2.362407	CALCISOL	Media	0.04
Subtotal	140.692569			0.03
Matorral Sarcocaulle CUSTF	24.097259	LEPTOSOL	Media	0.02
	98.846122	CALCISOL	Media	0.04
Subtotal	122.943381			0.03
Microcuenca	85327.2651			

Factor C

Para determinar el Factor C se utiliza el mismo principio que en el Factor K, pero los valores se obtienen de la tabla de valores de la tabla de Cobertura. Se realizaron 2 factores de C, el de la condición actual y el que considera el desmonte del sitio. El factor C que considera el desmonte es protocolario en el sentido que se tomó el valor de suelo desnudo (1), pero se sabe que este no va a ser así por mucho tiempo puesto que en algunos polígonos se establecerá infraestructura por lo que el suelo no estará expuesto. Los valores se observan en la tabla IV.4. y IV.5.:

Tabla IV. 4. Valores de C para los diferentes tipos de cobertura antes de CUSTF.

Cálculo de factor C en condiciones actuales		
Uso de suelo y vegetación	AREA	Factor C
Agricultura de riego anual y permanente	2189.418998	0.68
Agricultura de riego anual y semipermanente	105.056798	0.68
Agricultura de riego semipermanente y permanente	28.847664	0.68
Asentamientos humanos	30.948574	0.9
Matorral desértico micrófilo	42352.375	0.01
Matorral sarcocaulé	8615.274111	0.01
Mezquital xerófilo	335.497728	0.01
Pastizal inducido	934.271803	0.01
Sin vegetación aparente	215.596538	0.9
Vegetación de desiertos arenosos	27851.44454	0.01
Vegetación de dunas costeras	86.130936	0.01
Vegetación halófila xerófila	2274.199155	0.01
Zona urbana	44.567351	0.54
Matorral desértico micrófilo CUSTF	141.0508905	0.01
Matorral sarcocaulé CUSTF	122.5850595	0.01
Microcuenca	85327.2651	

Tabla IV. 5. Valores de C para los diferentes tipos de cobertura después de CUSTF.

Cálculo de factor C después de CUSTF		
Uso de suelo y vegetación	AREA	Factor C
Agricultura de riego anual y permanente	2189.418998	0.68
Agricultura de riego anual y semipermanente	105.056798	0.68
Agricultura de riego semipermanente y permanente	28.847664	0.68
Asentamientos humanos	30.948574	0.9
Matorral desértico micrófilo	42352.375	0.01
Matorral sarcocaulé	8615.274111	0.01
Mezquital xerófilo	335.497728	0.01
Pastizal inducido	934.271803	0.01
Sin vegetación aparente	215.596538	0.9
Vegetación de desiertos arenosos	27851.44454	0.01
Vegetación de dunas costeras	86.130936	0.01
Vegetación halófila xerófila	2274.199155	0.01
Zona urbana	44.567351	0.54
Matorral desértico micrófilo CUSTF	141.0508905	0.8
Matorral sarcocaulé CUSTF	122.5850595	0.8
Microcuenca	85327.2651	

Factores LS

Para la determinación de los Factores L y S se agrega el Modelo Digital de Elevación y se le da la función de slope que determina la pendiente, el tamaño del pixel se determinó en 30, luego en las herramientas de hidrología se utiliza la función de fill para eliminar depresiones, esa capa que se creó se utiliza para la función de flowdirection para determinar la dirección de flujo, luego se procede a determinar la acumulación de flujo con la función de flowaccumulation. Se le nombra flowacc y se deja en espera para análisis posterior.

Con la capa de pendientes creada con anterioridad se procede a calcular el factor LS usando RasterCalculator, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Power}(\text{"FlowAcc"}*15/22.1,0.4) * \text{Power}(\text{Sin}(\text{"Slope"} * 0.01745))/0.09, 1.4) * 1.4$$

El uso de la metodología es una aproximación que utiliza el modelo digital de elevación como base para su análisis en formato raster que consta de una matriz de celdas (o píxeles) organizadas en filas y columnas (o una cuadrícula) en la que cada celda contiene un valor que representa información, en este caso representa la altura en metros sobre el nivel del mar, como se puede observar no son parámetros ajenos a los indicados en la metodología tradicional, excepto "FlowAcc" y "Slope" estos son raster formados a través de la herramientas que ofrece el software, el primero trata de la acumulación de flujo la cual es de mucha utilidad para determinar escurrimientos entre otras cosas tales como la adaptación para calcular el factor de longitud de pendiente y la segunda es la pendiente en grados, es preciso señalar que el cálculo que se realiza le otorga valores a cada uno de los píxeles como ya se mencionó que es la forma en que está dispuesto el formato raster, así se reduce el tiempo de análisis, se aumenta la precisión y se logra un análisis efectivo y de fácil comprensión, ya que de ahí se toma el valor de la media de cada uno de los factores en cuestión y también se encuentran los sitios más vulnerables a la erosión por longitud y grado de pendiente.

Tabla IV.6. Valores de LS para los diferentes tipos de cobertura

Factor LS		
Uso de suelo y vegetación	AREA	Factor LS
Agricultura de riego anual y permanente	2189.4190	0.1217
Agricultura de riego anual y semipermanente	105.0568	0.1630
Agricultura de riego semipermanente y permanente	28.8477	5.3342
Asentamientos humanos	30.9486	0.1172
Matorral desértico micrófilo	42352.3750	0.5416
Matorral sarcocuale	8615.2741	9.1372

Factor LS		
Uso de suelo y vegetación	AREA	Factor LS
Mezquital xerófilo	335.4977	0.5844
Pastizal inducido	934.2718	0.1104
Sin vegetación aparente	215.5965	0.4681
Vegetación de desiertos arenosos	27851.4445	0.4276
Vegetación de dunas costeras	86.1309	0.3891
Vegetación halófila xerófila	2274.1992	9.0767
Zona urbana	44.5674	6.5113
Matorral desértico micrófilo CUSTF	141.0509	0.8498
Matorral sarcocaula CUSTF	122.5851	1.5801
Microcuenca	85327.2651	

Valor de A

Una vez obtenidos todos los factores se procede a realizar la ecuación, de la cual se extrajeron los siguientes resultados (tabla IV.7 y IV.8) recordando que A= Pérdida de suelo (ton/Ha./año).

Tabla IV.7. Resultados de la EUPS a nivel Sistema Ambiental antes de CUSTF

Cálculo de Pérdida de Suelo para la Microcuenca antes del CUSTF						
Uso de suelo y vegetación	AREA	Factor R	Factor K	Factor C Antes de CUSTF	Factor LS	Erosión Actual (ton/ha/año)
Agricultura de riego anual y permanente	2189.4189	1558.8559	0.033	0.68	0.1217	4.257154402
Agricultura de riego anual y semipermanente	105.0567		0.04	0.68	0.1630	6.911343518
Agricultura de riego semipermanente y permanente	28.8476		0.013	0.68	5.3342	73.50680241
Asentamientos humanos	30.9485		0.0265	0.9	0.1172	4.357345189
Matorral desértico micrófilo	42352.375		0.0224	0.01	0.5416	0.189117904
Matorral sarcocaula	8615.2741		0.0224	0.01	9.1372	3.190561501
Mezquital xerófilo	335.4977		0.03	0.01	0.5844	0.273298616
Pastizal inducido	934.2718		0.033	0.01	0.1104	0.056792238
Sin vegetación aparente	215.5965		0.0195	0.9	0.4681	12.80624284
Vegetación de desiertos arenosos	27851.444		0.029	0.01	0.4276	0.193304367
Vegetación de dunas costeras	86.1309		0.0265	0.01	0.3891	0.16073597
Vegetación halófila xerófila	2274.199		0.033	0.01	9.0767	4.669258225
Zona urbana	44.5673		0.0353	0.54	6.5113	193.6654043
Matorral desértico micrófilo CUSTF	141.0505		0.03	0.01	0.8498	0.397414723
Matorral sarcocaula CUSTF	122.5850		0.03	0.01	1.5801	0.738944462

Cálculo de Pérdida de Suelo para la Microcuenca antes del CUSTF						
Uso de suelo y vegetación	AREA	Factor R	Factor K	Factor C Antes de CUSTF	Factor LS	Erosión Actual (ton/ha/año)
Microcuenca	85327.2					305.3737207

Tabla IV.8. Resultados de la EUPS a nivel Sistema Ambiental después de CUSTF

Cálculo de Pérdida de Suelo para la Microcuenca después del CUSTF						
Uso de suelo y vegetación	AREA	Factor R	Factor K	Factor C Antes de CUSTF	Factor LS	Erosión Actual (ton/ha/año)
Agricultura de riego anual y permanente	2189.418998	1558.8559	0.033	0.68	0.1217	4.257154402
Agricultura de riego anual y semipermanente	105.056798		0.04	0.68	0.1630	6.911343518
Agricultura de riego semipermanente y permanente	28.847664		0.013	0.68	5.3342	73.50680241
Asentamientos humanos	30.948574		0.0265	0.9	0.1172	4.357345189
Matorral desértico micrófilo	42352.375		0.0224	0.01	0.5416	0.189117904
Matorral sarcocaulé	8615.274111		0.0224	0.01	9.1372	3.190561501
Mezquital xerófilo	335.497728		0.03	0.01	0.5844	0.273298616
Pastizal inducido	934.271803		0.033	0.01	0.1104	0.056792238
Sin vegetación aparente	215.596538		0.0195	0.9	0.4681	12.80624284
Vegetación de desiertos arenosos	27851.44454		0.029	0.01	0.4276	0.193304367
Vegetación de dunas costeras	86.130936		0.0265	0.01	0.3891	0.16073597
Vegetación halófila xerófila	2274.199155		0.033	0.01	9.0767	4.669258225
Zona urbana	44.567351		0.0353	0.54	6.5113	193.6654043
Matorral desértico micrófilo CUSTF	141.0508905		0.03	0.8	0.8498	31.79317785
Matorral sarcocaulé CUSTF	122.5850595		0.03	0.8	1.5801	59.11555698
Microcuenca	85327.2651					395.1460963

Para el sistema ambiental al hacer el Cambio de uso de suelo se incrementa en 89.7723756 (ton/ha) año. La erosión presente en la microcuenca se clasifica como **moderada**.

Tabla IV.9. Resultados de la EUPS a nivel área de afectación antes de CUSTF

Cálculo de Pérdida de Suelo para el CUSTF antes del CUSTF						
Uso de suelo y vegetación	Área	Factor R	Factor K	Factor C Antes de CUSTF	Factor LS	Erosión Actual (ton/ha/año)
Matorral desértico micrófilo CUSTF	141.0508905	1558.8559	0.03	0.1	0.8498	3.974147231
Matorral sarcocaula CUSTF	122.5850595		0.03	0.1	1.5801	7.389444623
CUSTF	263.6360					11.36359185

Tabla IV.10. Resultados de la EUPS a nivel área de afectación después de CUSTF

Cálculo de Pérdida de Suelo para la Microcuenca después del CUSTF						
Uso de suelo y vegetación	AREA	Factor R	Factor K	Factor C Antes de CUSTF	Factor LS	Erosión Actual (ton/ha/año)
Matorral desértico micrófilo CUSTF	141.0508905	1558.8559	0.03	0.8	0.8498	31.79317785
Matorral sarcocaula CUSTF	122.5850595		0.03	0.8	1.5801	59.11555698
CUSTF	263.6360					90.90873

El incremento de pérdida de suelo es de 79.5451 (ton/a) año. La erosión presente se clasifica como **moderada**.

IV. 2.3. Fisiografía

Para la descripción de la fisiografía de la microcuenca se apoya en la información proporcionada por INEGI a través de su Base de Datos Geográficos, del Diccionario de Datos Fisiográficos.

La **provincia fisiográfica llanura Sonorense** se ubica al noreste de México; aunque la mayor parte de esta llanura se localiza en el estado de *Sonora*, políticamente se extiende por los estados de Baja California y Sonora.

Desde el punto de vista geográfico esta provincia forma una franja con orientación Noroeste - Sureste paralela a la costa. En ella se encuentra la discontinuidad de la Sierra del Pinacate, la cual posee alturas que varían de los 75 a los 1,190 msnm. Está caracterizada por un paisaje con una serie de cráteres y mesetas de origen volcánico. Incluye parte de las subprovincias de: Desierto de Altar, Sierra del Pinacate y parte de la de Sierras y Llanuras Sonorenses.

La subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses se diferencia de la anterior por presentar sierras aisladas en dirección Noroeste - Sureste y Norte - Sur, con alturas que van de 200 a 1,400 msnm, con llanuras y lomeríos ubicados entre ellas.

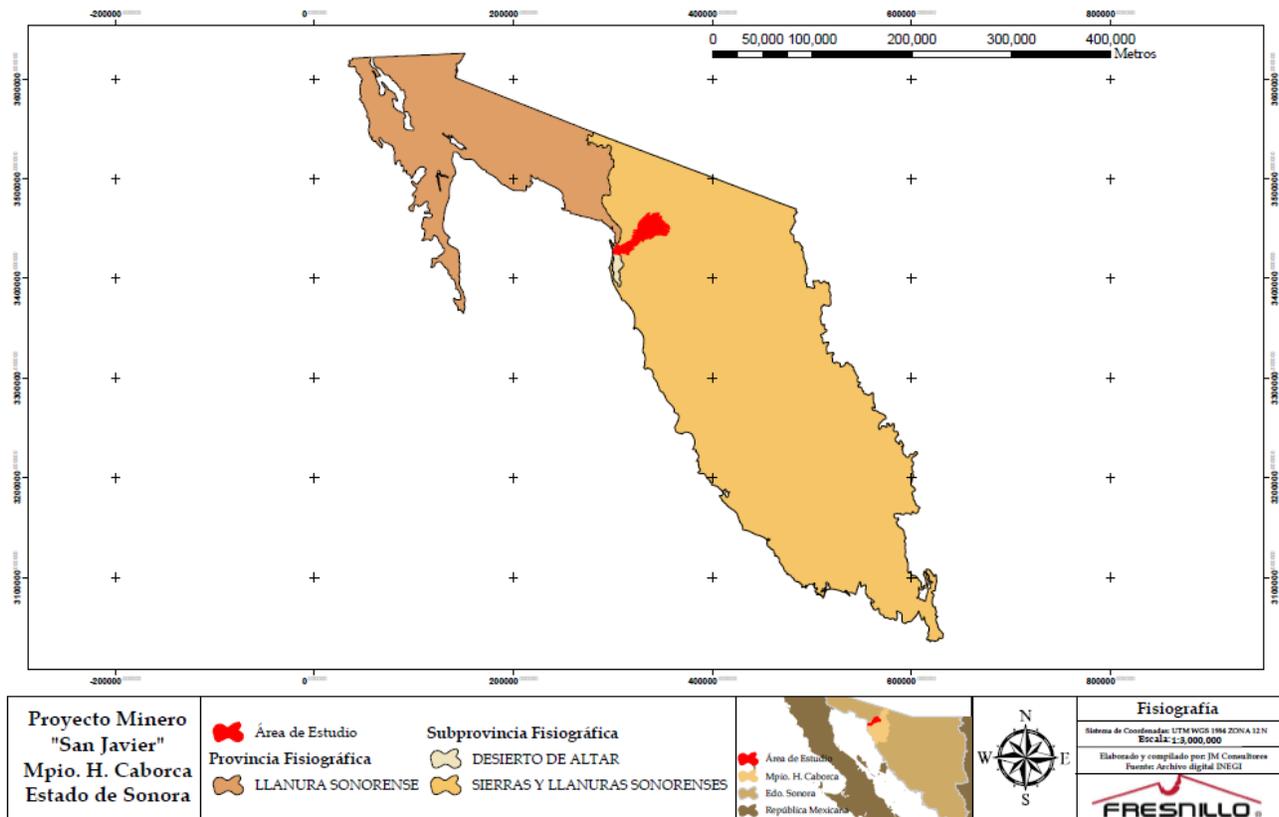


Figura IV. 8. Fisiografía

IV. 2. 4. Geología y Geomorfología.

IV. 2. 4. 1. Geología

Del periodo Cenozoico. - Depósitos aluviales y de terrazas holocénicos constituidos de arenas, limos y arcillas. Se presentan principalmente en las riveras de las grandes llanuras.

Del periodo Mesozoico. - Rocas ígneas intrusivas; Son rocas formadas en el interior de la corteza terrestre. Cuando un magma se enfría bajo la superficie lo hace más lentamente, permitiendo un mejor desarrollo de los cristales, que debido a eso alcanzan tamaños que pueden ser observados a simple vista, generalmente abarcan grandes extensiones de terreno y llegan a la superficie terrestre mediante procesos orogénicos (deformaciones tectónicas) o mediante procesos externos de erosión. Dentro de este tipo de rocas, algunos autores reconocen una clase intermedia, el hipo abisal, que incluye a las rocas que han cristalizado a una profundidad moderada y se presentan en forma de filones o diques, rellenando grietas; son mucho menos abundantes que las plutónicas y se encuentran casi siempre asociadas a ellas.

Intrusivas ácidas: Formadas a grandes profundidades en condiciones de alta presión y alta temperatura, con lento descenso de ésta y sin pérdida de gases magmáticos.

Extrusiva intermedia: Formadas a profundidades intermedias gracias al desplazamiento parcial (sin llegar a aflorar) de masas de magma, y con enfriamiento más rápido de éste por las dimensiones limitadas de los filones en que se inyecta.

Las rocas sedimentarias son las que se han producido como consecuencia de fenómenos de alteración, transporte y sedimentación sobre cualquier tipo de roca anterior, por lo tanto, los minerales que las componen pueden ser los mismos que existían en la roca anterior después de haber sufrido disgregación física, transporte y sedimentación, o bien pueden ser minerales formados por alteración química de otras preexistentes, que son los que se denominan minerales de alteración.

En las areniscas el cemento o matriz representa menos del 15 por ciento del total del material. Atendiendo a la composición mineralógica de las partículas, mayores de 50 micrómetros, distinguiendo porcentajes de cuarzo, feldespato y otros minerales y fragmentos de roca.

La naturaleza del cemento permite otra división de las areniscas. Generalmente este cemento es ferruginoso, micáceo o arcilloso lo que permite distinguir las areniscas ferruginosas de coloración rojiza o parda, las areniscas micáceas con cemento de naturaleza micácea y las areniscas arcillosas con cierto olor a tierra mojada.

Menos corrientes son las areniscas calizas, con alguna proporción de carbonato cálcico que determina una ligera reacción clorhídrica menos patente que en las calcarenitas, las areniscas dolomíticas y las yesosas.

En las cuarzoarenitas es muy normal que la matriz sea escasa y esté formada por sílice secundaria con lo que la roca es blanquecina si no está muy cementada y aún conserva aire en sus poros, o gris si la cementación ha progresado más.

En general, las cuarzoarenitas proceden de sedimentación marina, mientras que las arcosas y las litoarenitas se localizan cerca de las rocas originales siendo, normalmente, procedentes de sedimentación continental, como ocurre en las manchas que rodean los núcleos de granito y gneis.

El gneis es una forma de roca metamórfica caracterizada por bandas causadas por la segregación de los diferentes tipos de roca, normalmente silicatos claros y oscuros. En lugar de una indicación de la composición específica del mineral, el término es una indicación de la textura. La "textura gnéisica" se refiere a la separación de minerales claros y oscuros. Es indicativo de un metamorfismo de alto grado, donde la temperatura es suficientemente alta, por ejemplo 600-700°C, por lo que se produce la suficiente migración de iones para separar los minerales. Dentro de la estructura de bandas, son estructuras alargadas y sobre todo granular, en lugar de láminas o placas. Algunos gneis se pueden dividir a lo largo de las capas de los materiales, pero la mayoría rompen de una manera irregular.

El gneis se forma a menudo por metamorfismo de granito o diorita. Los minerales más comunes en los gneis son, el cuarzo, el feldespato potásico, y el feldespato sódico. Son comunes cantidades más pequeñas de moscovita, biotita y hornblenda. El gneis también se puede formar a partir de gabbro o pizarra.

La caliza es una roca sedimentaria que permite el paso del agua, es decir, es una roca permeable. Cuando el agua penetra en la caliza se lleva a cabo el proceso de disolución, mediante el cual se disuelve el carbonato de calcio. Fractura, exfoliación sistema cristalino, dureza, color, color de raya, densidad y brillo. Contiene silicatos y sílice en diversas proporciones; solubles en agua.

Rocas sedimentarias de tipo caliza. La caliza es una roca sedimentaria porosa formada por carbonatos, principalmente carbonato de calcio. Cuando tiene alta proporción de carbonatos de magnesio se le conoce como dolomita. La roca caliza tiene una gran resistencia a la meteorización, eso ha permitido que muchas esculturas y edificios de la antigüedad tallados en dichas rocas hayan llegado hasta nosotros. Sin embargo, la acción del agua de lluvia y ríos provoca la disolución de la caliza, creando un tipo de erosión característica denominada kárstica. La roca caliza es un componente importante del cemento usado en las construcciones modernas. Orgánico, de Briozoos, fango calizo caracterizado por las estructuras en red de briozoos fosilizados. La matriz de un grano fino y textura regular.

La dureza relativa puede ser estimada mediante la comprobación de su resistencia al ser rayada, esta propiedad se suele medir utilizando la escala de Mohs. Textura Granular fina a gruesa, es un poco rasposa. Tienen una textura consistente en granos minerales que se entrelazan, desarrollados durante la cristalización de sustancias que se desprenden de la solución.

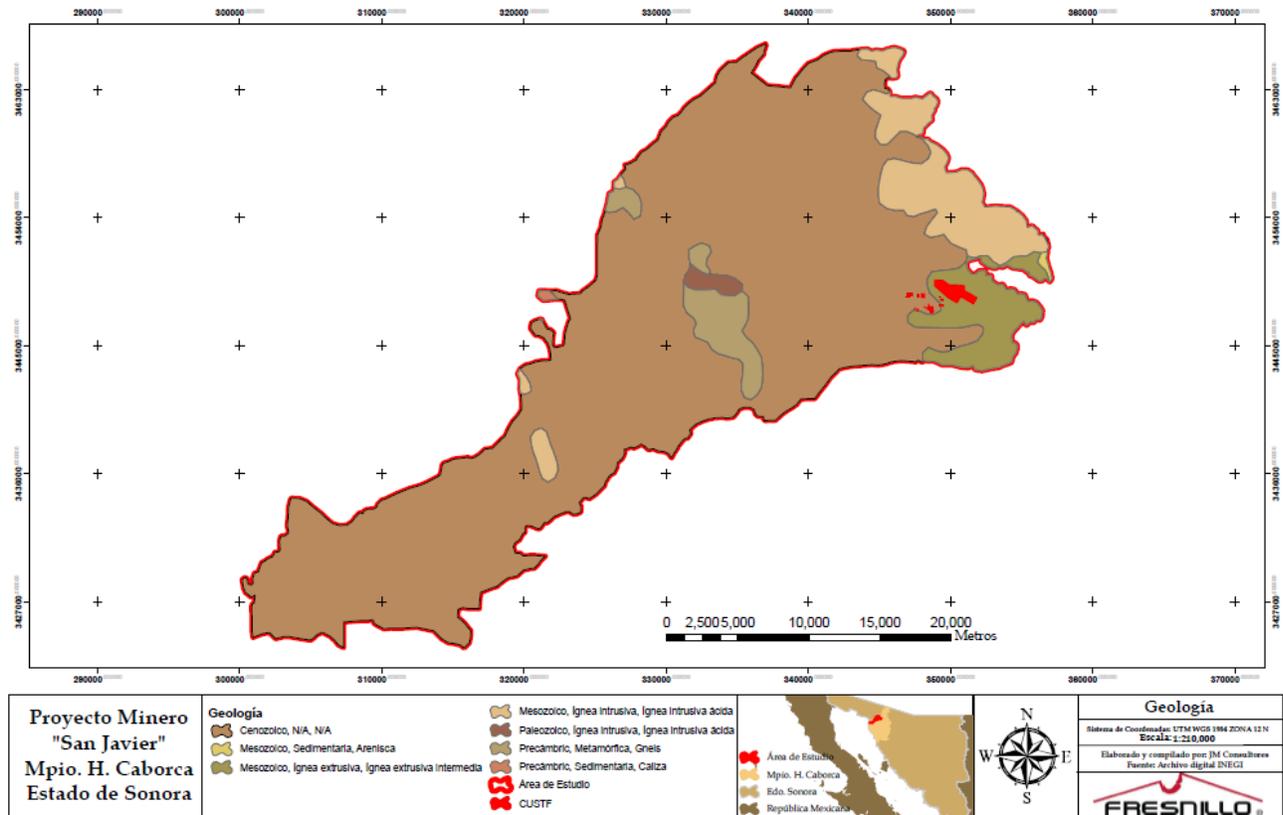


Figura IV.9. Geología

IV. 2. 4. 1. 1. Geología histórica

La era Cenozoica es la era geológica que se inició hace unos $65,5 \pm 0,3$ millones de años y que se extiende hasta la actualidad. Durante este período se destaca el plegamiento Andino-Alpino y una gran actividad volcánica. Este plegamiento dio origen a las cordilleras de los Andes en América del Sur, Rocallosas en América del Norte, Alpes y Apeninos en Europa, Atlas en África e Himalaya en Asia.

Tras el Paleozoico, el Mesozoico se extendió durante 180 millones de años: desde hace 251 millones de años (Ma) hasta el comienzo del Cenozoico hace 65 Ma. Esta franja de tiempo se divide en tres períodos geológicos:

- Período Triásico (251 Ma-199,6 Ma)
- Período Jurásico (199,6 Ma-145,5 Ma)
- Período Cretácico (145,5 Ma-65,5 Ma)

Después de una gran convergencia de las placas en el Paleozoico, la actividad tectónica del Mesozoico fue relativamente leve. Sin embargo, esta época contó con la separación del súpercontinente Pangea. Pangea se dividió gradualmente en un continente al norte, Laurasia; y un continente al sur, Gondwana. Esto provocó un gran margen continental que caracteriza gran parte de la costa atlántica (como la Costa Este de Estados Unidos) actual. AL final de la época, los continentes no estaban totalmente colocados en su forma actual. Laurasia se convirtió en Norteamérica, Asia y Europa; mientras que Gondwana se convirtió en Sudamérica, África, Australia, la Antártida y el subcontinente indio, que colisionó con la placa asiática durante el Cenozoico, lo que dio lugar a la Cordillera del Himalaya.

La geología de la región en la porción occidental corresponde al Desierto Sonorense, que se caracteriza por la alternancia de sierras, bajadas y llanuras. Las sierras se formaron por procesos tectónicos, tienen una orientación noroeste-sureste, están próximas unas de otras en el oriente y más separadas en el poniente. Su composición litológica es variada, dominan las rocas anteriores al Terciario, las cuales están cubiertas por efusiones volcánicas del Cenozoico en el Este.

Desde el Sur de Caborca hasta el Noroeste del Estado, afloran rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias del Precámbrico. El Paleozoico por lo general está representado por calizas, ortocuarcitas y dolomías metamorfozadas. El Mesozoico por calizas y rocas detríticas de ambientes marino y continental; además de volcánicas (con predominio de composición andesítica) e ígneas intrusitas (granitos y granodioritas) que son las de mayor distribución en el Desierto Sonorense. Del Cenozoico se encuentran rocas volcánicas, entre las que predominan las de composición ácida. Los afloramientos de conglomerados del Terciario tienen también una amplia distribución; sin embargo, la mayor parte de esta provincia se encuentra cubierta por depósitos sin consolidar del Cuaternario, localizados en las llanuras y bajadas.

IV. 2. 4. 2. Geomorfología

El relieve regional tiende a ser uniforme; en su mayor parte está representado por lugares planos (vasos lacustres). Existen Sierras, Cerros y lomeríos bajos y medianos, pero solo cubren una porción relativamente reducida de la microcuenca y corresponden a montañas y lomeríos de bloque con disección, con una diferencia altitudinal de 1,014 m entre el punto más alto de la microcuenca y el más bajo sin embargo a continuación se describe con más detalle.

IV. 2. 5. Topografía

El sistema ambiental presenta rangos altitudinales que van desde 4 msnm hasta 1,018 msnm con una diferencia de altitud de 1,014 m en un área total de 853.2726 km², información a partir de la cual se define un grupo topográfico dado a partir de los valores de disección vertical: y este presenta una disección vertical de colinas ligeramente diseccionadas en un rango de 0-80 m/km².

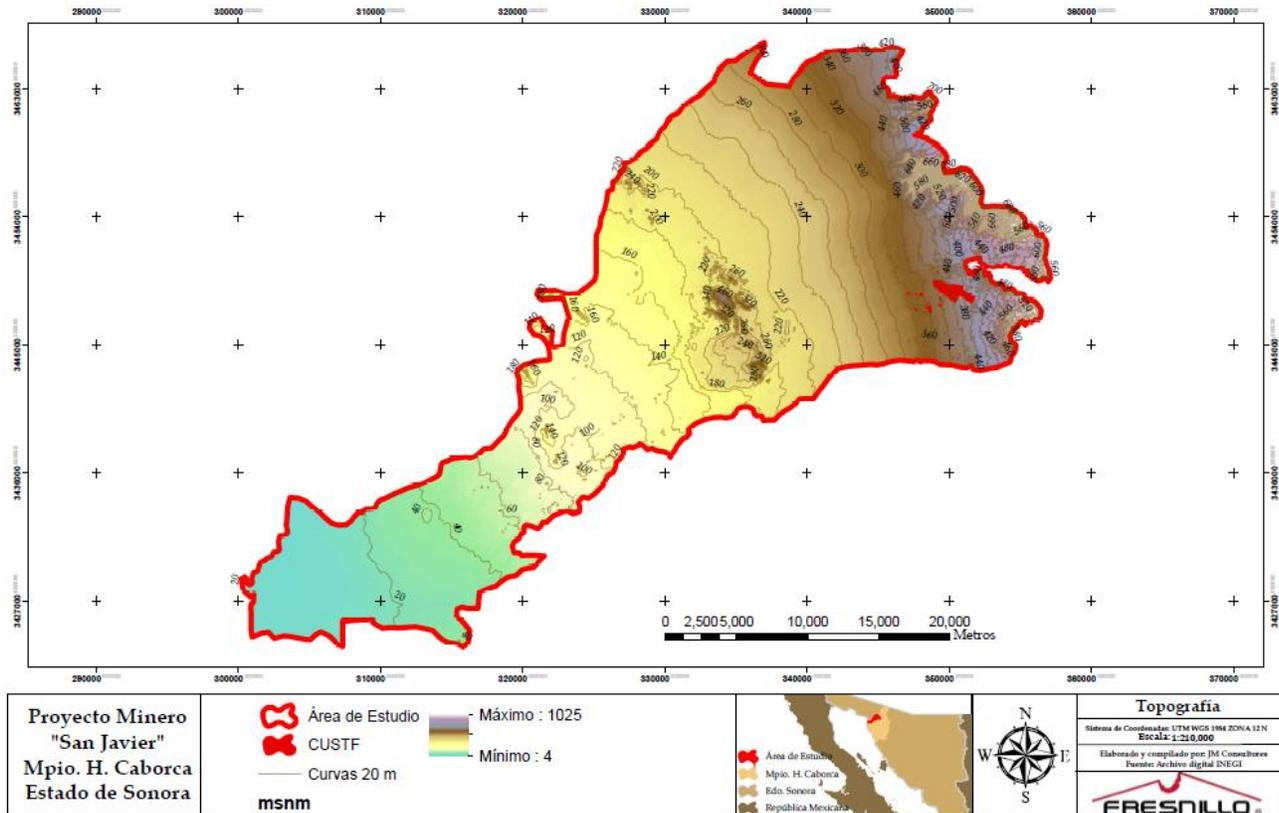


Figura IV.10. Topografía

En general el área donde se ubica la zona que pretende desmontarse, presenta pendientes medias (figura IV.11). Los rangos altitudinales del área van desde los 139 msnm a 524 msnm.

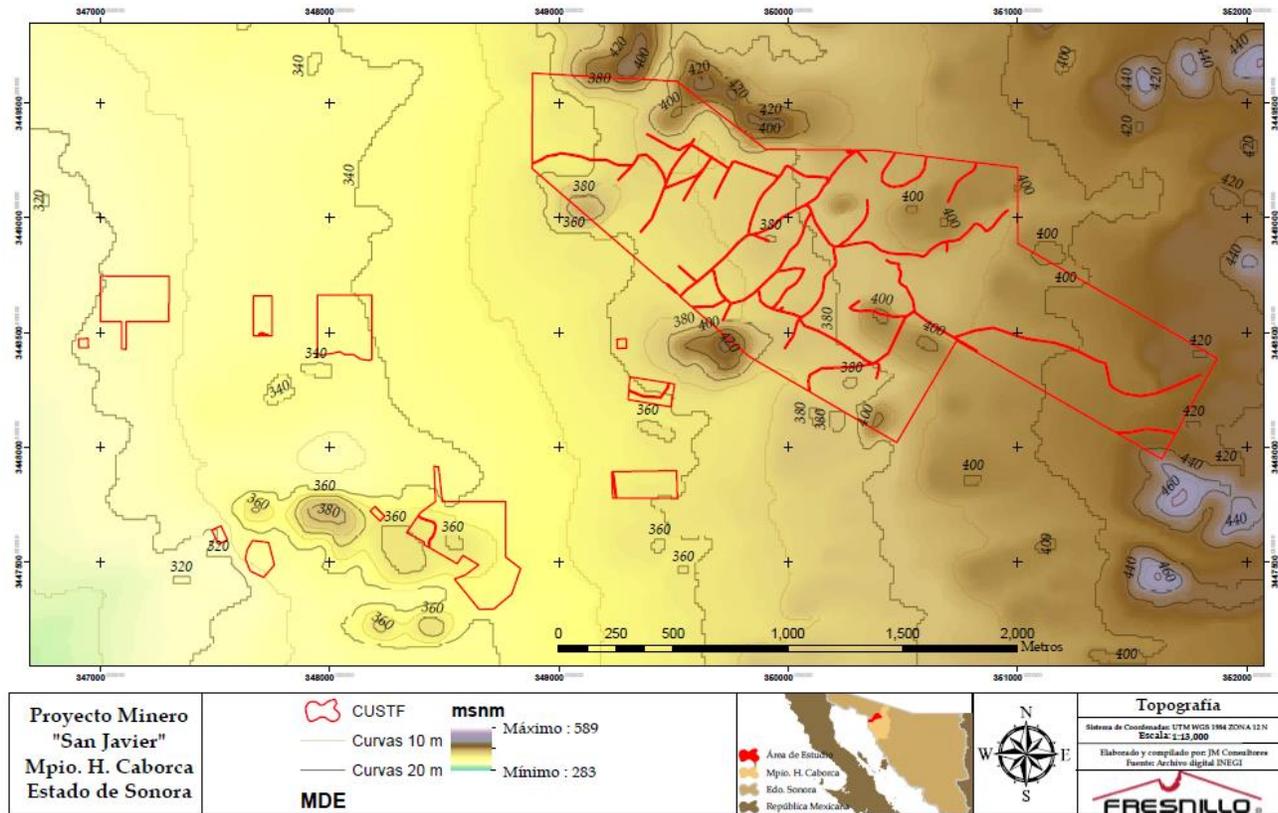


Figura IV.11. Topografía del área del proyecto

IV. 2. 6. Exposición

En la tabla IV.11 se muestra el tipo de exposición, área y porcentaje respectivamente. La exposición es importante puesto que crea diversos microclimas con influencia directa sobre la flora, algunos factores que influyen en la creación de estos microclimas son: la temperatura, la humedad relativa del aire, la humedad del suelo, la evaporación. En la microcuenca se encuentran los siguientes valores de exposición.

Tabla IV.11. Exposiciones

Orientación	Área ha	Porcentaje
Cenital	43,099.1579	50.51 %
Norte	4,575.27458	5.36 %
Este	8,389.11883	9.83 %
Oeste	20,815.9075	24.40 %
Sur	8,447.96063	9.90 %
	85,327.2651	100.00 %

Las exposiciones Norte y Este (figura IV.9) tienden a guardar más la humedad puesto que

la temperatura se mantiene más baja en comparación a la Sur y Oeste lo que propicia el crecimiento de vegetación con mayor requerimiento de humedad. En este caso dominan las exposiciones cenital y oeste.

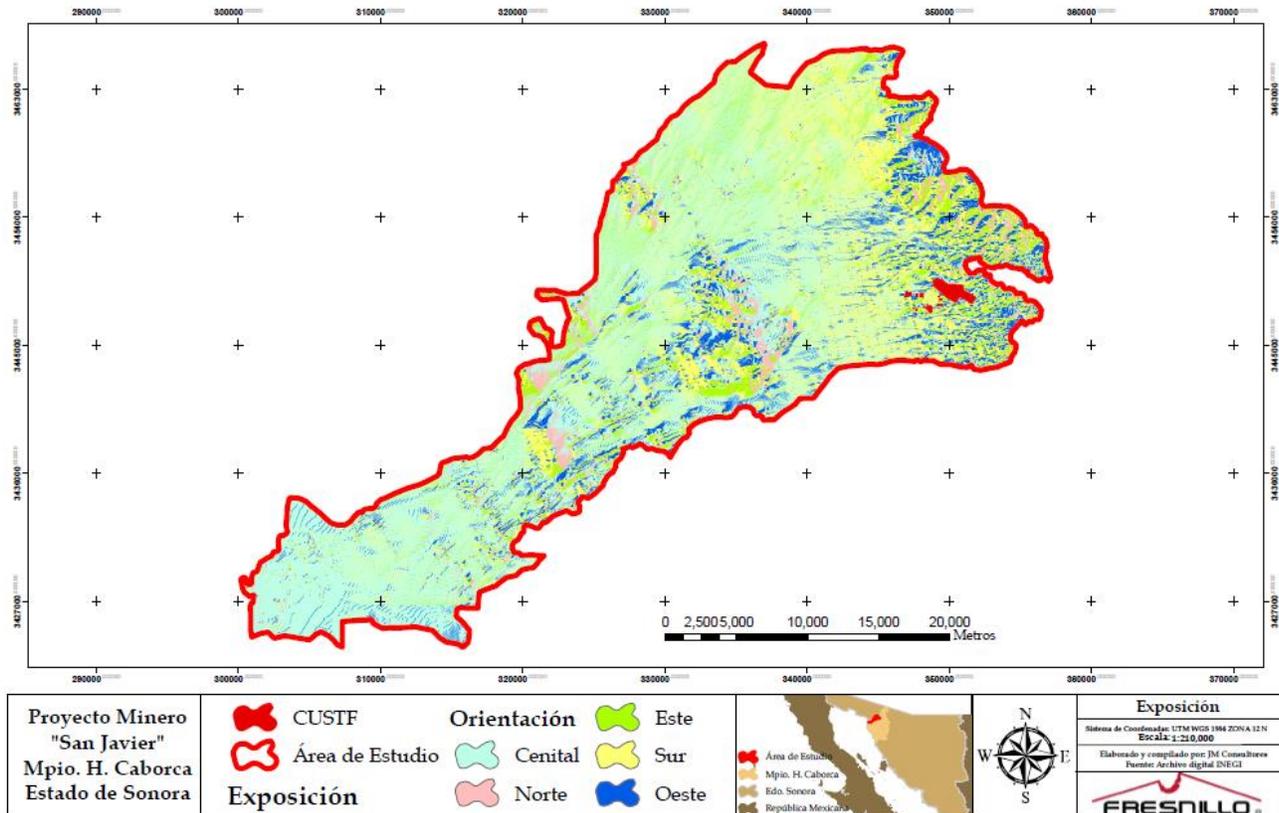


Figura IV. 12. Exposición

En cuanto al relieve del área del proyecto, se observa que la mayoría de la zona presenta colinas ligeramente diseccionadas y llanuras aluviales. Las exposiciones (figura IV.13) que predominan en el polígono del proyecto son la Oeste y la Norte, posteriormente en ocupación se encuentra la exposición Sur y finalmente la Este.

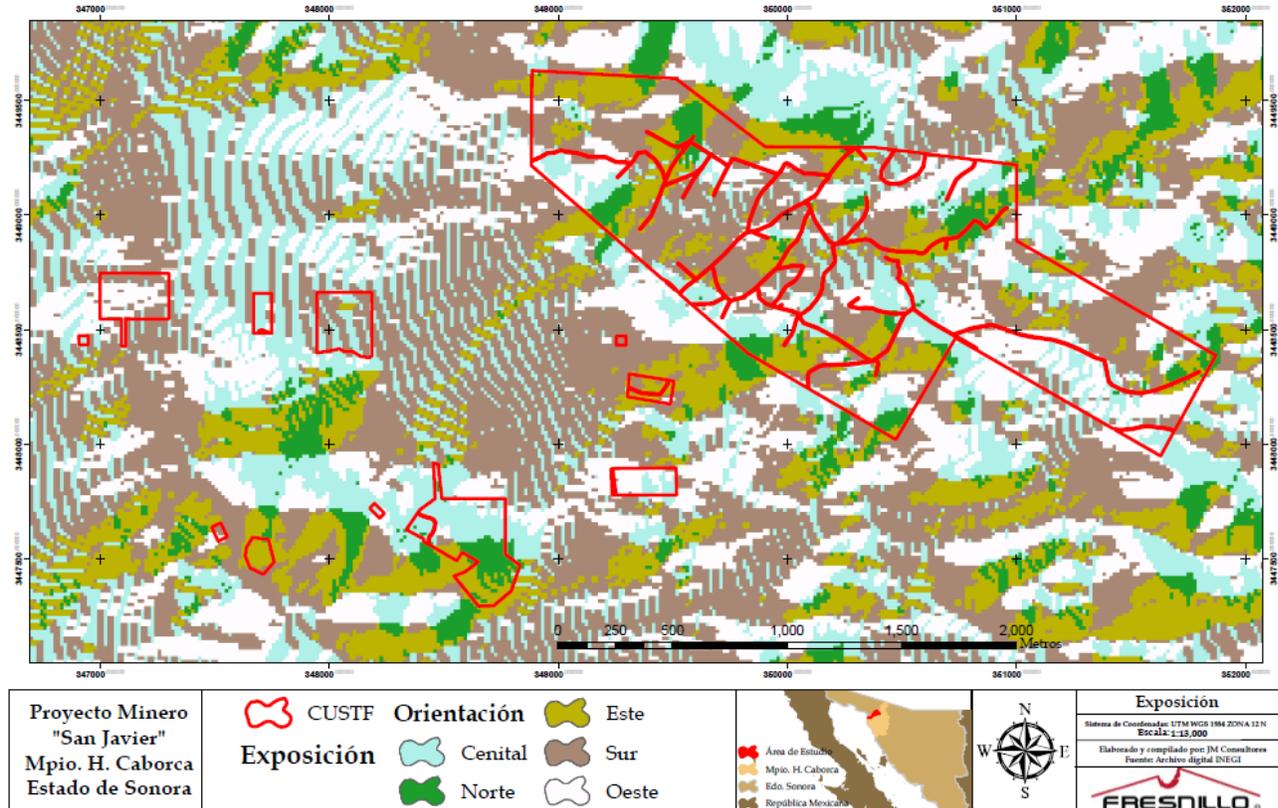


Figura IV.13. Exposiciones presentes en el área de afectación.

Tabla IV.12. Exposiciones.

Orientación	Ha	% Superficie
cenital	50.827239	19%
oeste	18.834007	7%
norte	44.988155	17%
sur	89.548511	34%
este	59.438052	23%
Total	263.63595	100%

IV. 2. 7. Pendiente

En este apartado se realizará un análisis del parámetro pendiente (tabla IV.13 y figura IV.14) presentes en la microcuenca.

- Mínima: 0°
- Máxima: 55°
- Media: 3°

Tabla IV.13. Clasificación de pendientes

Rango de Pendiente	Área total (Ha)	Porcentaje
0 a 5	76,332.57061	89.46%
5 a 14	4,485.966934	5.26%
14 a 24	2,739.247701	3.21%
24 a 55	1,769.94131	2.07%
	85,327.2651	100.00%

Como se observa en la tabla anterior las pendientes dominantes en la microcuenca son las planas, predominando el rango de 0 a 5, con una media de 3.

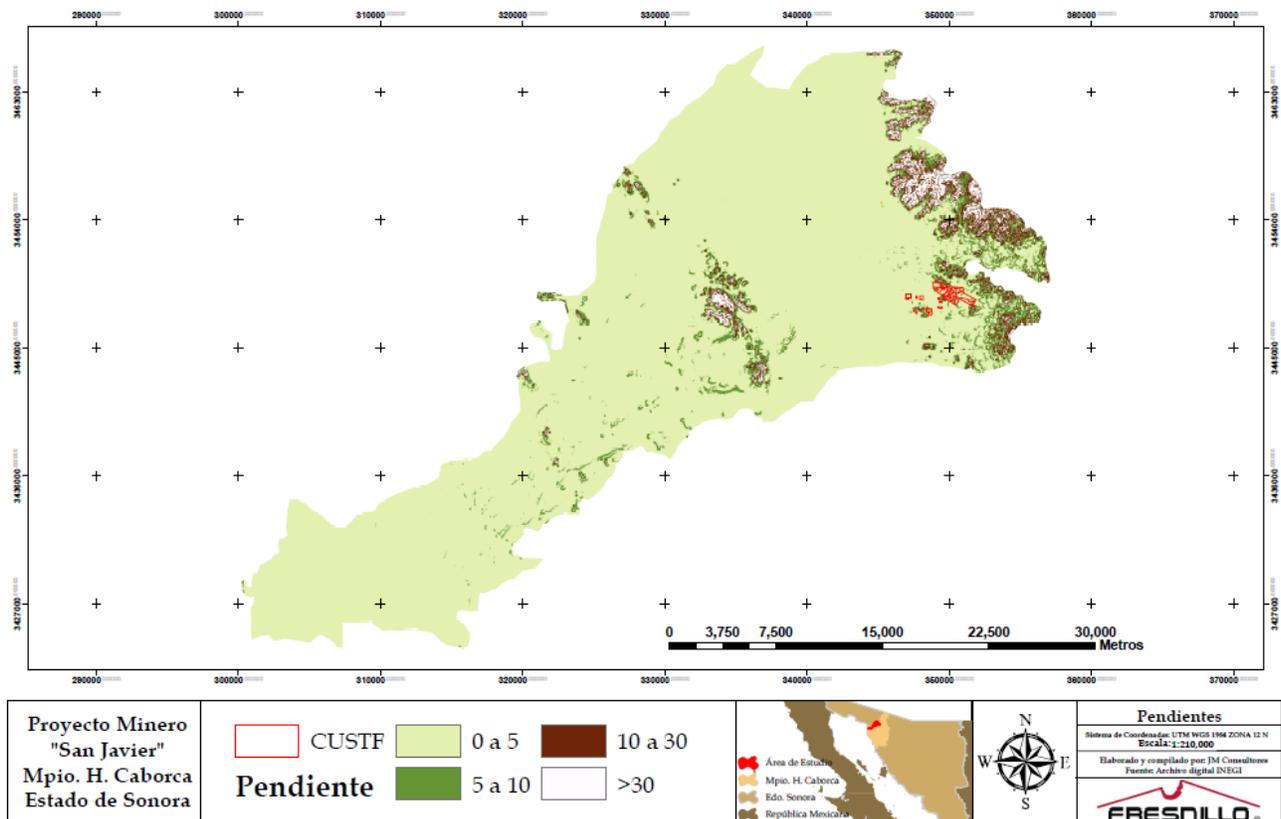


Figura IV.14. Pendiente

Las pendientes (figura IV.15) que presenta el polígono de CUSTF son las que se presentan en la tabla siguiente.

Tabla IV.14. Pendientes CUSTF

Rango	Ha	%
0 a 5	188.10933	71%
5 a 10	55.780103	21%
10 a 30	14.191287	5%
>30	5.555232	2%
Totales	263.63595	100%

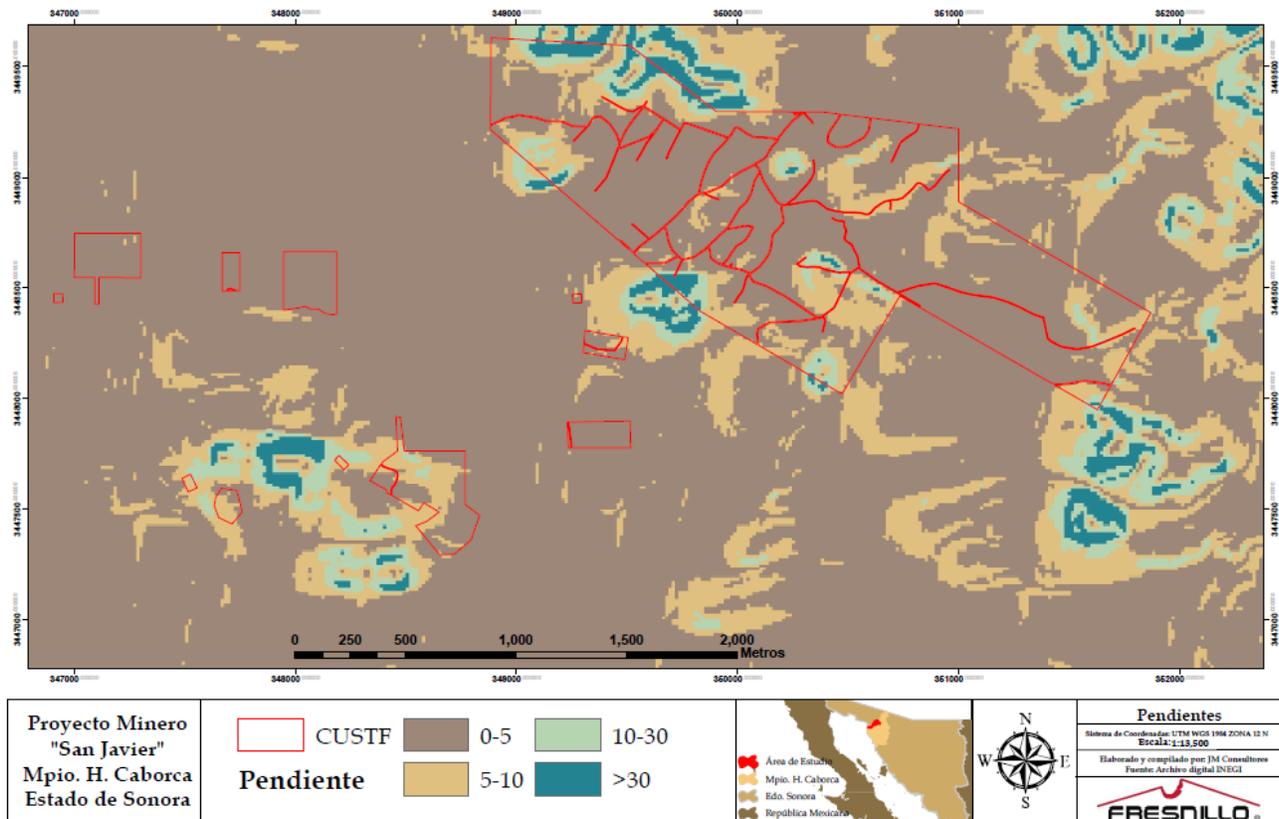


Figura IV.15. Pendientes presentes en el área de afectación.

IV. 2. 8. Hidrología

IV. 2. 8. 1. Hidrología Superficial

El área de estudio se localiza en la Región Hidrológica Numero 8 Sonora Norte, específicamente en la cuenca Desierto de Altar y Río Bamori, subcuenca Costa Rica. La cuenca tiene una superficie de 21,126 km² y se sitúa al noreste de la entidad y de la región hidrológica 8, se le asigna una precipitación media anual de 109 mm y una pendiente generalmente baja.

El río Sonoyta es su cauce principal y cuenta con una longitud de 178 km, naciendo en la sierra La Manteca y desembocando en el Golfo de California, con una pendiente media de 0.35%.

Los principales usos para el agua en la cuenca son agrícola, doméstico y pecuario. La cuenca cuenta con un volumen anual precipitado de 2,302.7 millones de m³, con un coeficiente de escurrimiento de 2.3%.

Tabla IV.15. Región Hidrológica 8, Sonora Norte

Región Hidrológica	Extensión Territorial Continental (Km ²)	Precipitación Normal Anual 1941-2000 (mm)	Coeficiente de escurrimiento %	Cuencas
8. Sonora Norte	21,126	109	2.3	3

Región Hidrológica No. 8 "Sonora Norte" dentro de esta se encuentra la cuenca C "Desierto de Altar y Río Bamori", subcuenca d, Costa Rica (RH8Cd).

IV. 2. 8. 2. Orden de corriente

Se clasificó de acuerdo al método de Arthur Newell Strahler el cual propone una clasificación de cursos fluviales basada en la organización de los tributarios, en donde determina que un curso (figura IV.16) de orden 1 carece de tributarios, uno de orden 2 es formado por la confluencia de dos cursos de orden 1, uno de orden 3 es formado por la confluencia de dos de orden 2, y así sucesivamente en donde el orden de la cuenca es el mismo del cauce principal de salida, como se muestra en el plano. Teniendo en consideración el detalle de la red hidrográfica obtenida a través del modelo digital de elevación, escala 1: 50,000 el cual fue obtenido de la base de datos de INEGI en donde el procesamiento de dicha información fue empleando el software Arc MAP versión 10.3 en el módulo de Hidrología.

Los arroyos presentes son intermitentes, no existen datos disponibles de los caudales máximos y mínimos de los arroyos presentes en el sistema ambiental.

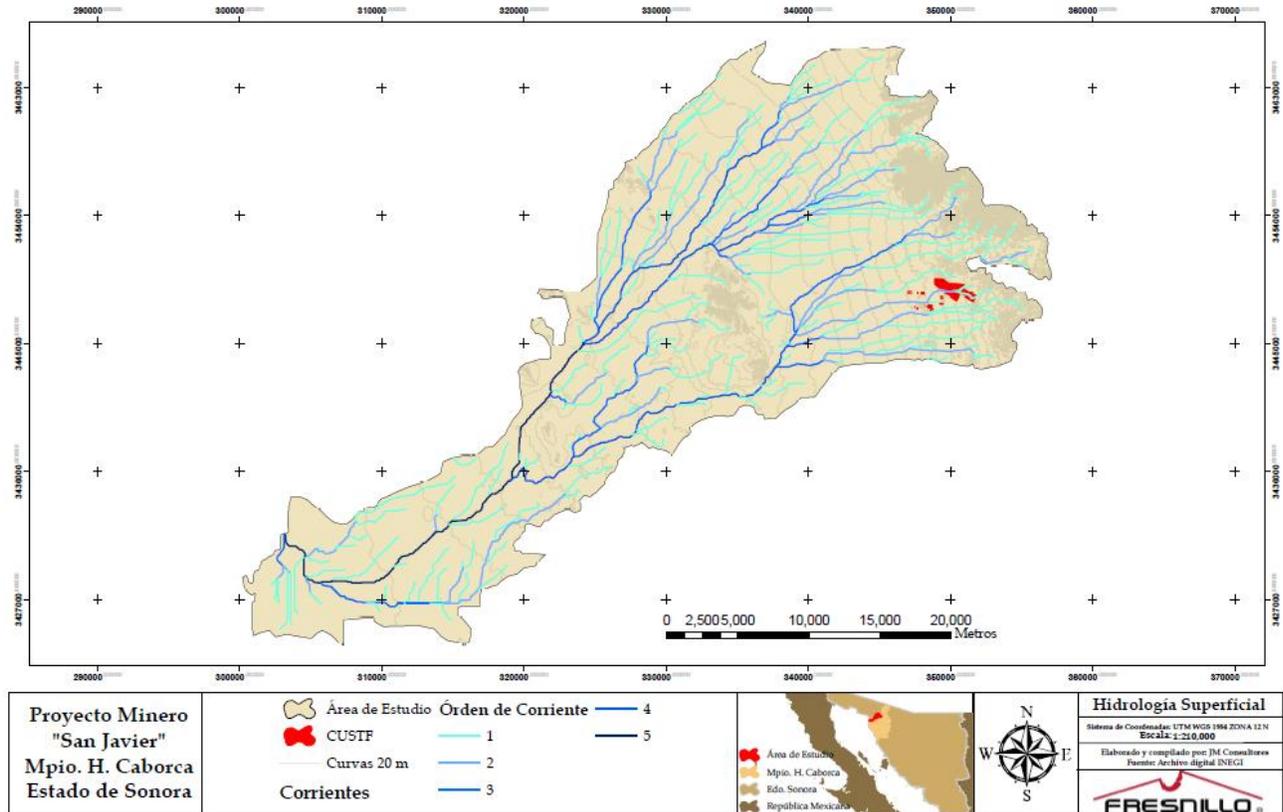


Figura IV.16. Hidrología superficial

Las siguientes formulas fueron utilizadas para calcular la evapotranspiración, escurrimiento e infiltración del área del proyecto y del sistema ambiental donde se pretende hacer el cambio de uso de suelo, en condiciones actuales y comparándolas al hacer el Cambio de Uso de Suelo. Los procedimientos fueron obtenidos principalmente del Manual de obras y prácticas de protección, restauración y conservación de suelos forestales (2007), Comisión Nacional Forestal.

Se pasó a calcular T (tabla IV.16) que es una variable que considera los datos de temperatura y precipitación y que estima el potencial de evapotranspiración con los datos de la estación meteorológica de la siguiente manera:

$$T = \frac{\sum_i^{12} t_i \times P_i}{\sum_i^{12} P_i}$$

Tabla IV.16. Estación meteorológica

Estación meteorológica Rancho Bahía, Tajitos, El plomo y Quitovac I.					
Mes	t	P	$\sum P_i$	$\sum t_i * P_i$	T
enero	13.075	16.75	16.75	219.00625	
febrero	15	11.5	11.5	172.5	
marzo	16.875	9.5	9.5	160.3125	
abril	19.7	2	2	39.4	
mayo	23.525	3.5	3.5	82.3375	
junio	28.45	9.75	9.75	277.3875	
julio	31.125	62	62	1929.75	
agosto	30.225	78.5	78.5	2372.6625	
septiembre	28.025	39	39	1092.975	
octubre	22.6	21.25	21.25	480.25	
noviembre	16.925	9.5	9.5	160.7875	
diciembre	13.475	28.5	28.5	384.0375	
Promedio Anual	21.58333333	291.75	291.75	7371.40625	25.26

Nota: Por medio de Excel se procedió a calcular T y se sacaron los promedios de temperatura y precipitación para posteriores cálculos.

El coeficiente de escurrimiento (Q) se obtuvo de las tablas IV.17, IV.18, IV.19 y IV.20, valores que provienen de estudios de lotes de escurrimiento. Estos coeficientes se aplicaron a suelos de uso forestal, con los intervalos de pendiente de 0 a 5%, 5 a 14%, 14 a 24% y más de 55% en texturas finas, medias y gruesas (TRAGSA, 1994).

Tabla IV.17. Cálculo de coeficiente en condiciones actuales en el sistema ambiental

Calculo de coeficiente en condiciones actuales MICROCUENCA			
% de pendiente		coeficiente por tipo de textura	
Vegetación Halófila	Xerófila	textura gruesa	Hectáreas
MICROCUENCA			Q ponderada
0% a 5%		0.3	2273.431156
5% a 10%		0	0
10% a 30%		0	0
>30		0	0
Vegetación de dunas	costeras	textura gruesa	Hectáreas
MICROCUENCA			Q ponderada
0% a 5%		0.15	79.361295
5% a 10%		0.3	5.808539
10% a 30%		0.35	0.708949
>30		0	0

Calculo de coeficiente en condiciones actuales MICROCUENCA			
% de pendiente	coeficiente por tipo de textura		
Vegetación de desiertos arenosos MICROCUENCA	textura gruesa		Q ponderada
0% a 5%	0.15	26818.83771	0.047145841
5% a 10%	0.3	930.570644	0.00327177
10% a 30%	0.35	77.961137	0.000319785
>30	0.37	19.731881	8.55623E-05
Sin vegetación aparente MICROCUENCA	textura gruesa		Q ponderada
0% a 5%	0.15	202.196835	0.000355449
5% a 10%	0.3	13.066139	4.59389E-05
10% a 30%	0	0	0
>30	0	0	0
Pastizal inducido MICROCUENCA	textura fina		Q ponderada
0% a 5%	0.45	934.172483	0.004926651
5% a 10%	0.55	0.087442	5.63631E-07
10% a 30%	0	0	0
>30	0	0	0
Mezquital xerófilo MICROCUENCA	textura media		Q ponderada
0% a 5%	0.35	321.020686	0.00131678
5% a 10%	0.4	6.967834	3.2664E-05
10% a 30%	0.45	4.96364	2.61773E-05
>30	0.47	2.477318	1.36456E-05
Matorral sarcocaulo MICROCUENCA	textura media		Q ponderada
0% a 5%	0.35	2125.304998	0.008717691
5% a 10%	0.4	2402.647551	0.011263211
10% a 30%	0.45	2375.829379	0.012529679
>30	0.47	1704.582288	0.009389187
Matorral desértico micrófilo MICROCUENCA	textura media		Q ponderada
0% a 5%	0.35	40998.82952	0.168171221
5% a 10%	0.4	1064.099933	0.004988323
10% a 30%	0.45	264.707966	0.00139602
>30	0.47	37.475671	0.000206424
Asentamientos humanos MICROCUENCA	textura gruesa		Q ponderada
0% a 5%	0.3	30.676704	0.000107855
5% a 10%	0.4	0.271871	1.27449E-06
10% a 30%	0	0	0
>30	0	0	0
Agricultura de riego anual semipermanente	textura fina		Q ponderada

Calculo de coeficiente en condiciones actuales MICROCUENCA			
% de pendiente	coeficiente por tipo de textura		
y permanente MICROCUENCA			
0% a 5%	0.6	28.797079	0.000202494
5% a 10%	0	0	0
10% a 30%	0	0	0
>30	0	0	0
Agricultura de riego anual y semipermanente MICROCUENCA			
	textura media		Q ponderada
0% a 5%	0.5	105.056788	0.000615611
5% a 10%	0	0	0
10% a 30%	0	0	0
>30	0	0	0
Agricultura de riego anual y permanente MICROCUENCA			
	textura gruesa		Q ponderada
0% a 5%	0.3	2187.885104	0.007692331
5% a 10%	0.4	1.533298	7.18785E-06
10% a 30%	0	0	0
>30	0	0	0
Zona urbana MICROCUENCA			
	textura media		Q ponderada
0% a 5%	0.5	44.567352	0.000261155
5% a 10%	0	0	0
10% a 30%	0	0	0
>30	0	0	0
Matorral desértico micrófilo CUSTF			
	textura media		Q ponderada
0% a 5%	0.35	88.0130845	0.000361017
5% a 10%	0.4	38.579041	0.000180852
10% a 30%	0.45	9.501284	5.0108E-05
>30	0.47	4.957481	2.73068E-05
Matorral sarcocaule CUSTF			
	textura media		Q ponderada
0% a 5%	0.35	100.8550865	0.000413693
5% a 10%	0.4	16.63215	7.79687E-05
10% a 30%	0.45	4.420756	2.33142E-05
>30	0.47	0.677067	3.72942E-06
		85327.265	0.292384424

Nota: se multiplica el coeficiente de escurrimiento por la fracción que ocupa cada cobertura en el sistema ambiental.

En cuanto al coeficiente de escurrimiento del Área del proyecto en condiciones actuales se encontraron los siguientes valores.

Tabla IV.18. Cálculo de coeficiente en condiciones actuales del área del proyecto

Área de CUSTF			
Matorral desértico micrófilo CUSTF	textura media		Q ponderada
0% a 5%	0.35	88.0130845	0.000361017
5% a 10%	0.4	38.579041	0.000180852
10% a 30%	0.45	9.501284	5.0108E-05
>30	0.47	4.957481	2.73068E-05
Matorral sarcocaule CUSTF	textura media		Q ponderada
0% a 5%	0.35	100.8550865	0.000413693
5% a 10%	0.4	16.63215	7.79687E-05
10% a 30%	0.45	4.420756	2.33142E-05
>30	0.47	0.677067	3.72942E-06
		263.63595	0.001137989

Tabla IV.19. Cálculo para coeficiente después del CUSTF para el sistema ambiental

Calculo de coeficiente en condiciones después de CUSTF MICROCUENCA			
% de pendiente	coeficiente por tipo de textura		
Vegetación Halófila Xerófila MICROCUENCA	textura gruesa	Hectáreas	Q ponderada
0% a 5%	0.3	2273.431156	0.0079931
5% a 10%	0	0	0
10% a 30%	0	0	0
>30	0	0	0
Vegetación de dunas costeras MICROCUENCA	textura gruesa	Hectáreas	Q ponderada
0% a 5%	0.15	79.361295	0.000139512
5% a 10%	0.3	5.808539	2.04221E-05
10% a 30%	0.35	0.708949	2.90801E-06
>30	0	0	0
Vegetación de desiertos arenosos MICROCUENCA	textura gruesa		Q ponderada
0% a 5%	0.15	26818.83771	0.047145841
5% a 10%	0.3	930.570644	0.00327177
10% a 30%	0.35	77.961137	0.000319785
>30	0.37	19.731881	8.55623E-05
Sin vegetación aparente MICROCUENCA	textura gruesa		Q ponderada
0% a 5%	0.15	202.196835	0.000355449
5% a 10%	0.3	13.066139	4.59389E-05
10% a 30%	0	0	0
>30	0	0	0
Pastizal inducido MICROCUENCA	textura fina		Q ponderada

Calculo de coeficiente en condiciones después de CUSTF MICROCUENCA			
% de pendiente	coeficiente por tipo de textura		
0% a 5%	0.45	934.172483	0.004926651
5% a 10%	0.55	0.087442	5.63631E-07
10% a 30%	0	0	0
>30	0	0	0
Mezquital xerófilo MICROCUENCA	textura media		Q ponderada
0% a 5%	0.35	321.020686	0.00131678
5% a 10%	0.4	6.967834	3.2664E-05
10% a 30%	0.45	4.96364	2.61773E-05
>30	0.47	2.477318	1.36456E-05
Matorral sarcocaulé MICROCUENCA	textura media		Q ponderada
0% a 5%	0.35	2125.304998	0.008717691
5% a 10%	0.4	2402.647551	0.011263211
10% a 30%	0.45	2375.829379	0.012529679
>30	0.47	1704.582288	0.009389187
Matorral desértico micrófilo MICROCUENCA	textura media		Q ponderada
0% a 5%	0.35	40998.82952	0.168171221
5% a 10%	0.4	1064.099933	0.004988323
10% a 30%	0.45	264.707966	0.00139602
>30	0.47	37.475671	0.000206424
Asentamientos humanos MICROCUENCA	textura gruesa		Q ponderada
0% a 5%	0.3	30.676704	0.000107855
5% a 10%	0.4	0.271871	1.27449E-06
10% a 30%	0	0	0
>30	0	0	0
Agricultura de riego anual semipermanente y permanente MICROCUENCA	textura fina		Q ponderada
0% a 5%	0.6	28.797079	0.000202494
5% a 10%	0	0	0
10% a 30%	0	0	0
>30	0	0	0
Agricultura de riego anual y semipermanente MICROCUENCA	textura media		Q ponderada
0% a 5%	0.5	105.056788	0.000615611
5% a 10%	0	0	0
10% a 30%	0	0	0
>30	0	0	0
Agricultura de riego anual y permanente	textura gruesa		Q ponderada

Cálculo de coeficiente en condiciones después de CUSTF MICROCUENCA			
% de pendiente	coeficiente por tipo de textura		
MICROCUENCA			
0% a 5%	0.3	2187.885104	0.007692331
5% a 10%	0.4	1.533298	7.18785E-06
10% a 30%	0	0	0
>30	0	0	0
Zona urbana MICROCUENCA		textura media	Q ponderada
0% a 5%	0.5	44.567352	0.000261155
5% a 10%	0	0	0
10% a 30%	0	0	0
>30	0	0	0
Matorral desértico micrófilo CUSTF		textura media	Q ponderada
0% a 5%	0.5	88.0130845	0.000515738
5% a 10%	0.66	38.579041	0.000298406
10% a 30%	0.7	9.501284	7.79458E-05
>30	0.74	4.957481	4.29937E-05
Matorral sarcocaula CUSTF		textura media	Q ponderada
0% a 5%	0.5	100.8550865	0.00059099
5% a 10%	0.66	16.63215	0.000128648
10% a 30%	0.7	4.420756	3.62666E-05
>30	0.74	0.677067	5.87186E-06
		85327.265	0.292943295

Tabla IV.20. Cálculo de coeficiente para después de CUSTF para área del proyecto

Área de CUSTF			
Matorral desértico micrófilo CUSTF	textura media		Q ponderada
0% a 5%	0.5	88.0130845	0.000515738
5% a 10%	0.66	38.579041	0.000298406
10% a 30%	0.7	9.501284	7.79458E-05
>30	0.74	4.957481	4.29937E-05
Matorral sarcocaula CUSTF	textura media		Q ponderada
0% a 5%	0.5	100.8550865	0.00059099
5% a 10%	0.66	16.63215	0.000128648
10% a 30%	0.7	4.420756	3.62666E-05
>30	0.74	0.677067	5.87186E-06
		263.63595	0.00169686

Para determinar la cantidad en metros cúbicos de agua es necesario tomar los valores de escurrimiento e infiltración con valores en mm, convertirlos a metros y multiplicarlos por el área de influencia (hectáreas) con la siguiente fórmula:

$$M3= Q \text{ (mm)} * A \text{ (ha)} * 10000 / 1000$$

$$M3= F \text{ (mm)} * A \text{ (ha)} * 10000 / 1000$$

El cálculo de Escurrimiento Superficial se puede ver representado en las tablas IV.21 y IV.22.

