

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
Se estima que el tiempo de vida útil del proyecto será de 20 años.....	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

Ampliación del Proyecto Minero Karina

I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto antes mencionado se ubicará en parcelas del ejido Juan Álvarez, 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 Confidencial Confidencial

I.2.2 Registro Federal de Causantes

Confidencial

I.2.3 Representante legal

Confidencial Confidencial

I.2.4 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones

Tabla I.1. Datos para oír o recibir notificaciones

Datos	
Domicilio	
Mail	
Tel	

I.3 Responsable de la elaboración de estudio de Impacto Ambiental

I.3.1 Nombre o razón social

Confidencial Confidencial

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC)

Confidencial

I.3.3 Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio

Confidencial Confidencial

I.3.4 Dirección del responsable del estudio

Tabla I.2. Dirección del responsable del estudio

Datos	
Domicilio	
Mail	
Tel	

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	6
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización	11
II.1.4 Inversión requerida	12
II.1.5 Dimensiones del proyecto	14
II.1.6 Uso actual de suelo	15
II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	15
II.2 Características particulares del proyecto	15
II.2.1 Descripción de la obra o actividad y sus características	151
II.2.2 Programa general de trabajo	17
II.2.3 Preparación del sitio	17
II.2.4 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto	20
II.2.5 Etapa de construcción	21
II.2.6 Etapa de operación	22
II.2.7 Descripción de obras asociadas al proyecto	23
II.2.8 Personal	24
II.2.9 Etapa de abandono del sitio	26
II.2.10 Utilización de explosivos	27
II.2.11 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos, peligrosos y emisiones a la atmósfera	27
II.2.12 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos	28

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del Proyecto

A nivel nacional, 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, principal 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. Importante también destacar que Sonora se ha destacado 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.

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

II.1.1. Naturaleza del Proyecto

El proyecto se ubicará en el H. municipio de Caborca, Sonora; específicamente en una fracción del ejido Juan Álvarez, obtenida mediante contrato de ocupación temporal 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 complementarias a fin de ampliar la extracción de mineral.

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 8 polígonos, sobre los cuales se instalarán obras en una superficie total de 129.768231 hectáreas. Las obras que se contemplan para el nuevo proyecto son Oficina, Stock de Mineral, Tepetatera, Área de Servicio Eléctrico, Área de Socavón, Área de Compresores, Área de Maniobras. En la Tabla II.1 se muestra el polígono y la distribución de las mismas en cada uno, con sus respectivas superficies. Detalle de los polígonos del proyecto en la Figura II.1.

Tabla II.1. Distribución de obras por polígono

Obras en Polígono 1		
Obra	m2	ha
Oficina	11680.8488	1.168085
Stock de Mineral	17216.5109	1.721651
Tepetatera	9722.79897	0.97228
Área de Servicio Eléctrico	6178.7478	0.617875
Área de Socavón	70859.4555	7.085946
Área de Compresores	7932.85357	0.793285
Área de Maniobras	64098.46	6.409846
Subtotal	187689.676	18.768968
Obras en Polígono 2		
Obra	m2	ha
Stock de Mineral	38689.0335	3.868903
Tepetatera	27740.7287	2.774073
Área de Maniobras	32087.89	3.208789

Obras en Polígono 1		
Obra	m2	ha
Subtotal	98517.6522	9.851765
Obras en Polígono 3		
Obra	m2	ha
Área de Socavón	47594.2373	4.759424
Tepetatera	32896.8238	3.289682
Oficina	15547.3783	1.554738
Stock de Mineral	13122.3826	1.312238
Stock de Mineral	29374.7668	2.937477
Área de Servicio Eléctrico	4943.40669	0.494341
Área de Compresores	8204.05322	0.820405
Stock de Mineral	15232.599	1.52326
Tepetatera	28851.4154	2.885142
Área de Socavón	46901.7628	4.690176
Área de Maniobras	144851.08	14.485108
Subtotal	387519.906	38.751991
Obras en Polígono 4		
Obra	m2	ha
Stock de Mineral	15639.94	1.563994
Área de Maniobras	18976.14	1.897614
Subtotal	34616.08	3.461608
Obras en Polígono 5		
Obra	m2	ha
Tepetatera	3764.8105	0.376481
Área de Maniobras	2627.69	0.262769
Subtotal	6392.5005	0.63925
Obras en Polígono 6		
Obra	m2	ha
Oficina	6756.58331	0.675658
Tepetatera	86.718958	0.008672
Área de Compresores	14196.1372	1.419614
Tepetatera	29494.4546	2.949445
Stock de Mineral	34141.6129	3.414161
Área de Maniobras	35374.56	3.537456
Subtotal	120050.067	12.005006
Obras en Polígono 7		
Obra	m2	ha
Stock de Mineral	32477.7254	3.247773
Tepetatera	28531.5474	2.853155
Oficina	6646.32387	0.664632

Obras en Polígono 1			
Obra	m2	ha	
Área de Socavón	12788.1293	1.278813	
Tepetatera	47413.7839	4.741378	
Área de Compresores	536.456778	0.053646	
Stock de Mineral	6393.16723	0.639317	
Área de Compresores	4943.40669	0.494341	
Oficina	7900.27449	0.790027	
Área de Socavón	29695.4612	2.969546	
Tepetatera	3667.02985	0.366703	
Área de Servicio Eléctrico	11068.5705	1.106857	
Área de Compresores	6004.41065	0.600441	
Stock de Mineral	11732.6344	1.173263	
Área de Maniobras	184526.92	18.452692	
Subtotal	394325.842	39.432584	
Obras en Polígono 8			
Obra	m2	ha	
Área de Socavón	304.595411	0.03046	
Tepetatera	31573.3146	3.157331	
Oficina	10733.3884	1.073339	
Área de Compresores	2089.10357	0.20891	
Área de Maniobras	23870.2	2.38702	
Subtotal	68570.602	6.85706	
Total	1297682.32	129.768232	

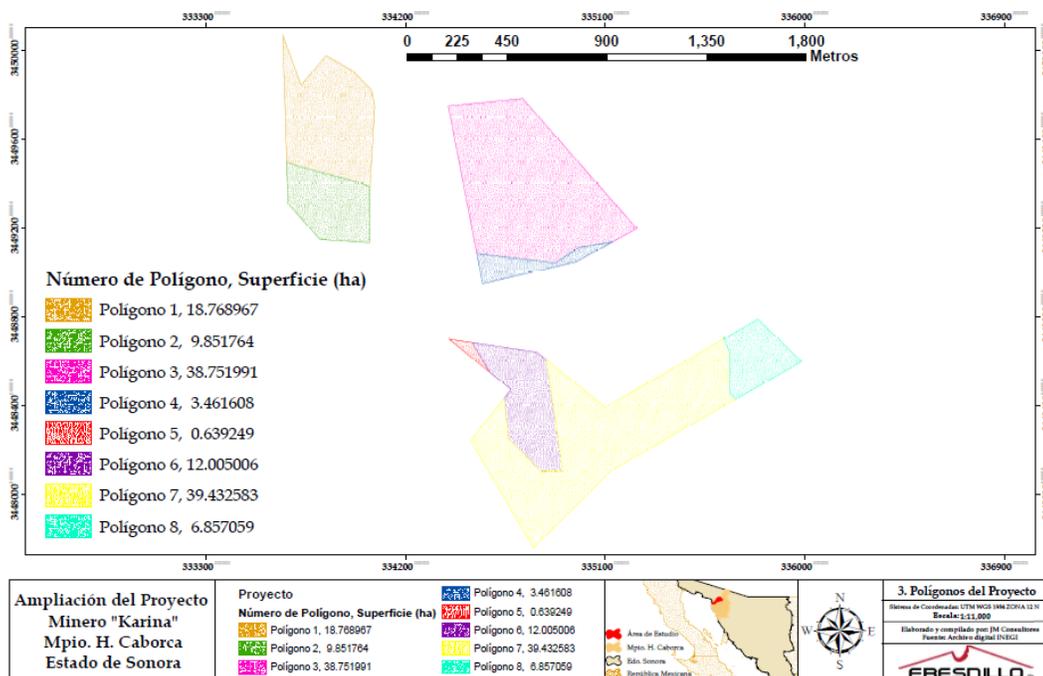


Figura II.1 Polígonos del proyecto propuestos.

A continuación, se presentan los planos individuales de cada polígono, dónde se muestran la distribución de las obras correspondientes.

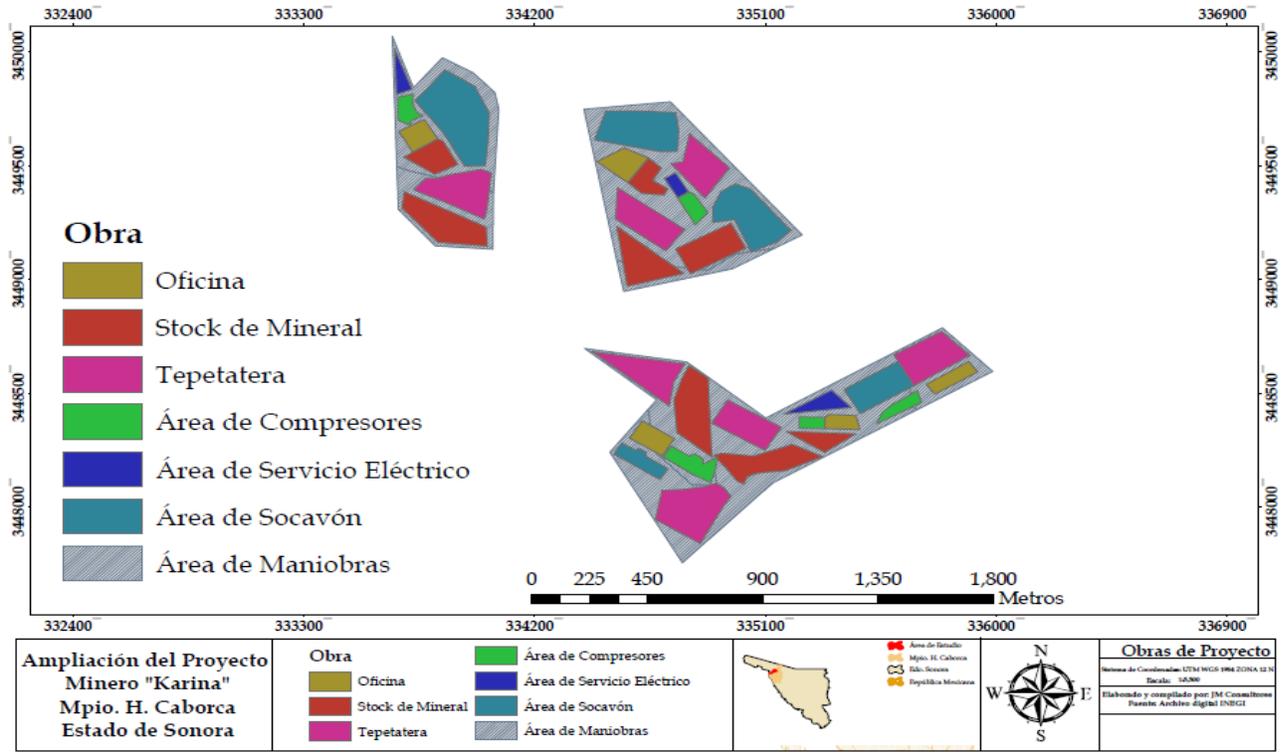


Figura II.2 Distribución de las obras dentro de los polígonos.

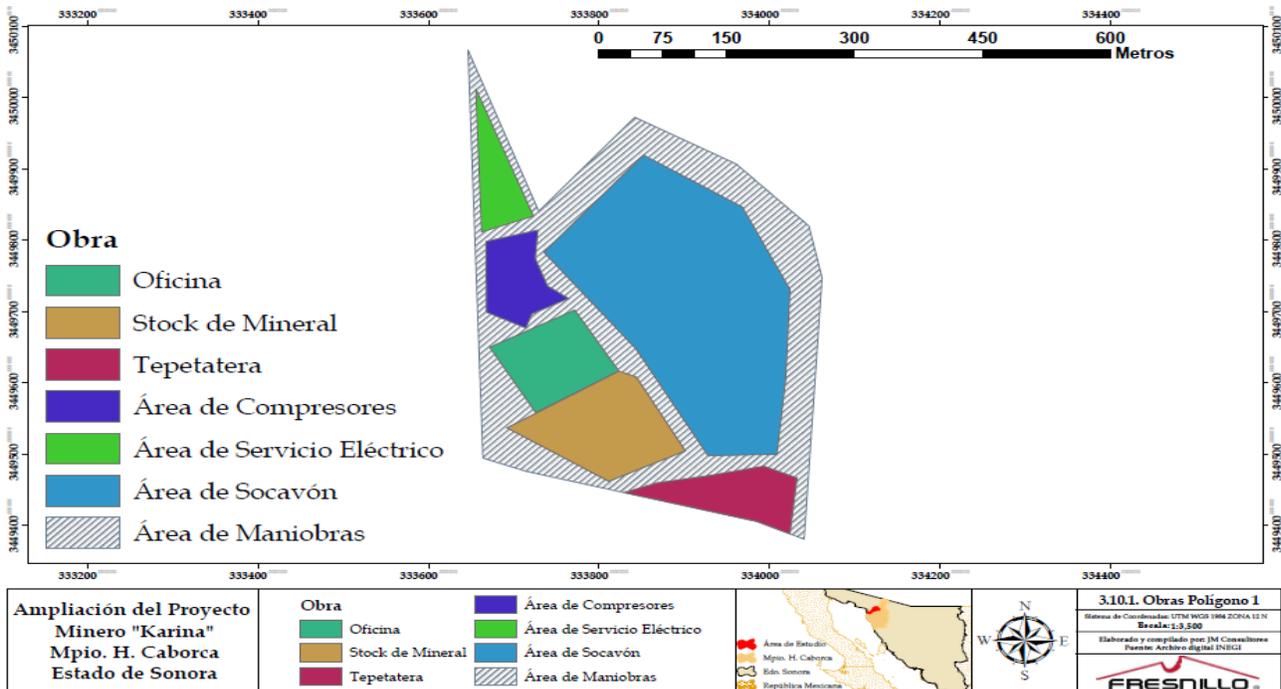


Figura II.3 Polígono 1, distribución de obras

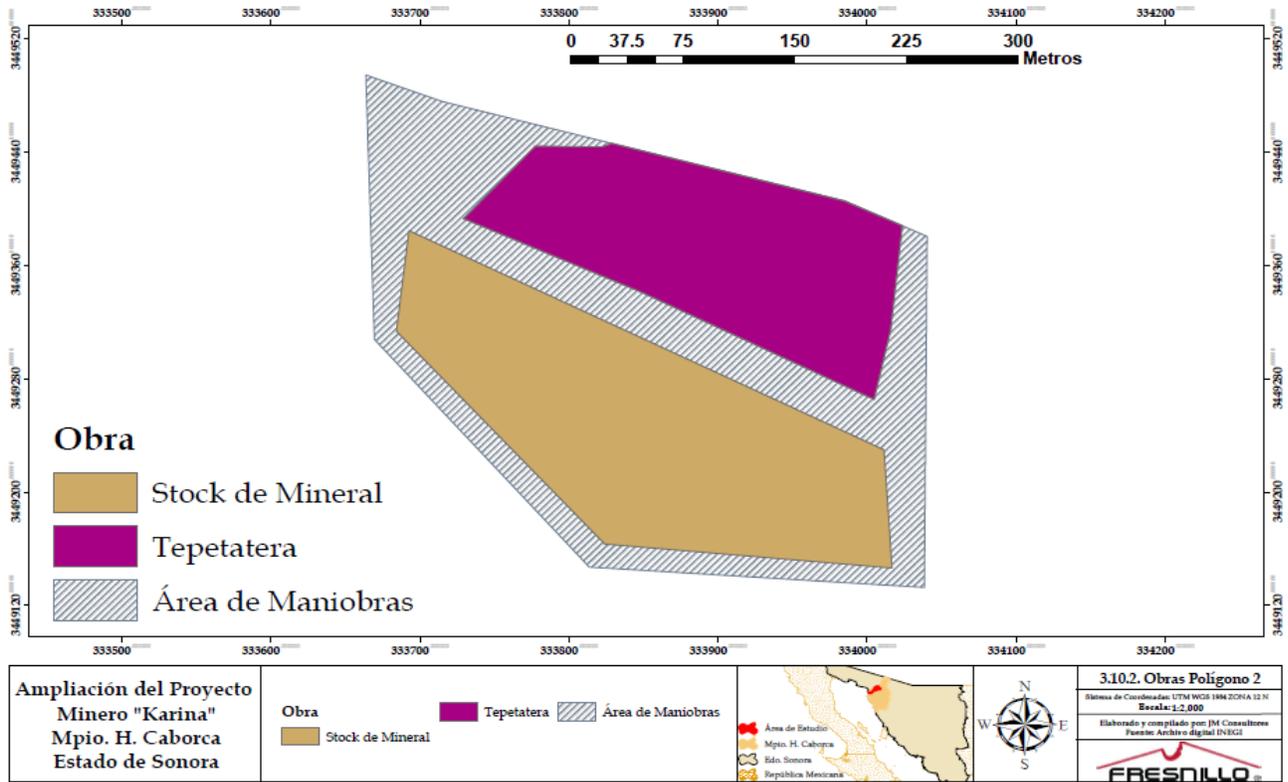


Figura II.4. Polígono 2, distribución de obras

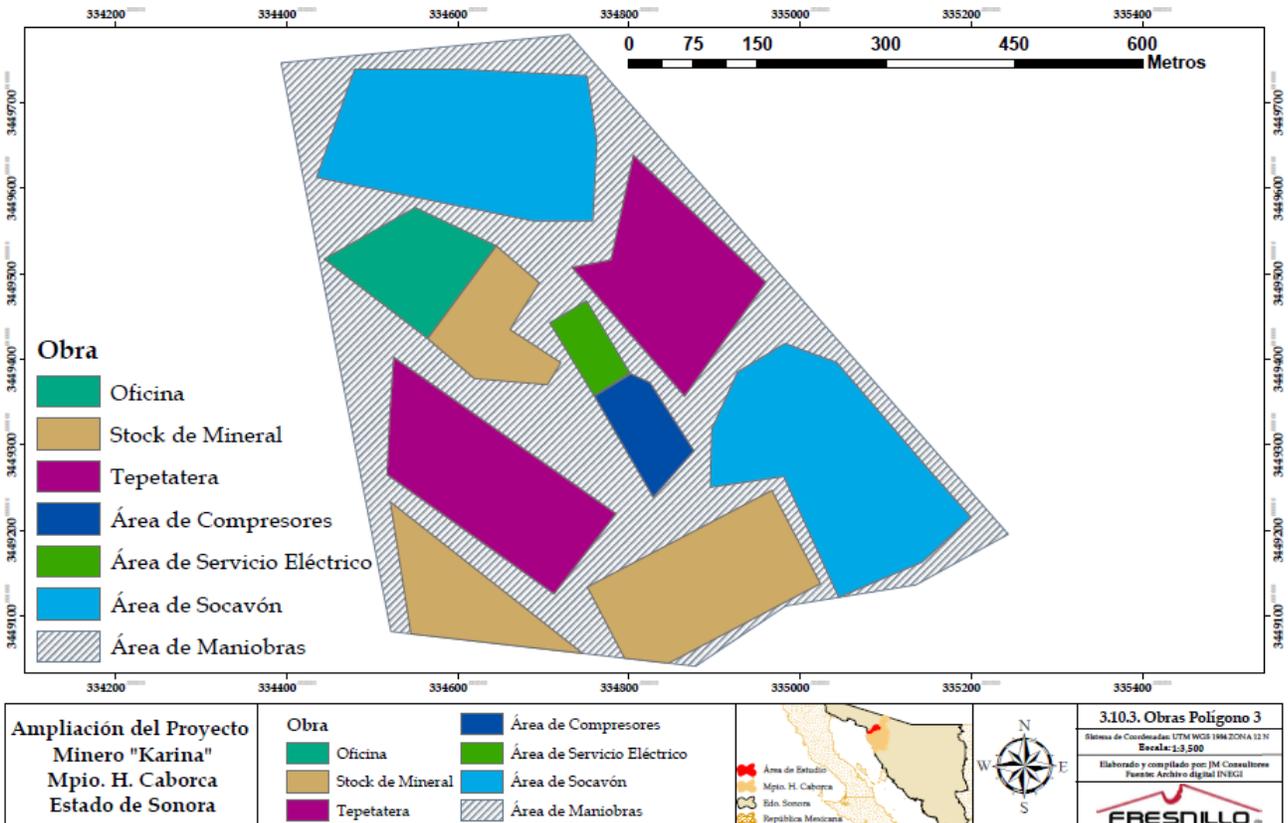


Figura II.5. Polígono 3, distribución de obras

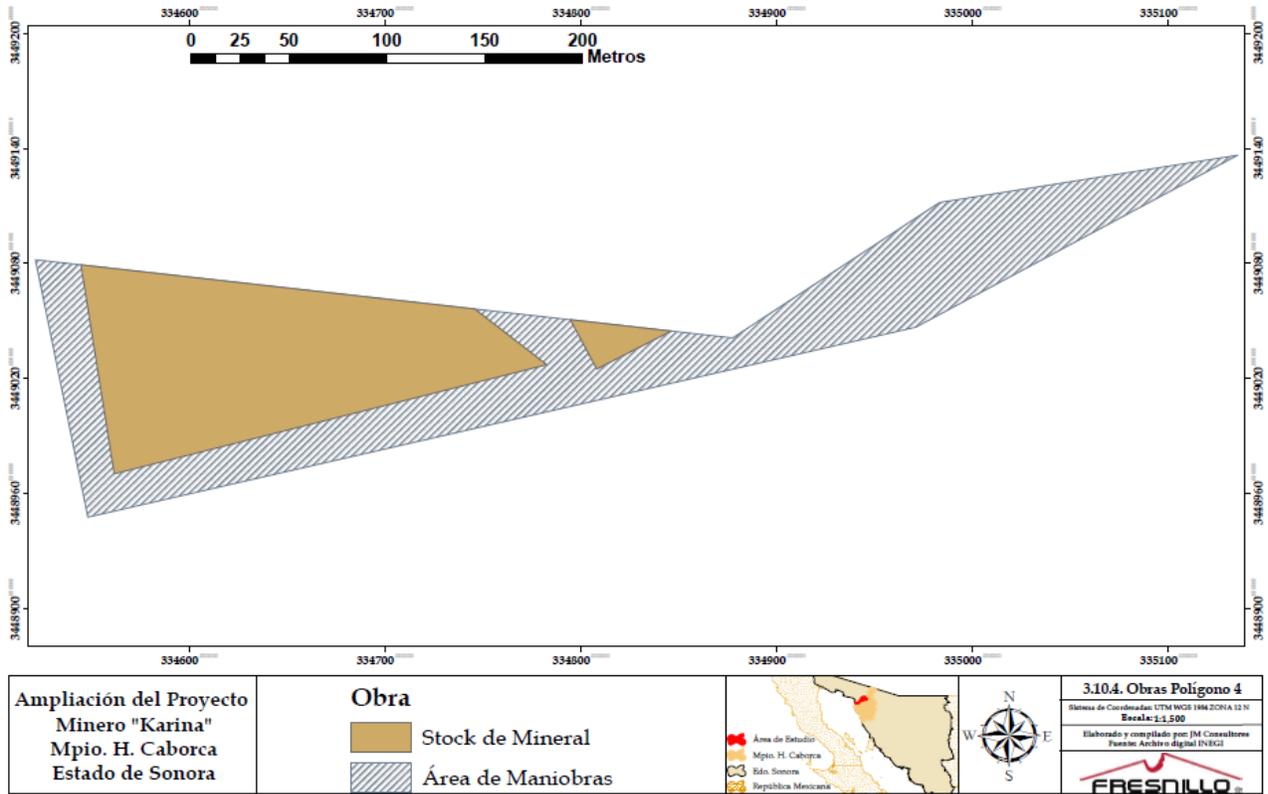


Figura II.6. Polígono 4, distribución de obras

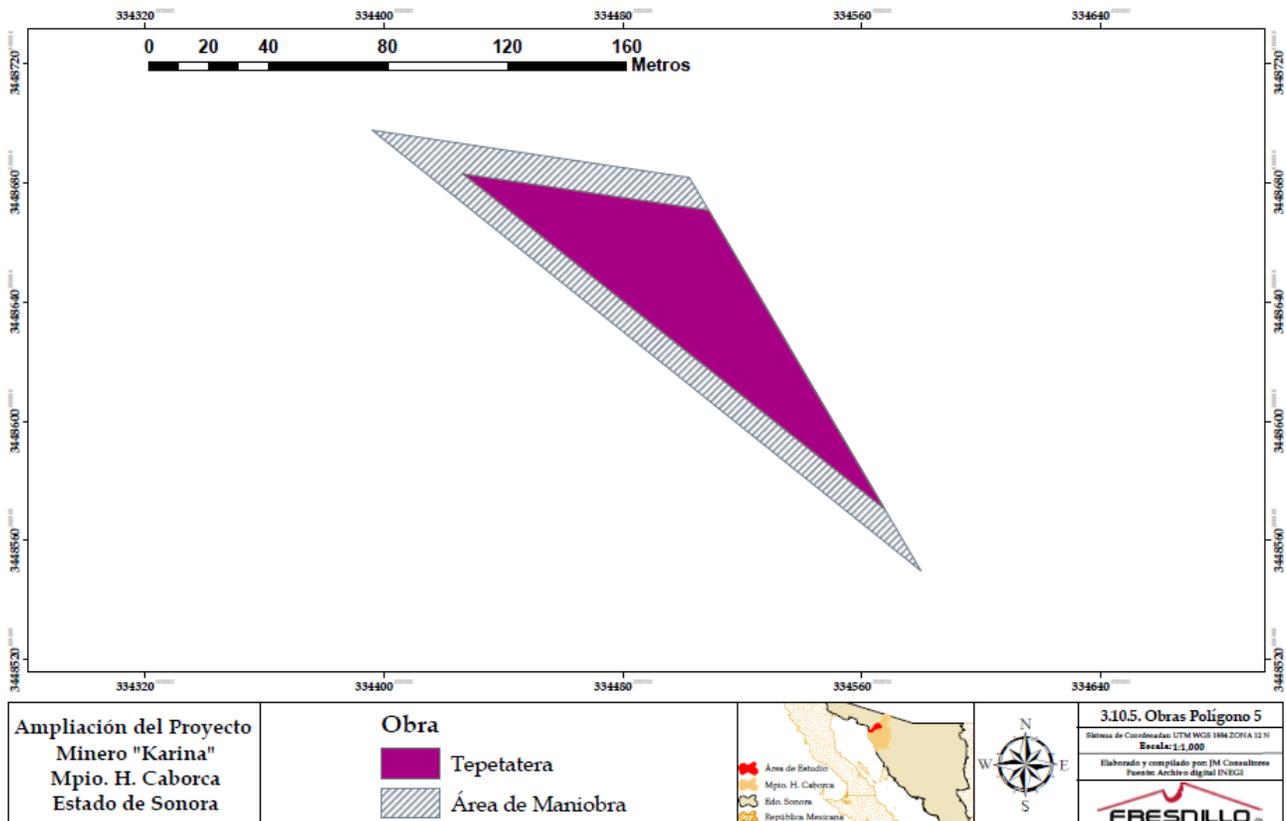


Figura II.7. Polígono 5, distribución de obras

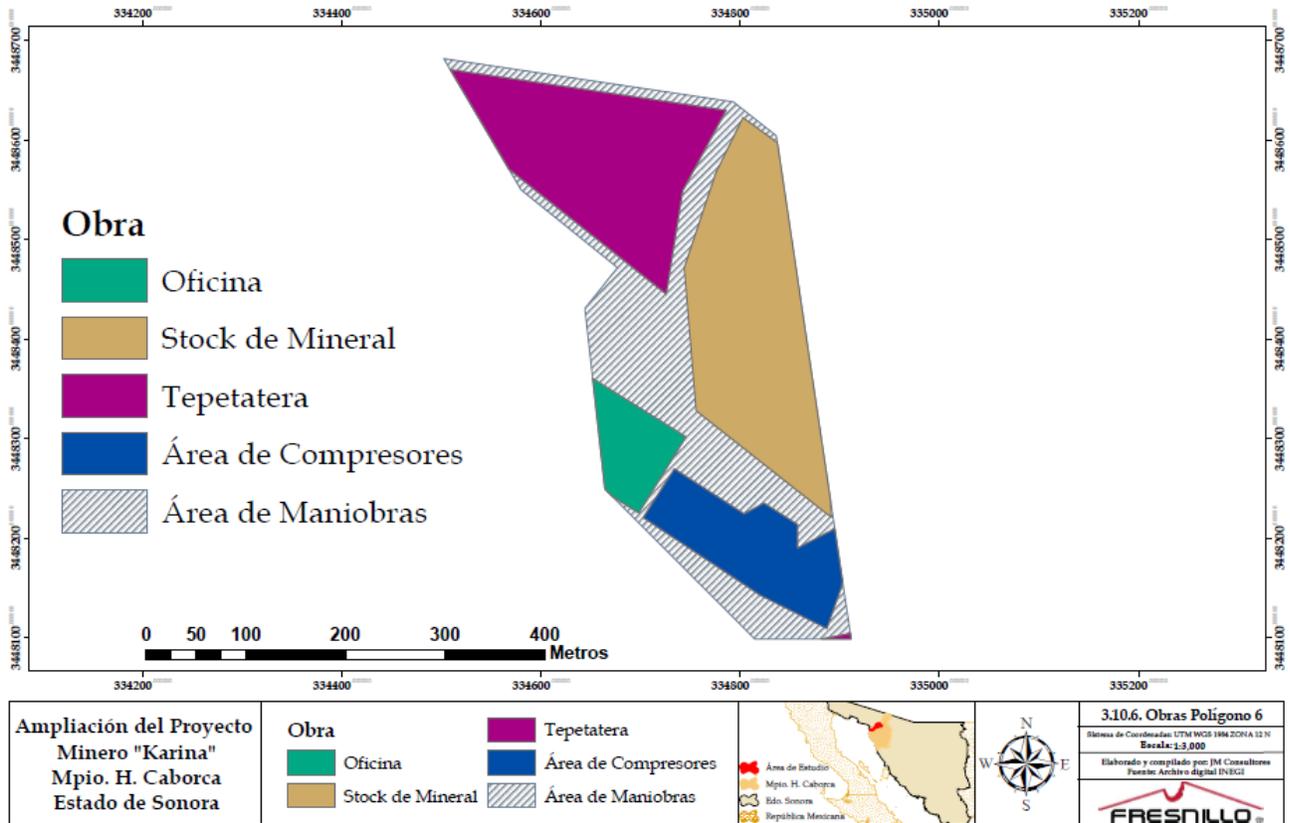


Figura II.8. Polígono 6, distribución de obras

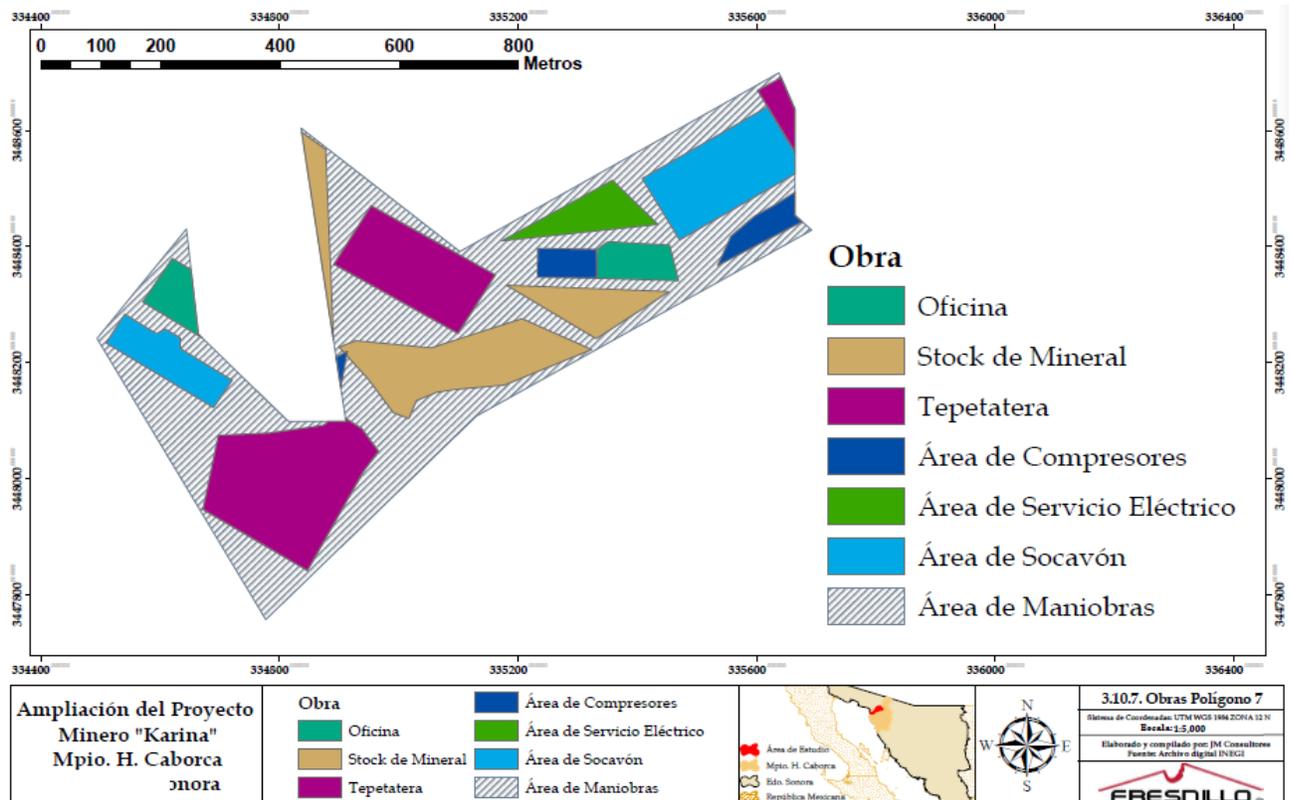


Figura II.9. Polígono 7, distribución de obras

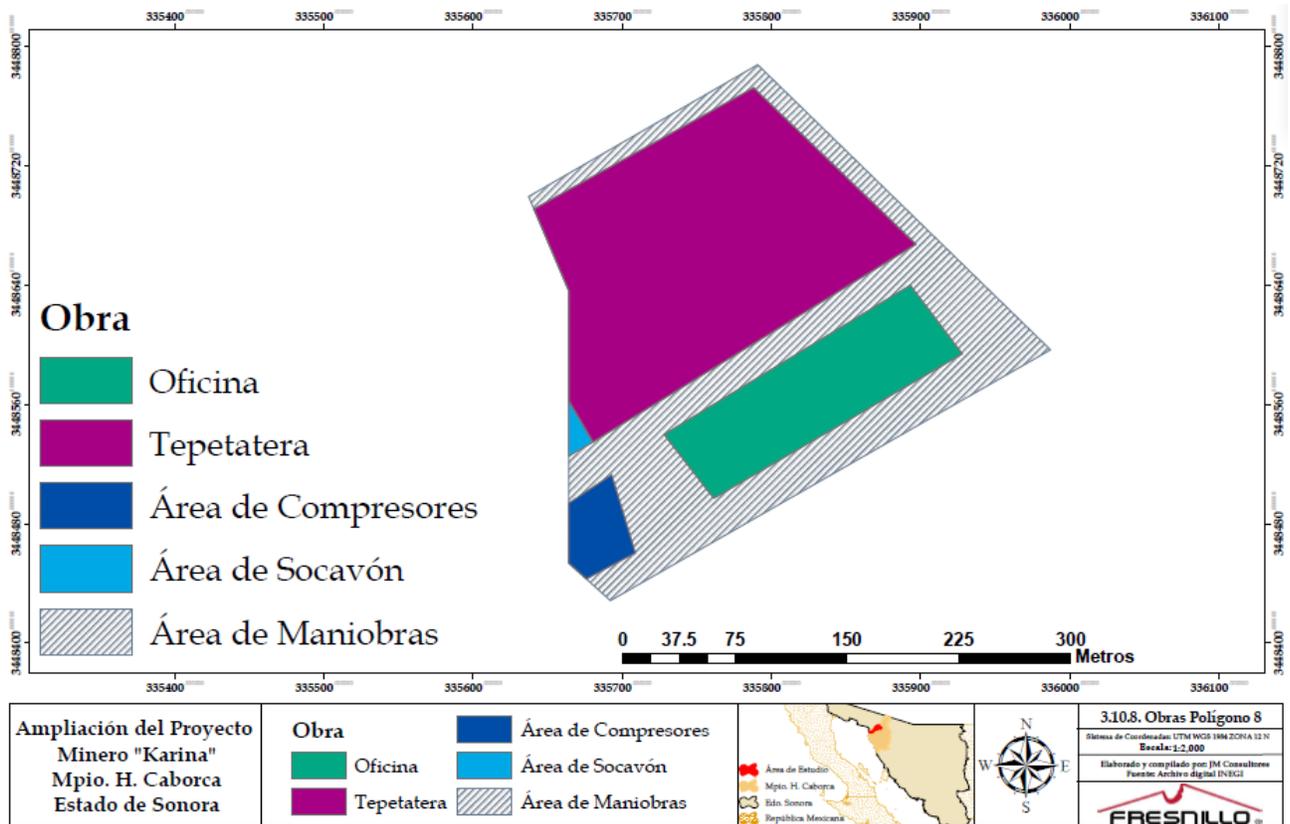


Figura II.10. Polígono 8, distribución de obras

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 una fracción del Ejido Juan Álvarez, 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.11 se observa la ubicación geopolítica del Proyecto.

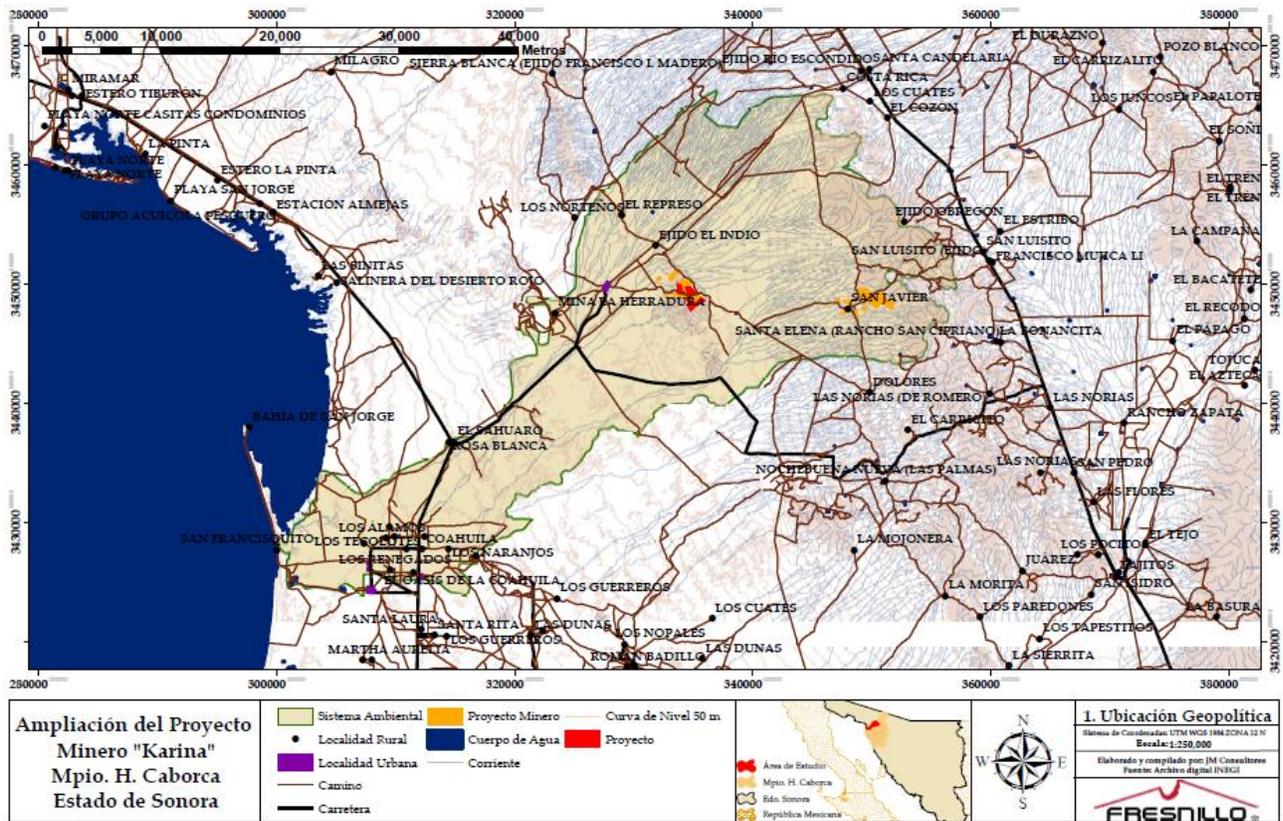


Figura II.11. Ubicación geopolítica del proyecto

En la tabla II.2 se presentan las coordenadas de los polígonos solicitados en materia de impacto ambiental sobre los que se realizará el desmante.

Tabla II.2. Coordenadas que delimitan los Polígonos propuestos para cambio de uso del suelo (UTM WGS84 12N)

Polígono	Vértice	X	Y
1	0	333646.06	3450067.19
1	1	333728.98	3449841.02
1	2	333841.74	3449972.96
1	3	333960.62	3449907.37
1	4	334046.05	3449820.12
1	5	334061.40	3449747.60
1	6	334040.29	3449380.57
1	7	333984.85	3449405.55
1	8	333714.68	3449475.89
1	9	333663.74	3449494.42
2	0	333663.74	3449494.42



Polígono	Vértice	X	Y
2	1	333714.68	3449475.89
2	2	333984.85	3449405.55
2	3	334040.29	3449380.57
2	4	334038.34	3449132.81
2	5	333813.58	3449147.16
2	6	333669.50	3449307.86
3	0	334393.03	3449746.97
3	1	334730.00	3449779.76
3	2	335243.46	3449195.59
3	3	335135.29	3449136.49
3	4	334983.19	3449111.84
3	5	334877.57	3449041.20
3	6	334521.57	3449081.91
4	0	334521.57	3449081.91
4	1	334877.57	3449041.20
4	2	334983.19	3449111.84
4	3	335135.29	3449136.49
4	4	334971.05	3449046.74
4	5	334548.31	3448947.69
5	0	334396.00	3448697.58
5	1	334502.27	3448681.71
5	2	334579.86	3448549.81
6	0	334502.27	3448681.71
6	1	334793.21	3448638.25
6	2	334836.21	3448604.30
6	3	334911.45	3448098.94
6	4	334814.62	3448098.95
6	5	334664.09	3448249.49
6	6	334644.01	3448430.67
6	7	334676.76	3448471.94
6	8	334579.86	3448549.81
7	0	334644.01	3448430.67
7	1	334664.09	3448249.49
7	2	334814.62	3448098.95
7	3	334911.45	3448098.94
7	4	334836.21	3448604.30
7	5	335102.08	3448391.80
7	6	335637.07	3448699.50
7	7	335664.03	3448636.39
7	8	335664.01	3448453.72

Polígono	Vértice	X	Y
7	9	335692.04	3448428.52
7	10	335129.81	3448107.83
7	11	334777.07	3447757.33
7	12	334494.31	3448241.99
8	0	335637.07	3448699.50
8	1	335790.66	3448787.83
8	2	335986.97	3448596.75
8	3	335692.04	3448428.52
8	4	335664.01	3448453.72
8	5	335664.03	3448636.39

II.1.4 Inversión requerida

Confidencial

Confidencial

II.1.5 Dimensiones del proyecto

A continuación, en la tabla II.3, se presentan las superficies del área solicitada en materia de impacto ambiental, es decir que las superficies listadas en la tabla II.3 corresponden a la totalidad del área del proyecto.

Tabla II.3. Superficies de los polígonos que conforman el proyecto

Polígono	m2	ha
1	187689.676	18.768968
2	98517.646	9.851765
3	387519.911	38.751991
4	34616.084	3.461608
5	6392.49883	0.639250
6	120050.065	12.005006

Polígono	m2	ha
7	394325.832	39.432583
8	68570.5964	6.857060
TotaL	1297682.31	129.768231

II.1.6 Uso actual de suelo

El proyecto minero denominado Karina, a realizarse por parte de la empresa Minera Desarrollos Mineros Fresno, S. de R.L. de C.V., dentro de una Fracción del ejido Juan Álvarez, 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:

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.

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 $\frac{3}{4}$ 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.

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 los tanques de agua fresca y almacén.

Stock de mineral

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

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.

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		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Rescate de Cactáceas		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Desmante y Despalme		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Corte y relleno			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Nivelación y compactación				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Edificación												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Operación y mantenimiento			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Acomodo de Bordos a curvas de nivel																					
Obras de Drenaje																					
Reubicación de flora																					

II.2.3 Preparación del sitio

Preparación del sitio

- **Localización y trazo**

Una vez que el proyecto técnico haya sido aprobado y se tengan las coordenadas del polígono de la superficie que ocupará el proyecto, se procederá a delimitar y señalar el área, mediante la colocación de estacas en cada vértice del polígono a desmontar.

La distancia entre cada estaca deberá permitir que sean visibles por lo menos dos estacas a la vez, para orientar los trabajos del desmonte. En terrenos en donde la vegetación sea muy densa deberán colocarse además señas de pintura o banderolas en los árboles que estén en la línea de desmonte. Para una mayor precisión en la delimitación de áreas se podrán dibujar líneas a base de cal entre los vértices.

- **Desmonte y despalle**

El desmonte se realizará en una superficie de 129.768231 ha, mismas que corresponden al área que presenta vegetación forestal en los polígonos sobre los cuales se instalarán obras mineras, la vegetación que será removida pertenece a vegetación de desiertos arenosos, matorral sarcocaula y matorral desértico micrófilo, a continuación, en las tablas II.5 y II.6 se presentan los volúmenes y número de individuos a remover.

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. (m ³ VTA)	No. Arboles	10 a 30	35>	Total	10 a 30	35>	Total
<i>Bursera microfila</i>	23.3582309	2380	23.3582309	0	23.3582309	2380	0	2380
<i>Cercidium microphyllum</i>	2.124657011	231	2.12465701	0	2.12465701	231	0	231
<i>Olneya tesota</i>	2.308887729	142	2.30888773	0	2.30888773	142	0	142
Total general	27.79177564	2753	27.7917756	0	27.7917756	2753	0	2753

Tabla II.6. Individuos a remover por estrato

Renuevos de Árboles	No. de Individuos
<i>Bursera microfila</i>	3980
<i>Cercidium microphyllum</i>	3093
<i>Olneya tesota</i>	92
Total general	7165
Arbustos	No. de Individuos
<i>Condalia correllii</i>	210
<i>Dodonea viscosa</i>	1228
<i>Encelia californica</i>	28322
<i>Encelia farinosa</i>	3963
<i>Fouquieria splendens</i>	6758
<i>Jatropha cuneata</i>	32469

Renuevos de Árboles	No. de Individuos
<i>Larrea tridentata</i>	22299
<i>Lycium andersonii</i>	52
<i>Partenium incanum</i>	1625
Total general	96926
Herbáceas	No. de Individuos
<i>Cryptantha costata</i>	40498
<i>Cryptantha grayi</i>	617
<i>Dyssodia anomala</i>	2075
<i>Eriogonum thomasi</i>	1127
<i>Krameria grayi</i>	723
<i>Malvastrum bicuspidatum</i>	121
<i>Muhlenbergia microsperma</i>	1338
<i>Tidestromia lanuginosa</i>	10207
Total general	56706
Cactáceas	No. de Individuos
<i>Canegia gigantea</i>	1373
<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	60812
<i>Cylindropuntia fulgida</i>	1946
<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	6197
<i>Echinocereus nicholii</i>	1436
<i>Ferocactus pringlei</i>	288
<i>Lophocereus schottii</i>	1717
<i>Mammillaria grahamii</i>	11015
<i>stenocereus thurberi</i>	3773
Total general	88557

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 aprovecharán 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 desmante 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 polímero biodegradable**

Se establecerá un acomodo de polímero biodegradable 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.

El acomodo de polímero será un total de 29,050.8708 metros lineales

- **Reforestación**

Se realizará una reforestación de especies nativas con una superficie de 69.419729 hectáreas

- **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* y el rescate de cactáceas de las especies *Carnegiea gigantea*, *Mammillaria grahamii*, *Cylindropuntia bigelovii*, *Cylindropuntia fulgida*, *Cylindropuntia fulgida var fulgida*, *Echinocereus nicholii*, *Lophocereus schottii*, *stenocereus thurberi* y *Ferocactus pringlei* estas serán reubicadas en un polígono aledaño al área del proyecto y que se encuentra dentro de las parcelas del ejido Juan Álvarez, con el que la empresa cuenta con contrato de ocupación temporal.

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, estos serán utilizados del proyecto Karina, dado que este proyecto es una ampliación del mismo. 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. 17. Obras asociadas

Tipo de infraestructura	Información específica
Stock de mineral	Corresponde a un área en la que se deposita el mineral para posteriormente ser beneficiado.
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.

Tipo de infraestructura	Información específica
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.
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.
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 3/4 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.

II. 2.8 Personal

Tabla II.18. 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.19. Combustibles

Insumo	Unidad
Gasolina	L.
Diésel	L.
Aceite lubricante	L.

Insumo	Unidad
Líquido de frenos	L.
Anticongelantes	L.

Tabla II.20. 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.21. Equipo

Maquinaria			
Unidad	Descripción	Etapa	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 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.

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.22. Residuos

Residuos	Etapa del proyecto			
	Preparación	Construcción	Operación	Abandono
M. vegetal residual	1200 kg			
Troncos y ramas	4,500 kg			
Domésticos	80 kg	200 kg	500 kg/año	
Concreto y varilla metálica		1,000 kg		5,000 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 controlarán 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.

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 “Ampliación del Proyecto Minero Karina”, 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.

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

Cabe señalar que debido a que al momento de la presentación de este estudio no se ha publicado en el Diario Oficial de la Federación el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, el proyecto se vinculará con el Plan Nacional de Desarrollo (2013-2018).

El proyecto denominado “Ampliación del Proyecto Minero Karina”, 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 “Ampliación del Proyecto Minero Karina” 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 “Ampliación del Proyecto Minero Karina”.

Estrategias del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	Vinculación con proyecto “Ampliación del Proyecto Minero Karina”
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 desmante de vegetación, se realizará un programa de rescate de cactáceas y renuevos que serán reubicados en áreas aledañas al área de desmante. Asimismo se rescatarán las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
2.Recuperación de especies en riesgo	Previo al desmante 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

Estrategias del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	Vinculación con proyecto “Ampliación del Proyecto Minero Karina”
Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
	los recursos forestales se realizará dentro de 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 polímero biodegradable
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 “Ampliación del Proyecto Minero Karina” 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 numero 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 “Ampliación del Proyecto Minero Karina” es de naturaleza exploratorio por lo que son aplicables los lineamientos establecidos en esta Ley, de la misma manera la empresa promovente 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 los 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 polímero biodegradable a curvas de nivel, en áreas aledañas a la zona del proyecto. • 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 protección ambiental para las actividades de	Se relaciona directamente con el desarrollo del proyecto, a fin de implementar las actividades de protección ambiental derivadas de la exploración y explotación a realizar.

NORMA (RELACIONA CON EL PROYECTO)	CONTENIDO	VINCULACIÓN Y CUMPLIMIENTO DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO
	<p>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>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 “Ampliación del Proyecto Minero Karina”, no incide en ninguna modalidad de ANP, tal como se puede observar en la Figura III.1.

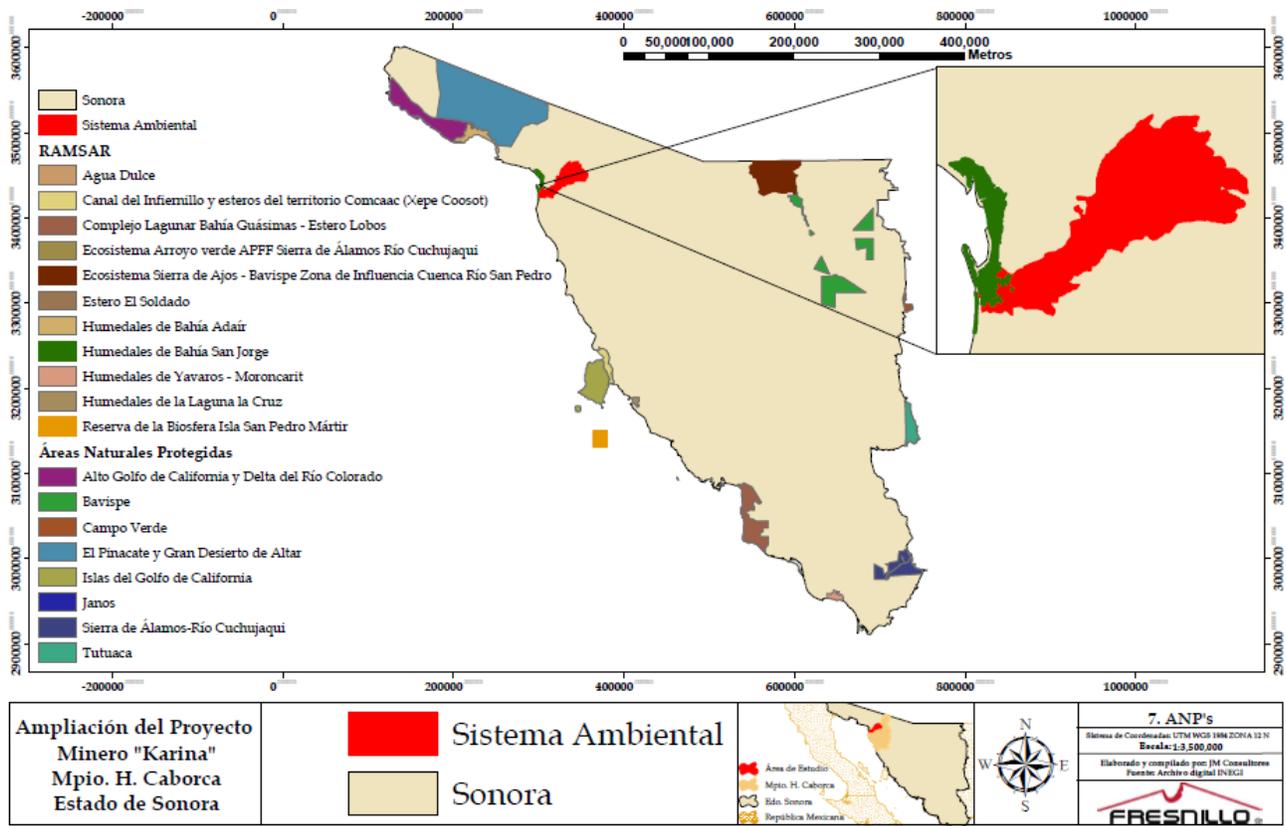


Figura III.1. Áreas Naturales Protegidas

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.

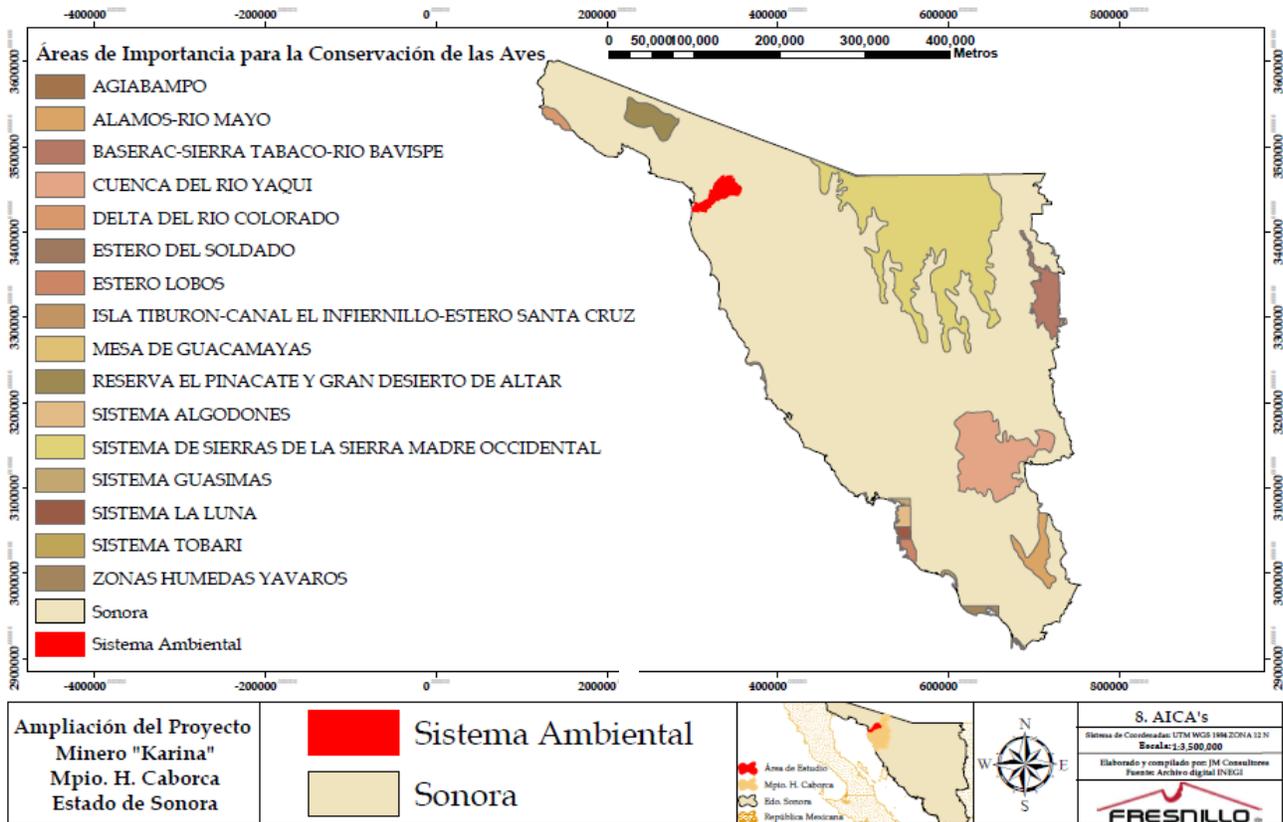


Figura III.2. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

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.

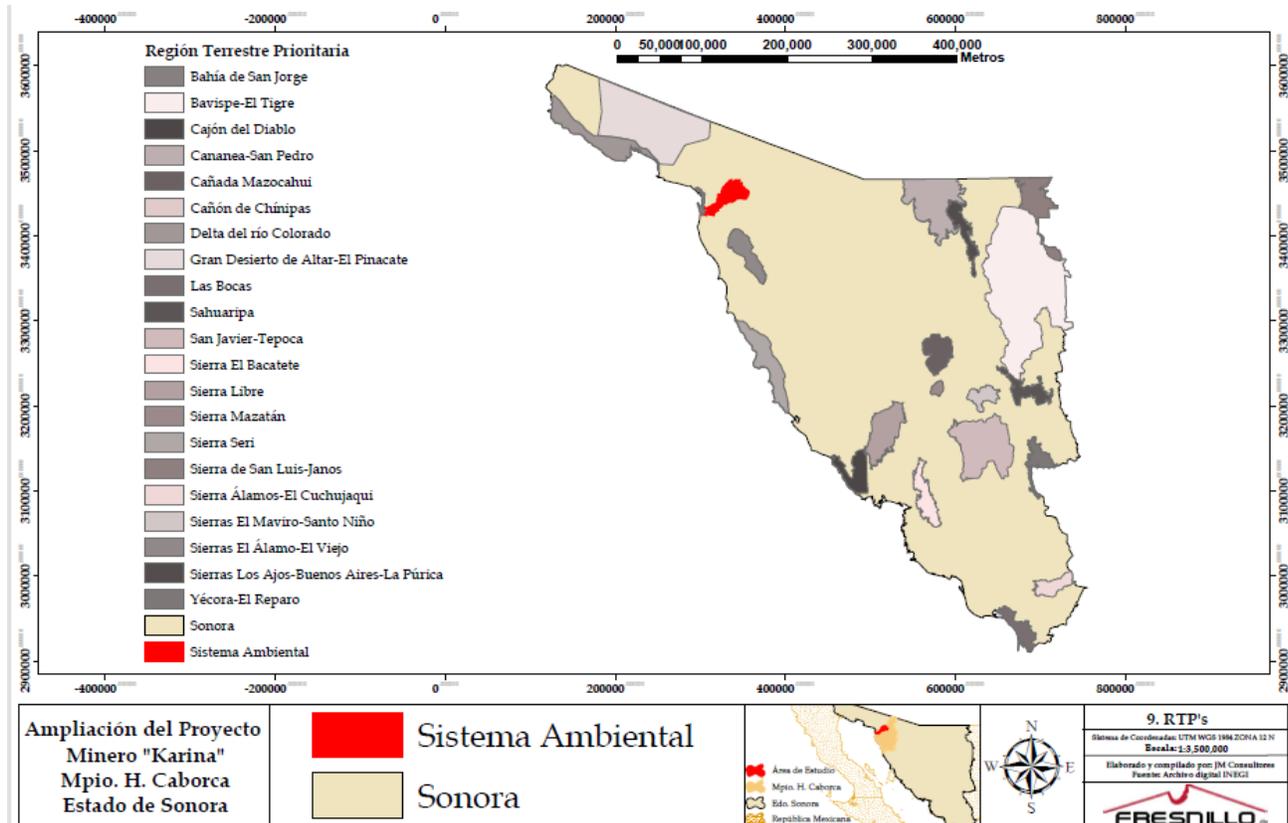


Figura III.3. Regiones Terrestres Prioritarias

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 "Ampliación del Proyecto Minero Karina" no incide en alguna región hidrológica prioritaria. Como se puede observar en la figura III.4.

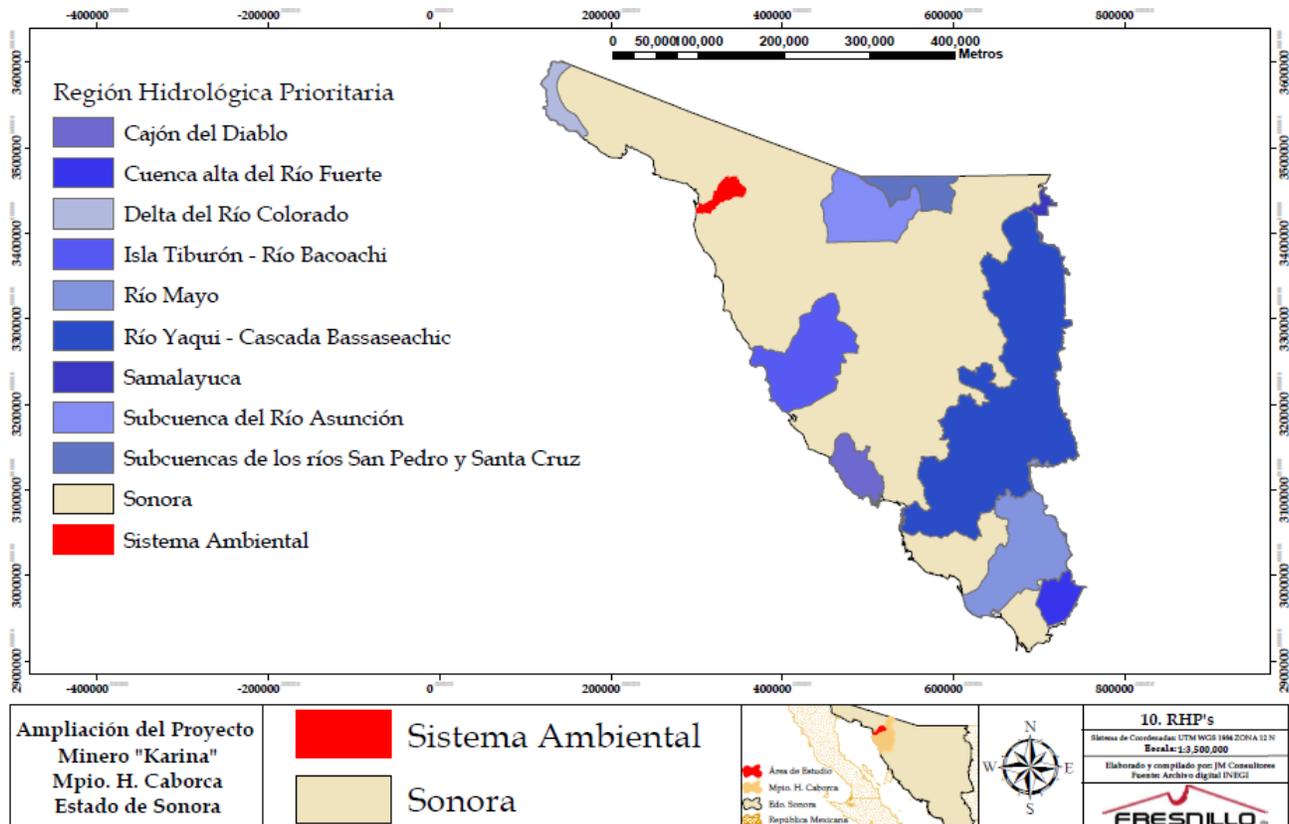


Figura III.4. Regiones Hidrológicas Prioritarias

Capítulo IV

IV. 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	34
IV. 2. 4. Geología y Geomorfología.	35
IV. 2. 5. Topografía	40
IV. 2. 6. Exposición.....	42
IV. 2. 7. Pendiente	45
IV. 2. 8. Hidrología.....	46
IV. 3. Elementos biológicos	63
IV. 3. 1. Vegetación	63
IV.3.2. Fauna.....	144
IV.4. Medio socioeconómico	154
IV.5. Diagnóstico ambiental.....	157

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

Para el desarrollo de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular, 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 después 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 10.5).

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 85,327.2651 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 el 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 10.5 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 el sistema ambiental es el operativo, ya que las acciones ligadas al uso y manejo del suelo que se realicen en el sistema ambiental 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.
- h) Forma y sistema de drenaje:

$$D = \sum L_i / A$$

Donde:

D= Densidad de drenaje Km^{-1}

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

A= Superficie del sistema ambiental en Km^2

La densidad de drenaje que presenta el sistema ambiental de estudio es la siguiente:

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

- i) Distribución espacial de las obras y actividades del proyecto

El proyecto se encuentra en la parte alta del sistema ambiental, al noreste, con una altura media de 371.94 msnm.

- j) 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;

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

Lv= 36,670 m

S= 1.1 lo que indica sinuosidad baja.

IV. 2. Elementos físicos

IV. 2.1. Clima

El tipo de clima que se presenta en el sistema ambiental está clasificado como:

El tipo de clima identificado en el sistema ambiental es de tipo 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.

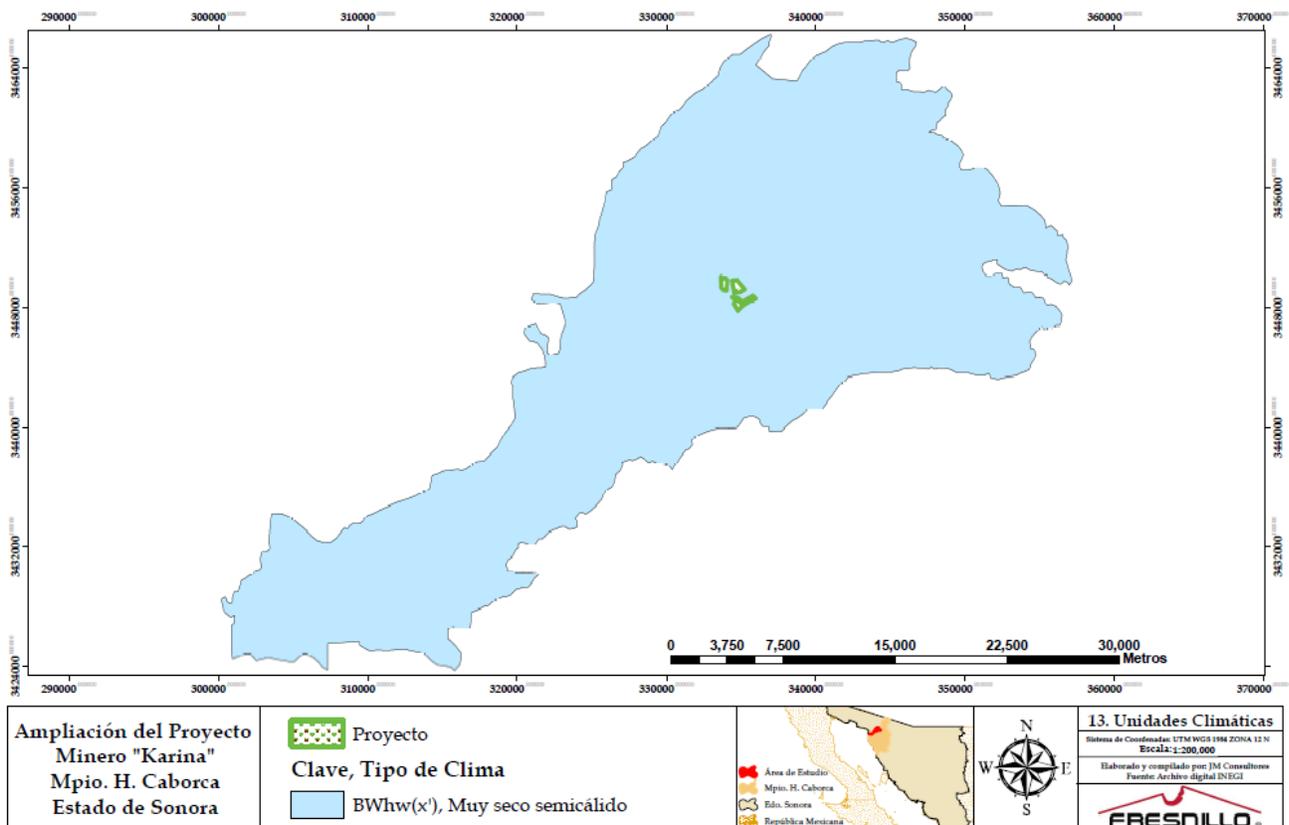


Figura IV. 1. Clima en el sistema ambiental

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 al sistema ambiental de estudio, se tomaron 6 estaciones cercanas y que se encuentran dentro de la subcuenca en que se delimito el sistema ambiental.

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 el sistema ambiental, tal como se ilustra en la figura IV.2.

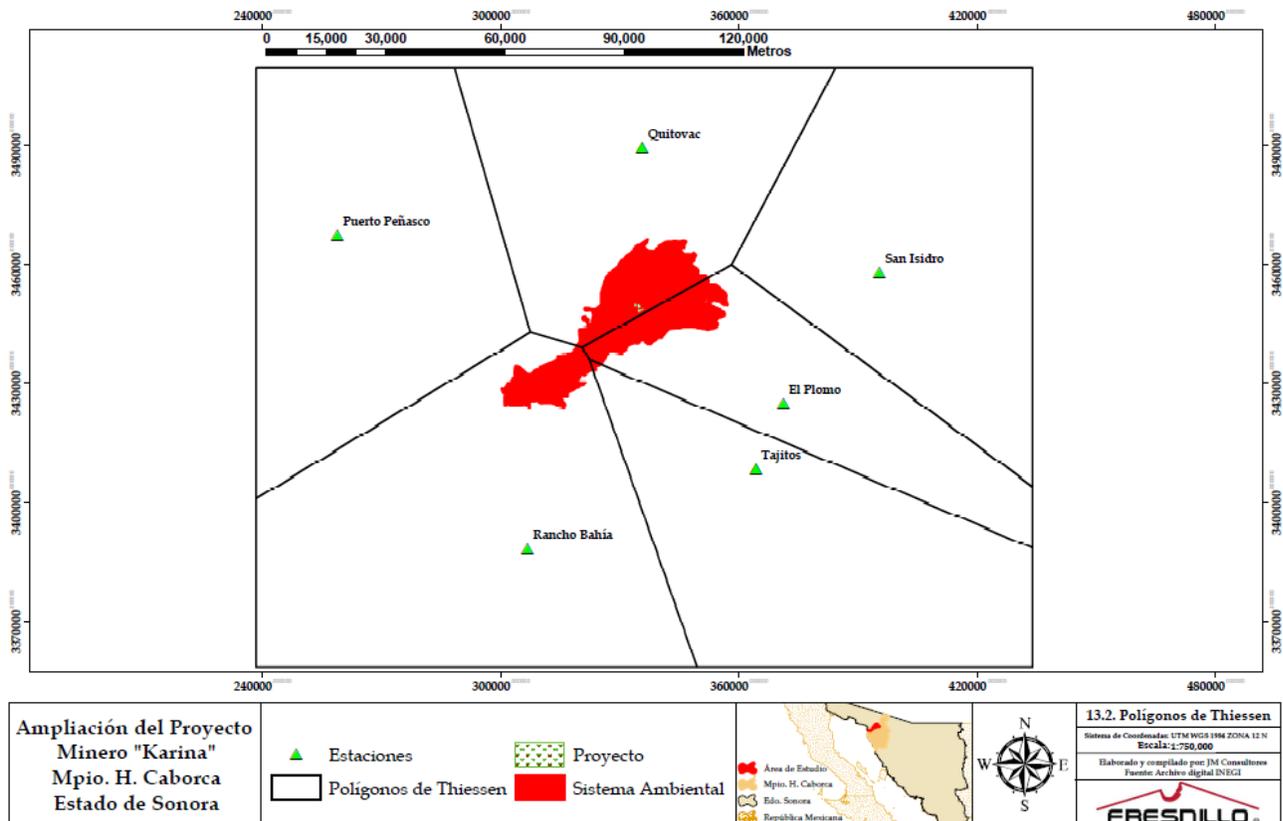


Figura V.2. Polígonos de Thiessen

Como se observa en la figura V.2, se seleccionaron 4 estaciones de influencia en el sistema ambiental, 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 V.1 y V.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
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

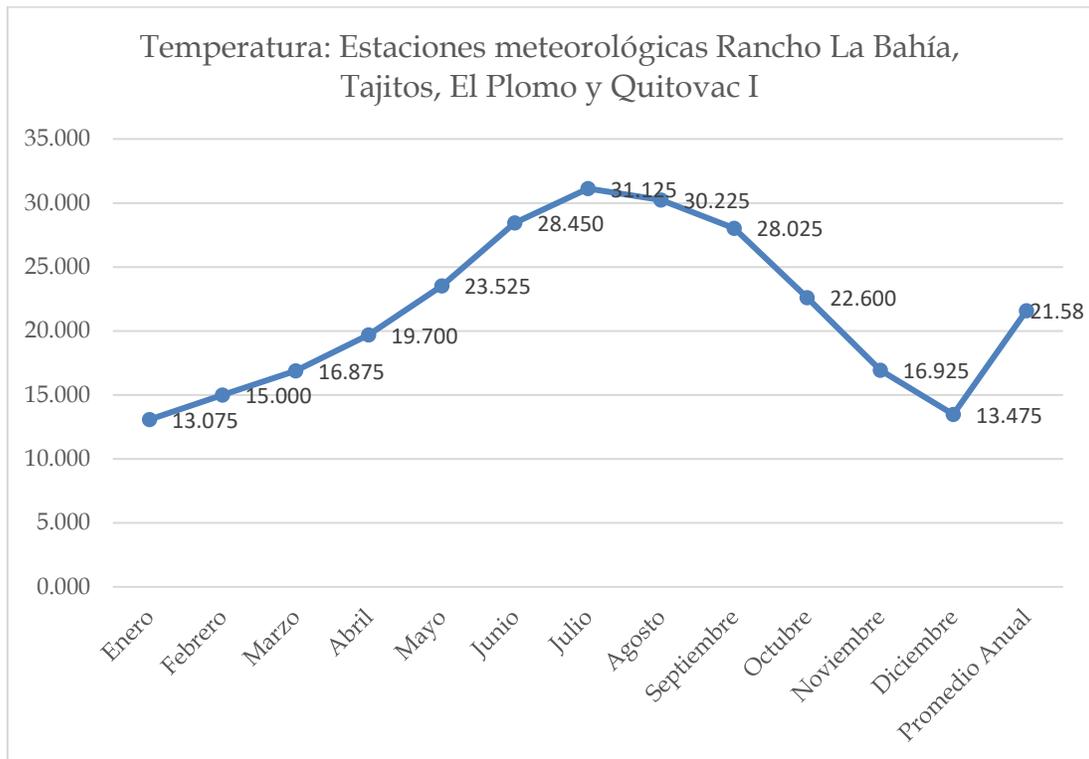


Figura IV.3. Gráfica de temperatura

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

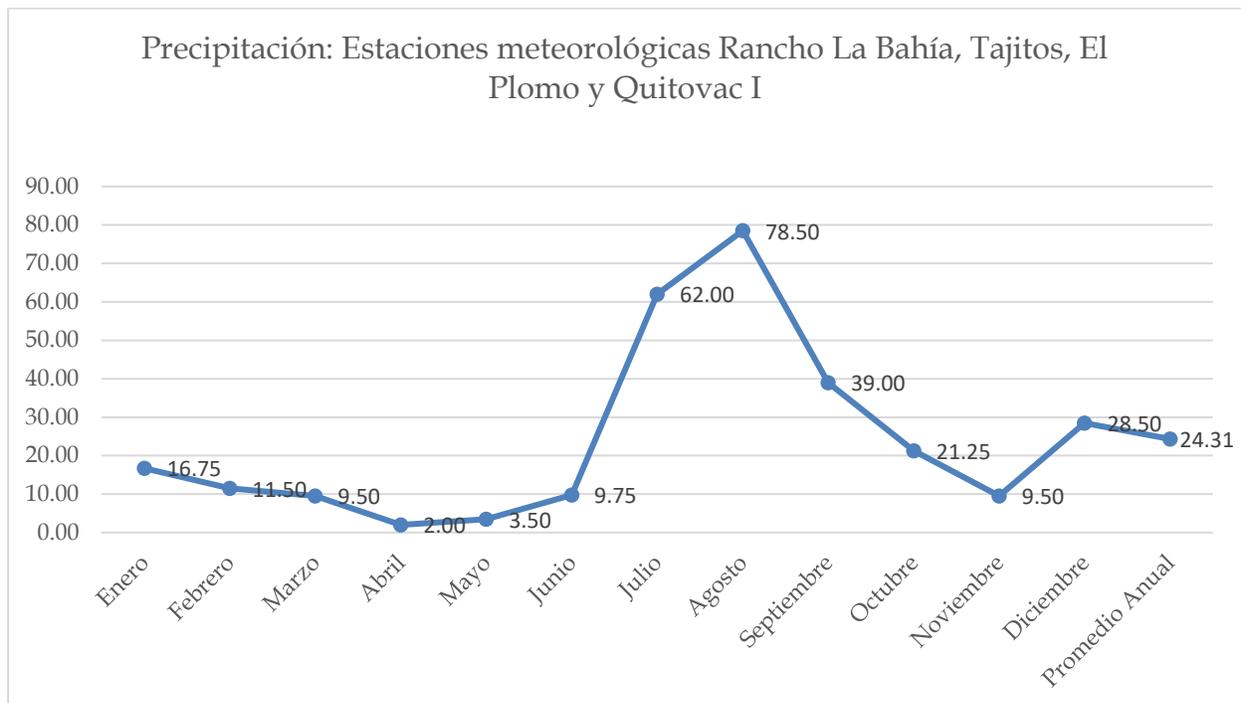


Figura IV.4. Gráfica de precipitación

Para el área del proyecto se considera el mismo tipo de clima que existe en el sistema ambiental (**BWhw (x´) Muy seco semicálido**), tal como se muestra en la figura IV.5.

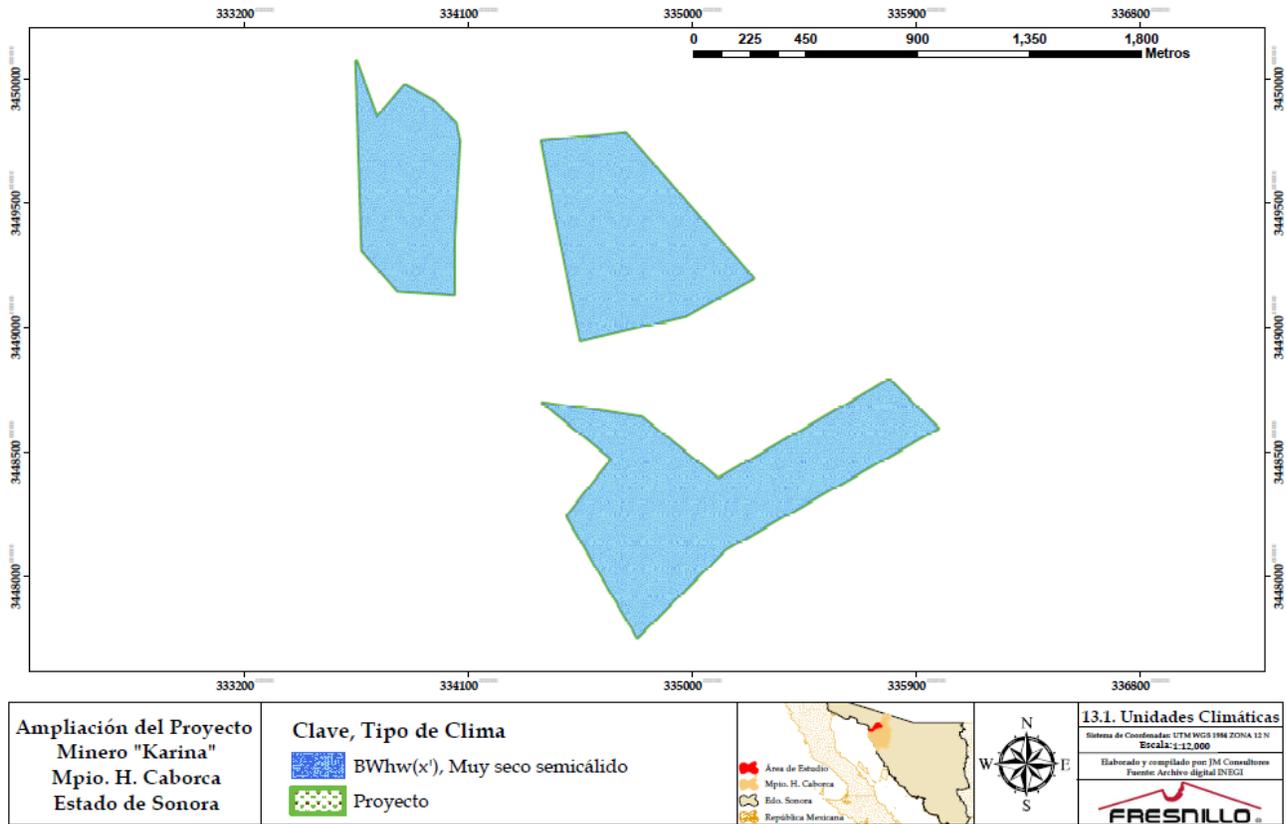


Figura IV.5. Tipos de clima presentes a nivel proyecto.

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 del sistema ambiental (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.

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 silícea 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.

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 albeo. 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.

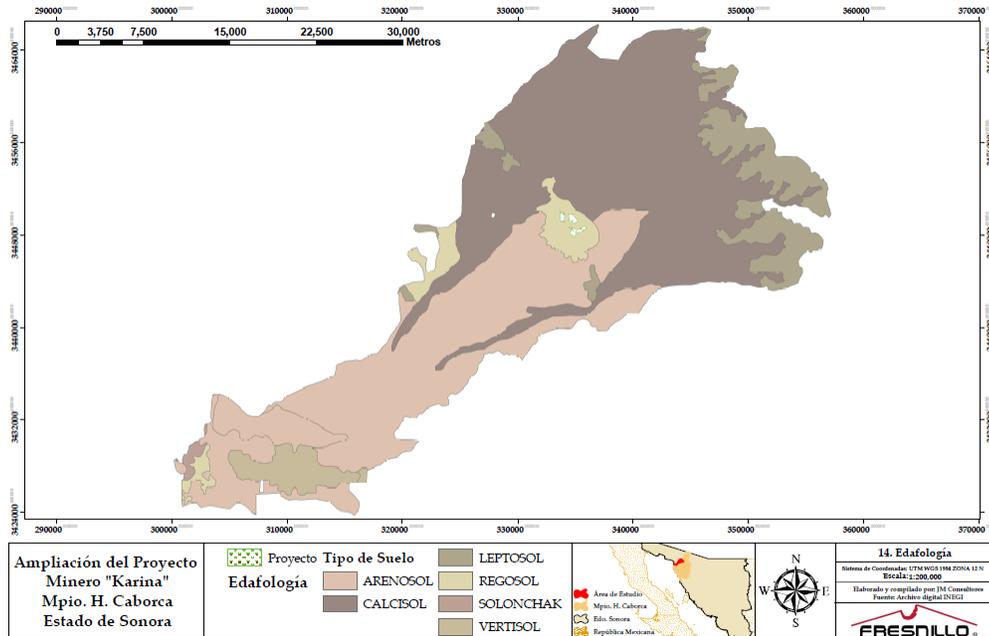


Figura IV.6. Tipo de Suelo

El tipo de suelo presente en el área del proyecto (figura IV.7) es Regosol.

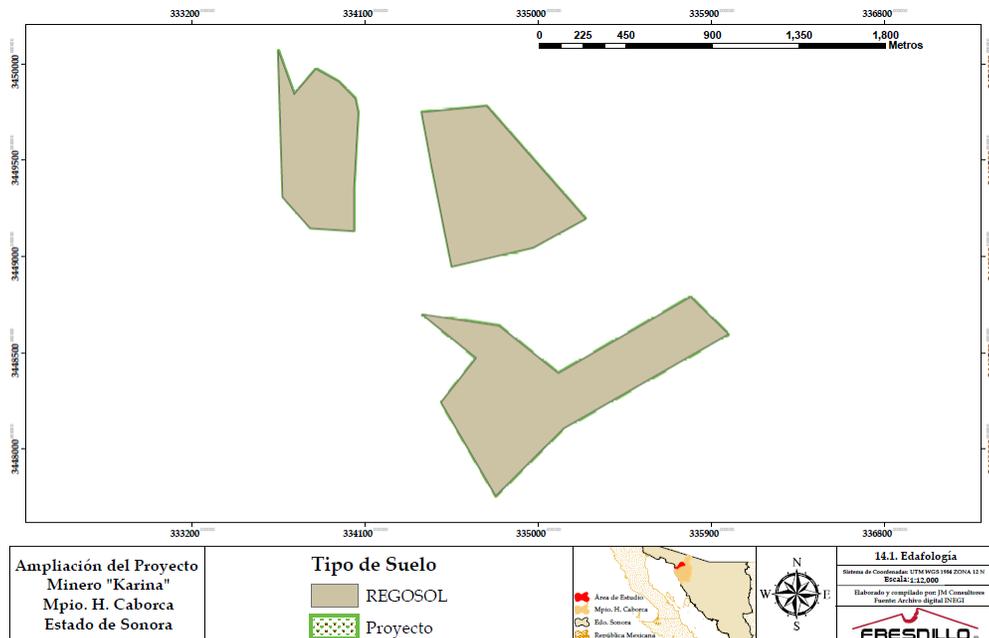


Figura IV.7. Tipo de suelo

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)

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 10.5. 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 10.5 en donde se multiplica por la precipitación media del sistema ambiental que es 291.75 mm. La fórmula que se utilizó para el sistema ambiental que se delimitó fue la siguiente

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

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

Cuadro 3: Ecuaciones de erosividad de la lluvia para las diferentes regiones de México.

REGIÓN	ECUACIONES	
	Y = EI ₃₀ ; x = lluvia anual	R ²
1	Y = 1.20785x + 0.002276x ²	0.92
2	Y = 3.45552x + 0.006470x ²	0.93
3	Y = 3.67516x - 0.001720x ²	0.94
4	Y = 2.89594x + 0.002983x ²	0.92
5	Y = 3.48801x - 0.001188x ²	0.94
6	Y = 6.68471x + 0.001680x ²	0.90
7	Y = 0.03338x + 0.006681x ²	0.98
8	Y = 1.99671x + 0.003270x ²	0.98
9	Y = 7.04579x - 0.002096x ²	0.97
10	Y = 6.89375x + 0.000442x ²	0.95
11	Y = 3.77448x + 0.004540x ²	0.98
12	Y = 2.48190x + 0.006067x ²	0.96
13	Y = 10.74273x - 0.001008x ²	0.97
14	Y = 1.50046x + 0.002640x ²	0.95

Fuente: Cortés, 1991

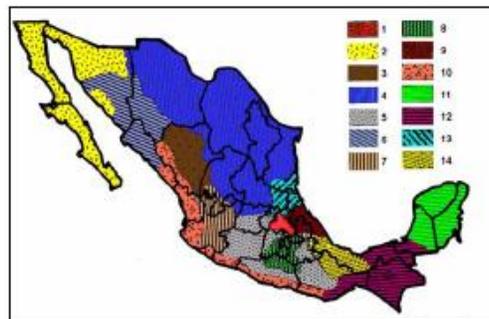


Figura 4. Regiones de México donde aplican las ecuaciones de erosividad
Fuente: www.sagarpa.gob.mx/isdri/apoyos/publicaciones/dictos_excel/D1estlm-erosion.xls

Figura IV.8. Ecuaciones de erosividad de la lluvia para regiones de México

Donde:

3.4555x + 0.006470x²= valores indicados para la región 2 del cuadro de ecuaciones del manual de INIFAP

X= media de precipitación

Y=EI₃₀

La siguiente formula estima el factor R

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

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 $R= 1,558.861824$ para el sistema ambiental.

Factor K

El factor de erodabilidad se determinó con los resultados obtenidos de la prueba de laboratorio hecha por el laboratorio de metalurgia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua, los resultados de dicha prueba se adjuntan en anexo 7 en formato digital adjunto al presente documento. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la prueba de laboratorio.

Tabla IV.3. Resultados obtenidos de laboratorio del suelo para el sistema ambiental.