Tabla IV.21. Cálculo de escurrimiento superficial

Cálculo de escurrimiento superficial en condición actual		
	Q (mm)	Q total (m ³ /año)
Área de afectación	0.3320083	875.2932356
Microcuenca	85.30315562	72, 786,849.77

Tabla IV.22. Cálculo de Escurrimiento Superficial Después del CUS

Cálculo de escurrimiento superficial después de CUS		
	Q (mm)	Q total (m ³ /año)
Área de afectación	0.495059048	1,305.153625
Microcuenca	85.46620637	72, 925,976.52

El escurrimiento superficial va a aumentar en 429.86 m³/año que es un 49.11% de crecimiento en comparación con las condiciones actuales para el área de afectación, para el caso de la microcuenca el escurrimiento aumentará en 0.19%.

A continuación, se calcula el coeficiente de infiltración.

Tabla IV.23. Cálculo de coeficiente de infiltración antes de CUSTF para el sistema ambiental

Uso de suelo y vegetación	AREA	CN	CN%	S
Agricultura de riego anual y permanente	2189.418998	71	1.821794577	119.254
Agricultura de riego anual y semipermanente	105.056798	71	0.087416755	Ia
Agricultura de riego semipermanente y permanente	28.847664	71	0.024003865	23.851
Asentamientos humanos	30.948574	79	0.028653647	Fa(mm)
Matorral desértico micrófilo	42352.375	68	33.75194898	182.60
Matorral sarcocaula	8615.274111	68	6.865784794	
Mezquital xerófilo	335.497728	68	0.267368765	

Uso de suelo y vegetación	AREA	CN	CN%	S
Pastizal inducido	934.271803	61	0.667905855	
Sin vegetación aparente	215.596538	82	0.207189532	
Vegetación de desiertos arenosos	27851.44454	68	22.19569824	
Vegetación de dunas costeras	86.130936	68	0.068640471	
Vegetación halófila xerófila	2274.199155	68	1.812381333	
Zona urbana	44.567351	79	0.041262552	
Matorral desértico micrófilo CUSTF	141.0508905	68	0.112407922	
Matorral sarcocaulé CUSTF	122.5850595	68	0.097691916	
Microcuenca	85327.2651		68.0501492	

Tabla IV.24. Cálculo de coeficiente de infiltración después de CUSTF para el sistema ambiental

Uso de suelo y vegetación	AREA	CN	CN%	S
Agricultura de riego anual y permanente	2189.418998	71	1.821794577	119.017
Agricultura de riego anual y semipermanente	105.056798	71	0.087416755	Ia
Agricultura de riego semipermanente y permanente	28.847664	71	0.024003865	23.803
Asentamientos humanos	30.948574	79	0.028653647	Fa(mm)
Matorral desértico micrófilo	42352.375	68	33.75194898	182.48
Matorral sarcocaulé	8615.274111	68	6.865784794	
Mezquital xerófilo	335.497728	68	0.267368765	
Pastizal inducido	934.271803	61	0.667905855	
Sin vegetación aparente	215.596538	82	0.207189532	
Vegetación de desiertos arenosos	27851.44454	68	22.19569824	
Vegetación de dunas costeras	86.130936	68	0.068640471	119.017
Vegetación halófila xerófila	2274.199155	68	1.812381333	Ia
Zona urbana	44.567351	79	0.041262552	23.803
Matorral desértico micrófilo CUSTF	141.0508905	82	0.135550729	Fa(mm)
Matorral sarcocaulé CUSTF	122.5850595	82	0.117804958	182.48
Microcuenca	85327.2651		68.09340505	

A continuación, se calcula el balance hídrico para determinar el nivel de infiltración que se va a perder por motivo de cambio de uso de suelo.

Tabla IV.25. Balance hídrico.

Balance hídrico del área de CUSTF				
	Precipitación (mm)	Escurrimiento Q	Evapotranspiración ETP	Infiltración F
Actual	291.75	0.001137989	11.1512195	280.60
Después de CUSTF	291.75	0.001696860	23.91	267.84
Balance hídrico sistema ambiental				
	Precipitación (mm)	Escurrimiento Q	Evapotranspiración ETP	Infiltración F
Actual	291.75	85.30315562	23.8508282	182.60
Después de CUSTF	291.75	85.46620637	23.8034068	182.48

De acuerdo con el cálculo actualmente se infiltran 155, 807,576.76 m³/año, después del CUSTF se infiltrarán 155, 705,184.048 m³/año, por lo que hay un decremento de 102, 392.71 m³/año que representa el 0.06% de lo que se infiltra en la microcuenca.

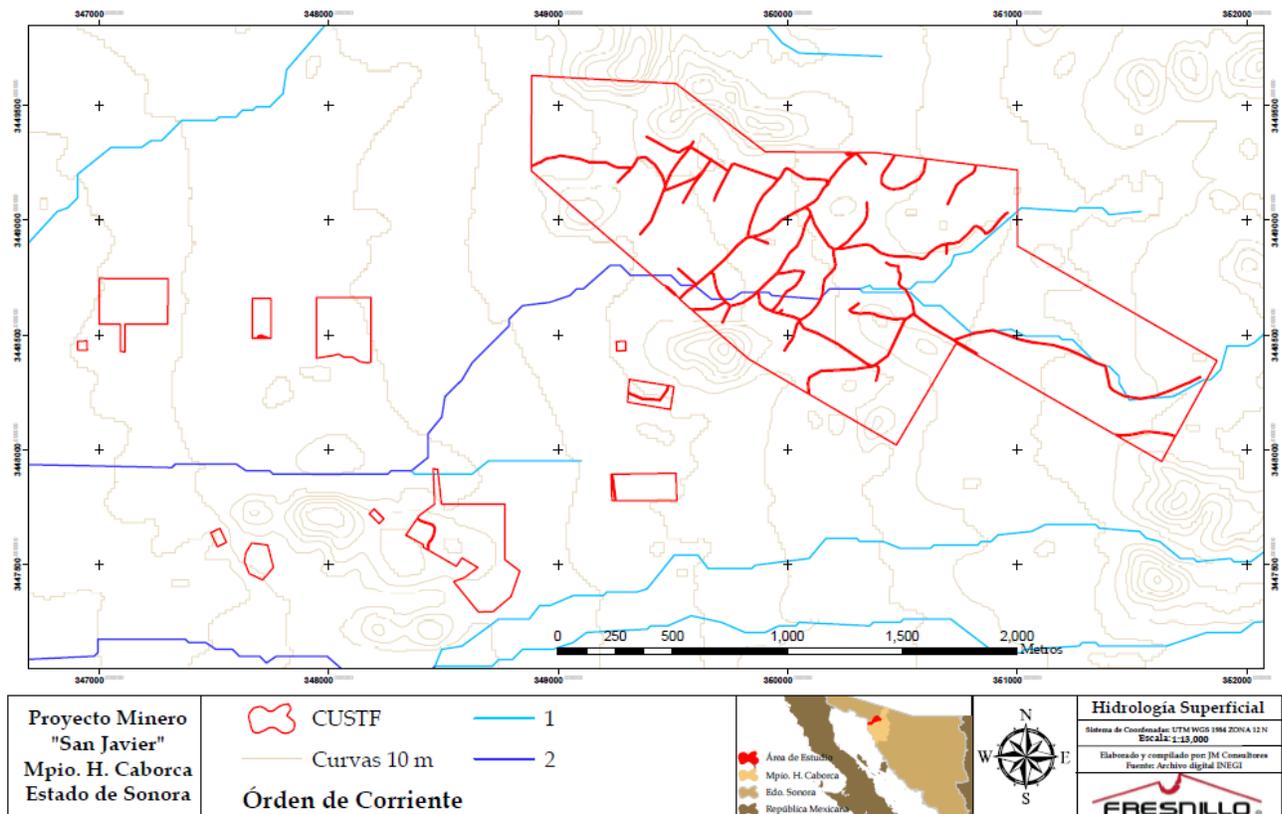


Figura IV. 17. Corrientes temporales y permanentes.

IV.2.8.3. Acuíferos, tipos de acuíferos, condiciones de acuíferos, hidrogeología, impactos a los acuíferos

El área del proyecto se ubica en el acuífero Arroyo Sahuaro, definido con la clave 2604 del Sistema de Información Geográfica para el manejo del Agua Subterráneas (SIGMAS) de la

CONAGUA, se localiza al noroeste del estado de Sonora, entre las coordenadas geográficas 30° 56' y 31° 30' de latitud norte y 112° 21' y 113° 18' de longitud oeste, cubriendo una superficie de 3,051km². Colinda al oeste con el Golfo de California; al norte colinda con el acuífero Sonoyta-Puerto Peñasco y al sur con el acuífero Caborca, todos ellos pertenecientes al estado de Sonora. Geopolíticamente comprende parte de los municipios de Caborca, Puerto Peñasco y General Plutarco Elías Calles (Sonoyta).

IV. 2. 8. 4. Hidrogeología

De acuerdo con las unidades hidrogeológicas identificadas, es posible definir que el acuífero es de tipo libre, formado por una secuencia de depósitos aluviales constituidos principalmente por boleos, gravas y arenas no consolidadas, de alta permeabilidad y semiconsolidadas, que contienen horizontes de agua salada - salobre. Su explotación se localiza principalmente en el cauce de los arroyos principales.

Debajo de esta secuencia el acuífero está conformado por conglomerados que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento.

De acuerdo con la configuración de la profundidad al nivel estático en 2009, los valores varían de 9.0 a 116.5 m. En las zonas cercanas a las sierras ubicadas al norte y este del acuífero se encuentran los niveles menos profundos, con valores de 10.5 m a 28.5 m y en la parte suroeste cercanos a la costa se presentan los niveles más profundos, que varían entre 43.5 m y 116.5 m.

Con respecto a la elevación del nivel estático para el año 2009, los valores muestran el reflejo de la topografía, evidenciando de esta manera que el flujo subterráneo presenta una dirección preferencial noreste - suroeste en la planicie aluvial, mostrando que no se han producido alteraciones de las condiciones naturales.

Los valores registrados varían desde -1.4 msnm hasta 486.0 msnm, presentándose las menores elevaciones en la parte suroeste del acuífero, cerca de la línea de costa, y las mayores al noreste. La dirección de flujo subterráneo es similar a la del drenaje superficial, con una tendencia general noreste - suroeste.

El volumen anual de extracción, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), de la Subdirección General de Administración del Agua, con fecha de corte al 31 de marzo de 2010, es de 4, 122,405 m³/año.

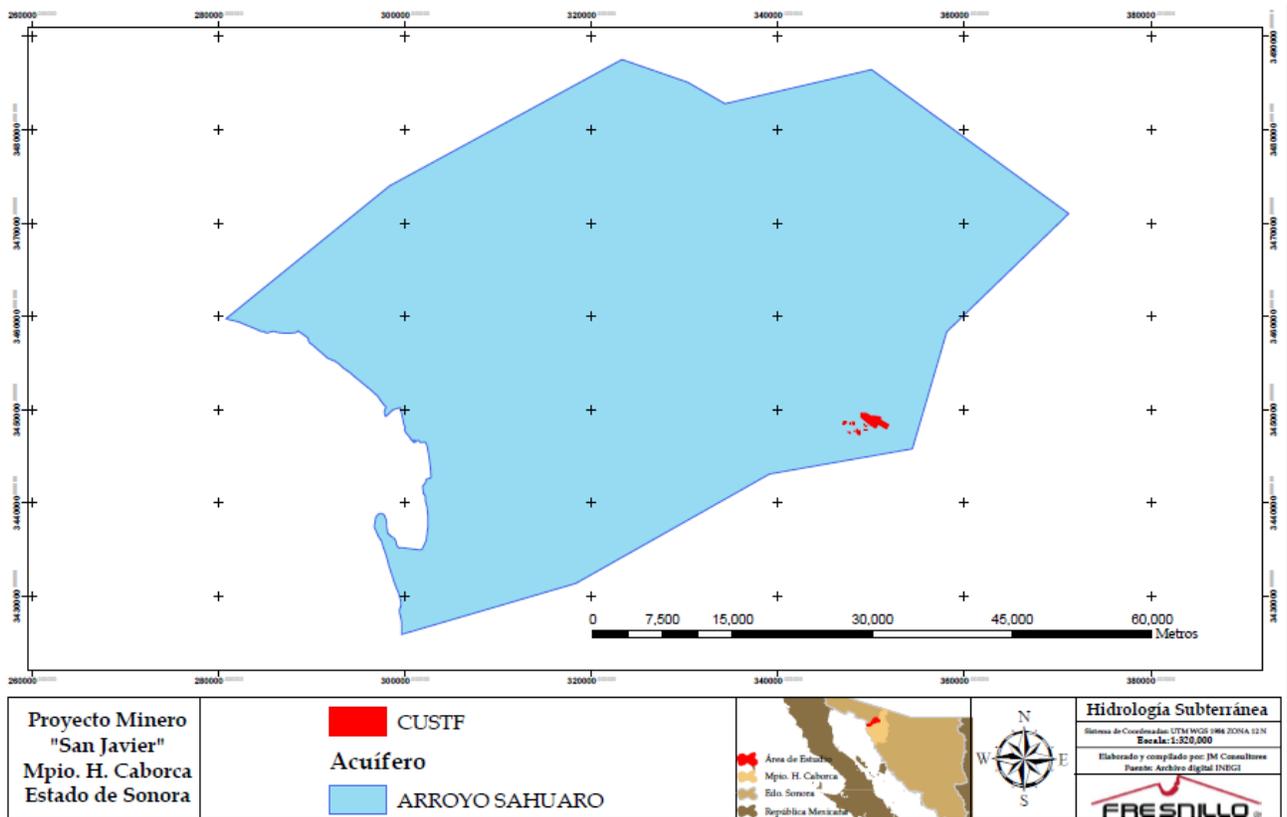


Figura IV.18. Acuífero de ocupación

IV. 2. 8. 5. Impacto al Acuífero

Como parte del estudio realizado en el 2009 se tomaron muestras de agua en 8 aprovechamientos para su análisis fisicoquímico correspondiente. Las determinaciones incluyeron iones mayoritarios, temperatura, conductividad eléctrica, pH, Eh, Nitratos, dureza total y sólidos totales disueltos. Con respecto a la calidad del agua, tomando en cuenta los resultados de los análisis fisicoquímicos, se puede observar que los valores de Sólidos Totales Disueltos (STD) varían de 675 a 1956 ppm.

Con respecto a la conductividad eléctrica, en el acuífero se presenta agua dulce y agua salobre, de acuerdo al criterio establecido por la American Potability and Health Association (APHA, 1995). El primer caso se presenta en cuatro aprovechamientos cuyos valores varían de 1301 a 1501 S/cm, y el segundo en el resto de captaciones, con valores que van de 2790 a 4342 S/cm. El agua dulce se ubica en la porción norte del acuífero y el agua salobre en los pozos cercanos a la costa, a excepción de un aprovechamiento ubicado en la porción este.

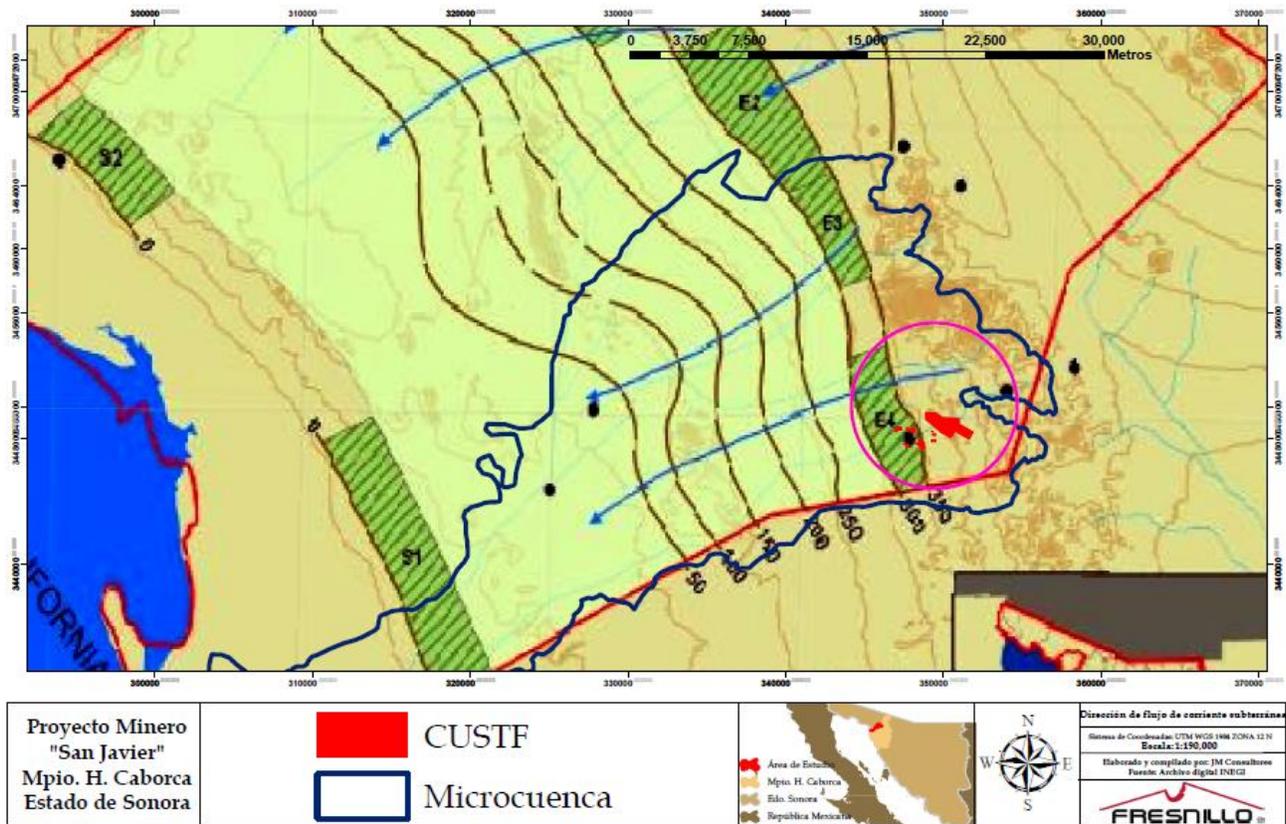


Figura IV.19. Dirección de flujo de corrientes subterráneas

Condiciones de equilibrio de los acuíferos

Para el cálculo de la disponibilidad del agua subterránea, se aplica el procedimiento indicado en la norma oficial mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas establece la expresión siguiente:

Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica	=	Recarga total media anual	-	Descarga natural comprometida	-	Volumen anual de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA
---	---	---------------------------	---	-------------------------------	---	---

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o

aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

La cifra indica que existe un volumen adicional de 3, 477,595 m³ anuales para otorgar nuevas concesiones.

IV. 3. Elementos biológicos

IV. 3. 1. Vegetación

Uso de suelo y vegetación	AREA (ha)
Vegetación Halófila Xerófila MICROCUENCA	2273.431156
Vegetación de dunas costeras MICROCUENCA	85.878783
Vegetación de desiertos arenosos MICROCUENCA	27847.06444
Sin vegetación aparente MICROCUENCA	215.262974
Pastizal inducido MICROCUENCA	934.259925
Mezquital xerófilo MICROCUENCA	335.429478
Matorral sarcocaula MICROCUENCA	8610.713879
Matorral desértico micrófilo MICROCUENCA	42431.5978
Asentamientos humanos MICROCUENCA	30.948575
Agricultura de riego anual semipermanente y permanente MICROCUENCA	28.797079
Agricultura de riego anual y semipermanente MICROCUENCA	105.056788
Agricultura de riego anual y permanente MICROCUENCA	2189.418402
Zona urbana MICROCUENCA	44.567352
Matorral desértico micrófilo CUSTF	140.692569
Matorral sarcocaula CUSTF	122.943381
TOTAL SUPERFICIE MICROCUENCA	85327.3

Vegetación Halófila Xerófila

Este tipo de vegetación se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 150 msnm, en zonas con acumulación de sales está constituido por arbustos y hierbas, algunas suculentas que pueden halófilas facultativas u obligadas. La topografía característica es de zonas llanas con suelos arcillosos del tipo solonchak, saturados de humedad por los niveles de la marea, o por anegamiento de escorrentía, que con cierta regularidad inundan este ambiente, por lo que su contenido de sales en este ambiente es elevado y limitativo para muchas especies vegetales.

Vegetación de dunas costeras

Las comunidades vegetales de las dunas costeras están definidas por las formas de crecimiento de las plantas. Dentro de un mismo ecosistema de dunas, las plantas dependen de los factores microambientales que caracterizan a los diferentes microhabitats como son las playas, las laderas con dos orientaciones (barlovento y sotavento), las crestas, las hondonadas que pueden o no inundarse. Estos microambientes están muy bien diferenciados entre sí y las especies características de estos ambientes presentan respuestas particulares que les permiten sobrevivir exitosamente. Los factores que tienen un mayor impacto sobre las plantas de dunas son la salinidad, la tolerancia a la inundación, a la sequía, al enterramiento y/o desenterramiento y su asociación con micorrizas. Los factores arriba mencionados son sumamente importantes en proyectos de restauración/reforestación porque la tolerancia de las especies a esas microvariaciones ambientales pueden ser determinantes del éxito o fracaso de un proyecto que intente reproducir el ecosistema original.

Por un lado, el tipo de vegetación de dunas costeras tiene grupos de plantas que caracterizan a las dunas de una región costera y por otro, dentro de cada tipo de vegetación de dunas a nivel regional, se conforman distintas asociaciones vegetales relacionadas con los microambientes.

Vegetación de desiertos arenosos

Se caracteriza por ser vegetación poco densa o en manchones sobre dunas de arena en zonas áridas.

Matorral xerófilo

Los matorrales xerófilos se localizan en la zona árida y semiárida del país; ocupan la mitad del territorio nacional. Son importantes porque son el centro de origen y evolución de muchos grupos de plantas, sobre todo de las cactáceas.

El Matorral Xerófilo es definido como un ecosistema en el que la precipitación pluvial es muy limitada, generalmente menos de 250 mm, y esto restringe en mayor o menor medida el florecimiento de la vida.

Los ecosistemas áridos de México son de baja productividad debido a la escasa precipitación y la variación extrema de temperaturas (hasta 20° de variación).

Sin embargo, a pesar de su sencillez estructural son ecológicamente muy complejos. Los desiertos se caracterizan por una vegetación adaptada a la escasez de agua. Las

adaptaciones de las plantas a la limitación del agua varían desde reducir o eliminar sus hojas, convirtiéndolas en espinas y realizando la fotosíntesis en los tallos, como en las cactáceas, aprovechando las escasas lluvias tormentosas que frecuentemente son las únicas que caen en los desiertos, o tener raíces muy profundas que alcanzan a utilizar los recursos acuíferos muy por debajo del nivel del suelo.

En general los Matorrales pueden ser rocosos o arenosos, y la vegetación cubre una proporción relativamente pequeña del suelo, por lo que éste siempre está expuesto al sol. En estas áreas hay un gran número de especies endémicas (cerca del 60% de las especies).

La vegetación de los matorrales xerófilos puede estar dominada por arbustos, o por plantas rastreras, o por cactus columnares.

Matorral desértico micrófilo

Este tipo de vegetación ocupa junto con la vegetación de desiertos arenosos, las zonas más áridas de México. En el estado de Sonora tiene una distribución muy amplia, principalmente dentro de las provincias Desierto Sonorense y Sierras y Llanuras del Norte.

Se le puede encontrar en terrenos cuya altitud varía entre 0-1200 msnm, en donde se presentan climas muy secos Semicálidos y cálidos, con temperatura media anual que oscila entre 20 y 24 °C, con una precipitación total anual por debajo de 400 mm. En el caso de climas secos semicálidos y semisecos semicálidos y templados con temperaturas medias anuales entre 17 y 21 °C, que tienen una precipitación total anual entre 300-500 mm.

Este tipo de matorral, ocupa grandes extensiones, y en algunas ocasiones se le puede encontrar en forma de mosaico con el matorral sarcocaulé, el mezquital y el pastizal natural. La fisonomía y estructura de este tipo de vegetación es muy diversa y ello se debe a la gran variedad de formas biológicas que ofrecen las especies presentes y por otro, al hecho de que las comunidades en cuestión pueden ser en ocasiones muy sencillas en su organización, pero otras revisten un notable grado de complejidad. No obstante, un patrón generalizado comprende a formas arbustivas cuyas hojas son pequeñas. En general, pueden observarse tres fisonomías en este tipo de matorral: la más común es la de matorral subinerte, donde alrededor de 70 % de las plantas no tienen espinas y cerca de 30% son espinosas; le sigue el matorral espinoso, donde más de 70% de las especies son espinosas, y, por último, el matorral inerte, en el cual más de 70 % de las especies carecen de espinas.

Este tipo de vegetación lo integran diversas asociaciones que varían en cuanto a su composición florística y en su localización, de acuerdo con factores físicos y bióticos, de tal forma que sólo algunas especies características tienen una amplia distribución y a la vez llegan a dominar, como es el caso de *Larrea tridentata*, *Cercidium microphyllum*, *Olneya tesota*, *Fouquieria splendens*, *Ambrosia dumosa* y *Encelia farinosa*.

En general, este tipo de matorral micrófilo es quizá de las comunidades menos afectadas por las actividades del hombre, consecuencia de las condiciones climáticas imperantes, las cuales no son favorables ni para el desarrollo de la agricultura, ni para el desarrollo de una ganadería intensiva; mientras que el aprovechamiento de plantas silvestres es limitado. Sin embargo, debido a que se le ha dado un uso intensivo principalmente en la alimentación de ganado bovino, su grado de afectación ha sido bastante considerable, de tal forma que en los sitios donde se ha dado este tipo de aprovechamiento, el disturbio es observable en la baja cobertura y diversidad de las especies propias de esta vegetación, así como en el grado de erosión de los terrenos.

Matorral Sarcocaulle

En este tipo de vegetación se pueden observar arbustos de tallos carnosos o jugosos, que a veces presentan una corteza papirácea. Se pueden encontrar una serie de comunidades vegetales un tanto heterogéneas, que tienen la característica de ser bosques bajos (4-15 m de altura) con una gran proporción de componentes arbóreos espinosos.

Este tipo de vegetación se distribuye principalmente en la subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses y en la subprovincia Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa, en altitud de 0 a 1,100 msnm. Además, se desarrolla en climas muy secos, secos cálidos y semicálidos y semisecos semicálidos, donde las temperaturas medias anuales varían entre 18 y 24 °C y donde la precipitación total anual es inferior a los 400 mm con 5 a 9 meses de sequía. Este tipo de vegetación es característico de terrenos planos o poco inclinados, aunque también puede observarse en algunas zonas de lomeríos, pequeñas elevaciones y en las partes bajas de cerros más elevados.

Las comunidades vegetales que se pueden agrupar en este tipo de vegetación, a menudo no están bien delimitadas, pues se encuentran en forma de manchones o mosaico junto con otros tipos de vegetación. Además dichas comunidades vegetales pueden pasar de forma gradual a otros tipos de vegetación como por ejemplo al bosque tropical caducifolio, al matorral desértico micrófilo o bien a pastizal; por lo que existen diversas clasificaciones, dependiendo del autor que se considere.

Como se mencionó anteriormente, este tipo de vegetación es generalmente de altura baja y se puede observar como una asociación densa a nivel del estrato arbóreo. En todas las comunidades de este tipo de vegetación, las especies espinosas son abundantes, con epífitas xerófilas que cubren densamente sus ramas, y en asociación con cactáceas candelabrifórmes (Rzedowski, 1978). Generalmente existe únicamente un solo estrato arbóreo, mientras que el estrato arbustivo está bien desarrollado y es rico en especies espinosas. En las comunidades que tienen una cubierta arbórea densa, el estrato herbáceo puede ser casi nulo; en tanto que en comunidades abiertas, se pueden encontrar numerosas plantas herbáceas, generalmente anuales, cuya existencia es más notoria en la época de lluvias.

En las comunidades que integran este tipo de vegetación, la dominancia puede presentarse por una o dos especies, mientras que, si consideramos su biomasa, pueden ser varias las especies presentes en el estrato superior.

Pastizal inducido

Tipo de vegetación caracterizado por la presencia de gramíneas o graminoides. El conjunto de comunidades vegetales de esta manera delimitado incluye biocenosis diversas, tanto en lo tocante a su composición florística como a sus condiciones ecológicas, a su papel en la sucesión, a su dependencia de las actividades humanas y aún a su fisonomía. Se considera pastizal inducido cuando ha existido disturbio ocasionado por el hombre o sus animales domésticos.

Otros usos de suelo:

Zona urbana: Área donde existe un agrupamiento de construcciones permanentes, de acuerdo con una traza urbana, a la que se le asocia un nombre.

Agricultura: Son aquellas áreas en la que el suelo es utilizado para la realización de labores agrícolas. Las subclases: agricultura de riego, temporal y de humedad.

Asentamientos humanos: áreas ocupadas por actividades humanas, principalmente poblaciones rurales.

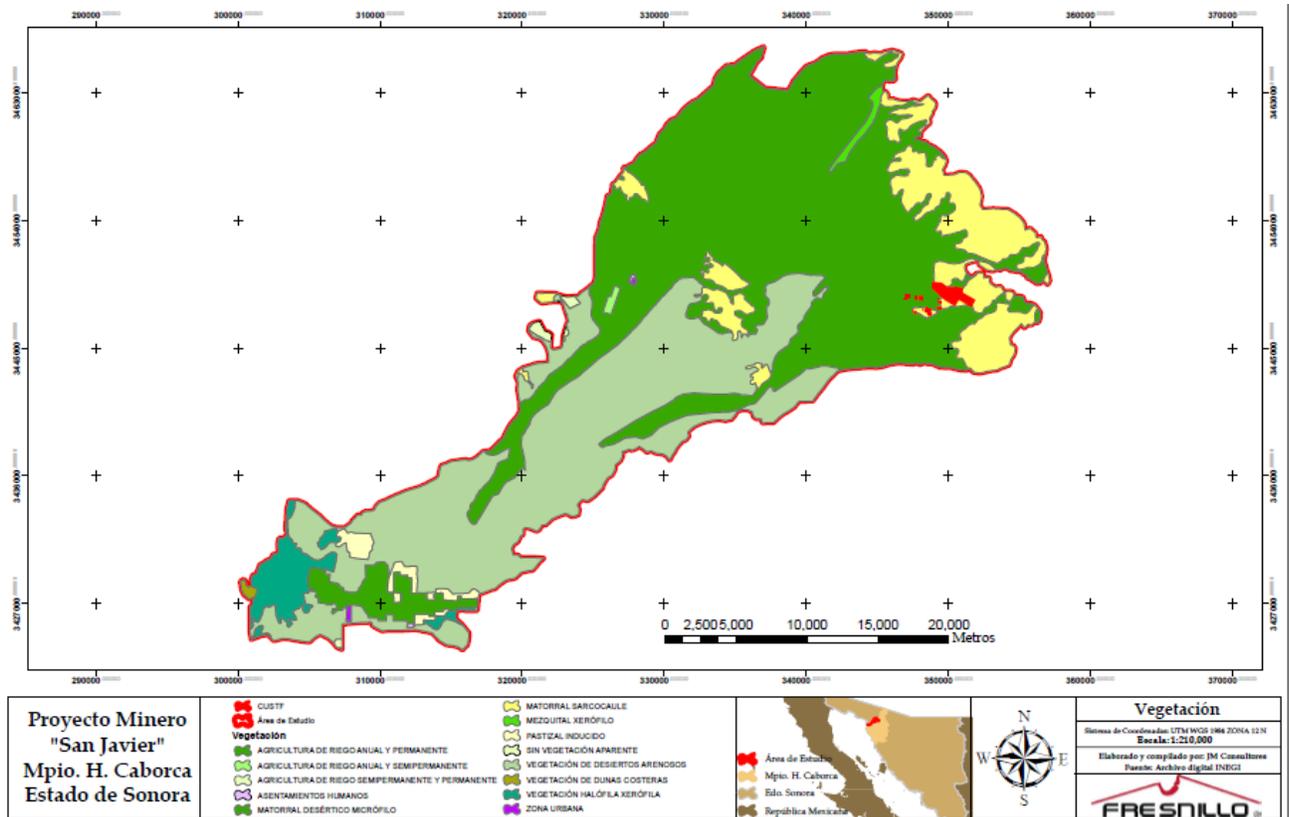


Figura IV.20. Tipos de vegetación y usos de suelo

En las tablas IV.26 a IV.29, se presenta el listado de vegetación presente en el sistema ambiental obtenido de muestreo realizado en el área de estudio.

Tabla IV.26. Estrato arbóreo

Nombre Común	Nombre Científico	Forma Biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	Árbol		NE
Torote	<i>Bursera microfila</i>	Árbol		NE
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	Árbol		NE
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	Árbol	Pr	NE
Mezquite de espinas	<i>Prosopis juliflora</i>	Árbol		NE

Tabla IV.27. Estrato arbustivo

Nombre Común	Nombre Científico	Forma Biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Larrea tridentata	<i>Larrea tridentata</i>	Arbusto		NE
Garrapatilla	<i>Lycium andersonii</i>	Arbusto		NE
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	Arbusto		NE
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	Arbusto		NE
Lisium	<i>Encelia californica</i>	Arbusto		NE

Nombre Común	Nombre Científico	Forma Biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Chamizo	<i>Ambrosia dumosa</i>	Arbusto		NE
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	Arbusto		NE
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	Arbusto		NE
Verdecito	<i>Maytenus phyllanthoides</i>	Arbusto		NE
Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	Arbusto		NE
Granjeno	<i>Condalia correllii</i>	Arbusto		NE

Tabla IV.28. Estrato herbáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Forma Biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	Herbácea		NE
Rojito	<i>Lepidium intermedium</i>	Herbácea		NE
Peludito	<i>Brickellia baccharidea</i>	Herbácea		NE
Picudo	<i>Cenchrus myosuroides</i>	Herbácea		NE
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	Herbácea		NE
Flor violeta	<i>Krameria grayi</i>	Herbácea		NE
Grenmlin	<i>Chorizanthe rigida</i>	Herbácea		NE
Nube	<i>Horsfordia alata</i>	Herbácea		NE
Aparejo	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	Herbácea		NE
Zacate triguillo	<i>Aristida divaricata</i>	Herbácea		NE
Aceitilla	<i>Bebbia juncea</i>	Herbácea		NE

Tabla IV.29. Estrato cactáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Forma Biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Choya guerra	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	Cactácea		NE
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	Cactácea		NE
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	Cactácea		NE
Sahuaro	<i>Carnegiea gigantea</i>	Cactácea	A	NE
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	Cactácea		NE
Catus rojo	<i>Mammillaria grahamii</i>	Cactácea		NE
Catus chupon	<i>Mammillaria mieheana</i>	Cactácea		NE
Pitaya dulce	<i>Stenocereus thurberi</i>	Cactácea		NE
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	Cactácea		NE
Choya pelona	<i>Cylindropuntia fulgida</i>	Cactácea		NE
Nopal rastrero	<i>Opuntia rastrera</i>	Cactácea		NE

Con la finalidad de identificar las especies de flora presentes en la microcuenca, y demostrar que las especies a remover se encuentran ampliamente distribuidas en la microcuenca, se realizó un muestreo en dicha microcuenca. La justificación y metodología, así como las variables levantadas, se describen a continuación.

Muestreo

Se decidió realizar un muestreo de la vegetación en la superficie del sistema ambiental que corresponde a los mismos tipos de vegetación que se presentan el área del proyecto y que presentan la misma condición.

Justificación.

El diseño del muestreo fue de manera aleatoria, esto con la finalidad de levantar sitios de muestreo en el tipo de vegetación que se pretende remover con el cambio de uso del suelo. De esta manera, se tendrán elementos para realizar una comparación entre la vegetación de ambos niveles de ecosistemas, siendo, el área de afectación y el sistema ambiental.

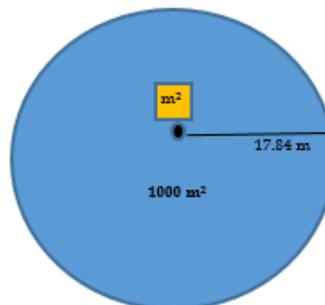
Diseño de muestreo.

El muestreo, fue aleatorio sobre el tipo de vegetación que se pretende remover en el área del proyecto.

Intensidad de muestreo.

Resulta muy baja, esto debido a que la superficie de la microcuenca, es considerable con respecto a la superficie muestreada. Sin embargo, es importante resaltar que el muestreo es representativo, pues permite obtener los índices de diversidad necesarios a nivel microcuenca, con la finalidad de compararlos con los obtenidos a nivel área de afectación, de las especies a remover en la misma. Se realizaron 24 sitios de 1000 m².

Los sitios de muestreo se realizaron de 1000m² con un radio de 17.84m dentro de los cuales se contó el número total de individuos del estrato arbóreo, recabando de los mismos los datos dasométricos, tales como: altura, diámetro y copa. Para el estrato arbustivo y cactáceo se contó el total de individuos recabando su altura y cobertura aérea. Para el estrato herbáceo se contó el número de individuos en un metro cuadrado colocado en dirección norte a 3 metros del centro del sitio de muestreo, como se representa a continuación:



A continuación, se presentan los datos recabados en campo para cada uno de los sitios de muestreo.

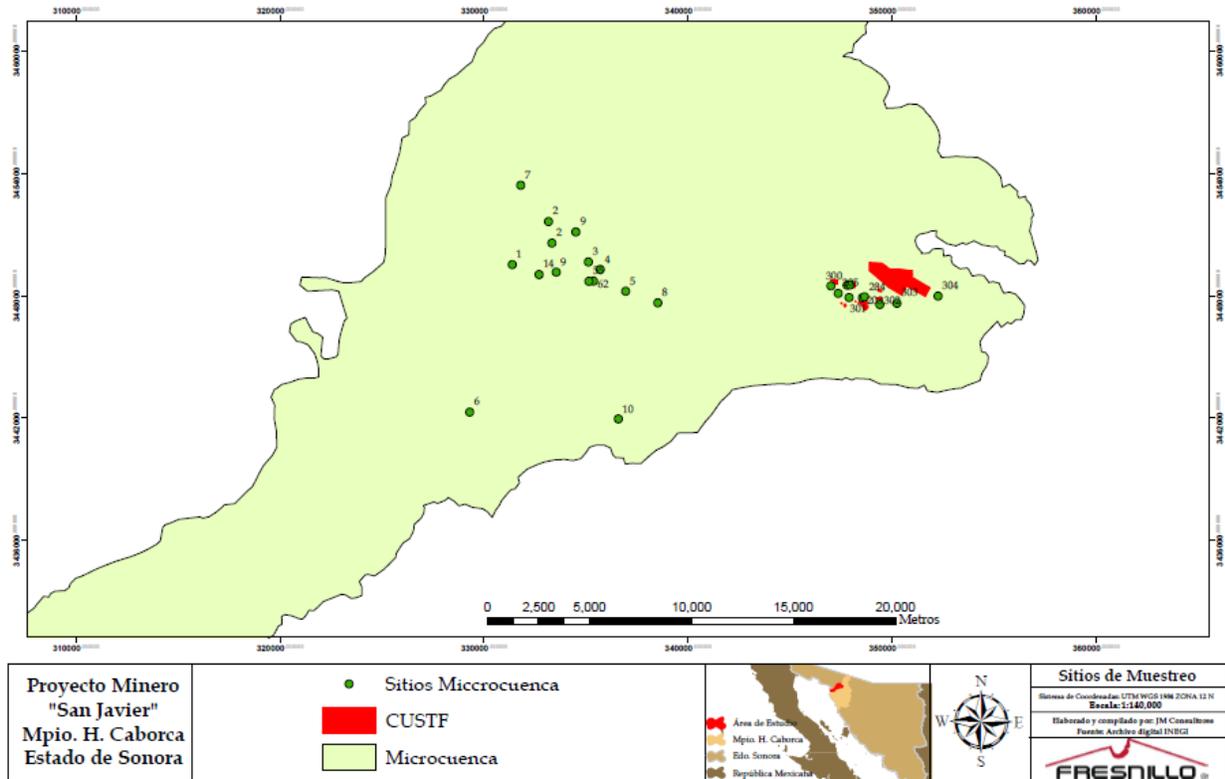


Figura IV.21. Sitios de muestreo

Tabla IV.30. Estrato arbóreo

Nombre científico	Sitios																					
	Clave	2	3	4	5	6	8	9	10	14	55	201	202	203	204	205	300	301	302	303	304	Total general
<i>Cercidium microphyllum</i>	11	7	10	0	0	2	28	4	5	2	1	3	3	23	3	0	1	7	0	0	4	103
<i>Bursera microfla</i>	14	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	3	1	0	0	1	21	0	3	6	4	41
<i>Prosopis velutina</i>	28	0	0	0	4	0	19	0	1	0	0	0	0	46	0	0	0	2	0	0	0	72
<i>Olneya tesota</i>	30	0	1	0	0	12	0	0	6	0	0	0	0	22	0	3	1	5	1	3	0	54
<i>Prosopis juliflora</i>	31	0	0	1	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	17
Total	7	12	1	17	14	47	5	12	2	1	6	4	91	3	4	23	17	4	9	8	287	

Tabla IV.31. Estrato Arbustivo

Nombre científico	Sitio																								Total general
	Clave	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	14	55	62	201	202	203	204	205	300	301	302	303	304	
<i>Larrea tridentata</i>	1	1	77	11	42	3	0	23	0	24	0	9	13	23	47	43	0	15	41	33	36	17	42	26	526
<i>Lycium andersonii</i>	2	0	0	0	2	29	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	69
<i>Fouquieria splendens</i>	4	0	6	5	0	0	0	8	0	7	0	5	6	0	0	4	0	4	0	0	0	0	4	0	49
<i>Jatropha cuneata</i>	6	0	17	39	19	0	0	0	0	77	7	68	22	0	29	19	0	14	26	23	0	30	9	22	421
<i>Encelia californica</i>	7	0	50	42	31	135	0	14	27	68	0	0	0	49	27	9	21	26	28	14	18	22	31	612	
<i>Ambrosia dumosa</i>	8	0	28	13	8	0	0	0	0	62	12	7	0	7	0	15	0	0	0	24	0	0	0	0	176
<i>Encelia farinosa</i>	9	18	13	0	0	0	5	0	12	23	7	12	1	0	15	7	0	10	9	0	24	0	6	22	184
<i>Partenium incanum</i>	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	5	0	0	12	0	0	0	0	0	0	2	0	37
<i>Maytenus phyllanthoides</i>	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4
<i>Simmondsia chinensis</i>	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Condalia correllii</i>	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Total	19	191	110	102	167	5	45	39	261	71	101	54	30	140	127	10	64	102	110	85	65	87	103	2088	

Tabla IV.32. Estrato Cactáceo

Nombre científico	Sitio																							Total general
	Clave	1	2	3	4	5	7	8	9	10	14	55	62	201	202	204	205	300	301	302	303	304		
<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	5	99	81	4	29	0	21	46	148	0	126	112	10	0	2	7	31	7	2	8	6	5	744	
<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	10	0	7	27	7	1	0	0	8	0	3	7	0	1	13	0	12	1	0	2	2	3	94	
<i>Ferocactus pringlei</i>	12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	2	2	0	0	0	1	1	10	
<i>Canegia gigantea</i>	13	1	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	2	2	0	2	2	0	1	5	1	20	
<i>Lophocereus schottii</i>	16	0	0	0	2	8	0	0	1	12	0	2	1	6	0	0	0	0	4	0	11	0	47	
<i>Mammillaria grahamii</i>	17	0	10	0	0	0	0	0	50	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	
<i>Mammillaria mieheana</i>	18	0	0	0	0	0	0	0	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	
<i>stenocereus thurberi</i>	19	0	1	6	4	1	3	0	1	1	1	1	0	0	3	4	4	5	1	7	1	2	46	
<i>Echinocereus nicholii</i>	20	1	0	0	0	0	0	61	0	0	0	0	1	0	2	0	3	0	0	1	0	2	9	
<i>Cylindropuntia fulgida</i>	21	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	
<i>Opuntia rastrera</i>	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	
Total		137	99	37	42	11	24	107	222	13	143	134	17	9	25	13	54	16	7	19	26	15	1170	

Tabla IV.33. Estrato herbáceo

Nombre científico	Sitio																							Total general
	Clave	1	2	3	4	6	7	8	9	10	14	55	62	201	202	203	204	205	300	301	302	303	304	
<i>Tidestromia lanuginosa</i>	3	10	28	25	26	0	19	39	18	10	6	7	6	0	0	0	0	15	6	0	0	3	0	218
<i>Bebbia juncea</i>	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	39
<i>Lepidium intermedium</i>	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	18	0	0	12	8	0	0	3	1	0	60
<i>Brickellia baccharidea</i>	25	3	0	0	1	0	0	0	25	16	0	0	0	18	0	7	0	0	0	0	0	1	0	54
<i>Cenchrus myosuroides</i>	26	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	28
<i>Dyssodia anomala</i>	27	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	8	0	9	0	0	0	20	0	20	62
<i>Krameria grayi</i>	34	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	4	0	0	5	9	0	1	0	0	3	22
<i>Chorizanthe rigida</i>	35	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	6	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	36
<i>Horsfordia alata</i>	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	10	0	0	0	16

Nombre científico	Sitio																								Total general
	Clave	1	2	3	4	6	7	8	9	10	14	55	62	201	202	203	204	205	300	301	302	303	304		
<i>Muhlenbergia microsperma</i>	40	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Aristida divaricata</i>	41	3	0	0	0	0	18	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	31
Total general		16	28	25	43	27	37	42	43	32	6	31	6	45	62	13	26	32	6	18	23	5	23	589	

Tabla IV.34. Coordenadas de sitios de muestreo

No. de Sitio	x	y
300	347004	3448466
301	347896	3447892
302	349407	3447556
303	350239.681	3447616.22
304	352259.356	3447972.92
1	331386	3449506
2	333162.492	3451621.46
3	335112.996	3449644.02
4	335703.69	3449273.98
5	336937.901	3448208.75
6	329298.775	3442282.87
7	331793.13	3453396.72
8	338518.935	3447636.53
9	334507	3451110
10	336591.095	3441943.89
62	335362	3448699
201	347801.687	3448506.99
202	347938.664	3448509.44
203	348549.753	3447885.79
204	348653.205	3447937.38



Proyecto: Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, para proyecto Minero "San Javier", en el H. Municipio de Caborca, Estado Sonora

No. de Sitio	x	y
205	347360.919	3448102.52
2	333324.879	3450566.66
9	333541.767	3449138.25
55	335141.676	3448694.13
14	332700.46	3449026.49

Ecuación de Clench

A continuación, se presenta el análisis con respecto a la ecuación de Clench, según este modelo, la probabilidad de encontrar una nueva especie aumentará (hasta un máximo) conforme se incrementa el esfuerzo de muestreo, en este caso, al incrementar las áreas de muestreo. El análisis se realiza en el programa Estimate 9.10 el aleatoriza los datos para posteriormente procesarlos en el programa Statistica 13.2, en el cual se analizan los datos de la siguiente manera:

1. Primeramente debemos construir la matriz de datos, una matriz en la que las filas representan las especies y las columnas las unidades de esfuerzo de muestreo.
2. El archivo se carga en el programa Estimates y se introduce el número de aleatorizaciones deseadas (recomendamos un mínimo de 100).
3. De la tabla de resultados nos interesan las dos primeras columnas: el número de muestras y el número de especies promedio acumuladas.
4. Estos resultados se exportan a un programa de tratamiento estadístico de datos y se accede al módulo de Estimación No Lineal.
5. En el submódulo que permite al usuario introducir un modelo matemático concreto, se escribe la función deseada según la notación específica del programa empleado. En este caso ajustaremos el modelo de Clench.

$$V2=(a*v1)/(1+(b*v1))$$

6. Seguidamente se selecciona el método de ajuste o de estimación de los parámetros del modelo. Emplearemos el método de Simplex and Quasi Newton.
7. En los resultados se obtiene lo siguiente:
 - i) El coeficiente de determinación (R^2). Un valor de 0.9956, cercano a 1, indica un buen ajuste del modelo.
 - ii) Los parámetros de la función, a y b.
 - iii) La gráfica de la función ajustada a los datos.

8. Con los datos obtenidos se evalúa la calidad del inventario calculando la pendiente al final de la curva, para Clench, pendiente (en un punto n) = $a/(1+b*n)^2$

Esta pendiente, menor de 0.1, nos indica que hemos logrado un inventario bastante completo y altamente fiable.

La proporción de flora registrada también nos da idea de la calidad del inventario:

Sobs/(a/b)

Finalmente se estima el esfuerzo de muestreo necesario para registrar una determinada proporción de flora.

$$n_{0.95}=0.95/[b*(1-0.95)]$$

A medida que el inventario se va completando se hace más difícil capturar especies nuevas; cuando los inventarios poseen un alto grado de fiabilidad, el esfuerzo necesario para aumentar la proporción de flora encontrada puede ser desproporcionadamente elevado. Es muy probable que la relación entre el coste (temporal, económico, humano) y la mejora en los resultados no compense; puesto que el conocimiento de la flora no aumentará.

Para definir el número de sitios se van ingresando los datos y realizando el análisis hasta llegar a un número de sitios en que el muestreo sea aceptable.

A continuación, se muestran los resultados de dicho procedimiento (ecuación de Clench) para el muestreo realizado para la microcuenca:

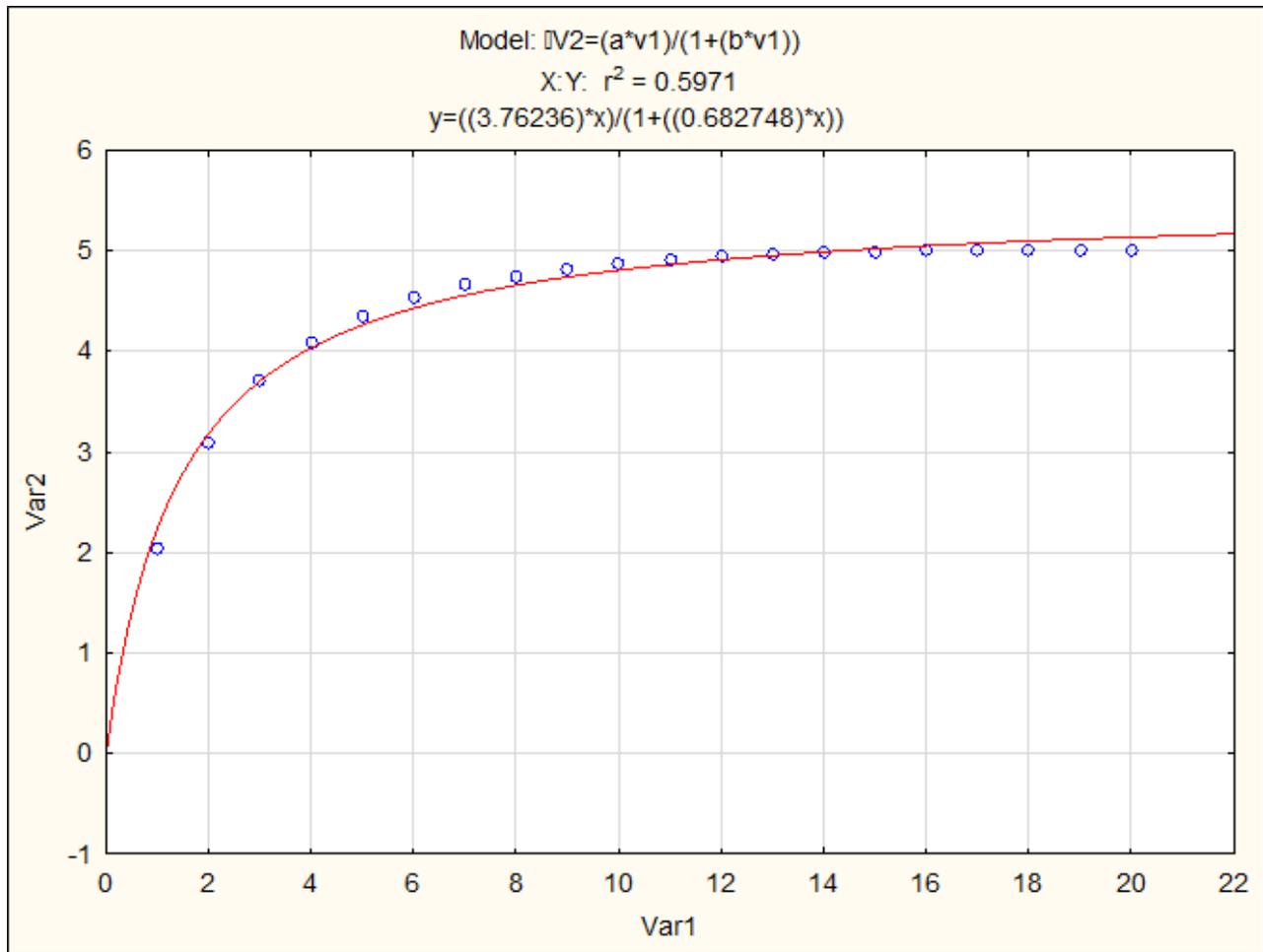


Gráfico IV.1. Clench para estrato arbóreo

Como se observa en gráfico IV.1, r^2 corresponde a 0.5971 lo que indica que valores cercanos a 1 tienen un buen ajuste del modelo, en este caso el ajuste del modelo no es muy cercano a 1. Asimismo, el cálculo de la pendiente de la curva corresponde a 0.01, recordando que valores menores a 0.1 indican que el inventario es completo y fiable. Por otro lado, los cálculos indican que se registró el 90.73% de las especies en la zona, y que para contar con una confiabilidad del 95% se tendrían que realizar 27 sitios de muestreo adicionales para aumentar el conocimiento en 4.27%, por lo que los datos obtenidos son confiables para realizar el análisis de diversidad.

Con respecto a los estimadores se observó lo siguiente:

Tabla IV.35. Estimadores

Samples	Sobs	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
1	2.05	2.02	2.02	2.02
2	3.1	3.94	4.24	3.7
3	3.71	4.36	5.01	4.37

Samples	Sobs	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
4	4.09	4.73	5.51	4.9
5	4.35	4.68	5.49	5.04
6	4.53	4.9	5.65	5.2
7	4.66	4.95	5.53	5.22
8	4.75	5.02	5.45	5.22
9	4.82	4.93	5.23	5.13
10	4.88	4.91	5.17	5.11
11	4.92	4.94	5.17	5.14
12	4.95	4.92	5.07	5.08
13	4.97	4.96	5.14	5.12
14	4.98	4.98	5.11	5.11
15	4.99	4.96	5.05	5.08
16	5	5	5.13	5.13
17	5	5	5.13	5.12
18	5	5	5.04	5.08
19	5	5	5	5.05
20	5	5	5	5.04

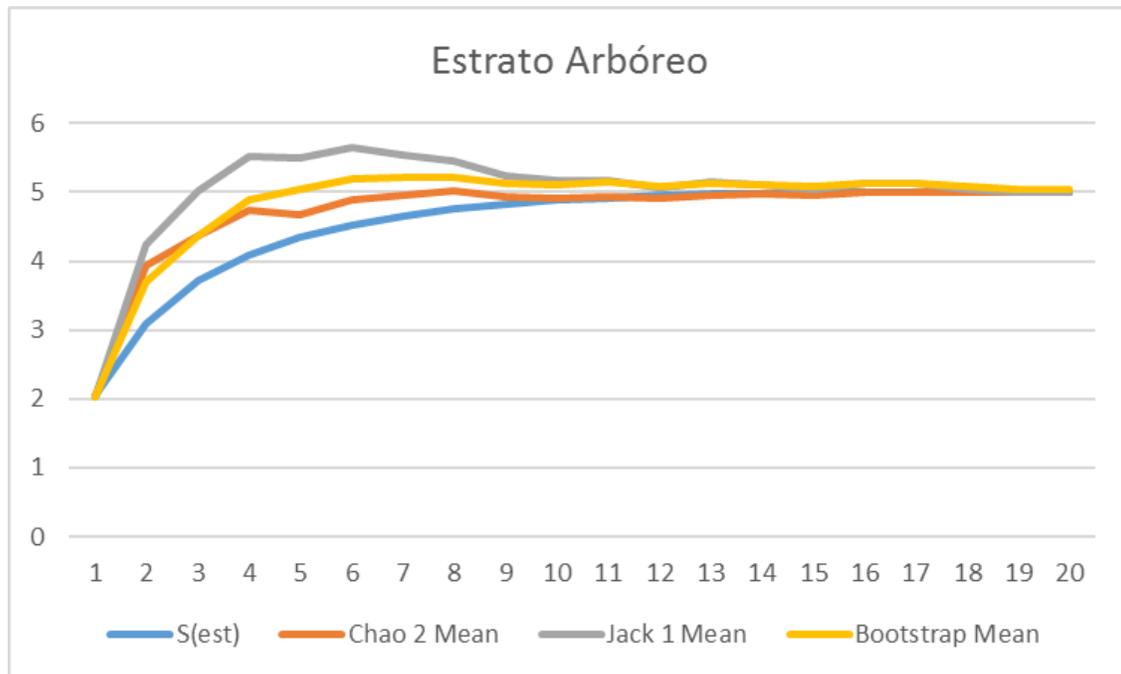


Figura IV.22. Estimadores para estrato arbóreo

Como se observa en la tabla anterior para el estrato arbóreo, se encontraron 5 especies en 20 sitios, de acuerdo con los estimadores Chao2 estima que se pueden encontrar 5 especies, por lo cual se registró el 100% de las especies esperadas; de acuerdo con Jack1 se pueden registrar 5 especies,

registrando un 100% de las especies y de acuerdo con Bootstrap se pueden encontrar 5.04 especies, con lo que se registraron 86.20% de las especies, con lo que se considera un muestreo confiable para realizar índices de diversidad.

Con respecto al estrato arbustivo r^2 corresponde a 0.8205 lo que indica que valores cercanos a 1 tienen un buen ajuste del modelo, en este caso el ajuste del modelo se considera confiable. Asimismo, el cálculo de la pendiente de la curva corresponde a 0.03, recordando que valores menores a 0.1 indican que el inventario es completo y fiable. Por otro lado, los cálculos indican que se registró el 94.29% de las especies en la zona, y que para contar con una confiabilidad del 95% se tendrían que realizar 40 sitios de muestreo adicionales para aumentar el conocimiento en 0.71%, por lo que los datos obtenidos son confiables para realizar el análisis de diversidad.

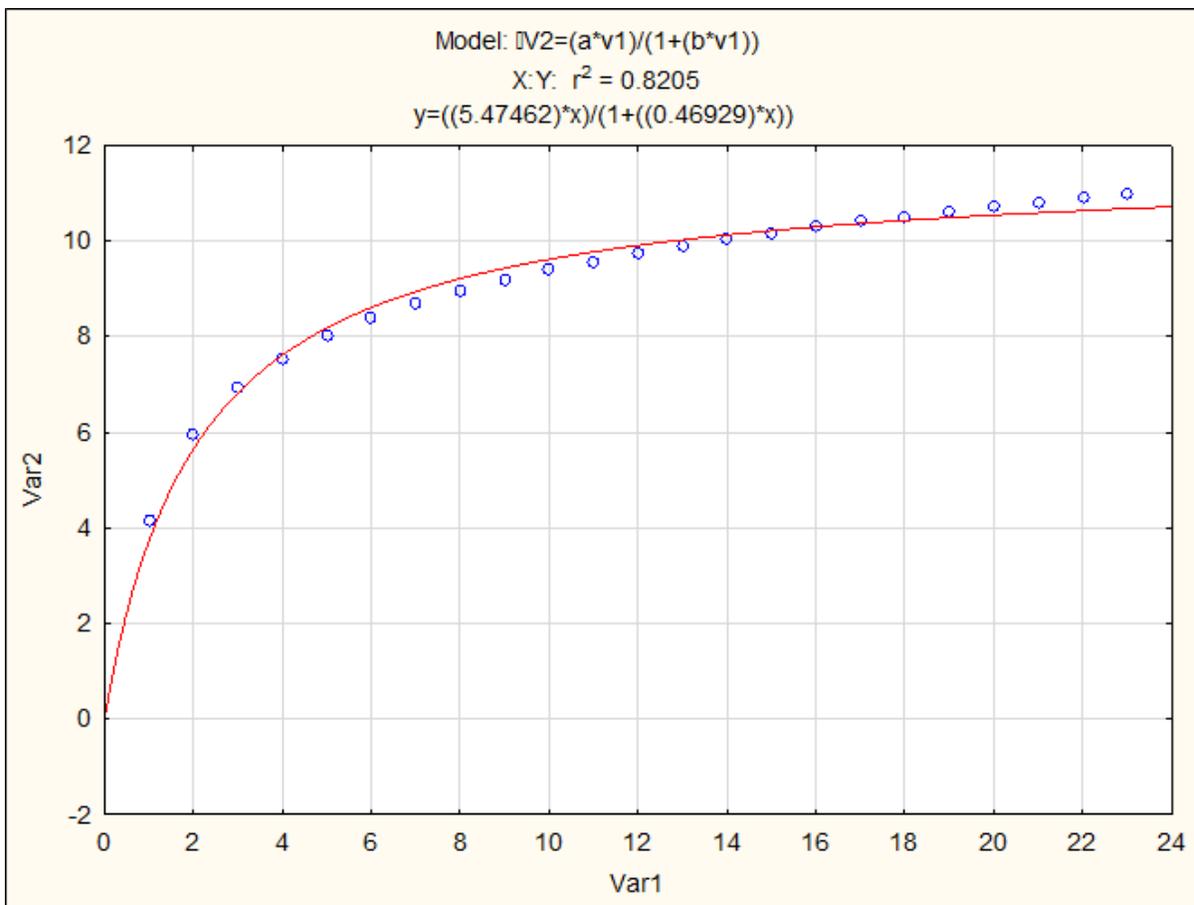


Gráfico IV.2. Clench para estrato arbustivo

Tabla IV.36. Estimadores para estrato arbustivo

Samples	Sobs	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
1	4.17	3.78	3.78	3.78
2	5.97	7.27	7.62	6.69
3	6.93	7.61	8.59	7.62
4	7.55	8.4	9.3	8.36
5	8.02	9.24	9.88	8.89
6	8.39	9.21	10.04	9.13
7	8.7	9.79	10.49	9.49
8	8.96	9.96	10.94	9.89
9	9.2	9.96	10.93	9.97
10	9.41	10.16	10.97	10.08
11	9.58	10.64	11.43	10.42
12	9.75	10.9	11.74	10.65
13	9.91	11.22	12.18	11.01
14	10.05	11.44	12.37	11.18
15	10.18	11.42	12.45	11.27
16	10.3	11.61	12.6	11.4
17	10.42	11.55	12.61	11.46
18	10.52	11.75	12.7	11.53
19	10.63	11.55	12.63	11.54
20	10.73	11.66	12.72	11.62
21	10.82	11.69	12.8	11.72
22	10.91	11.82	12.96	11.84
23	11	11.48	12.91	11.87

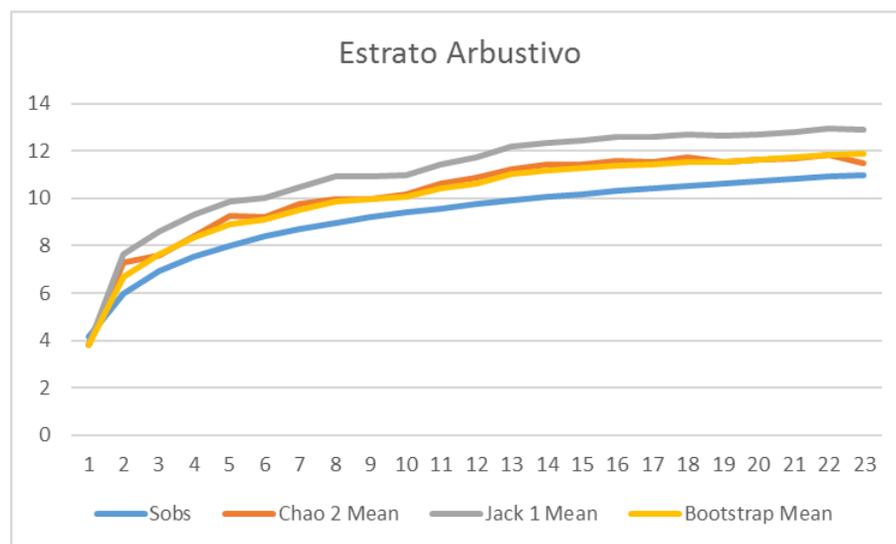


Figura IV.23. Estimadores para estrato arbustivo

Para verificar el esfuerzo y las especies registradas en el muestreo se analizan estimadores no paramétricos para los distintos estratos de la vegetación, asimismo se tomaron en cuenta aquellos estimadores que estiman las especies de acuerdo a la presencia-ausencia de las especies, siendo estos Chao2, Jack1 y Bootstrap.

De acuerdo a lo que se observa para el estrato arbóreo se encontraron 11 especies, y de acuerdo con Chao2 se pueden encontrar 11.48 especies por lo que se registró de acuerdo con este estimador un 95.81%, para Jack1 se pudieran encontrar 12.91 especies, registrando un 75.20% de las especies, para el caso de Bootstrap se pudieran encontrar 11.87 especies, de las cuales se registró un 92.67%.

Para el estrato cactáceo se obtuvo un ajuste al modelo con un 73.99% (r^2), por lo que se considera un ajuste confiable para desarrollar índices de diversidad. Para el caso de la pendiente de Clench se obtiene un valor de 0.04, recordando que valores cercanos a 0.1 se considera un inventario fiable, encontramos que dicho muestreo es confiable para realizar índices de diversidad, de igual manera se registró el 91.09% de las especies.