TIPO DE SUELO	CLASE DE TEXTURA	% ARENA	%ARCILLA	%LIMO	CLASIFICACION
Arenosol	Franco Limosa	39.96	4.04	56	C
Calcisol	Arenosa	90	2	8	A
Regosol	Franco Arenosa	53.96	4.04	42	B
Leptosol	Franco Arenosa	54	4.04	41.96	B
Vertisol	Francosa	47.96	22.04	30	D
Solonchak	Arenosa	90	2	8	A
Regosol Proyecto	Franco Limosa	32	2	66	C

Después se determinaron los valores de materia orgánica en por ciento (%), la permeabilidad del suelo y la estructura del suelo, además se consideró el porcentaje de arena de la muestra tomada del suelo del área del proyecto.

Tabla IV.4. Datos para el cálculo del factor de erodabilidad en el sistema ambiental.

TIPO DE SUELO	% ARENA	%M.O.	ESTRUCTURA	PERMEABILIDAD
Arenosol	39.96	1	3	3
Calcisol	90	2	3	3
Regosol	53.96	0	4	4
Leptosol	54	3	4	4
Vertisol	47.96	2	2	2
Solonchak	90	1	3	3
Regosol Proyecto	32	1	2	2

Tomando los valores de la tabla IV.4 se usó el nomograma de suelos para determinar el factor de erodabilidad (Factor K) para los tipos de suelo presentes en el sistema ambiental: Arenosol, Calcisol, Regosol, Leptosol, Vertisol, Solonchak y Regosol para área del proyecto.

Los resultados se muestran en las figuras IV.9, IV.10, IV.11, IV.12, IV.13, IV.14 y IV.15 y se adjuntan en anexo 7 del presente documento en formato digital.

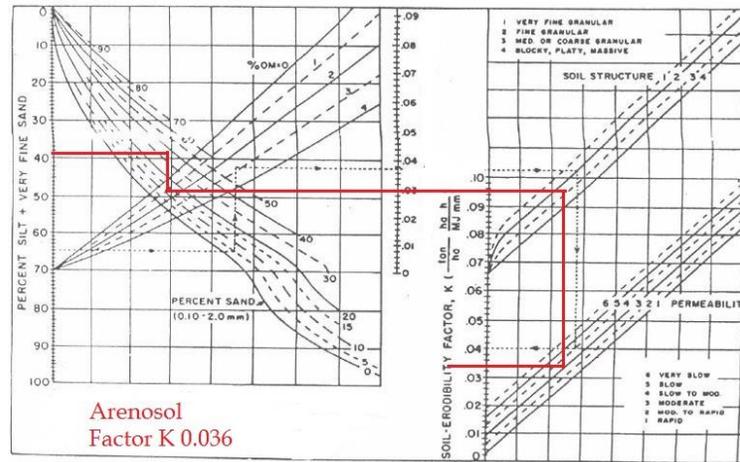


Figura IV.9. Nomograma suelo Arenosol

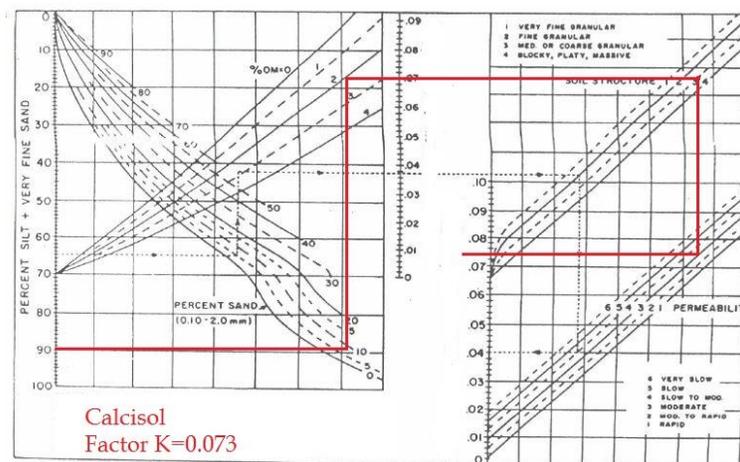


Figura IV.10. Nomograma suelo Calcisol

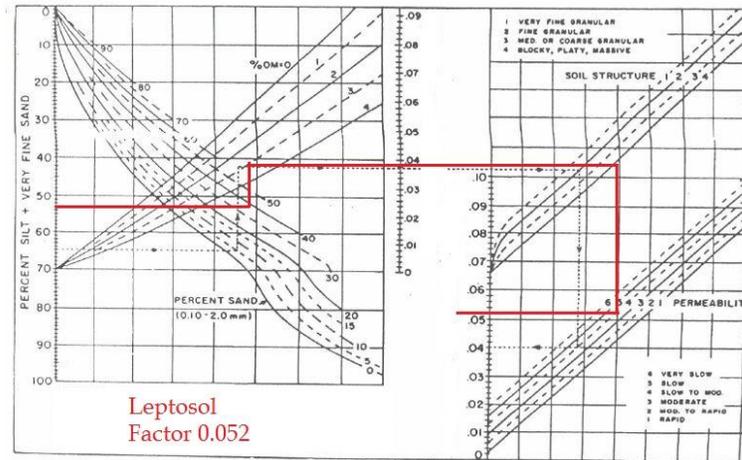


Figura IV.11. Nomograma suelo Leptosol

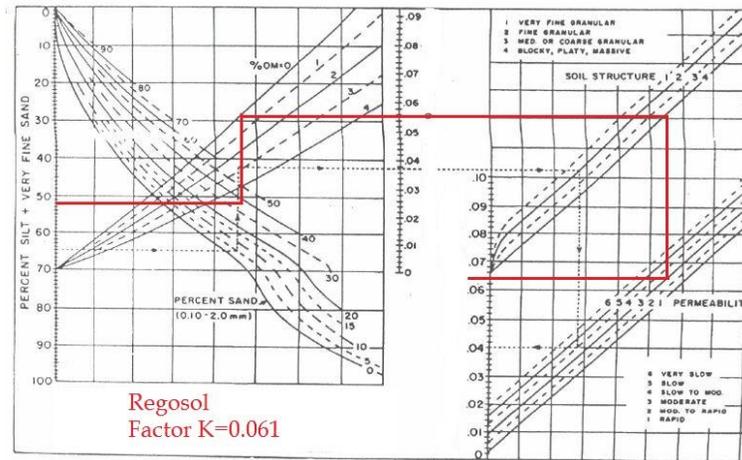


Figura IV.12. Nomograma suelo Regosol

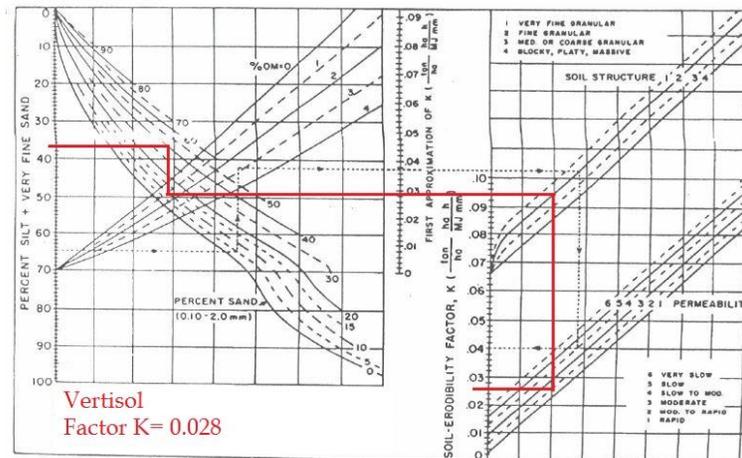


Figura IV.13. Nomograma suelo Vertisol

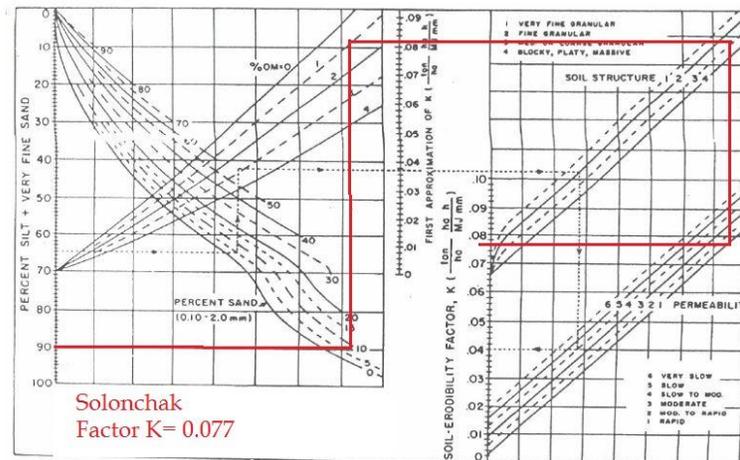


Figura IV.14. Nomograma suelo Solonchak

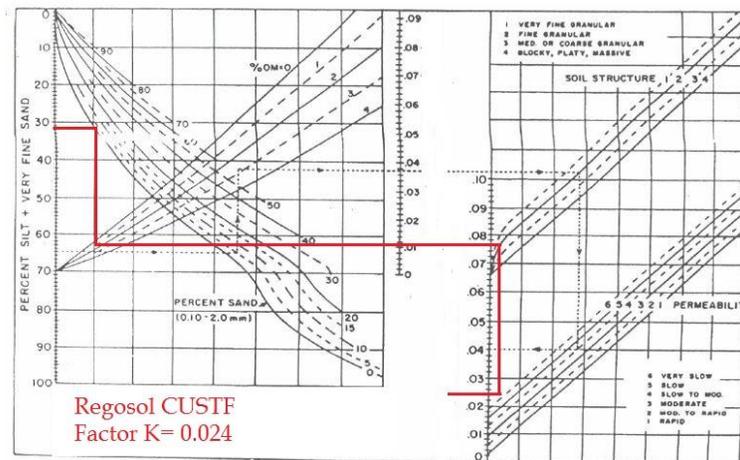


Figura IV.15. Nomograma suelo Regosol (PROYECTO).

Posterior a determinar el valor del factor k para cada tipo de suelo se calculó el promedio del valor del factor k para la superficie del sistema ambiental, como se muestra en la tabla IV.5.

Tabla IV.5. Valores de factor K

Cálculo del factor de K		
Tipo	Sup	K
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y PERMANENTE	2189.418999	0.046
ARENOSOL	47.406846	0.036
CALCISOL	0.052486	0.073
VERTISOL	2141.959667	0.028
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y SEMIPERMANENTE	105.056798	0.073

Cálculo del factor de K		
Tipo	Sup	K
CALCISOL	105.056798	0.073
AGRICULTURA DE RIEGO SEMIPERMANENTE Y PERMANENTE	28.847665	0.036
ARENOSOL	28.847665	0.036
ASENTAMIENTOS HUMANOS	30.948574	0.055
ARENOSOL	14.526459	0.036
CALCISOL	16.422115	0.073
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	42386.68476	0.056
ARENOSOL	2175.70732	0.036
CALCISOL	37931.69838	0.073
LEPTOSOL	1454.460132	0.052
REGOSOL	824.818932	0.061
MATORRAL SARCOCAULE	8520.030469	0.056
ARENOSOL	5.105709	0.036
CALCISOL	759.779269	0.073
LEPTOSOL	6926.497952	0.052
REGOSOL	828.647539	0.061
MEZQUITAL XERÓFILO	335.497729	0.063
CALCISOL	321.226423	0.073
LEPTOSOL	14.271306	0.052
PASTIZAL INDUCIDO	934.271803	0.032
ARENOSOL	534.174104	0.036
VERTISOL	400.097699	0.028
SIN VEGETACIÓN APARENTE	215.596541	0.057
LEPTOSOL	14.008382	0.052
REGOSOL	201.588159	0.061
Uso Minero	194.838534	0.067
CALCISOL	0.194351	0.073
REGOSOL	194.644183	0.061
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS	27851.40755	0.05
ARENOSOL	25849.74646	0.036
CALCISOL	521.528299	0.073
LEPTOSOL	215.753372	0.052
REGOSOL	1049.19913	0.061
VERTISOL	215.180291	0.028
VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS	86.130934	0.057

Cálculo del factor de K		
Tipo	Sup	K
ARENOSOL	75.804188	0.036
SOLONCHAK	10.326746	0.077
VEGETACIÓN HALÓFILA XERÓFILA	2274.199157	0.051
ARENOSOL	1439.833702	0.036
REGOSOL	488.826096	0.061
SOLONCHAK	322.214726	0.077
VERTISOL	23.324633	0.028
ZONA URBANA	44.567386	0.046
ARENOSOL	33.557302	0.036
CALCISOL	11.003321	0.073
VERTISOL	0.006763	0.028
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO PROYECTO	32.175439	0.024
Regosol	32.175439	0.024
MATORRAL SARCOCAULE	97.592793	0.024
Regosol	97.592793	0.024
Total general	85327.26514	

Factor C

Para determinar el Factor C se tomaron como referencia los valores establecidos en tabla de valores de Cobertura señalada en el cuadro 4 del documento Mapa nacional de erosión potencial, publicada por Ciencias del Agua, Volumen II. Número 1, del 2011.

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). Los valores se observan en la tabla IV.6, obtenidos de la figura IV.16.

Cuadro 4. Factor para vegetación y/o uso de suelo.

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de ayarín	0.01	Pastizal gipsofilo	0.25
Bosque de cedro	0.01	Pastizal halófilo	0.25
Bosque de encino	0.10	Pastizal inducido	0.02
Bosque de encino-pino	0.01	Pastizal natural	0.07
Bosque de galería	0.10	Popal	0.85
Bosque de oyamel	0.01	Pradera de alta montaña	0.05
Bosque de pino	0.01	Sabana	0.54
Bosque de pino-encino	0.01	Sabanoide	0.54
Bosque de tascate	0.01	Selva alta perennifolia	0.45
Bosque de mesófilo de montaña	0.01	Selva alta subperennifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva baja caducifolia	0.50
Manglar	0.10	Selva baja espinosa caducifolia	0.50
Matorral crasicale	0.65	Selva baja espinosa subperennifolia	0.50
Matorral de coníferas	0.20	Selva mediana caducifolia	0.45
Matorral desértico microfilo	0.25	Selva mediana perennifolia	0.45
Matorral desértico roetófilo	0.25	Selva mediana subcaducifolia	0.45
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45	Tular	0.10
Matorral rosetófilo costero	0.25	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Matorral sarcocale	0.25	Vegetación de dunas costeras	0.85
Matorral sarco-crasicale	0.25	Vegetación de galería	0.85
Matorral sarco-crasicale de neblina	0.25	Vegetación halófila	0.85
Matorral submontano	0.35	Zona urbana	0.005
Matorral subtropical	0.12	Cuerpos de agua	1.0
Mezquital	0.65	Agricultura en riego	0.55
Palmar inducido	0.75	Agricultura de temporal	0.75
Palmar natural	0.75	Agricultura de humedad	0.25

Figura IV.16. Valores de factor C

Tabla IV. 6. Valores de C para los diferentes tipos de cobertura para antes y después de la ejecución del proyecto.

Cálculo de factor C			
Uso de suelo y vegetación	ÁREA	Factor C en condiciones actuales	Factor C después de PROYECTO
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y PERMANENTE	2189.418999	0.55	0.55
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y SEMIPERMANENTE	105.056798	0.55	0.55
AGRICULTURA DE RIEGO SEMIPERMANENTE Y PERMANENTE	28.847665	0.55	0.55
ASENTAMIENTOS HUMANOS	30.948574	0.75	0.75
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	42386.68476	0.25	0.25
MATORRAL SARCOCAULE	8520.030469	0.25	0.25
MEZQUITAL XERÓFILO	335.497729	0.65	0.65
PASTIZAL INDUCIDO	934.271803	0.02	0.02

Cálculo de factor C			
Uso de suelo y vegetación	ÁREA	Factor C en condiciones actuales	Factor C después de PROYECTO
SIN VEGETACIÓN APARENTE	215.596541	1	1
Uso Minero	194.838534	1	1
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS	27851.40755	0.85	0.85
VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS	86.130934	0.85	0.85
VEGETACIÓN HALÓFILA XERÓFILA	2274.199157	0.85	0.85
ZONA URBANA	44.567386	0.005	0.005
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO PROYECTO	32.175439	0.25	1
MATORRAL SARCOCAULE PROYECTO	97.592793	0.25	1
Total	85327.26514		

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 pixeles 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. Se agregan archivos raster del LS para su verificación en anexo 7 del presente documento en formato digital.

Tabla IV.7. Valores de LS para los diferentes tipos de cobertura.

Cálculo de factor LS		
Uso de suelo y vegetación	AREA	LS
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y PERMANENTE	2189.418999	0.1211
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y SEMIPERMANENTE	105.056798	0.1629
AGRICULTURA DE RIEGO SEMIPERMANENTE Y PERMANENTE	28.847665	8.6635
ASENTAMIENTOS HUMANOS	30.948574	0.1195
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	42386.68476	0.5426
MATORRAL SARCOCAULE	8520.030469	9.1886
MEZQUITAL XERÓFILO	335.497729	0.5895
PASTIZAL INDUCIDO	934.271803	7.01
SIN VEGETACIÓN APARENTE	215.596541	0.4699
Uso Minero	194.838534	0.4681
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS	27851.40755	0.4273
VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS	86.130934	8.9365
VEGETACIÓN HALÓFILO XERÓFILO	2274.199157	9.0663
ZONA URBANA	44.567386	6.484
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO PROYECTO	32.175439	1.5759
MATORRAL SARCOCAULE PROYECTO	97.592793	6.8342
Total	85327.26514	

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.8) recordando que A= Pérdida de suelo (ton/Ha./año).

Tabla IV.8. Resultados de la EUPS a nivel Sistema Ambiental en condición actual.

Cálculo de pérdida de suelo en condiciones actuales del sistema ambiental							
Uso de suelo y vegetación	AREA	Factor R	Factor K	LS	Factor C en condiciones actuales	Pérdida de suelo en Ton/ha/año	Pérdida de suelo Ton/año
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y PERMANENTE	2189.418999	1558.861824	0.046	0.1211	0.55	4.776087623	10456.85698
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y SEMIPERMANENTE	105.056798		0.073	0.1629	0.55	10.19563444	1071.120707
AGRICULTURA DE RIEGO SEMIPERMANENTE Y PERMANENTE	28.847665		0.036	8.6635	0.55	267.4029484	7713.950676
ASENTAMIENTOS HUMANOS	30.948574		0.055	0.1195	0.75	7.684214506	237.8154813
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	42386.68476		0.056	0.5426	0.25	11.84173796	501932.0141
MATORRAL SARCOCAULE	8520.030469		0.056	9.1886	0.25	200.5326086	1708543.936
MEZQUITAL XERÓFILO	335.497729		0.063	0.5895	0.65	37.63096341	12625.10276
PASTIZAL INDUCIDO	934.271803		0.032	7.01	0.02	6.993677689	6533.995864
SIN VEGETACIÓN APARENTE	215.596541		0.057	0.4699	1	41.75302276	9001.807284
Uso Minero	194.838534		0.067	0.4681	1	48.89011574	9525.678478
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS	27851.40755		0.05	0.4273	0.85	28.30932045	788454.4213
VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS	86.130934		0.057	8.9365	0.85	674.9457432	58133.70726
VEGETACIÓN HALÓFILO XERÓFILO	2274.199157		0.051	9.0663	0.85	612.6702733	1393334.219
ZONA URBANA	44.567386		0.046	6.484	0.005	2.324761816	103.6085572
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO PROYECTO	32.175439		0.024	1.5759	0.25	14.73966209	474.2550986
MATORRAL SARCOCAULE PROYECTO	97.592793		0.024	6.8342	0.25	63.92144088	6238.271948
Total	85327.26514					2,034.6123	4,514,380.7612

Como se observa en la tabla IV.8., actualmente para el sistema ambiental se pierden 2,034.6123 ton/ha/año, resultando en una pérdida total para el sistema ambiental de 4, 514,380.7612 ton/año.

Tabla IV.9. Resultados de la EUPS a nivel Sistema Ambiental después del proyecto.

Cálculo de pérdida de suelo en condiciones para después de la ejecución del proyecto en el sistema ambiental.							
Uso de suelo y vegetación	AREA	Factor R	Factor K	LS	Factor C después de proyecto	Pérdida de suelo en Ton/ha/año	Pérdida de suelo Ton/año
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y PERMANENTE	2189.418999	1558.861824	0.046	0.1211	0.55	4.776087623	10456.85698
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y SEMIPERMANENTE	105.056798		0.073	0.1629	0.55	10.19563444	1071.120707
AGRICULTURA DE RIEGO SEMIPERMANENTE Y PERMANENTE	28.847665		0.036	8.6635	0.55	267.4029484	7713.950676
ASENTAMIENTOS HUMANOS	30.948574		0.055	0.1195	0.75	7.684214506	237.8154813
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	42386.68476		0.056	0.5426	0.25	11.84173796	501932.0141

Cálculo de pérdida de suelo en condiciones para después de la ejecución del proyecto en el sistema ambiental.							
Uso de suelo y vegetación	AREA	Factor R	Factor K	LS	Factor C después de proyecto	Pérdida de suelo en Ton/ha/año	Pérdida de suelo Ton/año
MATORRAL SARCOCAULE	8520.030469		0.056	9.1886	0.25	200.5326086	1708543.936
MEZQUITAL XERÓFILO	335.497729		0.063	0.5895	0.65	37.63096341	12625.10276
PASTIZAL INDUCIDO	934.271803		0.032	7.01	0.02	6.993677689	6533.995864
SIN VEGETACIÓN APARENTE	215.596541		0.057	0.4699	1	41.75302276	9001.807284
Uso Minero	194.838534		0.067	0.4681	1	48.89011574	9525.678478
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS	27851.40755		0.05	0.4273	0.85	28.30932045	788454.4213
VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS	86.130934		0.057	8.9365	0.85	674.9457432	58133.70726
VEGETACIÓN HALÓFILO XERÓFILO	2274.199157		0.051	9.0663	0.85	612.6702733	1393334.219
ZONA URBANA	44.567386		0.046	6.484	0.005	2.324761816	103.6085572
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO PROYECTO	32.175439		0.024	1.5759	1	58.95864838	1897.020394
MATORRAL SARCOCAULE PROYECTO	97.592793		0.024	6.8342	1	255.6857635	24953.08779
Total	85327.26514						2,270.5956

Para el sistema ambiental como se observa en la tabla IV.9, se pierden en condiciones actuales **2,034.6123** ton/ha/año, al realizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales se perderán **2,270.5956** ton/ha/año, lo que supone un aumento de **235.9833** ton/ha/año. Asimismo, para la pérdida de toneladas/año, para la condición actual se pierden **4,514,380.7612** ton/año, una vez que se realice el cambio de uso del suelo, se perderán **4,534,518.3424** ton/año, por lo que el incremento en la pérdida de suelo será de **20,137.5812** ton/año.

A continuación se presentan los resultados de los cálculos realizados para el área del proyecto en condición actual y para después de ejecutado este.

Tabla IV.10. Resultados de la EUPS a nivel área de afectación antes de proyecto.

Cálculo de pérdida de suelo en condiciones actuales para el área del proyecto							
Uso de suelo y vegetación	AREA	Factor R	Factor K	LS	Factor C antes de proyecto	Pérdida de suelo en Ton/ha/año	Pérdida de suelo Ton/año
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO PROYECTO	32.175	1558.8618 24	0.024	1.57 59	0.25	14.7397	474.2564
MATORRAL SARCOCAULE PROYECTO	97.593		0.024	6.83 42	0.25	63.9215	6,238.2778
Total	129.76823					78.6612	6,712.5342

Como se puede observar en la tabla IV.10, la pérdida de suelo para antes de la ejecución del proyecto es de **78.6612** ton/ha/año. En total al año para la superficie del proyecto es de **6,712.5342** ton/año.

A continuación se presenta el cálculo de la pérdida de suelo realizado para el área del proyecto después de realizado este.

Tabla IV.11. Resultados de la EUPS a nivel área de afectación después de proyecto.

Cálculo de pérdida de suelo en después de proyecto para el área del proyecto							
Uso de suelo y vegetación	AREA	Factor R	Factor K	LS	Factor C después de proyecto	Pérdida de suelo en Ton/ha/año	Pérdida de suelo Ton/año
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO PROYECTO	32.175439	1558.861824	0.024	1.5759	1	58.9587	1,897.0221
MATORRAL SARCOCAULE PROYECTO	97.592793		0.024	6.8342	1	255.6858	24,953.0914
Total	97.592793					255.6858	26,850.1135

Como se observa en la tabla IV.11, una vez realizado el proyecto, la pérdida de suelo es de 255.6858 ton/ha/año, dando como resultado un total de 26,850.1135 ton/año para el total de la superficie del proyecto.

El incremento de pérdida de suelo es de 177.0246 (Ton/ha/año), dando como total de pérdida de suelo para el total de la superficie en toneladas por año la cantidad de 20,137.58 (ton/año). La erosión presente se clasifica como severa.

Para el cálculo de la pérdida de suelo es importante también considerar la pérdida de suelo por causa del efecto del viento (Erosión eólica), por lo que a continuación se presenta el desarrollo del cálculo para el sistema ambiental y para el área donde se pretende desarrollar el proyecto objeto de este estudio.

Erosión Eólica

Para calcular la erosión eólica se tomó como referencia la metodología propuesta en el ordenamiento ecológico del estado de Coahuila (UAAAN, 1999).

Como primer paso se determinó si el área presenta erosión eólica, para lo cual es necesario calcular el periodo de crecimiento (PECRE), es decir, el número de días con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de la vegetación. El PECRE se calcula con la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{PECRE} &= .2408 (\text{Precipitación}) - .0000372 (\text{Precipitación})^2 - 33.1019 \\ \text{PECRE} &= 0.2408 (291.75) - 0.0000372 (291.75)^2 - 33.1019 \end{aligned}$$

$$\text{PECRE} = 33.9852$$

Una vez obtenido el PECRE, se calcula el índice de agresividad del viento (IAVIE), mediante la siguiente fórmula:

$$\text{IAVIE} = 160.8252 - .766 (\text{PECRE})$$

$$\text{IAVIE} = 160.8252 - .766 (33.9852)$$

$$\text{IAVIE} = 134.7926$$

Como regla de decisión se tiene que: si el valor de IAVIE es mayor de 20, se considera que el área de estudio es de influencia a la erosión laminar eólica, por tanto, el sistema ambiental presenta erosión eólica.

La obtención de las pérdidas potenciales de suelo en Ton/Ha/Año por erosión eólica (EROEO), se obtiene con la siguiente expresión:

$$\text{EROEO} = \text{IAVIE} * \text{CATEX} * \text{CAUSO}$$

Como se ha mencionado anteriormente se ha calculado ya el IAVIE, por lo tanto, como segundo paso se calcula el CATEX., que es el cálculo de textura y fase de los suelos presentes, tomando como referencia los valores que se presentan en la siguiente figura:

CATEX	Textura y Fase
0.2	1
0.3	2
0.1	3
0.5	Fase pedregosa o gravosa

Figura IV.17. Valores de CATEX

Debido a que en el sistema ambiental se presentan distintos tipos de suelo se hace la ponderación del valor de CATEX, (la clase textural del suelo se tomó de la temática de edafología de INEGI) tal como se presenta en la tabla IV.12, a continuación:

Tabla IV.12. Valores de CATEX para el sistema ambiental.

TIPO DE SUELO	ÁREA	TEXTURA	CLASS_TEXT	CATEX
Arenosol	Sistema ambiental	Gruesa	1	0.2
Calcisol	Sistema ambiental	Media	2	0.3
Regosol	Sistema ambiental	Gruesa	1	0.2
Leptosol	Sistema ambiental	Gruesa	1	0.5
Vertisol	Sistema ambiental	Fina	3	0.1
Solonchak	Sistema ambiental	Media	2	0.3
Regosol	Proyecto	Gruesa	1	0.2

Posteriormente se calcula el CAUSO, que se refiere al cálculo del índice por efecto del uso de suelo, para lo cual se toma como referencia los valores de la imagen siguiente.

CAUSO:

Cálculo de Calificación por Uso de Suelo (CAUSO) a partir de los valores que se presentan en la siguiente tabla y el mapa de Uso de Suelo y Vegetación de la Serie III del INEGI (2002).

CAUSO	Uso de Suelo y Vegetación
1.00	Suelo desnudo
0.80	Agrícola
0.10	Bosque
0.12	Pastizal o pradera
0.15	Matorral
0.0	Área urbana

Formula:

$$\text{CAUSO} = [(\% \text{ vegetación} * \text{CAUSO del tipo de vegetación}) + (\% \text{ vegetación} * \text{CAUSO de tipo de vegetación})] / 100$$

Figura IV.18. Valores de CAUSO

Debido a que se calcula la erosión por tipo de suelo, se pondera el valor de CAUSO por tipo de vegetación y/o uso de suelo de acuerdo a la superficie que ocupan los distintos tipos de suelo presentes en el sistema ambiental, el cálculo de dichos valores se presenta en la tabla IV.13, que se presenta a continuación.

Tabla IV.13. Valores de CAUSO para el sistema ambiental.

Tipo de suelo	CAUSO
ARENOSOL	0.25
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y PERMANENTE	0.8
AGRICULTURA DE RIEGO SEMIPERMANENTE Y PERMANENTE	0.8
ASENTAMIENTOS HUMANOS	0
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	0.15
MATORRAL SARCOCAULE	0.15
PASTIZAL INDUCIDO	0.12
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS	0.15
VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS	0.15
VEGETACIÓN HALÓFILO XERÓFILO	0.15
ZONA URBANA	0
CALCISOL	0.36
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y PERMANENTE	0.8
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y SEMIPERMANENTE	0.8
ASENTAMIENTOS HUMANOS	0
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	0.15
MATORRAL SARCOCAULE	0.15
MEZQUITAL XERÓFILO	0.15
Uso Minero	1
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS	0.15
ZONA URBANA	0
LEPTOSOL	0.32
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	0.15
MATORRAL SARCOCAULE	0.15
MEZQUITAL XERÓFILO	0.15
SIN VEGETACIÓN APARENTE	1
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS	0.15
REGOSOL	0.43
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	0.15
MATORRAL SARCOCAULE	0.15
SIN VEGETACIÓN APARENTE	1
Uso Minero	1
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS	0.15
VEGETACIÓN HALÓFILO XERÓFILO	0.15

Tipo de suelo	CAUSO
ARENOSOL	0.25
OLONCHAK	0.15
VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS	0.15
VEGETACIÓN HALÓFILA XERÓFILA	0.15
VERTISOL	0.24
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y PERMANENTE	0.8
PASTIZAL INDUCIDO	0.12
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS	0.15
VEGETACIÓN HALÓFILA XERÓFILA	0.15
ZONA URBANA	0
REGOSOL	0.15
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO PROYECTO	0.15
MATORRAL SARCOCAULE PROYECTO	0.15
Total general	

Finalmente, se desarrolla la fórmula con los valores obtenidos para cada variable para calcular la erosión eólica. Siendo las unidades de medida: ton/ha/año. Los valores de la Erosión Eólica se clasifican en cuatro rangos como se muestra en la figura IV.19 que se presenta a continuación.

Rangos	Clasificación
Mayor de 200 ton/ha/año	Muy alta
De 100 a 200 ton/ha/año	Alta
De 50 a 100 ton/ha/año	Media
Menor de 12 a 50 ton/ha/año	Baja
Menor de 12 ton/ha/año	Sin erosión

Figura IV.19. Rangos de clasificación para erosión eólica

Tabla IV.14. Cálculo de erosión eólica en condición actual

EROSION EOLICA EN EL SISTEMA AMBIENTAL EN CONDICION ACTUAL								
TIPO DE SUELO	PECR E	IAVIE	CATE X	CAUS O	Ton/ha/año	Superficie (ha)	Ton/año	VALORES DE EROSION
ARENOSOL	33.985 2	134.792 6	0.2	0.247	6.658755	30204.70976	201125.7621	Sin Erosión
CALCISOL	33.985 2	134.792 6	0.3	0.356	14.377878	39666.96144	570326.7322	Erosión Baja
LEPTOSOL	33.985 2	134.792 6	0.2	0.320	8.626727	8624.991144	74405.44398	Sin Erosión

EROSION EOLICA EN EL SISTEMA AMBIENTAL EN CONDICION ACTUAL								
TIPO DE SUELO	PECR E	IAVIE	CATE X	CAUS O	Ton/ha/año	Superficie (ha)	Ton/año	VALORES DE EROSION
REGOSOL	33.9852	134.7926	0.5	0.433	29.205064	3587.724039	104779.7102	Erosión Baja
SOLONCHAK	33.9852	134.7926	0.1	0.150	2.021889	332.541472	672.361945	Sin Erosión
VERTISOL	33.9852	134.7926	0.3	0.244	9.866819	2780.569053	27435.37156	Sin Erosión
REGOSOL PROYECTO	33.9852	134.7926	0.2	0.150	4.043778	129.768232	524.753922	Sin Erosión
					74.800910	85,327.26514	979,270.1359	

Como se observa en la tabla anterior en el sistema ambiental se pierden **74.800910** ton/ha/año, esta pérdida de suelo se clasifica como **media**.

Tabla IV.15. Cálculo de erosión eólica después del proyecto.

EROSION EOLICA EN EL SISTEMA AMBIENTAL DESPUES DE DEL PROYECTO.								
TIPO DE SUELO	PECR E	IAVIE	CATE X	CAUS O	Ton/ha/año	Superficie (ha)	Ton/año	VALORES DE EROSION
ARENOSOL	33.9852	134.7926	0.2	0.247	6.658755	30204.70976	201125.7621	Sin Erosión
CALCISOL	33.9852	134.7926	0.3	0.356	14.377878	39666.96144	570326.7322	Erosión Baja
LEPTOSOL	33.9852	134.7926	0.2	0.32	8.626727	8624.991144	74405.44398	Sin Erosión
REGOSOL	33.9852	134.7926	0.5	0.433	29.205064	3587.724039	104779.7102	Erosión Baja
SOLONCHAK	33.9852	134.7926	0.1	0.15	2.021889	332.541472	672.361945	Sin Erosión
VERTISOL	33.9852	134.7926	0.3	0.244	9.866819	2780.569053	27435.37156	Sin Erosión
REGOSOL PROYECTO	33.9852	134.7926	0.2	1	26.958520	129.768232	3498.359478	Erosión Baja
					97.715652	85,327.26514	982,243.7415	

Como se observa en la tabla anterior la pérdida de suelo en el sistema ambiental una vez que se realice el proyecto será de **97.715** ton/ha/año, resultando en un aumento de **22.9147** ton/ha/año, clasificando la pérdida como media, es decir que se perderán un total de **982,243.7415** ton/año.

Para realizar el cálculo de la erosión eólica para el área del proyecto, se siguió la metodología arriba mencionada, obteniendo los resultados que a continuación se presentan.

Tabla IV.16. Cálculo de erosión eólica en el área del proyecto en condición actual.

EROSION EOLICA EN EL AREA DEL PROYECTO EN CONDICION ACTUAL								
TIPO DE SUELO	PECRE	IAVIE	CATEX	CAUSO	Ton/ha/año	Superficie (ha)	Ton/año	VALORES DE EROSION
REGOSOL PROYECTO	33.9852	134.7926	0.2	0.150	4.043778	129.768232	524.753922	Sin Erosión

Como se observa en la tabla anterior, para el área del proyecto se pierden **4.043778** ton/ha/año y un total de **524.753922** toneladas al año para el total de la superficie, esta pérdida de suelo se clasifica como sin erosión.

Para calcular la pérdida de suelo después de realizado el retiro de la vegetación presente en el área del proyecto, se recalcula el valor de CAUSO ya que el uso del suelo cambia al retirar la vegetación, los valores de CATEX e IAVIE quedan sin recalcularse debido a que el tipo de suelo no cambia, tampoco el índice de la agresividad del viento IAVIE.

Tabla IV.17. Pérdida de suelo después de la ejecución del proyecto.

EROSION EOLICA EN EL AREA DE PROYECTO DESPUES DE EJECUTARSE EL PROYECTO								
TIPO DE SUELO	PECRE	IAVIE	CATEX	CAUSO	Ton/ha/año	Superficie (ha)	Ton/año	VALORES DE EROSION
REGOSOL PROYECTO	33.9852	134.7926	0.2	1	26.958520	129.768232	3498.359478	Erosión Baja

Como se observa en la tabla anterior, la pérdida de suelo en el área del proyecto una vez se ejecute el proyecto es de **26.958520** ton/ha/año la cual se clasifica como baja, y una pérdida de suelo de **3,498.359478** ton/año.

El aumento de pérdida de suelo por la ejecución del proyecto para el total del área del proyecto es de **2,973.605556** ton/año.

En resumen y al sumar la pérdida de suelo por erosión hídrica y erosión eólica una vez realizado el proyecto obtenemos el total del suelo que se va a perder, resultando este en **23,111.184856** ton/año para el total del área del proyecto.

Tabla IV.18 Pérdida de suelo total después de ejecutado el proyecto.

Aumento de pérdida de suelo erosión eólica por proyecto	2,973.605556	Ton/año
Aumento de pérdida de suelo erosión hídrica por proyecto	20,137.58	Ton/año
Pérdida de suelo total por ejecución de proyecto	23,111.184856	Ton/año

El tiempo efectivo para la realización del cambio de uso del suelo será de un año por lo que el cálculo de la pérdida de suelo se obtiene para este periodo de tiempo.

La memoria de cálculo se presenta en el anexo digital número 7.

IV. 2.3. Fisiografía

Para la descripción de la fisiografía del sistema ambiental 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.

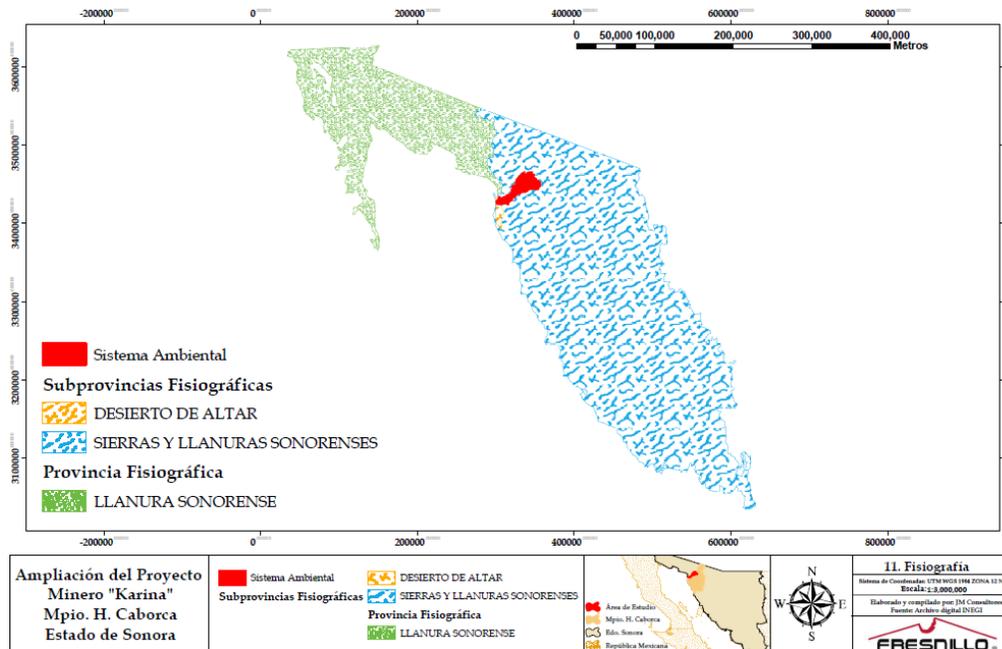


Figura IV. 20. Fisiografía

IV. 2. 4. Geología y Geomorfología.

IV. 2. 4. 1. Geología

La geología del sistema ambiental para el Proyecto (figura IV.21) cuenta con las siguientes características:

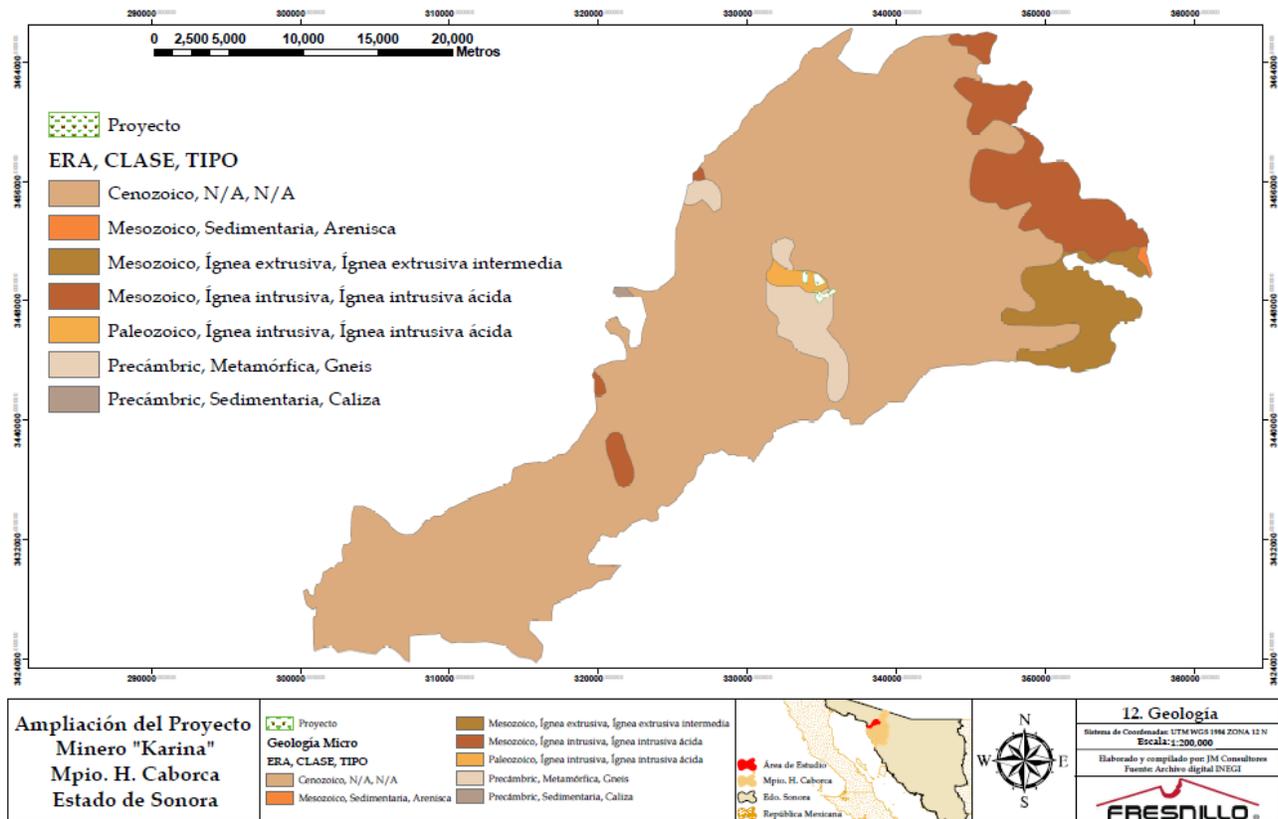


Figura IV.21. Geología

Era Cenozoica.

La era cenozoica o Cenozoico (antiguamente también era terciaria o Terciario), es una división de la escala temporal geológica que pertenece al eón Fanerozoico; dentro de este, el Cenozoico sigue al Mesozoico. Se inició hace unos 66 millones de años y se extiende hasta la actualidad.

Su nombre procede del idioma griego y significa "vida nueva" (de kainos, "nuevo" y zoe, "animal o vida").

En este periodo se vivió una intensa actividad de la Tierra, lo que hizo que los continentes (América, Europa, África, Asia y Oceanía) adquieran el aspecto y posición que tienen en la actualidad. Todo comienza cuando Australia se separa de Gondwana, formando el continente de Oceanía. Luego, la Antártida se mueve a su ubicación actual sobre el polo sur y, por último, Sudamérica queda unida a Norteamérica.

A ello se sumó la formación de cordilleras importantes como los Andes, los Alpes y el Himalaya.

Las plantas tuvieron que adaptarse al cambio que estaba teniendo el planeta. Se han encontrado fósiles de árboles y plantas subtropicales, como palmeras, en zonas como Alaska, el norte de Canadá y Groenlandia.

Aluvial. - Más que un tipo de roca, estas zonas se conocen como suelos poco evolucionados que se constituyen como depósitos recientes de los valles, cuyas características dependen del material arrastrado por las corrientes de la superficie.

Era Paleozoica.

La era paleozoica, el Paleozoico, el Primario o la era primaria es una división de la escala temporal geológica que pertenece al eón Fanerozoico; dentro de este, el Paleozoico precede al Mesozoico. De más de 290 millones de años (m.a.) de duración, se inició hace 541 millones de años y acabó hace unos 252 m.a. Su nombre procede del griego «palaio/παλαιο» («viejo») y «zoe/ζωη» («vida»), que significa «vida antigua».

Geológicamente, el Paleozoico se inicia poco después de la desintegración del súper continente Pannotia y acaba con la formación del súper continente Pangea. Durante la mayor parte de la era, la superficie de la Tierra se divide en un número relativamente pequeño de continentes.

El Paleozoico abarca desde la proliferación de animales con concha o exoesqueleto hasta el momento en que el mundo empezó a ser dominado por los grandes reptiles y por plantas relativamente modernas, como las coníferas.

Era Precámbrica.