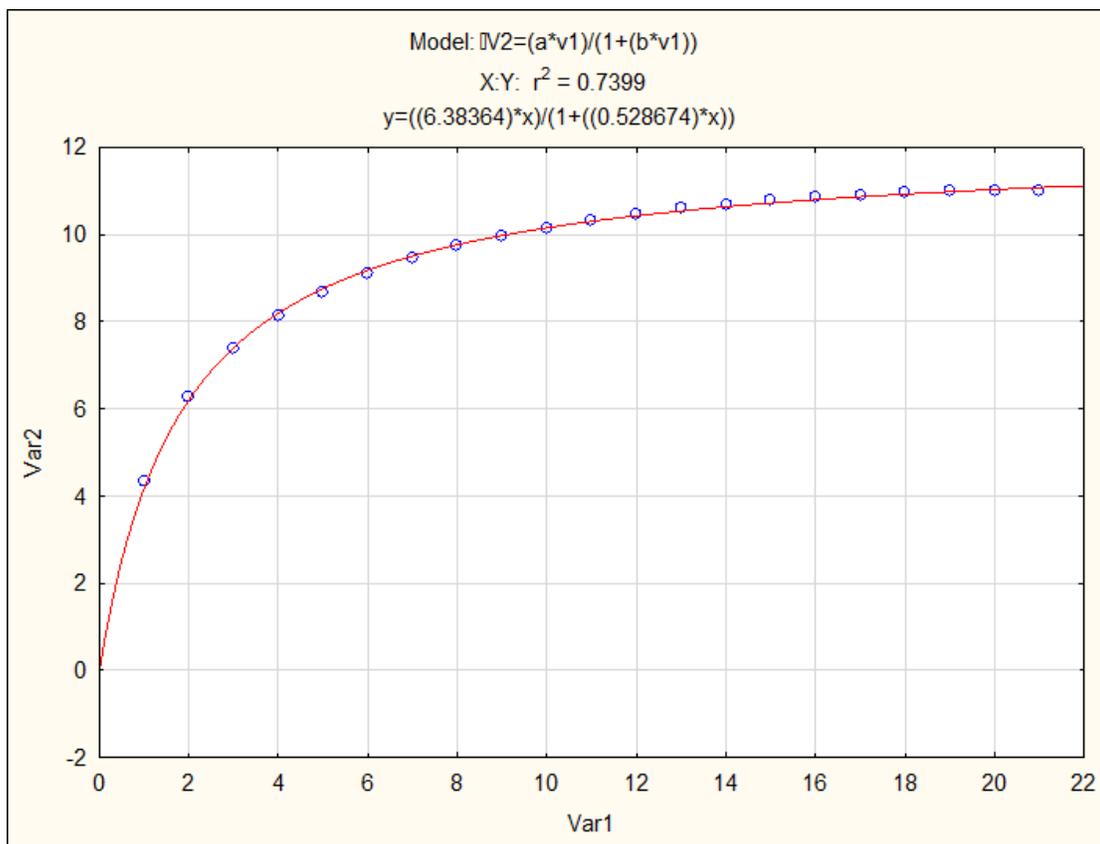


Gráfico IV.3. Clench para estrato cactáceo

Tabla IV.37. Estimadores para estrato cactáceo

Samples	Sobs	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
1	4.33	4.44	4.44	4.44
2	6.26	7.65	8.22	7.25
3	7.37	9.1	9.71	8.56
4	8.12	9.52	10.38	9.28
5	8.68	9.71	10.69	9.67
6	9.1	10.17	11.19	10.16
7	9.45	10.69	11.64	10.62
8	9.73	10.48	11.67	10.74
9	9.95	10.71	11.66	10.82
10	10.15	11.06	11.94	11.04
11	10.32	11.21	12.08	11.2
12	10.46	11.05	12.06	11.31
13	10.59	10.98	12	11.38
14	10.69	10.88	11.86	11.31
15	10.78	10.99	11.95	11.45
16	10.86	11.13	12.08	11.58
17	10.91	11.02	11.8	11.52
18	10.96	11.01	11.7	11.54
19	10.99	11.01	11.51	11.5
20	11	11	11.4	11.48
21	11	11	11	11.38

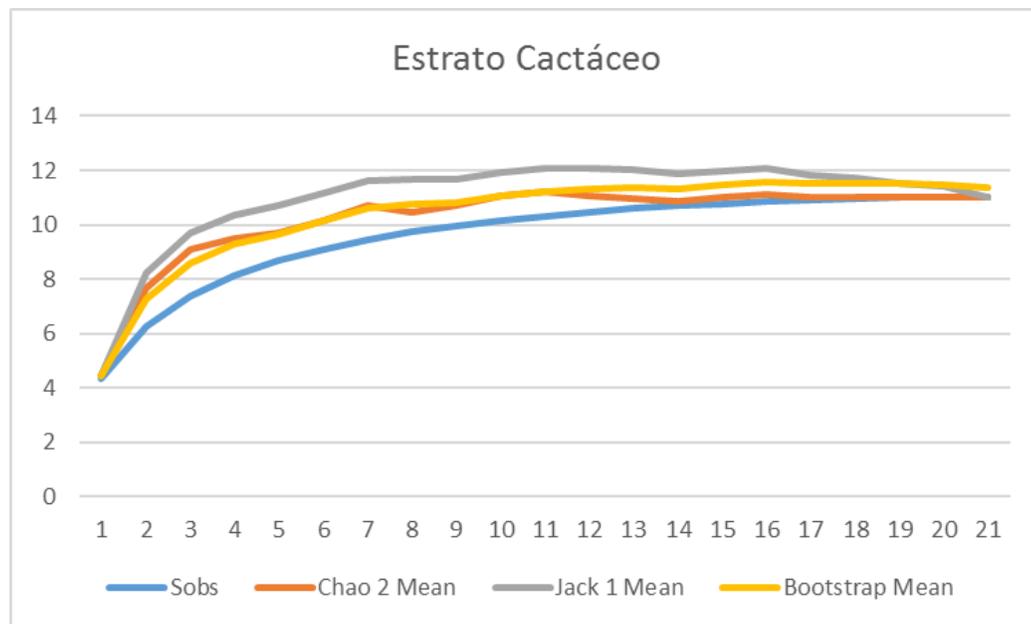


Figura IV.24. Estimadores de estrato cactáceo

Como se observa en la tabla y figuras anteriores Chao2 indica que se deben encontrar 11 especies, por lo que de acuerdo con este estimador se registró el 100% de las especies, con respecto a Jack1 se encontraron 11 de las 11 especies esperadas, registrando el 100%, para Bootstrap se debieran encontrar 11.38 especies por lo que se registró el 96.66%, por lo que el muestreo es confiable para realizar el análisis de diversidad.

Para el estrato herbáceo se obtuvo un ajuste al modelo de 0.8372, con una pendiente de 0.08 por lo que se considera un muestreo confiable debido a que se registró el 83.10% de las especies.

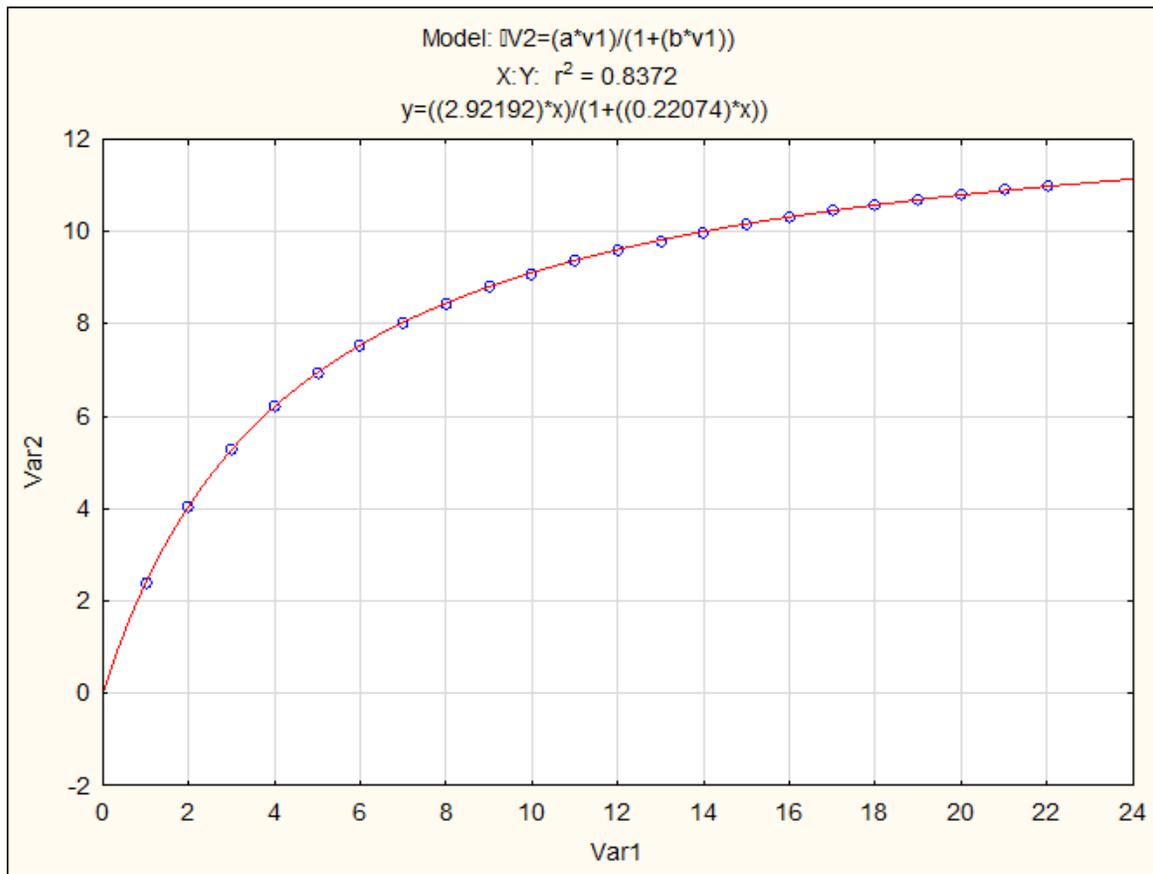


Gráfico IV.4. Clench para estrato herbáceo

Tabla IV.38. Estimadores del estrato herbáceo

Samples	Sobs	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
1	2.41	2.4	2.4	2.4
2	4.06	6.55	5.84	4.98
3	5.28	7.56	7.86	6.51
4	6.21	9.67	9.46	7.79
5	6.95	10.54	10.54	8.72
6	7.55	10.39	10.92	9.21

Samples	Sobs	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
7	8.04	10.55	11.24	9.59
8	8.45	10.43	11.52	9.99
9	8.81	10.23	11.52	10.16
10	9.09	10.51	11.71	10.38
11	9.36	10.99	12.03	10.66
12	9.59	10.55	11.75	10.6
13	9.8	10.81	12.18	10.95
14	9.98	11.13	12.35	11.11
15	10.15	11.32	12.49	11.24
16	10.31	11.37	12.49	11.33
17	10.45	11.48	12.54	11.43
18	10.58	11.43	12.59	11.53
19	10.7	11.64	12.8	11.75
20	10.81	11.42	12.78	11.83
21	10.91	11.39	12.78	11.88
22	11	11.32	12.91	12.02

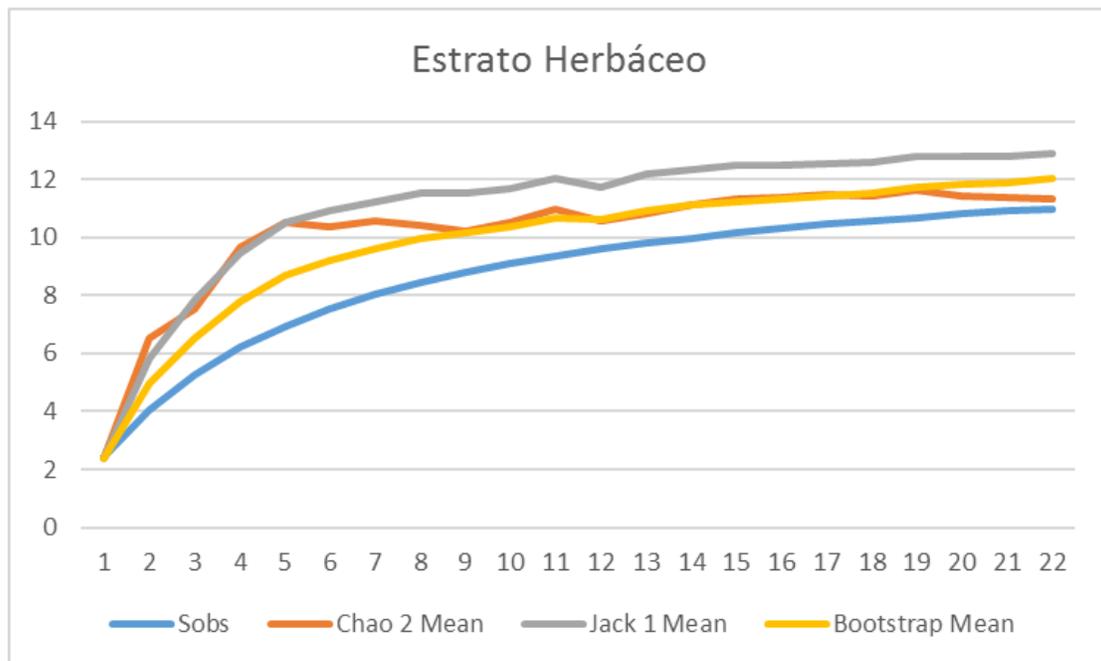


Figura IV.25. Estimadores de estrato herbáceo

De acuerdo a lo que se observa para el estrato arbóreo se encontraron 11 especies, y de acuerdo con Chao2 se pueden encontrar 11.32 especies por lo que se registró de acuerdo con este estimador un 97.17%, para Jack1 se pudieran encontrar 12.91 especies, registrando un 75.20% de las especies, para el caso de Bootstrap se pudieran encontrar 12.02 especies, de las cuales se registró un 91.51%.

Variables recabadas.

En cada uno de los sitios de muestreo, se levantaron las siguientes variables: Especie, Diámetro y altura (individuos del estrato arbóreo), cobertura aérea y altura (individuos de los individuos arbustivo y herbáceo) y datos ecológicos del sitio, tales como pendiente, tipo de suelo, grado de erosión, etc.

Una vez recabada la información anterior, se procedió a calcular los índices de riqueza específica correspondientes; siendo estos, el Índice de Shannon, el índice de Margalef y la equitatividad de Pielou. Es importante resaltar que dichos índices se calcularon por estrato de vegetación, siendo los estratos, arbóreo, arbustivo, herbáceo y cactáceo. A continuación, se describe cada uno de los índices calculados.

Índice de Shannon.

El índice de Shannon pretende resolver la riqueza y la uniformidad de las especies en una expresión sencilla.

Para calcular el índice de Shannon es necesario seguir los siguientes pasos:

- Como primer paso, se calcula la "Abundancia Relativa" de cada especie. Donde se divide la abundancia, es decir el número de individuos de cada especie, entre el Número Total de individuos de la zona sujeta a cambio de uso del suelo.
- Después se calcula la riqueza específica de las especies, apoyándose en el cálculo del índice de Margalef.
- Finalmente se calcula el índice de Shannon, mismo que indica el nivel de diversidad de las especies, así como la distribución de las mismas.

La fórmula para calcular el índice de Shannon es la siguiente:

$$H = -\sum (P_i) (\text{LOG } P_i)$$

El índice de Shannon indica que todos los individuos que sean muestreados al azar, al momento de tomar una muestra que represente a todos los de la comunidad.

P_i = Proporción de individuos de cada especie en la comunidad, esta proporción se estima a partir de n/N , que es la relación entre el número de individuos de la especie $i(n_i)$ y el número total de individuos de todas las especies (N). En esta fórmula se utiliza el logaritmo natural (\ln) para una mayor facilidad de cálculo, los resultados serán comparables si los datos fueron realizados con los mismos bases. El índice de Shannon - Wiener esta descrito

para comunidades indefinidamente grandes que no se pueden estudiar en su totalidad, su resultado es un valor estimado.

Con la finalidad de comparar el valor calculado para este índice (H CALCULADA), se obtiene el máximo valor alcanzable (H MAXIMA), mismo que se calcula con la siguiente fórmula:

$H_{MAX} = \ln SP$; Donde:

H_{MAX} = Máximo valor alcanzable para el índice de Shannon

\ln = Logaritmo natural

SP = Número de especies presentes

Equitatividad de Pielou.

Se calcula a partir de los resultados obtenidos mediante el índice de Shannon.

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 (Magurran, 1988)

Su fórmula es $H\text{-CALCULADA}/H\text{-MÁXIMA}$

Índice de Margalef.

Es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

El índice de Margalef fue propuesto por el biólogo y ecólogo catalán Ramón Margalef y tiene la siguiente expresión:

$$I = (s-1) / \ln N$$

Donde:

I = Biodiversidad

S = Número de especies presentes en el área

N = Número total de los individuos de todas las especies.

Índice de valor de importancia

Por otro lado, se calculó el índice de valor de importancia de las especies florísticas a remover, el cual indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a las demás, esto en función de la cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de

los individuos de dicha especie. Para el cálculo de dicho índice, es necesario conocer tres variables: densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia. Las primeras dos variables corresponden al número de individuos de cada especie, en relación al número total de individuos de todas las especies; mientras que la dominancia indica el nivel de ocupación de los individuos; para obtener este último parámetro, es necesario conocer el área basal de los individuos fustales, y la cobertura aérea de arbustos y herbáceas. La fórmula para el cálculo de dicho índice se desglosa a continuación:

$$\text{I.V.I} = \text{DR} + \text{FR} + \text{D}$$

Donde:

I.V.I = Índice de Valor de Importancia.

DR= Densidad relativa

FR= Frecuencia relativa

D= Dominancia

Los resultados del cálculo se muestran en las siguientes tablas y se anexa memoria de cálculo en anexo 7.

Tabla IV.39. Índices de diversidad del estrato arbóreo a nivel microcuenca. (Índice de Shannon, Índice de Margalef y Equitatividad de Pielou)

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Especifica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	103	0.358885017	0.253652192	0.36776858
Bursera micrófila	<i>Bursera microfila</i>	41	0.142857143	0.100968348	0.277987164
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	72	0.25087108	0.17731027	0.346908568
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	54	0.18815331	0.132982703	0.31430976
Mezquite de espinas	<i>Prosopis juliflora</i>	17	0.059233449	0.041864925	0.167409654
Totales		287	1		1.474383726

MARGALEF	0.70677843
H CALCULADA	1.47438372
H MÁXIMA	1.60943791
EQUITATIVIDAD	0.91608611

Como se observa en la tabla anterior se obtuvo un valor de Margalef de 0.70 por lo que se tiene un estrato muy poco diverso, asimismo no existe dominancia marcada entre la mayoría de las especies, sin embargo, encontramos que la especie *Prosopis juliflora* presenta solamente 17 individuos, por lo que la equitatividad corresponde a 0.91.

Tabla IV.40. Índices de diversidad del estrato arbustivo a nivel microcuenca. (Índice de Shannon, Índice de Margalef y Equitatividad de Pielou)

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Especifica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Larrea tridentata	<i>Larrea tridentata</i>	526	0.251915709	0.329561699	0.347306297
Garrapatilla	<i>Lycium andersonii</i>	70	0.033524904	0.043858021	0.113832696
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	49	0.023467433	0.030700615	0.088053133
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	421	0.201628352	0.263774668	0.322873351
Lisium	<i>Encelia californica</i>	612	0.293103448	0.38344441	0.359705247
Chamizo	<i>Ambrosia dumosa</i>	176	0.084291188	0.110271595	0.208492395
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	184	0.088122605	0.11528394	0.214052116
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	37	0.017720307	0.023182097	0.071466777
Verdecito	<i>Maytenus phyllanthoides</i>	4	0.001915709	0.002506173	0.011987869
Jojoba	<i>Simmondsia</i>	2	0.000957854	0.001253086	0.006657869

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
	<i>chinensis</i>				
Granjeno	<i>Condalia correllii</i>	7	0.00335249	0.004385802	0.019102664
Totales		2088	1	1.308222106	1.763530413

MARGALEF	1.308222
H CALCULADA	1.763530
H MÁXIMA	2.397895
EQUITATIVIDAD	0.735449

Para el estrato arbustivo se obtuvo un valor de Margalef de 1.30 por lo que el estrato es poco diverso, asimismo se obtuvo un H.C. de 1.76 y un H.M. de 2.39 por lo que se observa que existe una diferencia marcada entre el número de individuos entre especies por lo que se obtiene un valor de equitatividad de 0.73.

Tabla IV.41. Índices de diversidad del estrato herbáceo a nivel microcuenca. (Índice de Shannon, Índice de Margalef y Equitatividad de Pielou)

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	218	0.370118846	0.738908116	0.367872639
Aceitilla	<i>Bebbia juncea</i>	39	0.066213922	0.132189984	0.179761828
Rojito	<i>Lepidium intermedium</i>	60	0.101867572	0.203369206	0.232673849
Peludito	<i>Brickellia baccharidea</i>	71	0.120543294	0.240653561	0.255039028
Picudo	<i>Cenchrus myosuroides</i>	28	0.0475382	0.09490563	0.144811896
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	63	0.106960951	0.213537667	0.2390889
Flor viloeta	<i>Krameria grayi</i>	25	0.042444822	0.084737169	0.134106552
Grenmlin	<i>Chorizanthe rigida</i>	36	0.061120543	0.122021524	0.170826249
Nube	<i>Horsfordia alata</i>	16	0.027164686	0.054231788	0.097951442
Aparejo	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	2	0.003395586	0.006778974	0.019304852
Zacate triguillo	<i>Aristida divaricata</i>	31	0.052631579	0.10507409	0.154970473
Totales		589	1	1.996407709	1.996407709

MARGALEF	1.5677848
H CALCULADA	1.9964077

H MÁXIMA	2.3978952
EQUITATIVIDAD	0.8325666

El estrato herbáceo tiene un valor de 1.56 para Margalef, por lo que es un estrato poco diverso y un H.C. de 1.99 y un H.M. de 2.39 por lo que existe dominancia de unas especies sobre otras, asimismo la equitatividad no es cercana a 1 ya que se obtiene 0.83 por lo que se denota la dominancia de unas especies sobre otras.

Tabla IV.42. Índices de diversidad del estrato cactáceo y agaváceo a nivel microcuenca. (Índice de Shannon, Índice de Margalef y Equitatividad de Pielou)

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	744	0.635897436	0.882900874	0.287882211
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	94	0.08034188	0.111549304	0.202579179
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	10	0.008547009	0.011866947	0.040702341
Sahuaro	<i>Canegia gigantea</i>	20	0.017094017	0.023733894	0.069556013
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	47	0.04017094	0.055774652	0.129133963
Cactus rojo	<i>Mammillaria grahamii</i>	84	0.071794872	0.099682357	0.189103545
Cactus chupón	<i>Mammillaria mieheana</i>	11	0.009401709	0.013053642	0.043876497
Pitaya dulce	<i>stenocereus thurberi</i>	46	0.039316239	0.054587957	0.127231975
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	71	0.060683761	0.084255325	0.170040701
Choya pelona	<i>Cylindropuntia fulgida</i>	41	0.035042735	0.048654484	0.117434757
Nopal rastrero	<i>Opuntia rastrera</i>	2	0.001709402	0.002373389	0.010891644
Totales		1170	1	1.388432825	1.388432825

MARGALEF	1.415476
H CALCULADA	1.388432
H MÁXIMA	2.39789
EQUITATIVIDAD	0.579021

Se obtiene un valor de 1.41 para Margalef para el estrato cactáceo con una dominancia marcada entre especies ya que la equitatividad es de 0.57 lo que se ratifica con un H.C. de

1.38 y un H.M. de 2.39, recordando que entre más alejada este el valor de H.C. del H.M más marcada es la dominancia de las especies que presentan mayor número de individuos.

Tabla IV.43. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo.

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	103	41.200	35.889	15	36.585	91.58	39.503	111.977
Bursera microfila	<i>Bursera microfila</i>	41	16.400	14.286	9	21.951	69.436	29.951	66.188
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	72	28.800	25.087	5	12.195	29.672	12.799	50.081
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	54	21.600	18.815	9	21.951	25.864	11.156	51.923
Mequite de espinas	<i>Prosopis juliflora</i>	17	6.800	5.923	3	7.317	15.28	6.591	19.831
Totales		287	114.80	100	41	100.000	231.832	100.000	300

Como se observa en la tabla anterior la especie de mayor valor de importancia es la especie *Cercidium microphyllum* con 111.97%, en segundo lugar, la especie *Bursera microfila* con 66.18% y en tercer lugar la especie *Olneya tesota* 51.92%, la especie con menor valor de importancia es *Prosopis juliflora* con 19.83% coincidiendo con ser la especie con menor frecuencia, menor dominancia y menor número de individuos.

Tabla IV.44. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo.

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Larrea tridentata	<i>Larrea tridentata</i>	526	210.400	25.192	19	19.588	13.324	7.278	52.057
Garrapatilla	<i>Lycium andersonii</i>	70	28.000	3.352	5	5.155	3.588	1.960	10.467
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	49	19.600	2.347	9	9.278	10.96	5.987	17.612
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	421	168.400	20.163	15	15.464	10.016	5.471	41.098
Lisium	<i>Encelia californica</i>	612	244.800	29.310	17	17.526	60.416	33.002	79.838
Chamizo	<i>Ambrosia dumosa</i>	176	70.400	8.429	9	9.278	2.324	1.269	18.977
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	184	73.600	8.812	15	15.464	78.5184	42.890	67.166
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	37	14.800	1.772	4	4.124	1.352	0.739	6.634
Verdecito	<i>Maytenus phyllanthoides</i>	4	1.600	0.192	2	2.062	1.88	1.027	3.280
Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	2	0.800	0.096	1	1.031	0.36	0.197	1.323
Granjeno	<i>Condalia correllii</i>	7	2.800	0.335	1	1.031	0.332	0.181	1.548
Totales		2088	835.20	100	97	100.000	183.0704	100.000	300

La especie de menor valor de importancia es *Simmondsia chinensis* con 1.323%, las de mayor valor de importancia son *Encelia californica*, *Encelia farinosa* y *Larrea tridentata* con 79.83%, 67.16% y 52.05% respectivamente.

Tabla IV.45. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo.

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	218	87.200	37.012	14	25.926	0.332	13.463	76.401
Aceitilla	<i>Bebbia juncea</i>	39	15.600	6.621	1	1.852	0.2	8.110	16.584
Rojito	<i>Lepidium intermedium</i>	60	24.000	10.187	6	11.111	0.124	5.028	26.326
Peludito	<i>Brickellia baccharidea</i>	71	28.400	12.054	8	14.815	0.088	3.569	30.438
Picudo	<i>Cenchrus myosuroides</i>	28	11.200	4.754	2	3.704	0.04	1.622	10.080
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	63	25.200	10.696	6	11.111	0.058	2.352	24.159
Flor violeta	<i>Krameria grayi</i>	25	10.000	4.244	7	12.963	0.008	0.324	17.532
Grenmlin	<i>Chorizanthe rigida</i>	36	14.400	6.112	3	5.556	1.492	60.503	72.170
Nube	<i>Horsfordia alata</i>	16	6.400	2.716	2	3.704	0.056	2.271	8.691
Aparejo	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	2	0.800	0.340	1	1.852	0.028	1.135	3.327
Zacate triguillo	<i>Aristida divaricata</i>	31	12.400	5.263	4	7.407	0.04	1.622	14.293
Totales		589	235.60	100	54	100.000	2.466	100.000	300

Para el caso del estrato herbáceo las especies de mayor valor de importancia es *Tidestromia lanuginosa* con 76.40%, en segundo lugar, la especie *Chorizanthe rigida* con 72.17% y en tercer lugar la especie *Brickellia baccharidea* con 30.43%, la de menor valor de importancia es *Muhlenbergia microsperma* 3.32%.

Tabla IV.46. Índice de valor de importancia del estrato cactáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	744	297.600	63.590	18	19.780	12.396	24.237	107.607
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	94	37.600	8.034	14	15.385	5.628	11.004	34.423
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	10	4.000	0.855	6	6.593	0.9	1.760	9.208
Sahuaro	<i>Canegia gigantea</i>	20	8.000	1.709	10	10.989	5.608	10.965	23.664
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	47	18.800	4.017	9	9.890	8.704	17.019	30.926
Cactus rojo	<i>Mammillaria grahamii</i>	84	33.600	7.179	4	4.396	0.62	1.212	12.787
Cactus chupón	<i>Mammillaria mieheana</i>	11	4.400	0.940	2	2.198	0.344	0.673	3.811
Pitaya dulce	<i>Stenocereus thurberi</i>	46	18.400	3.932	17	18.681	13.116	25.645	48.258
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	71	28.400	6.068	7	7.692	1.128	2.206	15.966
Choya pelona	<i>Cylindropuntia fulgida</i>	41	16.400	3.504	2	2.198	1.328	2.597	8.299
Nopal rastrero	<i>Opuntia rastrera</i>	2	0.800	0.171	2	2.198	1.372	2.683	5.051
Totales		1170	468.00	100	91	100.000	51.144	100.000	300

La especie de más valor de importancia es *Cylindropuntia bigelovii* con 107.60%, en segundo lugar, la especie *Stenocereus thurberi* con 48.25%, en tercer lugar, la especie *Cylindropuntia*

fulgida var fulgida con 34.42%. La especie de menor valor de importancia *Mammillaria mieheana* 3.81%.

Como se puede observar la vegetación corresponde a matorral desértico micrófilo, con presencia de especies que pertenecen al matorral sarcocaula, la vegetación se encuentra en buen estado de conservación y la dominancia corresponde al estrato arbustivo, con dominancia de especies espinosas en las cactáceas.

Índices de diversidad de matorral desértico micrófilo

Tabla IV.47. Índices de diversidad del estrato arbóreo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	63	0.63	0.547211047	0.29108234
Bursera micrófila	<i>Bursera microfila</i>	6	0.06	0.052115338	0.168804643
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	21	0.21	0.182403682	0.327736027
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	6	0.06	0.052115338	0.168804643
Mezquite de espinas	<i>Prosopis juliflora</i>	4	0.04	0.034743559	0.128755033
Totales		100	1		1.085182686

MARGALEF	0.868588
H CALCULADA	1.085182
H MÁXIMA	1.609437
EQUITATIVIDAD	0.674261

Para este estrato el valor de Margalef es de 0.86 representando a un estrato poco diverso que presenta dominancia de unas especies sobre otras ya que se obtiene un valor de equitatividad de 0.67, ratificando esta dominancia con un H.C. de 1.08 y un H.M. de 1.60.

Tabla IV.48. Índices del estrato arbustivo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Larrea tridentata	<i>Larrea tridentata</i>	262	0.239269406	0.307697605	0.342194764
Garrapatilla	<i>Lycium andersonii</i>	13	0.011872146	0.015267438	0.052635876
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	29	0.026484018	0.034058132	0.096169133

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Especifica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	264	0.24109589	0.310046442	0.3429735
Lisium	<i>Encelia californica</i>	263	0.240182648	0.308872024	0.342585868
Chamizo	<i>Ambrosia dumosa</i>	125	0.114155251	0.146802293	0.247739259
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	125	0.114155251	0.146802293	0.247739259
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	5	0.00456621	0.005872092	0.024607633
Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	2	0.001826484	0.002348837	0.011516644
Granjeno	<i>Condalia correllii</i>	7	0.006392694	0.008220928	0.032299723
Totales		1095	1	1.285988083	1.740461657

MARGALEF	1.28598
H CALCULADA	1.74046
H MÁXIMA	2.30258
EQUITATIVIDAD	0.75587

Para el estrato arbustivo se obtiene un H.C. de 1.74 y un H.M. de 2.30, con lo que se denota la dominancia de algunas especies sobre otras, en este caso la especie *Simmondsia chinensis*, lo anterior se ratifica con una equitatividad de 0.75. El estrato es poco diverso ya que se obtiene un valor de Margalef de 1.28.

Tabla IV.49. Índices de estrato cactáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Especifica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	662	0.689583333	0.814374051	0.256295871
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	62	0.064583333	0.076270681	0.176945346
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	2	0.002083333	0.002460345	0.012862054
Sahuaro	<i>Canegia gigantea</i>	5	0.005208333	0.006150861	0.027382788
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	10	0.010416667	0.012301723	0.047545294
Cactus rojo	<i>Mammillaria grahamii</i>	84	0.0875	0.103334472	0.213160192
Cactus chupón	<i>Mammillaria mieheana</i>	11	0.011458333	0.013531895	0.051207727
Pitaya dulce	<i>stenocereus thurberi</i>	17	0.017708333	0.020912929	0.071430457
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	65	0.067708333	0.079961198	0.182307803

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Especifica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Choya pelona	<i>Cylindropuntia fulgida</i>	41	0.042708333	0.050437064	0.134674802
Nopal rastrero	<i>Opuntia rastrera</i>	1	0.001041667	0.001230172	0.007153056
Totales		960	1	1.180965391	1.180965391

MARGALEF	1.456254
H CALCULADA	1.180965
H MÁXIMA	2.397895
EQUITATIVIDAD	0.492500

Para el estrato cactáceo se obtuvo un valor de Margalef de 1.45 por lo que el estrato es poco diverso y existe una diferencia muy marcada entre la dominancia de unas especies sobre otras ya que se obtiene un valor de H.C. de 1.18 y H.M. de 2.39, recordando que entre más cercana sea H.C. de H.M. es mayor la equitatividad de las especies, no siendo el caso de este estrato ya que obtiene un valor de 0.49.

Tabla IV.50. Índices del estrato herbáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Especifica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	165	0.587188612	0.858390378	0.312624617
Rojito	<i>Lepidium intermedium</i>	18	0.06405694	0.093642587	0.176027375
Peludito	<i>Brickellia baccharidea</i>	29	0.103202847	0.150868612	0.234379738
Picudo	<i>Cenchrus myosuroides</i>	3	0.010676157	0.015607098	0.048467001
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	21	0.074733096	0.109249684	0.193845113
Flor violeta	<i>Krameria grayi</i>	7	0.024911032	0.036416561	0.091982604
Grenmlin	<i>Chorizanthe rigida</i>	21	0.074733096	0.109249684	0.193845113
Nube	<i>Horsfordia alata</i>	10	0.035587189	0.052023659	0.118710661
Zacate triguillo	<i>Aristida divaricata</i>	7	0.024911032	0.036416561	0.091982604
Totales		281	1	1.461864825	1.461864825

MARGALEF	1.4188536
H CALCULADA	1.4618648

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
	H MÁXIMA	2.1972245			
	EQUITATIVIDAD	0.6653233			

Para el estrato herbáceo el índice de Margalef es de 1.41 por lo que tenemos un estrato muy poco diverso que presenta dominancia entre especies ya que entre más alejada este H.C. (1.46) de H.M (2.19) la equitatividad de las especies es dispar, lo que se ratifica con un valor para Pielou de 0.66.

Tabla IV.51. Índice de valor de importancia para estrato arbóreo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	63	52.500	63.000	8	47.059	58.808	61.509	171.568
Bursera micrófila	<i>Bursera microfila</i>	6	5.000	6.000	3	17.647	3	3.138	26.785
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	21	17.500	21.000	2	11.765	20.2	21.128	53.893
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	6	5.000	6.000	2	11.765	6.72	7.029	24.793
Mezquite de espinas	<i>Prosopis juliflora</i>	4	3.333	4.000	2	11.765	6.88	7.196	22.961
Totales		100	83.33	100	17	100.000	95.608	100.000	300

Para el estrato arbóreo *Cercidium microphyllum* es la especie de más alto valor de importancia con 171.56%, en segundo lugar, *Prosopis velutina* con un 53.89% y en tercer valor de importancia la especie *Bursera microfila* 26.78%. La especie con menor valor de importancia es *Prosopis juliflora* con 22.96%.

Tabla IV.52. Índice de Valor de Importancia del estrato Arbustivo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Larrea tridentata	<i>Larrea tridentata</i>	262	218.333	23.927	11	21.569	8.16	12.355	57.851
Garrapatilla	<i>Lycium andersonii</i>	13	10.833	1.187	2	3.922	0.64	0.969	6.078
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	29	24.167	2.648	6	11.765	7.16	10.841	25.254
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	264	220.000	24.110	7	13.725	5	7.571	45.406
Lisium	<i>Encelia californica</i>	263	219.167	24.018	8	15.686	2.548	3.858	43.563
Chamizo	<i>Ambrosia dumosa</i>	125	104.167	11.416	6	11.765	1.54	2.332	25.512
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	125	104.167	11.416	8	15.686	39.824	60.299	87.401
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	5	4.167	0.457	1	1.961	0.48	0.727	3.144
Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	2	1.667	0.183	1	1.961	0.36	0.545	2.689
Granjeno	<i>Condalia correllii</i>	7	5.833	0.639	1	1.961	0.332	0.503	3.103
Totales		1095	912.50	100	51	100.000	66.044	100.000	300

El estrato arbustivo tiene como especie de más valor de importancia *Encelia farinosa* 87.40% y en segundo lugar la especie *Larrea tridentata* con 57.85% y en tercer lugar la especie *Jatropha cuneata* 45.40%, la especie de menor valor de importancia *Simmondsia chinensis* con 2.68%.

Tabla IV.53. Índice de valor de importancia del estrato cactáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	662	551.667	68.958	12	23.529	6.732	23.204	115.692
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	62	51.667	6.458	8	15.686	3.04	10.478	32.623
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	2	1.667	0.208	2	3.922	0.268	0.924	5.054
Sahuaro	<i>Canegia gigantea</i>	5	4.167	0.521	3	5.882	4.264	14.697	21.101
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	10	8.333	1.042	5	9.804	5.308	18.296	29.141
Cactus rojo	<i>Mammillaria grahamii</i>	84	70.000	8.750	4	7.843	0.62	2.137	18.730
Cactus chupón	<i>Mammillaria mieheana</i>	11	9.167	1.146	2	3.922	0.344	1.186	6.253
Pitaya dulce	<i>stenocereus thurberi</i>	17	14.167	1.771	8	15.686	6.68	23.025	40.482
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	65	54.167	6.771	4	7.843	0.388	1.337	15.951
Choya pelona	<i>Cylindropuntia fulgida</i>	41	34.167	4.271	2	3.922	1.328	4.577	12.770
Nopal rastrero	<i>Opuntia rastrera</i>	1	0.833	0.104	1	1.961	0.04	0.138	2.203
Totales		960	800.00	100	51	100.000	29.012	100.000	300

La especie de más alto valor de importancia es *Cylindropuntia bigelovii* con 115.69%, en segundo lugar, *Stenocereus thurberi* con 40.48% y *Cylindropuntia fulgida var fulgida* con 32.62% y la de menor importancia es *Opuntia rastrera* con 2.20%.

Tabla IV.54. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	165	137.500	58.719	9	36.000	0.184	15.862	110.581
Rojito	<i>Lepidium intermedium</i>	18	15.000	6.406	1	4.000	0.032	2.759	13.164
Peludito	<i>Brickellia baccharidea</i>	29	24.167	10.320	3	12.000	0.048	4.138	26.458
Picudo	<i>Cenchrus myosuroides</i>	3	2.500	1.068	1	4.000	0.016	1.379	6.447
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	21	17.500	7.473	2	8.000	0.012	1.034	16.508
Flor violeta	<i>Krameria grayi</i>	7	5.833	2.491	4	16.000	0.78	67.241	85.732
Grenmlin	<i>Chorizanthe rigida</i>	21	17.500	7.473	2	8.000	0.036	3.103	18.577
Nube	<i>Horsfordia alata</i>	10	8.333	3.559	1	4.000	0.028	2.414	9.973
Zacate triguillo	<i>Aristida divaricata</i>	7	5.833	2.491	2	8.000	0.024	2.069	12.560
Totales		281	234.17	100	25	100.000	1.16	100.000	300

La especie de menor valor de importancia es *Cenchrus myosuroides* con 6.44%, las de mayor valor de importancia son *Tidestromia lanuginosa* y *Krameria grayi*, con 110.58% y 85.73% respectivamente.

Como se observa en las tablas anteriores la vegetación que se pudo encontrar en el área de matorral desértico micrófilo corresponde a la que es típica de encontrar en esta asociación de la vegetación.

Índices de valor de importancia para el matorral sarcocaulé

Tabla IV.55. Índices para el estrato arbóreo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Especifica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	40	0.213903743	0.163562838	0.329888591
Bursera micrófila	<i>Bursera microfila</i>	35	0.187165775	0.143117484	0.313645024
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	51	0.272727273	0.208542619	0.354349905
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	48	0.256684492	0.196275406	0.349067193
Mezquite de espinas	<i>Prosopis juliflora</i>	13	0.069518717	0.053157922	0.18534797
Totales		187	1		1.532298682

MARGALEF	0.764656
H CALCULADA	1.532298
H MÁXIMA	1.609437
EQUITATIVIDAD	0.952070

Este estrato resulta ser muy poco diverso, con un valor de Margalef de 0.76, más sin embargo no existe dominancia de especies sobre otras puesto que recordando que entre más cercana es H.C. de H.M. el ecosistema está bien distribuido, en este caso con un H.C. de 1.53 más H.M. de 1.60, lo que se ratifica con una equitatividad de 0.95.

Tabla IV.56. Índice de valor de importancia para estrato arbustivo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Especifica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Larrea tridentata	<i>Larrea tridentata</i>	264	0.265861027	0.308212032	0.352207787
Garrapatilla	<i>Lycium andersonii</i>	57	0.057401813	0.06654578	0.164035977

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	20	0.020140987	0.023349396	0.078650521
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	157	0.158106747	0.183292761	0.291625501
Lisium	<i>Encelia californica</i>	349	0.351460222	0.407446966	0.367507453
Chamizo	<i>Ambrosia dumosa</i>	51	0.051359517	0.059540961	0.152481527
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	59	0.059415911	0.068880719	0.167742598
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	32	0.032225579	0.037359034	0.110694695
Verdecito	<i>Maytenus phyllanthoides</i>	4	0.004028197	0.004669879	0.022213238
Totales		993	1	1.159297528	1.707159298

MARGALEF	1.159297
H CALCULADA	1.707159
H MÁXIMA	2.197224
EQUITATIVIDAD	0.776961

Para el estrato arbustivo se tiene un valor de Margalef de 1.15 por lo que tenemos un estrato poco diverso, con dominancia marcada de algunas especies sobre otras debido a que se obtiene un H.C. de 1.70 y un H.M. de 2.19, que se ratifica con una equitatividad de 0.77.

Tabla IV.57. Índices para estrato cactáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	82	0.39047619	0.653351586	0.367199234
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	32	0.152380952	0.254966473	0.2866852
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	8	0.038095238	0.063741618	0.124482514
Sahuaro	<i>Canegia gigantea</i>	15	0.071428571	0.119515534	0.188504095
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	37	0.176190476	0.294804984	0.305900076
Pitaya dulce	<i>stenocereus thurberi</i>	29	0.138095238	0.231063366	0.273402568
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	6	0.028571429	0.047806214	0.101581373
Nopal rastrero	<i>Opuntia rastrera</i>	1	0.004761905	0.007967702	0.025462417
Totales		210	1	1.673217478	1.673217478

MARGALEF	1.309118
H CALCULADA	1.673217
H MÁXIMA	2.079441
EQUITATIVIDAD	0.804647

El estrato cactáceo obtiene un valor de 1.67 para Margalef, por lo que este estrato es poco diverso, al igual que el estrato arbustivo existe dominancia de algunas especies sobre otras ya que se obtiene un H.C. de 1.67 y un H.M. de 2.07, con una equitatividad de 0.80.

Tabla IV.58. Índices del estrato herbáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Especifica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	53	0.172077922	0.379404164	0.302824081
Aceitilla	<i>Bebbia juncea</i>	39	0.126623377	0.279184196	0.261672037
Rojito	<i>Lepidium intermedium</i>	42	0.136363636	0.300659904	0.271695022
Peludito	<i>Brickellia baccharidea</i>	42	0.136363636	0.300659904	0.271695022
Picudo	<i>Cenchrus myosuroides</i>	25	0.081168831	0.178964228	0.203833113
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	42	0.136363636	0.300659904	0.271695022
Flor violeta	<i>Krameria grayi</i>	18	0.058441558	0.128854244	0.165958131
Grenmlin	<i>Chorizanthe rigida</i>	15	0.048701299	0.107378537	0.147177739
Nube	<i>Horsfordia alata</i>	6	0.019480519	0.042951415	0.076720915
Aparejo	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	2	0.006493506	0.014317138	0.032707484
Zacate triguillo	<i>Aristida divaricata</i>	24	0.077922078	0.171805659	0.198860724
Totales		308	1	2.204839293	2.204839293

MARGALEF	1.7451703
H CALCULADA	2.2048392
H MÁXIMA	2.3978952
EQUITATIVIDAD	0.9194894

Para el estrato herbáceo existe dominancia, pero no es tan marcada debido a que la equitatividad es de 0.91 ratificándose con un H.C. de 2.20 y H.M. de 2.39 y si bien la dominancia de especies no es marcada se tiene un estrato que es muy poco diverso, debido a que se obtiene un valor de Margalef de 1.74.

Tabla IV.59. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	40	33.333	21.390	7	29.167	32.772	24.057	74.614
Bursera micrófila	<i>Bursera microfila</i>	35	29.167	18.717	6	25.000	66.436	48.770	92.486
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	51	42.500	27.273	3	12.500	9.472	6.953	46.726
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	48	40.000	25.668	7	29.167	19.144	14.053	68.888
Mezquite de espinas	<i>Prosopis juliflora</i>	13	10.833	6.952	1	4.167	8.4	6.166	17.285
Totales		187	155.83	100	24	100.000	136.224	100.000	300

La especie de más alto valor de importancia para el estrato arbustivo de la vegetación de matorral sarcocaule es *Bursera micrófila* con 92.48%, en segundo lugar, la especie *Cercidium microphyllum* con 74.61% y *Olneya tesota* con 46.72% y la de menor valor de importancia es *Prosopis juliflora* con 17.28%.

Tabla IV.60. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Larrea tridentata	<i>Larrea tridentata</i>	264	220.000	26.586	9	18.367	5.164	4.413	49.366
Garrapatilla	<i>Lycium andersonii</i>	57	47.500	5.740	3	6.122	2.948	2.519	14.382
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	20	16.667	2.014	4	8.163	3.8	3.247	13.424
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	157	130.833	15.811	8	16.327	5.016	4.286	36.423
Lisium	<i>Encelia californica</i>	349	290.833	35.146	10	20.408	57.868	49.449	105.003
Chamizo	<i>Ambrosia dumosa</i>	51	42.500	5.136	3	6.122	0.784	0.670	11.928
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	59	49.167	5.942	7	14.286	38.6944	33.065	53.292
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	32	26.667	3.223	3	6.122	0.872	0.745	10.090
Verdecito	<i>Maytenus phyllanthoides</i>	4	3.333	0.403	2	4.082	1.88	1.606	6.091
Totales		993	827.50	100	49	100.000	117.0264	100.000	300

Para el estrato arbustivo, la especie de más alto valor de importancia es *Encelia californica* con 105.00, la segunda especie es *Encelia farinosa* con 53.29%, la tercera es la especie *Larrea tridentata* con 49.36%, la de menor valor de importancia es *Maytenus phyllanthoides* con 6.09%.

Tabla IV.61. Índice de valor de importancia del estrato cactáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	82	68.333	39.048	7	16.667	5.664	27.126	82.841
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	32	26.667	15.238	7	16.667	2.588	12.395	44.299
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	8	6.667	3.810	4	9.524	0.632	3.027	16.360
Sahuaro	<i>Canegia gigantea</i>	15	12.500	7.143	7	16.667	1.344	6.437	30.246

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	37	30.833	17.619	4	9.524	3.396	16.264	43.407
Pitaya dulce	<i>stenocereus thurberi</i>	29	24.167	13.810	9	21.429	6.436	30.824	66.062
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	6	5.000	2.857	3	7.143	0.74	3.544	13.544
Nopal rastrero	<i>Opuntia rastrera</i>	1	0.833	0.476	1	2.381	0.08	0.383	3.240
Totales		210	175.00	100	42	100.000	20.88	100.000	300

Para el estrato cactáceo la especie de menor valor de importancia es *Opuntia rastrera* con 3.24%. siendo las de mayor valor de importancia *Cylindropuntia bigelovii*, *stenocereus thurberi* y *Cylindropuntia fulgida var fulgida* con 82.84%, 66.06% y 44.29%.

Tabla IV.62. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	53	44.167	17.208	5	17.241	0.148	10.068	44.517
Aceitilla	<i>Bebbia juncea</i>	39	32.500	12.662	1	3.448	0.2	13.605	29.716
Rojito	<i>Lepidium intermedium</i>	42	35.000	13.636	5	17.241	0.092	6.259	37.136
Peludito	<i>Brickellia baccharidea</i>	42	35.000	13.636	5	17.241	0.04	2.721	33.599
Picudo	<i>Cenchrus myosuroides</i>	25	20.833	8.117	1	3.448	0.024	1.633	13.198
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	42	35.000	13.636	4	13.793	0.046	3.129	30.559
Flor violeta	<i>Krameria grayi</i>	18	15.000	5.844	3	10.345	0.712	48.435	64.624
Grenmlin	<i>Chorizanthe rigida</i>	15	12.500	4.870	1	3.448	0.02	1.361	9.679
Nube	<i>Horsfordia alata</i>	6	5.000	1.948	1	3.448	0.012	0.816	6.213
Aparejo	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	2	1.667	0.649	1	3.448	0.14	9.524	13.621
Zacate triguillo	<i>Aristida divaricata</i>	24	20.000	7.792	2	6.897	0.036	2.449	17.138
Totales		308	256.67	100	29	100.000	1.47	100.000	300

Para el estrato herbáceo la especie de más alto valor de importancia *Krameria grayi* con 64.62%, en segundo lugar, se encuentra la especie *Tidestromia lanuginosa* con 44.51% y la de menor valor de importancia es *Horsfordia alata* con un 6.21%.

Como se observa a lo largo de la descripción de la vegetación, en ambos tipos de vegetación se pueden encontrar las mismas especies que se presentan entre uno y otro tipo de vegetación, lo que denota que la vegetación no tiene una separación muy definida entre ambas asociaciones de vegetación, esto se puede deber a que se existen las zonas de transición entre ambas vegetaciones.

En cuanto a la diversidad florística del área sujeta a cambio de uso del suelo, las especies vegetales encontradas durante el muestreo, son las anotadas en la tabla IV.63.

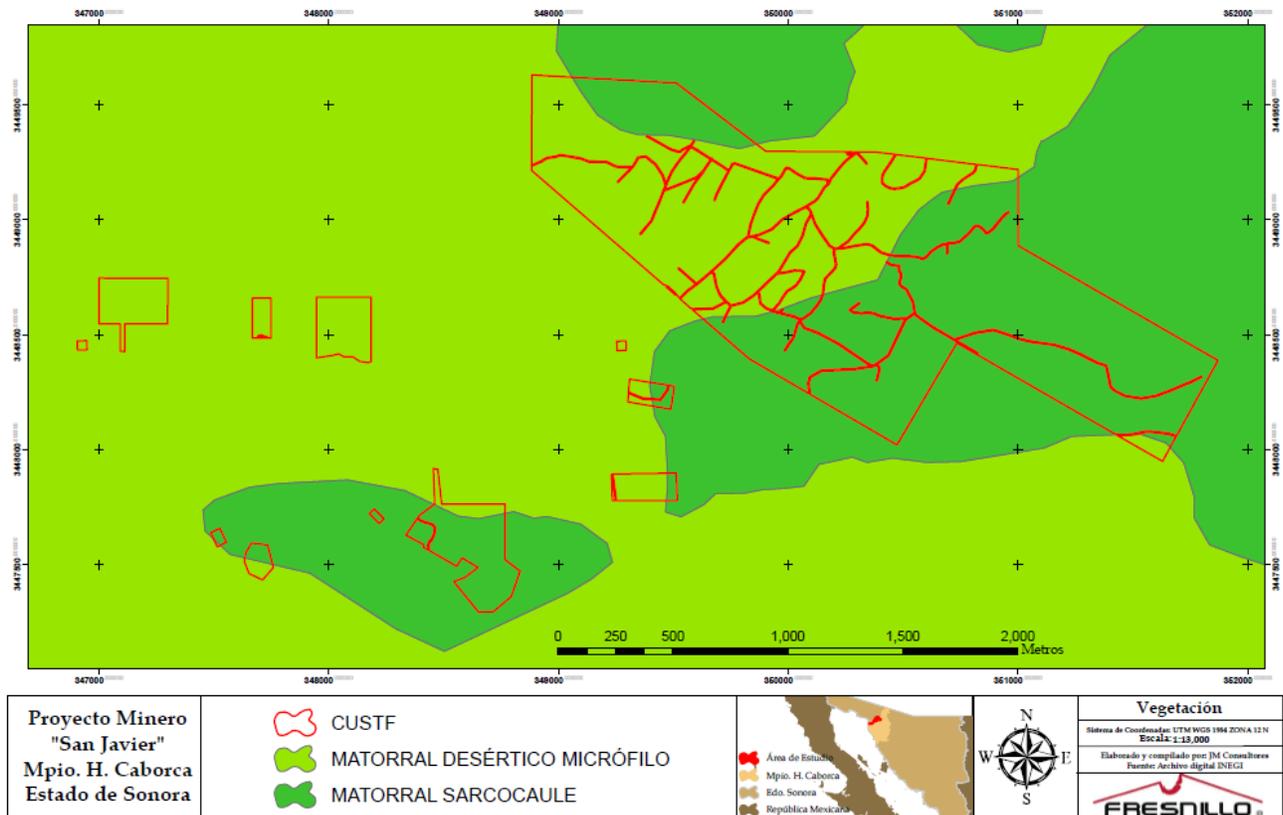


Figura IV.26. Zonas de tipos de vegetación existente de acuerdo a la clasificación de INEGI.

Tabla IV.63. Listado de vegetación presente en el área de afectación.

Nombre común	Nombre científico	Forma Biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	Árbol		NE
Bursera microfila	<i>Bursera microfila</i>	Árbol		NE
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	Árbol		NE
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	Árbol	Pr	NE
Mequite de espinas	<i>Prosopis juliflora</i>	Árbol		NE
Larrea tridentata	<i>Larrea tridentata</i>	Arbusto		NE
Garrapatilla	<i>Lycium andersonii</i>	Arbusto		NE
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	Arbusto		NE
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	Arbusto		NE
Lisium	<i>Encelia californica</i>	Arbusto		NE
Chamizo	<i>Ambrosia dumosa</i>	Arbusto		NE
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	Arbusto		NE

Nombre común	Nombre científico	Forma Biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	Arbusto		NE
Verdecito	<i>Maytenus phyllanthoides</i>	Arbusto		NE
Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	Arbusto		NE
Ganjeno	<i>Condalia correllii</i>	Arbusto		NE
Choya guera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	Arbusto		NE
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	Arbusto		NE
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	Cactácea		NE
Sahuaro	<i>Canegia gigantea</i>	Cactácea	A	NE
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	Cactácea		NE
Catus rojo	<i>Mammillaria grahamii</i>	Cactácea		NE
Catus chupon	<i>Mammillaria mieheana</i>	Cactácea		NE
Pitaya dulce	<i>stenocereus thurberi</i>	Cactácea		NE
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	Cactácea		NE
Nopal rastrero	<i>Opuntia rastrera</i>	Cactácea		NE
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	Cactácea		NE
Aceitilla	<i>Bebbia juncea</i>	Cactácea		NE
Rojito	<i>Lepidium intermedium</i>	Herbácea		NE
Peludito	<i>Brickellia baccharidea</i>	Herbácea		NE
Picudo	<i>Cenchrus myosuroides</i>	Herbácea		NE
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	Herbácea		NE
Flor viloeta	<i>Krameria grayi</i>	Herbácea		NE
Grenmlin	<i>Chorizanthe rigida</i>	Herbácea		NE
Nube	<i>Horsfordia alata</i>	Herbácea		NE
Aparejo	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	Herbácea		NE
Zacate triguillo	<i>Aristida divaricata</i>	Herbácea		NE

NOTA: El listado anterior se obtuvo a partir del inventario de flora realizado en campo, mismo que se cotejó con estudios florísticos de la zona.

NE: No endémica

En el estrato arbóreo se identificaron especies de los géneros *Cercidium*, *Bursera*, *Prosopis* y *Olneya*. Los índices de vegetación se realizaron en conjunto, buscando plasmar la diversidad de la zona sujeta a CUSTF.

Los planos realizados, según la descripción de INEGI, en una escala de 1: 13,000, indican que efectivamente se presentan dos tipos de vegetación, siendo estas: matorral desértico micrófilo y matorral sarcocaula.

Estructura de la vegetación

Al realizar el inventario de la vegetación, se observó que el estrato arbóreo presenta una densidad que va de baja a media en la totalidad de la superficie sujeta a cambio de uso del suelo, con alturas promedio de 3m. En cuanto al estrato arbustivo, este presenta arbustos de hasta 1.4 m de altura y una densidad mediana - alta, sin embargo, la dominancia corresponde al estrato arbustivo.

Finalmente, el estrato herbáceo presenta una densidad mediana.

Una vez descrito el tipo de vegetación presente en la zona de afectación, se procedió a realizar el cálculo de los índices de riqueza específica más adecuados para dicha zona; siendo el índice de Shannon, el índice de Margalef, el índice de valor de importancia y la equitatividad de Pielou.

Es importante resaltar el hecho de que, para obtener el listado anterior, se realizó un muestreo forestal, donde se recabaron variables dasométricas (volumen y altura), en el caso del estrato arbustivo y herbáceo se recabaron la altura y la cobertura de copa, así como otras variables ecológicas.

Tabla IV.64. Coordenadas de sitios de muestreo

No. de Sitio	X	Y
206	347519.84	3447617.71
207	347692.06	3447500.02
208	348209.59	3447710.05
209	349379.00	3447828.00
210	349398.00	3448241.00
415	351213.74	3448648.49
416	351073.24	3448723.63
417	350944.55	3448798.61
418	350761.97	3448677.73
419	350991.00	3448628.00
420	351149.29	3448539.65
425	351602.05	3448021.16
450	349850.72	3448471.18



No. de Sitio	X	Y
451	350057.95	3448664.85
452	350119.45	3448842.30
453	350239.85	3449014.35
454	350299.00	3449185.00
455	350131.00	3449241.00
470	349284.46	3449018.81
471	349364.97	3449150.27
472	349479.09	3449432.14
473	349275.00	3449457.91
474	349027.35	3449461.46
475	349117.64	3449176.66
442	350578.45	3449046.13

Tabla IV.65. Datos de sitios del estrato arbóreo

Nombre científico	Clave	Sitio																								Total general	
		206	207	208	209	210	415	416	417	418	419	420	425	442	450	451	452	453	454	455	470	471	472	473	474		475
<i>Cercidium microphyllum</i>	11	5	1	0	0	2	2	14	3	0	3	2	1	0	5	6	1	12	0	0	13	0	3	10	6	10	99
<i>Bursera microfila</i>	14	0	0	0	3	3	1	0	5	0	4	1	4	3	8	3	1	7	3	2	0	2	0	5	4	7	66
<i>Prosopis velutina</i>	28	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	1	0	0	0	0	6
<i>Olneya tesota</i>	30	0	0	2	1	1	1	6	0	2	4	4	1	2	2	6	0	8	3	1	0	0	0	4	0	6	54
<i>Prosopis juliflora</i>	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total general		5	1	2	4	6	4	21	8	2	11	8	6	5	15	15	5	27	6	4	13	3	3	19	10	23	226

Tabla IV.66. Datos de sitios del estrato arbustivo

Nombre científico	Clave	Sitio																								Total general	
		206	207	208	209	210	415	416	417	418	419	420	425	442	450	451	452	453	454	455	470	471	472	473	474		475
<i>Larrea tridentata</i>	1	46	28	28	29	36	32	17	37	38	50	21	45	38	20	17	21	9	25	20	18	31	31	0	47	7	691
<i>Lycium andersonii</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11	2	3	0	4	0	0	0	0	0	22
<i>Fouquieria splendens</i>	4	7	12	2	6	0	14	6	10	1	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	2	0	0	75
<i>Jatropha cuneata</i>	6	23	18	41	20	30	12	0	18	10	9	8	11	23	49	7	6	3	2	11	4	9	43	22	23	12	414
<i>Encelia californica</i>	7	14	29	57	75	42	20	0	14	23	17	22	52	32	0	12	0	0	5	10	16	33	10	49	14	0	546
<i>Ambrosia dumosa</i>	8	5	0	0	0	0	36	28	5	0	0	8	0	5	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101
<i>Encelia farinosa</i>	9	24	9	9	0	0	5	32	7	0	11	5	5	5	16	9	7	6	18	14	17	8	0	41	12	13	273
<i>Partenium incanum</i>	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Maytenus phyllanthoides</i>	29	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	1	4	0	0	0	0	0	0	16
<i>Simmondsia chinensis</i>	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Condalia correllii</i>	39	0	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5	5	7	0	0	0	0	0	0	27
Total general		119	96	137	130	108	120	94	91	72	96	64	115	104	99	47	51	28	60	66	59	81	89	113	98	32	2169

Tabla IV.67. Datos de sitios del estrato cactáceo

Nombre científico	Clave	Sitio																								
		206	207	208	209	210	415	416	417	418	419	420	425	442	450	451	452	454	455	470	471	472	473	474	475	Total general
<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	5	1	34	5	10	2	35	4	10	1	3	2	0	0	0	0	0	0	6	12	12	2	1	1	141	
<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	10	0	0	2	0	2	2	2	1	4	2	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	3	2	0	23	
<i>Ferocactus pringlei</i>	12	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	
<i>Canegia gigantea</i>	13	0	0	1	0	1	0	2	1	3	1	3	6	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	2	1	26
<i>Lophocereus schottii</i>	16	0	0	1	2	5	0	0	0	2	0	1	12	2	7	3	1	4	5	0	3	0	0	1	0	49
<i>Mammillaria grahamii</i>	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	6
<i>Mammillaria mieheana</i>	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>stenocereus thurberi</i>	19	1	1	2	1	4	1	4	0	1	1	2	1	2	6	1	0	2	0	0	6	0	0	0	0	36
<i>Echinocereus nicholii</i>	20	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11
<i>Opuntia rastrera</i>	45	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	
Total general		2	38	11	13	15	39	12	14	11	7	8	26	7	13	4	2	7	6	6	25	12	8	13	2	301

Tabla IV.68. Datos de sitios del estrato herbáceo

Nombre científico	Clave	Sitio																							
		206	207	208	415	416	417	418	419	420	425	442	450	451	452	454	455	471	472	473	474	Total general			
<i>Tidestromia lanuginosa</i>	3	15	32	4	6	0	25	0	15	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112
<i>Bebbia juncea</i>	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Lepidium intermedium</i>	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	
<i>Brickellia baccharidea</i>	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	10	15		
<i>Cenchrus myosuroides</i>	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
<i>Dyssodia anomala</i>	27	0	0	0	0	0	0	18	0	22	22	0	0	0	10	0	0	5	3	0	0	0	0	80	
<i>Krameria grayi</i>	34	0	3	14	0	0	0	0	3	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	
<i>Chorizanthe rigida</i>	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	33		
<i>Horsfordia alata</i>	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	6	
<i>Muhlenbergia microsperma</i>	40	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	8	
<i>Aristida divaricata</i>	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	12	
Total general		15	35	18	6	8	25	18	23	22	22	15	22	4	20	3	2	10	3	36	15	322			

Estimación de la abundancia y diversidad florística del área del proyecto

Una vez obtenido el número de individuos de cada una de las especies presentes en el área de afectación, es necesario demostrar que, al ser removidos para el desarrollo del presente proyecto, no se verá comprometida su presencia y permanencia en la microcuenca hidrológico forestal en que se ubica el proyecto, para lo cual a continuación se presenta la ecuación de Clench para demostrar que el inventario realizado es fiable para el desarrollo de los análisis de diversidad.

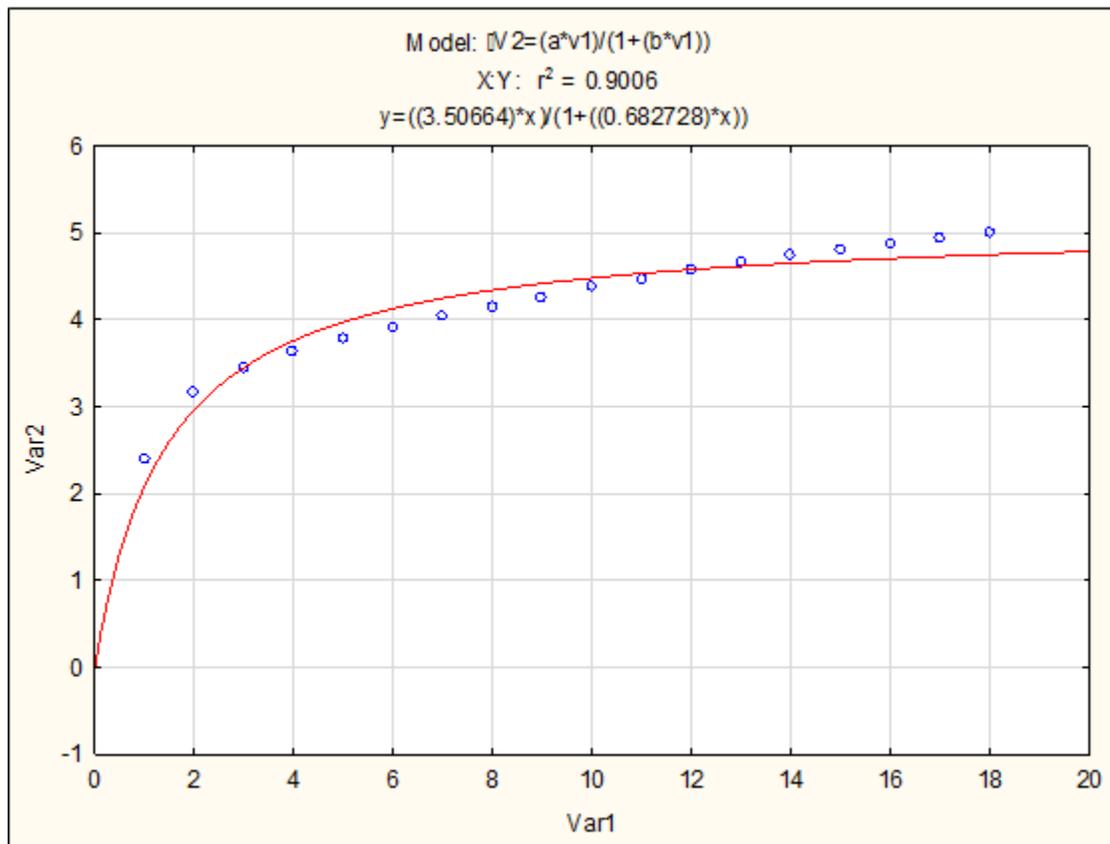


Figura IV.23. Gráfico de Clench para el conjunto de muestreo

Como se observa en la figura anterior r^2 corresponde a 0.9006, habiendo registrado un 97.34% de las especies, para alcanzar una confiabilidad del 95% se tendrían que realizar 27 sitios adicionales para aumentar el conocimiento en un 2.66%, al correlacionar lo anterior con la pendiente de la curva (Clench) con un valor de 0.01, se considera que el inventario es fiable, puesto que Clench indica que valores de pendiente menores a 0.1 resultan en un inventario de fiabilidad para analizar diversidad.

Tabla IV.69. Estimadores para el estrato arbóreo

Samples	Sobs	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
1	2.39	2.58	2.58	2.58
2	3.16	3.53	4.05	3.64
3	3.45	3.6	4.11	3.84
4	3.63	3.62	4.05	3.83
5	3.78	3.77	4.23	3.96
6	3.9	4	4.57	4.21
7	4.03	4.18	4.81	4.36
8	4.15	4.33	5	4.49
9	4.26	4.49	5.18	4.63
10	4.37	4.8	5.54	4.89
11	4.47	4.86	5.59	4.95
12	4.57	5.03	5.83	5.14
13	4.66	5.03	5.86	5.18
14	4.74	5.11	5.95	5.29
15	4.81	5.08	5.94	5.32
16	4.88	4.99	5.82	5.3
17	4.94	5.11	6.01	5.46
18	5	5	5.94	5.48

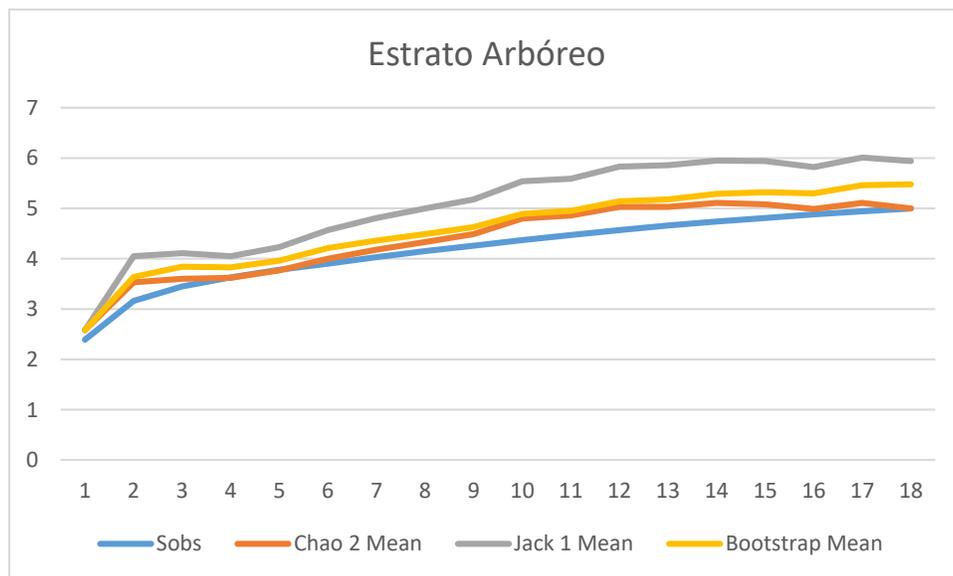


Figura IV.27. Estimadores para estrato arbóreo

Como se observa en las tablas anteriores de los 25 sitios realizados solamente aparecen arbustos en 18 de ellos, esperando encontrar de acuerdo con los estimadores de 5 a 5.94

especies, para Chao2 se espera encontrar 5 especies por lo que se registró el 100% de las especies, para Jack1 se espera encontrar 5.94 especies por lo que se registra el 84.17% y finalmente para Bootstrap se esperaba encontrar 5.48, registrando el 91.24% por lo que se considera un inventario fiable para realizar índices de diversidad.