El supereón Precámbrico es una división informal de la escala temporal geológica, es la primera y más larga etapa de la historia de la Tierra – más del 88 % –, que engloba los eones Hádico, Arcaico y Proterozoico. Este supereón comenzó cuando se formó la Tierra, hace entre 4567,9 y 4570,1 millones de años y terminó hace 542,0 ($\pm 1,0$) millones de años. Duró aproximadamente 4027 millones de años y dio paso al Eón Fanerozoico / Era Paleozoica / Período Cámbrico. El estudio del Precámbrico es muy complejo, pues en general las rocas formadas durante este tiempo están muy transformadas por diferentes ciclos orogénicos (deformación tectónica, metamorfismo, etc.) y los fósiles son muy escasos.

Las rocas precámbricas son principalmente ígneas y metamórficas.

Fallas y fracturas

Las fallas y fracturas son una discontinuidad del terreno producto de la deformación en cualquier tipo de roca de la corteza terrestre, estas pueden originarse por esfuerzos tectónicos, enfriamiento de rocas y por la contracción y/o expansión de las capas superficiales de la corteza, la presencia de fallas y fracturas no afectan el proyecto debido al tipo de estructura que se utilizará para la construcción.

Las fracturas son superficies a lo largo de las cuales una roca o mineral se ha roto o ha perdido cohesión. Las fracturas se distinguen por el movimiento relativo que ha ocurrido a lo largo de ellas durante su formación.

No existen fallas ni fracturas en el área del proyecto tampoco dentro del sistema ambiental.

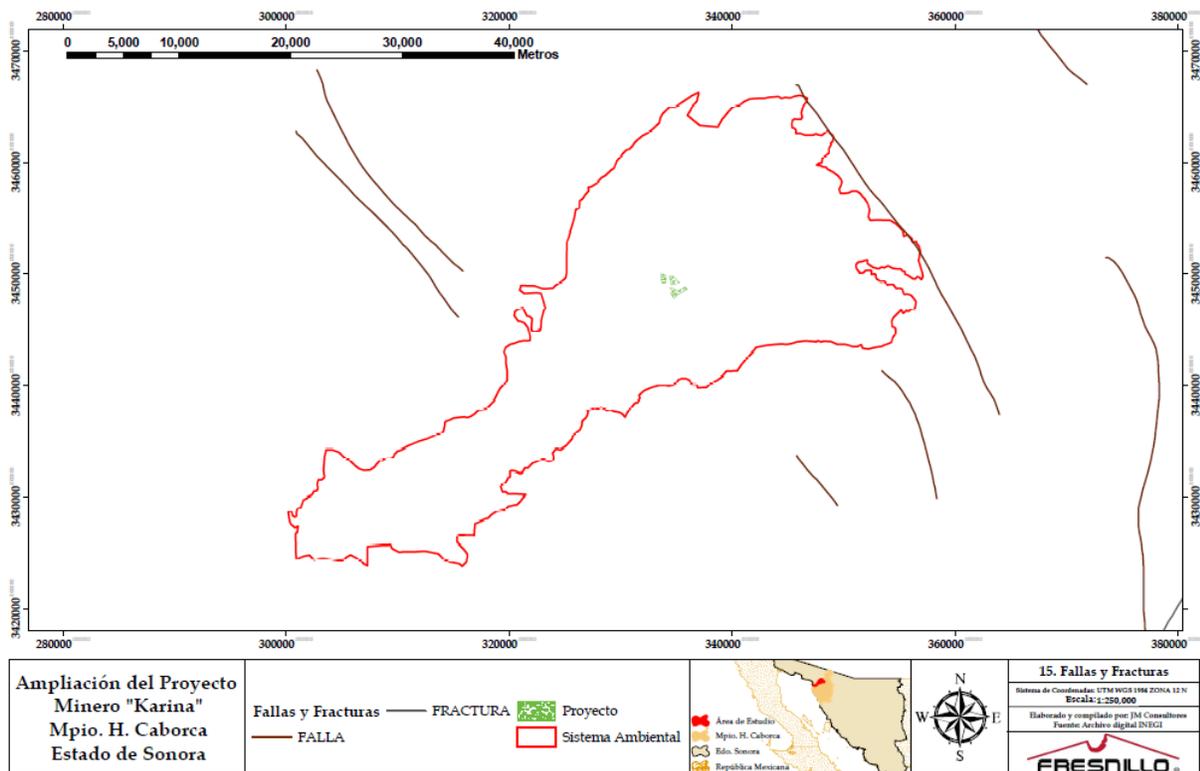


Figura IV.22. Fallas y fracturas.

IV. 2. 4. 1. 1. Geología histórica

La era Cenozoica es la era geológica que se inició hace unos 65,5 ±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 súper continente 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 del sistema ambiental y corresponden a montañas y lomeríos de bloque con disección, con una diferencia altitudinal de 1,014 m entre el punto más alto del sistema ambiental 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.

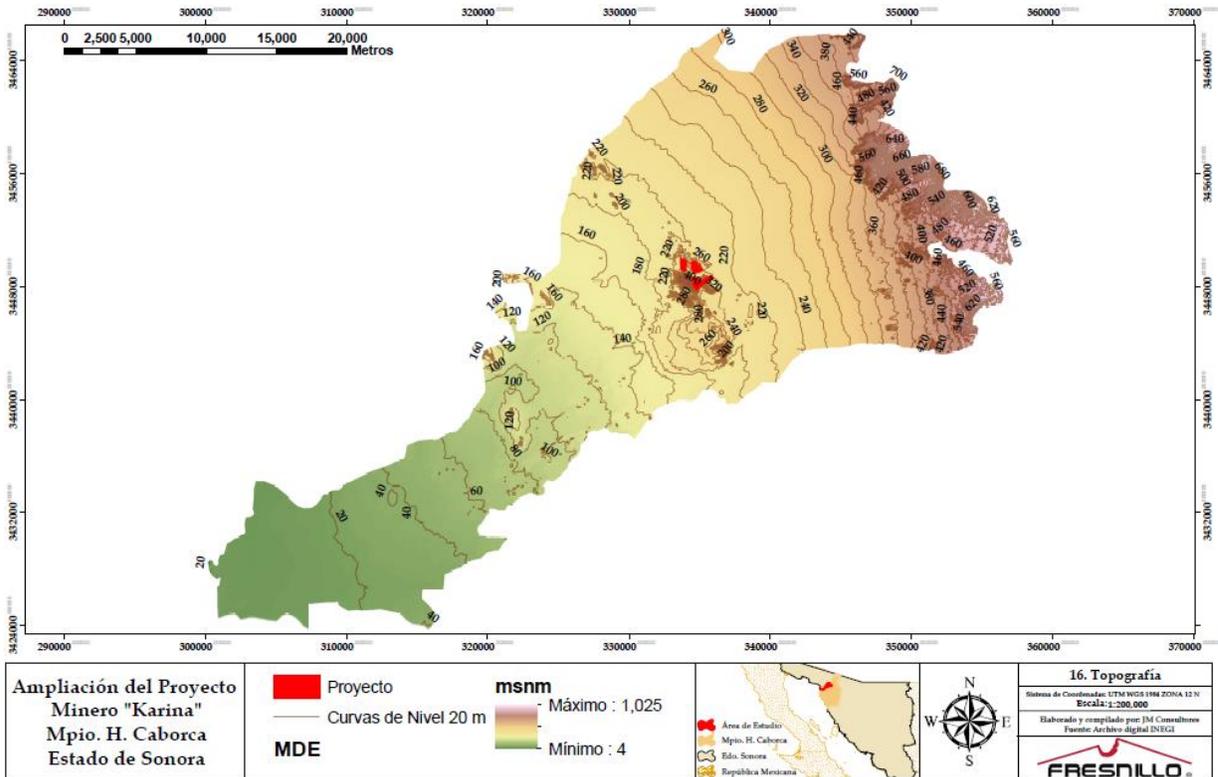


Figura IV.23. Topografía

En general el área donde se ubica la zona que pretende desmontarse, presenta pendientes medias (figura IV.24). Los rangos altitudinales del área van desde los 206 msnm a 406 msnm con una diferencia altitudinal de 200 m.

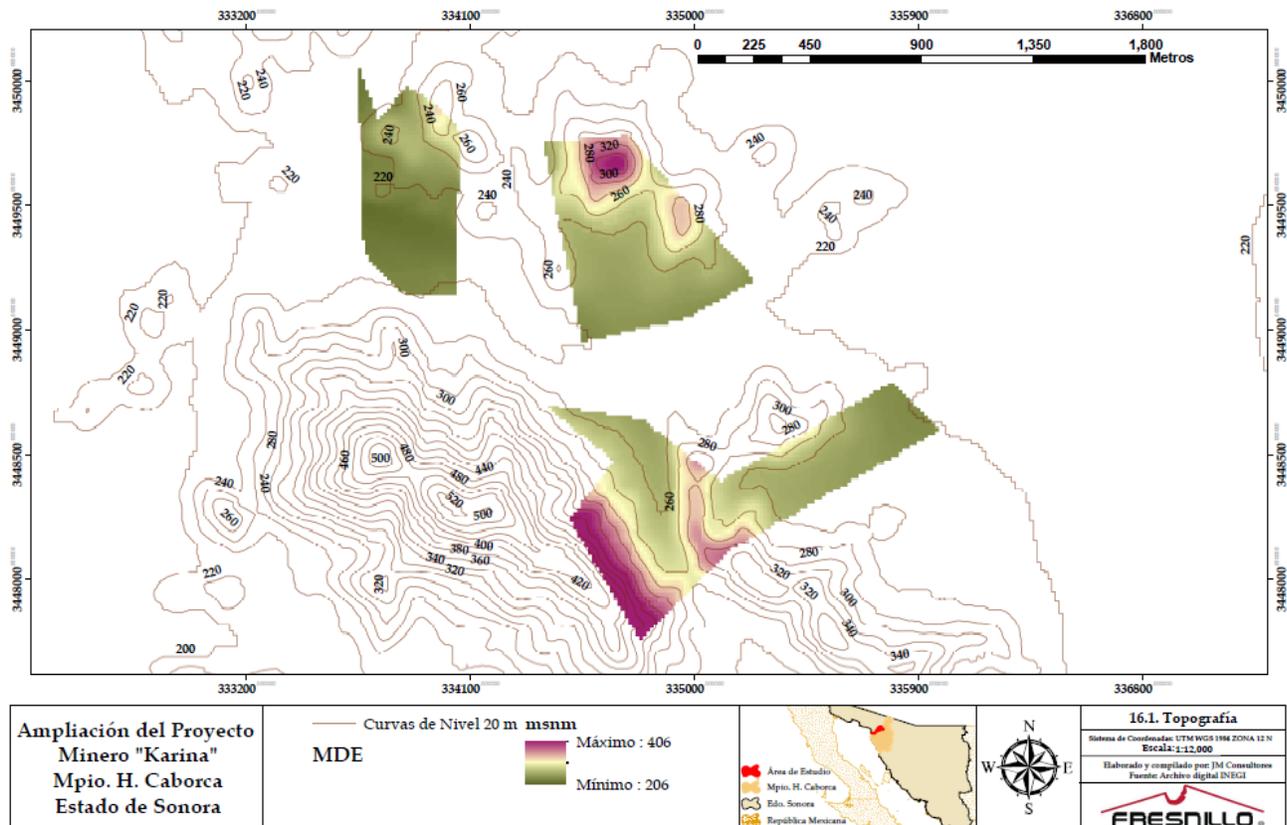


Figura IV.24. Topografía del área del proyecto

IV. 2. 6. Exposición

En la tabla IV.19 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 el sistema ambiental se encuentran los siguientes valores de exposición.

Tabla IV.19. Exposiciones del sistema ambiental.

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.25) 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.

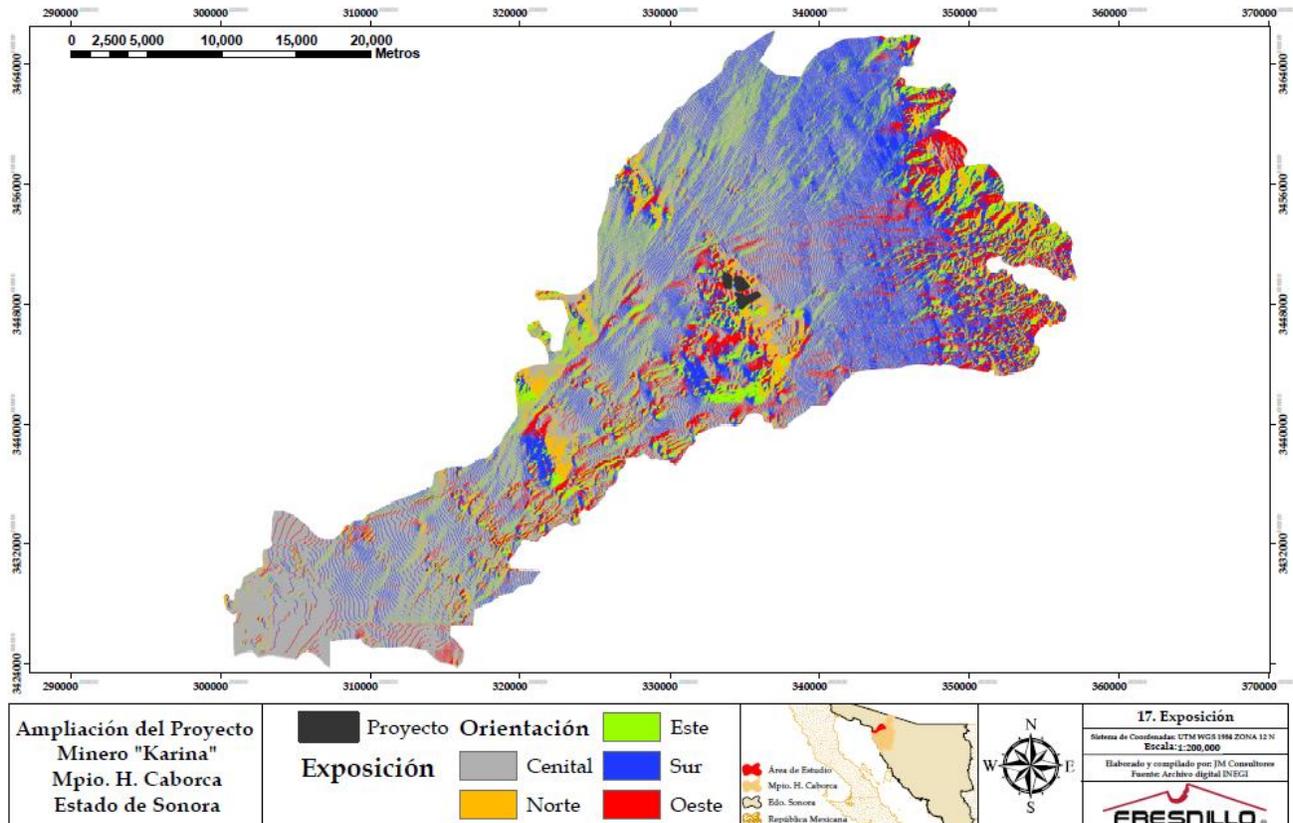


Figura IV. 25. Exposición en el sistema ambiental.

Las exposiciones en el área del proyecto se calcularon para los cuatro puntos cardinales (Norte, Este, Sur y Oeste) además de la exposición Cenital. En la siguiente tabla se muestran las superficies para cada exposición dentro del área donde se pretende desarrollar el proyecto, encontrándose con exposiciones en el área para las exposiciones Norte, Este, Sur, Oeste y Cenital.

Tabla IV.20. Exposiciones en el área del proyecto.

Orientación	Ha	% Superficie
cenital	29.931711	23%
oeste	36.214414	28%
norte	28.76118	22%

Orientación	Ha	% Superficie
sur	22.716693	18%
este	12.144233	9%
Total	129.76823	100%

Para el área del proyecto, la exposición predominante es la exposición Oeste con un 28% de la superficie total del área del proyecto, y la exposición que menos superficie representa en el área del proyecto es la exposición Este con un 9% del total de la superficie.

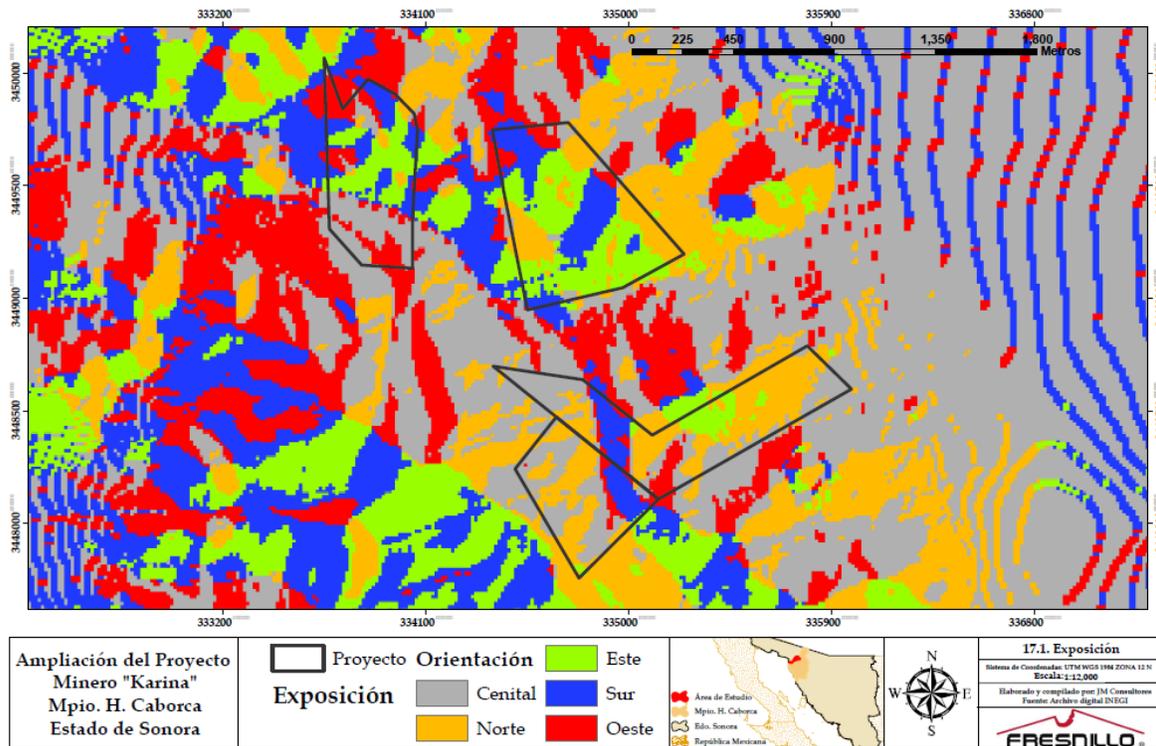


Figura IV. 26. Exposición en el área del proyecto.

IV. 2. 7. Pendiente

En este apartado se realizará un análisis del parámetro pendiente (tabla IV.21 y figura IV.27) presentes en el sistema ambiental.

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

Tabla IV.21. Clasificación de pendientes en el sistema ambiental.

Rango de Pendiente	Área total (Ha)	Porcentaje
0 a 5	76,332.57061	89.46%
5 a 15	4,485.966934	5.26%
15 a 30	2,739.247701	3.21%
>30	1,769.94131	2.07%
	85,327.2651	100.00%

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

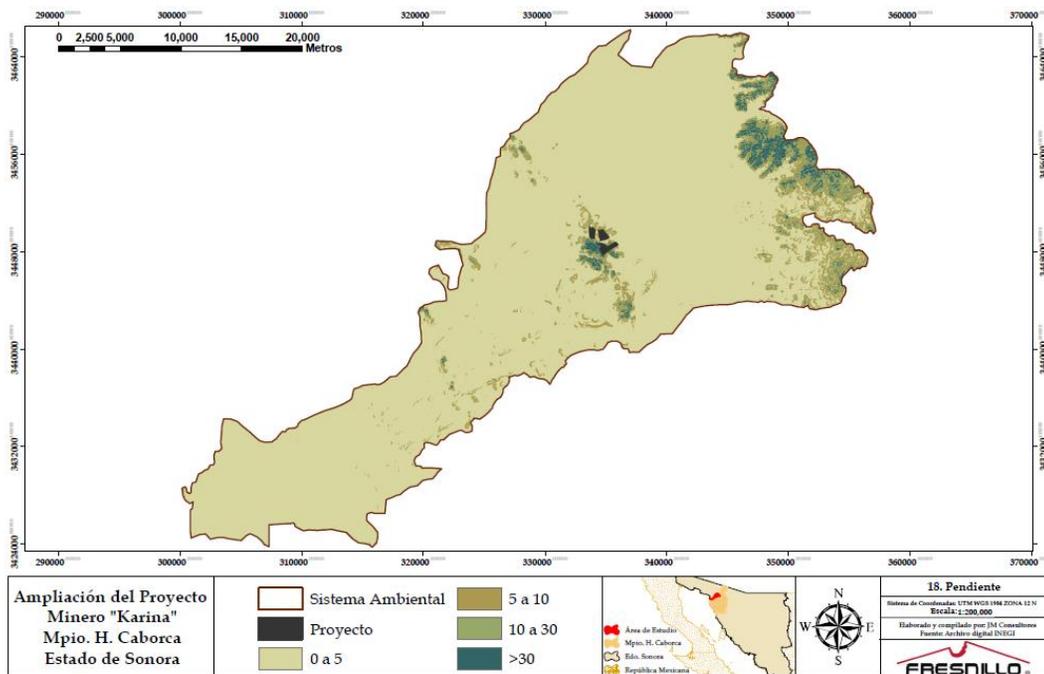


Figura IV.27. Pendiente en el sistema ambiental.

Las pendientes (figura IV.28) que presenta el polígono donde se pretende desarrollar el proyecto, son las que se presentan en la tabla siguiente.

Tabla IV.22. Pendientes del área del proyecto.

Rango	ha	%
0 a 5	39.301558	30%
5 a 10	44.377059	34%
10 a 30	29.266338	23%
>30	16.823258	13%
Totales	129.76823	100%

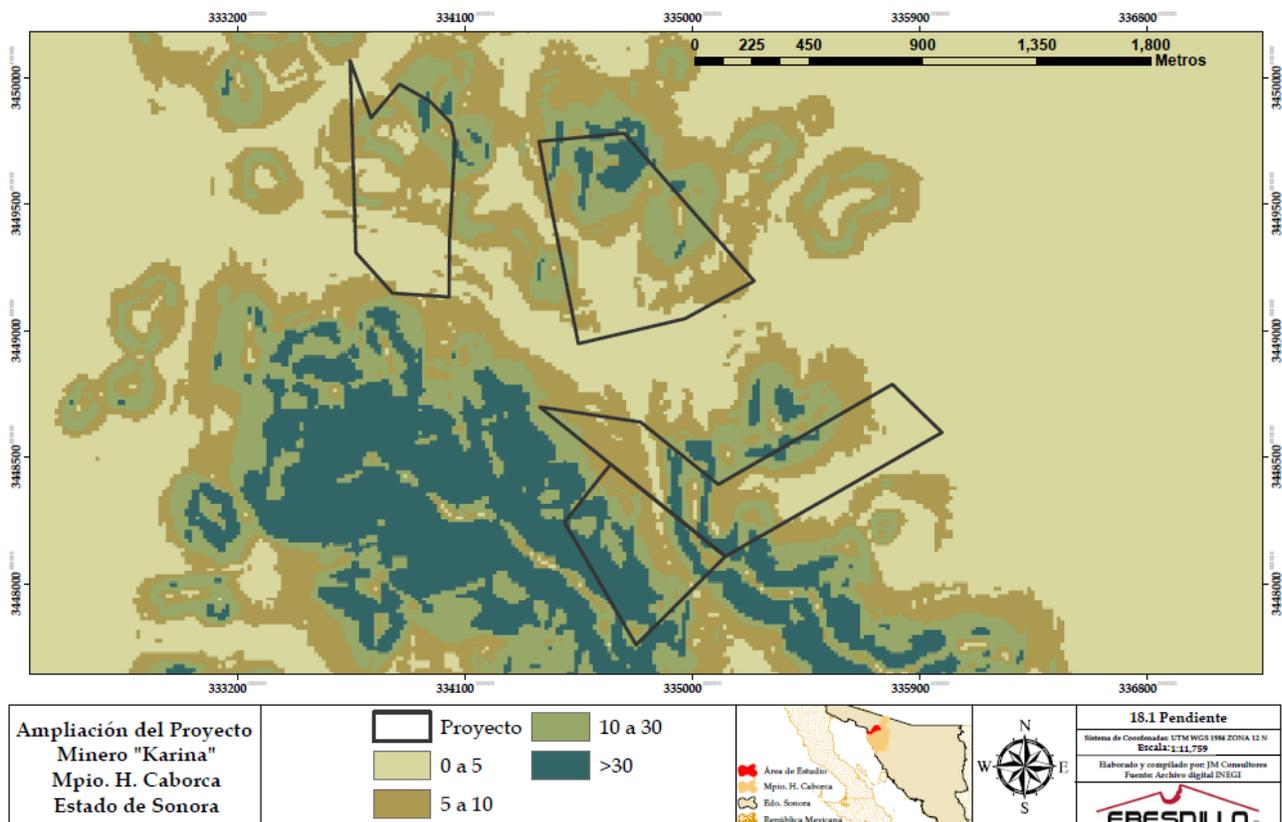


Figura IV.28. Pendientes presentes en el área de afectación.

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.23. Región Hidrológica 8, Sonora Norte

Región Hidrológica	Extensión Territorial Continental (Km ²)	Precipitación Normal Anual 1941-2000 (mm)	Coefficiente 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.29) 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 10.5 en el módulo de Hidrología.

Como se observa en la figura siguiente las corrientes principales son las de orden 3, 4 y 5, estas son intermitentes y llevan agua solamente en temporada de lluvias; no existen cuerpos de agua embalsamados dentro del sistema ambiental de estudio.

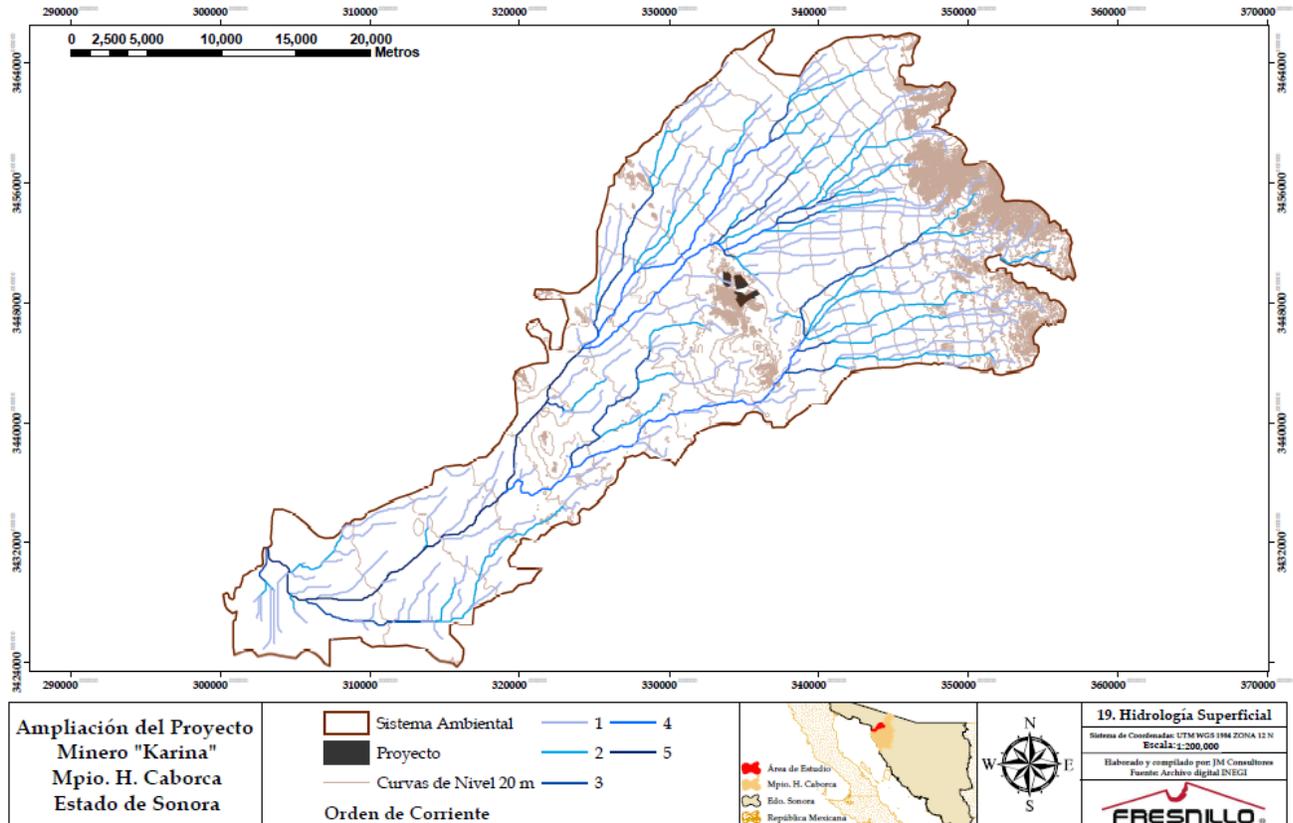


Figura IV.29. Hidrología superficial del sistema ambiental.

Una vez caracterizado el sistema ambiental se utilizaron las siguientes fórmulas para calcular la evapotranspiración, escurrimiento e infiltración del sistema ambiental donde se pretende desarrollar el proyecto en condiciones actuales y comparándolas una vez que se ejecute el proyecto.

Para determinar la precipitación media anual a utilizar durante el cálculo se derivó del promedio estimado de temperaturas y precipitaciones, se tomó como base las estaciones Rancho Bahía, Tajitos, El plomo y Quitovac I.

La precipitación promedio fue calculada estadísticamente con base mensual de los datos climatológicos registrados en las estaciones mencionadas, resultando una precipitación promedio anual de 291.75 mm y una temperatura promedio de 21.59 °C.

La fórmula que se utilizó para desarrollar el cálculo del balance hídrico del proyecto, es la siguiente:

$$BH = P - (Eva + Esc + Inf)$$

Dónde:

BH= Balance Hídrico

P= Precipitación (volumen precipitado)

Eva= Evapotranspiración

Esc= Escurrimiento Superficial

Inf= Infiltración

Volumen de Agua Precipitado (P)

El volumen de agua que precipita en el sistema ambiental, se estima con la precipitación media anual y con la superficie de la misma, para lo cual se ha determinado que el valor de la precipitación corresponde a 248, 942,296.048867 de m³ como se señala en la tabla IV.24.

Tabla IV.24. Volumen de agua precipitado

Precipitación (mm)	Precipitación (m)	Área (ha)	Área (m ²)	Precipitación (m ³)
291.75	0.29175	85,327.265141	853,272,651.41	248,942,296.048867

Evapotranspiración (Eva)

La evapotranspiración es un componente fundamental del balance hídrico y un factor clave en la interacción entre la superficie terrestre y la atmósfera. Su cuantificación se hace precisa en contextos diferentes tales como la producción vegetal, la planificación y gestión de recursos hídricos o estudios ambientales y ecológicos (Becerra, 1999).

Para el cálculo de la evapotranspiración se utilizó el método de COUTAGNE empleando la siguiente fórmula:

$$ETR = P - \chi P^2$$

Dónde:

ETR = Evapotranspiración m/año

P = precipitación en m/año

$\chi = 1 / (0.8 + 0.14 t)$

t = temperatura media anual en °C

Tabla IV.25. Evapotranspiración

Precipitación (m)	X	Temperatura °C	Evapotranspiración (m)	
291.75	0.261603	21.59	0.269483	m/año
			229,942.473920	m ³

Se tiene un volumen de agua precipitado de 248, 942,296.048867 m³ y una evapotranspiración de 229,942.473920 m³.

Escurrimiento (Esc)

Para el cálculo del escurrimiento en el área considerada para el sistema ambiental se toma como referencia el método mencionado en la NOM-011-CONAGUA-2015 en el apartado A.1.2.1.2 en inciso B, en donde para calcular el coeficiente de escurrimiento se toman en consideración los tipos de vegetación y/o usos de suelo que sustenta la superficie del sistema ambiental en combinación con los tipos de suelo que se encuentran en el área. Para desarrollar el cálculo se incluyen dos fórmulas y se define la fórmula que se usará de acuerdo con el valor ponderado para K.

- Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

K: PARÁMETRO QUE DEPENDE DEL TIPO Y USO DE SUELO	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO ANUAL (Ce)
Si K resulta menor o igual que 0,15	$Ce = K (P-250) / 2000$
Si K es mayor que 0,15	$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0,15) / 1.5$

Figura IV.30. Fórmulas para calcular coeficiente de escurrimiento

Para el caso del área del sistema ambiental, el valor calculado para K es de 0.174860 Y 0.174952 para antes y después del proyecto respectivamente, al ser mayor a 0.15 se utilizó la siguiente fórmula para calcular el coeficiente de escurrimiento.

$$C_e = K(P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$$

Dónde

C_e = Coeficiente de escurrimiento

P = Precipitación (mm)

K = Valor ponderado de acuerdo a tipo de vegetación y/o uso de suelo y tipo de suelo

TABLA 1 VALORES DE K, EN FUNCIÓN DEL TIPO Y USO DE SUELO

TIPO DE SUELO	CARACTERÍSTICAS		
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos		
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos		
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas		
USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,26	0,30
Cultivos:			
En Hileras	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera	0,24	0,27	0,30
Granos pequeños	0,24	0,27	0,30
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco -	0,14	0,20	0,28
Del 50 al 75% - Regular -	0,20	0,24	0,30
Menos del 50% - Excesivo -	0,24	0,28	0,30
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0,07	0,16	0,24
Cubierto del 50 al 75%	0,12	0,22	0,26
Cubierto del 25 al 50%	0,17	0,26	0,28
Cubierto menos del 25%	0,22	0,28	0,30
Zonas urbanas	0,26	0,29	0,32
Caminos	0,27	0,30	0,33
Pradera permanente	0,18	0,24	0,30

Figura IV.31. Valores de factor K en función del tipo y uso de suelo.

A continuación, en la tabla IV.26 y tabla IV.27 se presentan los valores de K para ponderar el valor final de K para el sistema ambiental en condiciones actuales y en condiciones para después de realizado el proyecto.

Tabla IV.26 Cálculo de K para el sistema ambiental en condición actual

Cálculo del factor de K en condición actual			
Uso de suelo y vegetación	Área (Ha)	Factor K	Factor K Ponderado
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y PERMANENTE			
ARENOSOL	47.406846	0.27	0.0001500089
CALCISOL	0.052486	0.24	0.0000001476
VERTISOL	2141.959667	0.24	0.0060246900
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y SEMIPERMANENTE			
CALCISOL	105.056798	0.24	0.0002954933
AGRICULTURA DE RIEGO SEMIPERMANENTE Y PERMANENTE			
ARENOSOL	28.847665	0.27	0.0000912823
ASENTAMIENTOS HUMANOS			
ARENOSOL	14.526459	0.29	0.0000493708
CALCISOL	16.422115	0.26	0.0000500397
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO			
ARENOSOL	2175.70732	0.22	0.0056096443
CALCISOL	37931.69838	0.12	0.0533452443
LEPTOSOL	1454.460132	0.12	0.0020454800
REGOSOL	824.818932	0.12	0.0011599841
MATORRAL SARCOCAULE			
ARENOSOL	5.105709	0.22	0.0000131641
CALCISOL	759.779269	0.12	0.0010685156
LEPTOSOL	6926.497952	0.12	0.0097410804
REGOSOL	828.647539	0.12	0.0011653685
MEZQUITAL XERÓFILO			
CALCISOL	321.226423	0.12	0.0004517568
LEPTOSOL	14.271306	0.12	0.0000200705
PASTIZAL INDUCIDO			
ARENOSOL	534.174104	0.24	0.0015024715
VERTISOL	400.097699	0.2	0.0009377957

Cálculo del factor de K en condición actual			
Uso de suelo y vegetación	Área (Ha)	Factor K	Factor K Ponderado
SIN VEGETACIÓN APARENTE			
LEPTOSOL	14.008382	0.26	0.0000426848
REGOSOL	201.588159	0.26	0.0006142576
Uso Minero			
CALCISOL	0.194351	0.26	0.0000005922
REGOSOL	194.644183	0.26	0.0005930987
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS			
ARENOSOL	25849.74646	0.26	0.0787665475
CALCISOL	521.528299	0.17	0.0010390560
LEPTOSOL	215.753372	0.17	0.0004298517
REGOSOL	1049.19913	0.17	0.0020903500
VERTISOL	215.180291	0.17	0.0004287100
VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS			
ARENOSOL	75.804188	0.26	0.0002309823
SOLONCHAK	10.326746	0.26	0.0000314665
VEGETACIÓN HALÓFILA XERÓFILA			
ARENOSOL	1439.833702	0.26	0.0043873053
REGOSOL	488.826096	0.17	0.0009739025
SOLONCHAK	322.214726	0.26	0.0009818178
VERTISOL	23.324633	0.17	0.0000464703
ZONA URBANA			
ARENOSOL	33.557302	0.29	0.0001140505
CALCISOL	11.003321	0.26	0.0000335281
VERTISOL	0.006763	0.26	0.0000000206
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO PROYECTO			
Regosol	32.175439	0.22	0.0000829582
MATORRAL SARCOCAULE PROYECTO			
Regosol	97.592793	0.22	0.0002516243
TOTAL	85327.26514		
Factor K ponderado en condición actual para el sistema ambiental			0.1748608835

Tabla IV.27. Cálculo de factor K para después de realizado el proyecto.

Cálculo del factor de K en condición después de la ejecución del proyecto			
Uso de suelo y vegetación	Área (Ha)	Factor K	Factor K Ponderado
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y PERMANENTE			
ARENOSOL	47.406846	0.27	0.00015000889
CALCISOL	0.052486	0.24	0.00000014763
VERTISOL	2141.959667	0.24	0.00602468999
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y SEMIPERMANENTE			
CALCISOL	105.056798	0.24	0.00029549326
AGRICULTURA DE RIEGO SEMIPERMANENTE Y PERMANENTE			0.00000000000
ARENOSOL	28.847665	0.27	0.00009128231
ASENTAMIENTOS HUMANOS			
ARENOSOL	14.526459	0.29	0.00004937077
CALCISOL	16.422115	0.26	0.00005003969
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO			
ARENOSOL	2175.70732	0.22	0.00560964435
CALCISOL	37931.69838	0.12	0.05334524431
LEPTOSOL	1454.460132	0.12	0.00204548002
REGOSOL	824.818932	0.12	0.00115998411
MATORRAL SARCOCAULE			
ARENOSOL	5.105709	0.22	0.00001316409
CALCISOL	759.779269	0.12	0.00106851558
LEPTOSOL	6926.497952	0.12	0.00974108045
REGOSOL	828.647539	0.12	0.00116536847
MEZQUITAL XERÓFILO			
CALCISOL	321.226423	0.12	0.00045175678
LEPTOSOL	14.271306	0.12	0.00002007045
PASTIZAL INDUCIDO			
ARENOSOL	534.174104	0.24	0.00150247151
VERTISOL	400.097699	0.2	0.00093779567
SIN VEGETACIÓN APARENTE			
LEPTOSOL	14.008382	0.26	0.00004268482
REGOSOL	201.588159	0.26	0.00061425760
Uso Minero			

Cálculo del factor de K en condición después de la ejecución del proyecto			
Uso de suelo y vegetación	Área (Ha)	Factor K	Factor K Ponderado
CALCISOL	0.194351	0.26	0.00000059221
REGOSOL	194.644183	0.26	0.00059309867
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS			
ARENOSOL	25849.74646	0.26	0.07876654747
CALCISOL	521.528299	0.17	0.00103905605
LEPTOSOL	215.753372	0.17	0.00042985174
REGOSOL	1049.19913	0.17	0.00209035004
VERTISOL	215.180291	0.17	0.00042870997
VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS			
ARENOSOL	75.804188	0.26	0.00023098231
SOLONCHAK	10.326746	0.26	0.00003146654
VEGETACIÓN HALÓFILA XERÓFILA			
ARENOSOL	1439.833702	0.26	0.00438730530
REGOSOL	488.826096	0.17	0.00097390249
SOLONCHAK	322.214726	0.26	0.00098181781
VERTISOL	23.324633	0.17	0.00004647035
ZONA URBANA			
ARENOSOL	33.557302	0.29	0.00011405050
CALCISOL	11.003321	0.26	0.00003352813
VERTISOL	0.006763	0.26	0.00000002061
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO PROYECTO			
Regosol	32.175439	0.28	0.00010558317
MATORRAL SARCOCAULE PROYECTO			
Regosol	97.592793	0.28	0.00032024913
TOTAL	85327.26514		
Factor K ponderado en condición actual para el sistema ambiental			0.17495213325

Una vez obtenido el valor de K se pasa a calcular el coeficiente de escurrimiento.

Coefficiente de escurrimiento para condición actual

Dónde:

$$C_e = K (P-250) / 2000 + (K- 0.15) / 1.5$$

$$C_e = 0.1748608835 (291.75-250) / 2000 + (0.1748608835 - 0.15) / 1.5$$

$$C_e = 0.020224$$

Coefficiente de escurrimiento para condición después de ejecución del proyecto

Dónde:

$$C_e = K(P-250) / 2000 + (K- 0.15) / 1.5$$

$$C_e = 0.17495213325 (291.75-250) / 2000 + (0.17495213325- 0.15) / 1.5$$

$$C_e = 0.020287$$

Entonces;

Volumen Medio Anual de Escurrimiento Natural = P * At * Ce

Para condición actual:

$$P = \text{Precipitación anual en metros} = 0.29175\text{m.}$$

$$C_e = \text{Coeficiente de escurrimiento anual adimensional} = 0.020224$$

$$A_t = \text{Área total del sistema ambiental} = 853,272,651.41 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, se obtiene un volumen de escurrimiento medio de 5,034,658.783752 m³/año en condición actual para el sistema ambiental, es decir previo a que se realice el proyecto.

Para la condición después de ejecutar el proyecto:

$$P = \text{Precipitación anual en metros} = 0.29175 \text{ m.}$$

$$C_e = \text{Coeficiente de escurrimiento anual adimensional} = 0.020287$$

$$A_t = \text{Área total del sistema ambiental} = 853,272,651.41 \text{ m}^2.$$

Por lo tanto, se obtiene un volumen de escurrimiento medio de 5,050,267.465714 m³/año en condición una vez que se realice el proyecto.

Infiltración (Inf)

La infiltración puede ser calculada a partir de la diferencia resultante entre la precipitación total menos el volumen medio de escurrimiento, menos la evapotranspiración.

$$\text{Infiltración} = P - \text{ETR} - V_m$$

Dónde:

P = Precipitación total (m³)

ETR = Evapotranspiración (m³)

V_m = Volumen de escurrimiento (m³).

Entonces para condiciones actuales en el sistema ambiental se obtiene:

$$P = 248,942,296.048867$$

$$\text{ETR} = 229,942.47392$$

$$V_m = 5,034,658.783752$$

$$\text{Infiltración} = 243,677,694.791196 \text{ m}^3$$

Para condiciones después de realizado el proyecto, en el sistema ambiental se obtiene:

$$P = 248,942,296.048867$$

$$\text{ETR} = 229,942.47392$$

$$V_m = 5,050,267.465714$$

$$\text{Infiltración} = 243,662,086.109233 \text{ m}^3$$

Balance hidrológico del sistema ambiental

El balance hidrológico representa el volumen y porcentaje de agua y su distribución, partiendo de la precipitación total hacia la cantidad que se convierte en escurrimiento superficial, evapotranspiración e infiltración, como se muestra en tablas IV.28 y IV.29.

Tabla IV.28. Balance hídrico para el sistema ambiental en condición actual

Balance hídrico del sistema ambiental antes de proyecto (m ³)		Porcentaje
PRECIPITACIÓN	248,942,296.048867	
INFILTRACION	243,677,694.79119600	97.89
ESCURRIMIENTO	5,034,658.78375200	2.02
EVAPOTRANSPIRACIÓN	229,942.4739200	0.09
Total	248,942,296.048867	100.00

Tabla IV.29. Balance hídrico para el sistema ambiental en condición después de proyecto.

Balance hídrico del sistema ambiental después de proyecto (m ³)		Porcentaje
PRECIPITACIÓN	248,942,296.048867	
INFILTRACION	243,662,086.10923300	97.88
ESCURRIMIENTO	5,050,267.46571400	2.03
EVAPOTRANSPIRACIÓN	229,942.4739200	0.09
Total	248,942,296.048867	100.00

A continuación se presenta el cálculo del balance hídrico para el área donde se pretende desarrollar el proyecto, en condición actual y después de ejecutarse el proyecto.

Tal como se observa en la figura IV.32 existe un escurrimiento superficial que es intermitente, de orden menor y que no cuentan con alguna denominación (nombre); es importante mencionar que dicho escurrimiento es intermitente, es decir, solo presenta agua en época de lluvias; sin embargo, no se construirán obras en el curso de este arroyo por lo que no se verá afectado su cauce.

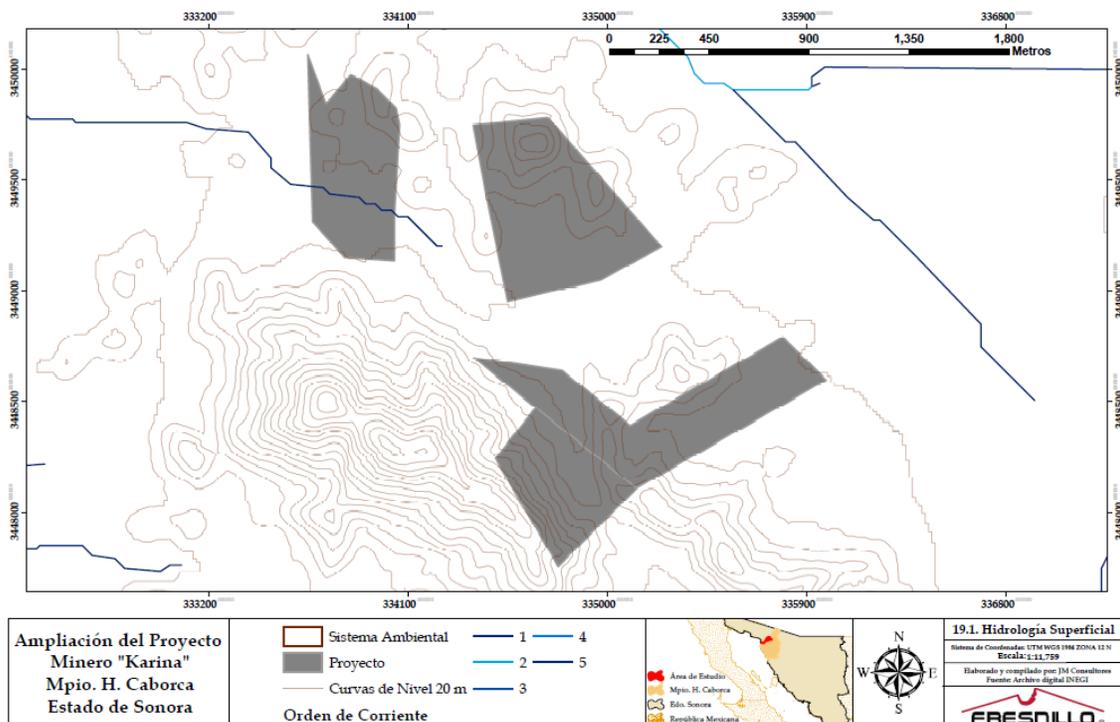


Figura IV.32. Hidrología superficial área del proyecto.

Tabla IV.30. Información de la corriente que incide en área del proyecto.

Propiedad	Valor
Longitud	3,176 m
Pendiente Media	9.82%
Tiempo de Concentración	22.64 (minutos)
Área Drenada	1.26 km ²
Periodo de Retorno	1 año
Coeficiente de escurrimiento	0.05
Lluvia	29,175 mm
Intensidad de Lluvia	77.318.90 mm/h
Caudal pico	1,387.17 m ³ /s

Una vez aplicada la metodología arriba mencionada que se utilizó para obtener el balance hídrico en el sistema ambiental donde se encuentra el proyecto, los resultados para el área del proyecto.

Como ya se mencionó el balance hidrológico representa el volumen y porcentaje de agua y su distribución, partiendo de la precipitación total hacia la cantidad que se convierte en

escurrimiento superficial, evapotranspiración e infiltración, como se muestra en tablas IV.31 y IV.32.

Tabla IV.31. Balance hídrico para el área del proyecto en condición actual

Balance hídrico del área del proyecto antes de su ejecución (m3)	
PRECIPITACIÓN	378,598.816900
INFILTRACION	358,842.138222
ESCURRIMIENTO	19,406.975353
EVAPOTRANSPIRACIÓN	349.703325

Tabla IV.32. Balance hídrico para el área del proyecto en condición después de ejecutar el proyecto.

Balance hídrico del área del proyecto después de su ejecución (m3)	
PRECIPITACIÓN	378,598.816900
INFILTRACION	343,224.179829
ESCURRIMIENTO	35,024.933746
EVAPOTRANSPIRACIÓN	349.703325

La pérdida de infiltración que va a haber por motivo del desarrollo del proyecto es de **15,617.958393 m³** lo cual representa un **4.35%** de perdida de volumen de infiltración para el área del proyecto.

Se anexa memoria de cálculo en formato digital en el anexo 7.

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.

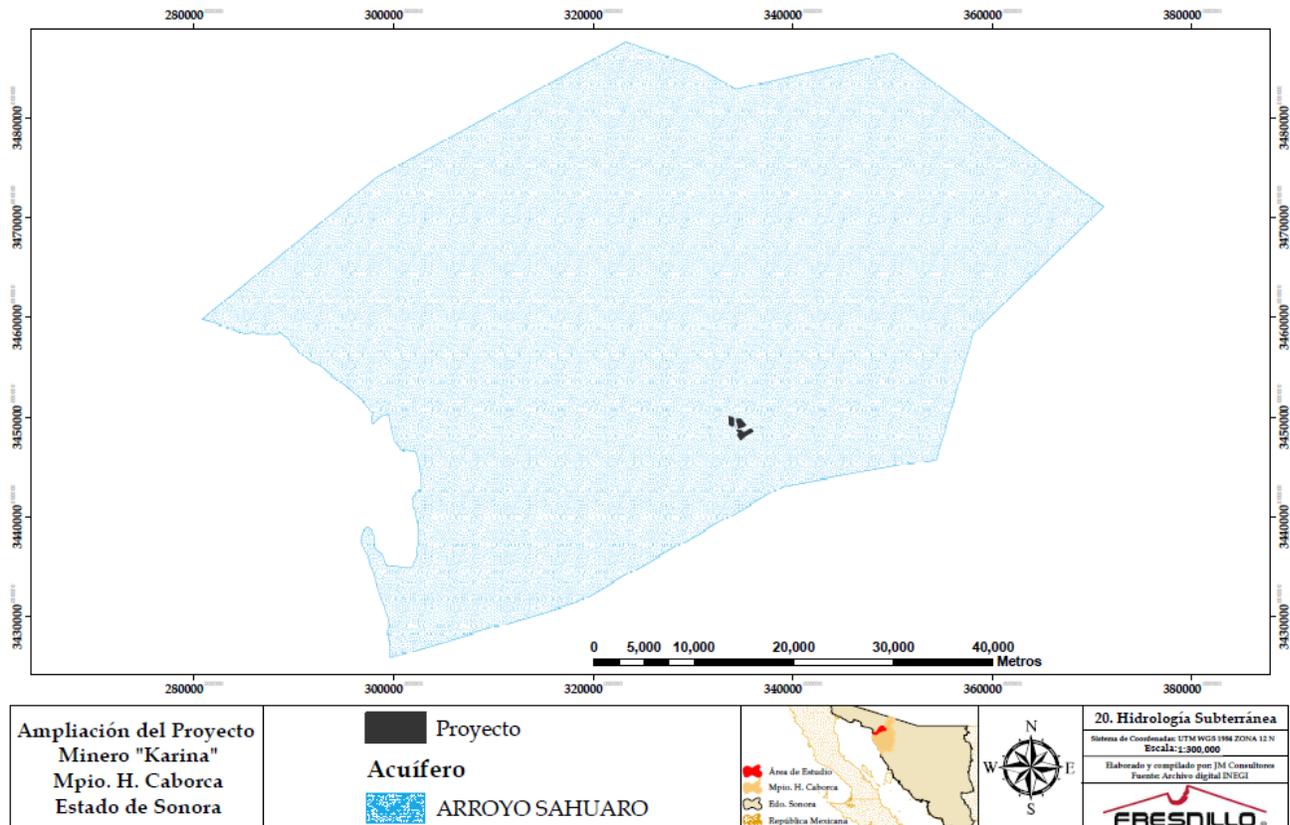


Figura IV.33. Acuífero de ocupación

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.

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

Tabla IV.33. Usos de suelo y tipos de vegetación del sistema ambiental.

Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y PERMANENTE	2,189.418999

Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y SEMIPERMANENTE	105.056798
AGRICULTURA DE RIEGO SEMIPERMANENTE Y PERMANENTE	28.847665
ASENTAMIENTOS HUMANOS	30.948574
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	42,386.68476
MATORRAL SARCOCAULE	8,520.030469
MEZQUITAL XERÓFILO	335.497729
PASTIZAL INDUCIDO	934.271803
SIN VEGETACIÓN APARENTE	215.596541
Uso Minero	194.838534
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS	27,851.40755
VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS	86.130934
VEGETACIÓN HALÓFILA XERÓFILA	2,274.199157
ZONA URBANA	44.567386
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO PROYECTO	32.175439
MATORRAL SARCOCAULE PROYECTO	97.592793
Total	85,327.26514

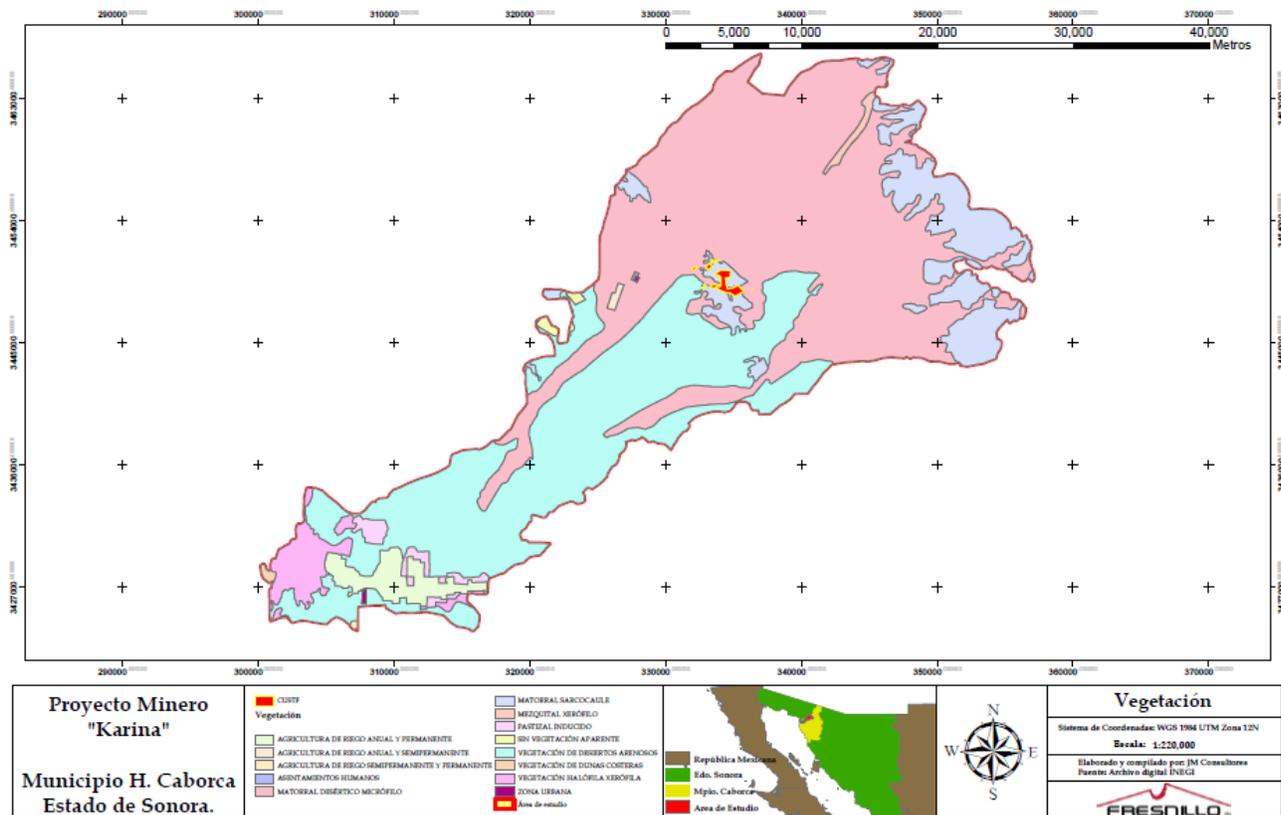


Figura IV.34. Tipos de vegetación y usos de suelo

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.

Mezquital xerófilo

El porte arbustivo asociado a condiciones climáticas áridas y semiáridas, desarrollada en el norte del país, asociado con otros tipos de matorrales xerófilos. La comunidad está formada por arbustos bajos y medianos.

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 sarcocaula, 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 Sarcocaula

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.

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.

En las tablas IV.34 a IV.37, se presenta el listado de vegetación presente en el sistema ambiental obtenido de muestreo realizado.

Tabla IV.34. Estrato arbóreo del sistema ambiental.

Nombre Común	Nombre Científico	Forma Biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	Árbol		NE
Bursera micrófila	<i>Bursera microfila</i>	Árbol		NE

Nombre Común	Nombre Científico	Forma Biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	Árbol		NE
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	Árbol	Pr	NE

Tabla IV.35. Estrato arbustivo del sistema ambiental.

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
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
Cenizo	<i>Calliandra eriophylla</i>	Arbusto		NE
Granjeno	<i>Condalia correllii</i>	Arbusto		NE
Arbusto hoja larga	<i>Dodonea viscosa</i>	Arbusto		NE
Sangregrado corazón	<i>Jatropha cinerea</i>	Arbusto		NE

Tabla IV.36. Estrato herbáceo del sistema ambiental.

Nombre Común	Nombre Científico	Forma Biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	Herbácea		NE
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	Herbácea		NE
Flor violeta	<i>Krameria grayi</i>	Herbácea		NE
Aparejo	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	Herbácea		NE
Zacate peludo	<i>Cryptantha costata</i>	Herbácea		NE
Telaraña	<i>Cryptantha grayi</i>	Herbácea		NE
Dentada cocodrilo	<i>Malvastrum bicuspidatum</i>	Herbácea		NE
Palo rosa	<i>Eriogonum thomasii</i>	Herbácea		NE
Navajita	<i>Bouteloua gracilis</i>	Herbácea		NE

Tabla IV.37. Estrato cactáceo del sistema ambiental.

Nombre Común	Nombre Científico	Forma Biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Choya güera	<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
Cactus rojo	<i>Mammillaria grahamii</i>	Cactácea		NE

Nombre Común	Nombre Científico	Forma Biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Pitaya dulce	<i>Stenocereus thurberi</i>	Cactácea		NE
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	Cactácea		NE
Choya pelona	<i>Cylindropuntia fulgida</i>	Cactácea		NE

Con la finalidad de identificar las especies de flora presentes en el sistema ambiental, y demostrar que las especies a remover por la ejecución del proyecto se encuentran ampliamente distribuidas se realizó un muestreo en el sistema ambiental (S.A.). 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 por la ejecución del proyecto. 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 del sistema ambiental, 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 sistema ambiental, con la finalidad de compararlos con los obtenidos a nivel área de afectación, de las especies a remover en la misma. Se realizaron 60 sitios de 1000 m².

Los sitios de muestreo se realizaron de 1000 m² con un radio de 17.84 m 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:

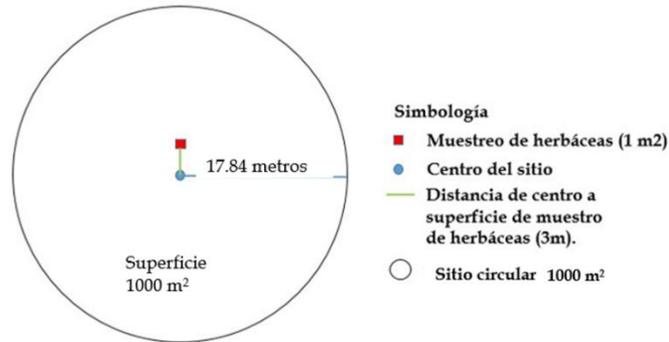


Figura IV.35. Forma de los sitios de muestreo

A continuación, se presenta la ubicación de cada uno de los sitios en el sistema ambiental y las coordenadas de ubicación de los mismos.

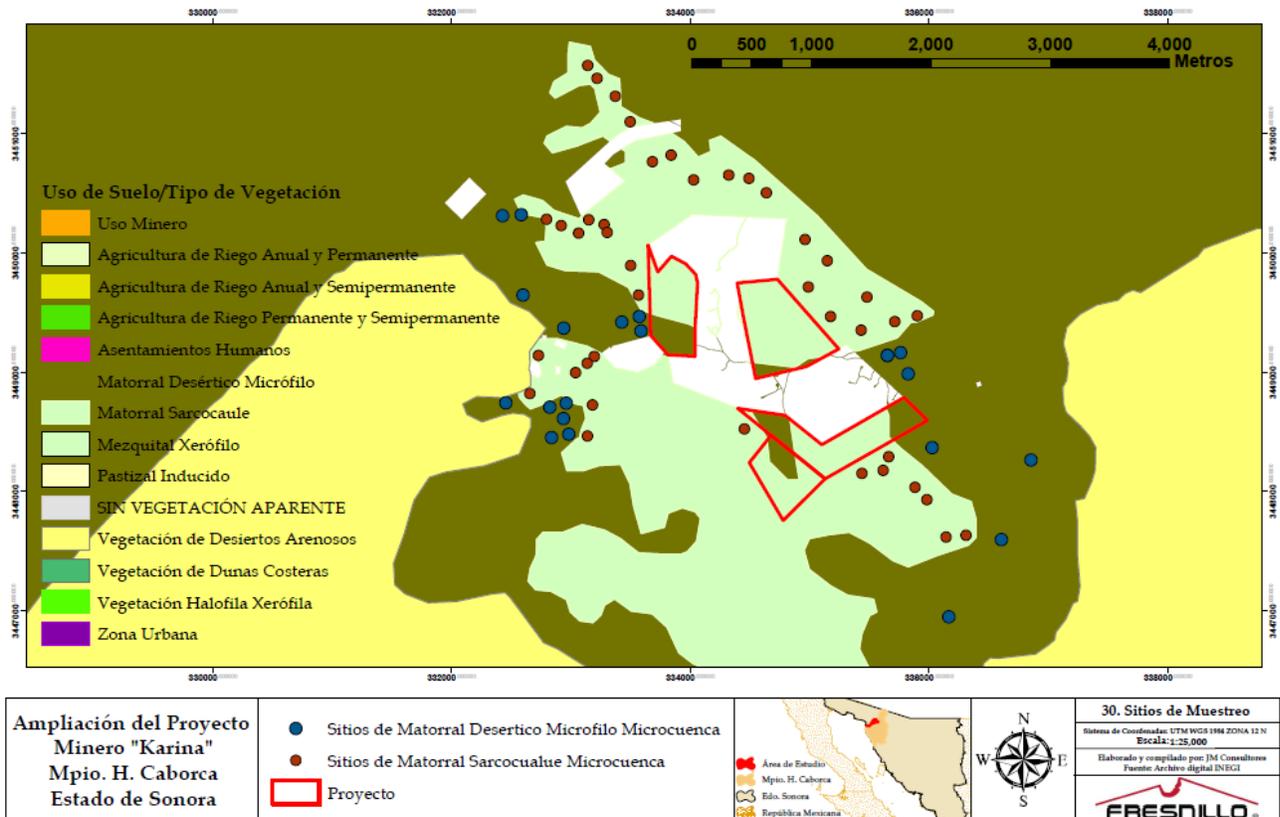


Figura IV.36. Sitios de muestreo del sistema ambiental.

Tabla IV.38. Coordenadas de Sitios de Muestreo en el sistema ambiental.

No. de Sitio	Nombre del Sitio	X	Y	Tipo de Vegetación
1	MC20	334454	3448523	Matorral Sarcocaula
2	MC2	333181	3448726	Matorral Sarcocaula
3	MMSM3	332797	3450281	Matorral Sarcocaula
4	MMSM4	332919	3450228	Matorral Sarcocaula
5	MMSM5	333065	3450164	Matorral Sarcocaula
6	MMSM2	333151	3450277	Matorral Sarcocaula
7	MMS8M	333280	3450236	Matorral Sarcocaula
8	MMS002	335982	3447931	Matorral Sarcocaula
9	MMSM25	333197	3449131	Matorral Sarcocaula
10	MMSMN26	333138	3449075	Matorral Sarcocaula
11	MMSM7	333501	3449894	Matorral Sarcocaula
12	MMSM6	333567	3449646	Matorral Sarcocaula
13	MMS15	335176	3449466	Matorral Sarcocaula
14	MMS13	334963	3450111	Matorral Sarcocaula
15	MNS34	335149	3449933	Matorral Sarcocaula
16	MMS14	334989	3449713	Matorral Sarcocaula
17	MMS16	335481	3449628	Matorral Sarcocaula
18	MMS19	335432	3449352	Matorral Sarcocaula
19	MMS18	335714	3449423	Matorral Sarcocaula
20	MMS17	335903	3449473	Matorral Sarcocaula
21	MMSM33	335882	3448034	Matorral Sarcocaula
22	MMSM22	335438	3448152	Matorral Sarcocaula
23	MMSM29	335616	3448177	Matorral Sarcocaula
24	MMSM23	335662	3448292	Matorral Sarcocaula
25	MNS36	333841	3450818	Matorral Sarcocaula
26	MS1	333684	3450764	Matorral Sarcocaula
27	MMS10	334028	3450612	Matorral Sarcocaula
28	MMS11	334322	3450652	Matorral Sarcocaula
29	MMS21	334493	3450624	Matorral Sarcocaula
30	MM12	334638	3450503	Matorral Sarcocaula
31	MNS38	333142	3451571	Matorral Sarcocaula
32	MNS37	333220	3451462	Matorral Sarcocaula
33	MMS39	333373	3451312	Matorral Sarcocaula
34	MMS40	333497	3451098	Matorral Sarcocaula
35	MNS30	333140	3448464	Matorral Sarcocaula
36	MNS31	332657	3448820	Matorral Sarcocaula
37	MNS35	333040	3448995	Matorral Sarcocaula
38	MNS32	332729	3449141	Matorral Sarcocaula

No. de Sitio	Nombre del Sitio	X	Y	Tipo de Vegetación
39	MMS29	336311	3447632	Matorral Sarcocaula
40	MMS27	336144	3447617	Matorral Sarcocaula
1	MMDM5	332584	3450320	Matorral Desértico Micrófilo
2	MMDM3	332429	3450310	Matorral Desértico Micrófilo
3	MMDM17A	332600	3449645	Matorral Desértico Micrófilo
4	MMSM9	333574	3449466	Matorral Desértico Micrófilo
5	MMS10M	333588	3449345	Matorral Desértico Micrófilo
6	MMS8M	333427	3449420	Matorral Desértico Micrófilo
7	MMDM19	335763	3449164	Matorral Desértico Micrófilo
8	MMDM13	335825	3448986	Matorral Desértico Micrófilo
9	MMDM12	335653	3449140	Matorral Desértico Micrófilo
10	MMDM14	336166	3446950	Matorral Desértico Micrófilo
11	MMDM15	336607	3447597	Matorral Desértico Micrófilo
12	MMDM16	336855	3448264	Matorral Desértico Micrófilo
13	MMDM18	336026	3448367	Matorral Desértico Micrófilo
14	MMDM6	332838	3448452	Matorral Desértico Micrófilo
15	MMDM4	332982	3448480	Matorral Desértico Micrófilo
16	MMDM7	332938	3448611	Matorral Desértico Micrófilo
17	MMDM11	332825	3448707	Matorral Desértico Micrófilo
18	MMDM3	332961	3448740	Matorral Desértico Micrófilo
19	MMDM20	332456	3448743	Matorral Desértico Micrófilo
20	MMDM1	332941	3449368	Matorral Desértico Micrófilo

Para evaluar la confiabilidad del muestreo se utilizaron estimadores paramétricos y no paramétricos para evaluar la acumulación de especies y estimar las especies que se esperan encontrar para cada estrato por tipo de vegetación.

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:

Primero se debe construir la matriz de datos, una matriz en la que las filas representan las especies y las columnas las unidades de esfuerzo de muestreo.

1. El archivo se carga en el programa Estimates y se introduce el número de aleatorizaciones deseadas (recomendamos un mínimo de 50).
2. De la tabla de resultados nos interesan las dos primeras columnas: el número de muestras y el número de especies promedio acumuladas.
3. Estos resultados se exportan a un programa de tratamiento estadístico de datos y se accede al módulo de Estimación No Lineal.
4. 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.

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

5. Seguidamente se selecciona el método de ajuste o de estimación de los parámetros del modelo. Emplearemos el método de Simplex and Quasi Newton.
6. En los resultados se obtiene lo siguiente:
 - i) Los parámetros de la función, a y b.
 - ii) La gráfica de la función ajustada a los datos.
7. Con los datos obtenidos del modelo se divide la variable a entre la variable b (a/b) que nos da como resultado el valor de la asíntota, misma que indica el número de especies esperadas empíricamente. Otra forma de determinar el valor de la asíntota, es sustituir los valores de a y b en la ecuación del modelo de Clench [$V2=(a*v1) / (1+(b*v1))$], el valor resultante es el número de especies esperadas para el área de muestreo.
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 o igual a 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, asimismo el modelo de Clench es uno de los estimadores más rigurosos y no finitos, es decir que siempre indicará que hace falta realizar muestreo.

Análisis no paramétrico

Los estimadores no paramétricos se estimaron en el programa Estimates, donde se ingresa una matriz con los datos de especies y el número de individuos registrados por sitio, el programa realiza una aleatorización de las muestras y nos da como resultado el número de especies esperadas de acuerdo con varios estimadores.

El análisis se realiza en el programa Estimate 9.10 el aleatoriza los datos para posteriormente procesarlos en Excel, 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 50).
3. De la tabla de resultados nos interesan las dos primeras columnas: el número de muestras y el número de especies promedio acumuladas, así como los estimadores Chao1 y Cole.

Para el caso del presente análisis se utilizarán los estimadores CHAO1 y Cole, que son los que se utilizan cuando el análisis se realiza con datos de especies y número de individuos, a continuación, se describen los mismos.

CHAO1. Se ha llamado Chao1 al estimador de Chao1 basado en la abundancia. Esto quiere decir que los datos que requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra. Una muestra es cualquier lista de especies en un sitio, localidad, cuadrante, país, unidad de tiempo, trampa, etcétera. Como sabemos, hay muchas especies que sólo están representadas por pocos individuos en una muestra (especies raras), comparadas con las especies comunes, que pueden estar representadas por numerosos individuos. El estimador de Chao1 se basa en la presencia de las primeras. Es decir, requerimos saber cuántas especies están representadas por sólo un individuo en la muestra (singletons), y cuántas especies están representadas por exactamente dos individuos (doubletons): $Sest = Sobs + F^2/2G$, donde: Sest es el número de clases (en este caso, número de especies) que deseamos conocer, Sobs es el número de especies observado en una muestra, F es el número de singletons y G es el número de doubletons. En Estimates se ha integrado además una fórmula corregida para este modelo, la cual se aplica cuando el número de doubletons es cero: $Sest = Sobs + ((F^2/2G + 1) - (FG/2(G+1)^2))$.

Coleman (Cole en el programa Stimates): estima la riqueza de especies por muestra del total de especies.

Mediante la relación de la riqueza estimada (Sestimada) y la riqueza verdadera (Sverdadera) se calculó el sesgo y la exactitud de los dos estimadores de riqueza no paramétricos. Las fórmulas utilizadas fueron (Chiarruci *et al.*, 2003):

$$\text{Sesgo} = (S_{\text{estimada}} - S_{\text{verdadera}}) / S_{\text{verdadera}}$$
$$\text{Exactitud} = ((S_{\text{estimada}} - S_{\text{verdadera}}) / S_{\text{verdadera}})^2$$

El sesgo indica la sobreestimación o la subestimación de la riqueza y la exactitud indica la cercanía de la riqueza estimada a la riqueza verdadera. Tanto el sesgo como la exactitud tienen valores de -1 a 1, y los valores cercanos a cero son los menos sesgados o los más exactos respectivamente. (Palmer, 1990; Brose *et al.*, 2003).

A continuación, se muestran los resultados de dicho procedimiento para el muestreo realizado para el sistema ambiental, es decir para los 20 sitios realizados para el tipo de vegetación que se verá afectada, analizado con el modelo de Clench (paramétrico) y con CHAO1 y COLE (no paramétricos) y matorral rosetófilo y pastizal halófilo analizados con CHAO1 y COLE.

Análisis de Matorral Desértico Micrófilo

Estrato arboreo para análisis para el tipo de vegetación por afectar (matorral desértico micrófilo)

Tabla IV.39. Datos para sitios y matriz ingresada a Estimates para estrato arbóreo

Especie		Sitios																					
Nombre Científico	Clave	MMD3	MMD M1	MMD M11	MMD M12	MMD M13	MMD M14	MMD M15	MMD M16	MMD M17A	MMD M18	MMD M19	MMD M20	MMD M3	MMD M4	MMD M5	MMD M6	MMD M7	MMS1 0M	MMS M8	MMS M9	Total general	
<i>Cercidium microphyllum</i>	11	0	0	0	0	2	2	2	0	0	1	1	1	2	1	1	0	3	2	4	11	33	
<i>Bursera microfila</i>	14	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	12	40	
<i>Prosopis velutina</i>	28	0	0	0	0	0	0	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
<i>Olneya tesota</i>	30	0	4	4	16	0	5	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	4	42	
		2	5	5	16	2	7	11	4	0	1	10	1	2	1	1	0	3	2	28	27	128	

Para el estrato arbóreo, se realizaron en total 20 sitios, en 18 de los 20 sitios realizados se observaron árboles, identificando solamente 4 especies. A continuación se presentan los resultados del análisis con estimadores no paramétricos CHAO1 y Cole, que son estimadores que se utilizan cuando los datos se manejan con abundancias.

Tabla IV.40. Estimadores para estrato arbóreo

Samples	Sobs	Chao 1 Mean	Cole
1	1.3	1.14	3.06
2	2.06	1.91	3.69
3	2.54	2.36	3.87
4	2.88	2.54	3.94
5	3.13	2.74	3.98
6	3.32	3.12	3.99
7	3.47	3.24	4
8	3.58	3.38	4
9	3.67	3.5	4
10	3.74	3.6	4
11	3.8	3.7	4
12	3.85	3.76	4
13	3.89	3.82	4
14	3.92	3.84	4
15	3.95	3.92	4
16	3.97	3.96	4
17	3.98	3.96	4
18	3.99	3.98	4
19	4	4	4
20	4	4	4
% de especies registradas		100	100

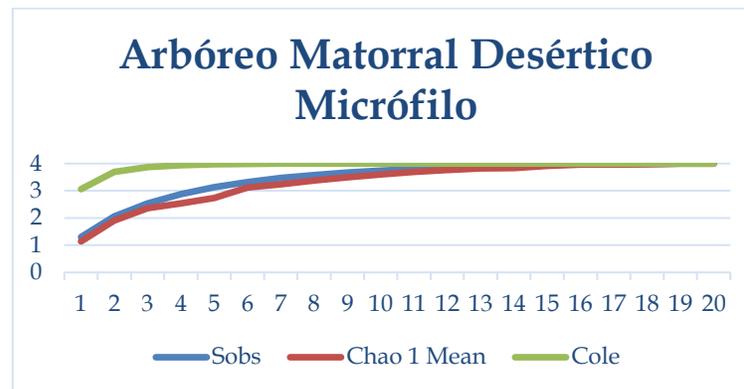


Figura IV.37. Estimadores para estrato arbóreo

Tabla IV.41. Sesgo y exactitud para estimadores no paramétricos del estrato arbóreo

CHAO1		Cole	
Sverdadera	4	Sverdadera	4
Sestimada	4	Sestimada	4
Sesgo	0	Sesgo	0
Exactitud	0	Exactitud	0

Como se observa en la figura y tablas anteriores el estimador Cole espera encontrar 4 especies, el estimador CHAO1 también espera encontrar 4 especies, por lo que se registraron el 100%, de las especies esperadas. Con respecto al cálculo del sesgo y la exactitud se observa que ambos obtienen un valor de 0, por lo que la estimación de las especies esperadas no tiene sesgo y por otro lado la estimación es exacta, por lo que el muestreo se considera confiable para estimar índices de diversidad.

Con respecto a la ecuación de Clench para el estrato arbóreo se observa que con un 95% de confianza se registró el 87.7% de la vegetación, con un valor para la pendiente de 0.021, recordando que pendientes con valor menor o igual a 0.1 indican muestreos altamente fiables, se concluye que el muestreo es confiable para desarrollar índices de diversidad. Asimismo, el modelo de Clench nos indica que, para conocer el porcentaje restante de la vegetación, sería necesario realizar 44.26 sitios adicionales, sin embargo, al ser el modelo de Clench infinito, por el valor alcanzado de la pendiente, se considera un muestreo confiable. Asimismo, al sustituir los valores en el modelo de Clench se observa que nos indica que se pueden observar cuatro especies.

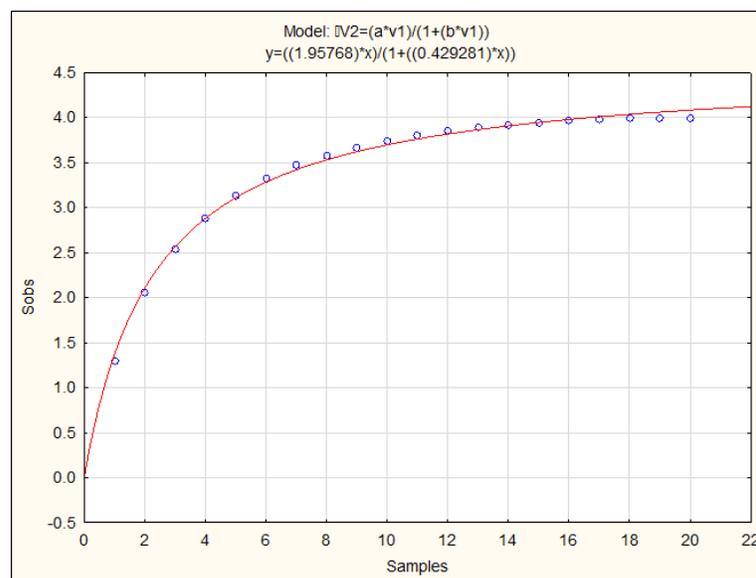


Figura IV.38. Gráfico de Clench para estrato arbóreo del sistema ambiental.

Tabla IV.42. Valores para modelo de Clench (paramétrico) para estrato arbóreo

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	1.95768
B	0.429281
Pendiente	0.021
% Especies	0.877
Sitios	44.260
n	20
spp	4
Modelo de Clench	4

Estrato arbustivo para vegetación de matorral desértico microfilo en en sistema ambiental

Para el estrato arbustivo se realizaron 20 sitios de muestreo, encontrando 13 especies en los 20 sitios, sin embargo, solo se encontraron arbustos en 19 sitios. A continuación, se presentan los resultados de los estimadores no paramétricos y del modelo de Clench, estimador paramétrico.

Tabla IV.43. Datos para sitios y matriz ingresada a Estimates para estrato arbustivo

Especies		Sitios																				
Nombre Científico	Clave	MMD 3	MMDM 1	MMDM1 1	MMDM1 2	MMDM1 3	MMDM1 4	MMDM1 5	MMDM1 6	MMDM17 A	MMDM1 8	MMDM1 9	MMDM2 0	MMDM 3	MMDM 4	MMDM 5	MMDM 6	MMDM 7	MMS10 M	MMSM 8	MMSM 9	Total general
<i>Larrea tridentata</i>	1	23	38	22	58	6	1	11	0	19	21	11	16	43	10	2	14	18	8	12	40	373
<i>Lycium andersonii</i>	2	0	0	0	12	0	0	1	0	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	18
<i>Fouquieria splendens</i>	4	2	2	9	0	10	0	0	0	7	2	0	6	17	3	12	4	1	5	6	7	93
<i>Jatropha cuneata</i>	6	44	6	40	0	31	0	0	0	11	5	0	13	7	21	3	12	22	15	52	63	345
<i>Encelia californica</i>	7	15	12	22	18	10	6	33	31	4	5	14	0	12	17	0	9	22	47	96	4	377
<i>Ambrosia dumosa</i>	8	0	0	0	0	0	25	10	17	4	0	9	15	33	0	0	0	0	0	0	0	113
<i>Encelia farinosa</i>	9	0	0	4	0	45	19	2	1	0	0	5	4	6	12	54	1	1	0	0	2	156
<i>Partenium incanum</i>	23	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Maytenus phyllanthoides</i>	29	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
<i>Calliandra eriophylla</i>	32	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Condalia correllii</i>	42	0	0	0	0	0	7	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	16
<i>Dodonea viscosa</i>	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0	0	7	15
<i>Jatropha cinerea</i>	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		84	58	98	88	102	58	59	66	46	33	43	55	119	65	71	40	71	75	166	125	1522

Con respecto a los estimadores no paramétricos, CHAO1 indica que se deben encontrar 14 especies e igualmente Cole estima que deben ser 13 las especies esperadas.

Tabla IV.44. Estimadores no parametricos para estrato arbustivo

Samples	Sobs	Chao 1 Mean	Cole
1	5.2	5.24	8.36
2	6.98	7.01	9.62
3	7.98	8.23	10.3
4	8.71	9.16	10.72
5	9.31	9.92	11.01
6	9.81	10.48	11.23
7	10.25	11.22	11.41
8	10.6	11.5	11.58
9	10.92	11.8	11.73
10	11.2	11.82	11.87
11	11.45	12.07	12.01
12	11.67	12.55	12.14
13	11.87	12.47	12.26
14	12.06	12.68	12.37
15	12.23	12.78	12.48
16	12.39	12.93	12.59
17	12.55	13.05	12.7
18	12.7	13.3	12.8
19	12.85	13.73	12.9
20	13	14	13
% de especies registradas		93	100

Como se observa en la tabla anterior se espera encontrar de acuerdo con Chao1 14 especies y de acuerdo con Cole son 13 especies las que se deben encontrar, por lo tanto al haber encontrado durante el muestreo 13 especies, se registra el 100% de las especies esperadas, resultando que el muestreo es confiable para estimar índices de diversidad. Asimismo es importante mencionar que para el caso de los arbustos se encontraron 3 especies que solamente aparecen en un sitio siendo estas especies *Partenium incanum* y *Jatropha cinerea*. En la figura siguiente se puede apreciar que en el gráfico el estimador CHAO1 se sobrepone a las especies observadas, mientras que el estimador Cole espera encontrar mayor número de especies desde los sitios iniciales, sin embargo al final del muestreo se sobrepone con las especies observadas, de igual manera, la curva para las especies observadas en solo un sitio, es descendiente, indicándonos que es confiable el muestreo realizado.

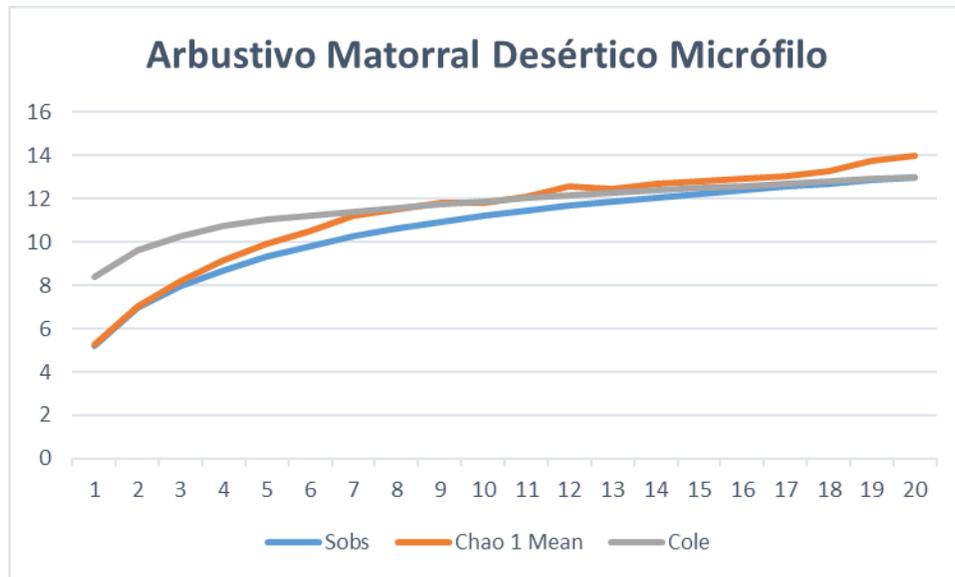


Figura IV.39. Estimadores para estrato arbustivo

Tabla IV.45. Cálculo de Sesgo y Exactitud para estrato arbustivo

CHAO1		Cole	
Sverdadera	13	Sverdadera	13
Sestimada	14	Sestimada	13
Sesgo	0.08	Sesgo	0
Exactitud	0.01	Exactitud	0

Para el caso del estrato arbustivo el sesgo es igual a 0, es decir que no existe sesgo en cuanto a la estimación de las especies esperadas para el estimador Cole, en cambio para el estimador CHAO1 se observa un sesgo de 0.08, lo cual nos indica un valor muy cercano a cero por lo que se considera confiable el muestreo, asimismo la exactitud de las especies esperadas es 0, recordando que ambos valores (sesgo y exactitud) obtienen valores que van de -1 a 1 siendo 0 el menos sesgado y el más exacto, los valores obtenidos para este estrato nos indican un muestreo confiable.

Para el modelo de Clench en el estrato arbustivo, se obtiene un valor para la pendiente de 0.063 recordando que valores menores o iguales a 0.1 para la pendiente, indican un muestreo confiable, en este caso el muestreo resulta confiable.

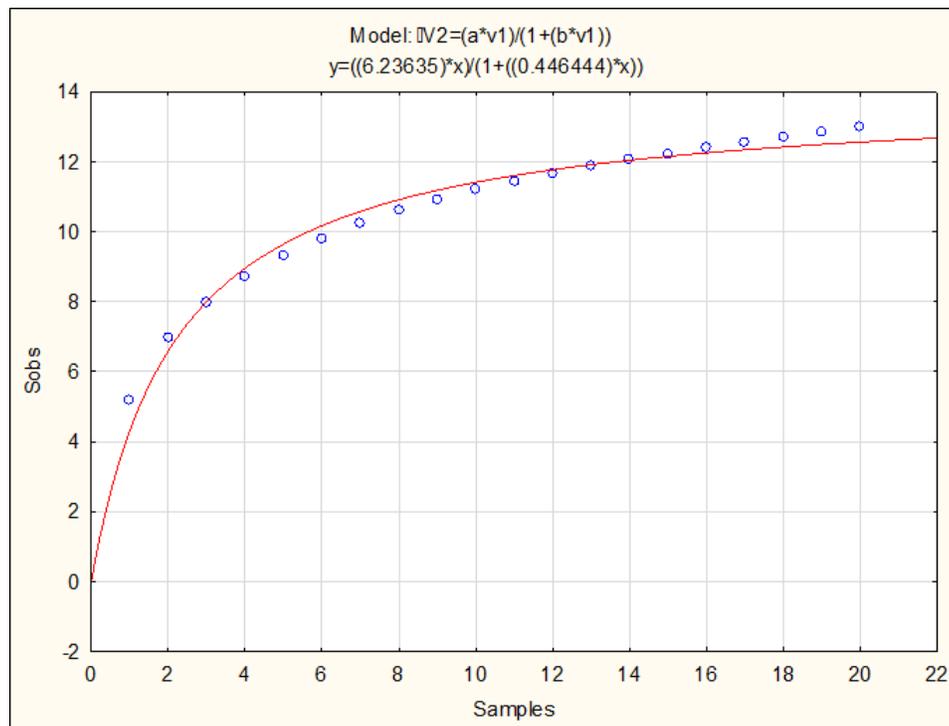


Figura IV.40. Gráfico de Clench para estrato arbustivo

De igual manera con un 95% de confiabilidad se registró el 93% de la vegetación en el área del sistema ambiental para el estrato arbustivo, lo cual ratifica un muestreo confiable para estimar índices de diversidad, asimismo el modelo de Clench (sustuyendo los valores en la ecuación nos indica que se pueden observar 12.56 especies, por lo que se considera confiable el muestreo realizado.

Tabla IV.46. Valores de modelo de Clench para estrato arbustivo

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	6.23635
B	0.446444
Pendiente	0.063
% Especies	0.931
Sitios	42.559
n	20
spp	13
Modelo de Clench	12.562

Estrato cactáceo para vegetación de matorral desértico microfilo en el sistema ambiental.

Al igual que para los estratos anteriores se realizaron 20 sitios de muestreo, se encontraron 9 especies pertenecientes al estrato cactáceo en los sitios realizados, a continuación se presenta el análisis no paramétrico y paramétrico (Clench) para dicho estrato.

Tabla IV.47. Matriz de datos para estrato cactáceo y agaváceo de análisis del sistema ambiental.