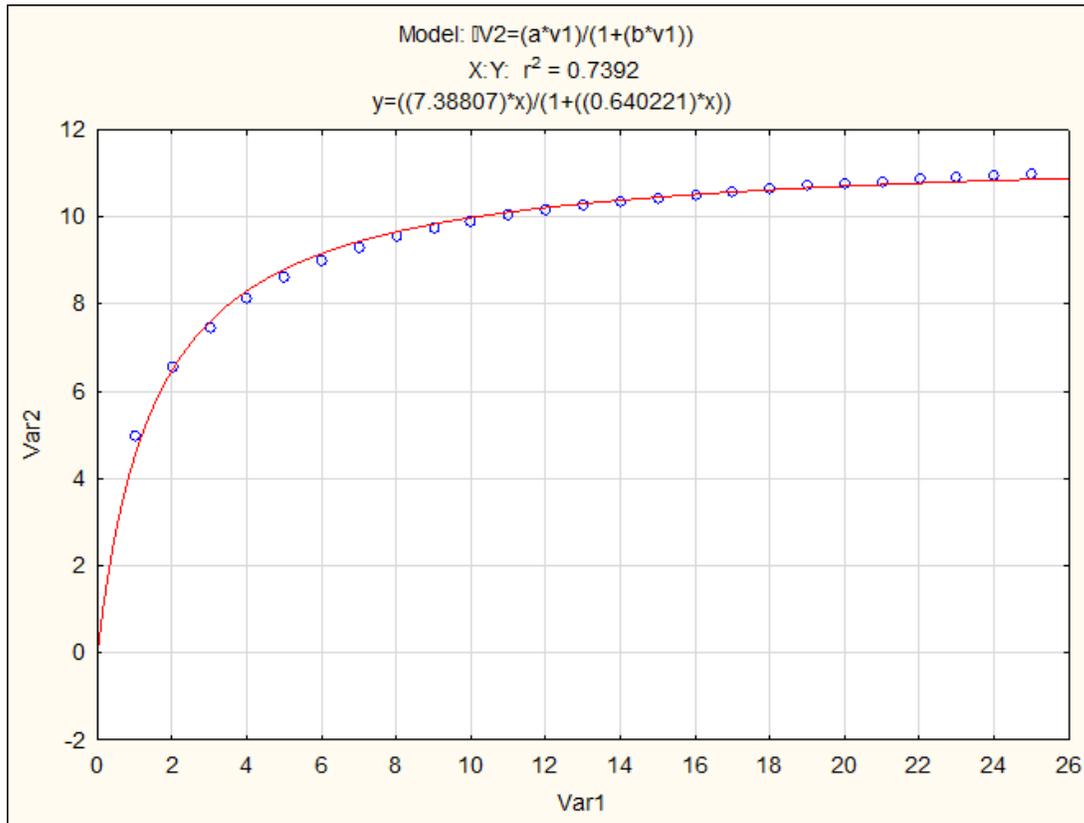


Figura IV.3. Gráfico de Clench para estrato arbustivo

Para el estrato arbustivo se obtuvo un r^2 de 0.7392 que indica que el modelo tiene un buen ajuste. Para el caso de la pendiente de la curva de Clench se obtuvo un valor de 0.02, lo que indica que el muestreo es confiable puesto que la curva es menor a 0.1 y se registró el 95.32% de la vegetación y se requiere realizar 29 sitios adicionales para conocer más la vegetación.

Tabla IV.70. Estimadores para el estrato arbustivo

Samples	Sobs	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
1	5	5.14	5.14	5.14
2	6.56	7.82	8.58	7.71
3	7.48	8.73	9.39	8.42
4	8.13	9.43	10.07	8.99

Samples	Sobs	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
5	8.62	9.89	10.61	9.54
6	9.01	9.79	10.65	9.7
7	9.31	9.84	10.73	9.86
8	9.55	10.06	11.14	10.31
9	9.75	10.16	10.96	10.3
10	9.91	9.94	10.77	10.27
11	10.05	10.06	10.93	10.41
12	10.17	10.21	11.1	10.56
13	10.27	10.29	11.15	10.63
14	10.36	10.5	11.37	10.82
15	10.44	10.56	11.46	10.89
16	10.52	10.61	11.41	10.92
17	10.58	10.72	11.5	11
18	10.65	10.8	11.56	11.04
19	10.71	10.88	11.66	11.14
20	10.77	10.88	11.67	11.19
21	10.82	10.99	11.83	11.31
22	10.87	11.13	12.07	11.5
23	10.92	11.07	12.01	11.48
24	10.96	11.08	12.02	11.49
25	11	11	11.96	11.49

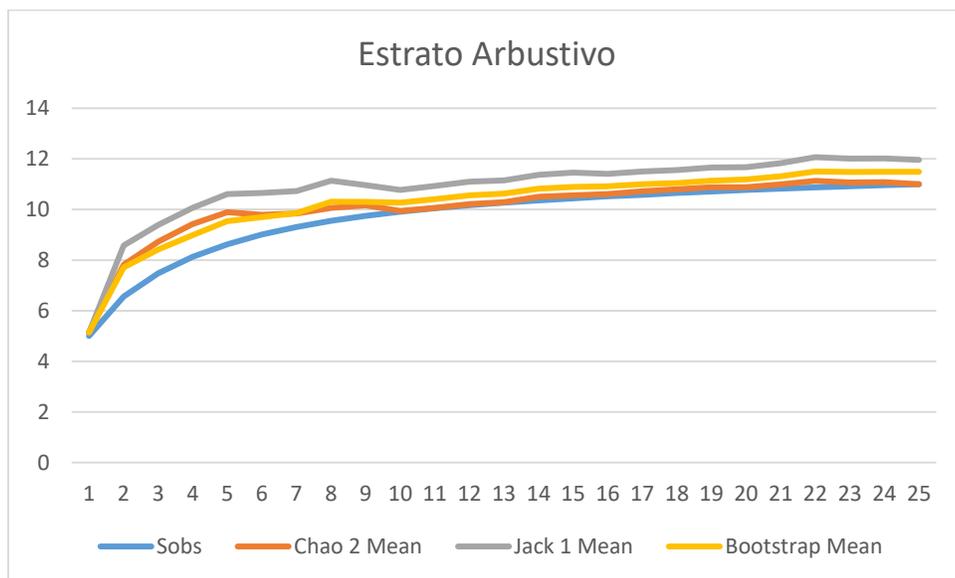


Tabla IV.28. Estrato Arbustivo

En base al resultado del análisis estadístico no paramétrico realizado a los 25 sitios de muestreo levantados, se observó un total de 11 especies, de las cuales las especies

esperadas para este estrato van de 11 a 11.96, lo que indica que el muestreo representa entre el 91.97y el 100% de las especies esperadas lo cual indica un nivel de confiabilidad aceptable en el muestreo.

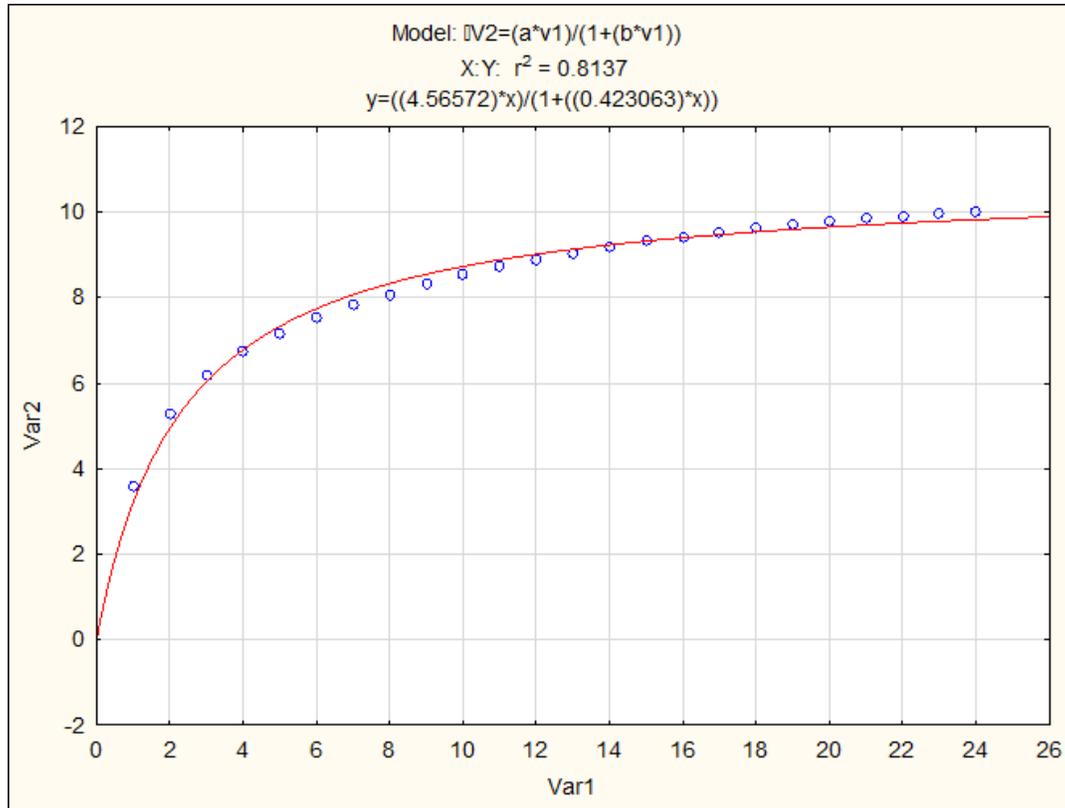


Figura IV.5. Clench para estrato cactáceo

En la figura IV.5, se puede observar que r^2 corresponde a 0.8137 lo que indica que valores cercanos a 1 tienen un buen ajuste del modelo. Asimismo, el cálculo de la pendiente de la curva corresponde a 0.03, recordando que valores menores a 0.1 indican que el inventario es completo y fiable. Por otro lado, los cálculos indican que se registró el 92.66% de las especies en la zona, y que para contar con una confiabilidad del 95% se tendrían que realizar 44 sitios de muestreo adicionales para aumentar el conocimiento en 7.34 por lo que los datos obtenidos son confiables para realizar el análisis de diversidad.

Tabla IV.71. Estimadores para el estrato cactáceo

Samples	Sobs	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
1	3.59	3.48	3.48	3.48
2	5.28	6.05	6.66	5.93
3	6.18	6.77	7.62	6.79

Samples	Sobs	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
4	6.75	7.54	8.51	7.6
5	7.18	7.79	8.74	7.92
6	7.52	8.52	9.2	8.32
7	7.82	8.94	9.69	8.75
8	8.08	8.98	9.79	8.88
9	8.32	9.02	9.89	9.04
10	8.54	8.94	9.95	9.2
11	8.73	8.88	9.83	9.26
12	8.89	9.15	10.17	9.51
13	9.05	9.35	10.34	9.64
14	9.19	9.65	10.64	9.89
15	9.32	9.58	10.64	9.98
16	9.43	9.78	10.84	10.16
17	9.54	9.96	11.03	10.33
18	9.63	10.03	11.17	10.46
19	9.71	10.03	11.18	10.54
20	9.79	10.04	11.15	10.59
21	9.85	10.05	11.12	10.63
22	9.91	10.07	11.12	10.67
23	9.96	10.06	11.07	10.69
24	10	10	10.96	10.65

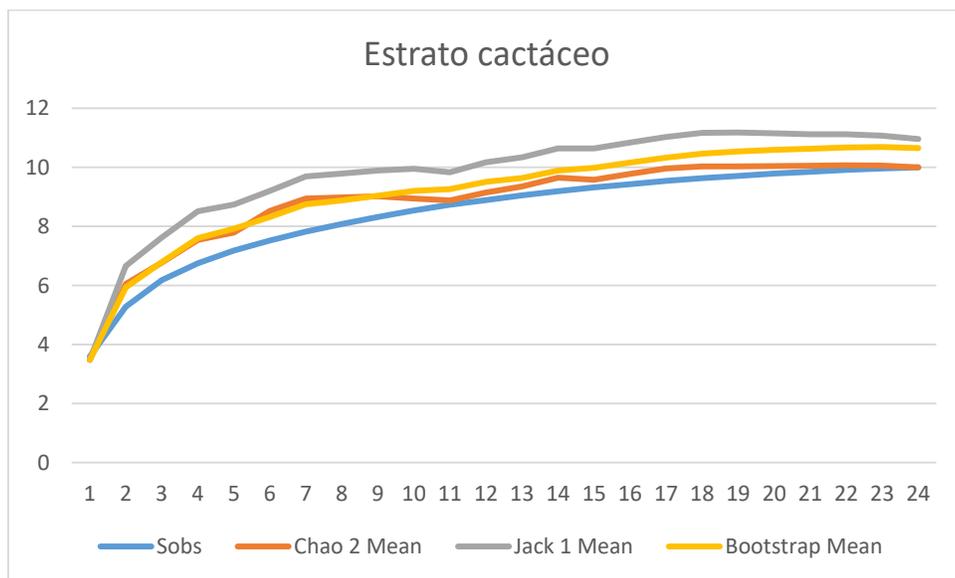


Figura IV.29. Estimadores para estrato cactáceo

Para el caso del estrato herbáceo se encontraron 10 especies, sin embargo los estimadores indican que existe la probabilidad de encontrar entre 10 y 10.96 especies, por lo que se

registro entre el 91.24 y el 100% de las especies. Se estimo que para conocer el ecosistema en un 7.4% más se tendrían que realizar 44 sitios más.

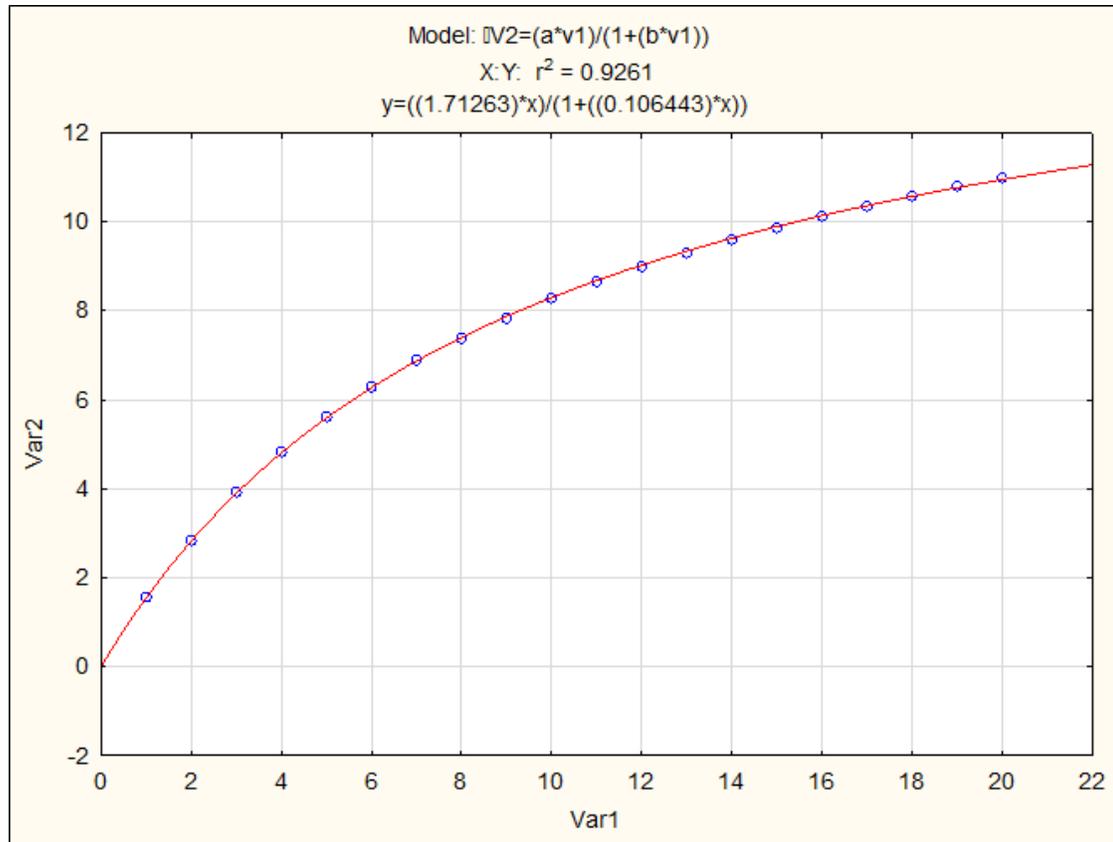


Figura IV.7. Clench para estrato herbáceo

En la figura IV.7, que se presenta a continuación se observa que r^2 es de 0.9661 lo que nos indica que existe un buen ajuste del modelo, el cálculo de la pendiente de Clench es de 0.1 que igualmente señala que el muestreo es confiable para realizar el índice de diversidad ya que se registró el 68.36% de las especies presentes en el área de acuerdo con Clench. Sin embargo, es sabido que para Clench entre más se acerca la pendiente a la asíntota se incrementa el número de sitios a realizar para alcanzar a registrar un porcentaje más alto de vegetación, es por eso que para incrementar el conocimiento de la vegetación sería necesario realizar 178 sitios de muestreo adicionales, sin embargo, debido a que la pendiente alcanza un valor de 0.1 se considera confiable el muestreo, es decir que la probabilidad de que se encuentre una nueva especie es baja.

Tabla IV.72. Estimadores para estrato herbáceo

Samples	Sobs	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
1	1.55	1.58	1.58	1.58

Samples	Sobs	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
2	2.84	3.92	3.9	3.3
3	3.92	5.53	5.52	4.5
4	4.83	6.49	6.78	5.5
5	5.61	7.55	8.05	6.52
6	6.29	8.63	9.28	7.5
7	6.89	9.56	9.99	8.11
8	7.38	10.53	10.77	8.78
9	7.85	11.59	11.42	9.37
10	8.27	11.24	11.83	9.81
11	8.65	11.54	12.19	10.17
12	8.99	11.38	12.58	10.56
13	9.31	11.85	13.12	11.04
14	9.6	12.07	13.4	11.32
15	9.88	12.09	13.49	11.5
16	10.13	13.07	14.06	12
17	10.37	13.31	14.34	12.28
18	10.59	13.33	14.51	12.47
19	10.8	12.94	14.69	12.66
20	11	12.9	14.8	12.77

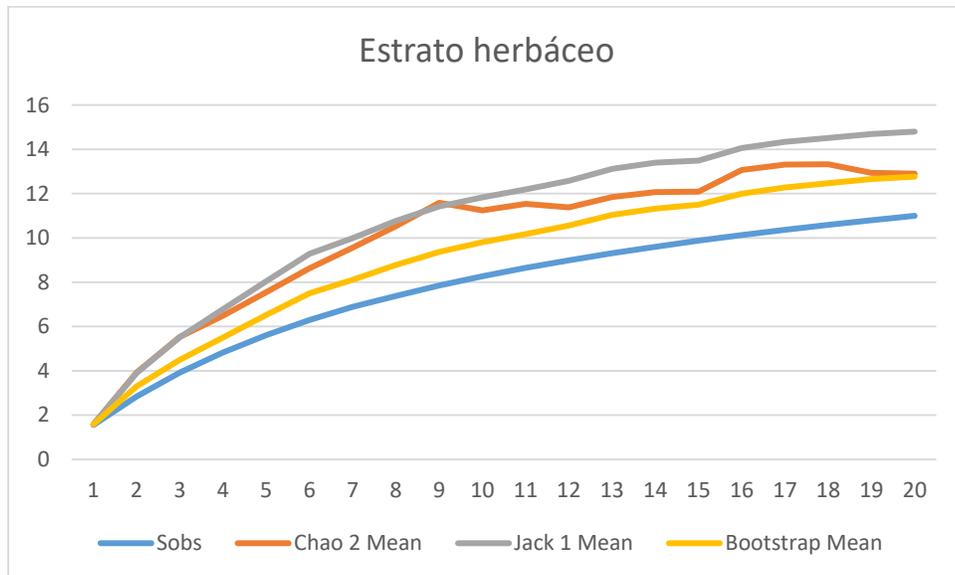


Figura IV.30. Gráfico para el estrato herbáceo

Para el caso del estrato herbáceo los estimadores indican la probabilidad de encontrar 12.7 y 14.8 especies, mientras que en el muestreo se encontraron 11, por lo cual se registro entre el 86.61 y el 74.32% de las especies herbáceas.

Para dar continuidad a los datos, es necesario calcular la abundancia y diversidad de la vegetación presente a nivel área de afectación. Para realizar dicha estimación, existen varios índices de diversidad ampliamente utilizados para el análisis de la vegetación presente en ecosistemas forestales.

Para realizar dichos cálculos se utilizó el índice de Shannon, mismo que pretenden resolver la riqueza y la uniformidad de las especies en una expresión sencilla. Para calcular el índice de Shannon es necesario seguir los siguientes pasos:

- Como primer paso, se calcula la "Abundancia Relativa" de cada especie. Donde se divide la abundancia, es decir el número de individuos de cada especie, entre el Número Total de individuos de la zona sujeta a cambio de uso del suelo.
- Después se calcula la riqueza específica de las especies, apoyándose en el cálculo del índice de Margalef.
- Finalmente se calcula el índice de Shannon, mismo que indica el nivel de diversidad de las especies, así como la distribución de las mismas.

La fórmula para calcular el índice de Shannon es la siguiente:

$$H = -\sum (P_i) (\text{LOG } P_i)$$

El índice de Shannon indica que todos los individuos que sean muestreados al azar, al momento de tomar una muestra, esta representa a todos los de la comunidad.

Pi = Proporción de individuos de cada especie en la comunidad, esta proporción se estima a partir de n/N , que es la relación entre el número de individuos de la especie i (n_i) y el número total de individuos de todas las especies (N). Esta fórmula utiliza el logaritmo natural (\ln) para una mayor facilidad de cálculo, los resultados serán comparables si los datos fueron realizados con la misma base. El índice de Shannon - Wiener esta descrito para comunidades indefinidamente grandes que no se pueden estudiar en su totalidad, resultados es un valor estimado.

Con la finalidad de comparar el valor calculado para este índice (H CALCULADA), se obtiene el máximo valor alcanzable (H MAXIMA), mismo que se calcula con la siguiente fórmula:

$H_{MAX} = \ln SP$; Donde:

H_{MAX} = Máximo valor alcanzable para el índice de Shannon

\ln = Logaritmo natural

SP = Número de especies presentes

Equitatividad de Pielou

Se calcula a partir de los resultados obtenidos mediante el índice de Shannon. 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 (Magurran, 1988) Su fórmula es:

$H-CALCULADA/H-MÁXIMA$

Índice de valor de importancia

Por otro lado, se calculó el índice de valor de importancia de las especies florísticas a remover, el cual indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a las demás, esto en función de la cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie. Para el cálculo de dicho índice, es necesario conocer tres variables: densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia. Las primera dos variables corresponden al número de individuos de cada especie, en relación al número total de individuos de todas las especies; mientras que la dominancia indica el nivel de ocupación de los individuos; para obtener este último parámetro, es necesario conocer el área basal de los individuos fustales, y la cobertura aérea de arbustos y herbáceas. La fórmula para el cálculo de dicho índice se desglosa a continuación:

$$I.V.I = DR + FR + D$$

Donde:

I.V.I = Índice de Valor de Importancia.

DR = Densidad relativa

FR = Frecuencia relativa

D = Dominancia

Finalmente, se calculó el índice de Margalef, el cual es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada. El índice de Margalef fue propuesto por el biólogo y ecólogo catalán Ramón Margalef y tiene la siguiente expresión:

$$I=(s-1)/Ln N$$

Donde:

I = Biodiversidad

S= Número de especies presentes en el área

N= Número total de los individuos de todas las especies.

Los índices antes descritos, se calcularon individualmente para cada estrato de vegetación; arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Los resultados de dichos índices se muestran en las tablas IV.73 a IV.76.

Se anexan cálculos en anexo 7.

Tabla IV.73. Índices de diversidad del estrato arbóreo presente en el área de afectación. (Índice de Shannon, Índice de Margalef y Equitatividad de Pielou)

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Especifica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	99	0.438053097	0.323254511	0.361575663
Bursera micrófila	<i>Bursera microfila</i>	66	0.292035398	0.215503007	0.359460606
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	6	0.026548673	0.019591182	0.096339173
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	54	0.238938053	0.176320642	0.342051998
Mezquite de espinas	<i>Prosopis juliflora</i>	1	0.004424779	0.003265197	0.023984668
Totales		226	1		1.183412108

MARGALEF	0.737934 54
H CALCULADA	1.183412 108
H MÁXIMA	1.609437 912
EQUITATIVIDAD	0.735295 285

Como se observa en la tabla anterior, para este estrato la riqueza específica es de 0.73, es decir que es baja, esto debido a que solamente se entraron 5 especies. H.C. es de 1.18 y H.M. es de 1.60 lo que nos indica las especies no están distribuidas similarmente y que existe dominancia por parte de alguna especie, en este caso la especie dominante es *Cercidium microphyllum*, lo que se ratifica la dominancia de especies con equitatividad de 0.73.

Tabla IV. 74. Índices de diversidad del estrato arbustivo presente en el área de afectación. (Índice de Shannon, Índice de Margalef y Equitatividad de Pielou)

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Especifica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Larrea tridentata	<i>Larrea tridentata</i>	691	0.318579991	0.414708538	0.364417817
Garrapatilla	<i>Lycium andersonii</i>	23	0.010603965	0.013803613	0.048211216
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	75	0.034578147	0.045011781	0.116339329
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	414	0.190871369	0.248465028	0.316112675
Lisium	<i>Encelia californica</i>	546	0.251728907	0.327685762	0.347235493

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Chamizo	<i>Ambrosia dumosa</i>	101	0.046565237	0.060615864	0.142810973
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	273	0.125864454	0.163842881	0.260860338
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	2	0.000922084	0.001200314	0.006444329
Verdecito	<i>Maytenus phyllanthoides</i>	16	0.007376671	0.009602513	0.036215272
Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	27	0.012448133	0.016204241	0.054599809
Granjeno	<i>Condalia correllii</i>	1	0.000461042	0.000600157	0.003541734
Totales		2169	1	1.301740692	1.696788985

MARGALEF	1.301740692
H CALCULADA	1.696788985
H MÁXIMA	2.397895273
EQUITATIVIDAD	0.707615968

Para este estrato la riqueza específica es baja con un valor de 1.30 representado por 10 especies las cuales presentan abundancias que no están bien distribuidas debido a que H.C. obtiene un valor de 1.69 y H.M. de 2.39 indicando que existe dominancia de algunas especies, sin embargo, la equitatividad es de 0.70 con lo que se observa que la distribución de las especies es parecida, pero sigue existiendo dominancia de una de las especies sobre las otras.

Tabla IV. 75. Índices de diversidad del estrato herbáceo presente en el área de afectación. (Índice de Shannon, Índice de Margalef y Equitatividad de Pielou)

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	112	0.347826087	0.646096549	0.367322669
Aceitilla	<i>Bebbia juncea</i>	6	0.01863354	0.034612315	0.074213517
Rojito	<i>Lepidium intermedium</i>	5	0.01552795	0.028843596	0.064675678
Peludito	<i>Brickellia baccharidea</i>	15	0.046583851	0.086530788	0.142849442
Picudo	<i>Cenchrus myosuroides</i>	8	0.02484472	0.046149754	0.091803975
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	80	0.248447205	0.461497535	0.345968922

Flor violeta	<i>Krameria grayi</i>	37	0.114906832	0.21344261	0.248616287
Grenmlin	<i>Chorizanthe rigida</i>	33	0.102484472	0.190367733	0.233464135
Nube	<i>Horsfordia alata</i>	6	0.01863354	0.034612315	0.074213517
Aparejo	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	8	0.02484472	0.046149754	0.091803975
Zacate triguillo	<i>Aristida divaricata</i>	12	0.037267081	0.06922463	0.122595462
Totales		322	1	1.857527579	1.857527579

MARGALEF	1.731736 209
H CALCULADA	1.857527 579
H MÁXIMA	2.397895 273
EQUITATIVIDAD	0.774649 168

Para el estrato herbáceo la riqueza específica es de 1.73 la cual resulta muy baja, situación que igualmente se demuestra con Shannon debido a que H.C. es de 1.85 es decir de diversidad baja, asimismo H.M. es de 2.39 estando muy alejada de la H.C., lo que indica que existe dominancia de alguna de las especies sobre el resto, en este caso la especie dominante es *Tidestromia lanuginosa*, dominancia que se ratifica con el resultado de la equitatividad que es de 0.77 que igualmente nos indica que existe dominancia muy marcada de una de las especies, misma que se mencionó previamente.

Tabla IV.76. Índices de diversidad del estrato cactáceo presente en el área de afectación. (Índice de Shannon, Índice de Margalef y Equitatividad de Pielou)

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	141	0.468438538	0.772717189	0.355240541
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	23	0.07641196	0.126046066	0.196502223
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	3	0.009966777	0.016440791	0.045931874
Sahuaro	<i>Canegia gigantea</i>	26	0.086378738	0.142486858	0.211542714
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	49	0.162790698	0.268532924	0.29551232
Cactus rojo	<i>Mammillaria grahamii</i>	6	0.019933555	0.032881583	0.07804686
Cactus	<i>Mammillaria mieheana</i>	3	0.009966777	0.016440791	0.045931874

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
chupón					
Pitaya dulce	<i>stenocereus thurberi</i>	36	0.119601329	0.197289495	0.253984345
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	11	0.03654485	0.060282901	0.120934767
Nopal rastrero	<i>Opuntia rastrera</i>	3	0.009966777	0.016440791	0.045931874
Totales		301	1	1.64955939	1.64955939

MARGALEF	1.57698022
H CALCULADA	1.64955939
H MÁXIMA	2.302585093
EQUITATIVIDAD	0.716394541

Como se observa en la tabla anterior H.C. corresponde a 1.64 lo que indica una diversidad baja que no se encuentra bien distribuida ya que H.M. obtiene un valor de 2.30 indicando que este estrato no es diverso y que existe dominancia de alguna de las especies, asimismo la equitatividad ratifica que existe dominancia de una de las especies en este caso el *Cylindropuntia bigelovii* ya que se obtiene un valor de 0.71 para la equitatividad. Para Margalef la riqueza específica es de 1.57 lo que nos indica que la riqueza específica es media con tendencia a la baja.

Tabla IV.77. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo.

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	99	39.600	43.805	18	31.034	63.2	38.790	113.630
Bursera micrófila	<i>Bursera microfila</i>	66	26.400	29.204	18	31.034	37.688	23.132	83.370
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	6	2.400	2.655	4	6.897	5.92	3.634	13.185
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	54	21.600	23.894	17	29.310	54.52	33.463	86.667
Mezquite de espinas	<i>Prosopis juliflora</i>	1	0.400	0.442	1	1.724	1.6	0.982	3.149
Totales		226	90.40	100	58	100.000	162.928	100.000	300

Con 113.63%, 86.66% y 83.37% *Cercidium microphyllum*, *Olneya tesota*, *Bursera microfila* son las especies con más alto valor de importancia. Las que tienen menor importancia son *Prosopis velutina* y *Prosopis juliflora* con 13.18% y 3.14% respectivamente.

Tabla IV.78. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Larrea tridentata	<i>Larrea tridentata</i>	691	276.400	31.858	24	18.898	18.884	23.596	74.351
Garrapatilla	<i>Lycium andersonii</i>	23	9.200	1.060	5	3.937	5	6.248	11.245
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	75	30.000	3.458	12	9.449	11.92	14.894	27.801
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	414	165.600	19.087	24	18.898	16.88	21.092	59.076
Lisium	<i>Encelia californica</i>	546	218.400	25.173	20	15.748	5.696	7.117	48.038
Chamizo	<i>Ambrosia dumosa</i>	101	40.400	4.657	7	5.512	1.42	1.774	11.943
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	273	109.200	12.586	21	16.535	8.36	10.446	39.568
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	2	0.800	0.092	2	1.575	1.96	2.449	4.116
Verdecito	<i>Maytenus phyllanthoides</i>	16	6.400	0.738	5	3.937	6.32	7.897	12.572
Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	27	10.800	1.245	6	4.724	2.792	3.489	9.458
Granjeno	<i>Condalia correllii</i>	1	0.400	0.046	1	0.787	0.8	1.000	1.833
Totales		2169	867.60	100	127	100.000	80.032	100.000	300

La especie de más alto valor de importancia es *Larrea tridentata* con 74.35%, la segunda *Jatropha cuneata* con 59.07%, en tercer lugar, *Encelia californica* 48.03%, la especie de menor valor de importancia *Partenium incanum* 4.11% y *Condalia correllii* con 1.81%.

Tabla IV.79. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	112	44.800	34.783	7	22.581	0.168	8.879	66.243
Aceitilla	<i>Bebbia juncea</i>	6	2.400	1.863	1	3.226	0.02	1.057	6.146
Rojito	<i>Lepidium intermedium</i>	5	2.000	1.553	1	3.226	0.02	1.057	5.836
Peludito	<i>Brickellia bacchariidea</i>	15	6.000	4.658	3	9.677	0.064	3.383	17.718
Picudo	<i>Cenchrus myosuroides</i>	8	3.200	2.484	1	3.226	0.024	1.268	6.979
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	80	32.000	24.845	6	19.355	0.132	6.977	51.176
Flor violeta	<i>Krameria grayi</i>	37	14.800	11.491	4	12.903	1.036	54.757	79.151
Grenmlin	<i>Chorizanthe rigida</i>	33	13.200	10.248	1	3.226	0.02	1.057	14.531
Nube	<i>Horsfordia alata</i>	6	2.400	1.863	2	6.452	0.024	1.268	9.583
Aparejo	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	8	3.200	2.484	2	6.452	0.348	18.393	27.329
Zacate triguillo	<i>Aristida divaricata</i>	12	4.800	3.727	3	9.677	0.036	1.903	15.307
Totales		322	128.80	100	31	100.000	1.892	100.000	300

La especie de más alto valor de importancia con 79.15% *Krameria grayi*, en segundo lugar, *Tidestromia lanuginosa* con 66.24% y *Dyssodia anómala* 51.17%, la de menor valor de importancia *Bebbia juncea* 6.14% y *Lepidium intermedium* con 5.83%.

Tabla IV.80. Índice de valor de importancia del estrato cactáceo y agaváceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	141	56.400	46.844	17	19.767	9.892	11.754	78.366
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	23	9.200	7.641	11	12.791	4.8	5.704	26.136
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	3	1.200	0.997	3	3.488	0.368	0.437	4.922
Sahuaro	<i>Canegia gigantea</i>	26	10.400	8.638	15	17.442	2.968	3.527	29.607
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	49	19.600	16.279	14	16.279	46.1	54.779	87.337
Cactus rojo	<i>Mammillaria grahamii</i>	6	2.400	1.993	1	1.163	0.02	0.024	3.180
Cactus chupón	<i>Mammillaria mieheana</i>	3	1.200	0.997	2	2.326	4	4.753	8.075
Pitaya dulce	<i>Stenocereus thurberi</i>	36	14.400	11.960	16	18.605	14.144	16.807	47.372
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	11	4.400	3.654	5	5.814	1.144	1.359	10.828
Nopal rastrero	<i>Opuntia rastrera</i>	3	1.200	0.997	2	2.326	0.72	0.856	4.178
Totales		301	120.40	100	86	100.000	84.156	100.000	300

La especie de valor de importancia más alta en el área del proyecto *Lophocereus schottii* con 87.33%, en segundo lugar, la *Cylindropuntia bigelovii* 78.36% en tercer lugar *Stenocereus thurberi* 47.37%, las especies de menos valor de importancia *Opuntia rastrera* 4.17%, *Mammillaria grahamii* 3.1%.

Índices de diversidad para matorral desértico micrófilo

Tabla IV.81. Índice de diversidad para el estrato arbóreo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Especifica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	35	0.406976744	0.274098572	0.365871782
Bursera micrófila	<i>Bursera microfila</i>	30	0.348837209	0.234941633	0.367377877
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	20	0.23255814	0.156627755	0.339212796
Mezquite de espinas	<i>Prosopis juliflora</i>	1	0.011627907	0.007831388	0.051794736
Totales		86	1		1.124257191

MARGALEF	0.673499 348
H CALCULADA	1.124257 191
H MÁXIMA	1.386294 361
EQUITATIVIDAD	0.810980 137

Como se observa en la tabla anterior la diversidad obtiene un valor de 0.67 el cual nos indica que este tipo de vegetación es poco diverso, asimismo el valor de H.C. 1.12 se encuentra alejado de H.M. 1.38 por lo que se asume que la dominancia entre especies no es muy marcada, por lo que la equitatividad corresponde a 0.81.

Tabla IV.82. Índice de diversidad para el estrato arbustivo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Especifica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Larrea tridentata	<i>Larrea tridentata</i>	380	0.316930776	0.312941083	0.364176249
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	46	0.038365304	0.037882342	0.125093979
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	282	0.235195997	0.232235225	0.340407653
Lisium	<i>Encelia californica</i>	329	0.274395329	0.270941095	0.354844035
Chamizo	<i>Ambrosia dumosa</i>	32	0.026688907	0.026352933	0.09670745
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	127	0.105921601	0.104588204	0.237799934

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Mora	<i>Lycium andersonii</i>	1	0.000834028	0.000823529	0.00591263
Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	2	0.001668057	0.001647058	0.010669051
Totales		1199	1	0.987411469	1.53561098

MARGALEF	0.987411 469
H CALCULADA	1.535610 98
H MÁXIMA	2.079441 542
EQUITATIVIDAD	0.738472 782

De acuerdo a los resultados de la tabla anterior el estrato arbustivo es poco diverso, por lo que obtiene un valor de .98 para riqueza específica, mientras que para H.C. obtiene un valor de 1.53 el cual se encuentra alejado del valor de H.M. 2.07, indicando que existe dominancia de alguna de las especies y que estas no se distribuyen equitativamente.

Tabla IV.83. Índice de diversidad para el estrato herbáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	91	0.380753138	0.602178332	0.36765677
Peludito	<i>Brickellia baccharidea</i>	3	0.012552301	0.019852033	0.054952108
Picudo	<i>Cenchrus myosuroides</i>	8	0.033472803	0.052938754	0.11370785
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	65	0.271966527	0.43012738	0.354121165
Flor viloeta	<i>Krameria grayi</i>	29	0.121338912	0.191902985	0.255924117
Grenmlin	<i>Chorizanthe rigida</i>	33	0.138075314	0.218372362	0.273383045
Aparejo	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	5	0.020920502	0.033086722	0.080900118
Zacate triguillo	<i>Aristida divaricata</i>	5	0.020920502	0.033086722	0.080900118
Totales		239	1	1.58154529	1.58154529

MARGALEF	1.278197 131
----------	-----------------

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
	H CALCULADA	1.581545 29			
	H MÁXIMA	2.079441 542			
	EQUITATIVIDAD	0.760562 516			

Tabla IV.84. Índice de diversidad para el estrato cactáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	72	0.436363636	0.729246661	0.361867355
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	14	0.084848485	0.141797962	0.209311721
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	2	0.012121212	0.020256852	0.053488464
Sahuaro	<i>Canegia gigantea</i>	17	0.103030303	0.17218324	0.23416028
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	28	0.16969697	0.283595924	0.300998467
Cactus chupón	<i>Mammillaria mieheana</i>	1	0.006060606	0.010128426	0.030945124
Pitaya dulce	<i>stenocereus thurberi</i>	19	0.115151515	0.192440091	0.248900748
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	9	0.054545455	0.091155833	0.158657503
Nopal rastrero	<i>Opuntia rastrera</i>	3	0.018181818	0.030385278	0.072860603
Totales		165	1	1.671190266	1.671190266

MARGALEF	1.56680 0907
H CALCULADA	1.67119 0266
H MÁXIMA	2.19722 4577
EQUITATIVIDAD	0.76059 1468

Para este estrato se obtiene un valor de Margalef de 1.56, indicando que no es muy diverso, por otro lado, al observar los valores de H.C. 1.67 y H.M. 2.19 nos indican que la dominancia no es equitativa, que existe dominancia de una de las especies sobre las demás, el índice de equitatividad nos indica igualmente que existe dominancia de una especie ya que obtiene un valor de 0.76.

Tabla IV.85. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	35	29.167	40.698	10	38.462	16.2	35.489	114.648
Bursera micrófila	<i>Bursera microfila</i>	30	25.000	34.884	7	26.923	12.488	27.357	89.164
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	20	16.667	23.256	8	30.769	15.36	33.649	87.674
Mezquite de espinas	<i>Prosopis juliflora</i>	1	0.833	1.163	1	3.846	1.6	3.505	8.514
Totales		86	71.67	100	26	100.000	45.648	100.000	300

La especie de más alto valor de importancia es *Cercidium microphyllum* con 114.64%, en tercer orden de importancia es de 89.16% la *Bursera microfila*, en tercer orden de importancia es 87.67% la especie *Olneya tesota*. La especie de menor valor de importancia es 8.5% el *Prosopis juliflora*.

Tabla IV.86. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Larrea tridentata	<i>Larrea tridentata</i>	380	316.667	31.693	11	19.643	7.304	23.751	75.087
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	46	38.333	3.837	7	12.500	7.48	24.324	40.660
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	282	235.000	23.520	12	21.429	7.8	25.364	70.312
Lisium	<i>Encelia californica</i>	329	274.167	27.440	11	19.643	3.136	10.198	57.280
Chamizo	<i>Ambrosia dumosa</i>	32	26.667	2.669	4	7.143	0.74	2.406	12.218
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	127	105.833	10.592	9	16.071	3.52	11.446	38.110
Mora	<i>Lycium andersonii</i>	1	0.833	0.083	1	1.786	0.36	1.171	3.040
Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	2	1.667	0.167	1	1.786	0.412	1.340	3.292
Totales		1199	999.17	100	56	100.000	30.752	100.000	300

La especie de más alto valor de importancia es *Larrea tridentata* con 75.08%, la especie *Jatropha cuneata* con 70.31%, en tercer lugar, *Encelia californica* con 57.28%. Las especies de menor valor de importancia *Simmondsia chinensis* 3.29%, *Lycium andersonii* 3.04%

Tabla IV.87. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	91	75.833	38.075	5	27.778	0.112	6.829	72.682
Peludito	<i>Brickellia bacchariidea</i>	3	2.500	1.255	1	5.556	0.02	1.220	8.030
Picudo	<i>Cenchrus myosuroides</i>	8	6.667	3.347	1	5.556	0.024	1.463	10.366
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	65	54.167	27.197	4	22.222	0.096	5.854	55.273
Flor violeta	<i>Krameria grayi</i>	29	24.167	12.134	4	22.222	1.036	63.171	97.527
Grenmlin	<i>Chorizanthe rigida</i>	33	27.500	13.808	1	5.556	0.02	1.220	20.583

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Aparejo	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	5	4.167	2.092	1	5.556	0.32	19.512	27.160
Zacate triguillo	<i>Aristida divaricata</i>	5	4.167	2.092	1	5.556	0.012	0.732	8.379
Totales		239	199.17	100	18	100.000	1.64	100.000	300

La especie de más alto valor de importancia es *Krameria grayi* con 97.52%, *Tidestromia lanuginosa* 72.68%, *Dyssodia anomala* 55.27%, las de menor valor de importancia *Brickellia baccharidea* con 8.03% y *Aristida divaricata* con 8.37%.

Tabla IV.88. Índice de valor de importancia para el estrato cactáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	72	60.000	43.636	10	21.277	5.692	21.318	86.231
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	14	11.667	8.485	6	12.766	2.84	10.637	31.888
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	2	1.667	1.212	2	4.255	0.208	0.779	6.246
Sahuaro	<i>Canegia gigantea</i>	17	14.167	10.303	8	17.021	1.64	6.142	33.467
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	28	23.333	16.970	6	12.766	7.58	28.390	58.125
Cactus chupón	<i>Mammillaria mieheana</i>	1	0.833	0.606	1	2.128	2.4	8.989	11.722
Pitaya dulce	<i>Stenocereus thurberi</i>	19	15.833	11.515	9	19.149	5.076	19.011	49.675
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	9	7.500	5.455	3	6.383	0.544	2.037	13.875
Nopal rastrero	<i>Opuntia rastrera</i>	3	2.500	1.818	2	4.255	0.72	2.697	8.770
Totales		165	137.50	100	47	100.000	26.7	100.000	300

La especie de más alto valor de importancia *Cylindropuntia bigelovii* con 86.23%, en segundo lugar, la especie *Lophocereus schottii* 58.12%, en tercer orden de importancia *Stenocereus thurberi* 49.67%. Las de menor valor de importancia son *Opuntia rastrera* 8.77% y *Ferocactus pringlei* con 6.24%.

Índices de diversidad y valor de importancia para Matorral Sarcocaula

Tabla IV.89. Índice de diversidad para el estrato arbóreo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	64	0.457142857	0.27752485	0.357832841
Bursera microfila	<i>Bursera microfila</i>	36	0.257142857	0.156107728	0.349231753
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	6	0.042857143	0.026017955	0.134994984
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	34	0.242857143	0.147435076	0.343711318
Totales		140	1		1.185770896

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
--------------	-------------------	------------	---------------------	--------------------	------------------------

MARGALEF	0.607085609
H CALCULADA	1.185770896
H MÁXIMA	1.386294361
EQUITATIVIDAD	0.855352895

Como se observa en la tabla anterior el índice de Margalef es de 0.60 lo que indica que la diversidad es baja, sin embargo, la equitatividad de 0.85 indica que las especies se encuentran bien distribuidas con una ligera dominancia de algunas especies. H.C. es de 1.18 y H.M. es de 1.38 ratificando que la distribución de las especies en el presente estrato es similar.

Tabla IV.90. Índice de diversidad para el estrato arbustivo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Larrea tridentata	<i>Larrea tridentata</i>	311	0.320618557	0.466198566	0.364704621
Garrapatilla	<i>Lycium andersonii</i>	22	0.022680412	0.032978677	0.085873793
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	29	0.029896907	0.043471892	0.104938152
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	132	0.136082474	0.19787206	0.271415699
Lisium	<i>Encelia californica</i>	217	0.22371134	0.325289675	0.334985074
Chamizo	<i>Ambrosia dumosa</i>	69	0.071134021	0.103433122	0.188020701
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	146	0.150515464	0.218858491	0.285029546
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	2	0.002061856	0.002998062	0.012750822
Verdecito	<i>Maytenus phyllanthoides</i>	16	0.016494845	0.023984492	0.067706513
Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	25	0.025773196	0.037475769	0.094289182
Granjeno	<i>Condalia correllii</i>	1	0.001030928	0.001499031	0.007089996
Totales		970	1	1.454059836	1.816804099

MARGALEF	1.454059836
H CALCULADA	1.816804

	099
H MÁXIMA	2.397895 273
EQUITATIVIDA D	0.757666 158

Para el estrato arbustivo se encontraron 11 especies en las cuales existe dominancia ya que se presenta una equitatividad de 0.75 ratificándose la dominancia debido a que H.C. es de 1.81 y H.M. es de 2.39. La riqueza específica es baja ya que se obtiene un valor de 1.45.

Tabla IV.91. Índice de diversidad para el estrato herbáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	21	0.253012048	0.516047406	0.347719055
Aceitilla	<i>Bebbia juncea</i>	6	0.072289157	0.147442116	0.18990948
Rojito	<i>Lepidium intermedium</i>	5	0.060240964	0.12286843	0.169241126
Peludito	<i>Brickellia baccharidea</i>	12	0.144578313	0.294884232	0.27960491
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	15	0.180722892	0.36860529	0.309178989
Nube	<i>Horsfordia alata</i>	6	0.072289157	0.147442116	0.18990948
Aparejo	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	3	0.036144578	0.073721058	0.120008252
Zacate triguillo	<i>Aristida divaricata</i>	7	0.084337349	0.172015802	0.2085604
Mimosa	<i>Krameria grayi</i>	8	0.096385542	0.196589488	0.225484247
Totales		83	1	2.03961594	2.03961594

MARGALEF	1.810429 638
H CALCULADA	2.039615 94
H MÁXIMA	2.197224 577
EQUITATIVIDAD	0.928269 218

Se encontraron 9 especies que indican una diversidad baja ya que Margalef es de 1.81 y el comportamiento de las especies presenta dominancia de algunas especies

ya que H.C. es de 2.03 y H.M. de 2.19 y la equitatividad es de 0.92, indicando que la distribución en el estrato es muy similar.

Tabla IV.92. Índice de diversidad para el estrato cactáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(1 og)(Pi)]
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	69	0.507352941	0.786378144	0.344263517
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	9	0.066176471	0.102571062	0.179697594
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	1	0.007352941	0.011396785	0.036122462
Sahuaro	<i>Canegia gigantea</i>	9	0.066176471	0.102571062	0.179697594
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	21	0.154411765	0.239332479	0.288461628
Cactus rojo	<i>Mammillaria grahamii</i>	6	0.044117647	0.068380708	0.137686562
Cactus chupón	<i>Mammillaria mieheana</i>	2	0.014705882	0.022793569	0.062051584
Pitaya dulce	<i>stenocereus thurberi</i>	17	0.125	0.19374534	0.259930193
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	2	0.014705882	0.022793569	0.062051584
Totales		136	1	1.549962718	1.549962718

MARGALEF	1.62844 7385
H CALCULADA	1.54996 2718
H MÁXIMA	2.19722 4577
EQUITATIVIDAD	0.70541 8433

Como se observa en la tabla anterior se obtiene un H.C. de 1.54 y un H.M. de 2.19 lo que indica que existe dominancia de especies por lo que se obtiene una equitatividad de 0.70, asimismo es un estrato de poca diversidad con un valor de 1.62.

Tabla IV.93. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	64	49.231	45.714	8	25.000	47	40.075	110.789
Bursera microfila	<i>Bursera microfila</i>	36	27.692	25.714	11	34.375	25.2	21.487	81.576

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	6	4.615	4.286	4	12.500	5.92	5.048	21.833
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	34	26.154	24.286	9	28.125	39.16	33.390	85.801
Totales		140	107.69	100	32	100.000	117.28	100.000	300

Para el estrato arbóreo la especie de más alto valor de importancia es *Cercidium microphyllum* con 110.78%, en segundo lugar, la especie *Olneya tesota* con 85.80%, la que se encuentra en tercer lugar es *Bursera microfila* con 81.57%. La de menor valor de importancia es *Prosopis velutina* con 21.83%.

Tabla IV.94. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Larrea tridentata	<i>Larrea tridentata</i>	311	239.231	32.062	13	18.056	11.58	23.328	73.445
Garrapatilla	<i>Lycium andersonii</i>	22	16.923	2.268	5	6.944	5	10.073	19.285
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	29	22.308	2.990	5	6.944	4.44	8.944	18.879
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	132	101.538	13.608	12	16.667	9.08	18.292	48.567
Lisium	<i>Encelia californica</i>	217	166.923	22.371	9	12.500	2.56	5.157	40.028
Chamizo	<i>Ambrosia dumosa</i>	69	53.077	7.113	3	4.167	0.68	1.370	12.650
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	146	112.308	15.052	12	16.667	4.84	9.750	41.468
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	2	1.538	0.206	2	2.778	1.96	3.948	6.932
Verdecito	<i>Maytenus phyllanthoides</i>	16	12.308	1.649	5	6.944	6.32	12.732	21.326
Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	25	19.231	2.577	5	6.944	2.38	4.795	14.316
Granjeno	<i>Condalia correllii</i>	1	0.769	0.103	1	1.389	0.8	1.612	3.104
Totales		970	746.15	100	72	100.000	49.64	100.000	300

Tabla IV.95. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	21	16.154	25.301	2	14.286	0.056	13.592	53.179
Aceitilla	<i>Bebbia juncea</i>	6	4.615	7.229	1	7.143	0.02	4.854	19.226
Rojito	<i>Lepidium intermedium</i>	5	3.846	6.024	1	7.143	0.02	4.854	18.021
Peludito	<i>Brickellia baccharidea</i>	12	9.231	14.458	2	14.286	0.044	10.680	39.423
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	15	11.538	18.072	2	14.286	0.036	8.738	41.096
Nube	<i>Horsfordia alata</i>	6	4.615	7.229	2	14.286	0.024	5.825	27.340
Aparejo	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	3	2.308	3.614	1	7.143	0.028	6.796	17.553
Zacate triguillo	<i>Aristida divaricata</i>	7	5.385	8.434	2	14.286	0.024	5.825	28.545
Mimosa	<i>Krameria grayi</i>	8	6.154	9.639	1	7.143	0.16	38.835	55.616
Totales		83	63.85	100	14	100.000	0.412	100.000	300

La especie de más alto valor de importancia para el estrato herbáceo es *Krameria grayi* con 55.61%, en segundo lugar, la especie *Tidestromia lanuginosa* con 53.17%, en tercer lugar, la especie *Dyssodia anómala* con 41.09%. La de menor valor de importancia es *Muhlenbergia microsperma* con 17.55%.

Tabla IV.96. Índice de valor de importancia para el estrato cactáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia	Dominancia R.	Valor de Importancia
Choya guera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	69	53.077	50.735	7	17.949	4.2	7.310	75.994
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida</i> var <i>fulgida</i>	9	6.923	6.618	5	12.821	1.96	3.411	22.849
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	1	0.769	0.735	1	2.564	0.16	0.278	3.578
Sahuaro	<i>Canegia gigantea</i>	9	6.923	6.618	7	17.949	1.328	2.311	26.878
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	21	16.154	15.441	8	20.513	38.52	67.043	102.997
Catus rojo	<i>Mammillaria grahamii</i>	6	4.615	4.412	1	2.564	0.02	0.035	7.011
Catus chupon	<i>Mammillaria mieheana</i>	2	1.538	1.471	1	2.564	1.6	2.785	6.819
Pitaya dulce	<i>stenocereus thurberi</i>	17	13.077	12.500	7	17.949	9.068	15.783	46.231
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	2	1.538	1.471	2	5.128	0.6	1.044	7.643
Totales		136	104.62	100	39	100.000	57.456	100.000	300

Para el estrato cactáceo la especie de más alto valor de importancia son *Lophocereus schottii* con 102.99%, seguido de la especie *Cylindropuntia bigelovii* 75.99%, y de *Stenocereus thurberi* con 46.23%. La de menor valor de importancia es la especie *Mammillaria grahamii* con 7.01%.

Conclusión.

Tal como se pudo observar, al realizar el cambio de uso del suelo propuesto, no se compromete la diversidad y abundancia de las diferentes especies de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, presentes en el sistema ambiental tomado como referencia. Esto debido a que si bien, en algunos casos el índice de valor de importancia resulta menor en el sistema ambiental con relación al área de afectación, al analizar las diferentes variables de dicho índice, se observa que los individuos florísticos se encuentran ampliamente representados en dicho sistema y que existe un número suficiente de individuos maduros que aseguran la proliferación de dichas especies, dando cumplimiento de esta manera al supuesto de factibilidad ambiental relacionado con la diversidad florística que establece el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Asimismo, se implementará un programa general de rescate y reubicación de los individuos (que sean factibles de reubicación) de las especies que obtuvieron un índice de valor de importancia menor en el sistema ambiental con relación al área del proyecto, con la finalidad de reubicar los individuos en áreas aledañas, y no se vean afectadas por el cambio de uso del suelo propuesto.

IV.3.2. Fauna

Dentro de la regionalización zoogeográfica en la que se divide nuestro país el área de estudio se encuentra en la región Neártica, esta comprende Norte-américa, excepto las tierras cálidas de México. Su fauna carece de caballos y cerdos y, en general, es pobre en ungulados. Alberga como la anterior alces, renos y caribús, y son animales típicos de esta región el bisonte americano, la cabra de las montañas Rocosas, la rata almizclera, castores, osos lavanderos, las mofetas y los topos de nariz estrellada, entre sus reptiles, el monstruo de Gila junto con las otras especies de su mismo género, y las serpientes de cascabel; y entre las aves, el guajalote.

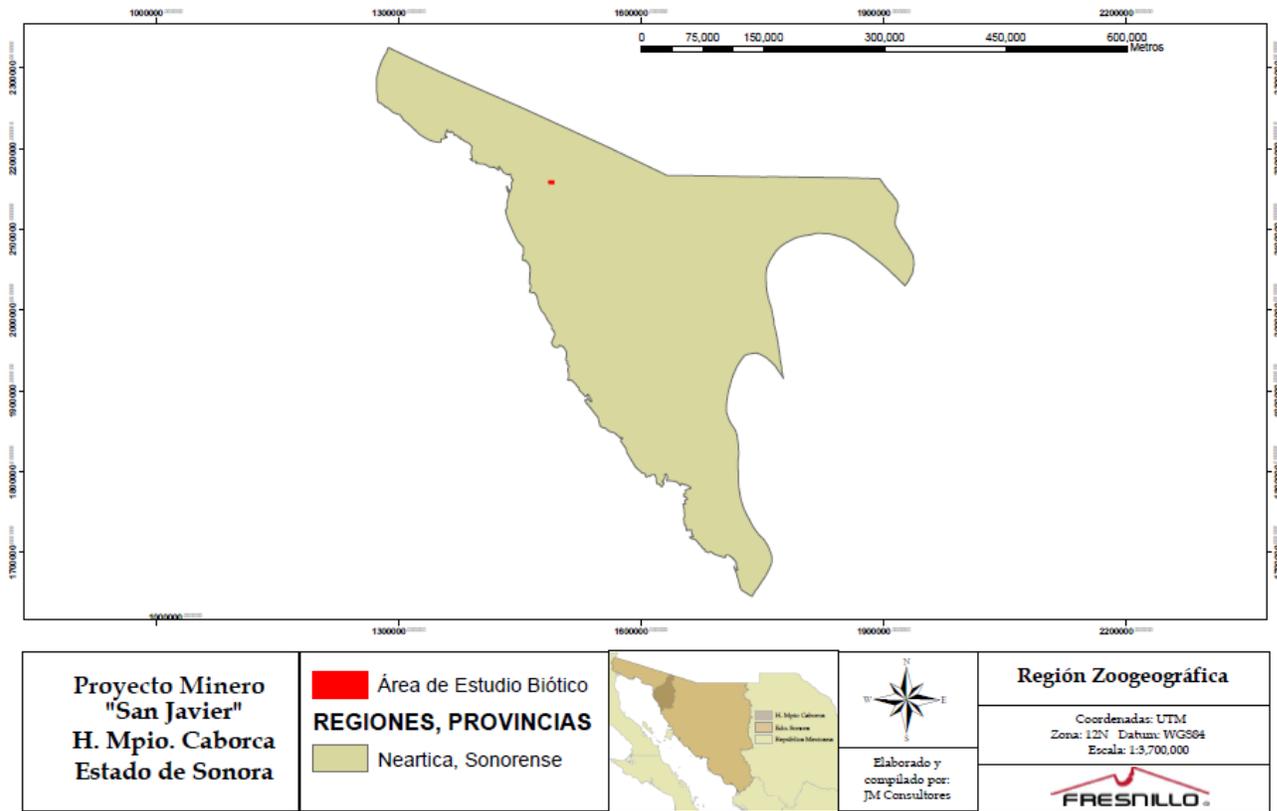


Figura IV.31. Regionalización zoogeográfica

Las especies de fauna silvestre que se identifican donde se localiza el área del proyecto, corresponde a mamíferos mayores, menores, aves, así como reptiles.

En la tabla IV.97 a IV.99, se enlistan las especies reconocidas o identificadas en la región, las cuales, no se encuentren en su totalidad al interior del sistema ambiental o área específica del proyecto, no obstante, en base a sus registros son las que se representan en la región con mayor importancia.

Tabla IV.97 Mamíferos

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus nom-059	Tipo de registro	Individuos	Desplazamiento	Valor cinegético
<i>Sciuridae</i>	<i>Ammospermophilus harrisi</i>	Ardilla del desierto, juancito		Observación	42	No	No
<i>Antilocapridae</i>	<i>Antilocapra americana</i>	Berrendo	P, no endémica	Observación	7	Si	Si
<i>Pracyoridae</i>	<i>Bassariscus astutus</i>	Camomixtle norteño	A. endémica	Referencia bibliográfica	5	No	No
<i>Canidae</i>	<i>Canis latrans</i>	Coyote		Observación	3	Si	Si
<i>Leporidae</i>	<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	Pr, endémica	Observación	10	No	Si
<i>Felidae</i>	<i>Lynx rufus</i>	Gato montes		Excreta	2	No	Si
<i>Mephitidae</i>	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo rayado		Observación	6	No	No
<i>Mustelidae</i>	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja		Referencia bibliográfica	8	No	No
<i>Cervidae</i>	<i>Odocoileus hemionus</i>	Venado bura		Excreta, referencia bibliográfica	6	Si	Si
<i>Cervidae</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca		Observación	9	Si	Si
<i>Geomyidae</i>	<i>Dipodomys merriami</i>	Tuza		Referencia bibliográfica	4	No	No
<i>Leporidae</i>	<i>Sylvilagus audobonii</i>	Conejo del desierto		Observación	15	No	Si
<i>Sciuridae</i>	<i>Cynomys ludovicianus</i>	Perrito		Observación	13	No	No
<i>Tayassuidae</i>	<i>Tayassu pecari</i>	Pecarí labios blancos		Referencia bibliográfica	5	Si	Si
<i>Tayassuidae</i>	<i>Tayassu tajacu</i>	Pecarí de collar		Excreta	8	Si	Si
<i>Mustelidae</i>	<i>Taxidea taxus</i>	Tejón, talcoyote	A, no endémica	Referencia bibliográfica	4	No	No
<i>Heteromyidae</i>	<i>Perognathus intermedius</i>	(Ratón)		Observación	18	No	No
<i>Heteromyidae</i>	<i>Dipodomys merriami olivaceus</i>	(Rata canguro)		Referencia bibliográfica	5	No	No
<i>Ursidae</i>	<i>Neotoma albigula venusta</i>	(Rata)		Referencia bibliográfica	20	No	No

Tabla IV.98. Aves

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus nom-059	Tipo de registro	Individuos	Desplazamiento	Valor cinegético
Emberizidae	<i>Amphispiza belli</i>	Zacatonero de artemisa		Observación	5	Si	No
Acciptridae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho		Observación	3	Si	Si
Acciptridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Gavilán de cola corta		Observación	3	Si	Si
Acciptridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Halcón cola roja		Observación	1	Si	Si
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto		Observación	2	Si	No
Tyrannidae	<i>Contopus sordidus</i>	Pibi occidental, pibi de la laguna	Pr, endémica	Observación	6	Si	No
Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común		Observación	10	Si	No
Apodidae	<i>Cypseloides niger</i>	Vencejo negro		Observación	1	Si	No
Tyrannidae	<i>Empidonax hammondi</i>	Mosquero de hanimond		Observación	3	Si	No
Alaudidae	<i>Eremophila alpestris</i>	Alondra cornuda		Observación	2	Si	Si
Mimidae	<i>Oreoscoptes montanus</i>	Cuitlacoche de chías, artemisa		Observación	4	Si	No
Poliptidae	<i>Poliptila caerulea</i>	Perita azul gris		Observación	2	Si	No
Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche de pico curvo		Observación	5	Si	No
Tyrannidae	<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso		Observación	4	Si	No
Parulidae	<i>Vermivora peregrina</i>	Chipe peregrino		Observación	1	Si	No
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Tórtola de alas blancas		Observación	25	Si	No
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura		Observación	30	Si	No

Tabla IV.99. Reptiles

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus nom-059	Tipo de registro	Individuos	Desplazamiento	Valor cinegético
<i>Phrynosomatidae</i>	<i>Callisaurus draconoides</i>	(Cachora)	A. No Endémica	Observación	18	No	No
<i>Iguanidae</i>	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	(Iguana del Desierto)		Observación	5	No	No
<i>Phrynosomatidae</i>	<i>Uta stansburiana</i>	(Lagartija)	A. Endémica	Referencia bibliografica	6	No	No
<i>Phrynosomatidae</i>	<i>Sceloporus magister</i>	(Vejore)	A. Endémica	Observación	3	No	No
<i>Phrynosomatidae</i>	<i>Uma notata</i>	(lagartija)		Observación	5	No	No
<i>Teiidae</i>	<i>Cnemidophorus tigris</i>	(Huico)		Referencia bibliografica	6	No	No
<i>Colubridae</i>	<i>Pituophis melanoleucus</i>	(Ratonera)		Observación	8	Si	No
<i>Viperidae</i>	<i>Crotalus scutulatus</i>	(Cascabel)	Pr, No endémica	Observación	10	Si	Si
<i>Viperidae</i>	<i>Crotalus atrox</i>	(Cascabel diamante)	Pr, No endémica	Observación	5	Si	Si
<i>Viperidae</i>	<i>Crotalus cerastes</i>	(Cascabel cornuda)	Pr, No endémica	Observación	3	Si	Si
<i>Crotaphytidae</i>	<i>Crotaphytus bicinctores</i>	Lagartija		Observación	8	Si	No
<i>Colubridae</i>	<i>Masticophis flagellum</i>	Chirriero	A. No Endémica	Observación	18	Si	No

Una vez identificadas las especies de fauna presentes a nivel microcuena, se estimó el número de individuos de cada especie. Dicha estimación se realizó por resultados del muestreo y comparándolas con bibliografía correspondiente a las especies de fauna presentes en la zona; así como a partir de transeptos de identificación de fauna realizados de manera estratégica en la microcuena en cuestión.

Colecta de datos

El conjunto de métodos que se utilizaron para obtener información de presencia/ausencia de las especies de vertebrados presentes en el área fueron:

- 1) Observación de huellas, excretas y madrigueras
- 2) Transeptos en línea (observación directa)
- 3) Fototrampeo

Observación de huellas, excretas y madrigueras

Durante el recorrido del inventario de la vegetación, se colectó información sobre huellas, excretas y madrigueras de mamíferos y aves.

Transeptos en línea

Para calcular la presencia de especies de fauna presentes en el área de afectación, se recorrieron transeptos en dicha zona. El recorrido se realizó con la finalidad de encontrar rastros e indicios de la presencia de alguna especie de fauna; así como la observación directa de las mismas.

Fototrampeo

Se colocaron fototruampas en distintos puntos y con distintas carnadas para captar la presencia de fauna en el área.

La metodología seguida para el muestreo de fauna, se muestra a continuación para cada grupo taxonómico:

Muestreo de mamíferos pequeños

Se realizó un muestreo de fauna, se seleccionaron seis sitios con diferente grado de perturbación tipificados por medio del análisis de las variables de la estructura de

la vegetación. Los monitoreos se realizaron por 18 días, trampeando durante tres noches consecutivas cada sitio con 3 fototampas. Para la identificación de los individuos se utilizó una guía de campo con el título "Mammals of North América" de Peterson 2006.

Los materiales utilizados durante el muestreo fueron los siguientes:

- Crema de cacahuete,
- Libreta de campo,
- Guía de campo y
- Fototampas.

La colocación de las fototampas fue cerca de arbustos o cerca de madrigueras posiblemente activas por roedores en superficies planas para aumentar su eficiencia a la hora del disparo de la misma fototampa; la hora de colocación de las trampas fue a las 18:00 hrs. con atrayente (crema de cacahuete), la ubicación se geo-referenció con un GPS, para su ubicación exacta. La revisión de las fototampas se realizaba al día siguiente a las 6:00 hrs. Las fototampas se revisan y posteriormente se recogen cambio de atrayente fresco y reubicación en diferente tipo de vegetación.

Observación de Aves

La metodología consiste en un tipo de observación denominada estación de observación, permaneciendo 30 minutos en el punto definido, iniciando a las 6:00 am. Concluyendo a las 10:00 am., Por la tarde se comenzó la observación a las 18:00 hrs y se concluyó a las 20:00 hrs.

Durante esta observación se utilizaron los siguientes materiales:

- Guía de campo Field Guide to the birds of North America, Fifth edition 2008.
- Binocular marca Bushnell 12 x 50.
- Cámara digital. Marca Canon. Powershot SX130 IS.
- Libreta de campo.

Muestreo de reptiles y anfibios

La metodología que se empleó fue de forma directa, durante el muestreo, se buscaron reptiles y anfibios activamente en los hábitats adecuados: se observó debajo de piedras y en zonas de posible hábitat de los mismos. Para cada observación, se anotó en la libreta de campo la especie observada, hora de avistamiento y hábitat ocupado según la lista de categorías de hábitat.

Los materiales utilizados fueron los siguientes:

- Cámara digital. Marca Canon Powershot SX130 IS.
- Libreta de campo.

A continuación, se ilustran los sitios de muestreo para cada uno de los tipos de muestreo.

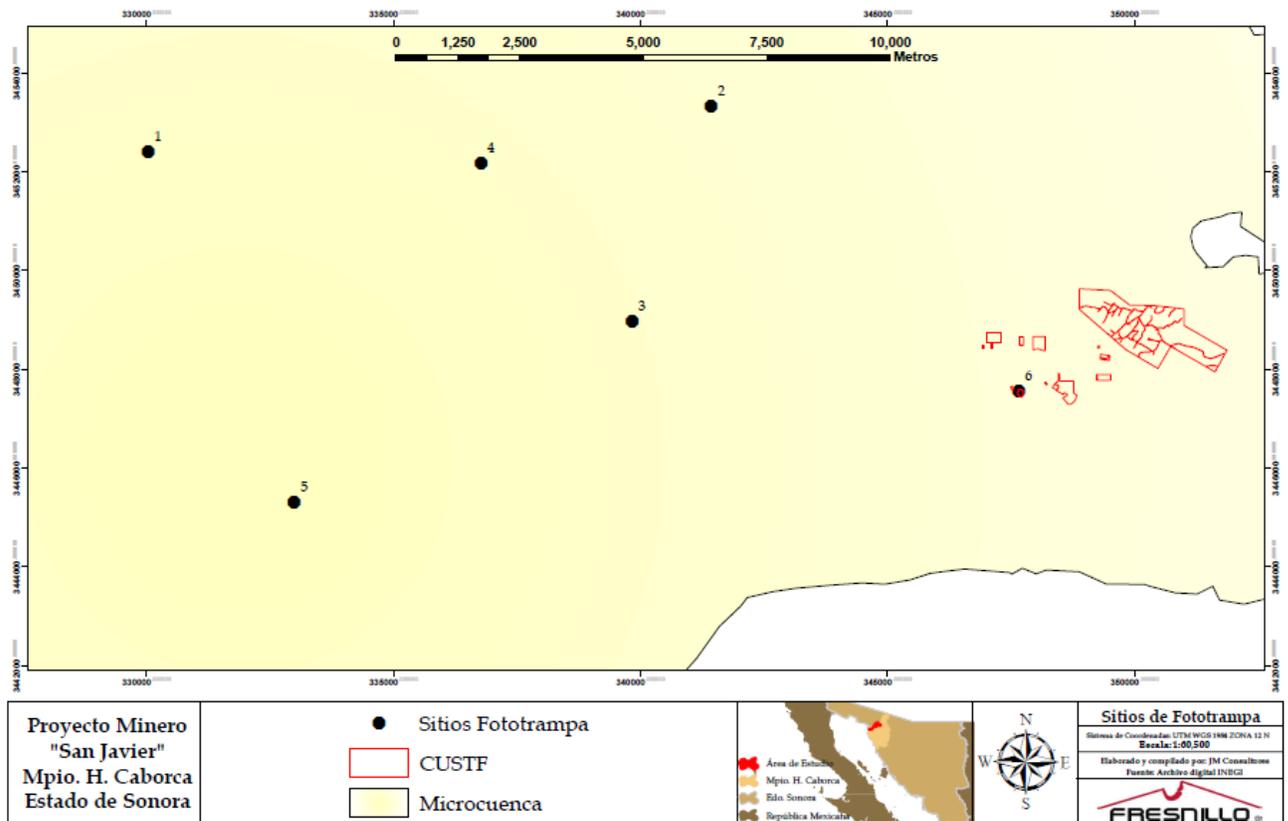


Figura IV.32. Muestreo de Fauna

Tabla IV.100. Coordenadas de ubicación de Fototrampeo

Coordenada	X	Y
1	347682.45	3448918.33
2	349641.52	3448959.55
3	351451.34	3448973.10
4	351362.40	3447722.98
5	349416.94	3447663.62
6	347656.50	3447558.79

Tabla IV.101. Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de fauna

Coordenada	X	Y
1	347282.32	3449303.17
2	347299.40	3448593.76
3	347292.24	3447763.44
4	347270.91	3447171.17
5	348157.52	3449386.70
6	348139.93	3448731.81
7	348087.81	3447917.68
8	348052.62	3447135.98
9	349042.70	3449407.98
11	348941.32	3447943.36
12	348891.01	3447204.77
16	349967.91	3447174.62
19	350981.95	3447882.62
20	350926.52	3447124.87
23	351700.99	3447843.75
24	351753.86	3447167.90

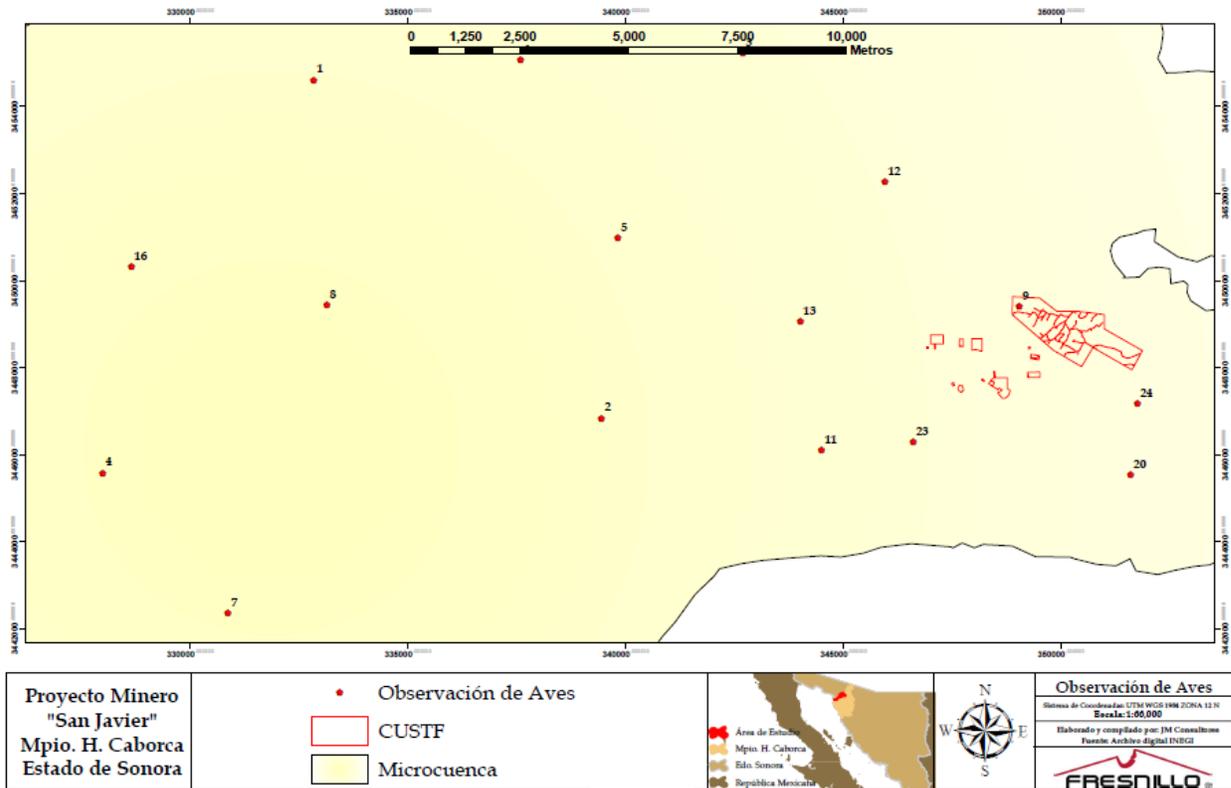


Figura IV.33. Coordenadas de sitios de fauna

Tabla IV.102. Coordenadas de ubicación de transectos

Transecto	Distancia	X Inicio	Y Media
1	138.210434	348665.08	3448992.56
2	138.212963	347476.27	3448368.52
3	138.212412	348654.13	3448331.77
4	138.21498	348171.91	3447561.18
5	138.211985	349669.11	3448285.35
6	138.209079	350614.88	3449083.56
7	138.211166	350790.50	3448352.17
8	138.21366	350866.34	3447501.65
9	138.215036	349419.23	3447308.54
10	138.210564	347650.41	3449139.61

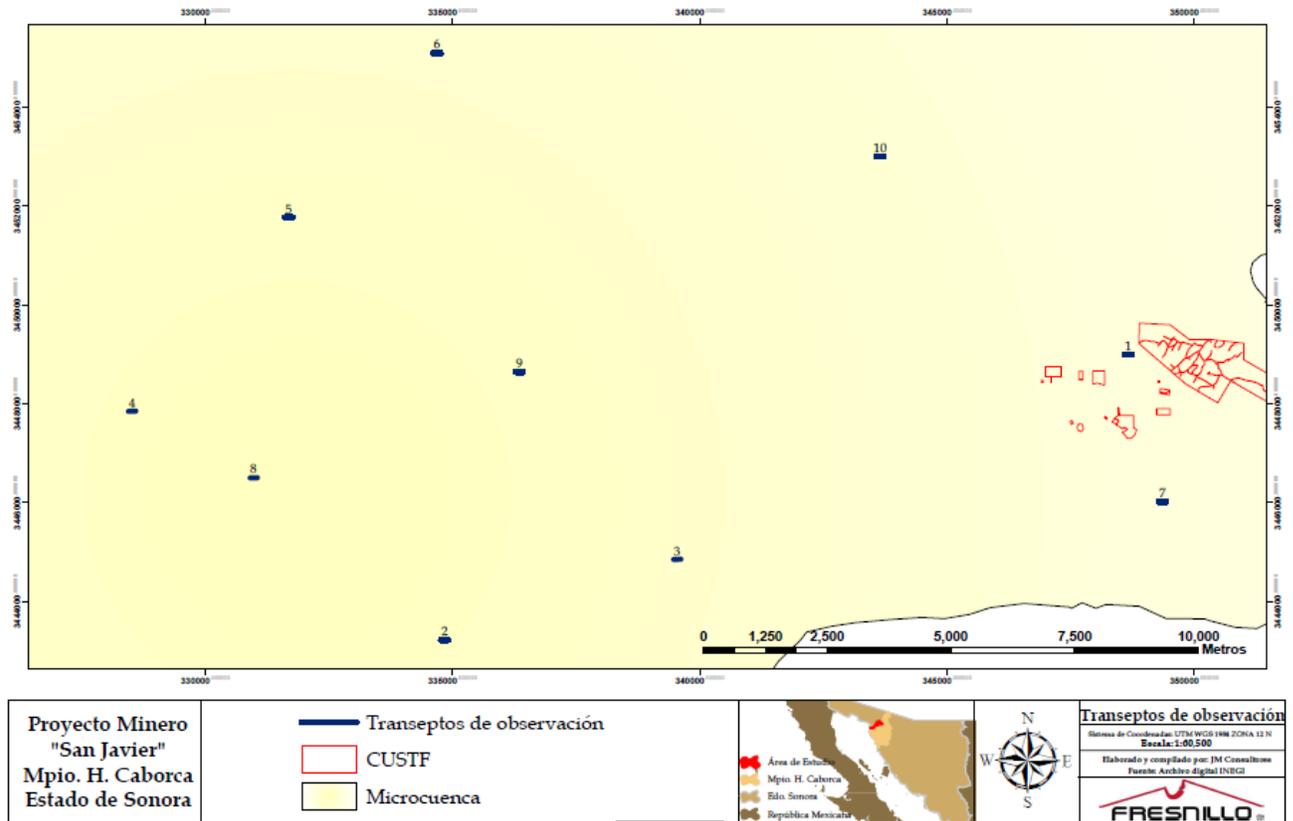


Tabla IV.34. Transectos de Observación

Al estimar el número de individuos por especie, se procedió a realizar los cálculos correspondientes al índice de Shannon, el índice de Margalef y la equitatividad de Pielou, por grupo taxonómico.

Los resultados y su interpretación se muestran a continuación.

Tabla IV.103. Índices de diversidad de mamíferos a nivel microcuenca

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(-log(Pi))]
<i>Ammospermophilus harrisi</i>	Ardilla del desierto, juancito	42	0.22105263	2	0.758324588
<i>Antilocapra americana</i>	Berrendo	7	0.03684210	5	0.126387431
<i>Bassariscus astutus</i>	Camomixtle norteño	5	0.02631578	9	0.090276737
<i>Canis latrans</i>	Coyote	3	0.01578947	4	0.054166042
<i>Lepus californicus</i>	Liebre negra	10	0.05263157	9	0.180553473

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Especifica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
<i>Lynx rufus</i>	Gato montes	2	0.010526316	0.036110695	0.047935546
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo rayado	6	0.031578947	0.108332084	0.109113619
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	8	0.042105263	0.144442779	0.133371896
<i>Odocoileus hemionus</i>	Venado bura	6	0.031578947	0.108332084	0.109113619
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	9	0.047368421	0.162498126	0.144464187
<i>Dipodomys merriami</i>	Tuza	4	0.021052632	0.072221389	0.08127852
<i>Sylvilagus audobonii</i>	Conejo del desierto	15	0.078947368	0.27083021	0.200445306
<i>Cynomys ludovicianus</i>	Perrito	13	0.068421053	0.234719515	0.183510375
<i>Tayassu pecari</i>	Pecarí labios blancos	5	0.026315789	0.090276737	0.095725952
<i>Tayassu tajacu</i>	Pecarí de collar	8	0.042105263	0.144442779	0.133371896
<i>Taxidea taxus</i>	Tejón, talcoyote	4	0.021052632	0.072221389	0.08127852
<i>Perognathus intermedius</i>	(Ratón)	18	0.094736842	0.324996252	0.223261798
<i>Dipodomys merriami olivaceus</i>	(Rata canguro)	5	0.026315789	0.090276737	0.095725952
<i>Neotoma albigula venusta</i>	(Rata)	20	0.105263158	0.361106947	0.236978084
		190	1	3.430515994	2.647039693

MARGALEF	3.43051599
H CALCULADA	2.64703969
H MÁXIMA	2.94443898
EQUITATIVIDAD	0.89899628

Tabla IV.104. Índices de diversidad de aves a nivel microcuencia.

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi) [(log)(Pi)]
<i>Amphispiza belli</i>	Zacatonero de artemisa	5	0.04672897 2	0.16000234 1	0.143149109
<i>Bubo virginianus</i>	Búho	3	0.02803738 3	0.09600140 4	0.100211679
<i>Buteo brachyurus</i>	Gavilán de cola corta	3	0.02803738 3	0.09600140 4	0.100211679
<i>Buteo jamaicensis</i>	Halcón cola roja	1	0.00934579 4	0.03200046 8	0.043671298
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	2	0.01869158 9	0.06400093 6	0.074386573
<i>Contopus sordidus</i>	Pibi occidental, pibi de la laguna	6	0.05607476 6	0.19200280 9	0.161555292
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	10	0.09345794 4	0.32000468 1	0.221518107
<i>Cypseloides niger</i>	Vencejo negro	1	0.00934579 4	0.03200046 8	0.043671298
<i>Empidonax hammondii</i>	Mosquero de hanimond	3	0.02803738 3	0.09600140 4	0.100211679
<i>Eremophila alpestris</i>	Alondra cornuda	2	0.01869158 9	0.06400093 6	0.074386573
<i>Oreoscoptes montanus</i>	Cuitlacoche de chías, artemisa	4	0.03738317 8	0.12800187 3	0.122861102
<i>Polioptila caerulea</i>	Perita azul gris	2	0.01869158 9	0.06400093 6	0.074386573
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche de pico curvo	5	0.04672897 2	0.16000234 1	0.143149109
<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	4	0.03738317 8	0.12800187 3	0.122861102
<i>Vermivora peregrina</i>	Chipe peregrino	1	0.00934579 4	0.03200046 8	0.043671298
<i>Zenaida asiatica</i>	Tórtola de alas blancas	25	0.23364486	0.80001170 4	0.339708647
<i>Cathartes aura</i>	Aura	30	0.28037383 2	0.96001404 4	0.356532183
		107	1	3.42405009 2	2.266143297

MARGALEF	3.42405009
H CALCULADA	2.2661433
H MÁXIMA	2.94443898

EQUITATIVIDAD	0.769635
---------------	----------

Tabla IV.105. Índices de diversidad de reptiles a nivel microcuenca.

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Especifica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
<i>Callisaurus draconoides</i>	(Cachora)	18	0.189473684	0.457678276	0.315190446
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	(Iguana del Desierto)	5	0.052631579	0.127132855	0.154970473
<i>Uta stansburiana</i>	(Lagartija)	6	0.063157895	0.152559425	0.174449521
<i>Sceloporus magister</i>	(Vejore)	3	0.031578947	0.076279713	0.109113619
<i>Uma notata</i>	(lagartija)	5	0.052631579	0.127132855	0.154970473
<i>Cnemidophorus tigris</i>	(Huico)	6	0.063157895	0.152559425	0.174449521
<i>Pituophis melanoleucus</i>	(Ratonera)	8	0.084210526	0.203412567	0.208373503
<i>Crotalus scutulatus</i>	(Cascabel)	10	0.105263158	0.254265709	0.236978084
<i>Crotalus atrox</i>	(Cascabel diamante)	5	0.052631579	0.127132855	0.154970473
<i>Crotalus cerastes</i>	(Cascabel cornuda)	3	0.031578947	0.076279713	0.109113619
<i>Crotaphytus bicinctores</i>	Lagartija	8	0.084210526	0.203412567	0.208373503
<i>Masticophis flagellum</i>	Chirrionero	18	0.189473684	0.457678276	0.315190446
		95	1	2.415524236	2.316143682

MARGALEF	2.41552424
H CALCULADA	2.31614368
H MÁXIMA	2.94443898
EQUITATIVIDAD	0.7866163

Índice de Shannon

El índice presenta valores de cero, cuando hay una sola especie, y $H'_{max} (\ln S)$ cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). De manera que, al obtener valores cercanos a la H. Máxima, se infiere que la equitatividad de la distribución de las especies, así como su diversidad, son altas; proyectándose la afectación derivada del cambio de uso del suelo, de manera no significativa y no concentrará en un grupo o especie en particular. Sin embargo, la H MÁXIMA es difícil de alcanzar, pues esto implicará que todas las especies presenten

exactamente el mismo número de individuos. Sin embargo, existe la Equitatividad de Pielou, misma que ajusta el índice de Shannon y muestra que tan diverso y equitativo es el grupo faunístico, en base a la H CALCULADA y la H MÁXIMA.

Mamíferos.

El valor para el presente grupo faunístico, del índice de Shannon es de 2.64. Si tenemos en cuenta que 0 indica una diversidad muy baja y 5 una diversidad alta, la diversidad del presente grupo, resulta media. Esto analizando el valor del índice por sí solo. Sin embargo, hablando de la equitatividad de Pielou, en el caso de los mamíferos, se obtuvo un valor (H. Calculada) de **2.64**, a nivel área de afectación. Si se tiene en cuenta que el máximo valor alcanzable para el índice de Shannon, *el cual se presentaría si todas las especies estuviesen representadas por el mismo número de individuos, no siendo el caso* (H. Máxima), es de **2.94**; se observa que dicho índice tiende a ser medio, lo cual indica que la diversidad faunística, en el caso de los mamíferos, y la distribución equitativa de dicho grupo taxonómico a nivel área de afectación tienden a ser medias, encontrándose equitativamente distribuidas las especies de mamíferos a nivel área de afectación. Sin embargo, al analizar la equitatividad de Pielou, se observa que el valor obtenido es 0.89, por lo que se infiere que, si bien la dominancia de especies no es marcada, sigue existiendo la misma en algunas especies. Al analizar los números, se observa que predominan las especies *Ammospermophilus harrisi* (Ardilla del desierto, Juancito) y *Neotoma albigula venusta* (Rata). Potencialmente, estas especies son las que se verán mayormente afectadas, por presentar un mayor número de individuos. Por tal motivo, al implementar el programa general de ahuyentamiento, se prestará especial atención a dichas especies, con la finalidad de asegurarse de que sean ahuyentadas y de ser necesario rescatadas, previo al desmonte.

Aves

El valor para el presente grupo faunístico, del índice de Shannon es de **2.26**. Si tenemos en cuenta que 0 indica una diversidad muy baja y 5 una diversidad alta, la diversidad del presente grupo, resulta de media. Esto analizando el valor del índice por sí solo. Sin embargo, hablando de la equitatividad de Pielou, en el caso de las aves, se obtuvo un valor (H. Calculada) de **2.26**, a nivel área de afectación. Si se tiene en cuenta que el máximo valor alcanzable para el índice de Shannon, *el cual se presentaría si todas las especies estuviesen representadas por el mismo número de individuos, no siendo el caso* (H. Máxima), es de **2.94**; se observa que dicho índice tiende a ser medio, lo cual indica que la diversidad faunística, en el caso de las aves, y la distribución equitativa de dicho grupo taxonómico a nivel área de afectación tiende ser media. Sin embargo, al analizar la equitatividad de Pielou, se observa que el valor obtenido es **0.76**, por lo que se infiere que, si bien la dominancia de especies no es marcada, sigue existiendo la misma en algunas especies. Al analizar los números, se observa que predominan las especies *Cathartes aura* (Aura) y *Zenaida asiática* (Tórtola de alas blancas). Potencialmente, estas especies son las que se verán mayormente afectadas, por presentar un mayor número de individuos. Por tal motivo, al implementar

el programa general de ahuyentamiento, se prestará especial atención a dichas especies, con la finalidad de asegurarse de que sean ahuyentadas y de ser necesario rescatadas, previo al desmante.

Reptiles

El valor para el presente grupo faunístico, del índice de Shannon es de 2.31. Si tenemos en cuenta que 0 indica una diversidad muy baja y 5 una diversidad alta, la diversidad del presente grupo, resulta media. Esto analizando el valor del índice por sí solo. Sin embargo, hablando de la equitatividad de Pielou, en el caso de los reptiles, se obtuvo un valor (H. Calculada) de **2.31**, a nivel área de afectación. Si se tiene en cuenta que el máximo valor alcanzable para el índice de Shannon, *el cual se presentaría si todas las especies estuviesen representadas por el mismo número de individuos, no siendo el caso* (H. Máxima), es de 2.94; se observa que dicho índice tiende a ser medio, lo cual indica que la diversidad faunística, en el caso de los reptiles, y la distribución equitativa de dicho grupo taxonómico a nivel área de afectación tiende a ser media. Sin embargo, al analizar la equitatividad de Pielou, se observa que el valor obtenido es 0.78, por lo que se infiere que, si bien la dominancia de especies no es marcada, sigue existiendo la misma en algunas especies. Al analizar los números, se observa que predomina la especie *Callisaurus draconoides* (Cachora). Potencialmente, esta especie es la que se verá mayormente afectada, por presentar un mayor número de individuos. Por tal motivo, al implementar el programa general de ahuyentamiento, se prestará especial atención a dicha especie, con la finalidad de asegurarse de que sea ahuyentada y de ser necesario rescatada, previo al desmante.

El índice de Shannon aumenta cuando existe una diversidad alta y la distribución equitativa de las especies es mayor, indicando que el máximo valor que puede adquirir el índice es el resultado del logaritmo natural del número de especies presentes en el área de estudio. Si bien, en ninguno de los grupos faunísticos se logra alcanzar la H MAXIMA, los valores indican que aun y cuando existen grupos específicos dominantes en el CUSTF, dichas especies se encuentran ampliamente distribuidas y representadas en la microcuenca de análisis, aunado al hecho de que algunas especies serán objeto de rescate y reubicación

Índice de Margalef

Mamíferos

En el caso de este grupo taxonómico, se obtuvo un valor para el índice de Margalef, a nivel sistema ambiental de **3.43**.

Si se tiene en cuenta que valores menores a 2.0 son considerados de baja biodiversidad, se observa que la diversidad de los mamíferos a nivel área del proyecto, tiende a ser mediana. Sin embargo, es importante mencionar que dicho valor fue obtenido con el

cálculo del presente índice por si solo; y que, al correlacionarlo con el valor obtenido con el índice de Shannon para el presente grupo faunístico, se infiere que la diversidad es media; esto debido a que el ya mencionado índice de Shannon, mide, además, la distribución de las especies faunísticas de los mamíferos, a nivel área del proyecto; encontrándose que se distribuyen equitativamente. De manera que, al realizar el cambio de uso del suelo propuesto, no se compromete la permanencia y diversidad de las especies de mamíferos presentes en el área de afectación.

Aves

En el caso de este grupo taxonómico, se obtuvo un valor para el índice de Margalef, a nivel sistema ambiental de **3.42**.

Si se tiene en cuenta que valores menores o cercanos a 2.0 son considerados de baja biodiversidad, se observa que la diversidad de las aves a nivel predio, tiende a ser media. De manera que, al realizar el cambio de uso del suelo propuesto, no se compromete la permanencia y diversidad de las especies de aves presentes en el área de afectación.

Reptiles

En el caso de este grupo taxonómico, se obtuvo un valor para el índice de Margalef, a nivel sistema ambiental de **2.41**.

Si se tiene en cuenta que valores menores a 2.0 son considerados de baja biodiversidad, se observa que la diversidad de los reptiles a nivel área de afectación, tiende a ser media. Sin embargo, es importante mencionar que dicho valor fue obtenido con el cálculo del presente índice por si solo; y que, al correlacionarlo con el valor obtenido con el índice de Shannon para el presente grupo faunístico, se infiere que la diversidad es alta; esto debido a que el ya mencionado índice de Shannon, mide, además, la distribución de las especies de los reptiles en el predio tomado como referencia; encontrándose que se distribuyen equitativamente. De manera que, al realizar el cambio de uso del suelo propuesto, no se compromete la permanencia y diversidad de las especies del grupo taxonómico en cuestión, presentes en el área de afectación.

Analizando lo anterior, se observa que no existen grupos específicos dominantes, por lo que la afectación no se concentrará en un grupo en particular y se proyectará de manera indirecta.

Aunado a todo lo anterior, se implementarán actividades de ahuyentamiento y protección de fauna, mismo que asegurará que los mismos se trasladen hacia zonas aledañas cubiertas por vegetación forestal y no se vean afectadas. Por otra parte, dado que se cuenta con 12 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se implementarán programas en donde se incluye el ahuyentamiento, rescate y reubicación de dichas especies según corresponda. Lo que asegurará que no se vean directamente afectadas una

vez que se realice el desmonte. Sin embargo, se analizaron tanto la distribución como los hábitos de cada una de dichas especies, esto con la finalidad de correlacionar dichos aspectos con el hecho de que no se verán severamente afectadas al implementar el cambio de uso del suelo propuesto.

En cuanto a la composición de la fauna presente en el área del proyecto, se identificaron 16 especies de mamíferos, 12 especies de reptiles y 10 especies de aves (tabla IV.106).

Tabla IV.106. Diversidad faunística en el área del proyecto

Clases	Familias	Especies
Mamíferos	12	16
Reptiles	6	12
Aves	11	10
TOTAL	32	38

Se concentraron los datos obtenidos mediante entrevistas a pobladores locales, observación de huellas, excretas y madrigueras y transeptos en línea (observación directa), y se realizaron los cálculos del índice de Shannon, el índice de Margalef y la equitatividad de Pielou, por grupo faunístico, obteniendo resultados de las tablas IV.107, IV.108 y IV.109.

Tabla IV.107. Índices de mamíferos a nivel área de afectación.

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
<i>Ammospermophilus harrisi</i>	Ardilla del desierto, juancito	28	0.424242424	1.518892786	0.363766765
<i>Canis latrans</i>	Coyote	2	0.03030303	0.108492342	0.105954775
<i>Lepus californicus</i>	Liebre negra	3	0.045454545	0.162738513	0.14050193
<i>Lynx rufus</i>	Gato montes	1	0.015151515	0.054246171	0.063479617
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo rayado	2	0.03030303	0.108492342	0.105954775
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	3	0.045454545	0.162738513	0.14050193
<i>Odocoileus hemionus</i>	Venado bura	2	0.03030303	0.108492342	0.105954775
<i>Dipodomys merriami</i>	Tuza	3	0.045454545	0.162738513	0.14050193
<i>Sylvilagus audobonii</i>	Conejo del desierto	8	0.121212121	0.433969367	0.255783418
<i>Cinomys ludovicianus</i>	Perrito	3	0.045454545	0.162738513	0.14050193
<i>Tayassu pecari</i>	Pecarí labios blancos	1	0.015151515	0.054246171	0.063479617
<i>Tayassu tajacu</i>	Pecarí de collar	2	0.03030303	0.108492342	0.105954775
<i>Taxidea taxus</i>	Tejón, talcoyote	1	0.015151515	0.054246171	0.063479617
<i>Perognathus intermedius</i>	(Ratón)	3	0.045454545	0.162738513	0.14050193

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
<i>Dipodomys merriami olivaceus</i>	(Rata canguro)	1	0.015151515	0.054246171	0.063479617
<i>Neotoma albigula venusta</i>	(Rata)	3	0.045454545	0.162738513	0.14050193
		66	1	3.580247281	2.140299329

MARGALEF	3.58024728
H CALCULADA	2.14029933
H MÁXIMA	2.77258872
EQUITATIVIDAD	0.77194981

Tabla IV.108. Índices de aves a nivel área de afectación.

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
<i>Amphispiza belli</i>	Zacatonero de artemisa	2	0.076923077	0.259708034	0.197303797
<i>Buteo brachyurus</i>	Gavilán de cola corta	1	0.038461538	0.129854017	0.125311405
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	1	0.038461538	0.129854017	0.125311405
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	4	0.153846154	0.519416068	0.287969566
<i>Eremophila alpestris</i>	Alondra cornuda	1	0.038461538	0.129854017	0.125311405
<i>Oreoscoptes montanus</i>	Cuitlacoche de chías, artemisa	3	0.115384615	0.389562051	0.24917126
<i>Poliophtila caerulea</i>	Perita azul gris	2	0.076923077	0.259708034	0.197303797
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche de pico curvo	2	0.076923077	0.259708034	0.197303797
<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	1	0.038461538	0.129854017	0.125311405
<i>Vermivora peregrina</i>	Chipe peregrino	1	0.038461538	0.129854017	0.125311405
<i>Zenaida asiatica</i>	Tórtola de alas blancas	5	0.192307692	0.649270085	0.317049736
<i>Cathartes aura</i>	Aura	3	0.115384615	0.389562051	0.24917126
		26	1	3.376204441	2.321830237

MARGALEF	3.37620444
H CALCULADA	2.32183024
H MÁXIMA	2.48490665
EQUITATIVIDAD	0.93437322

Tabla IV.109. Índices de reptiles a nivel área de afectación.

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza Específica	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
<i>Callisaurus draconoides</i>	(Cachora)	3	0.111111111	0.303413076	0.244136064
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	(Iguana del Desierto)	2	0.074074074	0.202275384	0.192791829
<i>Uta stansburiana</i>	(Lagartija)	3	0.111111111	0.303413076	0.244136064

Sceloporus magister	(Vejore)	2	0.074074074	0.202275384	0.192791829
Uma notata	(lagartija)	1	0.037037037	0.101137692	0.122068032
Cnemidophorus tigris	(Huico)	2	0.074074074	0.202275384	0.192791829
Crotalus scutulatus	(Cascabel)	4	0.148148148	0.404550767	0.282895186
Crotalus atrox	(Cascabel diamante)	3	0.111111111	0.303413076	0.244136064
Crotaphytus bicinctores	Lagartija	4	0.148148148	0.404550767	0.282895186
Masticophis flagellum	Chirrionero	3	0.111111111	0.303413076	0.244136064
		27	1	2.73071768	2.242778146

MARGALEF	2.73071768
H CALCULADA	2.24277815
H MÁXIMA	2.30258509
EQUITATIVIDAD	0.97402617

Análisis de los índices de Shannon , Margalef y equitatividad de Pielou por grupo taxonómico.

Índice de Shannon

El índice presenta valores de cero, cuando hay una sola especie, y H_{\max} ($\ln S$) cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). De manera que, al obtener valores cercanos a la H. Máxima, se infiere que la equitatividad de la distribución de las especies, así como su diversidad, son altas; proyectándose la afectación derivada del cambio de uso del suelo, de manera no significativa y no concentrará en un grupo o especie en particular. Sin embargo, la H MÁXIMA es difícil de alcanzar, pues esto implicará que todas las especies presenten exactamente el mismo número de individuos. Sin embargo, existe la Equitatividad de Pielou, misma que ajusta el índice de Shannon y muestra que tan diverso y equitativo es el grupo faunístico, en base a la H CALCULADA y la H MÁXIMA.

Mamíferos.

El valor para el presente grupo faunístico, del índice de Shannon es de 2.14. Si tenemos en cuenta que 0 indica una diversidad muy baja y 5 una diversidad alta, la diversidad del presente grupo, resulta media. Esto analizando el valor del índice por sí solo. Sin embargo, hablando de la equitatividad de Pielou, en el caso de los mamíferos, se obtuvo un valor (H. Calculada) de **2.14**, a nivel área de afectación. Si se tiene en cuenta que el máximo valor alcanzable para el índice de Shannon, *el cual*

se presentaría si todas las especies estuviesen representadas por el mismo número de individuos, no siendo el caso (H. Máxima), es de **2.77**; se observa que dicho índice tiende a ser medio, lo cual indica que la diversidad faunística, en el caso de los mamíferos, y la distribución equitativa de dicho grupo taxonómico a nivel área de afectación tienden a ser medias, encontrándose equitativamente distribuidas las especies de mamíferos a nivel área de afectación. Sin embargo, al analizar la equitatividad de Pielou, se observa que el valor obtenido es 0.77, por lo que se infiere que, si bien la dominancia de especies no es marcada, sigue existiendo la misma en algunas especies. Al analizar los números, se observa que predomina la especie *Ammospermophilus harrisi* (Ardilla del desierto, Juancito). Potencialmente, esta especie es la que se verá mayormente afectada, por presentar un mayor número de individuos. Por tal motivo, al implementar el programa general de ahuyentamiento, se prestará especial atención a dicha especie, con la finalidad de asegurarse de que sean ahuyentadas y de ser necesario rescatadas, previo al desmonte.

Aves

El valor para el presente grupo faunístico, del índice de Shannon es de 3.37. Si tenemos en cuenta que 0 indica una diversidad muy baja y 5 una diversidad alta, la diversidad del presente grupo, resulta media alta. Esto analizando el valor del índice por sí solo. Sin embargo, hablando de la equitatividad de Pielou, en el caso de las aves, se obtuvo un valor (H. Calculada) de **2.32**, a nivel área de afectación. Si se tiene en cuenta que el máximo valor alcanzable para el índice de Shannon, *el cual se presentaría si todas las especies estuviesen representadas por el mismo número de individuos, no siendo el caso* (H. Máxima), es de **2.48**; se observa que dicho índice tiende a ser medio, lo cual indica que la diversidad faunística, en el caso de las aves, y la distribución equitativa de dicho grupo taxonómico a nivel área de afectación tiende ser muy similar con un valor de 0.93.

Reptiles

El valor para el presente grupo faunístico, del índice de Shannon es de 2.24. Si tenemos en cuenta que 0 indica una diversidad muy baja y 5 una diversidad alta, la diversidad del presente grupo, resulta media. Esto analizando el valor del índice por sí solo. Sin embargo, hablando de la equitatividad de Pielou, en el caso de los reptiles, se obtuvo un valor (H. Calculada) de **2.24**, a nivel área de afectación. Si se tiene en cuenta que el máximo valor alcanzable para el índice de Shannon, *el cual se*

presentaría si todas las especies estuviesen representadas por el mismo número de individuos, no siendo el caso (H. Máxima), es de 2.30; se observa que dicho índice tiende a ser medio, lo cual indica que la diversidad faunística, en el caso de los reptiles, y la distribución equitativa de dicho grupo taxonómico a nivel área de afectación tiende a ser media. Sin embargo, al analizar la equitatividad de Pielou, se observa que el valor obtenido es 0.97, por lo que se infiere que, las especies están distribuidas similarmente.

El índice de Shannon aumenta cuando existe una diversidad alta y la distribución equitativa de las especies es mayor, indicando que el máximo valor que puede adquirir el índice es el resultado del logaritmo natural del número de especies presentes en el área de estudio. Si bien, en ninguno de los grupos faunísticos se logra alcanzar la H MAXIMA, los valores indican que aun y cuando existen grupos específicos dominantes en el CUSTF, dichas especies se encuentran ampliamente distribuidas y representadas en la microcuenca de análisis, aunado al hecho de que algunas especies serán objeto de rescate y reubicación

Índice de Margalef

Mamíferos

En el caso de este grupo taxonómico, se obtuvo un valor para el índice de Margalef, a nivel área de afectación, de **3.58**.

Si se tiene en cuenta que valores menores a 2.0 son considerados de baja biodiversidad, se observa que la diversidad de los mamíferos a nivel área del proyecto, tiende a ser mediana. Sin embargo, es importante mencionar que dicho valor fue obtenido con el cálculo del presente índice por si solo; y que, al correlacionarlo con el valor obtenido con el índice de Shannon para el presente grupo faunístico, se infiere que la diversidad es media; esto debido a que el ya mencionado índice de Shannon, mide, además, la distribución de las especies faunísticas de los mamíferos, a nivel área del proyecto; encontrándose que se distribuyen equitativamente. De manera que, al realizar el cambio de uso del suelo propuesto, no se compromete la permanencia y diversidad de las especies de mamíferos presentes en el área de afectación.

Aves

En el caso de este grupo taxonómico, se obtuvo un valor para el índice de Margalef, a nivel área de afectación, de **3.37**.

Si se tiene en cuenta que valores menores o cercanos a 2.0 son considerados de baja biodiversidad, se observa que la diversidad de las aves a nivel predio, tiende a ser media. De manera que, al realizar el cambio de uso del suelo propuesto, no se compromete la permanencia y diversidad de las especies de aves presentes en el área de afectación.

Reptiles

En el caso de este grupo taxonómico, se obtuvo un valor para el índice de Margalef, a nivel el área de afectación, de **2.73**.

Si se tiene en cuenta que valores menores a 2.0 son considerados de baja biodiversidad, se observa que la diversidad de los reptiles a nivel área de afectación, tiende a ser media. Sin embargo, es importante mencionar que dicho valor fue obtenido con el cálculo del presente índice por si solo; y que, al correlacionarlo con el valor obtenido con el índice de Shannon para el presente grupo faunístico, se infiere que la diversidad es alta; esto debido a que el ya mencionado índice de Shannon, mide, además, la distribución de las especies de los reptiles en el predio tomado como referencia; encontrándose que se distribuyen equitativamente. De manera que, al realizar el cambio de uso del suelo propuesto, no se compromete la permanencia y diversidad de las especies del grupo taxonómico en cuestión, presentes en el área de afectación.

Analizando lo anterior, se observa que no existen grupos específicos dominantes, por lo que la afectación no se concentrará en un grupo en particular y se proyectará de manera indirecta.

Aunado a todo lo anterior, se implementarán actividades de ahuyentamiento y protección de fauna, mismo que asegurará que los mismos se trasladen hacia zonas aledañas cubiertas por vegetación forestal y no se vean afectadas. Por otra parte, dado que se cuenta con 12 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se implementarán programas en donde se incluye el ahuyentamiento, rescate y reubicación de dichas especies según corresponda. Lo que asegurará que no se vean directamente afectadas una vez que se realice el desmonte. Sin embargo, se analizaron tanto la distribución como los hábitos de cada una de dichas especies, esto con la finalidad de correlacionar dichos aspectos con el hecho de que no se verán severamente afectadas al implementar el cambio de uso del suelo propuesto.

Liebre cola negra (*Lepus californicus*)

La liebre de cola negra es una liebre grande de color pardo a grisáceo con tonalidades más claras en el vientre. Se distingue por presentar tanto la cola, como una mancha en la punta de las orejas de color negro.

La liebre cola negra no construye madrigueras, utiliza las depresiones bajo los árboles o camas de tierra para esconderse de sus depredadores. Son de hábitos crepusculares y su régimen alimentario varía estacionalmente. En época de sequías la alimentación se basa de hierbas, mientras que en la época de lluvia la alimentación se compone de pastos y cortezas de árboles y arbustos. Son individuos solitarios y se reúnen únicamente en época de celo. Las crías nacen con pelo, con los ojos abiertos y preparados para caminar. La hembra llega a parir de 10 a 15 crías al año.

Su distribución abarca las regiones norte y la parte central del Valle de México. Ocupa las zonas desérticas del suroeste de EUA, en México se encuentra principalmente en regiones de matorral xerófilo, compuesto de un número importante de leguminosas y gramíneas, con especies dominantes como Agave, Hectia y Yuca. Es abundante, también en zonas de pastizal. Habita desde el nivel del mar hasta 3800 msnm.



Figura IV.35. Distribución de la liebre cola negra

Tejón (*Taxidea taxus*)

Mamífero de tamaño mediano a grande, cuerpo rechoncho y fuerte, cabeza aplanada con el cuello corto y casi tan ancho como esta, orejas cortas y redondeadas, ojos pequeños cubiertos por una membrana nictitante; cola corta y tiesa con la punta blanca; al igual que todos los mustélidos presentan glándulas anales; las extremidades son cortas con garras curvas largas en las anteriores y cortas en forma de pala en las posteriores las cuales tienen los dedos parcialmente unidos con una membrana y son de color negro (Long, 1973). La piel se proyecta lateralmente haciendo ver al animal más ancho de lo que es (Leopold, 1965). El pelo del dorso tiene tres colores, amarillo en la base, negro en la parte media y blanco en las puntas lo que le da un tono grisáceo; la región ventral es amarillenta; el cuello, la mandíbula inferior, la garganta las mejillas y los flancos son blanquecinos; tienen un parche negro con forma triangular entre el ojo y la oreja y dos bandas negras paralelas de la nariz a la base del cráneo; una banda blanca media dorsal se extiende desde la nariz hasta la base de la cola que es distintivo de la subespecie mexicana *T. t. berlandieri*. Existe dimorfismo sexual, los machos son más grandes que las hembras (Long, 1973). Las medidas externas (mm) son: LT 500-899; LC 98-174; LP 88-155; LO 50-53. La fórmula dentaria es: $i\ 3/3, c\ 1/1, p\ 3/3, m\ 1/2 = 34$ y el peso va de 3500-14,000 g (Jiménez y List, en prensa).

Activos durante cualquier hora del día, pero es principalmente nocturno, en el día descansan en madrigueras que ellos mismos cavan o modifican la de otros animales ya que es animal de hábitos fosoriales; utilizan las madrigueras todo el año como refugio, almacén de alimento, sitios de forrajeo y parto; estas pueden ser de hasta 10 m de largo y 3 m de profundidad con un nido de pasto en el fondo y en la entrada son característicos los montones de tierra (Nowak, 1991). Son solitarios excepto en la época reproductiva y cuando las hembras cuidan a sus crías (Long, 1973). En invierno reducen notablemente su actividad ya que presentan una especie de torpor en respuesta a la disponibilidad de alimento. Algunas veces almacenan alimento (presas grandes como conejos) y hay reportes de que llegan a cazar asociados a coyotes (Nowak, 1991). Pueden usar las glándulas anales como defensa y son buenos nadadores; ha sido reportada la depredación por parte de coyotes y águilas reales (Long, 1973), aunque la principal causa de mortalidad está asociada a actividades humanas (Jiménez y List, en prensa).

Geográficamente la extensión del tejón americano va por el norte desde el centro-sur de Canadá, concretamente el sur de la Columbia Británica y a lo largo de la

orilla norte del lago Erie en Ontario, hasta los estados mexicanos de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas y las zonas montañosas de los estados del centro de México. En Estados Unidos esta especie se encuentra en todo el país a excepción del este, del litoral de los estados del Noroeste y de la Región Sur.

En México el tejón norteamericano recibe el nombre de "tlalcoyote" ("coatí" en lengua náhuatl), debido simplemente al parecido externo del tejón con el coatí.



Figura IV.36. Distribución del tejón

Lagartija cachora (*Callisaurus draconoides*)

Callisaurus draconoides es una lagartija de talla moderada; los machos tienen un Longitud hocico cloaca (LHC) de 67-99 mm y las hembras de 63 a 87 mm (Pianka and Parker, 1972). Esta especie está morfológicamente adaptada para vivir en la arena o en los desiertos. Las piernas son relativamente largas y el cuerpo delgado. Las aberturas externas del oído están presentes. Las escamas dorsales son pequeñas y las ventrales son grandes; todas van en un gradiente discreto en cada uno de los lados. Las escamas dorsales de la cabeza son numerosas y desiguales en tamaño y más pequeñas que las interparietales. Las aberturas nasales están localizadas al final del canto rostral, con sus aberturas ascendentes. Se puede ver una escama subocular muy grande. Mientras que las labiales son muy grandes y

quilladas. El margen posterior de cada una es ondulado y se sobrepone a la siguiente escama, se extienden de manera diagonal con respecto a la línea de la boca. Las escamas labiales inferiores son similares morfológicamente pero menos pronunciadas.

La escama mental es muy reducida en relación a las adyacentes labiales bajas. Un pliegue gular está presente. Estos tienen entre 14 y 23 poros femorales en cada muslo y los machos tienen las escamas postanales agrandadas. El color de la región dorsal del cuerpo es terroso brillante a gris-café, manchado completamente con numerosos pero diminutos puntos crema a amarillo. Una serie longitudinal de pequeños puntos café oscuro se extiende posteriormente desde el hombro en cada lado de la línea media. Esos puntos son característicos en juveniles pero tienden a desaparecer en adultos; ya que se aproximan unos a otros y se funden posteriormente en el cuerpo y sobre la cola donde forman el componente dorsal de los anillos de la cola. Hay una línea negra dorsal característica en la superficie posterior del muslo bordeando por encima y por abajo con color blanco. La superficie del miembro dorsal es indistintamente barrado. Varias barras negras se extienden verticalmente del labio superior hasta encontrarse con el área central oscura de la garganta. La superficie ventral de la cola es distintivamente barrada con negra y estas barras se fusionan lateralmente con los anillos dorsales de la cola, existen dos barras negras prominentes en cada lado del cuerpo, las cuales comienzan lateralmente en la parte anterior a la mitad del cuerpo. Las barras anteriores se extienden verticalmente a la superficie ventral del cuerpo, mientras que, la barra posterior se extiende ventrolateralmente en la región de la ingle. En los machos esta barra se encuentran rodeadas con parches azul brillante; en las hembras la coloración azul se encuentra ausente y las barras son menos visibles.

Durante la temporada de reproducción, los machos pueden desarrollar un tinte verdoso en los lados del cuerpo y en las áreas brillosas de la garganta un amarillo o rosa no muy intenso, en hembras grávidas existe un punto que comienza con una coloración rosa y amarillo/naranja, este se desarrolla a lo largo del cuerpo por los lados entre las extremidades anteriores, se extiende sobre la región dorsal un patrón que es claramente más oscuro (Degenhardt, 1966).

En México se encuentra en el estado de Sonora a lo largo de las tierras bajas costeras al Oeste de México hacia el sur de los límites con Sinaloa y también en la península de Baja California al igual que en varias Islas del Mar de Cortés.

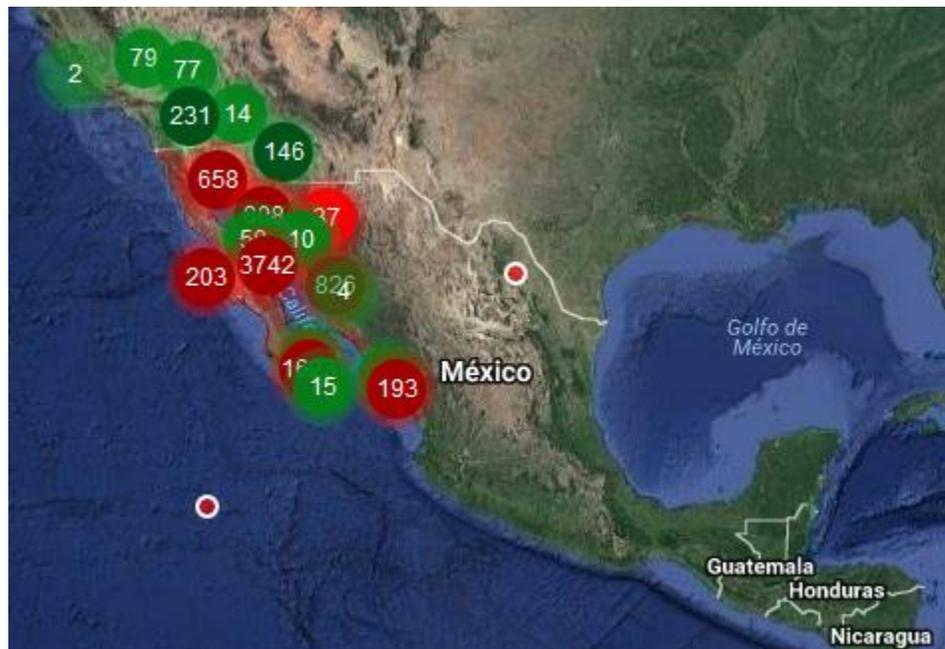


Figura IV.37. Distribución de la Cachora

Lagartija Vejore (*Sceloporus magister*)

Los lagartos espinosos del desierto se estudiaron en nueve localidades diferentes entre Mojave, California y Estero de Tastiota, Sonora, México, de 1963 a 1970. La especie es generalmente arbórea en asociación con una amplia variedad de árboles o cactus grandes, pero a veces es terrestre o saxicolous.

Los alimentos se componen principalmente de hormigas y escarabajos adultos. Los adultos consumen una gama más amplia de presas de diferentes tamaños.

Las hembras en su edad madura rebasan los 80 mm. Cada hembra pone un promedio de 8 huevos. Los machos maduros andan aproximadamente por encima de los 95 mm y sus testículos aumentan de tamaño de Abril a mediados de Junio para aparearse. Los cambios estacionales de los cuerpos grasos abdominales son irregulares en las hembras, pero un aumento gradual en el tamaño del cuerpo graso ocurre en la primavera a finales del verano en los machos adultos, y una disminución durante el mismo período en los inmaduros.

Las temperaturas corporales de los lagartos activos en la naturaleza se mantienen en un rango bastante estrecho (30,3-37,8 C) y un promedio de 34,8 C. La temperatura corporal media preferida es significativamente mayor (36,7 C frente a

34,5 C). Los lagartos más viejos y mayores tienen frecuencias más altas de colas regeneradas y quebradas que las más pequeñas.

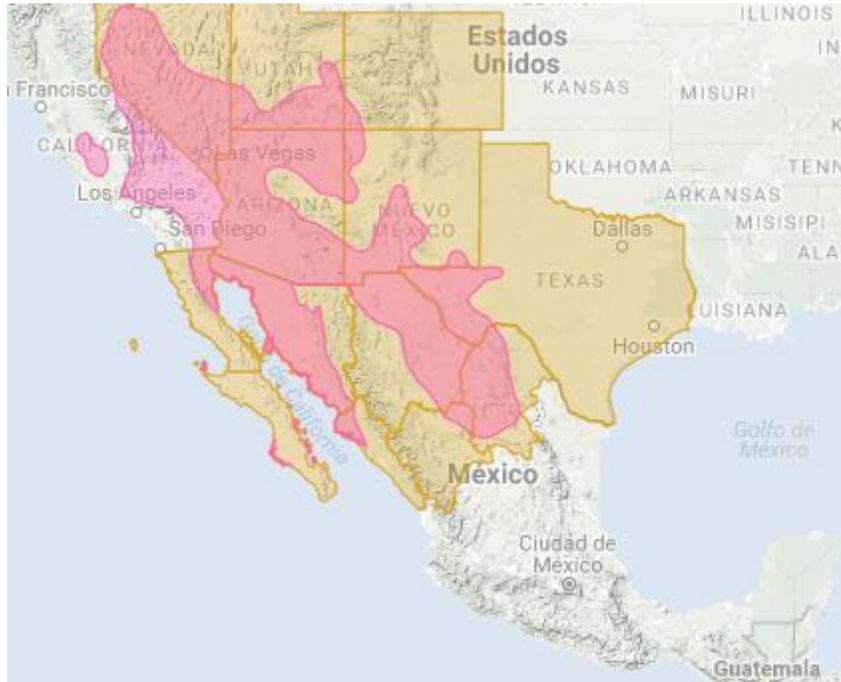


Figura IV.38. Distribución de la lagartija vejore

Víbora de cascabel (*Crotalus scutulatus*)

Es una especie de talla mediana; generalmente no sobrepasa un metro de longitud total. La longitud mayor que se tiene registrada para un ejemplar es de 1231 mm (Campbell y Lamar, 1989). La región dorsal del cuerpo es de color verde grisáceo, verde olivo, café verdoso, amarillo verdoso, café o amarillo en los individuos de la parte norte de su rango de distribución, y gris olivo claro o color paja en los ejemplares de la región sur de su rango de distribución (Campbell y Lamar, 1989). Presenta de 27 a 44 parches dorsales de color amarillo olivo o café oscuro, de forma hexagonal o de diamante, éstos están bordeados por una hilera de escamas claras que puede estar interrumpida en algún punto (Campbell y Lamar, 1989). Presenta un par de parches en la región occipital de la cabeza; la región dorsal de la cabeza puede estar uniformemente coloreada, exceptuando los bordes posteriores de las escamas supraoculares, los cuales pueden ser oscuros.

En México, esta especie se distribuye desde la región norte del estado de Sonora, Chihuahua, Coahuila al oeste de Nuevo León hacia el sur distribuyéndose en gran parte del estado de Durango y Zacatecas, hacia el sur de Nuevo León, oeste de San Luis Potosí, norte y este de Jalisco, gran parte del estado de Aguascalientes, la

parte norte del estado de Guanajuato, centro de Querétaro, sur de Hidalgo, posiblemente el noreste del estado de México, gran parte de Tlaxcala, y la región noroeste de Veracruz (Campbell y Lamar, 1989)

Crotalus scutulatus habita en climas de tipo Bs (seco estepario), Bw (seco desértico), en climas templados o húmedos de tipo cf (con lluvias durante todo el año), y Cw (con la temporada lluviosa en la época calurosa del año). Habita en altitudes que van desde cerca del nivel del mar a cerca de los 2500 m (Campbell y Lamar, 1989; Rzedowski, 1994).

Crotalus scutulatus se alimenta principalmente de roedores y otros mamíferos pequeños. Reynolds y Scott (1982) reportó el contenido estomacal de un total de 48 especímenes examinados, (91.7 %) de restos de mamíferos. Rata kanguro (*Dipodomys*) se encontró en un 39.6 % de los casos, ratones de los géneros (*Perognathus*) en el 20.8 %, y 16.5 % (*Peromyscus*), 10.4 % ardillas (*Spermophilus*). Otros mamíferos como conejos (*Sylvilagus*) y (*Lepus*). No se encontraron ratas como parte de su dieta. Otros componentes de su dieta incluyen lagartijas e insectos cuando son juveniles (Reynolds, 1978; Tennant, 1984). También se han encontrado serpientes, sapos, y huevos de aves como componentes de su dieta (Lowe et al., 1986; Ernest, 1992).

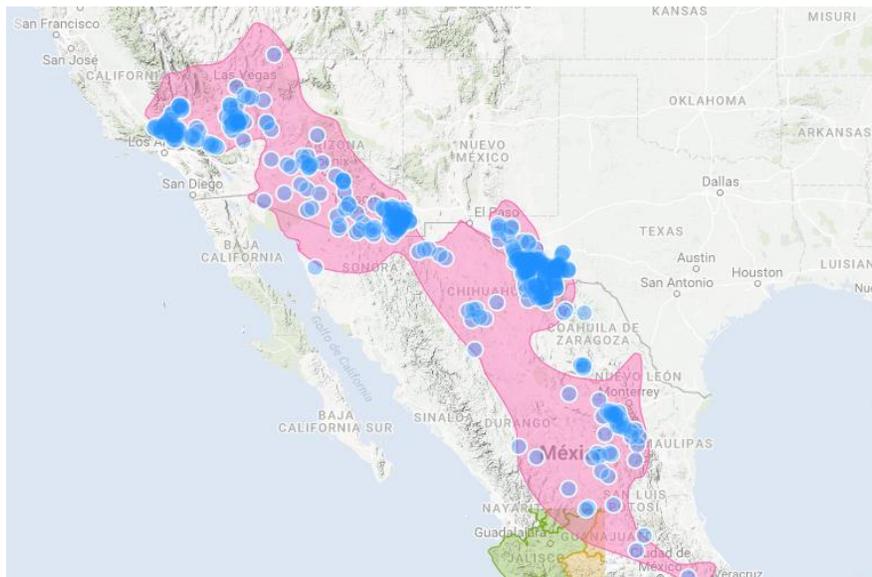


Figura IV.39. Distribución de a víbora de cascabel

Víbora de cascabel (*Crotalus atrox*)

Es una de las serpientes de cascabel de mayor tamaño, el cual alcanza poco más de 2.3 m de longitud del hocico a la cola (Degenhardt et al., 1996). En general, las hembras son de menor tamaño que los machos (Klauber, 1972; Fitch y Pisani, 1993;). La escama rostral es más larga que ancha, presenta dos escamas internasales pequeñas, carece de escamas prefrontales, presenta de 3 a 7 escamas intersupraoculares (usualmente de 4 a 5), la escama prenasal generalmente está en contacto con la supralabial, tiene una escama loreal a cada lado del rostro, la escama postnasal superior está en contacto con la preocular, tiene de 12 a 18 (usualmente 15 a 16) escamas supralabiales y de 11 a 32 escamas en la región internasal-prefrontal (Campbell y Lamar, 1989). La coloración de la región dorsal del cuerpo es café grisáceo o café, pero puede ser café rosáceo, rojo ladrillo, amarillo, o blanco.

Usualmente presenta numerosos puntos de color café oscuro o negro. Presenta de 24 a 45 parches de color café grisáceo a café. El primer parche puede estar en forma de un par de líneas paravertebrales que se extienden posteriormente de la región dorsal de la cabeza y se unen cada una en la parte posterior. Gran parte de los parches son rectangulares en la superficie posterior, pero llegan a ser abruptamente hexagonales y finalmente presentan forma de diamante. Esos parches dorsales están delimitados por color café oscuro o negro, con las puntas parcialmente blancas, por lo menos en los dos tercios anteriores del cuerpo. Estos parches pueden estar separados en la región mediodorsal por color blanco o gris claro. En los costados pueden presentarse series de parches oscuros, pequeños o largos. Presenta un par de líneas de color gris a café grisáceo oscuro postoculares, cada una de ellas se extiende diagonalmente de la punta inferior del ojo a cada lado de la cabeza. La punta de la cabeza puede estar marcada con pigmento oscuro; a veces se presenta una línea transversal a cada lado de la escama supraocular. La región caudal tiene de dos a ocho (usualmente de 4 a 6) bandas negras, intercaladas con bandas blancas. La región ventral del cuerpo es blanca, amarilla o crema (Campbell y Lamar, 1989).

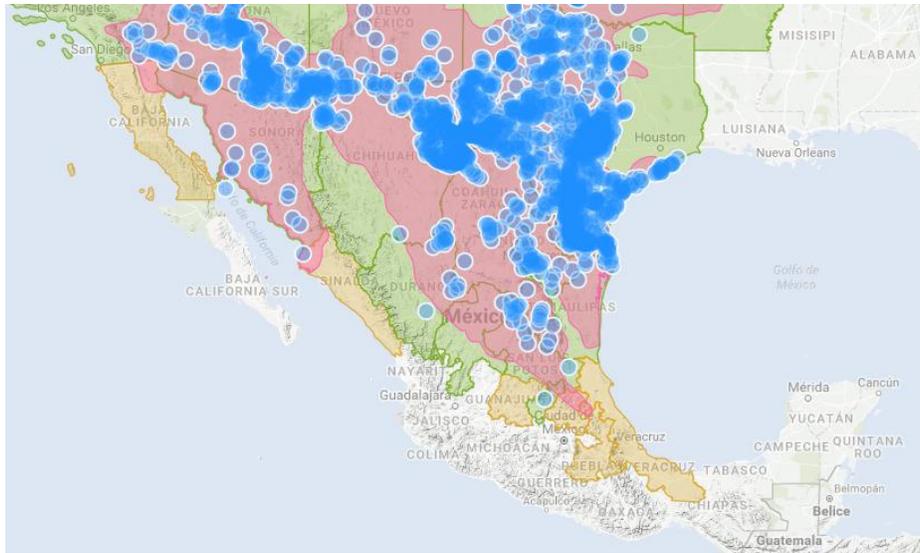


Figura IV.40. Distribución de la víbora de cascabel

Chirriero (*Masticophis flagellum*)

Serpiente cola de látigo de talla larga, individuos jóvenes son de 427 mm de longitud total, mientras que los adultos llegan a medir más de 2030 mm de longitud total (Lemos-Espinal et al. 2000a; McPeak, 2000) (intervalos LT: 610-2030 mm). Wilson (1973) la caracteriza por la presencia 17 hileras de escamas dorsales en la porción anterior del cuerpo; 8 supralabiales; con 2-2 preoculares. Los machos pueden tener de 183 a 197 escamas ventrales y las hembras de 184 a 197, mientras que, generalmente existen más de 95 escamas caudales (Smith y Taylor, 1945). En los juveniles la coloración que se presenta consiste de un patrón de bandas cruzadas estrechas o amplias en el cuello, mientras que, el patrón en adultos es altamente variable (Smith y Taylor, 1945) ya que nunca consiste de bandas longitudinales pálidas, y que irregularmente hay líneas oscuras esparcidas o puntos oscuros en las bases de las escamas dorsales; la superficie subcaudal es rojo-salmón.

Este colúbrido no es endémico a México, ya que tiene una amplia distribución que comprende gran parte de la región Neártica del norte del país. Wilson (1973) examinó todos los registros disponibles de esta especie y presentó un mapa de distribución que abarca la mitad sur de USA de costa a costa. En México, esta especie ocurre en la Mesa Central y en ambas costas (Wilson, 1973) en las tierras bajas en los estados de Baja California Norte y Sur (McPeak, 2000), Sonora (Lowe y Woodin, 1954; Zweifel y Norris, 1955; Wilson, 1970; Flores-Villela et al. 1991), centro de Sinaloa (Smith y Van Gelder, 1955), Chihuahua (Tanner, 1985; Van

Devender y Lowe, 1977; Reynolds, 1982; Lemos-Espinal et al., 2002a,b), Coahuila (Williams et al., 1961; McCoy, 1984), Nuevo León (Williams y Wilson, 1965), Tamaulipas (Martin, 1958), sur de Durango (Webb, 1984), San Luis Potosí (Grant y Smith, 1959; Auth et al., 2000), Querétaro (Dixon et al., 1972), Hidalgo (no confirmado) y norte de Veracruz (Pelcastre y Flores-Villela, 1992). El mapa de Wilson indica claramente su ocurrencia en el límite de la parte norte de Veracruz; sin embargo, los registros precisos de la localidad aún no han sido publicados, desafortunadamente fueron destruidos por circunstancias accidentales (Wilson, com. pers., citado en Pérez-Higareda y Smith, 1991).



Figura IV.41. Distribución de la *Masticophis flagellum*

IV.5. Medio socioeconómico

Para el municipio de Caborca se tiene, que 50.32% de la población corresponde a hombres, la población activa se dedica en su mayoría (44%) a las actividades terciarias y se emplean principalmente en la comercial, así mismo, el 35% de la

población se ocupa en las actividades primarias y sólo el 16% en las actividades secundarias, dentro de las cuales está la manufacturera.

En él, dentro de las actividades primarias, la agricultura (cultivo de vid, trigo y algodón) y la ganadería (ganado bovino, ovino, caprino) son las actividades que más población ocupan, sin embargo, la pesca es más relevante en cuanto a su aportación al valor interno bruto del municipio, que la actividad agrícola y ganadera juntas.