Especies		Sitios																					
Nombre Científico	Clave	MM D3	MMD M1	MMDM 11	MMDM 12	MMDM 13	MMDM 14	MMDM 15	MMDM 16	MMDM1 7A	MMDM 18	MMDM 19	MMDM 20	MMD M3	MMD M4	MMD M5	MMD M6	MMD M7	MMS10 M	MMS M8	MMS M9	Total general	
Cylindropuntia bigelovii	5	221	47	35	0	0	0	0	0	93	0	0	96	28	401	183	215	137	249	7	145	1857	
Cylindropuntia fulgida var fulgida	10	4	5	7	4	2	0	0	0	2	0	0	2	12	2	4	4	2	0	29	12	91	
Ferocactus pringlei	12	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	3	9	
Canegia gigantea	13	0	8	2	4	0	1	3	1	0	1	0	0	3	1	2	0	3	2	0	1	32	
Lophocereus schottii	16	0	4	5	4	0	9	6	3	1	0	16	1	1	1	1	1	0	0	0	0	53	
Mammillaria grahamii	17	66	8	6	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	38	0	33	20	45	7	64	294	
Stenocereus thurberi	19	9	0	3	2	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	2	2	14	37	
Echinocereus nicholii	20	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	11	7	1	2	1	1	2	7	39	
Cylindropuntia fulgida	21	0	4	0	6	5	36	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	55	
		301	77	58	20	9	47	9	7	96	1	18	110	57	450	192	257	165	299	48	246	2467	

Con respecto a los estimadores no paramétricos, CHAO1 indica que se deben encontrar 9 especies y Cole estima que deben ser 9 las especies esperadas, habiendo encontrado 9 especies durante el muestreo, a continuación, se presentan los valores para los análisis no paramétricos.

Tabla IV.48. Estimadores no parametricos para estrato cactáceo y agaváceo

Samples	Sobs	Chao 1 Mean	Cole
1	5	5.47	7.76
2	7.18	8.27	8.53
3	8.13	8.42	8.76
4	8.56	8.75	8.86
5	8.77	8.74	8.92
6	8.87	8.88	8.96
7	8.93	8.92	8.98
8	8.97	8.92	8.99
9	8.98	8.96	9
10	8.99	8.96	9
11	9	9	9
12	9	9	9
13	9	9	9
14	9	9	9
15	9	9	9
16	9	9	9
17	9	9	9
18	9	9	9
19	9	9	9
20	9	9	9
% de especies registradas		100	100

Como se observa en la tabla anterior de acuerdo con CHAO1 se pueden encontrar 9 especies, por lo que al haber encontrado 9 especies durante el muestreo, se registro el 100% de las especies esperadas. Asimismo, para el caso del estimador Cole nos indica que se pueden encontrar 9 especies, por lo que se registró el 100% de las especies esperadas de acuerdo con este estimador. A continuación, en la gráfica se puede observar que las especies observadas alcanzan la asintota para el estimador Cole, mientras que para el estimador CHAO1 las especies observadas se encuentran son igual a las estimadas.

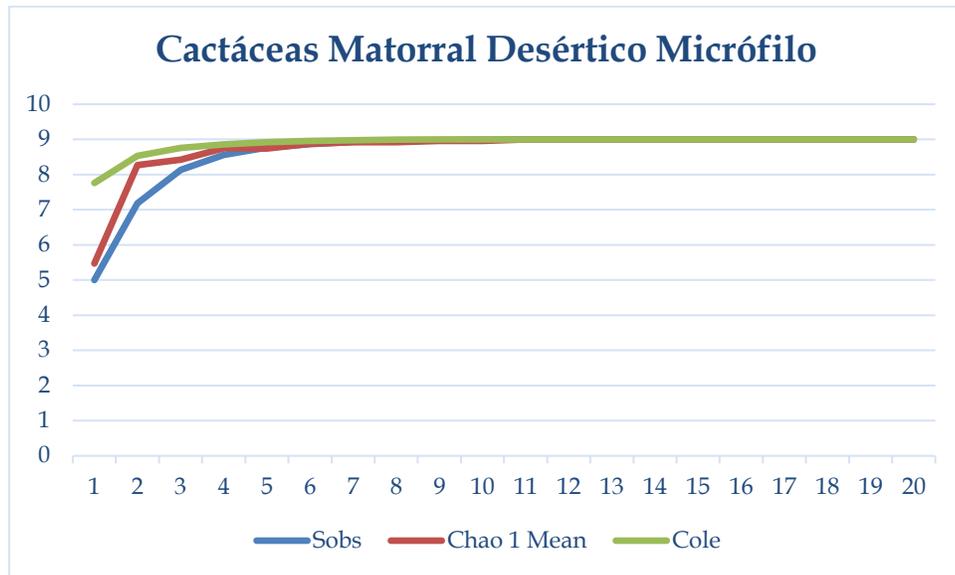


Figura IV.41. Estimadores no paramétricos para estrato cactáceo y agaváceo

Tabla IV.49. Sesgo y Exactitud

CHAO1		Cole	
Sverdadera	9	Sverdadera	9
Sestimada	9	Sestimada	9
Sesgo	0.00	Sesgo	0
Exactitud	0.00	Exactitud	0

Con respecto al sesgo y exactitud con que los estimadores determinan cuantas especies son las que pueden observarse, en el caso de ambos estimadores el sesgo es de 0 y la exactitud es de 0 por lo que al ser ambas 0 recordando que los valores que pueden alcanzar van de -1 a 1 y el valor de 0 es el valor ideal que indica que no existe sesgo y/o que la muestra es exacta, se observa que el sesgo no es significativo por lo que la estima es correcta, asimismo la exactitud de la estimación es 0 por lo que es confiable la estimación.

Para el análisis paramétrico (modelo de Clench) se obtuvo un valor para la pendiente de 0.015, se alcanza un valor menor a 0.1 por lo que el muestreo realizado es confiable. Por otro lado al sustituir los valores en el modelo de Clench, este nos indica que se pueden observar 9.24 especies, es decir que se alcanzo el valor de la asintota que el modelo indica para el estrato cactáceo y agaváceo al haber observado 9 especies.

Tabla IV.50. Valores de modelo de Clench para estrato cactáceo y agaváceo.

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	13.9961
B	1.46478
Pendiente	0.015
% Especies	0.942
Sitios	12.971
n	20
spp	9
Modelo de Clench	9.240

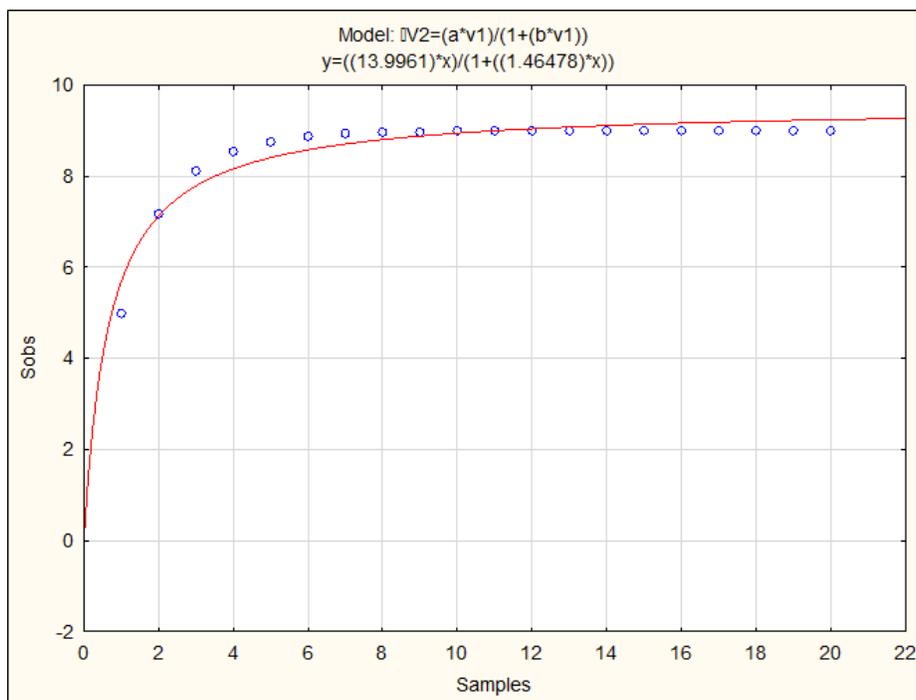


Figura IV.42. Gráfico de Clench para estrato cactáceo y agaváceo

Estrato Herbáceo para matorral desértico micrófilo en el sistema ambiental.

Tabla IV.51. Matriz de datos para el estrato herbáceo del sistema ambiental.

Especies		Sitios																					
Nombre Científico	Clave	MM D3	MMD M1	MMD M11	MMD M12	MMD M13	MMD M14	MMD M15	MMD M16	MMDM 17A	MMD M18	MMD M19	MMD M20	MMD M3	MMD M4	MMD M5	MMD M6	MMD M7	MMS1 0M	MMS M8	MMS M9	Total general	
<i>Tidestromia lanuginosa</i>	3	0	3	35	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	15	0	5	0	0	6	30	101	
<i>Dyssodia anomala</i>	27	0	0	0	14	0	0	0	15	0	0	10	0	0	2	40	15	0	0	0	0	96	
<i>Krameria grayi</i>	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	4	2	0	0	0	8	
<i>Cryptantha costata</i>	48	30	85	30	160	100	14	30	12	61	0	40	70	50	50	80	30	50	20	40	59	1011	
<i>Cryptantha grayi</i>	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	
<i>Eriogonum thomasi</i>	57	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	60	0	0	42	120	
<i>Bouteloua gracilis</i>	60	25	0	0	0	2	15	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	96	
		70	88	65	180	102	30	80	27	61	0	52	70	50	68	120	57	112	22	46	135	1435	

Tabla IV.52. Estimadores para estrato herbáceo del sistema ambiental.

Samples	Sobs	Chao 1 Mean	Cole
1	2.4	2.36	5.46
2	3.56	3.57	5.84
3	4.39	4.61	6.11
4	5.03	5.38	6.32
5	5.52	5.8	6.48
6	5.88	6.18	6.6
7	6.16	6.34	6.69
8	6.37	6.44	6.77
9	6.53	6.52	6.83
10	6.65	6.66	6.87
11	6.75	6.76	6.91
12	6.82	6.8	6.94
13	6.87	6.88	6.96
14	6.91	6.94	6.97
15	6.95	6.96	6.98
16	6.97	6.98	6.99
17	6.98	6.98	7
18	6.99	6.98	7
19	7	7	7
20	7	7	7
% de especies registradas		100	100

El estimador Chao1 determina que se pueden encontrar 7 especies para este estrato, el estimador Cole igualmente indica que se pueden encontrar 7 especies. Durante el muestreo se encontraron 7 especies, por lo que se registro el 100% de las especies esperadas, de esta manera los datos se consideran confiables para desarrollar índices de diversidad.

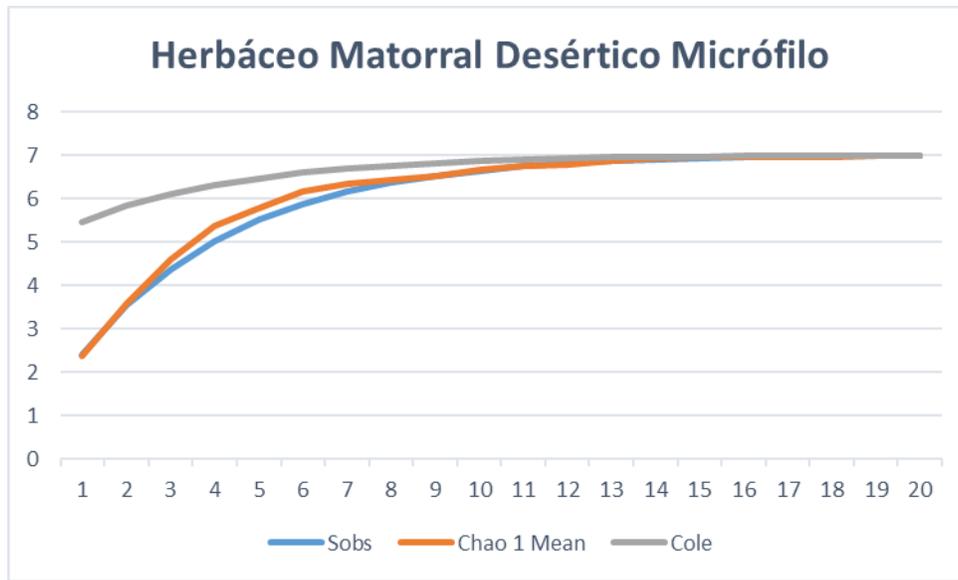


Figura IV.43. Estimadores para estrato herbáceo

Tabla IV.53. Sesgo y Exactitud

CHAO1		Cole	
Sverdadera	7	Sverdadera	7
Sestimada	7	Sestimada	7
Sesgo	0.00	Sesgo	0
Exactitud	0.00	Exactitud	0

Con respecto al sesgo y exactitud de los estimadores y su determinación de las especies esperadas, para ambos parametros es 0, por lo que no existe sesgo con respecto a la estimación y el valor de 0 nos indica que la muestra es exacta.

Modelo paramétrico (Clench)

Tabla IV.54. Valores para modelo de Clench del estrato herbáceo

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	3.46992
B	0.432203
Pendiente	0.037
% Especies	0.872
Sitios	43.961
n	20
spp	7

Modelo de Clench	
Modelo de Clench	7.196

Con respecto al modelo de Clench, se registró el 87.2% de las especies del sistema ambiental para este estrato, esto con un 95% de confiabilidad, se obtiene un valor para la pendiente de 0.037 recordando que valores menores o iguales a 0.1 indican muestreos confiables, en este caso el muestreo es altamente confiable para desarrollar índices de diversidad.

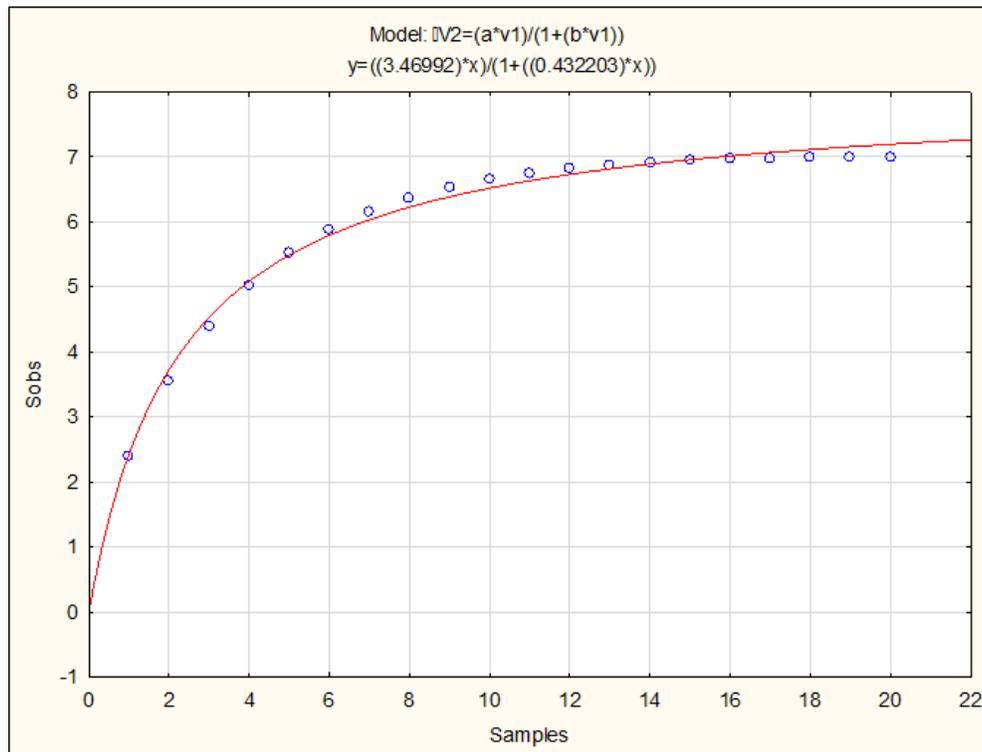


Figura IV.44. Gráfico de Clench para estrato herbáceo

Análisis Matorral Sarcocaula del sistema ambiental

A continuación se presenta el análisis para la vegetación de matorral sarcocaula, para el cual se realizaron 40 sitios de muestreo, el esfuerzo de muestreo es mayor en este tipo de vegetación puesto que la superficie de afectación es mayor en este tipo de vegetación.

Estrato arbóreo de vegetación de matorral sarcocaule del sistema ambiental

Tabla IV.55. Matriz de datos para ingresar a Estimates del estrato arbóreo

Especie		Sitios																				
Nombre Científico	Clave	MC2	MC20	MM12	MMS002	MMS10	MMS11	MMS13	MMS14	MMS15	MMS16	MMS17	MMS18	MMS19	MMS21	MMS27	MMS29	MMS39	MMS40	MMS8M	MMSM2	Total general
Cercidium microphyllum	11	10	4	7	7	11	40	2	7	2	4	4	1	2	1	1	1	0	0	5	0	109
Bursera microfila	14	7	15	0	3	0	0	1	3	0	0	0	0	1	0	2	7	0	0	0	3	42
Prosopis velutina	28	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Olneya tesota	30	0	0	2	0	0	0	1	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	8	0	18
Total		17	19	9	10	11	42	4	15	2	4	6	1	3	1	3	8	0	0	13	3	171
Especie		Sitios																				
Nombre Científico	Clave	MMSM22	MMSM23	MMSM25	MMSM29	MMSM3	MMSM33	MMSM4	MMSM5	MMSM6	MMSM7	MMSMN26	MNS30	MNS31	MNS32	MNS34	MNS35	MNS36	MNS37	MNS38	MS1	Total general
Cercidium microphyllum	11	2	0	2	0	1	2	2	2	1	3	1	2	0	0	3	0	0	8	1	2	32
Bursera microfila	14	18	0	44	3	0	1	0	0	0	0	21	0	3	3	1	7	1	0	0	0	102
Prosopis velutina	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Olneya tesota	30	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	17
Total		20	0	46	3	1	3	2	2	3	7	22	2	3	3	15	7	1	8	1	2	151

Para el análisis no paramétrico ambos estimadores, Chao1 y Cole indican que se puede encontrar 4 especies, al haber observado 4 especies se registró el 100% de las especies esperadas en los 40 sitios realizados.

Tabla IV.56. Estimadores no paramétricos para estrato arbóreo

Samples	Sobs	Chao 1 Mean	Cole
1	1.47	1.46	2.58
2	2.1	2.06	2.93
3	2.43	2.26	3.08
4	2.64	2.45	3.16
5	2.79	2.54	3.23
6	2.9	2.7	3.27
7	2.99	2.82	3.32
8	3.06	2.92	3.36
9	3.12	3.12	3.4
10	3.17	3.18	3.44
11	3.22	3.22	3.47
12	3.26	3.26	3.51
13	3.3	3.32	3.54
14	3.33	3.38	3.58
15	3.36	3.4	3.61
16	3.39	3.42	3.64
17	3.42	3.46	3.67
18	3.45	3.48	3.7
19	3.47	3.48	3.72
20	3.5	3.5	3.75
21	3.52	3.58	3.77
22	3.55	3.6	3.8
23	3.57	3.62	3.82
24	3.6	3.66	3.84
25	3.62	3.68	3.86
26	3.65	3.7	3.88
27	3.68	3.74	3.89
28	3.7	3.76	3.91
29	3.73	3.78	3.92
30	3.75	3.8	3.94
31	3.78	3.8	3.95
32	3.8	3.84	3.96
33	3.83	3.86	3.97
34	3.85	3.86	3.98
35	3.88	3.88	3.98

Samples	Sobs	Chao 1 Mean	Cole
36	3.9	3.9	3.99
37	3.93	3.9	3.99
38	3.95	3.92	4
39	3.98	3.96	4
40	4	4	4
% de especies registradas		100	100

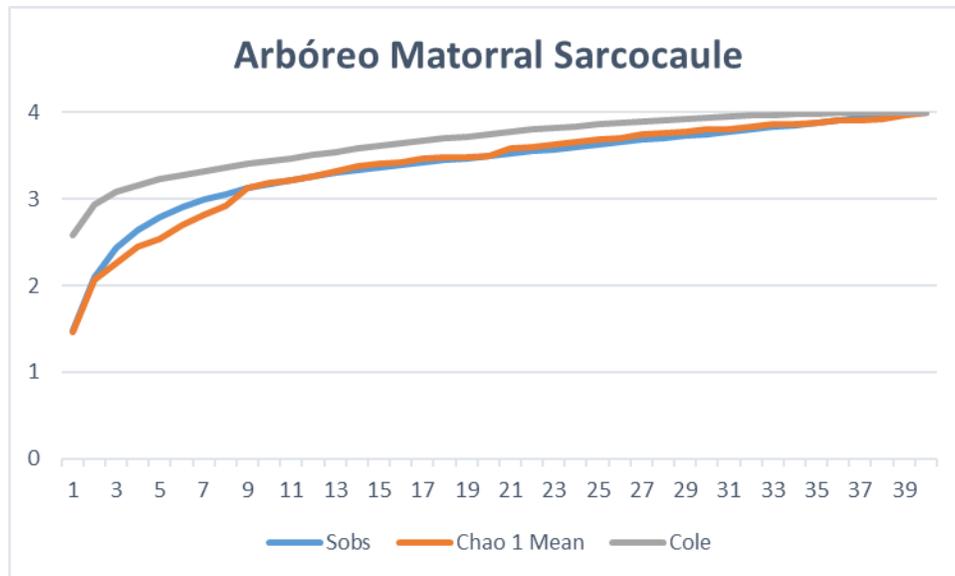


Figura IV.45. Estimadores para estrato arbóreo

Tabla IV.57. Sesgo y Exactitud para estrato arbóreo

CHAO1		Cole	
Sverdadera	1	Sverdadera	1
Sestimada	1	Sestimada	1
Sesgo	0.000	Sesgo	0.000
Exactitud	0.000	Exactitud	0.000

Con respecto al sesgo y exactitud de los estimadores y su determinación de las especies esperadas, para ambos parametros es 0, por lo que no existe sesgo con respecto a la estimación y el valor de 0 nos indica que la muestra es exacta.

De acuerdo con el modelo de Clench, se obtiene un valor para la pendiente de 0.005, el cual es menor a 0.1, considerandose entonces un muestreo bastante confiable para desarrollar índices de diversidad. Asimismo, con un 95% de confianza, se registro el 100% de las especies, requiriendo un adicional de 41 sitios para aumentar el conocimiento de la

vegetación, sin embargo al ser el modelos de Clench un modelo no finito y al haber alcanzado la pendiente, el muestreo es confiable.

Tabla IV.58. Valores para modelo de Clench del estrato arbóreo

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	1.84036
B	0.461926
Pendiente	0.005
% Especies	1.004
Sitios	41.132
n	40
spp	4
Modelo de Clench	4

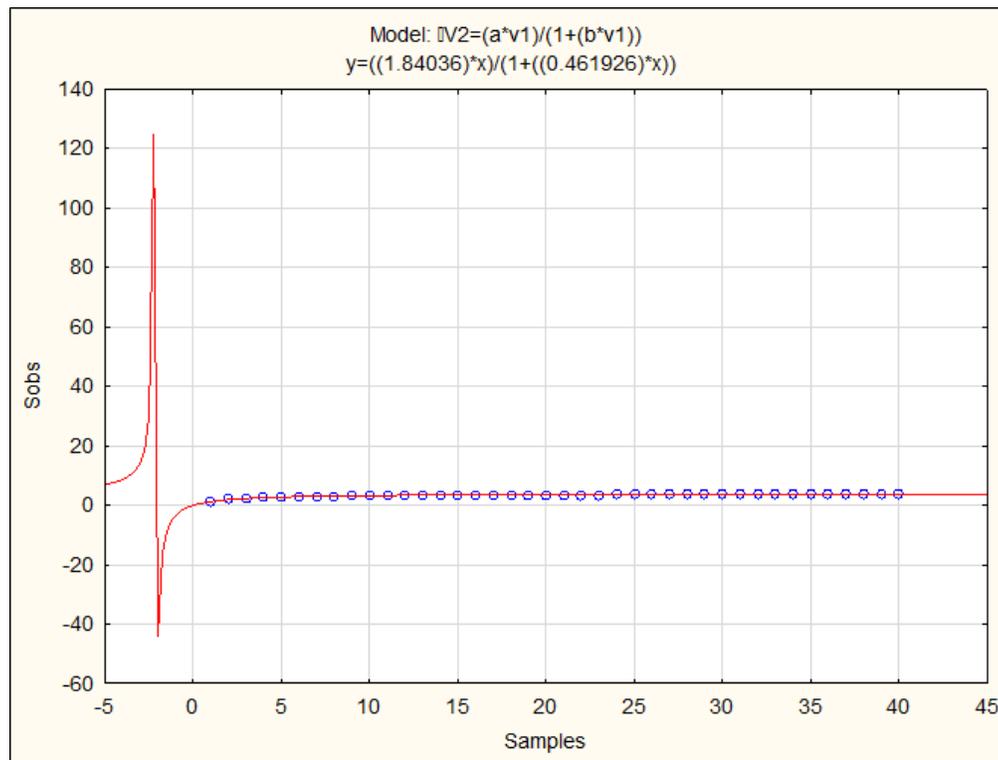


Figura IV.46. Gráfico de Clench para estrato arbóreo

Estrato arbustivo de vegetación de matorral sarcocaula

Tabla IV.59. Matriz de datos para estrato arbustivo

Especies		Sitios																					
Nombre Científico	Clave	MC2	MC20	MM12	MMS002	MMS10	MMS11	MMS13	MMS14	MMS15	MMS16	MMS17	MMS18	MMS19	MMS21	MMS27	MMS29	MMS39	MMS40	MMS8M	MMSM2	Total general	
<i>Larrea tridentata</i>	1	11	25	22	37	18	6	10	9	15	16	12	18	16	23	13	38	27	28	37	49	430	
<i>Lycium andersonii</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	
<i>Fouquieria splendens</i>	4	5	18	0	9	4	0	6	6	0	3	0	7	6	0	5	12	7	4	1	11	104	
<i>Jatropha cuneata</i>	6	18	36	0	140	49	0	43	33	27	6	0	51	31	0	41	23	25	0	14	78	615	
<i>Encelia californica</i>	7	8	21	34	57	45	15	96	68	61	27	0	5	38	6	9	0	34	8	18	48	598	
<i>Ambrosia dumosa</i>	8	0	0	0	0	0	38	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	
<i>Encelia farinosa</i>	9	0	6	0	1	1	6	0	1	16	0	10	1	2	0	5	0	0	0	0	3	52	
<i>Partenium incanum</i>	23	0	16	0	0	0	0	2	2	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	25	
<i>Condalia correllii</i>	42	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
<i>Dodonea viscosa</i>	50	0	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9	
		42	125	62	244	117	67	157	121	123	52	54	82	95	29	73	73	93	40	70	189	1908	
Especies		Sitios																					
Nombre Científico	Clave	MMSM22	MMSM23	MMSM25	MMSM29	MMSM33	MMSM33	MMSM44	MMSM55	MMSM66	MMSM77	MMSMN26	MNS30	MNS31	MNS32	MNS34	MNS35	MNS36	MNS37	MNS38	MS1	Total general	
<i>Larrea tridentata</i>	1	16	15	31	17	25	14	30	42	22	23	7	17	24	22	15	17	22	13	27	22	421	
<i>Lycium andersonii</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	4	
<i>Fouquieria splendens</i>	4	5	10	17	24	10	2	16	5	8	0	12	0	15	3	0	5	6	1	5	12	156	
<i>Jatropha cuneata</i>	6	25	14	40	47	46	14	79	36	51	10	43	34	45	72	3	42	7	13	19	44	684	
<i>Encelia californica</i>	7	38	30	83	8	20	9	50	6	10	5	61	11	23	24	26	19	9	33	63	15	543	
<i>Ambrosia dumosa</i>	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	5	
<i>Encelia farinosa</i>	9	1	0	1	0	10	0	11	7	1	0	8	36	0	1	0	0	0	13	5	3	97	
<i>Partenium incanum</i>	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	6	
<i>Condalia correllii</i>	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	
<i>Dodonea viscosa</i>	50	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	26	
		85	69	172	96	111	39	186	111	92	39	131	111	110	128	46	83	44	75	120	96	1944	

Para el estrato arbustivo durante el muestreo realizado en 40 sitios, se observaron 10 especies, de acuerdo con los estimadores CHAO1 y COLE se esperan encontrar 10 especies por lo que se registró el 100% de las especies esperadas.

Tabla IV.60. Estimadores para estrato arbustivo

Samples	Sobs	Chao 1 Mean	Cole
1	4.8	5.12	7.5
2	5.91	5.97	8.59
3	6.54	6.52	9.07
4	7.02	7.14	9.31
5	7.42	7.53	9.45
6	7.76	7.78	9.54
7	8.07	8.1	9.61
8	8.33	8.28	9.67
9	8.57	8.67	9.72
10	8.77	8.85	9.76
11	8.96	9.05	9.8
12	9.11	9.07	9.83
13	9.25	9.13	9.86
14	9.37	9.28	9.88
15	9.48	9.36	9.9
16	9.57	9.44	9.92
17	9.64	9.5	9.94
18	9.71	9.62	9.95
19	9.77	9.72	9.96
20	9.81	9.78	9.97
21	9.85	9.86	9.98
22	9.88	9.9	9.98
23	9.91	9.92	9.99
24	9.93	9.94	9.99
25	9.95	9.94	9.99
26	9.96	9.96	9.99
27	9.97	9.98	10
28	9.98	10	10
29	9.99	10	10
30	9.99	10	10
31	10	10	10
32	10	10	10
33	10	10	10
34	10	10	10
35	10	10	10

Samples	Sobs	Chao 1 Mean	Cole
36	10	10	10
37	10	10	10
38	10	10	10
39	10	10	10
40	10	10	10
% de especies registradas		100	100

Como se observa en la tabla anterior ambos estimadores CHAO1 y COLE estiman se observen 10 especies, por lo que se sobreponen las especies observadas, con las especies estimadas de acuerdo con los estimadores, como se muestra en la siguiente figura.

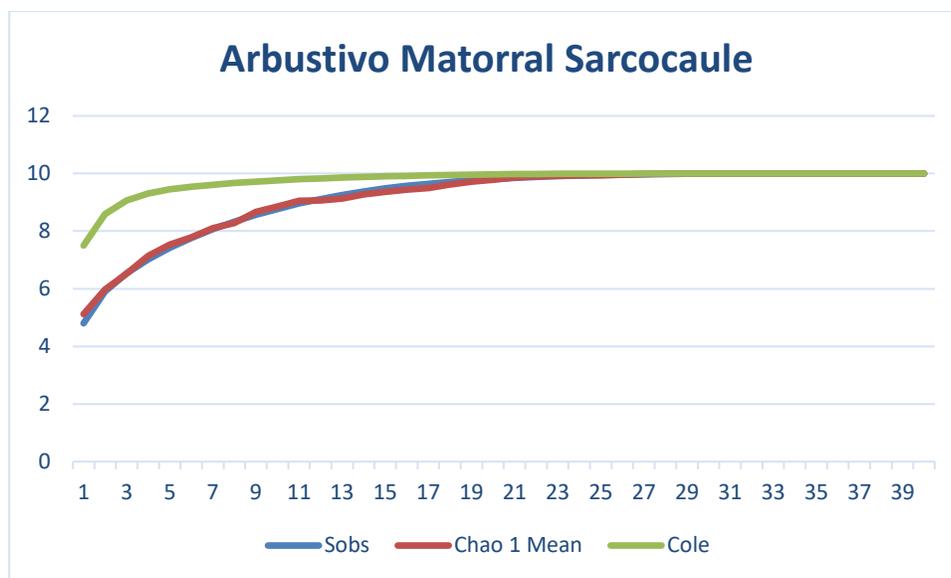


Figura IV.47. Estimadores de estrato arbustivo

Tabla IV.61. Sesgo y exactitud para estrato arbustivo

CHAO1		Cole	
Sverdadera	10	Sverdadera	10
Sestimada	10	Sestimada	10
Sesgo	0	Sesgo	0
Exactitud	0	Exactitud	0

Como se observa en la tabla anterior ambos estimadores esperan observar 10 especies, al haber observado 10 especies el sesgo y la exactitud son iguales a 0, por lo que la muestra es confiable al no existir sesgo y al ser exacta la muestra.

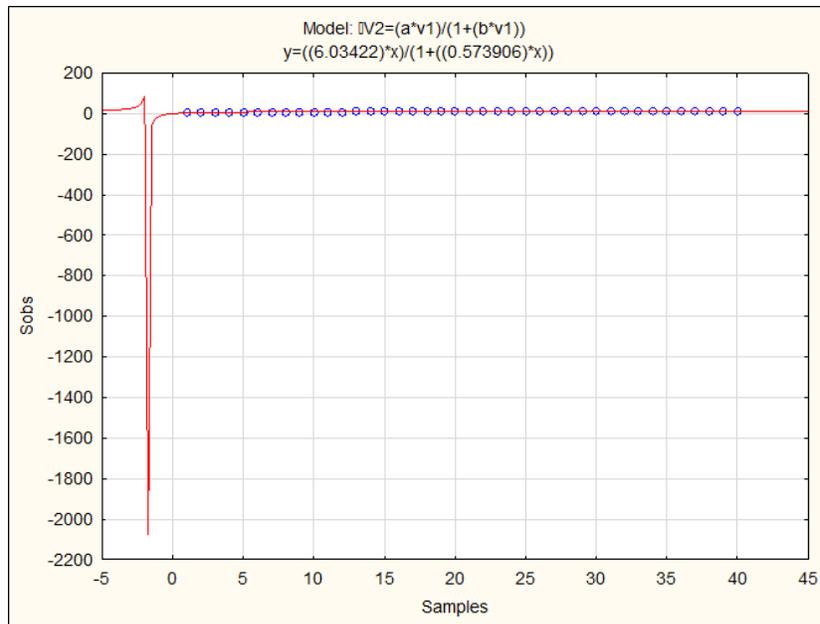


Figura IV.48. Gráfico de Clench para estrato arbustivo

Tabla IV.62. Valores de Clench para estrato arbustivo

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	6.03422
B	0.573906
Pendiente	0.011
% Especies	0.951
Sitios	33.106
n	40
spp	10
Modelo de Clench	10.075

De acuerdo con el análisis paramétrico, con un 95% de confianza, se registró el 95% de los arbustos presentes en el área, alcanzando de acuerdo a la ecuación, una pendiente de 0.011, la cual obtiene un valor menor a 0.1, por lo que se considera un muestreo confiable para desarrollar índices de diversidad.

Estrato herbáceo de vegetación de matorral sarcocaule

Tabla IV.63. Matriz de datos para Estimates del estrato herbáceo

Especie		Sitios																					
Forma	Nombre Científico	Clave	MC2	MC20	MM12	MMS002	MMS10	MMS11	MMS13	MMS14	MMS15	MMS16	MMS17	MMS18	MMS19	MMS21	MMS27	MMS29	MMS39	MMS40	MMS8M	MMSM2	Total general
Herbácea	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	3	10	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	10	19	9	0	0	0	138
Herbácea	<i>Dyssodia anomala</i>	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	0	0	6	0	0	10	0	27
Herbácea	<i>Krameria grayi</i>	34	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
Herbácea	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5
Herbácea	<i>Cryptantha costata</i>	48	6	0	0	30	40	35	90	60	45	50	100	20	45	76	0	0	20	50	68	60	795
Herbácea	<i>Cryptantha grayi</i>	53	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Herbácea	<i>Malvastrum bicuspidatum</i>	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Herbácea	<i>Eriogonum thomasi</i>	57	6	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	1	0	0	0	4	7	0	0	0	25
Herbácea	<i>Bouteloua gracilis</i>	60	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	0	0	25
			37	30	0	30	40	35	90	75	60	50	103	32	110	76	10	34	36	56	78	60	1042
Especie		Sitios																					
Forma	Nombre Científico	Clave	MMSM22	MMSM23	MMSM25	MMSM29	MMSM3	MMSM33	MMSM4	MMSM5	MMSM6	MMSM7	MMSMN26	MNS30	MNS31	MNS32	MNS34	MNS35	MNS36	MNS37	MNS38	MS1	Total general
Herbácea	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	3	1	0	10	0	41	0	0	21	6	35	30	11	0	0	0	0	0	0	0	11	166
Herbácea	<i>Dyssodia anomala</i>	27	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Herbácea	<i>Krameria grayi</i>	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Herbácea	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	40	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	17
Herbácea	<i>Cryptantha costata</i>	48	20	20	80	10	25	20	50	14	50	26	50	10	45	75	20	25	35	15	30	20	640
Herbácea	<i>Cryptantha grayi</i>	53	1	8	0	0	0	5	0	0	0	8	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	40
Herbácea	<i>Malvastrum bicuspidatum</i>	55	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Herbácea	<i>Eriogonum thomasi</i>	57	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	13	30
Herbácea	<i>Bouteloua gracilis</i>	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	70
			22	28	90	20	66	35	50	45	58	69	95	91	45	75	38	25	35	15	30	51	983

Para el estrato herbáceo se realizaron 40 sitios, de los cuales se encontraron solamente herbáceas en 39 de los sitios realizados.

Tabla IV.64. Estimadores para estrato herbáceo

Samples	Sobs	Chao 1 Mean	Cole
1	2.02	2.04	6.01
2	3.03	3.06	7.41
3	3.78	3.98	8.06
4	4.4	4.56	8.41
5	4.94	5.08	8.62
6	5.39	5.46	8.75
7	5.79	5.72	8.83
8	6.14	6.24	8.89
9	6.45	6.46	8.93
10	6.72	6.66	8.95
11	6.97	6.96	8.97
12	7.19	7.1	8.98
13	7.38	7.32	8.99
14	7.56	7.6	8.99
15	7.72	7.7	8.99
16	7.86	7.86	9
17	7.99	7.98	9
18	8.11	8.18	9
19	8.21	8.36	9
20	8.31	8.42	9
21	8.4	8.5	9
22	8.47	8.62	9
23	8.54	8.66	9
24	8.61	8.74	9
25	8.66	8.78	9
26	8.72	8.78	9
27	8.76	8.82	9
28	8.8	8.82	9
29	8.84	8.84	9
30	8.87	8.9	9
31	8.9	8.94	9
32	8.92	8.94	9
33	8.94	8.96	9
34	8.96	8.96	9
35	8.97	8.96	9

Samples	Sobs	Chao 1 Mean	Cole
36	8.98	8.98	9
37	8.99	9	9
38	9	9	9
39	9	9	9
40	9	9	9
% de especies registradas		100	100

Como se observa en la tabla anterior tanto el estimador CHAO1 como el estimador COLE esperan observar 9 especies, al haber observado dos especies durante el muestreo se registró el 100% de las especies esperadas.

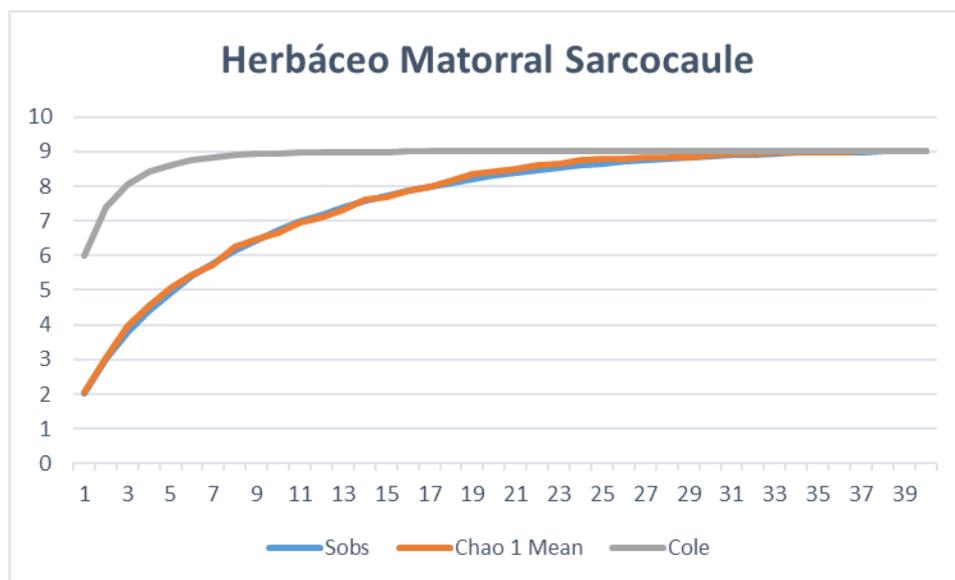


Figura IV.49. Estimadores para el estrato herbáceo

Tabla IV.65. Sesgo y exactitud para el estrato herbáceo

CHAO1		Cole	
Sverdadera	9	Sverdadera	9
Sestimada	9	Sestimada	9
Sesgo	0	Sesgo	0
Exactitud	0	Exactitud	0

Como se observa en la tabla anterior para ambos estimadores el valor para sesgo y exactitud es 0, recordando que cuando los valores son cercanos o iguales a cero es confiable el muestreo, puesto que no existe sesgo y la muestra es exacta, para el caso de las herbáceas se obtiene un muestreo bastante confiable.

De acuerdo con el análisis paramétrico para el estrato herbáceo, se obtiene una pendiente de 0.027, recordando que pendientes menores a 0.1 indican un muestreo confiable, el muestreo realizado resulta confiable, habiendo registrado el 86.7% de la vegetación, afirmando esto con un 95% de confiabilidad, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.66. Valores de Clench para estrato herbáceo

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	1.96981
B	0.189711
Pendiente	0.027
% Especies	0.867
Sitios	100.152
n	40
spp	9
Modelo de Clench	9.174

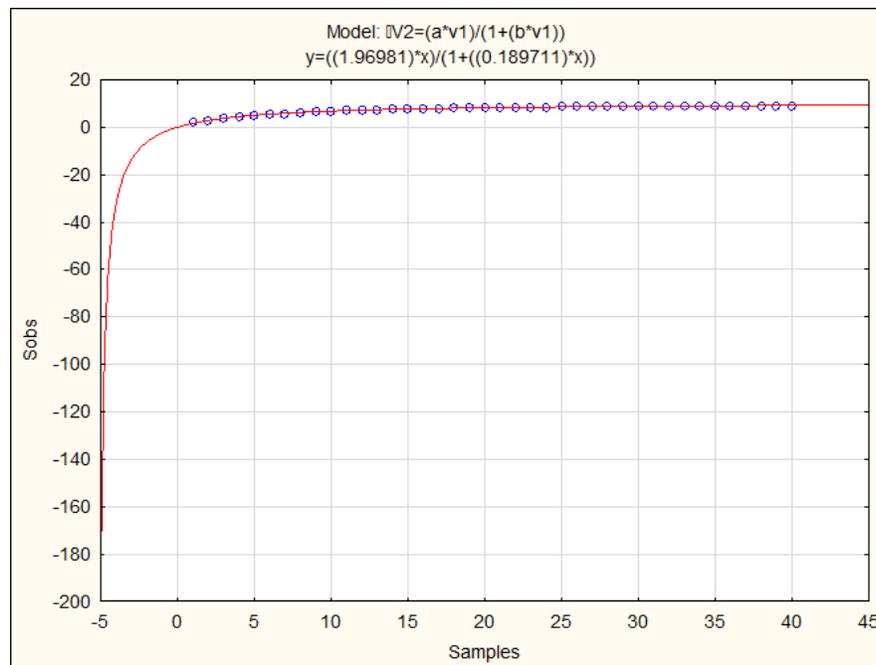


Figura IV.50. Modelo de Clench para estrato herbáceo

Estrato cactáceo de vegetación de matorral sarcocaule

Tabla IV.67. Matriz para Estimates de los estratos cactáceo y agaváceo

Especie		Sitios																				Total general
Nombre Científico	Clave	MC2	MC20	MM12	MMS002	MMS10	MMS11	MMS13	MMS14	MMS15	MMS16	MMS17	MMS18	MMS19	MMS21	MMS27	MMS29	MMS39	MMS40	MMS8M	MMSM2	Total general
<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	5	3	11	37	47	21	0	23	19	59	46	0	62	122	0	180	72	43	11	1	15	772
<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	10	5	9	1	18	11	1	26	18	13	10	0	6	9	1	1	3	4	5	0	20	161
<i>Ferocactus pringlei</i>	12	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	1	0	0	7
<i>Canegia gigantea</i>	13	7	1	2	5	0	0	0	0	1	0	1	1	0	2	0	2	0	0	1	0	23
<i>Lophocereus schottii</i>	16	4	3	3	0	0	5	0	17	4	2	13	0	4	2	4	0	1	0	35	0	97
<i>Mammillaria grahamii</i>	17	0	7	5	8	3	2	5	5	21	6	0	24	39	1	31	12	5	0	0	10	184
<i>stenocereus thurberi</i>	19	0	0	2	3	4	0	0	2	0	4	0	4	5	1	8	11	1	0	0	0	45
<i>Echinocereus nicholii</i>	20	2	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	19	1	1	0	1	29
<i>Cylindropuntia fulgida</i>	21	0	9	2	1	1	26	2	0	0	2	0	9	3	4	0	0	0	2	0	0	61
		21	40	53	84	41	34	56	61	99	70	14	106	182	12	227	121	55	20	37	46	1379
Especie		Sitios																				Total general
Nombre Científico	Clave	MMSM22	MMSM23	MMSM25	MMSM29	MMSM33	MMSM33	MMSM44	MMSM55	MMSM66	MMSM77	MMSMN26	MNS30	MNS31	MNS32	MNS34	MNS35	MNS36	MNS37	MNS38	MS1	Total general
<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	5	9	50	23	28	221	88	15	245	107	117	59	297	40	25	18	165	0	2	10	64	1583
<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	10	9	3	9	11	2	0	6	5	5	6	10	4	17	5	5	12	9	2	5	6	131
<i>Ferocactus pringlei</i>	12	1	0	0	0	3	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7
<i>Canegia gigantea</i>	13	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	5	0	0	0	1	0	10
<i>Lophocereus schottii</i>	16	2	1	0	0	1	0	0	0	3	0	0	3	0	2	6	0	0	2	0	0	20
<i>Mammillaria grahamii</i>	17	2	10	5	8	92	11	25	173	26	11	5	6	11	9	7	33	0	1	3	15	453
<i>stenocereus thurberi</i>	19	1	2	0	1	4	7	0	2	1	0	1	0	0	0	1	0	2	2	1	2	27
<i>Echinocereus nicholii</i>	20	1	0	0	1	7	0	0	8	0	0	0	1	0	1	0	0	2	3	1	0	25
<i>Cylindropuntia fulgida</i>	21	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	12	0	14	2	0	0	31
		25	66	37	51	330	106	46	433	145	136	76	311	68	43	54	210	27	14	22	87	2287

Para el estrato cactáceo se observaron especies en los 40 sitios realizados, las especies observadas son 9.