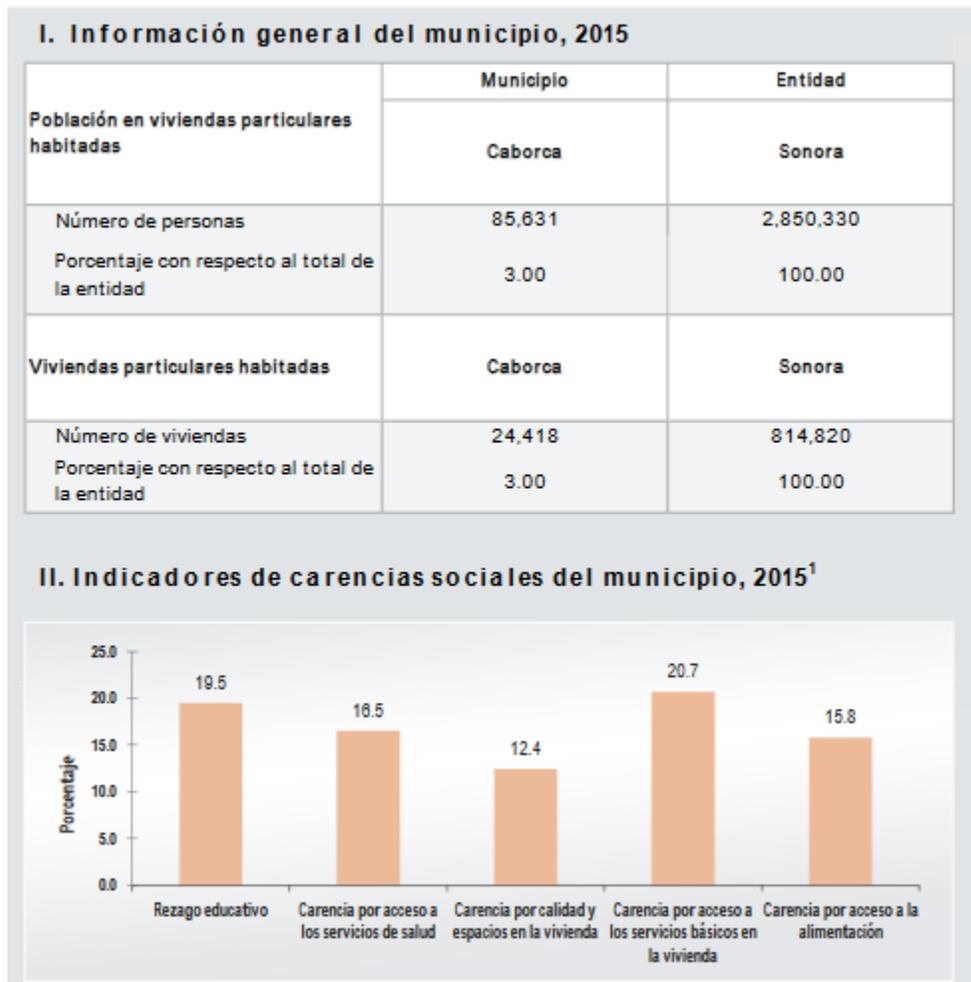
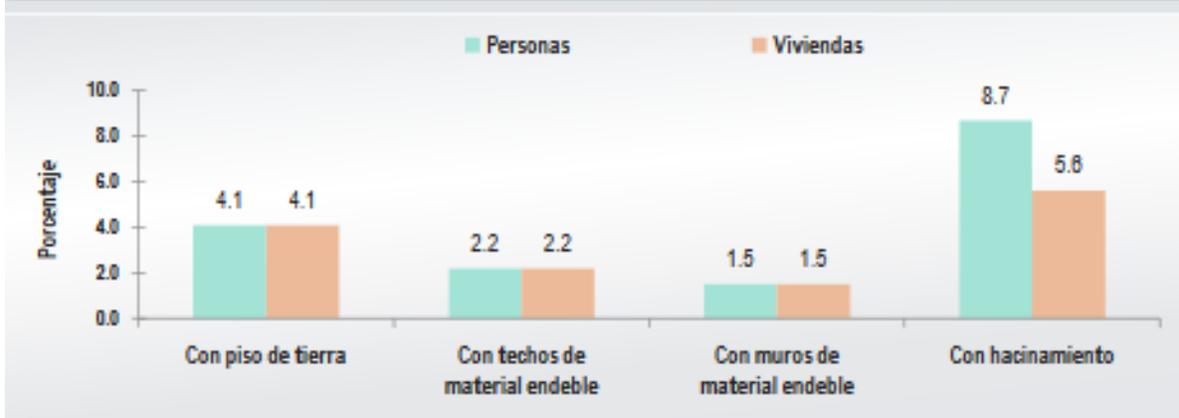


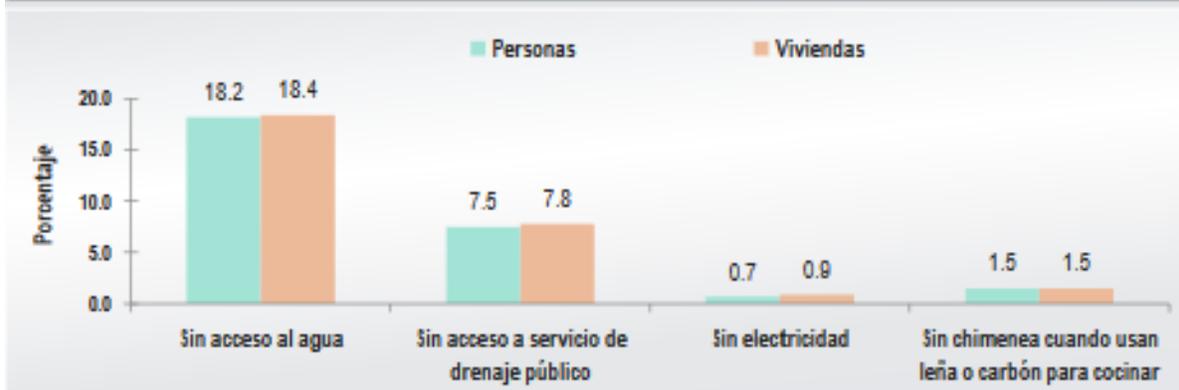
Figura IV.42. Indicadores municipio de Caborca

III. Carencias en las viviendas del municipio, 2015¹

Carencia por calidad y espacios en la vivienda			
Número de personas con la carencia	Porcentaje respecto al total de personas	Número de viviendas con la carencia	Porcentaje respecto al total de viviendas
10,537	12.4	2,398	9.9



Carencia por servicios básicos en la vivienda			
Número de personas con la carencia	Porcentaje respecto al total de personas	Número de viviendas con la carencia	Porcentaje respecto al total de viviendas
17,202	20.7	4,840	20.6



Fuente: Secciones I-V elaboración de la SEDESOL con datos de la Encuesta Intercensal 2015.

Figura IV.43. Carencias del municipio de Caborca

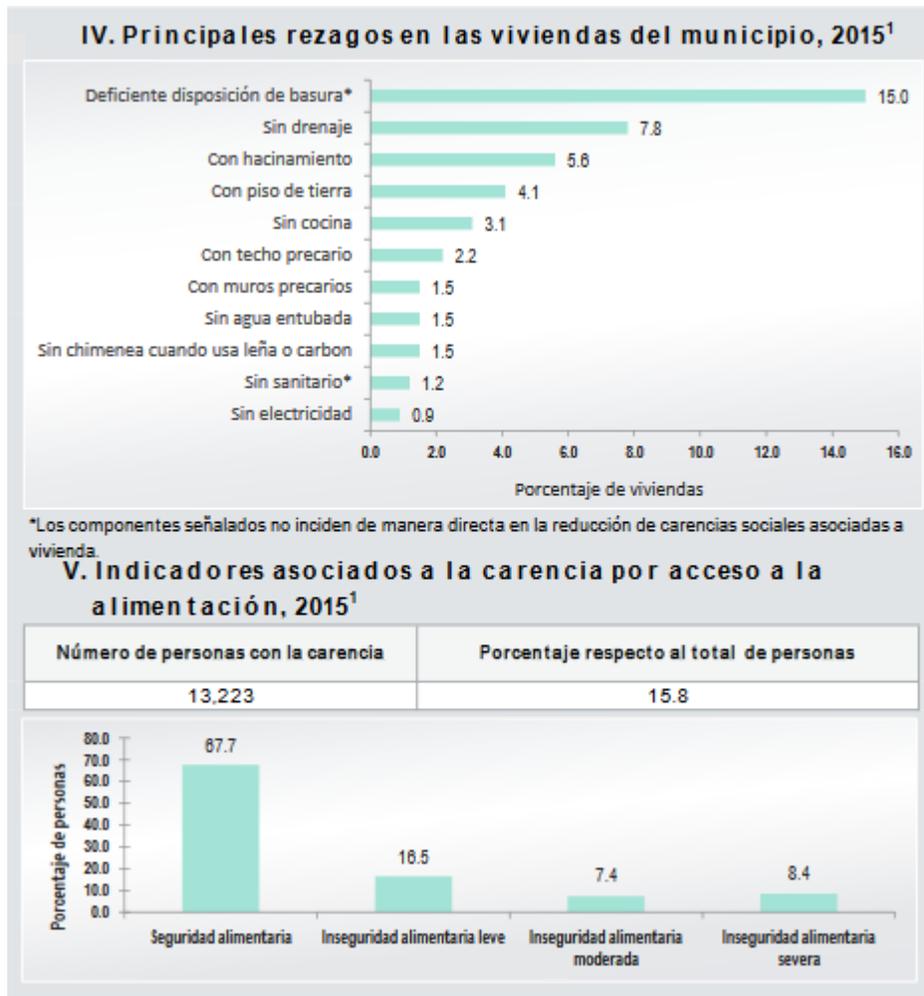


Figura IV.44. Indicadores de carencia

IV.6. Diagnóstico ambiental

El Diagnóstico Ambiental (DA) aquí presentado, es un complemento de esa caracterización del medio biótico y abiótico dentro del Sistema Ambiental (SA), delimitado para el estudio y evaluación de impactos derivados de la ejecución del Proyecto Minero San Javier; a través del cual, además, se ha de identificar con mayor precisión la problemática ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto.

El objetivo que pretende el DA es plasmar tanto de forma descriptiva como en imágenes y planos georeferenciados el grado de calidad estimado que guardan actualmente los componentes ambientales con los que interactuará el proyecto, de

acuerdo a los criterios profesionales del equipo de especialistas involucrados en el estudio de la zona. Esta información posteriormente permitirá generar un modelo predictivo del escenario futuro, una vez que se apliquen las medidas de prevención y mitigación propuestas a los impactos ambientales identificados.

Metodología para la elaboración del DA

Con este contexto, el DA se desarrolló mediante la aplicación de criterios ambientales a la información geográfica de los componentes presentes, de manera que se valorara la importancia de los recursos bióticos y abióticos.

La valoración de los componentes ambientales Atmósfera, Suelos, Hidrología, Vegetación, Fauna, Paisaje-Geomorfología y Socioeconomía y Cultura, comenzó con una ponderación global de cada uno respecto a su influencia dentro de la dinámica local, de forma que a cada componente se le asignó su propio peso con base a la metodología de Proceso Analítico Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés -*Analytic Hierarchy Process*).

El AHP, es una metodología de análisis multicriterio desarrollada a fines de la década del 70 por Thomas L. Saaty. De forma sintetizada, la metodología que ha sido empleada para la ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en el Sistema Ambiental, es explicada en los siguientes pasos (Saaty, 1994; Saaty & Vargas, 1994; Bhushan & Rai, 2004).

1. Se plantea la meta global, que para este caso es la jerarquización de los componentes ambientales en el SA según su importancia, y se especifican los criterios empleados para comparar y evaluar los componentes. Los criterios que han sido considerados en este estudio son los siguientes:
 - Extensión: área de influencia en relación con el entorno
 - Complejidad: compuesto de elementos diversos
 - Representatividad: carácter simbólico, incluye el carácter endémico
 - Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
 - Estabilidad: permanencia en el entorno, firmeza
 - Fragilidad: endebles, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor
 - Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica

- Interés histórico-cultural: por su peculiaridad histórico-monumental-cultural
2. Se establece la importancia relativa de cada criterio, mediante la comparación por pares de cada criterio; para ello el mismo Saaty desarrollo una escala fundamental para las comparaciones por pares, con valores comprendidos entre el 1 y el 9, asociados a una importancia comparativa, tal como se presenta en la tabla IV.110.

Tabla IV.110. Escalas de comparación de Saaty

Valor	Significado	Descripción
9	Absolutamente más importante que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo
7	Mucho más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo
5	Más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo
3	Ligeramente más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo
1	Igual o indiferente a	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo
1/5	Menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo
1/7	Mucho menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo
1/9	Absolutamente menos importante que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo

En la escala también se consideran importancias intermedias, para los cuales se pueden asignar los valores 2, 4, 6 u 8, o sus valores recíprocos (1/2, 1/4, 1/6, 1/8).

3. Las comparaciones por pares de los diversos criterios generados en el paso 2 se organizan en una matriz cuadrada, denominada comúnmente como matriz de comparación por pares, como se ejemplifica en la figura IV.45.

	C1	C2	C3
C1	1		
C2		1	
C3			1

Figura IV.45. Matriz de comparación por pares genérica

4. Se calculan los pesos de los criterios. Para ello se realizan las siguientes operaciones:
 - i) suma de valores en cada columna de la matriz comparaciones pareadas,
 - ii) división de cada elemento de la matriz entre el total de su columna. Este resultado es referido como la "matriz normalizada de comparaciones pareadas, y iii) cálculo del promedio de los elementos de cada renglón de la matriz normalizada. Esto es, dividir la suma de las calificaciones normalizadas de cada renglón entre el número de criterios. Estos promedios proveen una estimación de los pesos relativos del criterio comparado. Usando este método, los pesos son interpretados como el promedio de todas las maneras posibles de comparar el criterio.

5. Estimación de la consistencia. En este paso se analiza si las comparaciones son consistentes. Para ello se debe determinar el vector de la suma ponderada, multiplicando el peso del primer atributo por la primera columna de la matriz de comparaciones pareadas, el peso del segundo atributo por la segunda columna y el peso del tercer atributo por la tercera columna de la matriz original. Finalmente, se suman estos valores sobre los renglones. Posteriormente se determina el vector de consistencia, para el cual se divide el vector de la suma de pesos entre los pesos de los criterios determinados previamente. Finalmente, se debe calcular el índice de consistencia (IC). Para calcular IC debe obtenerse primero el valor de Lambda (λ) que es el promedio del vector de consistencia. El cálculo de este índice se basa en la observación de que λ es siempre mayor o igual al número de criterios bajo consideración (n) para matrices positivas y recíprocas, y $\lambda = n$ si la matriz de comparaciones pareadas es consistente. Consecuentemente, $\lambda - n$ puede considerarse una medida del grado de inconsistencia. Esta medida puede ser normalizada como sigue:

$$IC = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

donde IC es el índice de consistencia. Este índice provee una medida de la consistencia. Ahora se debe calcular la proporción de consistencia PC, mediante la siguiente ecuación:

$$PC = \frac{IC}{IA}$$

donde IA es el índice de azar, esto es el índice de consistencia de una matriz de comparaciones pareadas generada aleatoriamente. Saaty también ha determinado una relación de índices en función del número de elementos que son comparados. Un valor de PC < 0.10 indica un nivel razonable de consistencia en las comparaciones pareadas;

PC > 0.10, indica inconsistencia en los juicios.

Una de las principales ventajas de usar este método de comparaciones pareadas es que sólo se consideran dos criterios a la vez. No obstante, si se comparan muchos criterios, el método se hace muy largo. En este caso, con los 8 criterios de evaluación considerados, se requieren 28 comparaciones pareadas. A fin de facilitar el procesamiento de la información, se ha realizado el análisis en un software de uso libre denominado "*PriEsT - A Priority Estimation Tool*" (Siraj, 2013), basado completamente en el Proceso Analítico Jerárquico.

Conforme a los resultados que arrojó el *PriEsT* una vez ejecutados todos los pasos de la metodología del AHP, se ha determinado un peso específico para cada uno de los componentes que conforman el Sistema Ambiental del Proyecto Minero San Javier, lo que representa su nivel de relevancia a la dinámica local del ecosistema respecto a los demás componentes. La ponderación de los componentes ambientales es la que se presenta en la tabla IV.111. La proporción o índice de consistencia obtenido con el software de la Matriz de comparaciones pareadas para todos los componentes obtuvo un valor menor de 0.10; lo que, de acuerdo a la metodología, es una jerarquización consistente.

Tabla IV.111. Ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en el SA

No.	Componente	Peso Ponderado
1	Atmósfera	1.04
2	Suelos	1.03
3	Hidrología	0.93
4	Vegetación	2.67
5	Fauna	1.82
6	Paisaje y Geoformas	1.66
7	Socioeconómico y cultural	0.85

Los componentes vegetación y fauna son los que representan mayor importancia en el ambiente en consideración de su extensión, complejidad, representatividad, diversidad, estabilidad, fragilidad, interés ecológico e interés histórico-cultural (criterios considerados para la ponderación). Le sigue paisaje y geoformas, atmósfera, suelos e hidrología en la jerarquización de los componentes. Esta información se considera de utilidad para la siguiente etapa en el proceso de elaboración del Diagnóstico Ambiental, y será retomada más adelante para la asignación de Unidades de Importancia Ambiental (UIP), durante la evaluación de los impactos ambientales generados por el Proyecto Minero San Javier.

Habiendo asignado un peso ponderado para los componentes ambientales, el siguiente paso consistió en generar un listado de nuevos criterios integrados por diversos factores que influyen directamente sobre la calidad del componente. Estos nuevos criterios fueron elegidos por el equipo de profesionistas que participa en la elaboración de la MIA, y su principal característica es que los factores que los integran son identificables y ubicables en los planos cartográficos, modelos generados para el SA, y/o en las imágenes satelitales cargadas en el Sistema de Información Geográfica (SIG) del Proyecto. De esta manera, cada criterio constituye una capa (shape) que será procesada en el SIG para la definición de los rangos de calidad ambiental estimados.

Una vez definida la lista de criterios y factores a considerar, se repartió el valor del peso ponderado de cada componente entre los criterios que lo integran, de acuerdo al nivel de influencia que tiene el criterio sobre la calidad del componente. Posteriormente, el equipo de trabajo evaluó y designó un valor para cada factor, denominado "Valor de Importancia", en una escala de 0 a n , siendo n el valor del

criterio correspondiente, y que además representa el mayor aporte al estado de calidad del componente, respecto al criterio evaluado; mientras que 0 equivale a un nulo aporte al estado de calidad.

A fin de darle una proporcionalidad adecuada a los factores, se multiplicó el Valor de Importancia de cada uno de los factores por el valor del criterio que lo contiene. Al producto de esta operación se la ha denominado “Valor Ponderado”. A continuación, en la aplicación de ArcMap del software ArcGIS, se asignaron los valores ponderados de los factores al vector(es) que los representa digital y geográficamente, por componente ambiental.

Para la obtención del Diagnóstico Individual de cada uno de los componentes, todos los shape que lo conforman fueron sobrepuestos y transformados en operaciones matemáticas (sumatorias) de los Grids (matrices representativas de píxel a 5 metros) en el SIG, resultando diversos valores que fueron clasificados en 5 rangos asociados a una etiqueta lingüística que describe el estado de calidad estimado del componente dentro del Sistema Ambiental del Proyecto, los cuales van desde un rango bajo a un rango alto, pasando por valores intermedios (medio bajo, medio y medio alto). En otras palabras, el rango de calidad para la clasificación del área por componente, resulta de la sumatoria del valor de las cualidades esperadas, o, por el contrario, la carencia de las mismas, correspondientes a los factores considerados.

Los Criterios y Factores empleados, así como Valores de Importancia y los Valores Ponderados evaluados, se presenta en la siguiente tabla IV.112.

Tabla IV.112. Criterios y factores indicativos para el análisis de cada componente ambiental

Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de Importancia	Valor Ponderado
Atmósfera	Actividades humanas	Sin afectación	6.0	36.0
19	6	Zonas en proceso o ya restituidas/reforestadas	4.0	24.0
		Caminos pavimentados	3.0	18.0
		Localidades rurales	3.0	18.0
		Agostaderos y parcelas	2.5	15.0
		Actividades mineras	1.5	9.0
		Caminos no pavimentados	1.0	6.0

	Captura de polvos fugitivos	Cobertura cerrada	6.0	42.0	
	7	Cobertura dispersa	2.0	14.0	
		Cobertura abierta	4.0	28.0	
	Ruido	Áreas con ruido natural	6.0	36.0	
	6	Áreas con generación de ruido artificial esporádico moderado	4.0	24.0	
		Áreas con generación de ruido artificial esporádico alto	3.0	18.0	
		Áreas con generación de ruido artificial constante moderado	2.5	15.0	
		Áreas con generación de ruido artificial constante alto	1.0	6.0	
	Suelo	Actividades humanas	Sin afectación	3.0	9.0
	14	3	Zonas en proceso o ya restituidas/reforestadas	2.0	6.0
Agostaderos y parcelas			1.5	4.5	
Caminos no pavimentados			1.0	3.0	
Localidades rurales			0.2	0.6	
Actividades mineras			0.2	0.6	
Caminos pavimentados			0.0	0.0	
Erosión eólica		Alta	0.0	0.0	
2		Baja	2.0	4.0	
		Moderada	1.0	2.0	
Erosión hídrica		Alta	0.0	0.0	
4		Moderada	2.0	8.0	
	Potencial de degradación	Actividades antropogénicas	3.0	15.0	
5	Sin degradación aparente	5.0	25.0		
Hidrología	Superficial	Corrientes perenes	1.0	1.0	
6	1	Cuerpos lénticos	0.9	0.9	
		Corrientes intermitentes	0.6	0.6	
	(Recarga 1) Zonas con potencial de infiltración en función del material	Material NO consolidado con posibilidades altas	1.0	1.0	
	1	Material NO consolidado con posibilidades medias	0.8	0.8	
		Material NO consolidado con posibilidades bajas	0.7	0.7	
		Material Consolidado con posibilidades bajas	0.4	0.4	
	(Recarga 2) Zonas con potencial de infiltración en función de las pendientes	0° -5°		2.0	4.0
				2.0	4.0
		2	14° - 24°	1.5	3.0
			24° - 55°	1.0	2.0
> 55°			0.2	0.4	
Vegetación	Actividades humanas	Sin afectación	5.0	25.0	

25	5	Agostaderos y parcelas	0.5	2.5
		Zonas en proceso o ya restituidas/reforestadas	3.5	17.5
		Localidades rurales	0.3	1.5
		Caminos pavimentados	0.0	0.0
		Caminos no pavimentados	0.0	0.0
		Actividades mineras	0.0	0.0
	Tipos de vegetación valorada	Matorrales desértico micrófilo	5.9	52.7
	por su capacidad de regeneración	Suelo sin vegetación aparente	0.5	4.5
	9	Zonas incendiadas	0.5	4.5
		Otros usos del suelo	0.0	0.0
	Cobertura de la vegetación	11	Cobertura cerrada	11.0
Cobertura dispersa			2.5	27.5
		Cobertura abierta	6.0	66.0
Fauna	Influencia de zonas de	Sin influencia	10.0	100.0
20	ahuyentamiento	Zonas en proceso o ya restituidas/reforestadas	7.0	70.0
		10	Agostaderos y parcelas	3.0
	Localidades rurales		2.0	20.0
	Caminos no pavimentados		2.0	20.0
	Caminos pavimentados		1.0	10.0
	Zonas incendiadas		0.5	5.0
	Actividades mineras		2.0	20.0
	Zonas aptas para el establecimiento	Matorrales desértico micrófilo	10.0	100.0
de hábitats	Suelo sin vegetación aparente	4.5	45.0	
	Corrientes de agua intermitentes	7.5	75.0	
Paisaje y	Modelo de Topoformas valoradas	Cañones	5.0	25.0
Geoformas	por su grado de influencia al entorno	Valles poco profundos	4.8	24.1
9	5	Drenajes de tierras altas	4.5	22.3
		Planicies	4.8	24.1
		Colinas locales en los valles	4.1	20.5
	Actividades humanas	Sin afectación	1.0	1.0
	1	Zonas en proceso o ya restituidas/reforestadas	0.7	0.7
		Localidades rurales	0.3	0.3
		Agostaderos y parcelas	0.2	0.2
		Caminos pavimentados	0.2	0.2
Caminos no pavimentados		0.2	0.2	

		Zonas incendiadas	0.2	0.2
		Actividades mineras	0.1	0.1
	Modelo de Rumbos de Pendientes	N	3.0	9.0
	3	NE y NO	2.7	8.2
		E y O	2.5	7.4
		Plano	2.7	8.2
		S	1.8	5.3
	SE y SO	2.0	6.1	
Socioeconómico y Cultural	Actividades humanas	Localidades rurales	3.5	12.3
	7	3.5	Actividades mineras	3.0
Caminos pavimentados			3.3	11.6
Áreas de interés antropológico y/o histórico			3.3	11.6
Agostaderos y parcelas			2.9	10.2
Caminos no pavimentados			2.8	9.8
Sin afectación			3.0	10.5
Zonas incendiadas		0.5	1.8	
Servicios e infraestructura	Disponibilidad de servicios *****	3.5	12.3	
3.5	Zonas en proceso o ya restituidas/reforestadas	2.0	7.0	
	Caminos	3.3	11.6	

Una vez generados los Diagnósticos Individuales de todos los componentes, se les asignó a cada uno en el SIG su correspondiente peso ponderado, relativo a su relevancia dentro del SA; y en seguida se integraron todos en un solo modelo, que se realizó sobreponiendo los shapes de los Diagnósticos Individuales, haciendo luego una sumatoria con los Grids y clasificando los valores resultantes en cinco rangos equidistantes, generando así el Diagnóstico Ambiental Integrado (DA-I) del SA del Proyecto Minero San Javier.

Con la finalidad de resumir y esquematizar la metodología empleada para la elaboración del DA-I, en la figura IV.45 se presenta el procedimiento seguido que dio origen a los Diagnósticos Individuales de los 7 componentes ambientales y finalmente al Diagnóstico Ambiental Integrado. Asimismo, en la figura IV.46 se muestra un mosaico de los diagnósticos generados para el Sistema Ambiental.

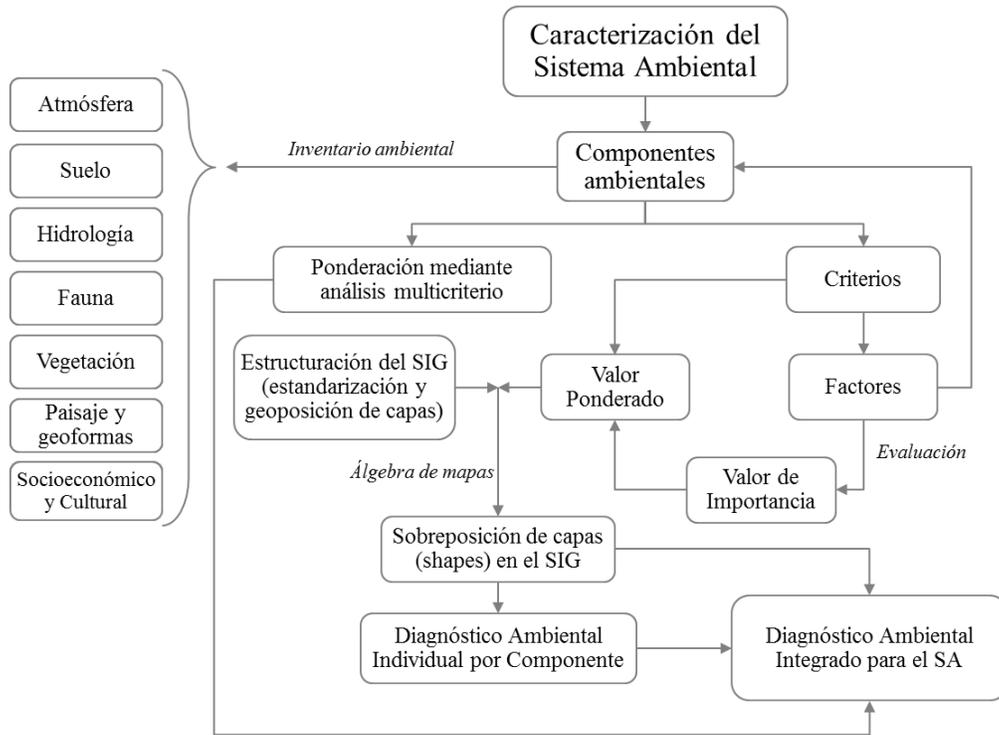


Figura IV.46. Procedimiento para la generación de diagnóstico ambiental integrado

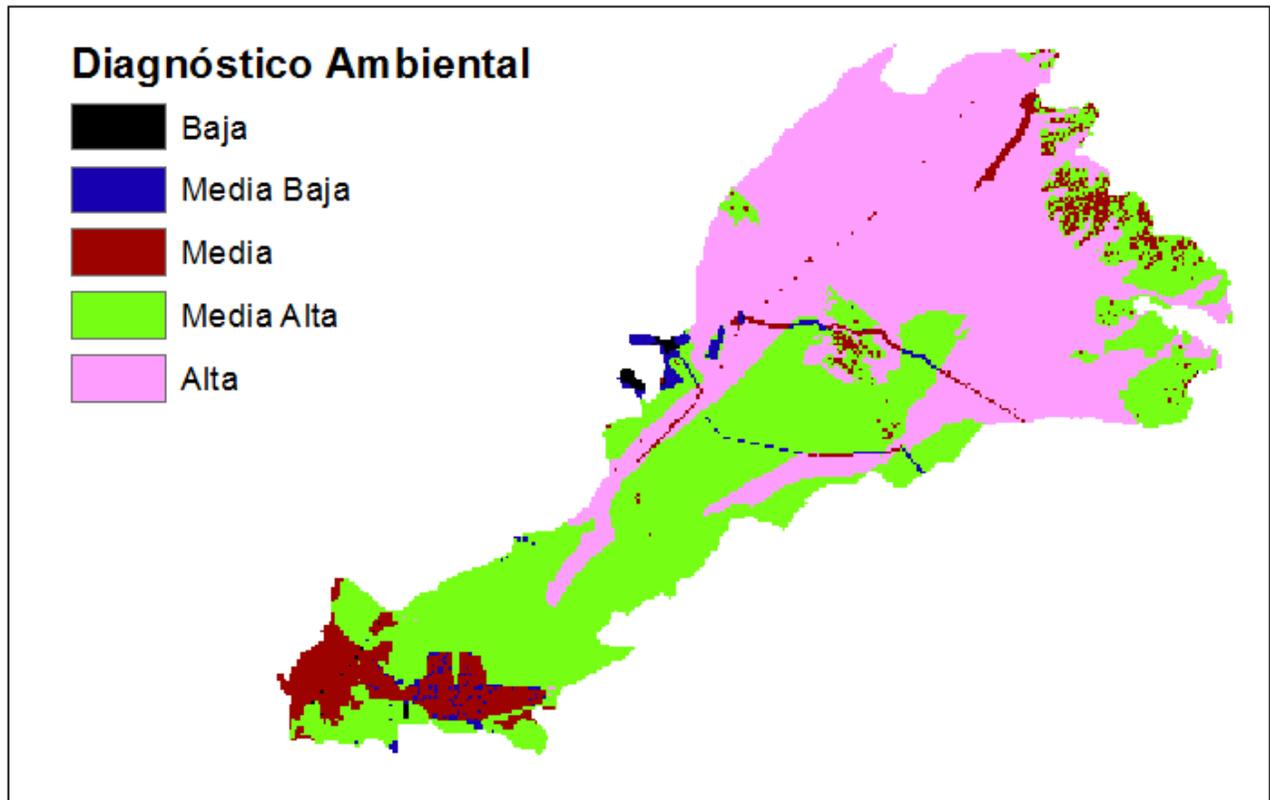


Figura IV.47. Diagnóstico Ambiental Integrado

A continuación, se describe el diagnóstico de los componentes ambientales dentro del Sistema Ambiental del Proyecto Minero San Javier, y se presentan las imágenes generadas en el SIG que muestran la calidad de cada componente.

Diagnóstico Ambiental por componentes

Atmósfera

De acuerdo a los criterios considerados en la tabla IV.98, la calidad atmosférica, particularmente dentro del Sistema Ambiental, está estrechamente relacionada con la calidad del aire (emisión de gases contaminantes y de polvos fugitivos), y la generación de ruido. Para este componente, las actividades humanas son los factores principales que degradan la calidad de la atmósfera. De esta manera, se consideró que las áreas donde se desarrollan actividades mineras, las de uso de suelo urbano, los caminos, los agostaderos, las parcelas y las carreteras, son sitios donde puntualmente hay generación de ruido y contaminantes atmosféricos que se

dispersan de forma muy variable, dependiendo de las condiciones climáticas, siendo el tipo de cobertura vegetal (abierto, cerrado o disperso) una barrera física contra la dispersión de algunos contaminantes, por lo cual también se consideró en el diagnóstico de este componente ambiental.

En la figura IV.48 se presenta el diagnóstico de la calidad atmosférica estimada dentro del área de estudio del Proyecto.

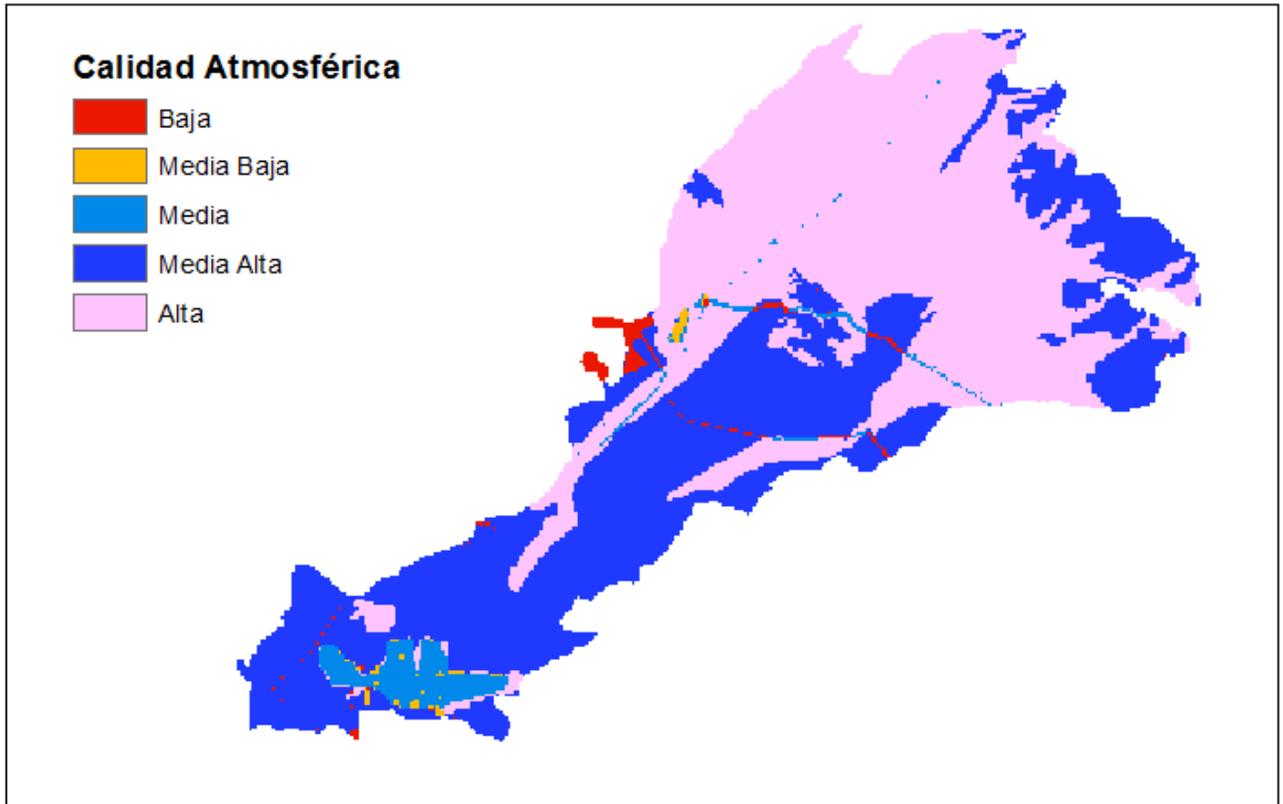


Figura IV.48. Calidad atmosférica

Como se observa en la figura anterior, las áreas que presentan mayor calidad corresponden a aquellas con ausencia directa de actividades antropogénicas, ya que, al contrario de estas, aquellas en que se localizan localidades urbanas y que directamente presentan zonas agrícolas y caminos disminuyen su calidad ambiental atmosférica; hasta detectar una ausencia total de calidad ambiental atmosférica, la cual está directamente relacionada con presencia de caminos, actividades mineras y asentamientos humanos.

Suelo

El diagnóstico ambiental del suelo se muestra en la figura IV.49. En general predominan los valores altos. Las zonas de mayor calidad, con un valor alto, presentan baja susceptibilidad a la erosión ya que esta se presenta más alta solamente en temporada de lluvias por la velocidad de los escurrimientos; además presentan un potencial forestal alto, criterio que a su vez consideró factores como profundidad efectiva del suelo, clase textural, tipo de suelo dominante, y limitantes físicas (esqueleto-limitantes).

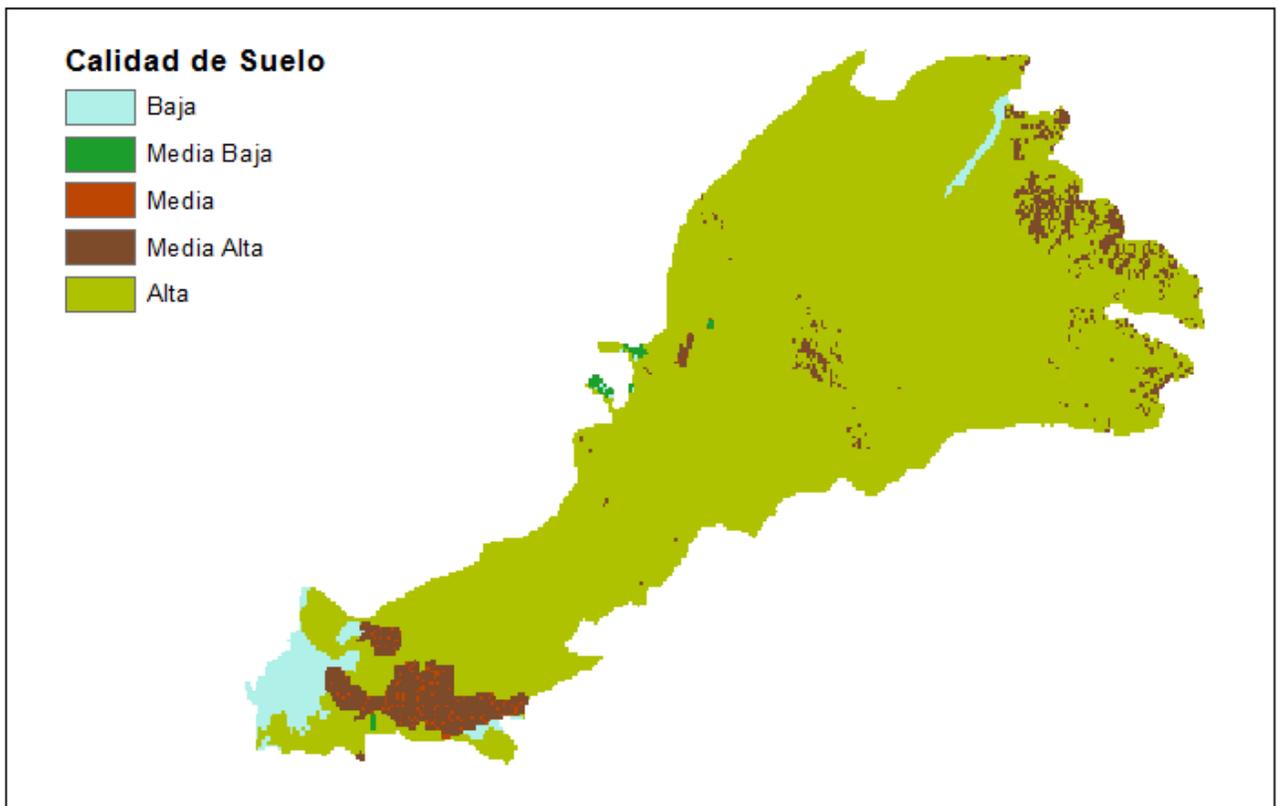


Figura IV.49. Calidad del suelo

Como puede observarse, la mayor parte presenta valores altos y medio altos, lo que representa que en el SA aún es posible encontrar suelos protegidos de factores que erosionan. Es importante resaltar la presencia de valores medios y bajos principalmente en áreas próximas a localidades o centros urbanos, así como cercanos a actividades mineras.

Hidrología

Entre los criterios establecidos para diagnosticar la hidrología en el SA fueron consideradas la hidrología superficial, zonas con potencial de infiltración en función del material y las zonas con potencial de infiltración en función de las pendientes. El diagnóstico ambiental del suelo se muestra en la figura IV.49.

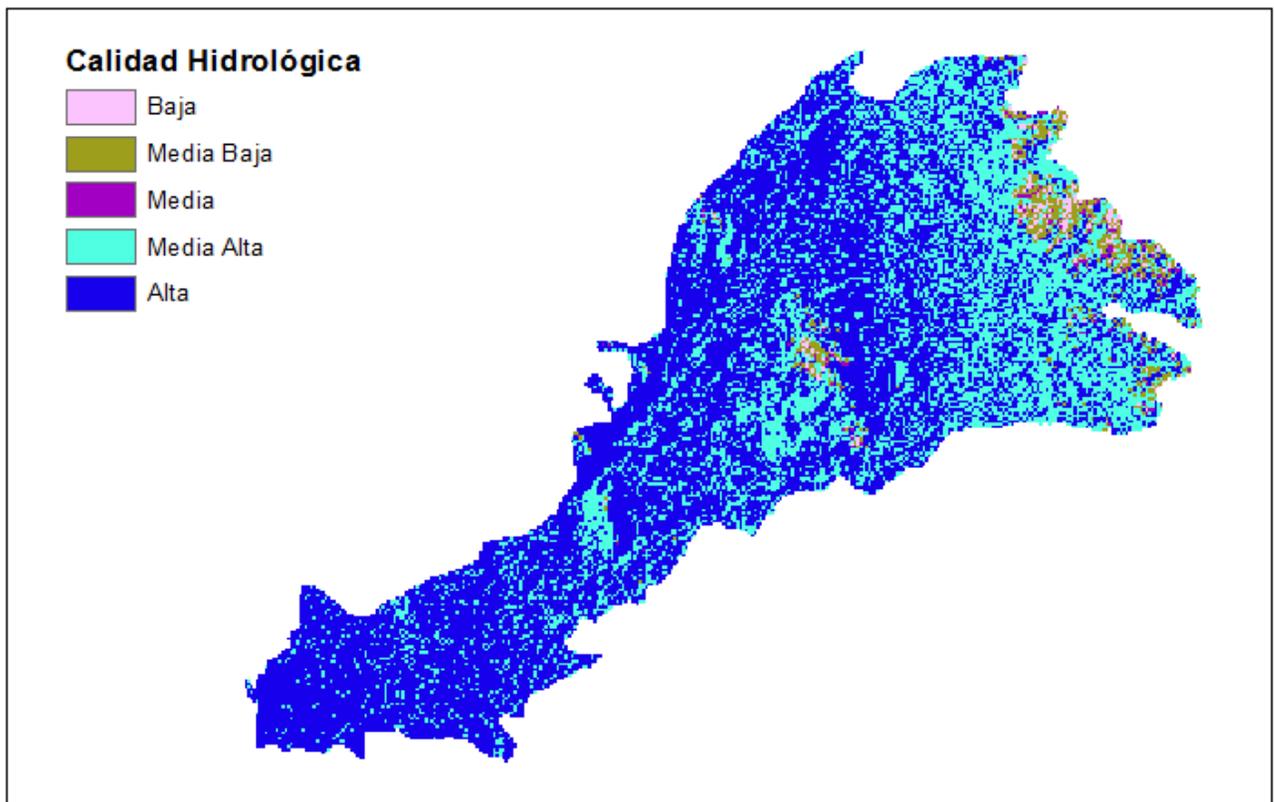


Figura IV.50. Calidad del factor hidrología

Como puede observarse, las áreas que presentan mayor calidad corresponden a la mayor parte del sistema ambiental, aunque también se observan pequeñas superficies con baja calidad en la porción Noreste del SA. Cabe señalar que la mayor parte de la superficie que presenta pocas elevaciones o pendientes poco pronunciadas tiene media alta calidad ambiental hidrológica.

Vegetación

Los criterios establecidos para evaluar el diagnóstico de la vegetación en el SA involucran directamente las actividades humanas, los tipos de vegetación valorados por su capacidad de regeneración y la cobertura de la vegetación. El diagnóstico ambiental de vegetación se muestra en la IV.51.

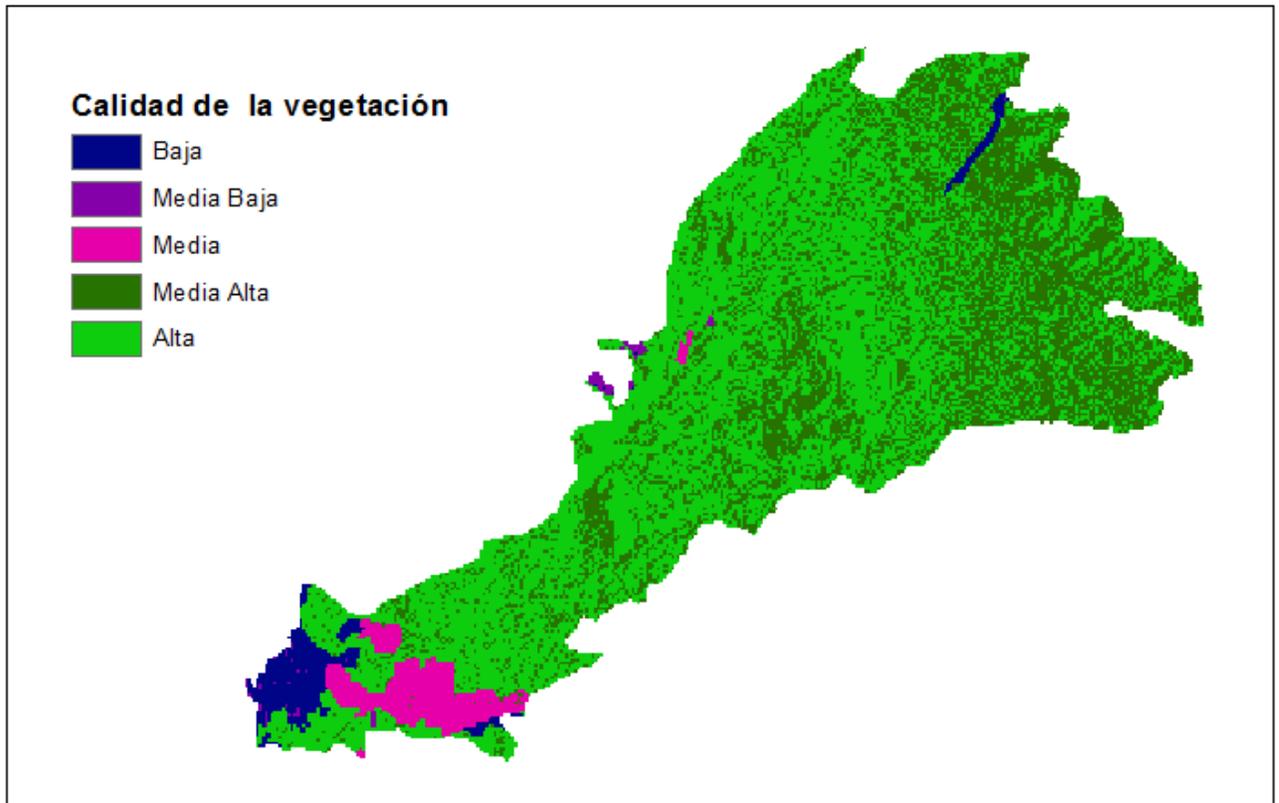


Figura IV.51. Diagnóstico del factor vegetación

De acuerdo al diagnóstico ambiental para la vegetación, las áreas que presentan mayor calidad corresponden a la mayor parte del sistema ambiental, observándose que está disminuye principalmente en una franja que se distribuye por la parte sur del SA, coincidiendo con los caminos existentes pavimentados y la próxima localización de localidades urbanas. Cabe resaltar que la superficie con alta calidad domina sobre aquellas que carecen de ella.

Fauna

Para la realización del diagnóstico ambiental del componente fauna se realizó el análisis de básicamente dos criterios. El primero de ellos hace alusión a aquellas zonas que potencialmente impiden encontrar un hábitat propicio para el adecuado

desarrollo natural de la fauna, mientras que el segundo de los criterios, basa su análisis en aquellas zonas protegidas que cuentan con características ambientales que proporcionan un hábitat propicio para la fauna. El diagnóstico ambiental de la fauna se muestra en la figura IV.52.

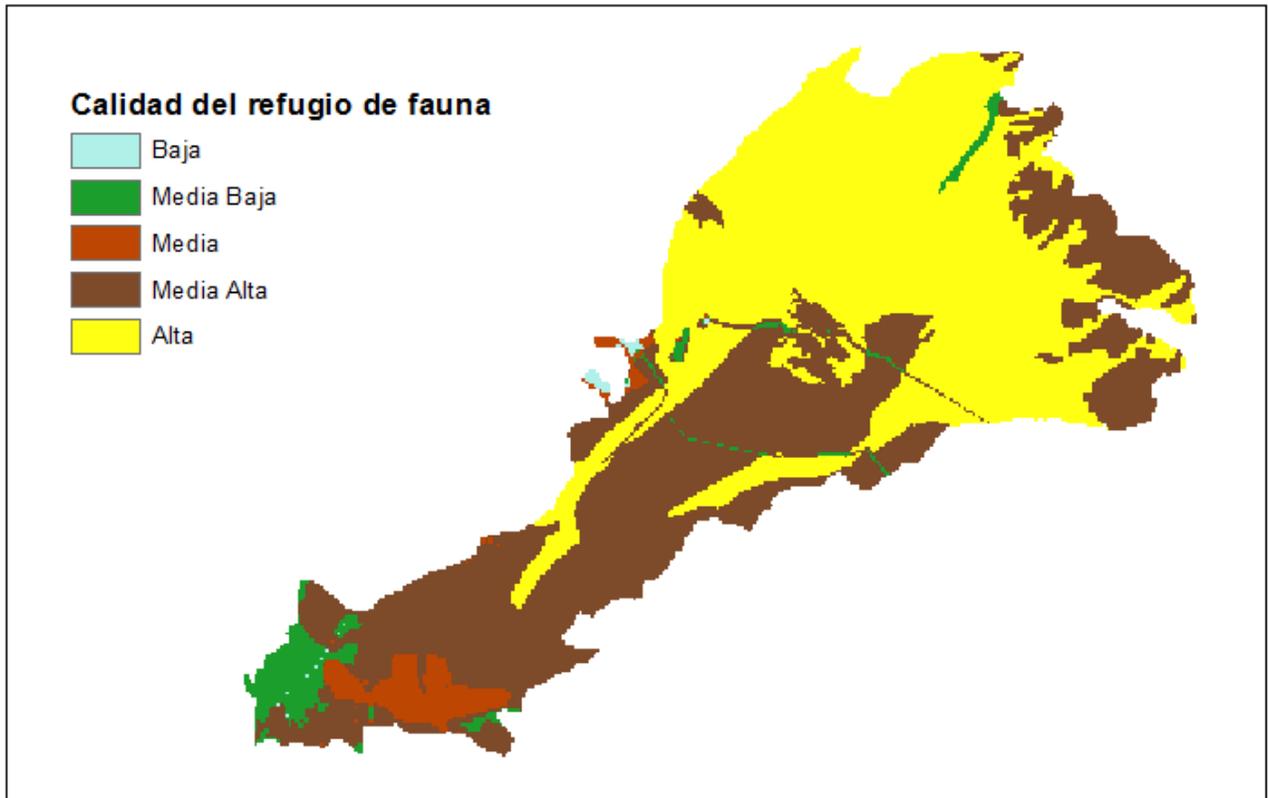


Figura IV.52. Diagnóstico del factor fauna

De acuerdo a la figura anterior, el diagnóstico ambiental de la fauna muestra una alta calidad dominando sobre el resto de las categorías establecidas. Únicamente se observa una media a baja calidad en aquellas zonas con presencia y/o actividades humanas como lo son caminos y localidades o centros urbanos y áreas cultivadas.

Paisaje y Geoformas

Para evaluar el componente paisaje y geoformas fueron considerados tres criterios: modelo de topoformas valoradas por su grado de influencia al entorno, actividades humanas y modelo de rumbos de pendientes. El diagnóstico ambiental de paisaje y geoformas se muestra en la figura IV.53.

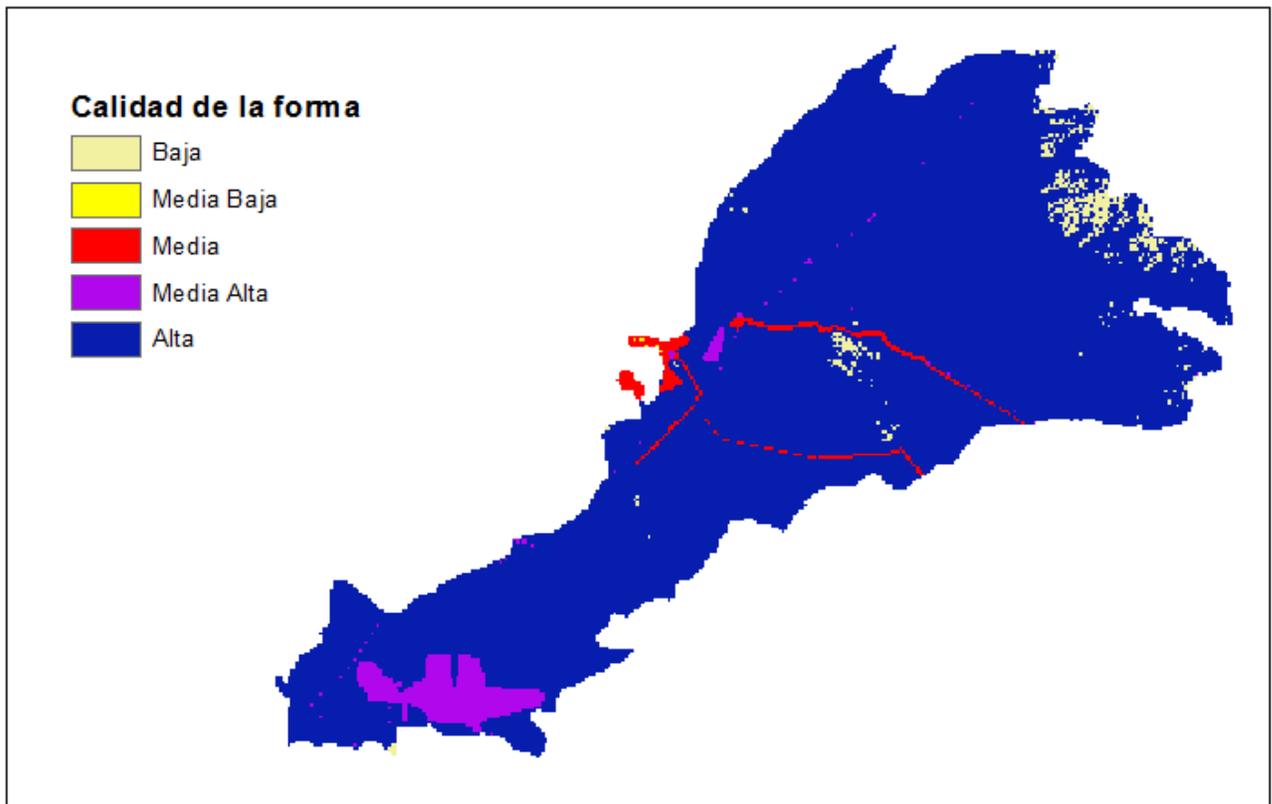


Figura IV.53. Diagnóstico del factor ambiental paisaje y geoformas

Como se puede observar, el diagnóstico individual de este componente muestra que básicamente la superficie del SA se encuentra dominada por una calidad ambiental alta, seguida de una calidad media alta, y media principalmente en pequeñas porciones localizadas en la porción Sur del SA.

Socioeconómico y Cultural

Los criterios establecidos para este componente ambiental son dos: actividades humanas y servicios e infraestructura; considerando como actividades humanas la minería, agostaderos y parcelas, usos productivos de suelo, entre otros. Para los servicios de infraestructura fueron considerados factores como lo son la disponibilidad de servicios, caminos, etc. El diagnóstico ambiental se muestra en la figura IV.54.

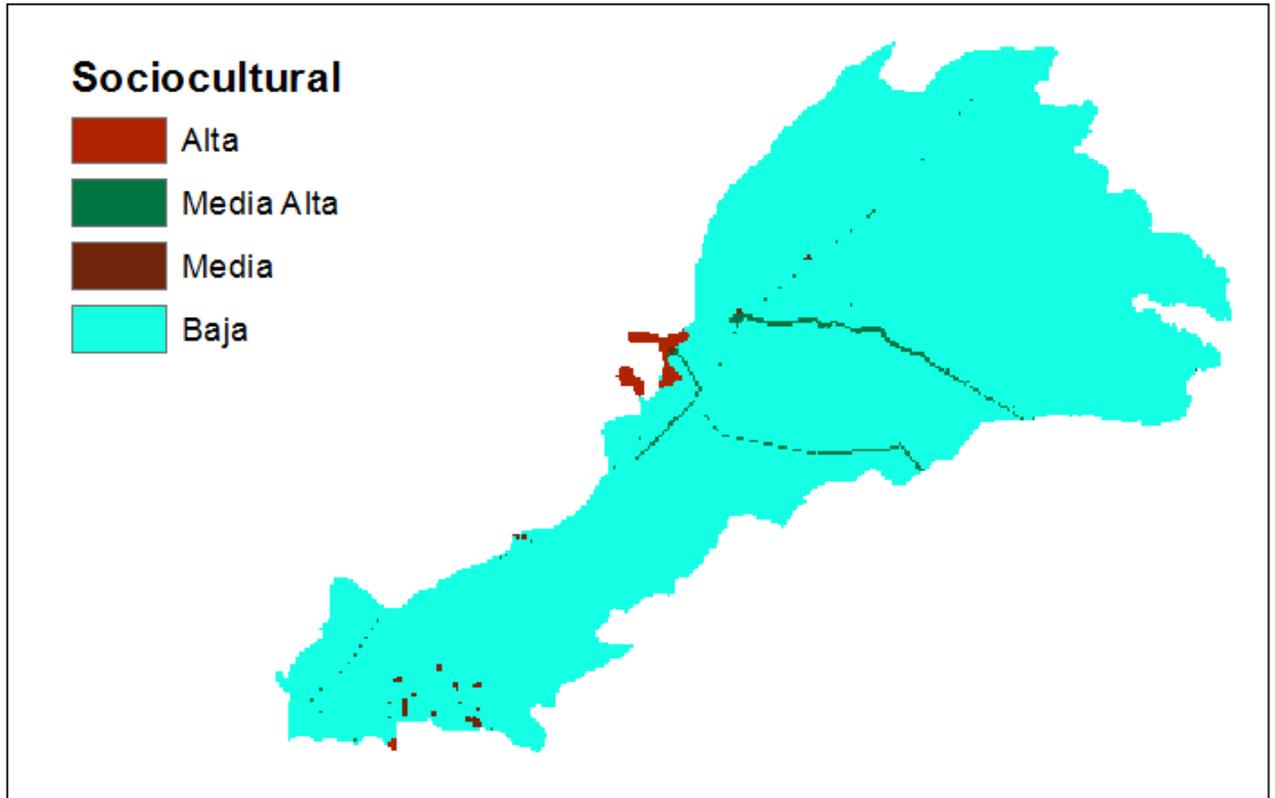


Figura IV.54. Diagnóstico sociocultural y socioeconómico

De acuerdo a la figura del diagnóstico individual para el componente socioeconómico y cultura se puede observar que de forma generalizada dentro del SA se presenta una calidad ambiental baja. Lo anterior debido a que en la mayor parte de la superficie del SA no se cuenta con los servicios básicos que requiere una comunidad, las superficies en que se presenta calidad media baja corresponden a zonas de pequeñas localidades donde solo se pueden encontrar algunos servicios básicos.

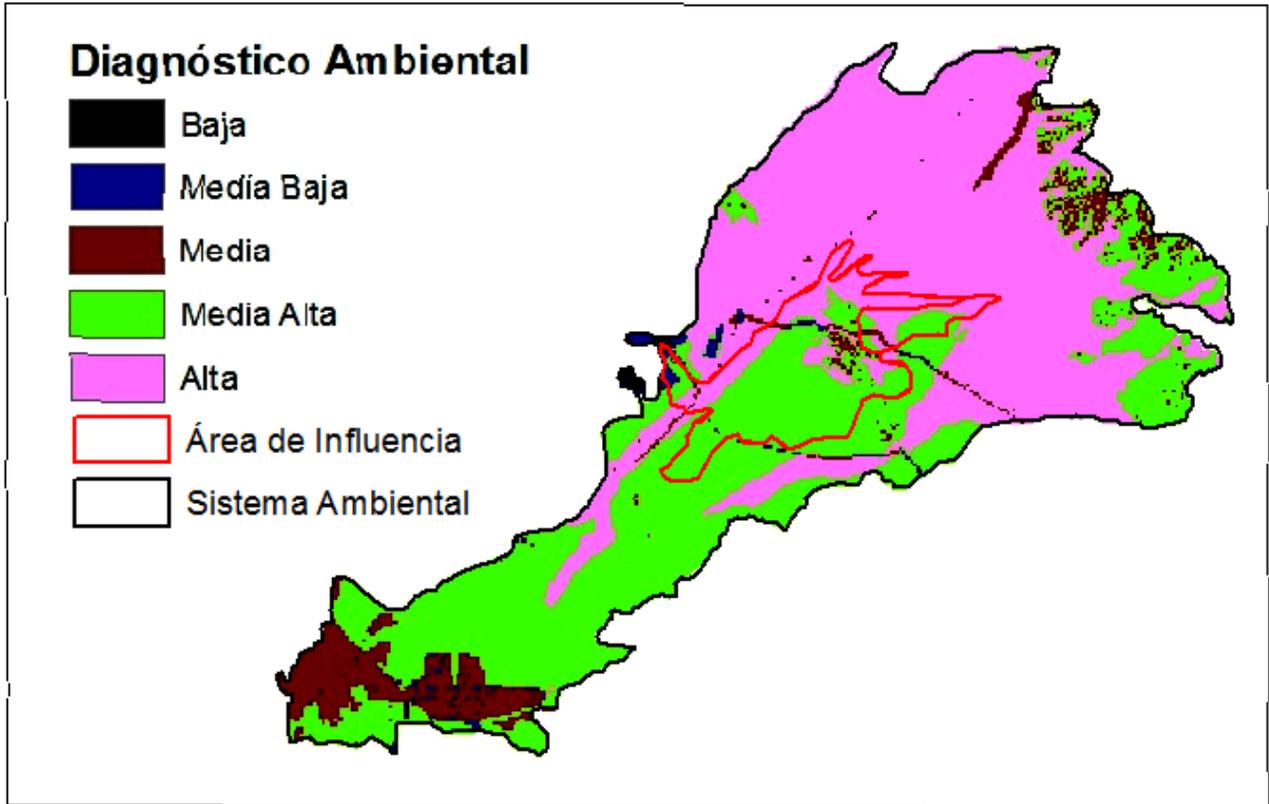


Figura IV.55. Acercamiento del AI sobre el Diagnóstico Ambiental Integrado

De acuerdo al análisis realizado al AI sobre el DA-I , se puede observar claramente como la calidad en el mismo se presenta media alta de manera dominante, sin embargo, se puede observar como también se presenta una calidad media principalmente en la porción central del área de influencia, y extremo Norte del AI la calidad es alta, lo cual se presenta debido principalmente a la interacción de distintas actividades antropogénicas y a la conformación topográfica del área como se mencionó con antelación.

A continuación, se presenta un análisis del deterioro que presenta cada uno de los componentes ambientales dentro del AI del proyecto Minero San Javier.

Atmósfera

Dentro del AI se ubican dos tipos de caminos importantes, camino que conduce directamente hacia las instalaciones de la mina la Herradura, una brecha que conduce hacia el área del proyecto, así como otras pequeñas brechas que conducen hacia localidades próximas al proyecto. La generación de dióxido de carbono y

otros gases emitidos por los vehículos motorizados que ahí circulan contribuyen a la acumulación de partículas suspendidas en el área, lo que representa disminución en la calidad ambiental de la atmosfera.

Por otra parte, también debe ser considerada la acumulación de partículas suspendidas de polvo generado por los vientos, y que impactan directamente sobre pequeñas superficies desprovistas de vegetación.

Suelo

Aunque la mayor parte de la superficie del AI presenta una cobertura vegetal cerrada (lo que le confiere a los suelos protección ante cualquier agente erosivo), estos pudieran estar presentando erosión de forma natural en aquellas zonas desprovistas de vegetación aunado a las pendientes poco pronunciadas que presenta el área así como por la lluvia torrencial; lo que representa una disminución en la calidad ambiental del componente suelo que se encuentra dentro de la superficie del AI.

Hidrología

Es importante señalar que dentro de la superficie del AI no se localizan cuerpos de agua o escurrimientos perennes. La hidrología presenta disminución en su calidad ambiental debido a los dos factores: escurrimientos pluviales y disminución de la cobertura vegetal, lo que propicia poca infiltración.

Vegetación

La calidad en el AI se ve disminuida debido a desmonte como resultado de actividades antropogénicas. Aunque la mayor parte de la superficie del AI presenta buena calidad en cuanto a vegetación, también se observan zonas claramente desprovistas de ella y que como se mencionó en párrafos anteriores, merma en la calidad ambiental de otros componentes ambientales.

Fauna

La fauna dentro del AI encuentra su principal reductor en su calidad ambiental principalmente por la presencia de zonas desprovistas de vegetación, y por

presencia de actividad humana. Si bien la fauna encuentra zonas de alimentación y anidación en la vegetación, también es ahuyentada por el ruido producido por vehículos automotores y la propia presencia humana, lo que da como resultado baja calidad ambiental para la fauna principalmente en la porción centro del SA.

Paisaje y Geoformas

En cuanto al paisaje y geoformas, se identifica que estos pueden ver disminuida su calidad debido principalmente a las modificaciones que pueden tener los terrenos por el desarrollo de actividades mineras, agrícolas, etc.

Socioeconómico y Cultural

Básicamente la calidad ambiental de la Socioeconomía y cultura en el AI se ve disminuida, ya que las localidades que se encuentran ahí inmersas no cuentan con todos los servicios con que cuenta la cabecera municipal; sin embargo, dentro del área de influencia no se encuentran poblados cercanos, por lo cual, se considera que disminuye o se mantiene muy baja la calidad de vida puesto que no existen servicios básicos.



Capítulo V

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	2
V. 1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales	2
V.1.1 Indicadores de impacto	2
V.1.2 Criterios y metodologías de evaluación.....	3
V.1.3 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada	7
V.1.4 Resultados	7

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Durante el desarrollo del presente capítulo se identifican, describen y evalúan los impactos que se generarán a partir de la implementación del proyecto denominado "Proyecto Minero San Javier".

V. 1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para identificar los impactos potenciales generados por el desarrollo del proyecto, de inicio se realizó una lista de chequeo simple, la cual permite identificar impactos rápidamente.

Como segundo paso se hace una identificación de impactos por medio de una matriz de interacciones entre acciones del proyecto y subfactores ambientales.

Después se continúa con matriz de cribado, en la que se valoran distintos atributos de cada impacto y se define a partir de un umbral fijado en valor de 15.5, es decir que los impactos que superen el umbral serán los impactos significativos, mientras que los impactos que se encuentren por debajo del umbral son los impactos que serán asimilables por el ecosistema.

Como cuarto paso se realiza una matriz matemática en la que los impactos que superaron el umbral son valorados para definir la significancia de cada uno de ellos, ésta definida en bajo, moderado, alto y muy alto.

Esta técnica parte de la diseñada por Leopold y colaboradores en los años 70 y es modificada por Domingo Gómez Orea en el 2002.

V.1.1 Indicadores de impacto

Tabla V.1. Factores Ambientales y Subfactores Impactados e indicadores de impacto.

Indicadores de Impacto		
Factor	Subfactor	Indicadores
Aire	Calidad	Emisión de gases de efecto invernadero.
	Visibilidad	Presencia de polvos, partículas suspendidas o humo.
	Confort sonoro	Generación de altos niveles de ruido, emisión de vibraciones.
Suelo	Pérdida de suelo	Modificaciones en el grado de erosión
	Calidad	Contaminación por basura, grasas o aceite.

Indicadores de Impacto		
Factor	Subfactor	Indicadores
	Estructura del suelo	Modificación de la topografía del suelo debido a cortes, nivelaciones, excavaciones y compactaciones.
Agua	Calidad	Contaminación por presencia de basura, grasas o aceite y generación de drenaje ácido.
	Drenaje natural	Modificación del patrón
	Infiltración	Modificación en la cantidad de infiltración de agua
	Escurrimiento	Aumento de la velocidad de los escurrimientos
Biota	Flora	
	Cubierta Vegetal	Disminución de la cubierta vegetal
	Diversidad y Abundancia	Modificación de la diversidad de especies y su abundancia
	Fauna	
	Diversidad y Abundancia	Modificación de la diversidad de especies y su abundancia
	Modificación de Hábitat	Modificación del hábitat debido al establecimiento del proyecto
Socioeconómicos	Empleo	Modificaciones en el número de fuentes de trabajo
	Economía	Modificación al ingreso per cápita
Paisaje	Escénico	Modificación en la calidad visual del conjunto ecosistémico

V.1.2 Criterios y metodologías de evaluación

Para la evaluación de los impactos por medio de la matriz de cribado se utilizaron los siguientes criterios.