Tabla IV.68. Estimadores para estrato cactáceo y agaváceo

Samples	Sobs	Chao 1 Mean	Cole
1	5.32	6.12	7.3
2	7.04	7.76	8.23
3	7.86	8.33	8.57
4	8.32	8.52	8.74
5	8.59	8.66	8.83
6	8.74	8.78	8.89
7	8.84	8.82	8.93
8	8.9	8.9	8.96
9	8.93	8.98	8.97
10	8.96	8.94	8.98
11	8.97	8.98	8.99
12	8.98	8.98	8.99
13	8.99	8.98	9
14	8.99	8.98	9
15	9	8.98	9
16	9	8.98	9
17	9	8.98	9
18	9	9	9
19	9	9	9
20	9	9	9
21	9	9	9
22	9	9	9
23	9	9	9
24	9	9	9
25	9	9	9
26	9	9	9
27	9	9	9
28	9	9	9
29	9	9	9
30	9	9	9
31	9	9	9
32	9	9	9
33	9	9	9
34	9	9	9
35	9	9	9

Samples	Sobs	Chao 1 Mean	Cole
36	9	9	9
37	9	9	9
38	9	9	9
39	9	9	9
40	9	9	9
% de especies registradas		100	100

Como se observa en la tabla anterior, de acuerdo con los estimadores se espera encontrar 9 especies, al haber encontrado 9 especies durante el muestreo se registró el 100% de las especies esperadas, de acuerdo con ambos estimadores.

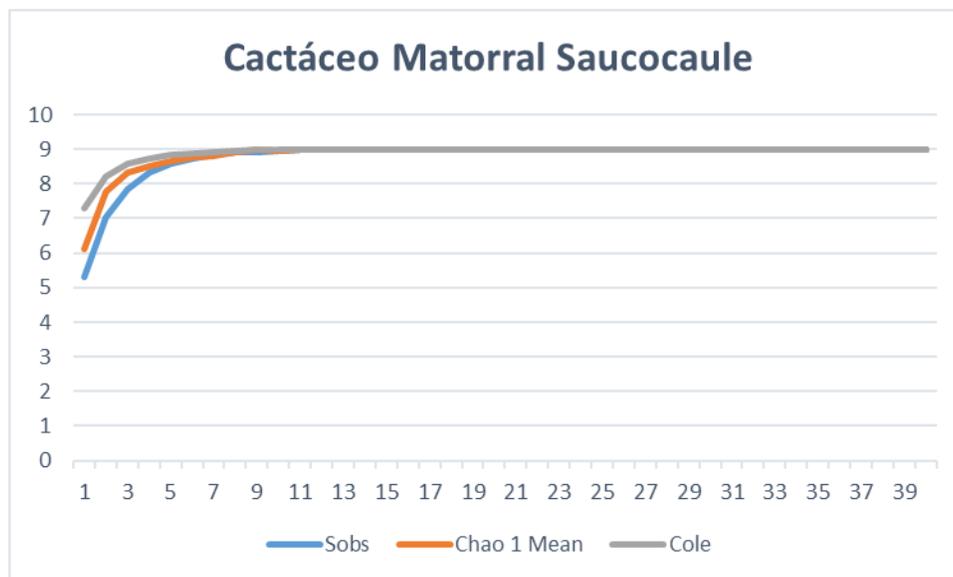


Figura IV.51. Estimadores para estrato cactáceo

Tabla IV.69. Sesgo y exactitud para estrato cactáceo

CHAO1		Cole	
Sverdadera	9	Sverdadera	9
Sestimada	9	Sestimada	9
Sesgo	0	Sesgo	0
Exactitud	0	Exactitud	0

Para el estrato cactáceo se observa que para ambos estimadores el sesgo es igual a 0, recordando que valores cercanos o iguales a 0 indican un muestreo confiable, en este caso el muestreo es confiable puesto que no existe sesgo. Con respecto a la exactitud los valores que se pueden alcanzar van de -1 a 1, siendo 0 el valor ideal de obtener puesto que este

indicaría que la estimación es exacta, debido a que se obtuvo un valor de 0 para la exactitud el muestreo es altamente confiable.

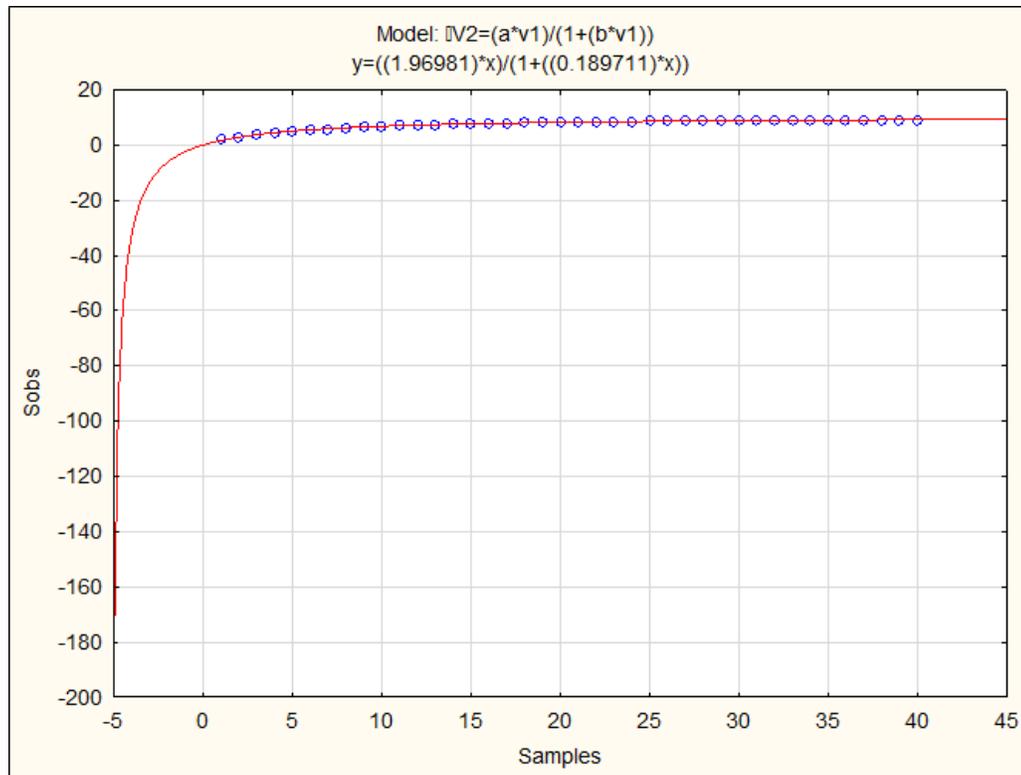


Figura IV.52. Ecuación de Clench para estrato cactáceo

Tabla IV.70. Valores para modelo de Clench

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	1.96981
B	0.189711
Pendiente	0.027
% Especies	0.867
Sitios	100.152
n	40
spp	9
Modelo de Clench	9.174

De acuerdo al modelo de Clench, con un 95% de confiabilidad se registró el 86.7% de la vegetación presente en el estrato cactáceo, por lo que se alcanza una pendiente de 0.027, la cual al ser menor a 0.1 resulta altamente confiable, indicándonos que el muestreo realizado es suficiente para estimar índices de diversidad.

Una vez realizado el análisis de los datos levantados en el sistema ambiental en los tipos de vegetación que serán afectados y demostrar que el inventario realizado es confiable para el análisis de diversidad.

A continuación se presenta el análisis de los datos del inventario realizado en el área donde se va a desarrollar el proyecto, haciendo la evaluación por medio de métodos paramétricos y no paramétricos para evaluar la confiabilidad del muestreo realizado.

El área propuesta para el desarrollo del proyecto cuenta con una superficie de 1,297,682.3200 m², donde se realizó un total de 60 sitios de 1000 m² cada uno para hacer el análisis de diversidad. Cabe mencionar que el análisis de diversidad se realiza por tipo de vegetación por afectar, por lo que se separan el número de sitios entre los dos tipos de vegetación:

- 40 sitios para el tipo de vegetación de matorral sarcocaule
- 20 sitios para el tipo de vegetación de matorral desértico micrófilo.

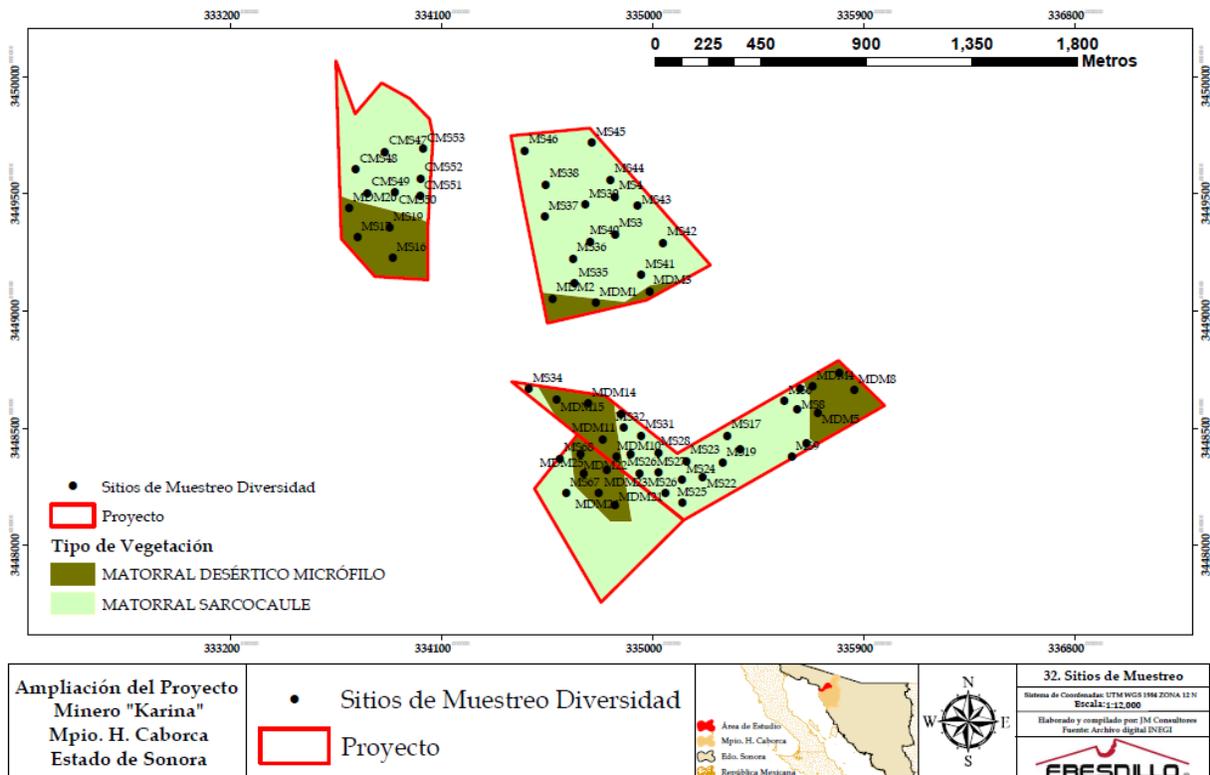


Figura IV.53. Sitios de muestreo Diversidad

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.

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

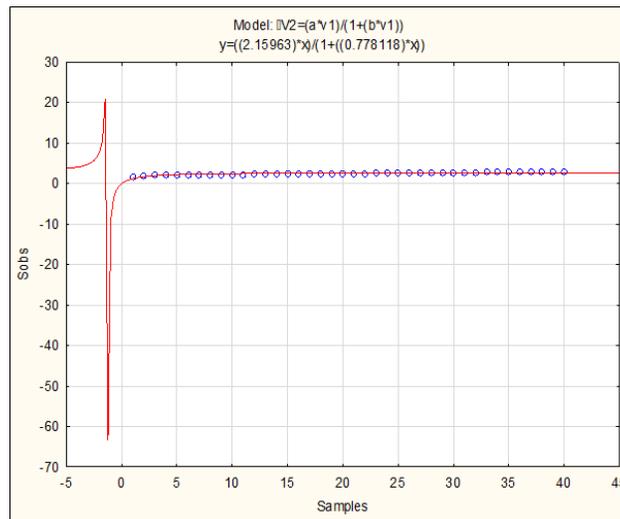


Figura IV.54. Gráfico de Clench para el estrato arbóreo

Tabla IV.71. Parámetros de aplicación de modelo de Clench.

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	2.15963
B	0.778118
Pendiente	0.002
% Especies	1.081
Sitios	24.418
n	40
spp	3
Modelo de Clench	3

Como se observa en la tabla anterior, se ha registrado el 100% de las especies que pudieron haberse encontrado en el tipo de vegetación de **Matorral Sarcocaulé** que se encuentra dentro del área del proyecto, el número de sitios realizados fueron 40, según el

modelo de Clench para alcanzar una confiabilidad del 95% se tenía que haber realizado 24.418 sitios, al correlacionar lo anterior con la pendiente de la curva (Clench) con un valor de 0.002, se considera que el inventario es bastante fiable, puesto que Clench indica que valores de pendiente menores a 0.1 resultan en un inventario de fiabilidad para analizar diversidad.

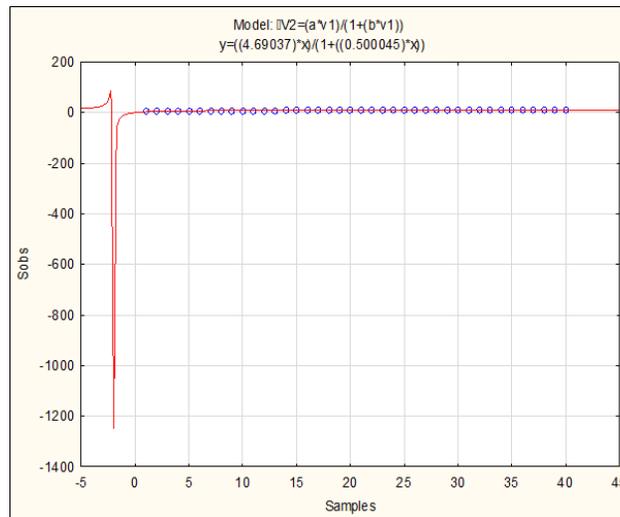


Figura IV.55. Gráfico de Clench para el estrato arbustivo.

Tabla IV.72. Parámetros de aplicación de modelo de Clench.

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	4.69037
B	0.500045
Pendiente	0.011
% Especies	0.959
Sitios	37.997
n	40
spp	9
Modelo de Clench	8.933

Como se observa en la tabla anterior, se ha registrado el 95.9% de las especies que pudieron haberse encontrado del estrato arbustivo en el tipo de vegetación de **Matorral Sarcocaulé** que se encuentra dentro del área del proyecto, el número de sitios realizados fueron 40 donde se encontraron 9 especies. Para alcanzar una confiabilidad del 95% se debía haber muestreado en 37.997 sitios, al correlacionar lo anterior con la pendiente de la curva (Clench) con un valor de 0.011, se considera que el inventario es bastante fiable,

puesto que Clench indica que valores de pendiente menores a 0.1 resultan en un inventario de fiabilidad para analizar diversidad.

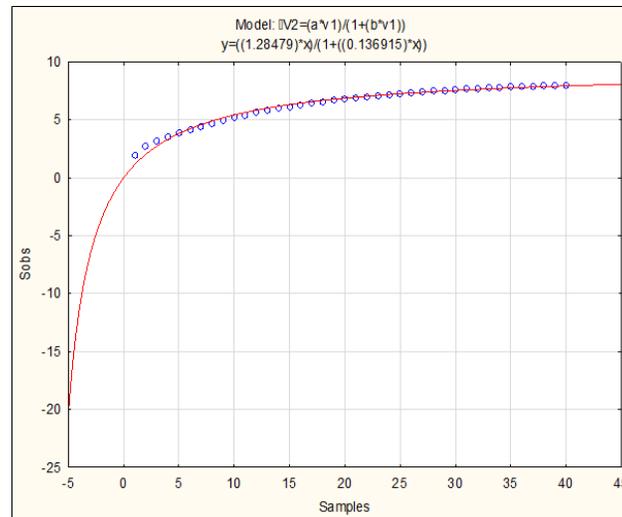


Figura IV.56. Gráfico de Clench para el estrato herbáceo.

Tabla IV.73. Parámetros de aplicación de modelo de Clench.

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	1.28479
B	0.136915
Pendiente	0.031
% Especies	0.853
Sitios	138.772
n	40
spp	8
Modelo de Clench	7.935

Como se observa en la tabla anterior, se ha registrado el 85.3% de las especies que pudieron haberse encontrado del estrato herbáceo en el tipo de vegetación de **Matorral Sarcocaulé** que se encuentra dentro del área del proyecto, el número de sitios realizados fueron 40 donde se encontraron 8 especies. Para alcanzar una confiabilidad del 95% se debía haber muestreado en 98.772 sitios adicionales a los 40 sitios realizados para alcanzar un total de 138.772 sitios, al correlacionar lo anterior con la pendiente de la curva (Clench) con un valor de 0.031, se considera que el inventario es bastante fiable, puesto que Clench indica que valores de pendiente menores a 0.1 resultan en un inventario de fiabilidad para analizar diversidad.

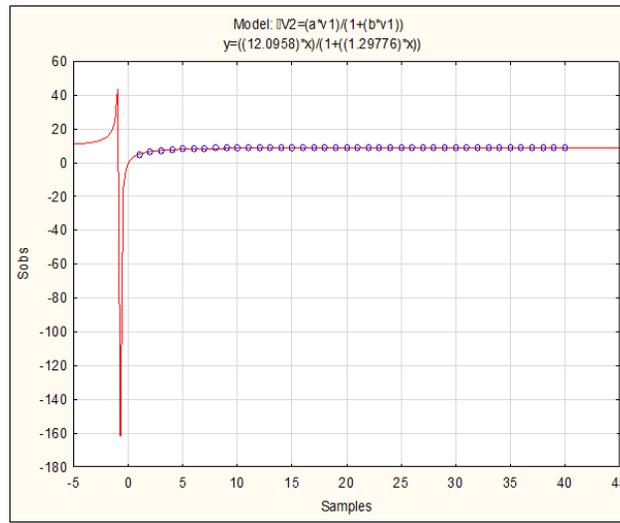


Figura IV.57. Gráfico de Clench para el estrato cactáceo.

Tabla IV.74. Parámetros de aplicación de modelo de Clench.

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	12.0958
B	1.29776
Pendiente	0.004
% Especies	0.966
Sitios	14.641
n	40
spp	9
Modelo de Clench	9.144

Como se observa en la tabla anterior, se ha registrado el 96.6% de las especies que pudieron haberse encontrado del estrato cactáceo en el tipo de vegetación de **Matorral Sarcocaulé** que se encuentra dentro del área del proyecto, el número de sitios realizados fueron 40 donde se encontraron 9 especies. Para alcanzar una confiabilidad del 95% se debía haber muestreado un total de 14.641 sitios, al correlacionar lo anterior con la pendiente de la curva (Clench) con un valor de 0.004, se considera que el inventario es bastante fiable, puesto que Clench indica que valores de pendiente menores a 0.1 resultan en un inventario de fiabilidad para analizar diversidad.

Hasta el momento el análisis realizado para las especies encontradas en el tipo de vegetación de **matorral sarcocaule** demuestra que el inventario realizado en este tipo de vegetación es confiable para realizar el análisis de diversidad.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por medio del modelo de Clench realizado para las especies encontradas en el tipo de vegetación de **Matorral Desértico Micrófilo**.

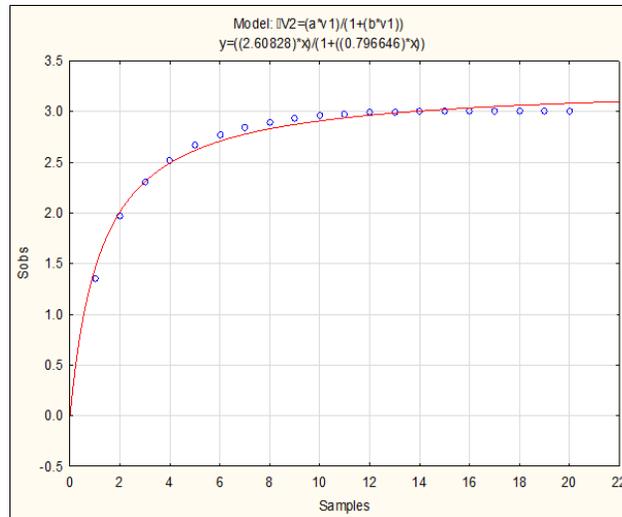


Figura IV.58. Gráfico de Clench para el estrato arbóreo.

Tabla IV.75. Parámetros de aplicación de modelo de Clench.

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	2.60828
B	0.796646
Pendiente	0.009
% Especies	0.916
Sitios	23.850
n	20
spp	3
Modelo de Clench	3

Como se observa en la figura y tabla anterior, se ha registrado el 91.6% de las especies que pudieron haberse encontrado del estrato arbóreo en el tipo de vegetación de **Matorral Desértico Micrófilo** que se encuentra dentro del área del proyecto, el número de sitios realizados fueron 20 donde se encontraron 3 especies. Para alcanzar una confiabilidad del

95% se debía haber muestreado un total de 23.85 sitios, al correlacionar lo anterior con la pendiente de la curva (Clench) con un valor de 0.009, se considera que el inventario es bastante fiable, puesto que Clench indica que valores de pendiente menores a 0.1 resultan en un inventario de fiabilidad para analizar diversidad.

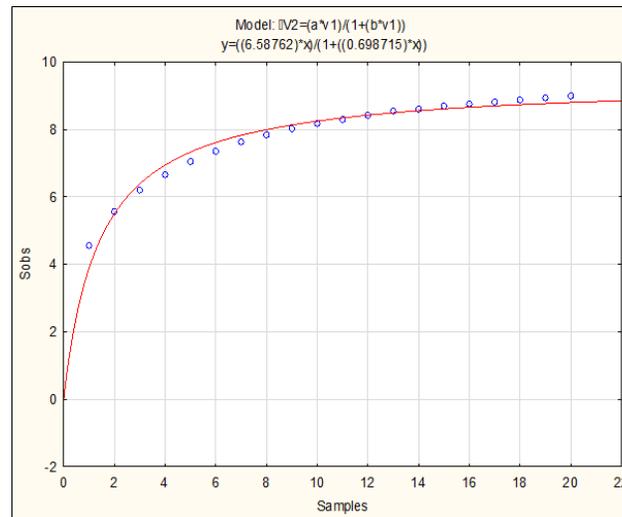


Figura IV.59. Gráfico de Clench para el estrato arbustivo.

Tabla IV.76. Parámetros de aplicación de modelo de Clench.

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	6.58762
B	0.698715
Pendiente	0.029
% Especies	0.955
Sitios	27.193
n	20
spp	9
Modelo de Clench	8.799

Como se observa en la figura y tabla anterior, se ha registrado el 95.5% de las especies que pudieron haberse encontrado del estrato arbustivo en el tipo de vegetación de **Matorral Desértico Micrófilo** que se encuentra dentro del área del proyecto, el número de sitios realizados fueron 20 donde se encontraron 9 especies. Para alcanzar una confiabilidad del 95% se debía haber muestreado un total de 27.193 sitios, al correlacionar lo anterior con la

pendiente de la curva (Clench) con un valor de 0.029, se considera que el inventario es bastante fiable, puesto que Clench indica que valores de pendiente menores a 0.1 resultan en un inventario de fiabilidad para analizar diversidad.

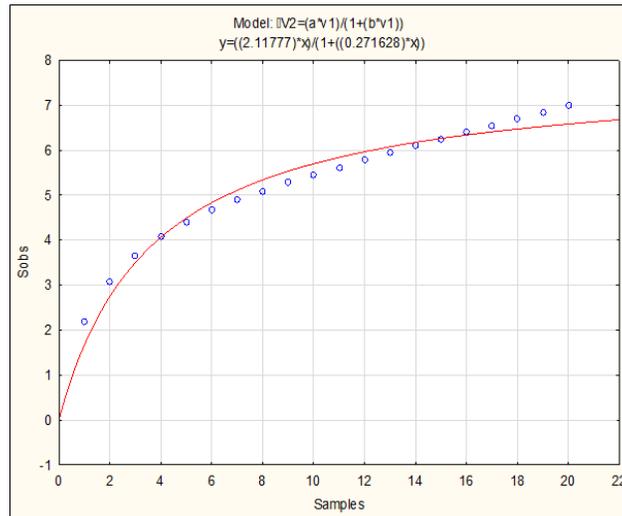


Figura IV.60. Gráfico de Clench para el estrato herbáceo.

Tabla IV.77. Parámetros de aplicación de modelo de Clench.

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	2.11777
B	0.271628
Pendiente	0.051
% Especies	0.898
Sitios	69.949
n	20
spp	7
Modelo de Clench	6.585

Como se observa en la figura y tabla anterior, se ha registrado el 89.8% de las especies que pudieron haberse encontrado del estrato herbáceo en el tipo de vegetación de **Matorral Desértico Micrófilo** que se encuentra dentro del área del proyecto, el número de sitios realizados fueron 20 donde se encontraron 7 especies. Para alcanzar una confiabilidad del 95% se debía haber muestreado 49.949 sitios adicionales a los 20 sitios realizados para obtener un total de 69.949 sitios, al correlacionar lo anterior con la pendiente de la curva

(Clench) con un valor de 0.051, se considera que el inventario es bastante fiable, puesto que Clench indica que valores de pendiente menores a 0.1 resultan en un inventario de fiabilidad para analizar diversidad.

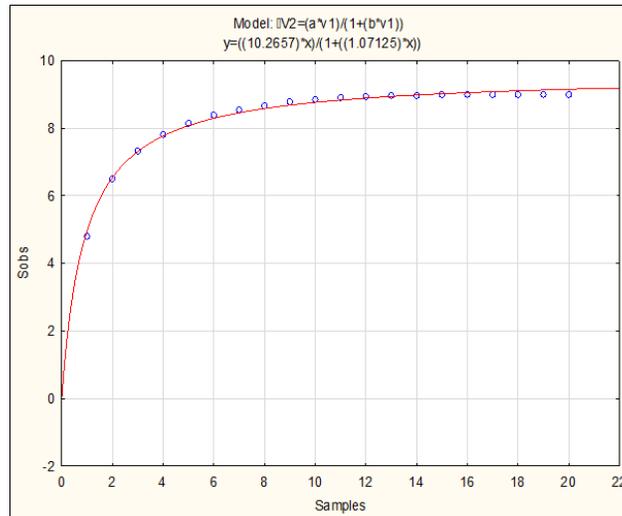


Figura IV.61. Gráfico de Clench para el estrato cactáceo.

Tabla IV.78. Parámetros de aplicación de modelo de Clench.

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	10.2657
B	1.07125
Pendiente	0.020
% Especies	0.939
Sitios	17.736
n	20
spp	9
Modelo de Clench	9.156

Como se observa en la figura y tabla anterior, se ha registrado el 93.9% de las especies que pudieron haberse encontrado del estrato cactáceo en el tipo de vegetación de **Matorral Desértico Micrófilo** que se encuentra dentro del área del proyecto, el número de sitios realizados fueron 20 donde se encontraron 9 especies. Para alcanzar una confiabilidad del 95% se debía haber muestreado en 17.736 sitios, al correlacionar lo anterior con la pendiente de la curva (Clench) con un valor de 0.02, se considera que el inventario es

bastante fiable, puesto que Clench indica que valores de pendiente menores a 0.1 resultan en un inventario de fiabilidad para analizar diversidad.

Como se puede observar, según el análisis realizado con ayuda del modelo de Clench para el tipo de vegetación de **matorral desértico micrófilo** que se encuentra dentro del área del proyecto, el muestreo resulta ser bastante confiable, resultando pendientes por debajo de 0.1 en todos los estratos presentes en el área donde se pretende desarrollar el proyecto, por lo que se procede con el análisis de diversidad.

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 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 -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 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

Nota. - La densidad es el número de individuos entre unidad de superficie, en este caso como unidad de superficie se está manejando una hectárea, por lo que para ajustar la densidad a una hectárea se divide el número de individuos entre el área muestreada.

Los resultados del cálculo se muestran en las siguientes tablas.

Vegetación de Matorral Desértico Micrófilo

Tabla IV.79. Índices de diversidad del estrato arbóreo a nivel sistema ambiental (Índice de Shannon y Equitatividad de Pielou)

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	33	0.2578125	0.349470697
Bursera microfila	<i>Bursera microfila</i>	40	0.3125	0.363484628
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	13	0.1015625	0.232281655
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	42	0.328125	0.365649587
Totales		128	1	1.310886566

H CALCULADA	1.310886566
H MÁXIMA	1.386294361
EQUITATIVIDAD	0.945604774

Se tiene un estrato muy poco diverso, en el cual las especies se encuentran distribuidas muy similarmente puesto que H.M. es de 1.38 y H.C. obtiene un valor de 1.31, al estar H.C. de H.M. muy cercana se infiere la similaridad de las especies, por lo que la equitatividad de las mismas es similar ya que se obtiene un valor de 0.94, la especie que se presenta en menor proporción es *Prosopis velutina*.

Tabla IV.80. Índices de diversidad del estrato arbustivo a nivel sistema ambiental (Índice de Shannon y Equitatividad de Pielou)

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Larrea tridentata (gobernadora)	<i>Larrea tridentata</i>	373	0.245072273	0.34462115
Garrapatilla	<i>Lycium andersonii</i>	18	0.011826544	0.05247921
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	93	0.061103811	0.170796214
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	345	0.226675427	0.336439857
Lisium	<i>Encelia californica</i>	377	0.247700394	0.345674657
Chamizo	<i>Ambrosia dumosa</i>	113	0.074244415	0.193064637
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	156	0.102496715	0.233479781
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	1	0.00065703	0.004814573
Verdecito	<i>Maytenus phyllanthoides</i>	11	0.007227332	0.03562992
Cenizo	<i>Calliandra eriophylla</i>	3	0.001971091	0.012278255
Granjeno	<i>Condalia correllii</i>	16	0.010512484	0.047886379
Arbusto hoja larga	<i>Dodonea viscosa</i>	15	0.009855453	0.045529537

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Sangregrado corazón	<i>Jatropha cinerea</i>	1	0.00065703	0.004814573
Totales		1522	1	1.827508743

H CALCULADA	1.827508743
H MÁXIMA	2.564949357
EQUITATIVIDAD	0.712493109

Se obtuvo un H.C. de 1.82 y un H.M. de 2.56 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 0.71, en este caso las especies dominantes son *Larrea tridentata*, *Jatropha cuneata* y *Encelia californica*

Tabla IV.81. Índices de diversidad del estrato herbáceo a nivel sistema ambiental (Índice de Shannon y Equitatividad de Pielou)

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	101	0.070383275	0.186783109
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	96	0.066898955	0.180933035
Flor violeta	<i>Krameria grayi</i>	8	0.005574913	0.028930891
Zacate peludo	<i>Cryptantha costata</i>	1011	0.704529617	0.246743821
Telaraña	<i>Cryptantha grayi</i>	3	0.002090592	0.012899598
Palo rosa	<i>Eriogonum thomasii</i>	120	0.083623693	0.207506206
Navajita	<i>Bouteloua gracilis</i>	96	0.066898955	0.180933035
Totales		1435	1	1.044729696

H CALCULADA	1.044729696
H MÁXIMA	1.945910149
EQUITATIVIDAD	0.536884859

El estrato herbáceo es un estrato poco diverso y un H.C. de 1.04 y un H.M. de 1.94 por lo que existe dominancia de unas especies sobre otras, asimismo la equitatividad no es cercana a 1 ya que se obtiene 0.53 por lo que se denota la dominancia de una de las especies sobre otras. Para este estrato la especie dominante es *Cryptantha costata*.

Tabla IV.82. Índices de diversidad del estrato cactáceo a nivel sistema ambiental (Índice de Shannon y Equitatividad de Pielou)

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	1857	0.752736117	0.213807585
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida</i> <i>var fulgida</i>	91	0.036886907	0.121723054
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	9	0.003648156	0.020479044
Sahuaro	<i>Canegia gigantea</i>	32	0.01297122	0.056360239
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	53	0.021483583	0.082506976
Cactus rojo	<i>Mammillaria grahamii</i>	294	0.119173085	0.253502406
Pitaya dulce	<i>stenocereus thurberi</i>	37	0.014997973	0.062989091
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	39	0.015808675	0.065561679
Choya pelona	<i>Cylindropuntia fulgida</i>	55	0.022294285	0.084794638
Totales		2467	1	0.961724711

H CALCULADA	0.961724711
H MÁXIMA	2.197224577
EQUITATIVIDAD	0.437699779

El estrato cactáceo con una dominancia marcada entre especies ya que la equitatividad es de 0.43 lo que se ratifica con un H.C. de 0.96 y un H.M. de 2.19, 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. En este caso la especie dominante es *Cylindropuntia bigelovii*.

Vegetación de Matorral Sarcocaula

Tabla IV.83. Índices de diversidad del estrato arbóreo a nivel sistema ambiental (Índice de Shannon y Equitatividad de Pielou)

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	141	0.437888199	0.36160442
Bursera microfila	<i>Bursera microfila</i>	144	0.447204969	0.359882942
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	2	0.00621118	0.031561518
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	35	0.108695652	0.24121777
Totales		322	1	0.994266651

H CALCULADA	0.994266651
-------------	-------------

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
	H MÁXIMA	1.386294361		
	EQUITATIVIDAD	0.717211783		

Para el estrato arbóreo se obtuvo un valor de H.C. de 0.99, mientras que el H.M. es de 1.38, encontrando que el estrato es poco diverso y presenta ligera dominancia de especies, en este caso las especies *Prosopis velutina* y *Olneya tesota* presentan un número de individuos menor que las especies dominantes (*Cercidium microphyllum* y *Bursera microfila*), por lo que la distribución resulta con un valor de 0.71.

Tabla IV.84. Índices de diversidad del estrato arbustivo a nivel sistema ambiental (Índice de Shannon y Equitatividad de Pielou)

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Larrea tridentata (gobernadora)	<i>Larrea tridentata</i>	851	0.220924195	0.333581317
Garrapatilla	<i>Lycium andersonii</i>	33	0.008566978	0.040777447
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	260	0.067497404	0.181950466
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	1299	0.337227414	0.366565443
Lisium	<i>Encelia californica</i>	1141	0.296209761	0.360394691
Chamizo	<i>Ambrosia dumosa</i>	48	0.012461059	0.054643573
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	149	0.038681205	0.125806806
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	31	0.008047767	0.038809236
Granjeno	<i>Condalia correllii</i>	5	0.001298027	0.008627868
Arbusto hoja larga	<i>Dodonea viscosa</i>	35	0.009086189	0.042714172
Totales		3852	1	1.553871021

H CALCULADA	1.553871021
H MÁXIMA	2.302585093
EQUITATIVIDAD	0.67483761

El estrato es poco diverso, asimismo existe dominancia entre las especies ya que se observa un valor distante entre H.C. 1.55 y H.M. 2.30, lo cual se ratifica con una equitatividad de 0.67, las especies dominante en el estrato arbustivo son *Encelia californica*, *Jatropha cuneata* y *Larrea tridentata*.

Tabla IV.85. Índices de diversidad del estrato herbáceo a nivel sistema ambiental (Índice de Shannon y Equitatividad de Pielou)

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	304	0.150123457	0.284678702
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	37	0.018271605	0.073130401
Flor violeta	<i>Krameria grayi</i>	18	0.008888889	0.041981806
Aparejo	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	22	0.010864198	0.049130971
Zacate peludo	<i>Cryptantha costata</i>	1435	0.708641975	0.244059734
Telaraña	<i>Cryptantha grayi</i>	48	0.023703704	0.088702198
Dentada cocodrilo	<i>Malvastrum bicuspidatum</i>	11	0.005432099	0.028330729
Palo rosa	<i>Eriogonum thomasii</i>	55	0.027160494	0.097940518
Navajita	<i>Bouteloua gracilis</i>	95	0.04691358	0.143529663
Totales		2025	1	1.051484723

H CALCULADA	1.051484723
H MÁXIMA	2.197224577
EQUITATIVIDAD	0.47855132

Es un estrato muy poco diverso y de igual manera con una dominancia muy marcada de una de las especies, en este caso la especie dominante es *Cryptantha costata*, esta dominancia se refleja con un valor de H.C. de 1.05 y un valor para H.M. de 2.19 e indicándonos una equitatividad de 0.47.

Tabla IV.86. Índices de diversidad del estrato cactáceo a nivel sistema ambiental (Índice de Shannon y Equitatividad de Pielou)

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	2355	0.642389525	0.284296179
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	292	0.079650846	0.201524814
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	14	0.003818876	0.021262735
Sahuaro	<i>Canegia gigantea</i>	33	0.009001637	0.042400849
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	117	0.031914894	0.109936675
Cactus rojo	<i>Mammillaria grahamii</i>	637	0.173758865	0.304093092
Pitaya dulce	<i>stenocereus thurberi</i>	72	0.019639935	0.07718868
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	54	0.014729951	0.062129053

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Choya pelona	<i>Cylindropuntia fulgida</i>	92	0.025095472	0.092478517
Totales		3666	1	1.195310595

H CALCULADA	1.195310595
H MÁXIMA	2.197224577
EQUITATIVIDAD	0.544009296

Para el estrato cactáceo se obtiene un valor para H.C. de 1.19 y un valor para H.M. de 2.19, es decir que encontramos que este estrato presenta dominancia de alguna de las especies sobre las demás, lo cual se ratifica con una equitatividad de 0.54 que se encuentra alejada del valor ideal, (el valor ideal es 1), el cual se daría si todas las especies presentaran el mismo número de individuos. La especie dominante es *Cylindropuntia bigelovii*.

A continuación, se presenta el índice de valor de importancia para los distintos tipos de vegetación y por estrato observados en el sistema ambiental.

Índice de Valor de Importancia para vegetación de matorral desértico micrófilo

Tabla IV.87. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia a R.	Dominancia (m ² /ha)	Dominancia a R.	Valor de Importancia
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	33	13.200	25.781	13	50.000	817.4141341	25.013	100.794
Bursera microfila	<i>Bursera microfila</i>	40	16.000	31.250	5	19.231	462.2641532	14.145	64.626
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	13	5.200	10.156	2	7.692	243.2629439	7.444	25.292
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	42	16.800	32.813	6	23.077	1745.031851	53.398	109.287
Totales		128	51.20	100	26	100.000	3267.973083	100.000	300

Como se observa en la tabla anterior la especie de mayor valor de importancia es la especie *Olneya tesota* con 109.287%, en segundo lugar, la especie *Cercidium microphyllum* con 100.79%, mientras que la especie de menor importancia es *Prosopis velutina*, coincidiendo con ser esta última especie la que presenta menor abundancia y menor frecuencia.

Tabla IV.88. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m ² /ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Larrea tridentata (gobernadora)	<i>Larrea tridentata</i>	373	149.200	24.507	19	18.269	264.3522669	0.394	43.171

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m ² /ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Garrapatilla	<i>Lycium andersonii</i>	18	7.200	1.183	4	3.846	23.61849357	0.035	5.064
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	93	37.200	6.110	15	14.423	210.9357042	0.315	20.848
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	345	138.000	22.668	15	14.423	428.1205389	0.639	37.729
Lisium	<i>Encelia californica</i>	377	150.800	24.770	18	17.308	80.42294981	0.120	42.198
Chamizo	<i>Ambrosia dumosa</i>	113	45.200	7.424	7	6.731	15.71776504	0.023	14.179
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	156	62.400	10.250	13	12.500	65973.08724	98.432	121.182
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	1	0.400	0.066	1	0.962	0.012566371	0.000	1.027
Verdecito	<i>Maytenus phyllanthoides</i>	11	4.400	0.723	1	0.962	6.48738883	0.010	1.694
Cenizo	<i>Calliandra eriophylla</i>	3	1.200	0.197	3	2.885	1.472401645	0.002	3.084
Granjeno	<i>Condalia correllii</i>	16	6.400	1.051	4	3.846	14.74977751	0.022	4.919
Arbusto hoja larga	<i>Dodonea viscosa</i>	15	6.000	0.986	3	2.885	1.034746372	0.002	3.872
Sangregrado corazón	<i>Jatropha cinerea</i>	1	0.400	0.066	1	0.962	3.848451001	0.006	1.033
Totales		1522	608.80	100	104	100.000	67023.86029	100.000	300

La especie de menor valor de importancia es *Jatropha cinerea* con 1.03%, las de mayor valor de importancia son *Encelia farinosa*, *Larrea tridentata*, y *Encelia californica* con 121.18%, 43.17% y 42.19% respectivamente.

Tabla IV.89. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m ² /ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	101	40.400	7.038	8	16.667	0.582734021	5.790	29.495
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	96	38.400	6.690	6	12.500	0.029939378	0.297	19.487
Flor violeta	<i>Krameria grayi</i>	8	3.200	0.557	4	8.333	0.007131415	0.071	8.962
Zacate peludo	<i>Cryptantha costata</i>	1011	404.400	70.453	19	39.583	5.012222583	49.802	159.839
Telaraña	<i>Cryptantha grayi</i>	3	1.200	0.209	2	4.167	0.001068142	0.011	4.386
Palo rosa	<i>Eriogonum thomasii</i>	120	48.000	8.362	4	8.333	0.390657046	3.882	20.577
Navajita	<i>Bouteloua gracilis</i>	96	38.400	6.690	5	10.417	4.040465144	40.147	57.253
Totales		1435	574.00	100	48	100.000	10.06421773	100.000	300

Para el caso del estrato herbáceo las especies de mayor valor de importancia es *Cryptantha costata* con 159.83%, en segundo lugar, la especie *Bouteloua gracilis* con 57.25% y en tercer lugar la especie *Tidestromia lanuginosa* con 29.49%, la de menor valor de importancia es *Cryptantha grayi* con 4.38%.

Tabla IV.90. Índice de valor de importancia del estrato cactáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m ² /ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	1857	742.800	75.274	13	13.000	260.5695695	29.803	118.077
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida</i> var <i>fulgida</i>	91	36.400	3.689	14	14.000	42.78377955	4.893	22.582
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	9	3.600	0.365	6	6.000	0.417077841	0.048	6.413
Saguaro	<i>Canegia gigantea</i>	32	12.800	1.297	13	13.000	3.290409898	0.376	14.673
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	53	21.200	2.148	13	13.000	75.18990468	8.600	23.748
Cactus rojo	<i>Mammillaria grahamii</i>	294	117.600	11.917	11	11.000	0.305834045	0.035	22.952
Pitaya dulce	<i>Stenocereus thurberi</i>	37	14.800	1.500	11	11.000	337.7156182	38.627	51.127
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	39	15.600	1.581	12	12.000	3.098081595	0.354	13.935
Choya pelona	<i>Cylindropuntia fulgida</i>	55	22.000	2.229	7	7.000	150.9346774	17.263	26.493
Totales		2467	986.80	100	100	100.000	874.3049528	100.000	300

La especie de más valor de importancia es *Cylindropuntia bigelovii* con 118.07%, en segundo lugar, la especie *Stenocereus thurberi* con 51.12%, en tercer lugar, la especie *Cylindropuntia fulgida* con 26.49%. La especie de menor valor de importancia *Ferocactus pringlei* con 6.41%.

Como se puede observar la vegetación corresponde a matorral, con presencia de especies que pertenecen al matorral desértico micrófilo principalmente, dominan los arbustos de folios pequeños, como es común en los matorrales, la vegetación se encuentra en buen estado de conservación y como se ha mencionado dominan los arbustos con dominancia de especies con folios pequeños con mayor densidad del estrato cactáceo.

Índice de Valor de Importancia para vegetación de matorral sarcocaule

Tabla IV.91. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m ² /ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	141	35.250	43.789	31	52.542	979.6208068	24.195	120.526
Bursera microfila	<i>Bursera microfila</i>	144	36.000	44.720	19	32.203	1683.092831	41.569	118.493
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	2	0.500	0.621	1	1.695	1.170243263	0.029	2.345
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	35	8.750	10.870	8	13.559	1385.000574	34.207	58.636
Totales		322	80.50	100	59	100.000	4048.884455	100.000	300

La especie de mayor valor de importancia es *Cercidium microphyllum* con 120.52%, en segundo lugar, la especie *Bursera microfila* con 118.49% y las de menor importancia *Olneya tesota* y *Prosopis velutina* con 58.63% y 2.34% respectivamente.