Tabla V.2. Descripción de criterios utilizados en la matriz de cribado

Atributos	
Nombre	Descripción
Inmediatez	Dependencia directa de una acción o indirecta a través de un efecto
Periodicidad	Manifestación de forma cíclica o recurrente en el tiempo
Momento	

	Lapso que transcurre entre la acción y la aparición del efecto
Acumulación	Incremento continua de la gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera
Sinergia	Reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios efectos simples producen un efecto superior a su suma simple
Reversibilidad	Posibilidad de que el efecto sea asimilado por el ambiente, de tal manera que este, por sí solo, es capaz de recuperar las condiciones iniciales una vez producido el efecto
Persistencia	Tiempo de permanencia del efecto
Magnitud	Cantidad y calidad del factor modificado, en términos relativos al sistema ambiental
Recuperabilidad	Posibilidad de recuperación de los efectos negativos del impacto mediante intervención externa.
Signo	Se refiere al carácter benéfico (positivo) o perjudicial (negativo) del impacto

Tabla V.3. Valor de los criterios

ATRIBUTOS DEL IMPACTO		
Nombre	Carácter	Valor
Inmediatez	Directo	3
	Indirecto	1
Periodicidad	Periódico	3
	Irregular	1
Momento	Corto Plazo	1
	Mediano Plazo	2
	Largo Plazo	3
Acumulación	Simple	1
	Acumulativo	3
Sinergia	Leve	1

	Moderada	2
	Fuerte	3
Reversibilidad	Reversible	1
	Irreversible	3
Persistencia	Temporal	1
	Permanente	3
Magnitud	En el Sitio del Proyecto	1 ²
	En el AiP	2 ²
	En el SA	3 ²
Recuperabilidad	Posible totalmente	1
	Posible parcialmente	2
	Imposible	3
Signo	Benéfico	+
	Perjudicial	-

Se valora cada uno de los impactos en cada uno de los criterios y se hace una sumatoria de los valores, aquellos que superan el umbral, fijado en 15.5 son considerados impactos significativos y se evalúan en la matriz matemática.

Escala para desarrollar los valores de la matriz matemática:

Mij = Magnitud

Eij = Extensión Espacial

Dij = Duración

Sij = Efectos de Sinergia

Aij= Efectos Acumulativos

Cij = Controversia

En donde:

i = Acción.

j = Factor ambiental.

Tabla V.4. Valores de la escala

Escala	Valor
Nulo	0
Nulo a bajo	1
Muy bajo	2
Bajo	3

Escala	Valor
Baja a moderada	4
Moderada	5
Moderada a alta	6
Alta	7
Muy Alta	8
Extremadamente Alta	9

Para determinar la significancia de cada impacto se realiza lo siguiente:

Índice Básico

$$MED_{ij} = \frac{1}{27} (M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$$

Índice Suplementario

$$SAC_{ij} = \frac{1}{27} (S_{ij} + A_{ij} + CD_{ij})$$

Los rangos de los índices son los siguientes:

$$(3/27) \leq MED_{ij} \leq 1$$

$$0 \leq SAC_{ij} \leq 1$$

Índice de Impacto

$$I_{ij} = MED_{ij}^{\phi}$$

Índice de Significancia del Impacto

$$G_{ij} = I_{ij} [1 - (T_{ij}/9)]$$

Dónde:

$$\phi = 1 - SAC_{ij}$$

T_{ij} = Medida de Mitigación

Los rangos de significancia del impacto son clasificados de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla V.5. Significancia y Valores de Impactos

Significancia	Valores
Bajo	0 - .24
Moderada	.25 - .49
Alta	.50 - .74
Muy Alta	.75 - 1.0

V.1.3 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Leopold y colaboradores desarrollaron por primera vez la metodología para identificación de impactos en los años 70, enfocada principalmente a proyectos de construcción. Esta matriz permite identificar impactos y su origen, sin proporcionar valores a los mismos, esta metodología ha sido modificada con el pasar de los años por varios autores. Domingo Gómez Orea, hace una modificación a la matriz de Leopold en el 2002, esta matriz modificada enfoca la identificación de impactos que se generarán en los distintos factores ambientales y permite extraer aquellos impactos que son más significativos de aquellos que son menores y que la resiliencia del ecosistema le permite asimilarlos sin necesidad de enfocar medidas de mitigación a los mismos; permite también identificar aquellos impactos que serán positivos, lo que a su vez permite valorar y contrastar los impactos positivos de los negativos. Por los beneficios antes mencionados, se justifica el uso de la matriz de Leopold, modificada por Gómez Orea.

V.1.4 Resultados

Se realizó una lista de chequeo para cada una de las fases del proyecto con los factores ambientales, los resultados se muestran a continuación en las tablas V.6, V.7 y V.8.

Tabla V.6. Interacción de Impactos con Factores Ambientales durante la fase de Preparación del Sitio.

PREPARACIÓN DEL SITIO	LISTA DE CHEQUEO PARA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS					
		FACTORES AMBIENTALES				
	ACCIONES	SUELO	AIRE	AGUA	BIOTA	SOCIOECONOMICOS
	Localización y Trazo					✓
	Desmonte	x	x	x	x	✓

Para la primera fase del proyecto se encontraron cuatro impactos negativos y dos impactos positivos.

En la fase de construcción de la obra se identificaron diez impactos negativos y tres impactos positivos.

Tabla V.7. Interacción de Impactos con Factores Ambientales durante la fase de Construcción.

CONSTRUCCIÓN	LISTA DE CHEQUEO PARA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS					
	ACCIONES	FACTORES AMBIENTALES				
		SUELO	AIRE	AGUA	BIOTA	SOCIOECONOMICOS
	Transporte de material y equipo	X	X		X	✓
	Nivelación y Compactación	X	X	X	X	✓
	Construcción	X	X	X		✓

Para la fase de operación se encontraron ocho impactos negativos y dos positivos, tal como se muestra a continuación:

Tabla V.8. Interacción de Impactos con Factores Ambientales durante la fase de Operación.

OPERACIÓN	LISTA DE CHEQUEO PARA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS					
	ACCIONES	FACTORES AMBIENTALES				
		SUELO	AIRE	AGUA	BIOTA	SOCIOECONOMICOS
	Operación de las instalaciones	X	X	X	X	✓
	Mantenimiento de las Instalaciones	X	X	X	X	✓

Como se puede observar en las tablas anteriores, se encontraron 22 impactos negativos, seis de ellos en el factor ambiental suelo, seis en el factor aire, cinco impactos en agua, cinco en el factor biota (Flora y Fauna) y finalmente siete impactos positivos en el factor ambiental socioeconómico.

Posteriormente durante la matriz de interacciones se añaden las acciones de cada una de las fases del proyecto y los subfactores ambientales, encontrándose 48 impactos negativos y 14 impactos positivos, dando un total de 62 interacciones, de las cuales 16 se dan en el factor aire, 13 en suelo, 11 en agua, ocho en la biota y 14 en el factor socioeconómico.

A continuación, se presenta la matriz de interacciones, en la cual se puede observar lo mencionado anteriormente.

Tabla V.9. Matriz de Interacciones de acciones del proyecto con los subfactores ambientales.

Factores Ambientales		Componentes del Proyecto	Preparación del Sitio		Construcción			Operación	
			Localización y Delimitación	Desmote y Despalme	Transporte de material y equipo	Nivelación y Compactación	Construcción	Operación de las instalaciones	Mantenimiento de las instalaciones
Factor	Subfactor								
Aire	Calidad		X	X	X	X	X	X	
	Visibilidad		X	X	X	X	X		
	Confort sonoro		X	X	X	X	X		
Suelo	Pérdida de suelo		X				X	X	
	Contaminación de suelo		X	X	X	X	X	X	
	Estructura del suelo		X		X	X	X		
Agua	Calidad		X				X		
	Drenaje natural		X		X		X		
	Infiltración		X			X	X		
	Escurrimiento		X			X	X		
Biota	Flora								
	Cubierta Vegetal		X						
	Diversidad y Abundancia		X						
	Fauna								
	Diversidad y Abundancia		X	X	X				
	Modificación de Hábitat		X	X	X				
Socioeconómicos	Empleo	X	X	X	X	X	X	X	
	Economía	X	X	X	X	X	X	X	
	Servicios públicos								

De los 16 impactos que se dan en el aire, durante la fase de preparación del sitio encontramos tres impactos negativos durante la acción del desmote, uno de ellos en el subfactor visibilidad, otro en la calidad y el final en el confort sonoro; durante la fase de construcción se encontraron nueve impactos negativos, tres de ellos en la acción de transporte de material y equipo, uno de ellos es la visibilidad, otro en la calidad y el tercero en el confort sonoro, en la acción nivelación y compactación se encontraron tres impactos, los mismos en la visibilidad, calidad y confort sonoro, durante la construcción se encontraron tres impactos, el primero de ellos sobre la visibilidad, el segundo en la calidad y el tercero sobre el confort

sonoro, la fase de operación se encontraron tres impactos, de igual manera que en las acciones anteriores en la visibilidad, confort sonoro y calidad, durante el mantenimiento de las instalaciones solamente se encontró un impacto en el subfactor calidad del aire. Mientras que el resto de los impactos son positivos y se registran en los subfactores empleo y economía.

Para los 13 impactos encontrados en suelo, se identificaron tres en la fase de preparación del sitio, todos durante la acción de desmonte, en la pérdida de suelo, contaminación de suelo y en la estructura; durante la fase de construcción se encontraron cinco impactos, uno de ellos se darán durante el transporte de material y equipo en el subfactor ambiental contaminación de suelo, durante la acción del nivelación y compactación se identifico a dos impactos, el primero de ellos sobre la contaminación de suelo, mientras que el segundo en la estructura del suelo y finalmente durante la construcción se encuentra un impacto sobre el subfactor contaminación de suelo del suelo y el segundo sobre la estructura del mismo. Mientras que en la etapa de operación se encontraron tres impactos negativos, uno sobre la pérdida de suelo, el segundo en la contaminación de suelo y el tercero sobre la estructura del suelo, para la etapa de mantenimiento se identificaron dos impactos negativos, uno de ellos sobre la pérdida de suelo y el segundo en la contaminación de suelo.

En el factor agua se encontraron once impactos, cuatro de ellos se presentan durante la fase de preparación del sitio, en la acción de desmonte, el primer impacto se dará en el subfactor calidad del agua, el segundo en el drenaje natural, en tercero incidirá en la infiltración de agua en el área y el último impacto se dará en el escurrimiento del agua; durante la etapa de construcción se darán tres impactos, uno sobre el escurrimiento superficial, otro en la infiltración natural del área, durante la acción de construcción, finalmente el último impacto se dará sobre el drenaje natural; cómo podemos observar al remover la vegetación se modificará el drenaje natural del área, se reducirá la infiltración y el escurrimiento se aumentará lo que en consecuencia hará que se reduzca la calidad del agua, por lo tanto los impactos encontrados en este factor ambiental son todos negativos.

En la biota se localizaron 8 interacciones negativas, dos sobre la flora y 6 en la fauna, los dos impactos que inciden en la flora se dan precisamente durante el desmonte, el primer impacto se dará sobre la cubierta vegetal y el segundo sobre la diversidad y abundancia de la misma. La fauna se verá afectada durante las tres fases del proyecto y en la mayoría de las acciones exceptuando la acción de localización y trazo de la fase de preparación del sitio, y durante la edificación en la etapa de construcción, las otras dos excepciones se dan en la operación. Los impactos inciden principalmente en la modificación del hábitat y en la diversidad y abundancia de fauna.

Finalmente, en el factor socioeconómico se localizaron 14 impactos, todos positivos y los mismos se dan durante las tres fases del proyecto y en todas las acciones, incidiendo en la generación de empleo y el aumento en la economía.

Finalizando la elaboración de la matriz anterior se continuó con la matriz de cribado que nos permite filtrar los impactos e identificar aquellos más significativos, los resultados de la misma se presentan a continuación:

Tabla V.10. Matriz de Cribado

Acción del Proyecto	Atributos	Valor de los Atributos	AIRE			SUELO			AGUA			VEGETACIÓN			FAUNA			SOCIOECONOMICOS		Empleo	Economía	Servicios públicos
			Calidad del aire	Visibilidad	Confort sonoro	Pérdida de suelo	Contaminación de Suelo	Estructura del suelo	Calidad	Drenaje natural	Infiltración	Escurrimiento	Cubierta vegetal	Diversidad y abundancia	Diversidad y Abundancia	Modificación de hábitat						
Localización y Trazo	Signo	(- /+)																		(+)	(+)	
	Inmediatez	3																		3	3	
	Periodicidad	3																		1	1	
	Momento	3																		1	1	
	Acumulación	3																		1	1	
	Sinergia	3																		3	3	
	Reversibilidad	3																		3	3	
	Persistencia	3																		1	1	
	Magnitud	9																		4	4	
	Recuperabilidad	3																		1	1	
		33																	18	18		
Desmante y Despalme	Signo		(-)	(-)	(-)		(-)	(-)	(-)		(-)	(-)	(-)	(-)		(-)	(-)		(-)	(-)	(+)	(+)
	Inmediatez	3	1	1	1		3	1	3		1	1	1	3		3	3		3	3	1	1
	Periodicidad	3	1	1	1		1	1	1		1	1	1	3		1	1		1	1	1	1
	Momento	3	2	1	1		1	1	1		1	1	2	1		1	1		1	1	1	1
	Acumulación	3	1	1	1		1	1	1		1	1	1	1		1	1		1	1	1	1
	Sinergia	3	2	1	2		3	1	3		1	1	2	2		2	1		2	2	3	3
	Reversibilidad	3	1	1	1		3	1	3		1	1	3	1		1	1		1	3	3	3
	Persistencia	3	1	1	1		3	1	3		1	1	1	1		3	3		1	3	1	1
	Magnitud	9	1	1	4		9	1	4		1	1	1	4		4	1		4	1	1	1
	Recuperabilidad	3	1	1	1		3	1	3		2	1	1	1		2	2		1	2	1	1
		33	11	9	13		27	9	22		10	9	13	17		18	14		15	17	13	13
Transporte de Material y Equipo	Signo		(-)	(-)	(-)			(-)										(-)	(-)	(+)	(+)	

	Inmediatez	3	1	1	3	1											1	3	3	3	
	Periodicidad	3	1	1	1	1												1	1	1	1
	Momento	3	1	1	1	1												1	1	1	1
	Acumulación	3	1	1	1	1												1	1	1	1
	Sinergia	3	1	1	2	1												1	1	3	3
	Reversibilidad	3	1	1	3	1												1	1	3	3
	Persistencia	3	1	1	1	1												1	1	1	1
	Magnitud	9	1	1	1	1												1	1	4	4
	Recuperabilidad	3	1	1	1	1												1	1	1	1
		33	9	9	14	9											9	11	18	18	
Nivelación y compactación	Signo		(-)		(-)	(-)	(-)	(-)		(-)							(-)	(-)	(+)	(+)	
	Inmediatez	3	3		3	3	1	1		3								1	1	3	3
	Periodicidad	3	1		1	1	1	2		1								1	1	1	1
	Momento	3	1		1	1	1	1		2								1	1	1	1
	Acumulación	3	1		1	1	1	1		1								1	1	1	1
	Sinergia	3	1		1	2	1	2		1								1	1	3	3
	Reversibilidad	3	1		1	1	1	1		2								1	1	3	3
	Persistencia	3	1		1	1	1	1		1								1	1	1	1
	Magnitud	9	1		4	1	1	1		1								1	1	4	4
Recuperabilidad	3	1		1	2	1	1		1								1	1	1	1	
		33	11		14	13	9	11		13							9	9	18	18	
Construcción	Signo		(-)	(-)	(-)		(-)	(-)		(-)	(-)								(+)	(+)	
	Inmediatez	3	1	1	1		1	1		1	1									3	3
	Periodicidad	3	1	2	2		1	1		1	1									1	1
	Momento	3	1	1	1		1	2		2	2									1	1
	Acumulación	3	3	3	3		1	1		1	3									1	1
	Sinergia	3	3	3	3		1	1		1	1									3	3
	Reversibilidad	3	1	1	2		1	1		3	1									3	3
	Persistencia	3	1	1	2		1	1		1	1									1	1
	Magnitud	9	1	1	1		1	1		1	4									4	4
Recuperabilidad	3	1	1	1		1	2		1	1									1	1	



		33		13	14	16			9	11											18	18
Operación de las instalaciones	Signo			(-)	(-)	(-)		(-)	(-)	(-)		(-)	(-)	(-)	(-)						(+)	(+)
	Inmediatez	3		3	1	1		1	1	3		1	1	3	3						3	3
	Periodicidad	3		3	3	2		3	1	3		1	1	3	3						1	1
	Momento	3		2	1	1		2	1	2		1	1	2	2						1	1
	Acumulación	3		3	1	1		1	1	3		1	1	1	1						1	1
	Sinergia	3		1	2	1		2	1	2		1	1	1	2						3	3
	Reversibilidad	3		1	1	1		1	1	3		1	1	1	1						3	3
	Persistencia	3		1	1	2		1	1	3		1	1	1	1						1	1
	Magnitud	9		1	4	1		1	1	1		1	1	1	4						4	4
	Recuperabilidad	3		1	1	1		2	1	2		1	1	1	1						1	1
		33		16	15	11		14	9	22		9	9	14	18						18	18
Mantenimiento de las Instalaciones	Signo			(-)				(-)	(-)												(+)	(+)
	Inmediatez	3		1				1	1												3	3
	Periodicidad	3		1				1	1												1	1
	Momento	3		2				1	1												1	1
	Acumulación	3		3				1	1												1	1
	Sinergia	3		1				2	1												3	3
	Reversibilidad	3		1				1	1												3	3
	Persistencia	3		1				1	1												1	1
	Magnitud	9		1				1	1												4	4
	Recuperabilidad	3		1				1	1												1	1
		33		12				10	9												18	18

Una vez realizado el filtrado de impactos, se identifican 23 impactos significativos, lo que significa que 39 de los impactos resultados de la matriz de interacciones serán absorbidos por la resiliencia del ecosistema y por la aplicación de medidas de mitigación preventivas, por lo que a partir de la matriz de cribado solo se trabajará con 25 impactos. De los 25 impactos 12 son positivos y 11 negativos, lo que al contrastarlos podemos poner en la balanza y concluir que según estos resultados el proyecto es viable.

Los 12 impactos positivos se darán durante las tres fases del proyecto y durante todas las acciones del mismo, ya que para cualquiera de las fases se generarán empleos y como consecuencia se aumentará la economía. De los 11 impactos negativos seis de ellos se dan durante la preparación del sitio, durante la acción del desmonte, estos impactos incidirán en la pérdida de suelo, estructura del mismo, en el escurrimiento del agua, en la cobertura vegetal, en la diversidad y abundancia de fauna, en la modificación del hábitat.

Durante la etapa de construcción se darán dos impactos sobre la acción de construcción, el primero de ellos sobre el confort sonoro y el segundo sobre el escurrimiento del agua.

Los últimos tres impactos se darán durante la etapa de operación, incidiendo en la visibilidad y calidad del aire, mientras que el último se dará sobre la estructura del suelo.

Posterior a esta matriz, se da paso a realizar la matriz matemática, en donde los impactos se valoran para finalmente concluir el nivel de impacto.

A continuación, se presenta la matriz matemática:

Tabla V.11. Matriz matemática

Acción (i)	Factor (j)	Mij	Eji	Dij	Sij	Aij	Cij	Tij	MEDij	SACij	Iij	Gij	Nivel de Impacto
Localización y Trazo	Empleo	1	1	2	1	1	1	0	0.15	0.11	0.18	0.18	Bajo
	Economía	1	2	2	1	1	1	0	0.19	0.11	0.22	0.22	Bajo
Desmonte	Pérdida de suelo	3	2	3	3	3	1	7	0.30	0.26	0.41	0.09	Bajo

Acción (i)	Factor (j)	Mij	Eji	Dij	Sij	Aij	Cij	Tij	MEDij	SACij	Iij	Gij	Nivel de Impacto
	Estructura del suelo	2	2	4	2	2	1	6	0.30	0.19	0.37	0.12	Bajo
	Escurrimiento	3	3	3	3	3	1	6	0.33	0.26	0.44	0.15	Bajo
	Cubierta Vegetal	5	4	6	4	3	1	3	0.56	0.30	0.66	0.44	Moderado
	Diversidad y Abundancia	2	2	3	3	2	1	3	0.26	0.22	0.35	0.23	Moderado
	Modificación de Hábitat	7	5	6	3	4	1	5	0.67	0.30	0.75	0.33	Moderado
	Empleo	3	2	4	2	2	1	0	0.33	0.19	0.41	0.41	Moderado
	Economía	3	2	5	2	2	1	0	0.37	0.19	0.45	0.45	Moderado
Transporte y Equipo	Empleo	5	4	3	3	2	1	0	0.44	0.22	0.53	0.53	Alto
	Economía	5	4	3	3	2	1	0	0.44	0.22	0.53	0.53	Alto
Nivelación y Compactación	Empleo	1	2	3	3	2	1	0	0.22	0.22	0.31	0.31	Moderado
	Economía	1	2	3	3	2	1	0	0.22	0.22	0.31	0.31	Moderado
Construcción	Confort Sonoro	1	3	2	3	3	1	3	0.22	0.26	0.33	0.22	Moderado
	Escurrimiento	4	2	4	3	2	1	4	0.37	0.22	0.46	0.26	Moderado
	Empleo	2	2	2	2	1	1	0	0.22	0.15	0.28	0.28	Moderado
	Economía	2	2	2	2	2	1	0	0.22	0.19	0.29	0.29	Moderado
Operación de las Instalaciones	Calidad del aire	5	5	3	2	2	1	4	0.48	0.19	0.55	0.31	Moderado
	Visibilidad	5	5	4	3	2	1	4	0.52	0.22	0.60	0.33	Moderado
	Estructura del suelo	6	5	7	3	4	1	2	0.67	0.30	0.75	0.58	Alto
	Empleo	1	2	2	5	4	1	0	0.19	0.37	0.35	0.35	Moderado
	Economía	1	2	2	5	4	1	0	0.19	0.37	0.35	0.35	Moderado
Mantenimiento de las Instalaciones	Empleo	1	3	6	4	3	1	0	0.37	0.30	0.50	0.50	Alto
	Economía	1	3	6	2	4	1	0	0.37	0.26	0.48	0.48	Moderado

Una vez valorados los impactos, de los 23 totales, 12 son positivos y 11 negativos, distribuyéndose de la siguiente manera, durante la fase de preparación del sitio en la acción de localización y trazo encontramos dos impactos positivos bajos, uno de ellos sobre el empleo y el otro sobre la economía.

En la fase de desmonte se encontraron ocho impactos de los cuales dos son positivos, igualmente que en la fase anterior estos se dan sobre el empleo y la economía y son moderados. Los siete restantes son impactos negativos, el primer impacto

es en la acción de pérdida de suelo y el impacto es bajo, el segundo incide en la estructura del suelo y es de intensidad baja, el tercer impacto se da en el escurrimiento y es de carácter bajo, el impacto número cuatro incide en la cubierta vegetal y es un impacto moderado ya que se removerá la misma, mientras que el quinto de carácter moderado y se dará sobre la diversidad y abundancia de la fauna y finalmente el impacto número seis se dará sobre la fauna en la modificación del hábitat siendo un impacto de valor moderado.

Durante la etapa de construcción se encontraron dos impactos de intensidad moderada, uno de ellos incidirá sobre el confort sonoro y el segundo sobre el escurrimiento del agua.

Para la etapa de operación se encontraron 3 impactos negativos, dos de ellos de intensidad moderada, uno de ellos se dará sobre la calidad del aire y el segundo sobre la visibilidad del mismo, el tercer impacto negativo es alto y se presentará sobre la estructura del suelo.

El resto de los impactos se dan sobre el resto de las acciones del proyecto, incidiendo principalmente en el empleo y la economía, el valor de los impactos es desde bajo, moderado y alto, sin embargo, estos impactos son positivos.

Descripción de Impactos Negativos

A continuación, se describen cada uno de los impactos negativos obtenidos a través de la matriz matemática, para las acciones de desmonte y despalme y corte.

Preparación del Sitio

Desmonte y Despalme

Pérdida de suelo: Este impacto se da debido a la remoción de la vegetación ya que al quedarse el suelo descubierto se propicia la pérdida de suelo, de inicio al remover el suelo fértil para almacenarlo en la zona previamente establecida, se pierde suelo por acción del viento, en segunda instancia se pierde suelo por estar sin cubierta vegetal, esto se puede dar por acción del viento o bien del agua, ya que las escorrentías generadas por probables lluvias arrastrarán al mismo.

Este impacto se considera temporal y de carácter bajo, esto debido a que posterior al desmonte se pasará a la etapa de construcción, con lo que algunas de las áreas quedarán cubiertas, por lo que la pérdida de suelo será menor. Asimismo, las zonas que queden expuestas serán regadas periódicamente con la finalidad de endurecer el suelo y evitar la erosión, de igual manera la circulación de maquinaria y vehículos que se ocuparán en el desarrollo del proyecto compactarán el suelo con lo que habrá menos pérdida de suelo.

Estructura del suelo: Este impacto se da debido a la remoción del suelo fértil, ya que esta acción modifica la estructura del suelo, es decir que se modifica su figura original. Este impacto se considera bajo y permanente, bajo porque se dará en un área que representa el 0.31% del total del sistema ambiental y permanente porque sólo en el área de explotación será reversible parcialmente.

Escurrimiento: Este impacto de igual manera se da por la remoción de la vegetación, ya que el agua no contará con vegetación que la retenga y se aumentará la velocidad de los escurrimientos, es de carácter bajo ya que en el área de afectación los cauces serán canalizados, por lo que se podrá mantener su cauce, por lo que solamente se dará la situación en temporada de lluvias, previendo esta situación se realizarán terrazas y canaletas que conduzcan estos escurrimientos a cauces cercanos, adicionalmente se colocarán presas de piedra acomodada para evitar azolves.

Cubierta vegetal: Este impacto es el efecto directo sobre el área propuesta para cambio de uso del suelo ya que removerá la vegetación en una superficie de 263.63595 hectáreas, es un impacto moderado porque la superficie solamente representa el 0.31% del total del sistema ambiental y todas las especies que serán removidas se encuentran ampliamente distribuidas en el sistema ambiental, por lo que no se afectará su diversidad.

Modificación del hábitat: De igual manera este impacto es consecuencia de la remoción de la vegetación, al remover la misma el hábitat de algunas especies que habiten en la zona será eliminado, sin embargo, se considera moderado ya que el sistema ambiental cuenta con superficie suficiente que presenta las mismas características que el área que será afectada, por lo que se aplicará un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de las especies de fauna que se encuentren en el área.

Es decir que previo al desmonte se hará un recorrido por el área para ubicar madrigueras, nidos u individuos, los mismos de inicio serán ahuyentados, para el caso de las especies de lento desplazamiento éstas serán rescatadas y reubicadas en zonas dentro del sistema ambiental que presenten las mismas características al área donde fueron encontradas.

Es importante mencionar que las actividades anteriores tendrán énfasis en aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de igual manera es importante mencionar que dichas especies no se avistaron en el área de afectación, sin embargo, de acuerdo a la bibliografía las mismas se encuentran en el área, los programas de ahuyentamiento, rescate y reubicación se mantendrán activos durante la vida útil del proyecto.

Diversidad y Abundancia: Este impacto es consecuencia de la remoción de la vegetación y la modificación del hábitat, se considera un impacto moderado ya que ninguna especie faunística será eliminada, sin embargo, al reubicarlas y ahuyentarlas del área la abundancia de las mismas no será la misma que previo al desarrollo del proyecto, sin embargo, esto será solamente en la zona de afectación, aunado al hecho de que la diversidad no se verá afectada.

Construcción

Confort sonoro: Este impacto se dará sobre el factor aire y es consecuencia inmediata de la etapa de construcción ya que durante la misma el ruido generado perturbará a la fauna. Se considera de carácter moderado ya que indirectamente coadyuvará al ahuyentamiento de la fauna, será temporal ya que es precisamente durante esta acción que se generará más ruido.

Escurrimiento: De igual manera que el impacto anterior, referido a la afectación por la remoción de la vegetación sobre el agua, este impacto es consecuencia inmediata de dicha remoción, aunado a que este impacto se mantiene durante la etapa de construcción, esto debido a que existen áreas en las que no se construirán edificaciones, por lo que el suelo quedará expuesto, lo que aumentará la velocidad de los escurrimientos.

Operación

Calidad del aire y visibilidad: La calidad del aire se verá modificada por espacios temporales y periódicos por la generación de partículas suspendidas al aire debido a la remoción de material pétreo, es moderado debido a que el manejo del material pétreo no será constante, si no por periodos. Se incluye en este impacto también la generación de gases por maquinaria y vehículos que se utilizarán durante la vida útil del proyecto. La emisión de partículas de polvo y gases afectará la visibilidad por periodos temporales.

Es moderado también porque se aplicarán medidas de mitigación del impacto, dentro de éstas se encuentra la revisión y mantenimiento constante de maquinaria y vehículos para que éstos se encuentren en buenas condiciones y evitar de esta manera que la emisión de gases supere lo permitido en las normas oficiales mexicanas., de igual manera se realizarán riegos periódicos al material pétreo y caminos para evitar la generación de polvos, igualmente se colocarán lonas a los vehículos que transportarán el material pétreo.

Estructura del suelo: Es un impacto de carácter alto y se da a consecuencia del movimiento del material pétreo, lo que provocará que la estructura del suelo cambie de manera permanente, este impacto es irreversible y es el impacto más significativo por el desarrollo del proyecto. Como mitigación para este impacto, al final de la vida útil del proyecto y se restaurará por medio de una reforestación. Si bien la reforestación no volverá el paisaje a su estado original permitirá que esta área se incorpore a los ciclos naturales del ecosistema haciéndola funcional.

Capítulo VI

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	2
VI.1. Clasificación de las medidas de mitigación.	2
VI.1.1 Medida preventiva.	2
VI.1.2 Medida de mitigación.	2
VI.1.3 Medida de compensación.	2
VI.2. Descripción de las medidas o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental	2
VI.2.1. Suelo	2
VI.2.1.2 Agua	5
VI.2.1.3 Vegetación	9
VI.2.1.4 Fauna	11
VI.2.1.5 Aire	13
VI.3 Resumen de medidas	16

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En este apartado se presentan las medidas encaminadas a prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales identificados significativos y negativos en el capítulo precedente, describiéndose estas por actividad y factor ambiental involucrado, de igual manera se presentan las medidas generales de aplicación para aquellos impactos que no resultaron significativos.

VI.1. Clasificación de las medidas de mitigación.

VI.1.1 Medida preventiva

Una medida preventiva es aquella que se realiza para que algo negativo no ocurra.

VI.1.2 Medida de mitigación

Una medida de mitigación es aquella que aligera la carga ambiental al ecosistema, pero no la evita.

VI.1.3 Medida de compensación.

Una medida de compensación es aquella que compensa un impacto.

VI.2. Descripción de las medidas o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Es importante mencionar que el desmonte, para el establecimiento de las obras propias a construir para la exploración, se llevara a cabo en una superficie de 194.8385 ha.

VI.2.1. Suelo

VI.2.1.1 Suelo

Los impactos relativos al suelo, son moderados, según la matriz aplicada en el capítulo anterior.

Preparación del sitio.

Esta etapa consiste en la realización del desmonte y despalme de la vegetación presente en una superficie de 263.63 ha., y la superficie del proyecto se desarrollará en una superficie de 269.93 ha. Al realizarse dicha acción, se generará un impacto directo sobre el suelo, puesto que el mismo será más susceptible a la erosión al eliminar la cubierta vegetal.

Construcción.

Consiste en realizar los cortes, nivelación y compactación necesarios para realizar la apertura de un socavón, para realizar acciones de exploración minera directa; así como la construcción de las obras complementarias del mismo; siendo, rampa, tepetatera, cargaderos, talleres, compresores, campamentos, polvorines, oficinas generales, servicio eléctrico, patios de maniobras, tanque de aguas frescas, campamentos, PTAR y stocks de mineral.

En esta etapa el impacto será directo sobre el suelo, pues se removerán grandes volúmenes del mismo al realizar los cortes ya dichos. También pudiera contaminarse el suelo debido a las actividades realizadas por el personal involucrado en la construcción de las obras asociadas y la maquinaria a usarse; al presentarse la contaminación con residuos sólidos domésticos y/o desechos relativos a las necesidades fisiológicas de los trabajadores, así como por el derrame de aceites o combustibles.

Operación y mantenimiento.

Consiste en darle uso a las obras asociadas antes mencionadas, al realizar las actividades de exploración minera directa ya mencionadas. Los impactos que potencialmente pudieran presentarse sobre el suelo en esta etapa, están relacionados con el uso de maquinaria y vehículos de mantenimiento; al presentarse derrames de aceite, combustible o algún otro hidrocarburo; mismos que pudieran contaminar el suelo, tanto del área de afectación, como de zonas forestales aledañas.

Medidas preventivas.

- Solo se removerá vegetación en el área destinada al proyecto.
- Se evitará en lo posible derramar aceites, grasas, solventes, combustibles, etcétera; en las áreas cubiertas por vegetación forestal aledañas a la zona de afectación, para tal fin, se establecerá un área específica donde se llevará a cabo el mantenimiento de los automotores utilizados para el desarrollo del proyecto.
- Se evitará utilizar herbicidas como método de deshierbe, con la finalidad de evitar que dichas sustancias contaminen el suelo del área del proyecto, así como el suelo de las zonas aledañas cubiertas por vegetación forestal.
- Se dotará a los trabajadores de letrinas o baños portátiles, mismos que estarán distribuidos estratégicamente a través del área del proyecto

- Se instalarán contenedores herméticos a lo largo del área de trabajo, para la disposición de los residuos sólidos domésticos generados por el personal involucrado en las diferentes etapas del proyecto.
- Se realizará el mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos utilizados en las diferentes etapas del proyecto, evitando de esta manera que se presenten fugas de aceite, combustibles o algún otro hidrocarburo que pudiera contaminar el suelo.
- Se delimitará el área del proyecto con la finalidad de evitar que los cortes y remoción de suelo, se prolonguen hacia áreas no solicitadas.
- Se realizarán las actividades de desmonte fuera de la época de lluvias, reduciendo el riesgo de erosión hídrica derivado de la disminución de cobertura vegetal.

Medidas de mitigación.

- El desmonte del área se realizará conforme al avance de las actividades de construcción y por ningún motivo de manera inmediata, a fin de mantener protegido el suelo.
- Solo se realizará el mantenimiento de maquinaria y equipo necesario en el sitio del proyecto. El equipo que, por sus características de diseño, no pueda ser retirado temporalmente para su mantenimiento, tendrá que atenderse en el sitio del proyecto, con los debidos cuidados y medidas de prevención de esta manera se evita la posible contaminación del suelo, subsuelo, manto freático y algún cuerpo de agua por el derrame de aceites y grasas lubricantes usados. De igual manera durante la operación se contará con un área de talleres en la que se deberán realizar todas las reparaciones.
- El suelo fértil que será removido durante el desmonte, deberá ser almacenado en un lugar adecuado, para posteriormente ser utilizado en las actividades de restauración.
- En caso de que se presente una fuga de aceite o cualquier otro hidrocarburo, se contará con una brigada de supervisión que realizará el retiro del hidrocarburo del suelo, trasladándolo al área previamente destinada como almacén de residuos peligrosos.
- En caso de que se presente la contaminación del suelo por los residuos sólidos domésticos generados por el personal, la brigada de supervisión procederá retirar

dichos residuos y trasladarlos a un área destinada como centro de acopio de residuos sólidos domésticos, evitando así la contaminación del suelo.

Medidas de compensación.

- Se realizará la estabilización de los taludes generados por los cortes realizados. Esta medida contribuirá a evitar los deslaves, coadyuvando a la conservación del suelo.
- Se realizará la construcción de acomodo de material vegetal muerto a curvas de nivel, en una superficie aledaña al área del proyecto, que presenta pendientes ligeras. En total se acordonarán 35,971.75 metros lineales, utilizando los desperdicios del desmonte. Esta medida contribuirá a disminuir los escurrimientos superficiales, propiciar la infiltración y reducir la pérdida del suelo que potencialmente se presentará al realizar el desmonte.
- Se realizará la construcción de presas filtrantes, ubicadas en escurrimientos aledaños, que presentan las características idóneas para su establecimiento. Esta medida contribuirá a reducir la velocidad de los escurrimientos superficiales, retener suelo y evitar azolves aguas abajo, lo que constituye una medida de mitigación directa sobre el suelo y calidad del agua.

VI.2.1.2 Agua.

Los impactos ambientales relativos al agua, son de impacto moderado, según la matriz aplicada en el capítulo anterior.

Preparación del sitio.

Esta etapa consiste en la realización del desmonte y despalme de la vegetación presente en el área del proyecto. Al realizarse dicha acción, se generará un impacto directo sobre el agua, puesto que, al eliminarse la cobertura vegetal, se reducirá la infiltración y se incrementará el escurrimiento superficial, siendo un impacto directo sobre la calidad y cantidad del agua.

Construcción.

Consiste en realizar los cortes, nivelación y compactación necesarios para realizar la apertura de un socavón, para realizar acciones de exploración minera directa; así como la construcción de las obras complementarias del mismo; siendo, rampa, tepetatera, cargaderos, talleres, compresores, campamentos, polvorines, oficinas generales, servicio

eléctrico, patios de maniobras, tanque de aguas frescas, campamentos, PTAR y stocks de mineral.

En esta etapa el impacto sobre el factor agua, se presentará de manera no significativo. Sin embargo, pudiera propiciarse un deterioro en la cantidad y calidad del agua que el sistema ambiental brinda. También pudieran contaminarse los cuerpos de agua aledaños a la zona de afectación, superficiales y/o subterráneos, debido a las actividades realizadas por el personal involucrado en la construcción de las obras; al presentarse la contaminación con residuos sólidos domésticos y/o desechos relativos a las necesidades fisiológicas de los trabajadores, y a derrames de aceites o hidrocarburos producto de la maquinaria y vehículos usados en esta etapa del proyecto.

Operación y mantenimiento.

Consiste en darle uso a las obras asociadas antes mencionadas, al realizar las actividades de exploración minera directa ya mencionadas. Los impactos que potencialmente pudieran presentarse sobre el agua en esta etapa, están relacionados con el uso de maquinaria y vehículos de mantenimiento; al presentarse derrames de aceite, combustible o algún otro hidrocarburo; mismos que pudieran contaminar los mantos subterráneos del área de afectación, así como los cauces superficiales y subterráneos de áreas forestales aledañas.

Medidas preventivas.

- Solo se removerá vegetación en el área destinada al proyecto, evitando ampliar el área de desmonte, lo que por ende incrementaría los escurrimientos superficiales.
- Se evitará en lo posible no derramar aceites, grasas, solventes, combustibles, etcétera; en las áreas cubiertas por vegetación forestal aledañas a la zona de afectación, mismos que pudieran contaminar los cuerpos de agua superficiales o subterráneos, para tal fin, se establecerá un área específica donde se llevará a cabo el mantenimiento de los automotores utilizados para el desarrollo del proyecto.
- Se evitará utilizar herbicidas como método de deshierbe, con la finalidad de evitar que dichas sustancias contaminen los cuerpos de agua presentes en la zona del proyecto, así como en zonas aledañas cubiertas por vegetación forestal.
- Se dotará a los trabajadores de letrinas o baños portátiles, mismos que estarán distribuidos a través del área del proyecto.

- Se instalarán contenedores herméticos a lo largo del área de trabajo, para la disposición de los residuos sólidos domésticos generados por el personal involucrado en las diferentes etapas del proyecto.
- Se realizará el mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos utilizados en las diferentes etapas del proyecto, evitando de esta manera que se presenten fugas de aceite, combustibles o algún otro hidrocarburo que pudiera contaminar los cuerpos de agua.
- Se delimitará el área del proyecto con la finalidad de evitar que los cortes y remoción de suelo, se prolonguen hacia áreas no solicitadas, evitando así, que los impactos sobre el agua sean aun mayores.

Medidas de mitigación.

- El desmonte del área se realizará conforme al avance de las actividades de construcción y por ningún motivo de manera inmediata, a fin de mantener protegido el suelo y evitar incrementar el escurrimiento superficial y reducir la infiltración, lo que propiciaría el deterioro de la calidad y cantidad del agua.
- Solo se realizará el mantenimiento de maquinaria y equipo necesario en el sitio del proyecto. El equipo que, por sus características de diseño, no pueda ser retirado temporalmente para su mantenimiento, tendrá que atenderse en el sitio del proyecto, con los debidos cuidados y medidas de prevención de esta manera se evita la posible contaminación del suelo, subsuelo, manto freático y algún cuerpo de agua por el derrame de aceites y grasas lubricantes usados. De igual manera durante la operación se contará con un área de talleres en la que se deberán realizar todas las reparaciones.
- En caso de que se presente una fuga de aceite o cualquier otro hidrocarburo, se contará con una brigada de supervisión que realizará el retiro del hidrocarburo del suelo, trasladándolo al área previamente destinada como almacén de residuos peligrosos, evitando así que se contaminen los mantos freáticos o algún cauce superficial.
- En caso de que se presente la contaminación del suelo y algún cauce superficial por los residuos sólidos domésticos generados por el personal, la brigada de supervisión procederá retirar dichos residuos y trasladarlos a un área destinada como centro de acopio de residuos sólidos domésticos, evitando así la contaminación del agua.

- Se prohíbe verter cualquier tipo de desecho sólido, líquido o aguas residuales a cuerpos de agua cercanos al área del proyecto.
- Se llevará a cabo la implementación de pláticas y talleres al personal involucrado en las diferentes etapas del proyecto, con la finalidad de concientizarlos con relación al uso adecuado del agua y evitar contaminar cauces superficiales. Esta medida se aplicará mediante la brigada de supervisión competente.
- No se usará en ningún momento el agua de los cauces aledaños al área del proyecto, para las actividades relativas al mismo.
- Se evitará amontonar suelo o material vegetal sobre drenajes naturales.
- No se obstaculizarán drenajes durante las maniobras o procesos de construcción y operación.
- No se deberá rodar o transitar maquinaria por cauces o drenajes.
- No se lavarán vehículos o maquinaria sobre arroyos o cauces naturales.
- No se derramará basura, aceites o desechos en los cauces, debiendo utilizar los contenedores en los lugares destinados para el caso.

Medidas de compensación.

- Se realizará la estabilización de los taludes generados por los cortes realizados. Esta medida contribuirá a evitar los deslizamientos y por ende los azolves de cauces superficiales aledaños, coadyuvando a mantener e incluso mejorar la calidad y cantidad del agua que dichos cauces sustentan.
- Se realizará la construcción de 35,971.75 metros lineales de acomodo de material vegetal muerto a curvas de nivel, en un área aledaña, utilizando los desperdicios; puntas y ramas, producto del desmonte. Esta medida reducirá la velocidad de los escurrimientos superficiales y propiciará la infiltración, lo que se traduce en un mejor aprovechamiento y mejora de la calidad del agua.
- Se realizará la construcción de 83 presas filtrantes, ubicadas en escurrimientos aledaños, que presentan las características idóneas para su establecimiento. Esta medida contribuirá a reducir la velocidad de los escurrimientos superficiales, retener suelo y evitar azolves aguas abajo, lo que constituye una medida de mitigación directa sobre el suelo y calidad del agua.

- Se realizará la construcción de las obras de drenaje más adecuadas, para asegurarse de que, al realizar el desmonte y la construcción de obras mencionadas, no se vea interrumpido el cauce de los escurrimientos que inciden en los polígonos solicitados.

VI.2.1.3 Vegetación.

Los impactos que se presentarán sobre la vegetación son moderados, según la matriz aplicada en el capítulo anterior.

Preparación del sitio.

Esta etapa consiste en la realización del desmonte y despalme de la vegetación presente en el área del proyecto. Al realizarse dicha acción, se eliminará la totalidad de la vegetación presente en el área; siendo un impacto negativo directo sobre este componente ambiental.

Construcción.

Consiste en realizar los cortes, nivelación y compactación necesarios para realizar la apertura de un socavón, para realizar acciones de exploración minera directa; así como la construcción de las obras complementarias del mismo; siendo, rampa, tepetatera, cargaderos, talleres, compresores, campamentos, polvorines, oficinas generales, servicio eléctrico, patios de maniobras, tanque de aguas frescas, campamentos, PTAR y stocks de mineral.

En esta etapa, el impacto no se presentará de manera directa sobre la vegetación, puesto que solo se realizarán las actividades relativas a la construcción, dentro de la zona ya desmontada. Sin embargo, pudiera darse la contaminación o afectación de la flora presente en zonas aledañas, por parte de la maquinaria y vehículos, así como por el personal involucrado en esta etapa del proyecto.

Operación y mantenimiento.

Consiste en darle uso a las obras asociadas antes mencionadas, al realizar las actividades de exploración minera directa ya mencionadas. Los impactos que potencialmente pudieran presentarse sobre la flora, en esta etapa, están relacionados con el uso de maquinaria y vehículos de mantenimiento; al presentarse derrames de aceite, combustible o algún otro hidrocarburo; mismos que pudieran contaminar la flora de zonas forestales aledañas.

Medidas preventivas.

- Solo se removerá vegetación en el área destinada al proyecto.

- Se evitará en lo posible derramar aceites, grasas, solventes, combustibles, etcétera; en las áreas cubiertas por vegetación forestal aledañas a la zona de afectación, para tal fin, se establecerá un área específica donde se llevará a cabo el mantenimiento de los automotores utilizados para el desarrollo del proyecto.
- Se evitará utilizar herbicidas como método de deshierbe, con la finalidad de evitar que dichas sustancias contaminen la vegetación forestal de zonas aledañas.
- Se dotará a los trabajadores de letrinas o baños portátiles, mismos que estarán distribuidos a través del área de afectación.
- Se instalarán contenedores herméticos a lo largo del área de trabajo, para la disposición de los residuos sólidos domésticos generados por el personal involucrado en las diferentes etapas del proyecto.
- Se realizará el mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos utilizados en las diferentes etapas del proyecto, evitando de esta manera que se presenten fugas de aceite, combustibles o algún otro hidrocarburo que pudiera contaminar el componente flora.
- Se delimitará el área del proyecto con la finalidad de evitar que el desmonte se prolongue hacia áreas no solicitadas.

Medidas de mitigación.

- El desmonte del área se realizará mediante medios mecánicos y usando la técnica de derribo direccional, evitando así causar un impacto significativo sobre el suelo y sobre la vegetación residual de las áreas forestales aledañas.
- La extracción de las materias primas forestales derivadas del desmonte, se realizará mediante carriles de arrime trazados de manera perpendicular a la pendiente y cuya trayectoria no afecte a la flora presente en zonas aledañas no solicitadas.
- Solo se realizará el mantenimiento de maquinaria y equipo necesario en el sitio del proyecto. El equipo que, por sus características de diseño, no pueda ser retirado temporalmente para su mantenimiento, tendrá que atenderse en el sitio del proyecto, con los debidos cuidados y medidas de prevención de esta manera se evita la posible contaminación del suelo, subsuelo, manto freático y algún cuerpo de agua por el derrame de aceites y grasas lubricantes usados, así como de la vegetación residual presente en las áreas forestales aledañas. De igual manera

durante la operación se contará con un área de talleres en la que se deberán realizar todas las reparaciones.

- En caso de que se presente una fuga de aceite o cualquier otro hidrocarburo, se contará con una brigada de supervisión que realizará el retiro del hidrocarburo del suelo, trasladándolo al área previamente destinada como almacén de residuos peligrosos.
- En caso de que se presente la contaminación de la vegetación por los residuos sólidos domésticos generados por el personal, la brigada de supervisión procederá retirar dichos residuos y trasladarlos a un área destinada como centro de acopio de residuos sólidos domésticos, evitando así la contaminación de las zonas cubiertas por vegetación forestal aledañas.
- Durante las pláticas de concientización, se hará hincapié en la prohibición de extraer individuos de flora de las zonas forestales aledañas.
- Se evitará aplicar herbicidas o cualquier otra sustancia que resulte nociva para la flora del lugar.
- Se establecerán cuatro carteles alusivos a la importancia de evitar acciones que pudiesen originar un incendio forestal, distribuidos por la zona del proyecto.

Medidas de compensación.

- Se realizará el rescate de renuevos de las especies, *Cercidium microphyllum*, *Bursera microfila*, *Olneya tesota*, *Prosopis juliflora*, y el rescate de cactáceas de las especies *Carnegiea gigantea*, *Mammillaria grahamii*, *Mammillaria mieheana*, y *Ferocactus pringlei* estas serán reubicadas en un polígono aledaño a el área de CUSTF y que se encuentra dentro del predio particular San Javier.

VI.2.1.4 Fauna.

Los impactos negativos sobre la fauna son moderados, según la matriz aplicada en el capítulo anterior.

Preparación del sitio.

Esta etapa consiste en la realización del desmonte y despalme de la vegetación presente en el área del proyecto. Al realizarse dicha acción, se eliminará la totalidad de la vegetación presente en el área. De manera que se eliminará una superficie que constituye refugio y

fuelle de alimento para la fauna. Por otro lado, al realizar el desmonte, podría ponerse en riesgo la integridad de alguna especie, sobre todo aquellas consideradas como de lento desplazamiento.

Construcción.

Consiste en realizar los cortes, nivelación y compactación necesarios para realizar la apertura de un socavón, para realizar acciones de exploración minera directa; así como la construcción de las obras complementarias del mismo; siendo, rampa, tepetatera, cargaderos, talleres, compresores, campamentos, polvorines, oficinas generales, servicio eléctrico, patios de maniobras, tanque de aguas frescas, campamentos, PTAR y stocks de mineral.

En esta etapa podría verse afectada alguna especie de fauna por las actividades relativas a la construcción; así como por la contaminación de su hábitat derivado de derrames de hidrocarburos o residuos sólidos domésticos.

Operación y mantenimiento.

Consiste en darle uso a las obras asociadas antes mencionadas, al realizar la exploración minera directa ya mencionada. Los impactos que potencialmente pudieran presentarse sobre la fauna, en esta etapa, están relacionados con el uso de maquinaria y vehículos de mantenimiento; al presentarse derrames de aceite, combustible o algún otro hidrocarburo; mismos que pudieran contaminar el hábitat de las especies de fauna presentes en la zona.

Medidas preventivas y de mitigación.

- Solo se realizará el desmonte del área solicitada, evitando así que la pérdida del refugio de la fauna se incremente.
- Se implementará un sistema general de ahuyentamiento previo al desmonte; propiciando que las especies de fauna presente se desplacen hacia zonas colindantes sin alterar.
- Se implementarán programas de rescate y reubicación de las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, logrando que, al realizar el desmonte mencionado, no se encuentren individuos de dichas especies en la zona y no se vean afectados.
- El desmonte se realizará alternando horarios, esto con la finalidad de que la fauna cuente con el tiempo necesario para desplazarse por sus propios medios.

- Se capacitará a los trabajadores para que, en caso necesario, presten auxilio a los individuos, además de prohibírseles el aprovechamiento extractivo de cualquier especie de fauna silvestre, así como su afectación imprudencial.
- Se colocarán cinco carteles alusivos a la prohibición de la cacería de fauna silvestre.

VI.2.1.5 Aire.

Los impactos sobre el aire son bajos según la matriz aplicada en el capítulo anterior.

Preparación del sitio.

Esta etapa consiste en la realización del desmonte y despalme de la vegetación presente en el área del proyecto. Al realizarse dicha acción se generarán polvos derivados de las maniobras y emisiones producto de la maquinaria y equipo usado. Dichos factores constituyen un impacto directo sobre la calidad del aire.

Construcción.

Consiste en realizar los cortes, nivelación y compactación necesarios para realizar la apertura de un socavón, para realizar acciones de exploración minera directa; así como la construcción de las obras complementarias del mismo; siendo, rampa, tepetatera, cargaderos, talleres, compresores, campamentos, polvorines, oficinas generales, servicio eléctrico, patios de maniobras, tanque de aguas frescas, campamentos, PTAR y stocks de mineral.

Se generarán polvos derivados de las maniobras y emisiones producto de la maquinaria y equipo usado; así como generación de ruido por dicha maquinaria y personal involucrado. Dichos factores constituyen un impacto directo sobre la calidad del aire.

Operación y mantenimiento.

Consiste en darle uso a las obras asociadas antes mencionadas, al realizar la exploración minera directa ya mencionada. Se generarán polvos derivados de las maniobras y emisiones producto de la maquinaria y equipo usado. Dichos factores constituyen un impacto directo sobre la calidad del aire.

Medidas de Prevención

- Se instalarán contenedores con tapa y etiquetados durante todas las etapas del proyecto. Esta medida permitirá prevenir la contaminación del aire, debido a la emisión de malos olores.
- Para la emisión de ruido, se deberá realizar una inspección física de los sistemas silenciadores de los vehículos, sustituyendo los que se encuentren en malas condiciones de operación de acuerdo a las especificaciones del fabricante. A estos equipos se les deberá proporcionar un mantenimiento preventivo antes de su utilización en la obra de modo que se encuentren en óptimas condiciones de operación, esta medida y la anterior deberán ser verificadas mediante una bitácora de mantenimiento para cada tipo de maquinaria y equipo, en caso de detectarse deficiencias se deberá restringir su utilización por parte de la supervisión del promovente.

Medidas de Mitigación

- El ruido que se generará en el desarrollo del proyecto será durante la etapa de construcción, será producido por la maquinaria y el equipo que se utilice. La maquinaria será atendida por un programa de mantenimiento que permita asegurar su funcionamiento eficiente, de esta forma se asegura que la emisión de ruido este dentro de los parámetros establecidos por esta norma. Y en caso de ser necesario se proporcionará equipo protector a los trabajadores que laboren cerca de las fuentes emisoras.
- Se dará mantenimiento periódico a los vehículos automotores que participen en todas las etapas del proyecto y se solicitará la utilización de vehículos en buen estado mecánico a las empresas que de ser necesario se contraten para el desarrollo de alguna actividad relacionada con el proyecto. De esta forma se asegura el buen estado de esos vehículos y que su emisión de partículas a la atmósfera ocurra dentro de los parámetros permisibles establecidos por la legislación aplicable (NOM-050-SEMARNAT-1993).

Medidas para prevenir y controlar el drenaje ácido de las tepetateras.

La generación de drenaje ácido de roca es uno de los aspectos ambientales más complejos que las operaciones mineras deben prevenir y controlar haciendo uso de la mejor tecnología y experiencia disponible en sus operaciones. El drenaje ácido es el flujo que se produce cuando se combinan e interactúan un material acidificante o que tiene potencial

de generación de acidez, el agua proveniente de lluvias, infiltraciones o flujos superiores y el oxígeno proveniente del aire ambiental. Esta combinación genera un flujo ácido con metales que es altamente contaminante y debe ser tratado para su eliminación procurando eliminarlo desde la fuente., ya que, de lo contrario, podría constituir una fuente importante de contaminación para el suelo, agua, flora y fauna de las áreas que rodean a las tepetateras programadas para implementar. Afortunadamente la tecnología disponible permite predecir la generación de drenaje ácido desde los momentos más tempranos del diseño de cada unidad minera, lo que permite implementar las medidas más adecuadas para su correcto control. Por lo anterior, a continuación, se enlistan y describen, las medidas preventivas y de control del drenaje ácido que potencialmente se generará.

1.- Estricta identificación del potencial de acidez de los materiales de la mina.

La estricta identificación del potencial generador de acidez de los materiales de mina es una práctica muy común desde la primera generación de testigos de los taladros incluyendo los muestreos especiales del mineral y desmonte previsto para el proyecto minero. Se realiza mediante pruebas rápidas (Análisis ABA) y pruebas dinámicas de confirmación (Prueba ARD de largo plazo). En esta etapa puede evaluarse el potencial generador de acidez de largo plazo bajo distintas condiciones para cada material que sale de la mina y sus alrededores. Estas pruebas certificadas son cruciales para la elaboración de los estudios ambientales del proyecto y permiten obtener la información necesaria para incorporarla al planeamiento de mina de manera que el problema de drenaje ácido pueda prevenirse desde el diseño.

2.- Derivación de aguas neutras, de lluvia, en zona aguas arriba de la operación.

Debe practicarse tanto como sea factible procurando un sistema de canales de derivación para que las aguas neutras superiores no tomen contacto o minimicen su contacto con las zonas de operación minera logrando con ello prevenir la ocurrencia de un contacto que permita la formación de drenaje ácido en la unidad minera. Esta medida logra dos cosas, en primera instancia, evitar la generación de drenaje ácido y la segunda, evita que se contamine el agua y suelo aguas debajo de la operación, debido a que, al desviar el cauce aguas arriba para su posterior encauzamiento al cruzar la tepetatera, el agua que fluye no se contamina.

3.- Tratamiento activo para neutralización de flujos ácidos de mina.

Se realiza principalmente por medio de la adición de cal viva, la cual es añadida previa mezcla con agua y dosificada según el flujo de ingreso de aguas ácidas para tratamiento. Se realiza en dosificación con tanques y requiere una pequeña planta automatizada cuanto sea posible para su aplicación eficiente. Se debe tener en cuenta que esta aplicación genera

cada cierto tiempo un lodo básico que debe ser tratado de manera ambiental el mismo que puede mezclarse con suelos ácidos y servir para neutralizar el suelo. Es la solución más efectiva cuando la acidez a tratar es muy baja (pHs menores a 3) y se cuenta con cal disponible en los alrededores.

4.- Mezcla de materiales para reducir el potencial de generación de acidez.

Consiste en la mezcla simple y homogénea de materiales ácidos con materiales que tengan carácter básico o alcalino de manera que la mezcla obtenga un carácter neutro donde el flujo ácido no podrá formarse. Se requiere un gran control de calidad de la mezcla para asegurar que todo el material ácido sea mezclado donde sea posible hasta alcanzar eliminar su potencial generación de acidez. Por analogía este concepto puede ser aplicado a las mezclas de flujos líquidos ácidos y básicos para lograr la neutralidad deseada.

Las medidas preventivas y de control antes descritas, son ampliamente usadas en la actividad minera y se ha demostrado que, correctamente aplicadas, producen buenos resultados. De tal suerte que se espera que, con la aplicación de las mismas, por personal capacitado y certificado en dicha competencia, el drenaje ácido que potencialmente se generará, no contamine los elementos ambientales antes mencionados; siendo el agua, suelo, vegetación y fauna que las áreas forestales, aledañas a la zona por afectar, sustentan.

VI.3 Resumen de medidas

Una vez identificados y descritos los impactos derivados de la implementación del presente proyecto, que se presentarán en cada componente ambiental, así como las medidas preventivas, de mitigación y compensación que se aplicaran para cada caso, se presenta una descripción de las estrategias a seguir en cada caso, el impacto que se mitiga, el componente ambiental sobre el cual se aplican las medidas y la supervisión de la medida, enfocada a determinar hasta qué grado se mitiga el o los impactos con la aplicación del programa de vigilancia ambiental.

Componente ambiental.				Vegetación			
Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Periodo de ejecución	Responsable de la ejecución	Costo de la ejecución	Requerimiento de materiales y equipo.	Criterios para su seguimiento, monitoreo e indicadores de eficiencia	Actividades a realizar al no obtener los resultados esperados
Disminución de la cobertura vegetal derivada del desmonte.	Se implementará la reubicación en áreas que se encuentran aledañas al área del proyecto.	5 años (La reubicación no se implementará en una sola exhibición, si no que se hará paulatinamente durante 5 años.	Supervisor ambiental (Biólogo capacitado en el manejo de flora silvestre)	Por estimarse en función de las condiciones del terreno y costo de la mano de obra.	-Brigadas de trabajo -Herramientas adecuadas para realizar las cepas. -Técnico capacitado para determinar el trazo y diseño de plantación.	Una vez que se haya realizado la reubicación, se implementará un plan de monitoreo de la plantación, el cual consistirá en realizar la supervisión de los individuos cada 15 días durante los 3 meses siguientes a la reubicación. Para determinar el éxito de la reubicación, se requiere obtener un porcentaje de sobrevivencia del 80%	Si, una vez realizada la supervisión y medición de indicadores de la reubicación, se concluye que no se cumplió con el 80% de sobrevivencia, se procederá a realizar la reposición de los individuos muertos o enfermos bajo una metodología que permita asegurar su establecimiento.
Disminución de captación de carbono.							
Disminución en la generación de oxígeno							

Componente ambiental.				Fauna			
Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Periodo de ejecución.	Responsable de la ejecución	Costos de la ejecución.	Requerimiento de materiales y equipo.	Criterios para su seguimiento, monitoreo e indicadores de eficiencia	Actividades a realizar al no obtener los resultados esperados
Afectación directa sobre la Fauna debido al desmonte.	Implementación de un programa general de ahuyentamiento de fauna, previo al desmorte	5 años	Personal especializado en el manejo de fauna silvestre (Biólogo)	Por estimarse, debido a que se realizará durante todo el tiempo que dure el cambio de uso del suelo; siendo 5 años.	Brigada de 6 personas capacitadas en la identificación de fauna y la aplicación de medidas de ahuyentamiento de la misma. Equipo adecuado para el ahuyentamiento y/o rescate de fauna; trampas, bolsas y pinzas herpetológicas, etc.	Se realizarán recorridos previos y durante el desmorte, esto con la finalidad de asegurarse de que no existan especies presentes al realizarse el desmorte. Se realizarán por lo menos dos recorridos diarios, previo al desmorte, y un recorrido durante el desmorte.	En caso de encontrarse individuos de fauna durante el desmorte, se procederá a realizar su ahuyentamiento, o rescate en caso de ser necesario, y evitar que sean dañador por las actividades propias del desmorte.
Afectación sobre las especies de fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Implementación de programas específicos de rescate y reubicación de la fauna enlistada en la NOM-059-	5 años	Personal especializado en el manejo de fauna silvestre (Biólogo)	Por estimarse, debido a que se realizará durante todo el tiempo que dure el cambio	Brigada de 6 personas capacitadas en la identificación y manipulación de fauna silvestre.	Se realizarán recorridos previos y durante el desmorte, esto con la finalidad de asegurarse	En caso de encontrarse individuos de fauna durante el desmorte, se procederá a realizar su ahuyentamiento, o

Componente ambiental.				Fauna			
Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Periodo de ejecución.	Responsable de la ejecución	Costos de la ejecución.	Requerimiento de materiales y equipo.	Criterios para su seguimiento, monitoreo e indicadores de eficiencia	Actividades a realizar al no obtener los resultados esperados
	SEMARNAT-2010			de uso del suelo; siendo 5 años.	Equipo de trapeo y traslado de fauna	de que no existan especies presentes al realizarse el desmante. Se realizarán por lo menos dos recorridos diarios, previo al desmante, y un recorrido durante el desmante. Se llevará el registro de las especies rescatadas, con la finalidad de tener un control en lo que respecta a especie rescatada, coordenadas donde se rescató y coordenadas de liberación.	rescate en caso de ser necesario, y evitar que sean dañador por las actividades propias del desmante.

Componente ambiental.				Fauna			
Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Periodo de ejecución.	Responsable de la ejecución	Costos de la ejecución.	Requerimiento de materiales y equipo.	Criterios para su seguimiento, monitoreo e indicadores de eficiencia	Actividades a realizar al no obtener los resultados esperados
Contaminación de las zonas forestales aledañas, mismas que constituyen refugio y fuente de alimento para la fauna.	Concientización al personal involucrado, mediante la impartición de talleres relacionados con la conservación de la fauna y su hábitat. Así mismo, se instalarán carteles con leyendas alusivas a la no extracción o captura de fauna silvestre y no contaminación de su hábitat.	5 años	Personal especializado en el manejo de fauna silvestre (Biólogo)	El costo del taller de concientización será de 5,000.00 M.N, y se implementarán dos talleres por semestre. El costo de instalación de carteles en la zona de influencia del proyecto será de 5,000.00 M.N	Un técnico capacitado en el manejo de fauna silvestre. Material para la elaboración e instalación de carteles.	Se llevarán a cabo cuatro pláticas de concientización por año. Se instalarán como mínimo, cinco señalizaciones relativas al cuidado de la fauna silvestre y su hábitat, distribuidas en la superficie del proyecto.	Cuando se detecte que el personal no cumple con la prohibición de no causar la contaminación de áreas forestales aledañas, se le sancionará administrativamente.

Componente ambiental.				Suelo			
Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Periodo de ejecución.	Responsable de la ejecución	Costos de la ejecución.	Requerimiento de materiales y equipo.	Criterios para su seguimiento, monitoreo e indicadores de eficiencia	Actividades a realizar al no obtener los resultados esperados
Erosión del suelo derivado de la pérdida de la cobertura vegetal.	Se realizará la estabilización de los taludes generados por los grandes movimientos de suelo.	Esta acción durará el tiempo que tarde la nivelación y compactación, realizando la estabilización de los taludes conforme se realice el desmonte. De manera que será durante los 5 años del desmonte.	Personal capacitado en el manejo y conservación de suelo.	Por determinar.	Maquinaria pesada, adecuada para tal fin.	Se supervisarán las acciones relacionadas con la presente medida. De tal suerte que se realizará la estabilización de los taludes que se vayan generando durante el desarrollo del proyecto. Se considerará estabilizado cuando cumpla con el ángulo de reposo natural del mismo y cumpla su función al no erosionarse el suelo del mismo.	De no cumplirse con los criterios e indicadores, se realizará de nueva cuenta la estabilización del talud, hasta que cumpla con las especificaciones antes descritas.
	Se realizará el acomodo de	5 años.	Personal capacitado en	Por determinar.	Brigada de 5 personas,	Se supervisarán las actividades	Si se observa que los bordos

Componente ambiental.				Suelo			
Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Periodo de ejecución.	Responsable de la ejecución	Costos de la ejecución.	Requerimiento de materiales y equipo.	Criterios para su seguimiento, monitoreo e indicadores de eficiencia	Actividades a realizar al no obtener los resultados esperados
	material vegetal muerto a curvas de nivel utilizando los desperdicios del desmonte. Se acordonarán 35,971.75 metros lineales.		el manejo y conservación de suelo.		equipos para trazo de curvas de nivel, puntas y ramas producto del desmonte, cortados en dimensiones adecuadas.	relacionadas con el acomodo de material vegetal muerto. Para determinar que la medida es eficiente y cumple si función, se tendrá cuidado de que los bordos contruidos queden firmemente empotrados y fijos. Así mismo, se realizarán mediciones periódicas, con la finalidad de determinar si en realidad están reteniendo suelo.	no cumplen con su función, se implementaran las medidas necesarias para corregir su establecimiento y lograr el objetivo previsto.

Componente ambiental.				Suelo			
Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Periodo de ejecución.	Responsable de la ejecución	Costos de la ejecución.	Requerimiento de materiales y equipo.	Criterios para su seguimiento, monitoreo e indicadores de eficiencia	Actividades a realizar al no obtener los resultados esperados
	Se realizará la construcción de 83 presas filtrantes de morillos en escurrimientos aledaños a la zona.	5 años.	Personal capacitado en el manejo y conservación de suelo.	Por determinar.	Brigada de 5 personas, rocas, vehículos para transporte.	Se considerará como eficiente la medida, si se retiene la cantidad de suelo estimada previamente. Para obtener los parámetros se realizarán mediciones periódicas y así determinar la cantidad de suelo retenida.	En caso de que las presas filtrantes no estén cumpliendo con su propósito, se implementarán las acciones adecuadas para mejorar su diseño y cumplir así el objetivo.

Componente ambiental.				Suelo			
Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Periodo de ejecución.	Responsable de la ejecución	Costos de la ejecución.	Requerimiento de materiales y equipo.	Criterios para su seguimiento, monitoreo e indicadores de eficiencia	Actividades a realizar al no obtener los resultados esperados
Contaminación del suelo derivada del derrame de hidrocarburos producto de la maquinaria y vehículos usados en las diferentes etapas del proyecto	Se realizará el mantenimiento periódico de la maquinaria utilizada en las diferentes etapas del proyecto, con la finalidad de evitar derrames o fugas. Se destinará un área definida fuera de zonas susceptibles, para tal fin. En caso de que se presenten derrames, una brigada especializada realizará el levantamiento del suelo contaminado transportándolo al almacén de residuos domésticos previamente ubicado.	10 años (Se aplicará durante todo el tiempo de ejecución del proyecto)	Supervisor ambiental (Personal capacitado en el manejo y disposición de residuos de hidrocarburos)	Por determinarse; ya que se aplicará esta acción durante todo el tiempo de duración del desarrollo del proyecto.	<p>Área y equipo especializado para el mantenimiento mecánico de maquinaria y vehículos.</p> <p>Brigada de cinco personas especializadas en el manejo de residuos peligrosos.</p> <p>Área destinada al almacén de residuos peligrosos.</p> <p>Contenedores adecuados para el almacén de residuos peligrosos.</p>	<p>La brigada ambiental realizará recorridos por el área de afectación, a fin de determinar la presencia de residuos derivados de hidrocarburos.</p> <p>En la medida que se eviten dichos residuos, se estará cumpliendo con la presente medida.</p>	<p>En caso de que se detecte la presencia de hidrocarburos en el suelo o algún residuo de los mismos, se procederá a detectar la fuente del mismo y hacer hincapié en el adecuado mantenimiento de la maquinaria y camiones a utilizar; esto con la finalidad de reforzar esta medida y evitar se contamine el suelo.</p>

Componente ambiental.				Suelo			
Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Periodo de ejecución.	Responsable de la ejecución	Costos de la ejecución.	Requerimiento de materiales y equipo.	Criterios para su seguimiento, monitoreo e indicadores de eficiencia	Actividades a realizar al no obtener los resultados esperados
Contaminación del suelo derivada de los residuos sólidos domésticos generados por el personal involucrado en las diferentes etapas del proyecto.	Se instalarán recipientes herméticos distribuidos estratégicamente en la superficie del proyecto, con la finalidad de que el personal involucrado en el mismo, deposite los residuos sólidos domésticos generados, en dichos recipientes.	10 años (Se aplicará durante todo el tiempo de ejecución del proyecto)	Supervisor ambiental (Personal capacitado en el manejo y disposición de residuos sólidos domésticos)	Por determinarse; ya que se aplicará esta acción durante todo el tiempo de duración del desarrollo del proyecto.	Recipientes herméticos para la disposición de residuos sólidos domésticos.	Se instalará un recipiente por cada 750 metros lineales. La brigada ambiental, supervisará que se usen correctamente dichos recipientes; a la vez que se cuida que la empresa recolectora contratada, cumpla con el traslado y disposición final de los residuos sólidos.	En caso de detectarse la contaminación del suelo por residuos sólidos domésticos, se reforzará la medida haciendo hincapié e instando al personal a depositar sus residuos sólidos domésticos en los recipientes previamente instalados para tal fin.
Contaminación del suelo derivada de los residuos generados por	Se instalarán baños portátiles distribuidos en la superficie del	10 años (Se aplicará durante todo el tiempo de ejecución del	Supervisor ambiental (Personal capacitado en el manejo y	Por determinarse; ya que se aplicará esta acción	Baños portátiles.	Se recomienda instalar un baño por cada 10 personas.	En caso de que los sanitarios portátiles no cumplan con su

Componente ambiental.				Suelo			
Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Periodo de ejecución.	Responsable de la ejecución	Costos de la ejecución.	Requerimiento de materiales y equipo.	Criterios para su seguimiento, monitoreo e indicadores de eficiencia	Actividades a realizar al no obtener los resultados esperados
las necesidades fisiológicas del personal involucrado en las diferentes etapas del proyecto (Orina, excretas, etc..)	proyecto.	proyecto)	disposición de residuos)	durante todo el tiempo de duración del desarrollo del proyecto.		Para asegurar que esta medida sea efectiva, la brigada ambiental supervisará el adecuado funcionamiento de los mismos, a la vez que supervisa a la empresa recolectora; para que de esta manera sean funcionales.	función, se detectarán las posibles razones y se actuará en consecuencia.

Componente ambiental.		Agua					
Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Periodo de ejecución	Responsable de la ejecución	Costos de la ejecución.	Requerimiento de materiales y equipo.	Criterios para su seguimiento, monitoreo e indicadores de eficiencia	Actividades a realizar al no obtener los resultados esperados
Reducción de la infiltración al remover la cobertura vegetal, y aumento de los escurrimientos superficiales.	Se realizará el acomodo de material vegetal muerto a curvas de nivel utilizando los desperdicios del desmonte. Se acordarán 35,971.75 metros lineales en total.	5 años.	Personal capacitado en el manejo y conservación de suelo.	Por determinar.	Brigada de 5 personas, equipos para trazo de curvas de nivel, puntas y ramas producto del desmonte, cortados en dimensiones adecuadas.	Se supervisarán las actividades relacionadas con el acomodo de material vegetal muerto. Para determinar que la medida es eficiente y cumple su función, se tendrá cuidado de que los bordos contruidos queden firmemente empotrados y fijos. Así mismo, se realizarán mediciones periódicas, con la finalidad de determinar si en realidad están reteniendo suelo.	Si se observa que los bordos no cumplen con su función, se implementaran las medidas necesarias para corregir su establecimiento y lograr el objetivo previsto.
	Se realizará la construcción de 83 presas	5 años	Personal capacitado en	Por determinarse.	Brigada de 5 personas, rocas y vehículos	Se considerará como efectiva la medida, cuando al	De evidenciarse que no se retiene la cantidad de

Componente ambiental.			Agua				
Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Periodo de ejecución	Responsable de la ejecución	Costos de la ejecución.	Requerimiento de materiales y equipo.	Criterios para su seguimiento, monitoreo e indicadores de eficiencia	Actividades a realizar al no obtener los resultados esperados
	filtrantes de morillos, en escurrimientos aledaños al área del proyecto.		el manejo y conservación del suelo.		para transportarlas, herramientas tales como, azadón, pala y pico.	realizarse mediciones periódicas, se evidencie que las presas retienen la cantidad de suelo previamente determinada.	suelo previamente determinada, se implementaran las acciones de mejora del diseño de las presas, para que cumplan con su objetivo.
Contaminación de los cuerpos de agua	Brigada de supervisión ambiental,	10 años (Se aplicará durante todo el tiempo	Supervisor ambiental	Por determinarse;	Brigada especializada en la aplicación de	La brigada ambiental supervisará que se	En caso de que se detecte la

Componente ambiental.			Agua				
Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Periodo de ejecución	Responsable de la ejecución	Costos de la ejecución.	Requerimiento de materiales y equipo.	Criterios para su seguimiento, monitoreo e indicadores de eficiencia	Actividades a realizar al no obtener los resultados esperados
superficiales y subterráneos por derrames de hidrocarburos provenientes de la maquinaria y vehículos usados.	misma que cuidará que no se derramen los residuos de hidrocarburos en los cuerpos de agua.	de ejecución del proyecto)	(Personal capacitado en el manejo y disposición de residuos de hidrocarburos)	ya que se aplicará esta acción durante todo el tiempo de duración del desarrollo del proyecto.	dicha medida. Kit anti derrames.	cumpla con la medida preventiva. En caso de que se presente algún derrame, dicha brigada realizará el levantamiento y traslado del residuo.	presencia de hidrocarburos en algún cauce hídrico, o algún residuo de los mismos, se procederá a detectar la fuente del mismo y hacer hincapié en el adecuado mantenimiento de la maquinaria y camiones a utilizar; esto con la finalidad de reforzar esta medida y evitar se contamine el agua.
Contaminación de cuerpos de agua superficiales o subterráneos por residuos sólidos domésticos.	Se instalaran recipientes herméticos distribuidos en el área del proyecto, con la finalidad de que el personal	10 años (Se aplicará durante todo el tiempo de ejecución del proyecto)	Supervisor ambiental (Personal capacitado en el manejo y disposición de residuos	Por determinarse; ya que se aplicará esta acción durante todo el tiempo de	Recipientes herméticos para la disposición de residuos sólidos domésticos.	Se instalará un recipiente por cada 750 metros lineales. La brigada ambiental, supervisará que se usen correctamente	En caso de detectarse la contaminación del agua por residuos sólidos domésticos, se reforzará la

Componente ambiental.			Agua				
Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Periodo de ejecución	Responsable de la ejecución	Costos de la ejecución.	Requerimiento de materiales y equipo.	Criterios para su seguimiento, monitoreo e indicadores de eficiencia	Actividades a realizar al no obtener los resultados esperados
	involucrado en el mismo, deposite los residuos sólidos domésticos generados, en dichos recipientes.		sólidos domésticos)	duración del desarrollo del proyecto.		dichos recipientes; a la vez que se cuida que la empresa recolectora contratada, cumpla con el traslado y disposición final de los residuos sólidos.	medida haciendo hincapié e instando al personal a depositar sus residuos sólidos domésticos en los recipientes previamente instalados para tal fin.
Contaminación de cuerpos de agua superficiales o subterráneos por la generación de residuos producto de las necesidades fisiológicas de los trabajadores.	Se instalarán baños portátiles distribuidos en la superficie del proyecto.	10 años (Se aplicará durante todo el tiempo de ejecución del proyecto)	Supervisor ambiental (Personal capacitado en el manejo y disposición de residuos)	Por determinarse; ya que se aplicará esta acción durante todo el tiempo de duración del desarrollo del proyecto.	Baños portátiles.	Se recomienda instalar un baño por cada 10 personas. Para asegurar que esta medida sea efectiva, la brigada ambiental supervisará el adecuado funcionamiento de los mismos, a la vez que supervisa a la empresa recolectora; para que de esta manera sean funcionales.	En caso de que los sanitarios portátiles no cumplan con su función, se detectarán las posibles razones y se actuará en consecuencia.

Componente ambiental.				Aire			
Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Periodo de ejecución	Responsable de la ejecución	Costos de la ejecución.	Requerimiento de materiales y equipo.	Criterios para su seguimiento, monitoreo e indicadores de eficiencia	Actividades a realizar al no obtener los resultados esperados
Contaminación del aire derivada de la generación de polvos producida por las maniobras del desmonte y de la maquinaria y vehículos usados en las diferentes etapas del proyecto.	Se dotará de una lona a los camiones y vehículos utilizados, con la finalidad de evitar la contaminación por polvos.	10 años (Se aplicará durante todo el tiempo de ejecución del proyecto, concentrándose principalmente en los caminos de acceso)	Supervisor ambiental.	Por determinarse	Lonas para cubrir las góndolas de los camiones.	La brigada ambiental supervisará la correcta aplicación de dicha medida; verificando que todos los camiones cuenten con la lona ya mencionada, cumpliendo así con los límites permisibles de partículas suspendidas que establecen las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	Si se detecta que las emisiones de partículas suspendidas no cumplen con las Normas Oficiales aplicables, se actuará en consecuencia, hasta lograr el cumplimiento de la presente medida.
Generación de ruido, producto de la maquinaria	Se realizará el mantenimiento de los equipos	10 años (Se aplicará durante todo el	Supervisor ambiental	Por determinarse	Equipo adecuado para la revisión y	Se supervisará cada vehículo o maquinaria, con la finalidad de	Si se detecta que las emisiones de ruido no



Componente ambiental.				Aire			
Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Periodo de ejecución	Responsable de la ejecución	Costos de la ejecución.	Requerimiento de materiales y equipo.	Criterios para su seguimiento, monitoreo e indicadores de eficiencia	Actividades a realizar al no obtener los resultados esperados
utilizada durante las diferentes etapas del proyecto.	silenciadores de la maquinaria y vehículos utilizados	tiempo de ejecución del proyecto)			mantenimiento.	asegurarse de que el equipo silenciador este en óptimas condiciones; prohibiendo el tránsito de aquellos vehículos que no cumplan con dichas especificaciones, cumpliendo así, con los límites permisibles de ruido que establecen las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	cumplen con las Normas Oficiales aplicables, se actuará en consecuencia, hasta lograr el cumplimiento de la presente medida

A continuación, se anexan las figuras que muestra la ubicación de dichas obras de mitigación con respecto al área del proyecto, así como las coordenadas de ubicación de cada una de las obras.

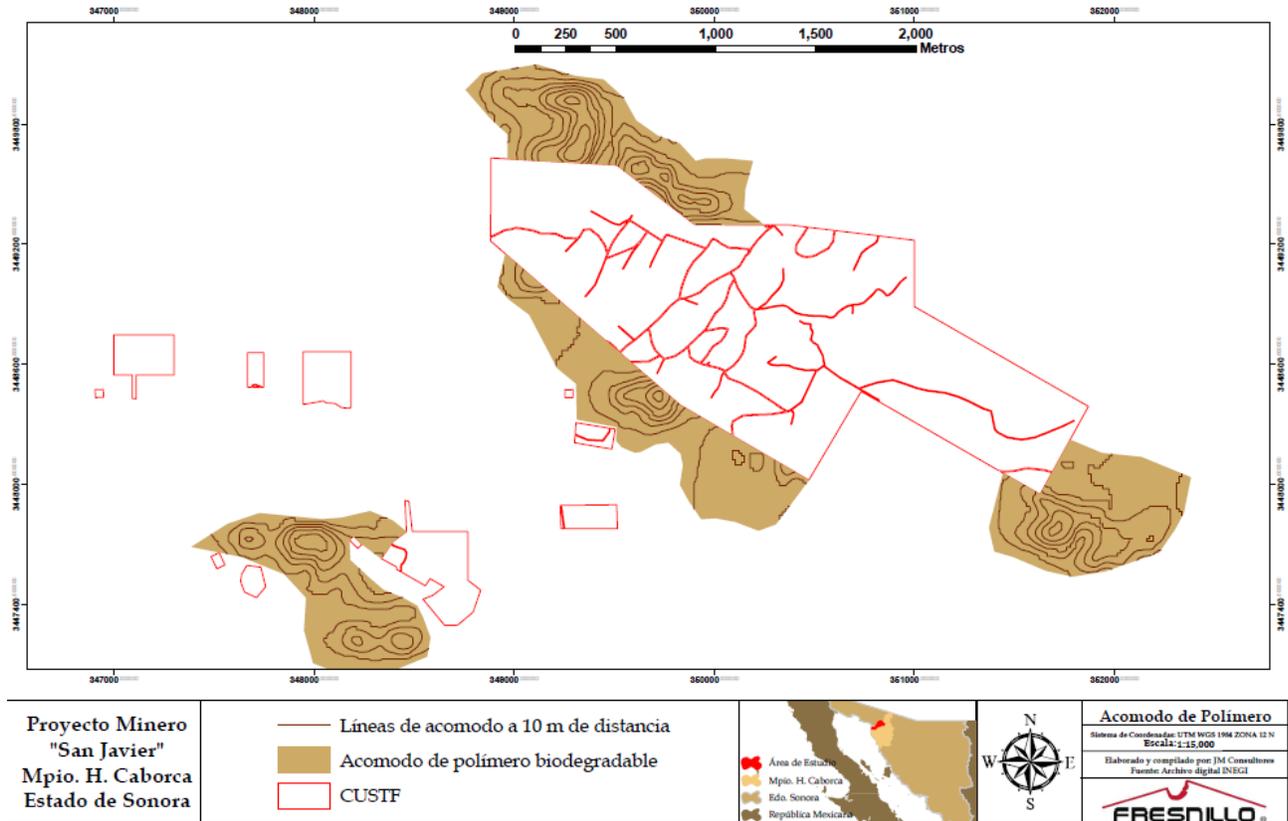


Figura VI. 1. Acomodo de material vegetal a curvas de nivel.

Tabla VI.1. Coordenadas de polígonos de acomodo a curvas de nivel

No. de Polígono	Vértice	X	Y
0	0	348966.02	3449625.96
0	1	348968.31	3449749.57
0	2	348879.41	3449832.12
0	3	348758.76	3449971.83
0	4	348841.31	3450054.38
0	5	349114.36	3450098.83
0	6	349304.86	3450041.68
0	7	349446.89	3450023.24
0	8	349546.16	3449933.73
0	9	349609.66	3449819.42
0	10	349717.61	3449743.22
0	11	349825.56	3449705.12

No. de Polígono	Vértice	X	Y
0	12	349908.11	3449616.22
0	13	349958.91	3449628.92
0	14	350060.51	3449628.92
0	15	350193.86	3449616.22
0	16	350155.76	3449476.52
0	17	350149.41	3449374.92
0	18	350248.98	3449296.14
0	19	349902.98	3449298.35
0	20	349513.51	3449595.46
0	21	349208.34	3449612.46
1	0	348956.24	3449151.97
1	1	349321.42	3448835.80
1	2	349828.85	3448396.46
1	3	350472.75	3448020.33
1	4	350307.10	3447799.86
1	5	350221.11	3447768.11
1	6	350104.70	3447811.76
1	7	350005.48	3447830.28
1	8	349935.36	3447824.99
1	9	349874.51	3447913.63
1	10	349829.53	3447996.97
1	11	349844.08	3448094.87
1	12	349832.18	3448153.08
1	13	349771.32	3448208.64
1	14	349706.50	3448199.38
1	15	349631.09	3448161.01
1	16	349605.96	3448158.37
1	17	349571.56	3448170.27
1	18	349537.16	3448187.47
1	19	349510.71	3448217.90
1	20	349512.03	3448286.69
1	21	349313.59	3448323.73
1	22	349312.27	3448426.92
1	23	349309.62	3448503.65
1	24	349215.96	3448581.17
1	25	349076.26	3448847.87
1	26	348974.66	3448924.07
1	27	348917.51	3448987.57
2	0	351442.65	3448055.80
2	1	351628.27	3447948.91

No. de Polígono	Vértice	X	Y
2	2	351778.27	3448222.40
2	3	351935.62	3448156.38
2	4	352134.05	3448136.54
2	5	352382.10	3448034.01
2	6	352345.72	3447855.42
2	7	352302.73	3447776.04
2	8	352222.64	3447658.71
2	9	351955.46	3447564.38
2	10	351790.10	3447537.92
2	11	351657.80	3447567.68
2	12	351492.44	3447637.14
2	13	351399.83	3447663.60
2	14	351373.38	3447782.66
3	0	347388.08	3447686.75
3	1	347569.98	3447802.50
3	2	347728.73	3447855.42
3	3	347857.72	3447842.19
3	4	348039.62	3447825.65
3	5	348138.84	3447832.27
3	6	348281.05	3447865.34
3	7	348393.50	3447819.04
3	8	348461.75	3447762.95
3	9	348394.55	3447713.08
3	10	348336.53	3447628.18
3	11	348240.60	3447699.58
3	12	348198.16	3447741.99
3	13	348176.95	3447720.77
3	14	348181.83	3447620.60
3	15	348274.44	3447534.61
3	16	348347.20	3447471.77
3	17	348439.80	3447435.39
3	18	348515.87	3447392.40
3	19	348545.64	3447329.56
3	20	348582.02	3447233.65
3	21	348565.48	3447137.74
3	22	348340.58	3447045.13
3	23	348171.91	3447038.52
3	24	347996.62	3447104.66
3	25	347950.32	3447270.03
3	26	347960.24	3447432.08

No. de Polígono	Vértice	X	Y
3	27	347851.10	3447551.15
3	28	347636.13	3447637.14

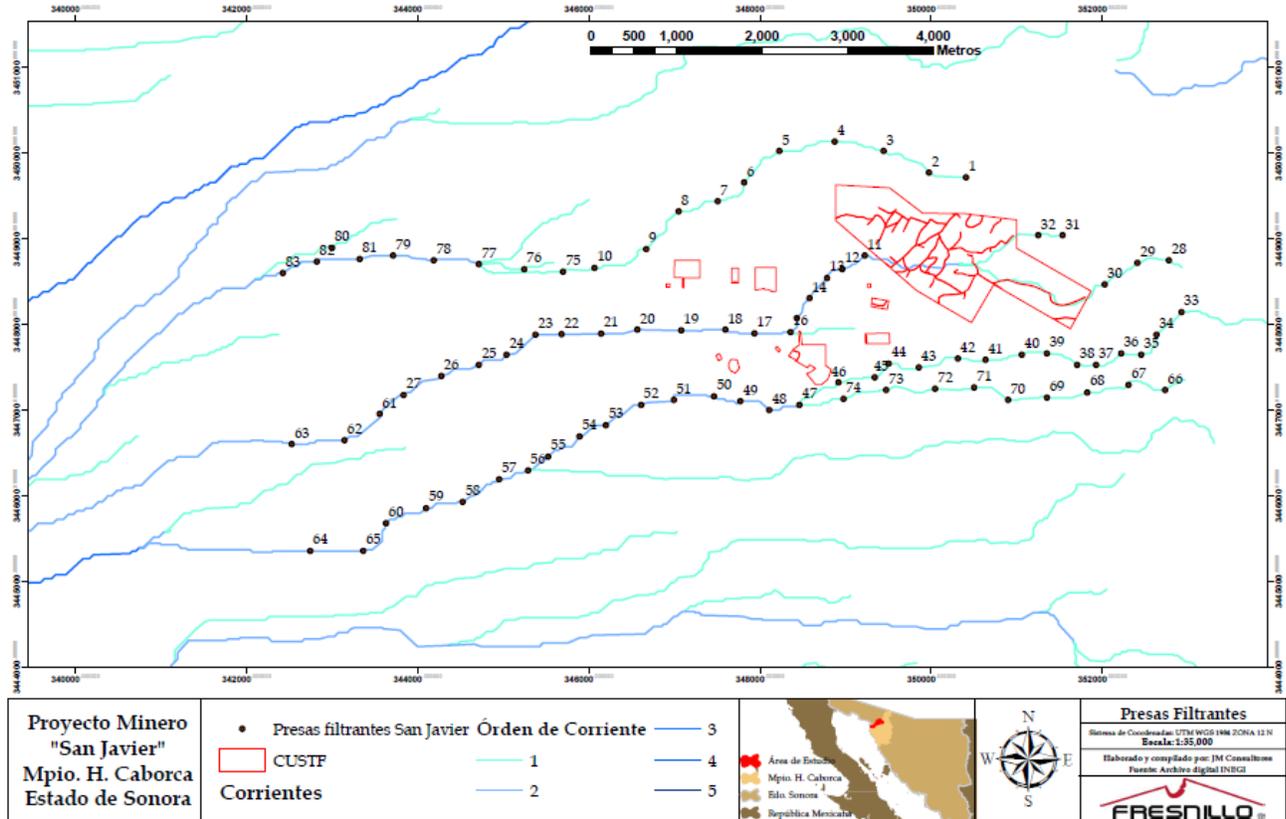


Figura VI.2. Presas filtrantes

Tabla VI.2. Coordenadas de presas filtrantes

Presas Filtrante	X	Y
1	350408.85	3449714.82
2	349975.60	3449773.57
3	349446.89	3450023.24
4	348875.96	3450134.89
5	348227.91	3450023.24
6	347816.69	3449656.08
7	347508.27	3449435.78
8	347052.99	3449318.29
9	346671.14	3448877.69
10	346069.00	3448657.39
11	349226.59	3448804.26
12	348962.24	3448642.71



Presa Filtrante	X	Y
13	348786.00	3448539.90
14	348580.39	3448304.92
15	348433.52	3448069.94
16	348360.09	3447908.38
17	347937.23	3447893.70
18	347596.39	3447937.76
19	347080.19	3447927.72
20	346568.34	3447937.76
21	346143.96	3447889.94
22	345682.54	3447883.35
23	345378.73	3447879.01
24	345040.94	3447644.03
25	344717.84	3447526.54
26	344277.25	3447394.36
27	343836.65	3447174.06
28	352780.72	3448745.51
29	352413.56	3448716.14
30	352031.71	3448466.47
31	351539.71	3449039.24
32	351253.33	3449039.24
33	352927.59	3448143.37
34	352633.86	3447879.01
35	352457.62	3447644.03
36	352222.64	3447658.71
37	351928.91	3447526.54
38	351708.61	3447526.54
39	351356.13	3447658.71
40	351062.40	3447644.03
41	350636.50	3447585.28
42	350313.39	3447599.97
43	349858.11	3447497.16
44	349505.64	3447541.22
45	349344.08	3447379.67
46	348918.18	3447320.92
47	348462.90	3447056.57
48	348110.42	3446997.82
49	347772.63	3447100.63
50	347464.21	3447159.37
51	346994.25	3447115.31
52	346612.40	3447056.57

Presa Filtrante	X	Y
53	346201.18	3446821.58
54	345892.76	3446689.41
55	345525.60	3446454.42
56	345290.61	3446292.87
57	344952.83	3446190.07
58	344526.92	3445925.71
59	344101.01	3445852.28
60	343631.04	3445676.04
61	343557.61	3446953.76
62	343146.39	3446645.35
63	342529.56	3446601.29
64	342746.09	3445352.94
65	343366.69	3445352.94
66	352736.66	3447232.81
67	352310.75	3447291.55
68	351826.10	3447203.43
69	351356.13	3447144.69
70	350900.85	3447115.31
71	350504.32	3447262.18
72	350049.04	3447247.49
73	349476.26	3447232.81
74	348976.92	3447130.00
75	345701.84	3448613.34
76	345246.56	3448642.71
77	344717.84	3448701.45
78	344189.13	3448745.51
79	343714.47	3448804.26
80	342999.52	3448892.38
81	343322.63	3448760.20
82	342823.29	3448730.83
83	342426.75	3448598.65

Capítulo VII

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	2
VII. 1. Pronóstico del escenario	2
VII.2. Programa de monitoreo	4
VII.2.1 Introducción	4
VII.2.2. Objetivos	4
VII.2.3. Residuos Sólidos Domésticos y Residuos peligrosos	4
VII.2.4. Manejo de combustibles y grasas y lubricantes	6
VII.2.5. Señalamiento	6
VII.2.6. Actividades adicionales del supervisor.....	7

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII. 1. Pronóstico del escenario

En este capítulo se presenta un pronóstico del escenario ambiental del área del proyecto "San Javier". El sistema ambiental que se delimitó para el presente proyecto está contenido en un área total de 85,327.3 hectáreas, la delimitación se basa en encontrar una superficie de un ecosistema que permite conocer la dinámica para lograr hacer un diagnóstico ambiental y así plantear los escenarios de impacto.

El pronóstico resultante, en sus tres momentos, emana de la interacción que se da por el desarrollo del proyecto con el medio físico (impactos ambientales), la aplicación de medidas de carácter preventivo, que evitan o limitan el alcance de los impactos, las medidas de mitigación que reducen los mismos y las actividades de carácter compensatorio necesarias para generar un balance entre el aprovechamiento de los recursos minerales presentes, y el desarrollo de los componentes renovables del sistema.

- El Primero es el del área natural sin la ejecución del proyecto,
- El Segundo es el del área natural impactada con el desarrollo del proyecto,
- El Tercer escenario al concluir la restauración.

Tabla VII.1. Pronósticos Ambientales

Escenario del sistema ambiental		
Actual	Al hacer desarrollo	Al concluir la restauración
Vegetación		
La vegetación principal es matorral desértico micrófilo y matorral sarcocaula, en donde principalmente la calidad de la vegetación es alta y media/alta	Habría Eliminación de vegetación lo que reduce la diversidad biológica en el sitio específico del proyecto modificando la estructura de la vegetación produciendo fragmentación del ecosistema en 0.3% con respecto al sistema ambiental.	Se realizará el rescate de renuevos de las especies, <i>Cercidium microphyllum</i> , <i>Bursera microfila</i> , <i>Olneya tesota</i> , <i>Prosopis juliflora</i> , y el rescate de cactáceas de las especies <i>Carnegiea gigantea</i> , <i>Mammillaria grahamii</i> , <i>Mammillaria mieheana</i> , y <i>Ferocactus pringlei</i> estas serán reubicadas en un polígono aledaño a el área del proyecto, esto permitirá que se mantenga la diversidad y la propagación de dichas especies propiciando la

		revegetación de áreas desprovistas de la misma.
Suelo		
Actualmente el suelo se encuentra siendo retenido por la cubierta vegetal y generalmente la calidad es alta.	El desmonte reduce cobertura e inicia pérdida de suelo se reduce la infiltración aumenta la producción de sedimentos por erosión hídrica y eólica, reduce la productividad del suelo e inicia proceso de intemperización, se prevé que se aumentará la pérdida de suelo en 89.77 (ton/ha) año.	El desperdicio de la vegetación aprovechada, se picará y colocará de forma perpendicular a la pendiente para evitar la erosión del suelo, sobre todo donde se formen cauces y a la orilla de la brecha en zonas con alta pendiente para facilitar su incorporación al suelo, asimismo se construirán 83 presas filtrantes con lo que se pretende retener 9,409.66ton.
Agua		
El sistema ambiental se encuentra en la parte alta de la subcuenca Costa Rica, la vegetación permite la infiltración de agua en 33,627.3499 m ³ /año.	Posible contaminación por sedimentos con posibilidad de contaminación por residuos peligrosos como aceites, lubricantes y gasolina.	La afinación de los vehículos se realizará en la zona de mantenimiento de los mismos ubicada en el área industrial de la empresa para evitar contaminar los cauces de la periferia. Las obras de conservación de suelo y agua se estima propiciarán la infiltración de 35,612.80911 m ³ /año.
Aire		
La calidad del aire en la zona del proyecto es alta y media/alta debido a las condiciones climáticas y biológicas que en el sistema ambiental se albergan	Contaminación por emisiones de gases de los automotores seguido de contaminación temporal por ruido	Se reducirá en lo posible la emisión de contaminantes al aire mediante el afinado de los vehículos y la maquinaria que se usarán en la zona. Se usará el silenciador de los vehículos para evitar la contaminación por ruido excesivo.
Paisaje		
La presencia de asentamientos humanos, tierras de cultivo, caminos de acceso y proyectos mineros son mínimos con respecto al sistema ambiental, que mantiene una calidad mayoritariamente alta.	Alteración permanente del paisaje natural debido a la fragmentación del paisaje natural que conlleva a una pérdida de valor paisajístico	Se evitará modificar el paisaje drásticamente con restauración de la vegetación, mediante una reubicación de especies nativas en zonas contiguas al proyecto cuya cobertura vegetal sea escasa.
Fauna silvestre		
La calidad del sistema ambiental para el refugio de fauna se mantiene entre alta y media/alta	Ahuyentamiento temporal de la fauna silvestre debido a la modificación del hábitat natural. Afectación de la microfauna y	Se dejarán y propiciarán algunos troncos y ramas que puedan servir de refugio o anidación de la fauna silvestre que permanezca en

	<p>fauna menor. Muertes accidentales Alteración temporal del ciclo de vida de algunas especies de fauna.</p>	<p>la zona sobre el borde de las brechas y en las áreas de conservación. Se depositará la basura como plásticos y basura doméstica en 2 contenedores colocados ex profeso en la zona, para no afectar a las especies de fauna que pudiesen consumirlas.</p>
--	--	---

VII.2. Programa de monitoreo

VII.2.1 Introducción

Con la finalidad de asegurar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación y evitar que por el desarrollo del proyecto se afecten factores ambientales no previstos en el estudio de Informe Preventivo, se dará seguimiento a la evolución de la aplicación de las medidas por medio del presente programa de supervisión ambiental.

Asimismo, en este programa se describe la metodología de supervisión y las acciones para dar respuesta a impactos no previstos por desviación de la aplicación de las mismas. El presente programa de supervisión se llevará a cabo durante el periodo total del desarrollo del proyecto.

VII.2.2. Objetivos

- 1.- Asegurar la correcta aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas.
- 2.- Supervisar las medidas aplicadas para asegurar su éxito en el ambiente.
- 3.- Identificar y corregir las posibles desviaciones de la aplicación de las medidas y su efecto en el ambiente. Dar seguimiento al cumplimiento de las medidas planteadas en el presente documento

VII.2.3. Residuos Sólidos Domésticos y Residuos peligrosos

VII.2.3.1. Indicadores a supervisar

Permanencia de basura en el almacén temporal menor a tres días
Comprobantes de envío a reciclaje o a disposición final

Bitácora de manejo de residuos domésticos
Ausencia de fauna nociva
Permanencia de residuos peligrosos en almacén temporal menor a seis meses
Comprobantes de embarque de residuos peligrosos
Bitácora de ingreso de residuos peligrosos a almacén temporal

VII.2.3.2. En caso de incumplimiento

En caso de detección de falta de algunas de las actividades establecidas en el Programa de Protección Ambiental se llamará la atención al personal encargado.

De presentarse la falta eventualmente se informará al director de obra, el cual asignará sanciones de acuerdo con el Reglamento Ambiental Interno.

VII.2.3.3. Acciones preventivas o correctivas

El supervisor ambiental, instará al director de obra a que se corrija la situación.

Asimismo, se exhortará al personal a que consulte y se apegue a lo establecido en el Reglamento de Protección Ambiental Interno, y cuando se renueve el personal y se imparta nuevamente el curso de educación ambiental, se hará énfasis en este aspecto (o en cualquier otro) donde se hayan notado deficiencias por parte del personal.

Si se observa una disposición inadecuada de cualquier tipo de desecho, el supervisor ambiental se encargará de que se realice la limpieza de la zona y de que se lleve a cabo correctamente la medida.

En caso de falta de registros en la bitácora se exigirá la actualización de la misma y se verificará diariamente.

VII.2.3.4. Documentos de entrega por el supervisor

Reporte mensual en el que deberá contener lo siguiente;

El número de residuos generados (Kg)
El número de disposiciones finales de residuos sólidos domésticos (deberá ser evidenciado con copias de los recibos emitidos por el relleno sanitario o basurero municipal)
Resumen del ingreso de residuos peligrosos al almacén temporal
Minuta de las faltas o ausencia de ellas durante el mes
Anexo fotográfico

VII.2.4. Manejo de combustibles y grasas y lubricantes

VII.2.4.1. Indicadores a supervisar

Bitácora de manejo de combustibles y lubricantes

Ausencia de suelos contaminados

Anexo fotográfico

VII.2.4.2. En caso de incumplimiento

En caso de detección de falta de algunas de las actividades establecidas en el Programa de Protección Ambiental se llamará la atención al personal encargado.

De presentarse la falta eventualmente se informará al director de obra, el cual asignará sanciones de acuerdo con el Reglamento Ambiental Interno.

VII.2.4.3. Acciones preventivas o correctivas

Deberá de darse un mantenimiento preventivo al equipo y maquinaria, evitando tirar lubricantes y grasas o aceites.

En caso de derrame, se podrá recoger el suelo contaminado, almacenarlo en tambos de 200 litros y destinarlo a una empresa autorizada para su manejo.

Efectuar cursos y pláticas al personal responsable del manejo de materiales y residuos peligrosos en donde se toque como tópico fundamental el manejo y control de este tipo de sustancias.

En caso de falta de registros en la bitácora se exigirá la actualización de la misma y se verificará diariamente.

VII.2.4.4. Documentos de entrega por el supervisor

Reporte mensual en el que deberá contener lo siguiente;

Resumen del ingreso de residuos peligrosos al almacén temporal

Minuta de accidentes por derrame durante el mes

Anexo fotográfico

VII.2.5. Señalamiento

VII.2.5.1. Indicadores a supervisar

Verificar la existencia de carteles en áreas aledañas a las zonas de trabajo y en áreas de trabajo

VII.2.5.2. En caso de incumplimiento

En caso de detección de falta de algunas de las actividades establecidas en el Programa de Protección Ambiental se llamará la atención al personal encargado.

De presentarse la falta eventualmente se informará al director de obra, el cual asignará sanciones de acuerdo con el Reglamento Ambiental Interno.

VII.2.5.3. Acciones preventivas o correctivas

Solicitud a la empresa de carteles.

Creación y colocación de carteles temporales

VII.2.5.4. Documentos de entrega por el supervisor

Reporte mensual en el que deberá contener lo siguiente;

Número de carteles colocados con respecto a las restricciones de flora.

Número de carteles colocados con respecto a las restricciones de fauna.

Numero de señalamientos informativos de trabajos en ejecución.

Anexo fotográfico.

VII.2.6. Actividades adicionales del supervisor

Elaborar y entregar oficios de inicio y finiquito de proyecto a la delegación de SEMARNAT, con copia a PROFEPA.

Desarrollar y proponer un reglamento de protección ambiental interno.

Elaborar matrices de control para seguimiento de supervisión.

Relacionar en cada uno de los reportes la condicionante del oficio de autorización con la medida aplicada.

Elaborar e implementar un programa de educación ambiental dentro de las áreas de trabajo.

Capacitación de la brigada ambiental para el establecimiento y ejecución de programas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.

Previo al término del proyecto, consultar con director de obra la posibilidad de ocupación de las áreas de afectación para proyectos futuros. Elaborar para las áreas que no serán ocupadas un programa de restauración.



Elaborar informe finiquito de la aplicación de las medidas de mitigación, en el mismo se deberá informar a la delegación de SEMARNAT con copia a PROFEPA las condiciones finales de las áreas de afectación.

Capítulo VIII

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	2
VIII.1 Presentación de la información	2
VIII.1.1 Fotografías.....	2
VIII.2 Videos.....	2
VIII.3. Identificación de Impactos	2
VIII.4 Otros anexos.....	16
VIII.4.1.....	16
<u> VIII.5 Glosario de términos.....</u>	18

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

VIII.1 Presentación de la información

VIII.1.1 Fotografías

En anexo 9 del presente documento se adjuntan fotografías del área del proyecto, de la vegetación encontrada y la fauna que pudo ser observada.

VIII.2 Videos

No aplica, no se tomaron videos

VIII.3. Identificación de Impactos

Tabla VIII. 1. Listas de Chequeo

PREPARACIÓN DEL SITIO	LISTA DE CHEQUEO PARA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS					
		FACTORES AMBIENTALES				
	ACCIONES	SUELO	AIRE	AGUA	BIOTA	SOCIOECONOMICOS
	Localización y Trazo					✓
	Desmante	X	X	X	X	✓
CONSTRUCCIÓN	LISTA DE CHEQUEO PARA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS					
		FACTORES AMBIENTALES				
	ACCIONES	SUELO	AIRE	AGUA	BIOTA	SOCIOECONOMICOS
	Transporte de material y equipo	X	X		X	✓
	Nivelación y Compactación	X	X	X	X	✓
Construcción	X	X	X		✓	
OPERACIÓN	LISTA DE CHEQUEO PARA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS					
		FACTORES AMBIENTALES				
	ACCIONES	SUELO	AIRE	AGUA	BIOTA	SOCIOECONOMICOS
	Operación de las instalaciones	X	X	X	X	✓
Mantenimiento de las Instalaciones	X	X	X	X	✓	

Tabla VIII. 2. Matriz de interacciones

Factores Ambientales		Componentes del Proyecto	Preparación del Sitio		Construcción			Operación	
			Localización y Delimitación	Desmante y Despalme	Transporte de material y equipo	Nivelación y Compactación	Construcción	Operación de las instalaciones	Mantenimiento de las instalaciones
Factor	Subfactor								
Aire	Calidad		X	X	X	X	X	X	
	Visibilidad		X	X	X	X	X		
	Confort sonoro		X	X	X	X	X		
Suelo	Pérdida de suelo		X				X	X	
	Contaminación de suelo		X	X	X	X	X	X	
	Estructura del suelo		X		X	X	X		
Agua	Calidad		X				X		
	Drenaje natural		X		X		X		
	Infiltración		X			X	X		
	Escurrimiento		X			X	X		
Biota	Flora								
	Cubierta Vegetal		X						
	Diversidad y Abundancia		X						
	Fauna								
	Diversidad y Abundancia		X	X	X				
	Modificación de Hábitat		X	X	X				
Socioeconómicos	Empleo	X	X	X	X	X	X	X	
	Economía	X	X	X	X	X	X	X	
	Servicios públicos								

De los 16 impactos que se dan en el aire, durante la fase de preparación del sitio encontramos tres impactos negativos durante la acción del desmonte, uno de ellos en el subfactor visibilidad, otro en la calidad y el final en el confort sonoro; durante la fase de construcción se encontraron nueve impactos negativos, tres de ellos en la acción de transporte de material y equipo, uno de ellos es la visibilidad, otro en la calidad y el tercero en el confort sonoro, en la acción nivelación y compactación se encontraron tres impactos, los mismos en la visibilidad, calidad y confort sonoro, durante la construcción se encontraron tres impactos, el primero de ellos sobre la visibilidad, el segundo en la calidad y el tercero sobre el confort sonoro, la fase de operación se encontraron tres impactos, de igual manera que en las acciones anteriores en la visibilidad, confort sonoro y calidad, durante el mantenimiento de las instalaciones solamente se encontró un impacto en el subfactor calidad del aire. Mientras que el resto de los impactos son positivos y se registran en los subfactores empleo y economía.

Para los 13 impactos encontrados en suelo, se identificaron tres en la fase de preparación del sitio, todos durante la acción de desmonte, en la pérdida de suelo, contaminación de suelo y en la estructura; durante la fase de construcción se encontraron cinco impactos, uno de ellos se darán durante el transporte de material y equipo en el subfactor ambiental contaminación de suelo, durante la acción del nivelación y compactación se identifico a dos impactos, el primero de ellos sobre la contaminación de suelo, mientras que el segundo en la estructura del suelo y finalmente durante la construcción se encuentra un impacto sobre el subfactor contaminación de suelo del suelo y el segundo sobre la estructura del mismo. Mientras que en la etapa de operación se encontraron tres impactos negativos, uno sobre la pérdida de suelo, el segundo en la contaminación de suelo y el tercero sobre la estructura del suelo, para la etapa de mantenimiento se identificaron dos impactos negativos, uno de ellos sobre la pérdida de suelo y el segundo en la contaminación de suelo.

En el factor agua se encontraron once impactos, cuatro de ellos se presentan durante la fase de preparación del sitio, en la acción de desmonte, el primer impacto se dará en el subfactor calidad del agua, el segundo en el drenaje natural, en tercero incidirá en la infiltración de agua en el área y el último impacto se dará en el escurrimiento del agua; durante la etapa de construcción se darán tres impactos, uno sobre el escurrimiento superficial, otro en la infiltración natural del área, durante la acción de construcción, finalmente el último impacto se dará sobre el drenaje natural; cómo podemos observar al remover la vegetación se modificará el drenaje natural del área, se reducirá la infiltración y el escurrimiento se aumentará lo que en consecuencia hará que se reduzca la calidad del agua, por lo tanto los impactos encontrados en este factor ambiental son todos negativos.

En la biota se localizaron 8 interacciones negativas, dos sobre la flora y 6 en la fauna, los dos impactos que inciden en la flora se dan precisamente durante el desmonte, el primer impacto se dará sobre la cubierta vegetal y el segundo sobre la diversidad y abundancia de la misma. La fauna se verá afectada durante las tres fases del proyecto y en la mayoría de las acciones exceptuando la acción de localización y trazo de la fase de preparación del sitio, y durante la edificación en la etapa de construcción, las otras dos excepciones se dan en la operación. Los impactos inciden principalmente en la modificación del hábitat y en la diversidad y abundancia de fauna.

Finalmente, en el factor socioeconómico se localizaron 14 impactos, todos positivos y los mismos se dan durante las tres fases del proyecto y en todas las acciones, incidiendo en la generación de empleo y el aumento en la economía.

Finalizando la elaboración de la matriz anterior se continuó con la matriz de cribado que nos permite filtrar los impactos e identificar aquellos más significativos, los resultados de la misma se presentan a continuación:

Tabla VIII. 3. Matriz de cribado

Acción del Proyecto	Atributos	Valor de los Atributos	AIRE			SUELO			AGUA			VEGETACIÓN			FAUNA			SOCIOECONOMICOS		Empleo	Economía	Servicios públicos
			Calidad del aire	Visibilidad	Confort sonoro	Pérdida de suelo	Contaminación de Suelo	Estructura del suelo	Calidad	Drenaje natural	Infiltración	Escurrimiento	Cubierta vegetal	Diversidad y abundancia	Diversidad y Abundancia	Modificación de hábitat						
Localización y Trazo	Signo	(- / +)																	(+)	(+)		
	Inmediatez	3																		3	3	
	Periodicidad	3																		1	1	
	Momento	3																		1	1	
	Acumulación	3																		1	1	
	Sinergia	3																		3	3	
	Reversibilidad	3																		3	3	
	Persistencia	3																		1	1	
	Magnitud	9																		4	4	
	Recuperabilidad	3																		1	1	
		33																	18	18		
Desmonte y Despalme	Signo		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)		
	Inmediatez	3	1	1	1	3	1	3	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	1	1		
	Periodicidad	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1		
	Momento	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1		
	Acumulación	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	Sinergia	3	2	1	2	3	1	3	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	3	3		
	Reversibilidad	3	1	1	1	3	1	3	1	1	3	1	1	1	1	1	3	3	3	3		
	Persistencia	3	1	1	1	3	1	3	1	1	1	1	3	3	1	3	3	3	1	1		
	Magnitud	9	1	1	4	9	1	4	1	1	1	4	4	1	4	1	4	1	1	1		
	Recuperabilidad	3	1	1	1	3	1	3	2	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1		
		33	11	9	13	27	9	22	10	9	13	17	18	14	15	17	13	13				



Proyecto: Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, para proyecto Minero "San Javier", en el H. Municipio de Caborca, Estado Sonora

Acción del Proyecto	Atributos	Valor de los Atributos	AIRE			SUELO	AGUA			VEGETACIÓN	FAUNA	SOCIOECONOMICOS		Empleo	Economía	Servicios públicos		
	Signo		Calidad del aire	Visibilidad	Confort sonoro		Pérdida de suelo	Contaminación de Suelo	Estructura del suelo			Calidad	Drenaje natural				Infiltración	Escurrimiento
Transporte de Material y Equipo	Signo		(-)	(-)	(-)		(-)						(-)	(-)	(+)	(+)		
	Inmediatez	3	1	1	3		1							1	3	3	3	
	Periodicidad	3	1	1	1		1							1	1	1	1	
	Momento	3	1	1	1		1							1	1	1	1	
	Acumulación	3	1	1	1		1							1	1	1	1	
	Sinergia	3	1	1	2		1							1	1	3	3	
	Reversibilidad	3	1	1	3		1							1	1	3	3	
	Persistencia	3	1	1	1		1							1	1	1	1	
	Magnitud	9	1	1	1		1							1	1	4	4	
	Recuperabilidad	3	1	1	1		1							1	1	1	1	
		33	9	9	14		9						9	11	18	18		
Nivelación y compactación	Signo		(-)		(-)		(-)	(-)	(-)				(-)	(-)	(+)	(+)		
	Inmediatez	3	3		3		3	1	1					1	1	3	3	
	Periodicidad	3	1		1		1	1	2					1	1	1	1	
	Momento	3	1		1		1	1	1					1	1	1	1	
	Acumulación	3	1		1		1	1	1					1	1	1	1	
	Sinergia	3	1		1		2	1	2					1	1	3	3	
	Reversibilidad	3	1		1		1	1	1					1	1	3	3	
	Persistencia	3	1		1		1	1	1					1	1	1	1	
	Magnitud	9	1		4		1	1	1					1	1	4	4	
	Recuperabilidad	3	1		1		2	1	1					1	1	1	1	
		33	11		14		13	9	11				9	9	18	18		
Construcción	Signo		(-)	(-)	(-)		(-)	(-)							(+)	(+)		



Acción del Proyecto	Atributos	Valor de los Atributos			AIRE			SUELO			AGUA			VEGETACIÓN			FAUNA			SOCIOECONOMICOS		
		Calidad del aire	Visibilidad	Confort sonoro	Pérdida de suelo	Contaminación de Suelo	Estructura del suelo	Calidad	Drenaje natural	Infiltración	Escurecimiento	Cubierta vegetal	Diversidad y abundancia	Diversidad y Abundancia	Modificación de hábitat	Empleo	Economía	Servicios públicos				
Acción del Proyecto	Inmediatez	3	1	1	1	1	1			1	1					3	3					
	Periodicidad	3	1	2	2	1	1			1	1					1	1					
	Momento	3	1	1	1	1	2			2	2					1	1					
	Acumulación	3	3	3	3	1	1			1	3					1	1					
	Sinergia	3	3	3	3	1	1			1	1					3	3					
	Reversibilidad	3	1	1	2	1	1			3	1					3	3					
	Persistencia	3	1	1	2	1	1			1	1					1	1					
	Magnitud	9	1	1	1	1	1			1	4					4	4					
	Recuperabilidad	3	1	1	1	1	2			1	1					1	1					
	33	13	14	16		9	11			12	15				18	18						
Operación de las instalaciones	Signo		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)					
	Inmediatez	3	3	1	1	1	1	3	1	1	3	3				3	3					
	Periodicidad	3	3	3	2	3	1	3	1	1	3	3				1	1					
	Momento	3	2	1	1	2	1	2	1	1	2	2				1	1					
	Acumulación	3	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1				1	1					
	Sinergia	3	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2				3	3					
	Reversibilidad	3	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1				3	3					
	Persistencia	3	1	1	2	1	1	3	1	1	1	1				1	1					
	Magnitud	9	1	4	1	1	1	1	1	1	1	4				4	4					
	Recuperabilidad	3	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1				1	1					
	33	16	15	11	14	9	22		9	9	14	18			18	18						
Mantenimiento de las	Signo		(-)			(-)	(-)								(+)	(+)						



Acción del Proyecto	Atributos	Valor de los Atributos	AIRE	Calidad del aire	Visibilidad	Confort sonoro	SUELO	Pérdida de suelo	Contaminación de Suelo	Estructura del suelo	AGUA	Calidad	Drenaje natural	Infiltración	Esgurrimiento	VEGETACIÓN	Cubierta vegetal	Diversidad y abundancia	FAUNA	Diversidad y Abundancia	Modificación de hábitat	SOCIOECONOMICOS	Empleo	Economía	Servicios públicos
Instalaciones	Inmediatez	3		1				1	1														3	3	
	Periodicidad	3		1				1	1														1	1	
	Momento	3		2				1	1														1	1	
	Acumulación	3		3				1	1														1	1	
	Sinergia	3		1				2	1														3	3	
	Reversibilidad	3		1				1	1														3	3	
	Persistencia	3		1				1	1														1	1	
	Magnitud	9		1				1	1														4	4	
	Recuperabilidad	3		1				1	1														1	1	
		33		12				10	9														18	18	

Una vez realizado el filtrado de impactos, se identifican 23 impactos significativos, lo que significa que 39 de los impactos resultados de la matriz de interacciones serán absorbidos por la resiliencia del ecosistema y por la aplicación de medidas de mitigación preventivas, por lo que a partir de la matriz de cribado solo se trabajará con 25 impactos. De los 25 impactos 12 son positivos y 11 negativos, lo que al contrastarlos podemos poner en la balanza y concluir que según estos resultados el proyecto es viable.

Los 12 impactos positivos se darán durante las tres fases del proyecto y durante todas las acciones del mismo, ya que para cualquiera de las fases se generarán empleos y como consecuencia se aumentará la economía. De los 11 impactos negativos seis de ellos se dan durante la preparación del sitio, durante la acción del desmonte, estos impactos incidirán en la pérdida de suelo, estructura del mismo, en el escurrimiento del agua, en la cobertura vegetal, en la diversidad y abundancia de fauna, en la modificación del hábitat.

Durante la etapa de construcción se darán dos impactos sobre la acción de construcción, el primero de ellos sobre el confort sonoro y el segundo sobre el escurrimiento del agua.

Los últimos tres impactos se darán durante la etapa de operación, incidiendo en la visibilidad y calidad del aire, mientras que el último se dará sobre la estructura del suelo.

Posterior a esta matriz, se da paso a realizar la matriz matemática, en donde los impactos se valoran para finalmente concluir el nivel de impacto.

A continuación, se presenta la matriz matemática:

Tabla VIII. 4. Matriz matemática

Acción (i)	Factor (j)	Mij	Eji	Dij	Sij	Aij	Cij	Tij	MEDij	SACij	Iij	Gij	Nivel de Impacto
Localización y Trazo	Empleo	1	1	2	1	1	1	0	0.15	0.11	0.18	0.18	Bajo
	Economía	1	2	2	1	1	1	0	0.19	0.11	0.22	0.22	Bajo
Desmonte	Pérdida de suelo	3	2	3	3	3	1	7	0.30	0.26	0.41	0.09	Bajo
	Estructura del suelo	2	2	4	2	2	1	6	0.30	0.19	0.37	0.12	Bajo
	Escurrimiento	3	3	3	3	3	1	6	0.33	0.26	0.44	0.15	Bajo
	Cubierta Vegetal	5	4	6	4	3	1	3	0.56	0.30	0.66	0.44	Moderado
	Diversidad y Abundancia	2	2	3	3	2	1	3	0.26	0.22	0.35	0.23	Moderado
	Modificación de Hábitat	7	5	6	3	4	1	5	0.67	0.30	0.75	0.33	Moderado
	Empleo	3	2	4	2	2	1	0	0.33	0.19	0.41	0.41	Moderado
	Economía	3	2	5	2	2	1	0	0.37	0.19	0.45	0.45	Moderado
Transporte y Equipo	Empleo	5	4	3	3	2	1	0	0.44	0.22	0.53	0.53	Alto
	Economía	5	4	3	3	2	1	0	0.44	0.22	0.53	0.53	Alto
Nivelación y Compactación	Empleo	1	2	3	3	2	1	0	0.22	0.22	0.31	0.31	Moderado
	Economía	1	2	3	3	2	1	0	0.22	0.22	0.31	0.31	Moderado
Construcción	Confort Sonoro	1	3	2	3	3	1	3	0.22	0.26	0.33	0.22	Moderado
	Escurrimiento	4	2	4	3	2	1	4	0.37	0.22	0.46	0.26	Moderado
	Empleo	2	2	2	2	1	1	0	0.22	0.15	0.28	0.28	Moderado
	Economía	2	2	2	2	2	1	0	0.22	0.19	0.29	0.29	Moderado
Operación de las Instalaciones	Calidad del aire	5	5	3	2	2	1	4	0.48	0.19	0.55	0.31	Moderado
	Visibilidad	5	5	4	3	2	1	4	0.52	0.22	0.60	0.33	Moderado
	Estructura del suelo	6	5	7	3	4	1	2	0.67	0.30	0.75	0.58	Alto
	Empleo	1	2	2	5	4	1	0	0.19	0.37	0.35	0.35	Moderado
	Economía	1	2	2	5	4	1	0	0.19	0.37	0.35	0.35	Moderado
Mantenimiento de las Instalaciones	Empleo	1	3	6	4	3	1	0	0.37	0.30	0.50	0.50	Alto
	Economía	1	3	6	2	4	1	0	0.37	0.26	0.48	0.48	Moderado

Una vez valorados los impactos, de los 23 totales, 12 son positivos y 11 negativos, distribuyéndose de la siguiente manera, durante la fase de preparación del sitio en la acción de localización y trazo encontramos dos impactos positivos bajos, uno de ellos sobre el empleo y el otro sobre la economía.

En la fase de desmonte se encontraron ocho impactos de los cuales dos son positivos, igualmente que en la fase anterior estos se dan sobre el empleo y la economía y son moderados. Los siete restantes son impactos negativos, el primer impacto es en la acción de pérdida de suelo y el impacto es bajo, el segundo incide en la estructura del suelo y es de intensidad baja, el tercer impacto se da en el escurrimiento y es de carácter bajo, el impacto número cuatro incide en la cubierta vegetal y es un impacto moderado ya que se removerá la misma, mientras que el quinto de carácter moderado y se dará sobre la diversidad y abundancia de la fauna y finalmente el impacto número seis se dará sobre la fauna en la modificación del hábitat siendo un impacto de valor moderado.

Durante la etapa de construcción se encontraron dos impactos de intensidad moderada, uno de ellos incidirá sobre el confort sonoro y el segundo sobre el escurrimiento del agua.

Para la etapa de operación se encontraron 3 impactos negativos, dos de ellos de intensidad moderada, uno de ellos se dará sobre la calidad del aire y el segundo sobre la visibilidad del mismo, el tercer impacto negativo es alto y se presentará sobre la estructura del suelo.

El resto de los impactos se dan sobre el resto de las acciones del proyecto, incidiendo principalmente en el empleo y la economía, el valor de los impactos es desde bajo, moderado y alto, sin embargo, estos impactos son positivos.

Descripción de Impactos Negativos

A continuación, se describen cada uno de los impactos negativos obtenidos a través de la matriz matemática, para las acciones de desmonte y despalme y corte.

Preparación del Sitio

Desmonte y Despalme

Pérdida de suelo: Este impacto se da debido a la remoción de la vegetación ya que al quedarse el suelo descubierto se propicia la pérdida de suelo, de inicio al remover el suelo fértil para almacenarlo en la zona previamente establecida, se pierde suelo por acción del

viento, en segunda instancia se pierde suelo por estar sin cubierta vegetal, esto se puede dar por acción del viento o bien del agua, ya que las escorrentías generadas por probables lluvias arrastrarán al mismo.

Este impacto se considera temporal y de carácter bajo, esto debido a que posterior al desmonte se pasará a la etapa de construcción, con lo que algunas de las áreas quedarán cubiertas, por lo que la pérdida de suelo será menor. Asimismo, las zonas que queden expuestas serán regadas periódicamente con la finalidad de endurecer el suelo y evitar la erosión, de igual manera la circulación de maquinaria y vehículos que se ocuparán en el desarrollo del proyecto compactarán el suelo con lo que habrá menos pérdida de suelo.

Estructura del suelo: Este impacto se da debido a la remoción del suelo fértil, ya que esta acción modifica la estructura del suelo, es decir que se modifica su figura original. Este impacto se considera bajo y permanente, bajo porque se dará en un área que representa el 0.31% del total del sistema ambiental y permanente porque sólo en el área de explotación será reversible parcialmente.

Escurrimiento: Este impacto de igual manera se da por la remoción de la vegetación, ya que el agua no contará con vegetación que la retenga y se aumentará la velocidad de los escurrimientos, es de carácter bajo ya que en el área de afectación los cauces serán canalizados, por lo que se podrá mantener su cauce, por lo que solamente se dará la situación en temporada de lluvias, previendo esta situación se realizarán terrazas y canaletas que conduzcan estos escurrimientos a cauces cercanos, adicionalmente se colocarán presas de piedra acomodada para evitar azolves.

Cubierta vegetal: Este impacto es el efecto directo sobre el área propuesta para cambio de uso del suelo ya que removerá la vegetación en una superficie de 263.63595 hectáreas, es un impacto moderado porque la superficie solamente representa el 0.31% del total del sistema ambiental y todas las especies que serán removidas se encuentran ampliamente distribuidas en el sistema ambiental, por lo que no se afectará su diversidad.

Modificación del hábitat: De igual manera este impacto es consecuencia de la remoción de la vegetación, al remover la misma el hábitat de algunas especies que habiten en la zona será eliminado, sin embargo, se considera moderado ya que el sistema ambiental cuenta con superficie suficiente que presenta las mismas características que el área que será afectada, por lo que se aplicará un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de las especies de fauna que se encuentren en el área.

Es decir que previo al desmante se hará un recorrido por el área para ubicar madrigueras, nidos u individuos, los mismos de inicio serán ahuyentados, para el caso de las especies de lento desplazamiento éstas serán rescatadas y reubicadas en zonas dentro del sistema ambiental que presenten las mismas características al área donde fueron encontradas.

Es importante mencionar que las actividades anteriores tendrán énfasis en aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de igual manera es importante mencionar que dichas especies no se avistaron en el área de afectación, sin embargo, de acuerdo a la bibliografía las mismas se encuentran en el área, los programas de ahuyentamiento, rescate y reubicación se mantendrán activos durante la vida útil del proyecto.

Diversidad y Abundancia: Este impacto es consecuencia de la remoción de la vegetación y la modificación del hábitat, se considera un impacto moderado ya que ninguna especie faunística será eliminada, sin embargo, al reubicarlas y ahuyentarlas del área la abundancia de las mismas no será la misma que previo al desarrollo del proyecto, sin embargo, esto será solamente en la zona de afectación, aunado al hecho de que la diversidad no se verá afectada.

Construcción

Confort sonoro: Este impacto se dará sobre el factor aire y es consecuencia inmediata de la etapa de construcción ya que durante la misma el ruido generado perturbará a la fauna. Se considera de carácter moderado ya que indirectamente coadyuvará al ahuyentamiento de la fauna, será temporal ya que es precisamente durante esta acción que se generará más ruido.

Escurrimiento: De igual manera que el impacto anterior, referido a la afectación por la remoción de la vegetación sobre el agua, este impacto es consecuencia inmediata de dicha remoción, aunado a que este impacto se mantiene durante la etapa de construcción, esto debido a que existen áreas en las que no se construirán edificaciones, por lo que el suelo quedará expuesto, lo que aumentará la velocidad de los escurrimientos.

Operación

Calidad del aire y visibilidad: La calidad del aire se verá modificada por espacios temporales y periódicos por la generación de partículas suspendidas al aire debido a la

remoción de material pétreo, es moderado debido a que el manejo del material pétreo no será constante, si no por periodos. Se incluye en este impacto también la generación de gases por maquinaria y vehículos que se utilizarán durante la vida útil del proyecto. La emisión de partículas de polvo y gases afectará la visibilidad por periodos temporales.

Es moderado también porque se aplicarán medidas de mitigación del impacto, dentro de éstas se encuentra la revisión y mantenimiento constante de maquinaria y vehículos para que éstos se encuentren en buenas condiciones y evitar de esta manera que la emisión de gases supere lo permitido en las normas oficiales mexicanas., de igual manera se realizarán riegos periódicos al material pétreo y caminos para evitar la generación de polvos, igualmente se colocarán lonas a los vehículos que transportarán el material pétreo.

Estructura del suelo: Es un impacto de carácter alto y se da a consecuencia del movimiento del material pétreo, lo que provocará que la estructura del suelo cambie de manera permanente, este impacto es irreversible y es el impacto más significativo por el desarrollo del proyecto. Como mitigación para este impacto, al final de la vida útil del proyecto y se restaurará por medio de una reforestación. Si bien la reforestación no volverá el paisaje a su estado original permitirá que esta área se incorpore a los ciclos naturales del ecosistema haciéndola funcional.

VIII.4 Otros anexos

VIII.4.1

Literatura consultada

- Alcérreca C., et al. 1988. Fauna Silvestre y Áreas Naturales Protegidas. Universo Veintiuno. México.
- Alden, P. 1969. Route 19: Alamos Sidetrip. Finding the Birds in Western Mexico. University of Arizona Press. Tucson.
- Álvarez, G.A. 1988. Agenda Agroclimática por Municipios. Servicio Meteorológico y Geográfico. Gobierno del Estado de Chihuahua. México.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Ver. 212pp.
- CITES. 1990. Apéndices I, II, III. to the Conservation on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. U.S. Fish and Wildlife Service, Interior.
- Conolly, 1981. Assessing populations. Pages 287 - 345 in O.C. Wallmor Ed. Mule and black tailed deer of North America. University of Nebraska. Press Lincoln.
- Cook and Stubbendieck. 1986. Range Research: Basic Problems and Techniques. Society for Range Management. Denver, Co.
- García E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación climática de Köppen. México.
- Hall, J.G. 1981. The mammals of north america. John Wiley and Sons New York.
- Hayne, D. W. 1949. An examination of the strip census method for estimating animal populations. Journal of Wildlife Management. 13: 145 - 157.
- Howell, S.N. y S. Webb. 1995. The Birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University. Press. California. 851 p.
- HPS, 2001. Software STELLA version 7.0, Research, The systems Thinking. <http://www.hps-inc.com>.

- INEGI, 2012. XI Censo General de Población y Vivienda del Estado de Durango, (2012).Resultados definitivos, Tabulados básicos, Tomo I y II.- INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1985. Tabulados básicos. Información Básica de los Municipios de México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Anuario Estadístico.
- Krebs, C. J. 1989. Ecological Methodology. Harper and Row Publ., New York. 654 pp.
- Lancin, R. , J. D. Nichols and K. H. Pollock. 1994. Estimating the number of animals in wildlife populations (Chapter 9). In Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats. Ed. T. A. Bookhout The Wildlife Society. Bethesda, Maryland.
- Martínez M. 1987. Catálogo de nombres vulgares y científicos de Plantas mexicanas, Ed. Fondo de Cultura Económica, México, 1247 pp.
- Müller-Dumbois & Ellenberg, 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons, Nueva York, USA.
- Patton, D. R. 1992. Wildlife habitat relationships in forested ecosystem. Timber Press. Pörtland, Oregon.
- Peterson, R.J. y E.L. Chalif. 1976. A Field Guide to Mexican Birds. México, Guatemala, Belice (British, Honduras), El Salvador, Houghton Mifflin Co. Boston. 228 p.
- Robel, R.J., J.N. Briggs, A.D. Dayton y L. C. Hulbert. 1969. Relationships between visual obstruction measurements and weight of grassland vegetation. Technical Notes. 295 - 297.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Programa Nacional de Medio Ambiente. 2001 - 2006.
- Society for Range Management. 1974. Glossary of terms used in range Management. 2nd Edition. Society for Range Management. Denver, Co.
- Tyson, E. L. 1959. A drive vs. Track census. Translation North American Wildlife Natural Resource Conference. 24 : 457 - 464.

Water Resources Assessment Methodology (WRAM). 1997. Impact Assessment and Alternative Evaluation. Technical Report Y-77-1-Feb. Office Chief of Engineers, U.S. Army, Washington, D.C. (p. 22-25).

VIII.5 Glosario de términos

- **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.
- **Importancia:** Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:
 - La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
 - La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
 - La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
 - La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
 - El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

- **Naturaleza del impacto:** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.
- **Vegetación natural:** Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área por afectar por la obras de infraestructura eléctrica y sus asociadas.
- **Absorción:** Un proceso para separar mezclas en sus constituyentes.
- **Área industrial, de equipamiento urbano o de servicios:** Terreno urbano o aledaño a un área urbana, donde se asientan un conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas.
- **Acuífero (Acuífer):** Una zona subterránea de roca permeable saturada con agua bajo presión. Para aplicaciones de almacenamiento de gas o un acuífero necesitara estar formado por una capa permeable de roca en la parte inferior y una capa impermeable en la parte superior, con una cavidad para almacenamiento de gas.
- **Acuífero:** Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacena aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.
- **Agua congénita:** Agua contenida en condiciones naturales en algunos yacimientos. Esta presente únicamente en la mezcla de crudo, agua y gas natural que sale de los pozos de extracción.
- **Agua freática:** Es el agua natural que se encuentra en el subsuelo, a una profundidad que depende de las condiciones geológicas, topográficas, y climatológicas de cada región de la superficie del agua se designa como nivel del agua freática.
- **Área rural:** Zona con núcleos de población frecuentemente dispersos menores a 5,000 habitantes. Generalmente, en estas áreas predominan las actividades agropecuarias.
- **Área urbana:** Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas se asientan la

administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.

- **Beneficioso o perjudicial:** Positivo o negativo.
- **Biodegradable (Biodegradable):** Material que puede ser descompuesto o sujeto a putrefacción por bacterias u otros agentes naturales.
- **Biodiversidad:** Es 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.
- **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.
- **Componentes ambientales críticos:** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.
- **Componentes ambientales relevantes:** Se determinaran sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambientales previstas.
- **Género:** Unidad sistemática de las clasificaciones por categorías taxonómicas, superior de la especie e inferior a la familia, cuyos individuos se asemejan entre sí por sus características morfológicas.
- **Especie:** La unidad básica de clasificación taxonómica, formada por un conjunto de individuos que presentan características morfológicas, etológicas y fisiológicas similares, que son capaces de reproducirse entre sí y generar descendencia fértil, compartiendo requerimientos de hábitat semejantes.

- **Especie y subespecie endémica:** Es aquella especie o subespecie, cuya área de distribución natural se encuentra únicamente circunscrita a la República Mexicana y aguas de jurisdicción federal.
- **Hábitat:** Es el sitio específico en un medio ambiente físico y su comunidad biótica, ocupado por un organismo, por una especie o por comunidades de especies en un tiempo en particular.
- **Especie y subespecie en peligro de extinción:** Es una especie o subespecie cuyas áreas de distribución o tamaño poblacional han sido disminuidas drásticamente, poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su rango de distribución por múltiples factores, tales como la destrucción o modificación drástica de su hábitat, restricción severa de su distribución, sobreexplotación, enfermedades, y depredación, entre otros.
- **Especie y subespecie amenazada:** La que podría llegar a encontrarse en peligro de extinción si siguen operando factores que ocasionen el deterioro o modificación del hábitat o que disminuyan sus poblaciones. En el entendido de que especie amenazada es equivalente a especie vulnerable.
- **Especie y subespecie sujeta a protección especial:** Aquélla sujeta a limitaciones o vedas en su aprovechamiento por tener poblaciones reducidas o una distribución geográfica restringida, o para propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de especies asociadas.
- **Componentes ambientales críticos:** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.
- **Componentes ambientales relevantes:** Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.
- **Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

- **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.
- **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.
- **Duración:** El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.
- **Especies de difícil regeneración:** Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.
 - **Irreversible:** Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutará la acción que produce el impacto.
 - **Revegetación:** Conjunto de actividades tendientes a restablecer la cubierta vegetal de un sitio en particular. En las prácticas de revegetación se pueden utilizar especies herbáceas y leñosas.
 - **Magnitud:** Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.
 - **Medidas de compensación:** Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

- **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 causará con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.
- **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 auto depuración del medio.
- **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.
- **Superficie total:** Suma de la superficie por tramo.
- **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.