Tabla IV.92. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m ² /ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Larrea tridentata (gobernadora)	<i>Larrea tridentata</i>	851	212.750	22.092	40	20.833	343.7984838	20.404	63.329
Garrapatilla	<i>Lycium andersonii</i>	33	8.250	0.857	4	2.083	33.25768523	1.974	4.914
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	260	65.000	6.750	32	16.667	349.6941537	20.753	44.170
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	1299	324.750	33.723	35	18.229	823.8507666	48.893	100.845
Lisium	<i>Encelia californica</i>	1141	285.250	29.621	38	19.792	104.9775359	6.230	55.643
Chamizo	<i>Ambrosia dumosa</i>	48	12.000	1.246	4	2.083	2.020436775	0.120	3.449
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	149	37.250	3.868	23	11.979	21.09858283	1.252	17.099
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	31	7.750	0.805	7	3.646	2.730240366	0.162	4.613
Granjeno	<i>Condalia correllii</i>	5	1.250	0.130	4	2.083	2.35619449	0.140	2.353
Arbusto hoja larga	<i>Dodonaea viscosa</i>	35	8.750	0.909	5	2.604	1.209022298	0.072	3.585
Totales		3852	963.00	100	192	100.000	1684.993102	100.000	300

En el estrato arbustivo la especie de mayor valor de importancia es *Jatropha cuneata* con 100.84%, en segundo lugar, *Larrea tridentata* con 63.32%, en tercer lugar, la especie *Encelia californica* con 55.64%, la especie con menor valor de importancia *Condalia correllii* con 2.35%.

Tabla IV.93. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m ² /ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	304	76.000	15.012	15	18.519	0.311233657	8.312	41.843
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	37	9.250	1.827	5	6.173	0.020714877	0.553	8.553
Flor violeta	<i>Krameria grayi</i>	18	4.500	0.889	2	2.469	2.370626181	63.310	66.668
Aparejo	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	22	5.500	1.086	3	3.704	0.110800046	2.959	7.749
Zacate peludo	<i>Cryptantha costata</i>	1435	358.750	70.864	36	44.444	0.505560798	13.501	128.810
Telaraña	<i>Cryptantha grayi</i>	48	12.000	2.370	6	7.407	0.02996294	0.800	10.578
Dentada cocodrilo	<i>Malvastrum bicuspidatum</i>	11	2.750	0.543	2	2.469	0.003220132	0.086	3.098
Palo rosa	<i>Eriogonum thomasii</i>	55	13.750	2.716	8	9.877	0.297822984	7.954	20.546
Navajita	<i>Bouteloua gracilis</i>	95	23.750	4.691	4	4.938	0.094542304	2.525	12.154
Totales		2025	506.25	100	81	100.000	3.744483919	100.000	300

Para el estrato herbáceo se observaron 9 especies, obteniendo mayor valor de importancia la especie *Cryptantha costata* con 128.81% y la de menor importancia con *Malvastrum bicuspidatum* con 3.09%. La especie con mayor valor de importancia presenta mayor número de individuos, la mayor frecuencia y la mayor dominancia.

Tabla IV.94. Índice de valor de importancia del estrato cactáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m ² /ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	2355	588.750	64.239	36	16.901	198.8141596	37.287	118.428
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	292	73.000	7.965	37	17.371	145.5235001	27.293	52.629
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	14	3.500	0.382	10	4.695	0.503990001	0.095	5.171
Saguaro	<i>Canegia gigantea</i>	33	8.250	0.900	15	7.042	4.581129312	0.859	8.802
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	117	29.250	3.191	21	9.859	88.00105641	16.505	29.555
Cactus rojo	<i>Mammillaria grahamii</i>	637	159.250	17.376	35	16.432	10.91958702	2.048	35.856
Pitaya dulce	<i>Stenocereus thurberi</i>	72	18.000	1.964	24	11.268	31.47375148	5.903	19.134
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	54	13.500	1.473	18	8.451	5.467863474	1.025	10.949
Choya pelona	<i>Cylindropuntia fulgida</i>	92	23.000	2.510	17	7.981	47.90879709	8.985	19.476
Totales		3666	916.50	100	213	100.000	533.1938344	100.000	300

Para el estrato cactáceo la especie con mayor valor de importancia es *Cylindropuntia bigelovii* con 118.42%, en segundo lugar, la especie *Cylindropuntia fulgida var fulgida* con 52.62%, en tercer lugar, la especie *Mammillaria grahamii* con 35.85% y la especie con menor valor de importancia es *Ferocactus pringlei* con 5.17%.

Para el caso de este tipo de vegetación se observa dominancia del estrato arbustivo, posteriormente el estrato cactáceo y finalmente el herbáceo y arbóreo con respecto al número de individuos, con respecto a la dominancia por m² le corresponde al estrato arbóreo y arbustivo, donde dominan las especies de folios pequeños.

A continuación se presenta el listado de vegetación presente en el área del proyecto.

Tabla IV.95. 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>	Arbóreo		NE
Bursera microfila	<i>Bursera microfila</i>	Arbóreo		NE
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	Arbóreo	Pr	NE
Larrea tridentata (gobernadora)	<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
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	Arbusto		NE
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	Arbusto		NE
Granjeno	<i>Condalia correllii</i>	Arbusto		NE

Nombre Común	Nombre Científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Arbusto hoja larga	<i>Dodonea viscosa</i>	Arbusto		NE
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	Herbácea		NE
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	Herbácea		NE
Flor violeta	<i>Krameria grayi</i>	Herbácea		NE
Aparejo	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	Herbácea		NE
Zacate peludo	<i>Cryptantha costata</i>	Herbácea		NE
Telaraña	<i>Cryptantha grayi</i>	Herbácea		NE
Dentada cocodrilo	<i>Malvastrum bicuspidatum</i>	Herbácea		NE
Palo rosa	<i>Eriogonum thomasi</i>	Herbácea		NE
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	Cactácea		NE
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	Cactácea		NE
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	Cactácea		NE
Saguaro	<i>Carnegie gigantea</i>	Cactácea	A	NE
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	Cactácea		NE
Cactus rojo	<i>Mammillaria grahamii</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

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

Según la clasificación de la serie VI de INEGI, la vegetación que se encuentra en el área del proyecto corresponde a dos tipos, una que corresponde a vegetación de Matorral Desértico Micrófilo y la segunda que corresponde a Matorral Sarcocaula, como ya se mencionó anteriormente, no existe diferencia apreciable entre una y otra ya que la similaridad entre estos dos tipos de vegetación es muy uniforme, por lo que se puede decir que se encuentra en una zona de transición donde pueden encontrarse especies de ambos tipos de vegetación entremezcladas de cada uno de los estratos.

A continuación, se presentan los índices obtenidos del análisis del Matorral Sarcocaula.

Tabla IV.96. Índices del estrato arbóreo del tipo de vegetación presente en el área del proyecto (Matorral Sarcocaula).

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	111	0.331343284	0.366001901
Bursera microfila	<i>Bursera microfila</i>	222	0.662686567	0.272664475

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	2	0.005970149	0.030573035
Totales		335	1	0.669239411

H CALCULADA	0.669239411
H MÁXIMA	1.098612289
EQUITATIVIDAD	0.609167964

Para el estrato arbóreo del matorral sarcocaula se obtiene un valor para Shannon H.C de 0.669239411 es decir que el estrato arbóreo en este tipo de vegetación es poco diverso, o de una diversidad baja. Se observan 3 especies, el valor máximo que puede encontrarse para Shannon H.M es de 1.098612289, indicando que hay una equitatividad de 0.609167964.

Tabla IV.97. Índices del estrato arbustivo del de tipo de vegetación presente en el área del proyecto (Matorral Sarcocaula).

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Larrea tridentata (gobernadora)	<i>Larrea tridentata</i>	742	0.249915797	0.346541049
Garrapatilla	<i>Lycium andersonii</i>	2	0.000673627	0.004919389
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	284	0.095655103	0.224503123
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	1027	0.345907713	0.367209839
Lisium	<i>Encelia californica</i>	784	0.264061974	0.351617386
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	82	0.027618727	0.099130825
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	22	0.007409902	0.036345112
Granjeno	<i>Condalia correllii</i>	5	0.001684069	0.010755376
Arbusto hoja larga	<i>Dodonea viscosa</i>	21	0.007073089	0.035022101
Totales		2969	1	1.476044201

H CALCULADA	1.476044201
H MÁXIMA	2.197224577
EQUITATIVIDAD	0.671776666

En el estrato arbustivo se observa un valor para Shannon de 1.476044201 resultando que es un estrato poco diverso, presentando solamente 9 especies, esto quiere decir que existe una dominancia entre las especies, siendo las especies *Jatropha cuneata* y *Larrea tridentata*. El máximo valor que se puede encontrarse para la biodiversidad es de 2.197224577, lo anterior con una distribución no equitativa y con una ligera dominancia de especies como ya se mencionó puesto que se obtiene un valor de 0.671776666.

Tabla IV.98. Índices del estrato herbáceo del tipo de vegetación presente en el área del proyecto (Matorral Sarcocaula).

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	419	0.216537468	0.331300525
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	28	0.014470284	0.061291177
Flor violeta	<i>Krameria grayi</i>	1	0.000516796	0.00391104
Aparejo	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	84	0.043410853	0.136181833
Zacate peludo	<i>Cryptantha costata</i>	1327	0.685788114	0.258670067
Telaraña	<i>Cryptantha grayi</i>	16	0.008268734	0.039650843
Dentada cocodrilo	<i>Malvastrum bicuspidatum</i>	6	0.003100775	0.017910397
Palo rosa	<i>Eriogonum thomasii</i>	54	0.027906977	0.099875681
Totales		1935	1	0.948791564

H CALCULADA	0.948791564
H MÁXIMA	2.079441542
EQUITATIVIDAD	0.456272295

Para el estrato herbáceo se obtiene un H.C. de 0.948791564 y un H.M. de 2.079441542 es decir que es un estrato poco diverso y que existe dominancias de especies entre una o varias de las 8 especies encontradas, en este caso, las especies que predominan son: *Cryptantha costata* *Tidestromia lanuginosa* dentro del área del proyecto, la equitatividad es de 0.456272295.

Tabla IV.99. Índices del estrato cactáceo del tipo de vegetación presente en el área del proyecto (Matorral Sarcocaula).

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	2053	0.685704743	0.258721987
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	187	0.06245825	0.173212775
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	11	0.003674015	0.020598254
Sahuaro	<i>Carnegiea gigantea</i>	59	0.019706079	0.077382384
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	23	0.007682031	0.037402819
Cactus rojo	<i>Mammillaria grahamii</i>	423	0.141282565	0.276489046
Pitaya dulce	<i>stenocereus thurberi</i>	125	0.041750167	0.132600694
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	49	0.016366065	0.067306185
Choya pelona	<i>Cylindropuntia fulgida</i>	64	0.021376086	0.082201362

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Totales		2994	1	1.125915507

H CALCULADA	1.125915507
H MÁXIMA	2.197224577
EQUITATIVIDAD	0.51242623

Para el estrato cactáceo se obtiene un H.C. de 1.125915507 y un H.M. de 2.197224577 es decir que existe poca biodiversidad dentro del área donde se pretende desarrollar el proyecto en el tipo de vegetación de matorral sarcocaula, en este caso la especie dominante es *Cylindropuntia bigelovii*, la distribución de las especies es poco similar ya que la equitatividad que existe entre ellas es de 0.69621226.

Tabla IV.100. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo del tipo de vegetación presente en el área del proyecto (Matorral Sarcocaula).

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m ² /ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	111	27.750	33.134	32	50.000	9010.258044	83.079	166.213
Bursera microfila	<i>Bursera microfila</i>	222	55.500	66.269	31	48.438	1768.812757	16.309	131.015
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	2	0.500	0.597	1	1.563	66.36614481	0.612	2.771
Totales		335	83.75	100	64	100.000	10845.43695	100.000	300

Para el estrato arbóreo la especie *Cercidium microphyllum* obtiene la mayor importancia con 166.213%, en segundo lugar, de importancia se encuentra la especie *Bursera microfila* con 131.015% y en tercer lugar la especie *Olneya tesota* con 2.771%.

Tabla IV.101. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo del tipo de vegetación presente en el área del proyecto (Matorral Sarcocaula).

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m ² /ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Larrea tridentata (gobernadora)	<i>Larrea tridentata</i>	742	185.500	24.992	40	23.121	1838.968841	1.448	49.561
Garrapatilla	<i>Lycium andersonii</i>	2	0.500	0.067	2	1.156	0.0319068	0.000	1.223
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	284	71.000	9.566	36	20.809	5405.753716	4.256	34.631
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	1027	256.750	34.591	40	23.121	119687.9088	94.228	151.940
Lisium	<i>Encelia californica</i>	784	196.000	26.406	30	17.341	72.46558621	0.057	43.804
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	82	20.500	2.762	13	7.514	9.76927323	0.008	10.284
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	22	5.500	0.741	5	2.890	1.813503994	0.001	3.633
Granjeno	<i>Condalia correllii</i>	5	1.250	0.168	3	1.734	2.436697802	0.002	1.904
Arbusto hoja larga	<i>Dodonea viscosa</i>	21	5.250	0.707	4	2.312	0.572476721	0.000	3.020
Totales		2969	742.25	100	173	100.000	127019.7208	100.000	300

Para el estrato arbustivo la especie de más alto valor de importancia es *Jatropha cuneata* con 151.940%, en segundo lugar, la especie *Larrea tridentata* con 49.561% y en tercer lugar de importancia la especie *Encelia californica* con 43.804%. La especie de menor valor de importancia es *Lycium andersonii* con 1.223%.

Tabla IV.102. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo del tipo de vegetación presente en el área total del proyecto (Matorral Sarcocaula).

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m ² /ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	419	104.750	21.654	27	34.615	1.173365221	24.932	81.201
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	28	7.000	1.447	5	6.410	0.00638136	0.136	7.993
Flor violeta	<i>Krameria grayi</i>	1	0.250	0.052	1	1.282	7.85398E-05	0.002	1.335
Aparejo	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	84	21.000	4.341	2	2.564	0.157079633	3.338	10.243
Zacate peludo	<i>Cryptantha costata</i>	1327	331.750	68.579	34	43.590	3.280235064	69.699	181.868
Telaraña	<i>Cryptantha grayi</i>	16	4.000	0.827	3	3.846	0.005478152	0.116	4.789
Dentada cocodrilo	<i>Malvastrum bicuspidatum</i>	6	1.500	0.310	2	2.564	0.007775442	0.165	3.039
Palo rosa	<i>Eriogonum thomasii</i>	54	13.500	2.791	4	5.128	0.075869463	1.612	9.531
Totales		1935	483.75	100	78	100.000	4.706262875	100.000	300

Para el estrato herbáceo la especie de mayor valor de importancia es *Cryptantha costata* con 181.868%, en segundo y menor valor de importancia la especie *Tidestromia lanuginosa* con 81.201%. La especie con menor valor de importancia fue *Krameria grayi* con 1.335%.

Tabla IV.103. Índice de valor de importancia del estrato cactáceo del tipo de vegetación presente en el área total del proyecto (Matorral Sarcocaula).

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m ² /ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	2053	513.250	68.570	39	19.500	216.9507507	16.536	104.606

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m2/ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida</i> var <i>fulgida</i>	187	46.750	6.246	33	16.500	59.46053146	4.532	27.278
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	11	2.750	0.367	8	4.000	1.559997102	0.119	4.486
Sahuaro	<i>Carnegiea gigantea</i>	59	14.750	1.971	18	9.000	3.997676652	0.305	11.275
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	23	5.750	0.768	9	4.500	15.20045861	1.159	6.427
Cactus rojo	<i>Mammillaria grahamii</i>	423	105.750	14.128	32	16.000	1.389708054	0.106	30.234
Pitaya dulce	<i>Stenocereus thurberi</i>	125	31.250	4.175	31	15.500	36.22399665	2.761	22.436
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	49	12.250	1.637	19	9.500	965.7277808	73.606	84.742
Choya pelona	<i>Cylindropuntia fulgida</i>	64	16.000	2.138	11	5.500	11.51786407	0.878	8.515
Totales		2994	748.50	100	200	100.000	1312.028764	100.000	300

Para el estrato cactáceo la especie de mayor valor de importancia es *Cylindropuntia bigelovii* con 104.606%, en segundo lugar *Echinocereus nicholii* con 84.742%, y con menor valor de importancia la especie *Ferocactus pringlei* con 4.486%.

A continuación, se presentan los índices obtenidos del análisis del Matorral Desértico Micrófilo.

Tabla IV.104. Índices del estrato arbóreo del tipo de vegetación presente en el área del proyecto (Matorral Desértico Micrófilo).

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	42	0.330708661	0.365934911
Bursera microfila	<i>Bursera microfila</i>	75	0.590551181	0.311042701
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	10	0.078740157	0.200126141
Totales		127	1	0.877103752

H CALCULADA	0.877103752
H MÁXIMA	1.098612289
EQUITATIVIDAD	0.798374241

Para el estrato arbóreo del matorral desértico micrófilo se obtiene un valor para Shannon H.C de 0.877103752 es decir que el estrato arbóreo en este tipo de vegetación es poco diverso, o de una diversidad baja. Se observan 3 especies, el valor máximo que puede encontrarse para Shannon H.M es de 1.098612289, indicando que hay una equitatividad de 0.798374241.

Tabla IV.105. Índices del estrato arbustivo del de tipo de vegetación presente en el área del proyecto (Matorral Desértico Micrófilo).

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Larrea tridentata (gobernadora)	<i>Larrea tridentata</i>	355	0.207845433	0.326516983
Garrapatilla	<i>Lycium andersonii</i>	2	0.00117096	0.007903901
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	62	0.036299766	0.12036799
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	518	0.303278689	0.361842753
Lisium	<i>Encelia californica</i>	644	0.37704918	0.367766097
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	100	0.058548009	0.166153875
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	5	0.0029274	0.017077402
Granjeno	<i>Condalia correllii</i>	11	0.006440281	0.032492397
Arbusto hoja larga	<i>Dodonea viscosa</i>	11	0.006440281	0.032492397
Totales		1708	1	1.432613795

H CALCULADA	1.432613795
H MÁXIMA	2.197224577
EQUITATIVIDAD	0.652010637

En el estrato arbustivo se observa un valor para Shannon de 1.432613795 resultando que es un estrato poco diverso, presentando solamente 9 especies, esto quiere decir que existe una dominancia entre las especies, siendo las especies *Encelia californica* y *Jatropha cuneata*. El máximo valor que se puede encontrarse para la biodiversidad es de 2.197224577, lo anterior con una distribución no equitativa y con una ligera dominancia de especies como ya se mencionó puesto que se obtiene un valor de 0.652010637.

Tabla IV.106. Índices del estrato herbáceo del tipo de vegetación presente en el área del proyecto (Matorral Desértico Micrófilo).

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	37	0.047314578	0.144353789
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	68	0.086956522	0.212378003
Flor violeta	<i>Krameria grayi</i>	1	0.001278772	0.008518996
Zacate peludo	<i>Cryptantha costata</i>	650	0.831202046	0.153674611
Telaraña	<i>Cryptantha grayi</i>	22	0.028132992	0.100457635
Dentada cocodrilo	<i>Malvastrum bicuspidatum</i>	3	0.003836317	0.021342362
Palo rosa	<i>Eriogonum thomasii</i>	1	0.001278772	0.008518996
Totales		782	1	0.649244391

H CALCULADA	0.649244391
H MÁXIMA	1.945910149
EQUITATIVIDAD	0.333645616

Para el estrato herbáceo se obtiene un H.C. de 0.649244391 y un H.M. de 1.945910149 es decir que es un estrato poco diverso y que existe dominancias de especies entre una o varias de las 7 especies encontradas, en este caso, las especies que predominan son: *Cryptantha costata* y *Dyssodia anomala* dentro del área del proyecto, la equitatividad es de 0.333645616.

Tabla IV.107. Índices del estrato cactáceo del tipo de vegetación presente en el área del proyecto (Matorral Desértico Micrófilo).

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	555	0.615982242	0.298466276
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	111	0.123196448	0.25797029
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	3	0.003329634	0.018995204
Sahuaro	<i>Canegia gigantea</i>	6	0.006659267	0.033374556
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	57	0.063263041	0.174634714
Cactus rojo	<i>Mammillaria grahamii</i>	75	0.083240844	0.206938164
Pitaya dulce	<i>stenocereus thurberi</i>	44	0.048834628	0.147447156
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	10	0.011098779	0.049954719
Choya pelona	<i>Cylindropuntia fulgida</i>	40	0.044395117	0.138274176
Totales		901	1	1.326055254

H CALCULADA	1.326055254
H MÁXIMA	2.197224577
EQUITATIVIDAD	0.603513755

Para el estrato cactáceo se obtiene un H.C. de 1.326055254 y un H.M. de 2.197224577 es decir que existe poca biodiversidad dentro del área del proyecto en el tipo de vegetación de matorral desértico micrófilo, en este caso la especie dominante es *Cylindropuntia bigelovii*, la distribución de las especies es poco similar ya que la equitatividad que existe entre ellas es de 0.603513755.

Tabla IV.108. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo del tipo de vegetación presente en el área del proyecto (Matorral Desértico Micrófilo).

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m ² /ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	42	16.800	33.071	15	55.556	174.3081268	7.768	96.395
Bursera microfila	<i>Bursera microfila</i>	75	30.000	59.055	8	29.630	1716.308615	76.488	165.173
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	10	4.000	7.874	4	14.815	353.2783771	15.744	38.433
Totales		127	50.80	100	27	100.000	2243.895119	100.000	300

Para el estrato arbóreo la especie *Bursera microfila* obtiene la mayor importancia con 165.173%, en segundo lugar, de importancia se encuentra la especie *Cercidium microphyllum* con 96.395% y en tercer lugar la especie *Olneya tesota* con 38.433%.

Tabla IV.109. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo del tipo de vegetación presente en el área del proyecto (Matorral Desértico Micrófilo).

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m ² /ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Larrea tridentata (gobernadora)	<i>Larrea tridentata</i>	355	142.000	20.785	20	21.978	208.6231779	11.515	54.278
Garrapatilla	<i>Lycium andersonii</i>	2	0.800	0.117	2	2.198	0.191637152	0.011	2.325
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	62	24.800	3.630	16	17.582	116.757291	6.445	27.657
Sangregrado blanco	<i>Jatropha cuneata</i>	518	207.200	30.328	20	21.978	1379.565571	76.146	128.452
Lisium	<i>Encelia californica</i>	644	257.600	37.705	17	18.681	79.5220667	4.389	60.776
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	100	40.000	5.855	4	4.396	17.04706714	0.941	11.191
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	5	2.000	0.293	1	1.099	0.392699082	0.022	1.413
Granjeno	<i>Condalia correllii</i>	11	4.400	0.644	7	7.692	8.629955019	0.476	8.813
Arbusto hoja larga	<i>Dodonea viscosa</i>	11	4.400	0.644	4	4.396	1.002890623	0.055	5.095

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m ² /ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Totales		1708	683.20	100	91	100.000	1811.732356	100.000	300

Para el estrato arbustivo la especie de más alto valor de importancia es *Jatropha cuneata* con 128.452%, en segundo lugar la especie *Encelia californica* con 60.776% y en tercer lugar de importancia la especie *Larrea tridentata* con 54.278%. La especie de menor valor de importancia es *Partenium incanum* con 1.413%.

Tabla IV.110. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo del tipo de vegetación presente en el área total del proyecto (Matorral Desértico Micrófilo).

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m ² /ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Flor chiquita	Tidestromia lanuginosa	37	14.800	4.731	10	22.727	196.6489346	99.410	126.869
Amarillo	Dyssodia anomala	68	27.200	8.696	8	18.182	0.05375265	0.027	26.905
Flor violeta	Krameria grayi	1	0.400	0.128	1	2.273	3.14159E-05	0.000	2.401
Zacate peludo	Cryptantha costata	650	260.000	83.120	19	43.182	1.072885307	0.542	126.844
Telaraña	Cryptantha grayi	22	8.800	2.813	4	9.091	0.030096458	0.015	11.919
Dentada cocodrilo	Malvastrum bicuspidatum	3	1.200	0.384	1	2.273	0.002356194	0.001	2.658
Palo rosa	Eriogonum thomasii	1	0.400	0.128	1	2.273	0.007068583	0.004	2.404
Totales		782	312.80	100	44	100.000	197.8151252	100.000	300

Para el estrato herbáceo la especie de mayor valor de importancia es *Tidestromia lanuginosa* con 126.869%, en segundo y menor valor de importancia la especie *Cryptantha costata* con 126.844%. La especie con menor valor de importancia fue *Krameria grayi* con 2.401%.

Tabla IV.111. Índice de valor de importancia del estrato cactáceo del tipo de vegetación presente en el área total del proyecto (Matorral Desértico Micrófilo).

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m ² /ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	555	222.000	61.598	18	18.750	836.6744533	82.040	162.388
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	111	44.400	12.320	16	16.667	48.27371272	4.733	33.720
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	3	1.200	0.333	3	3.125	0.179070781	0.018	3.476
Sahuaro	<i>Canegia gigantea</i>	6	2.400	0.666	6	6.250	4.969999578	0.487	7.403
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	57	22.800	6.326	10	10.417	45.79559301	4.490	21.233
Cactus rojo	<i>Mammillaria grahamii</i>	75	30.000	8.324	14	14.583	1.128397249	0.111	23.018
Pitaya dulce	<i>stenocereus thurberi</i>	44	17.600	4.883	16	16.667	43.88801795	4.303	25.854
Chilicote	<i>Echinocereus nicholii</i>	10	4.000	1.110	4	4.167	24.61437844	2.414	7.690
Choya pelona	<i>Cylindropuntia fulgida</i>	40	16.000	4.440	9	9.375	14.31589215	1.404	15.218
Totales		901	360.40	100	96	100.000	1019.839515	100.000	300

Para el estrato cactáceo la especie de mayor valor de importancia es *Cylindropuntia bigelovii* con 162.388%, en segundo lugar, *Cylindropuntia fulgida var fulgida* con 33.720%, y con menor valor de importancia la especie *Ferocactus pringlei* con 3.476%.

Conclusión.

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. De acuerdo a esto, se obtuvieron valores bajos en cada estrato de la vegetación presente a nivel área de afectación para el total de la superficie inventariada en el área del proyecto, lo cual indica que la distribución de las especies del área sujeta a cambio de uso del suelo en cuestión, así como la diversidad de la misma, es baja en los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y cactáceo.

Existen grupos dominantes en los cuatro estratos presentes en el área del proyecto, pero estas se encuentran representadas en el sistema ambiental, por lo que, al ejecutar el proyecto, estas no se verán significativamente afectadas, además de todo como medida de mitigación para la pérdida de suelo y agua, se propone la reforestación en 69.419729 ha.

En lo que respecta al índice de valor de importancia, tanto las especies que obtuvieron un valor alto, como las que arrojaron un índice bajo, se encuentran distribuidas en el sistema ambiental tomada como referencia, este hecho se infiere a partir de la correlación de su distribución y sus requerimientos ecológicos. De manera que se concluye que no se comprometerá su existencia y permanencia dentro del sistema ambiental donde se ubica el proyecto.

Lo anterior muestra que no se compromete la diversidad florística al realizar el cambio de uso del suelo propuesto, dando cumplimiento a lo establecido en el artículo 93 de la LGDFS.

IV.3.2. Fauna

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.112 a IV.114, 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.112 Mamíferos

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus nom-059
<i>Scluridae</i>	<i>Ammospermophilus harrisi</i>	Ardilla del desierto, juancito	
<i>Canidae</i>	<i>Canis latrans</i>	Coyote	
<i>Leporidae</i>	<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	Pr, endémica
<i>Felidae</i>	<i>Lynx rufus</i>	Gato montes	
<i>Musteridae</i>	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	
<i>Cervidae</i>	<i>Odocoileus hemionus</i>	Venado bura	
<i>Cervidae</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	
<i>Leporidae</i>	<i>Sylvilagus audobonii</i>	Conejo del desierto	
<i>Tayassuidae</i>	<i>Tayassu pecari</i>	Pecarí labios blancos	
<i>Tayassuidae</i>	<i>Tayassu tajacu</i>	Pecarí de collar	
<i>Heteromyidae</i>	<i>Perognathus intermedius</i>	(Ratón)	
<i>Heteromyidae</i>	<i>Dipodomys merriami olivaceus</i>	(Rata canguro)	
<i>Ursidae</i>	<i>Neotoma albigula venusta</i>	(Rata)	

Tabla IV.113. Aves

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus nom-059
<i>Emberizidae</i>	<i>Amphispiza belli</i>	Zacatonero de artemisa	
<i>Acciptridae</i>	<i>Buteo brachyurus</i>	Gavilán de cola corta	
<i>Acciptridae</i>	<i>Buteo jamaicensis</i>	Halcón cola roja	
<i>Troglodytidae</i>	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	
<i>Corvidae</i>	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	
<i>Apodidae</i>	<i>Cypseloides niger</i>	Vencejo negro	
<i>Tyrannidae</i>	<i>Empidonax hammondi</i>	Mosquero de hanimond	
<i>Alaudidae</i>	<i>Eremophila alpestris</i>	Alondra cornuda	
<i>Poliopidae</i>	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perita azul gris	
<i>Mimidae</i>	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche de pico curvo	
<i>Tyrannidae</i>	<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	
<i>Parulidae</i>	<i>Vermivora peregrina</i>	Chipe peregrino	
<i>Columbidae</i>	<i>Zenaida asiatica</i>	Tórtola de alas blancas	
<i>Cathartidae</i>	<i>Cathartes aura</i>	Aura	

Tabla IV.114. Reptiles

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus nom-059
<i>Iguanidae</i>	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	(Iguana del Desierto)	
<i>Phrynosomatidae</i>	<i>Uta stansburiana</i>	(Lagartija)	A. Endémica
<i>Phrynosomatidae</i>	<i>Uma notata</i>	(lagartija)	
<i>Teiidae</i>	<i>Cnemidophorus tigris</i>	(Huico)	
<i>Colubridae</i>	<i>Pituophis melanoleucus</i>	(Ratonera)	
<i>Viperidae</i>	<i>Crotalus atrox</i>	(Cascabel diamante)	Pr, No endémica

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus nom-059
<i>Crotaphytidae</i>	<i>Crotaphytus bicinctores</i>	Lagartija	
<i>Colubridae</i>	<i>Masticophis flagellum</i>	Chirrionero	A. No Endémica

Una vez identificadas las especies de fauna presentes a nivel sistema ambiental, 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 el sistema ambiental 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 21 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 10 días, 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:

- Libreta de campo.
- Guía de campo.

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 8:00 am., Por la tarde se comenzó la observación a las 17:00 hr y se concluyó a las 18:00 hr. Se realizaron dos visitas de campo.

Durante esta observación se utilizaron los siguientes materiales:

- Guía de campo Field Guide to the birds of North America, Fifth edition 2008.
- Binoculares 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 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.

De manera general se hicieron transectos para localizar posibles zonas de hábitat de reptiles y anfibios.

A continuación, se ilustran los sitios de muestreo para cada uno de los tipos de muestreo.

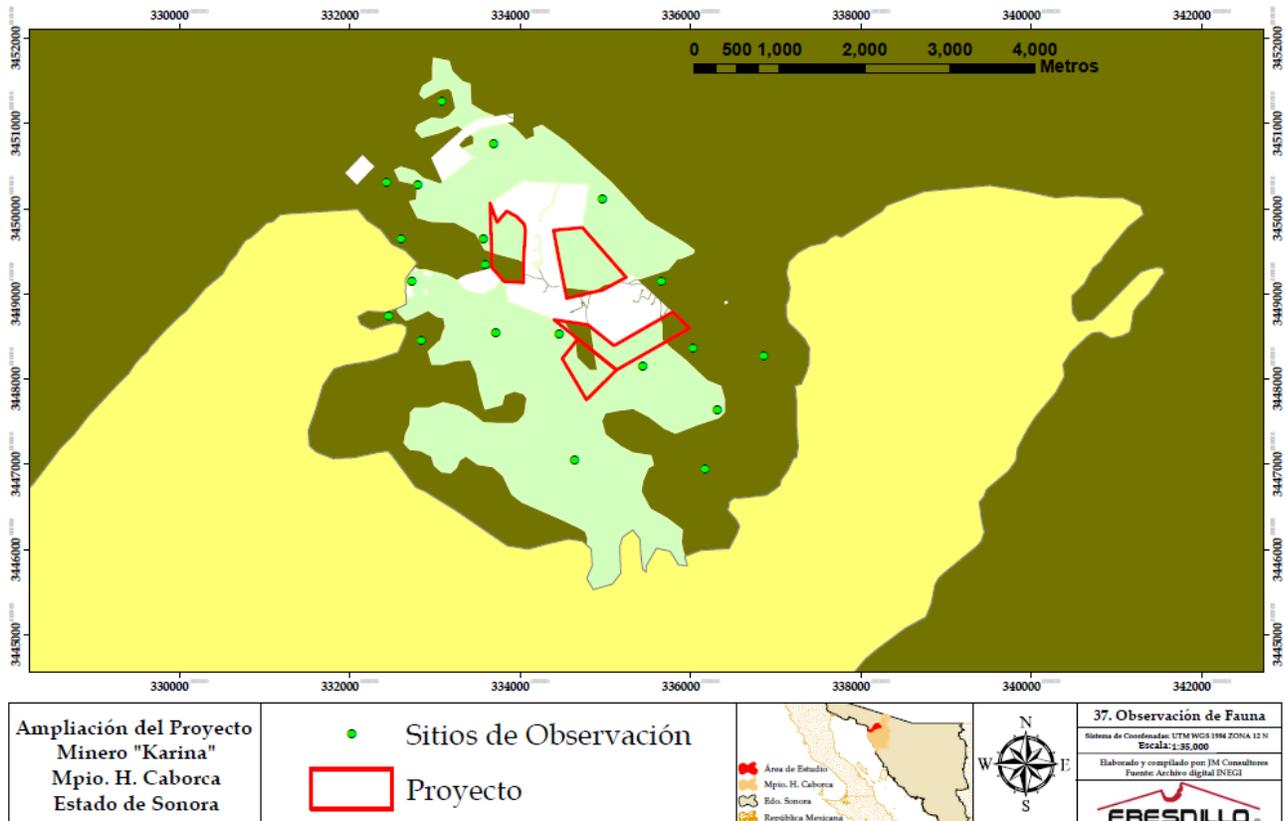


Figura IV.62. Muestreo de Fauna

Tabla IV.115. Coordenadas de sitios de muestreo.

Sitio	X	Y	Observación	Transecto	Fototrampa
1	334454.00	3448523.00	✓		
2	332797.00	3450281.00	✓	✓	
3	333567.00	3449646.00	✓		
4	334963.00	3450111.00	✓	✓	✓
5	335438.00	3448152.00	✓		
6	333684.00	3450764.00	✓	✓	✓
7	332729.00	3449141.00	✓		
8	336311.00	3447632.00	✓	✓	
9	334637.35	3447050.00	✓		✓
10	333711.31	3448538.28	✓	✓	

Sitio	X	Y	Observación	Transecto	Fototrampa
11	332429.00	3450310.00	✓		
12	332600.00	3449645.00	✓	✓	
13	333588.00	3449345.00	✓		
14	335653.00	3449140.00	✓	✓	✓
15	336166.00	3446950.00	✓		
16	336855.00	3448264.00	✓	✓	✓
17	336026.00	3448367.00	✓		
18	335653.00	3449140.00	✓	✓	
19	332838.00	3448452.00	✓		
20	332456.00	3448743.00	✓	✓	
21	333080.28	3451252.03	✓		✓

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.116. Índices de diversidad de mamíferos a nivel sistema ambiental

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Ardilla del desierto, juancito	<i>Ammospermophilus harrisi</i>	52	0.197718631	0.320484168
Coyote	<i>Canis latrans</i>	2	0.007604563	0.037102714
Liebre cola negra	<i>Lepus californicus</i>	38	0.144486692	0.279519312
Gato montes	<i>Lynx rufus</i>	2	0.007604563	0.037102714
Comadreja	<i>Mustela frenata</i>	15	0.057034221	0.16335193
Venado bura	<i>Odocoileus hemionus</i>	10	0.038022814	0.124318211
Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>	8	0.030418251	0.106242205
Conejo del desierto	<i>Sylvilagus audobonii</i>	29	0.11026616	0.243121247
Pecarí labios blancos	<i>Tayassu pecari</i>	6	0.022813688	0.086244743
Pecarí de collar	<i>Tayassu tajacu</i>	7	0.02661597	0.096515997
(Ratón)	<i>Perognathus intermedius</i>	15	0.057034221	0.16335193
(Rata canguro)	<i>Dipodomys merriami olivaceus</i>	41	0.057034221	0.16335193
(Rata)	<i>Neotoma albigula venusta</i>	38	0.155893536	0.289740915
Totales		263		2.110448014

H CALCULADA	2.110448014
-------------	-------------

H MÁXIMA	2.564949357
EQUITATIVIDAD	0.822802995

Como se puede observar en la tabla anterior el grupo taxonómico mamíferos es poco diverso y las especies presentan una ligera dominancia unas sobre otras, en este caso las especies que presenta más dominancia son *Ammospermophilus harrisi* y *Lepus californicus*, el H.C. obtiene un valor de 2.11, que nos indica que es un grupo poco diverso, H.M. tiene un valor de 2.56, es decir que existe una ligera dominancia entre especies, lo cual se ratifica con una equitatividad de 0.82.

Tabla IV.117. Índices de diversidad de aves a nivel sistema ambiental.

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(P i)]
Zacatonero de artemisa	<i>Amphispiza belli</i>	18	0.090909091	0.217990479
Gavilán de cola corta	<i>Buteo brachyurus</i>	4	0.02020202	0.078827731
Halcón cola roja	<i>Buteo jamaicensis</i>	6	0.03030303	0.105954775
Matraca del desierto	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	25	0.126262626	0.261286768
Cuervo común	<i>Corvus corax</i>	12	0.060606061	0.169900629
Vencejo negro	<i>Cypseloides niger</i>	8	0.04040404	0.129649515
Mosquero de hanimond	<i>Empidonax hammondi</i>	10	0.050505051	0.150792017
Alondra cornuda	<i>Eremophila alpestris</i>	36	0.181818182	0.309954199
Perita azul gris	<i>Polioptila caerulea</i>	8	0.04040404	0.129649515
Cuitlacoche de pico curvo	<i>Toxostoma curvirostre</i>	9	0.045454545	0.14050193
Tirano pico grueso	<i>Tyrannus crassirostris</i>	5	0.025252525	0.092899725
Chipe peregrino	<i>Vermivora peregrina</i>	14	0.070707071	0.187317858
Tórtola de alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	25	0.126262626	0.261286768
Aura	<i>Cathartes aura</i>	18	0.090909091	0.217990479
Totales		198	1	2.454002388

H CALCULADA	2.454002388
H MÁXIMA	2.63905733
EQUITATIVIDAD	0.929878393

La distribución de las especies es muy similar ya que se obtiene un valor para H.C. de 2.45 y H.M. de 2.63, que, igual que en el grupo taxonómico mamíferos existe una ligera dominancia de algunas especies sobre otras, por lo que se obtiene una equitatividad de 0.92.

Tabla IV.118. Índices de diversidad de reptiles a nivel sistema ambiental.

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Iguana del Desierto	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	45	0.306122449	0.362378601
Lagartija	<i>Uta stansburiana</i>	22	0.149659864	0.284262469
Lagartija	<i>Uma notata</i>	18	0.12244898	0.257150306
Huico	<i>Cnemidophorus tigris</i>	36	0.244897959	0.344550281
Ratonera	<i>Pituophis melanoleucus</i>	2	0.013605442	0.058466468
Cascabel diamante	<i>Crotalus atrox</i>	5	0.034013605	0.114999819
Lagartija	<i>Crotaphytus bicinctores</i>	16	0.108843537	0.241397972
Chirriero	<i>Masticophis flagellum</i>	3	0.020408163	0.079424904
Totales		147	1	1.74263082

H CALCULADA	1.74263082
H MÁXIMA	2.079441542
EQUITATIVIDAD	0.83802828

Se obtiene un valor de H.C. de 1.74 y un valor para H.M. de 2.07, siendo cercano H.C. a H.M. se infiere que las especies se distribuyen de manera similar, ratificando lo anterior con un valor para la equitatividad de 0.83.

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.

Con respecto a las especies que se encuentran en protección se identificaron dos reptiles, mismos que al ser de lento desplazamiento son de fácil reubicación.

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 4 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.

Una vez realizado el análisis ambiental del área en cuestión, y tal como se observa en la tabla IV.119, se estimó la diversidad faunística, la cual fue de 21 familias y 25 especies de vertebrados, presentes en el área del proyecto.

En cuanto a la composición de la fauna presente en el área del proyecto, se identificaron 9 especies de mamíferos, 6 especies de reptiles y 10 especies de aves (tabla IV.119).

Tabla IV.119. Diversidad faunística en el área del proyecto

Clases	Familias	Especies
Mamíferos	8	9
Reptiles	5	6
Aves	8	10
TOTAL	21	25

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 y la equitatividad de Pielou, por grupo faunístico, obteniendo resultados de las tablas IV.120, IV.121 y IV.122.

Tabla IV.120. Índices de mamíferos a nivel área de afectación.

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Ardilla del desierto, juancito	<i>Ammospermophilus harrisi</i>	24	0.282352941	0.357062803
Coyote	<i>Canis latrans</i>	1	0.011764706	0.052266485
Liebre cola negra	<i>Lepus californicus</i>	18	0.211764706	0.328718011
Comadreja	<i>Mustela frenata</i>	4	0.047058824	0.14382856
Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>	3	0.035294118	0.118024905
Conejo del desierto	<i>Sylvilagus audobonii</i>	11	0.129411765	0.26461548
Pecarí de collar	<i>Tayassu tajacu</i>	4	0.047058824	0.14382856
(Ratón)	<i>Perognathus intermedius</i>	6	0.070588235	0.187121773
(Rata)	<i>Neotoma albigula venusta</i>	14	0.164705882	0.297062529
Totales		85	1	1.892529106

H CALCULADA	1.892529106
H MÁXIMA	2.197224577
EQUITATIVIDAD	0.861327115

Como se observa en la tabla anterior se obtiene un valor de H.C. de 1.892529106 y el valor de H.M. es de 2.19722457, indicándonos que este grupo taxonómico es poco diverso y presenta una ligera dominancia en algunas de las especies del grupo taxonómico, lo anterior se ratifica con una equitatividad de 0.861327115, es decir que las especies no se encuentran distribuidas equitativamente.

Tabla IV.121. Índices de aves a nivel área de afectación.

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Gavilán de cola corta	<i>Buteo brachyurus</i>	1	0.017241379	0.070007638
Halcón cola roja	<i>Buteo jamaicensis</i>	2	0.034482759	0.116113649
Matraca del desierto	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	9	0.155172414	0.289120102
Cuervo común	<i>Corvus corax</i>	7	0.120689655	0.255202242
Mosquero de hanimond	<i>Empidonax hammondii</i>	3	0.051724138	0.153198141
Alondra cornuda	<i>Eremophila alpestris</i>	12	0.206896552	0.32597304
Tirano pico grueso	<i>Tyrannus crassirostris</i>	1	0.017241379	0.070007638
Chipe peregrino	<i>Vermivora peregrina</i>	8	0.137931034	0.273241582
Tórtola de alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	2	0.034482759	0.116113649
Aura	<i>Cathartes aura</i>	13	0.224137931	0.335196853
Totales		58	1	2.004174535

H CALCULADA	2.004174535
H MÁXIMA	2.302585093
EQUITATIVIDAD	0.870401941

Para el grupo taxonómico de las aves se observa que no existe dominancia marcada por una especie en específico, ya que la equitatividad para este grupo es de 0.870401941, y el índice de Shannon es de 2.004174535 lo cual dice que hay una diversidad baja para este grupo taxonómico, tomando en cuenta que el máximo valor que se puede alcanzar es de 2.302585093.

Tabla IV.122. Índices de reptiles a nivel área de afectación.

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Iguana del Desierto	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	22	0.44	0.361231443
Lagartija	<i>Uta stansburiana</i>	9	0.18	0.308663717
Huico	<i>Cnemidophorus tigris</i>	15	0.3	0.361191841
Ratonera	<i>Pituophis melanoleucus</i>	1	0.02	0.07824046
Cascabel diamante	<i>Crotalus atrox</i>	2	0.04	0.128755033
Chirriero	<i>Masticophis flagellum</i>	1	0.02	0.07824046
Totales		50	1	1.316322954

H CALCULADA	1.316322954
H MÁXIMA	1.791759469
EQUITATIVIDAD	0.734653829

En el caso de los reptiles la diversidad es baja, existe marcada dominancia de algunas especies en específico. La equitatividad entre las especies es de 0.734653829.

Se observa en el caso de la fauna que los tres grupos taxonómicos presentes en el área del proyecto son poco diversos, y el más diverso entre estos es el grupo de las aves, hay una equitatividad muy similar entre los tres grupos, siendo el grupo de las aves donde mayor equitatividad se presenta.

Por otro lado, las especies identificadas para el área del proyecto se encuentran representadas a nivel sistema ambiental y en esta existe superficie suficiente que presenta las mismas condiciones que el área del proyecto; al realizar el proyecto se ejecutarán programas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, por lo que se considera que no existirá afectación significativa sobre la fauna.

IV.4. 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.

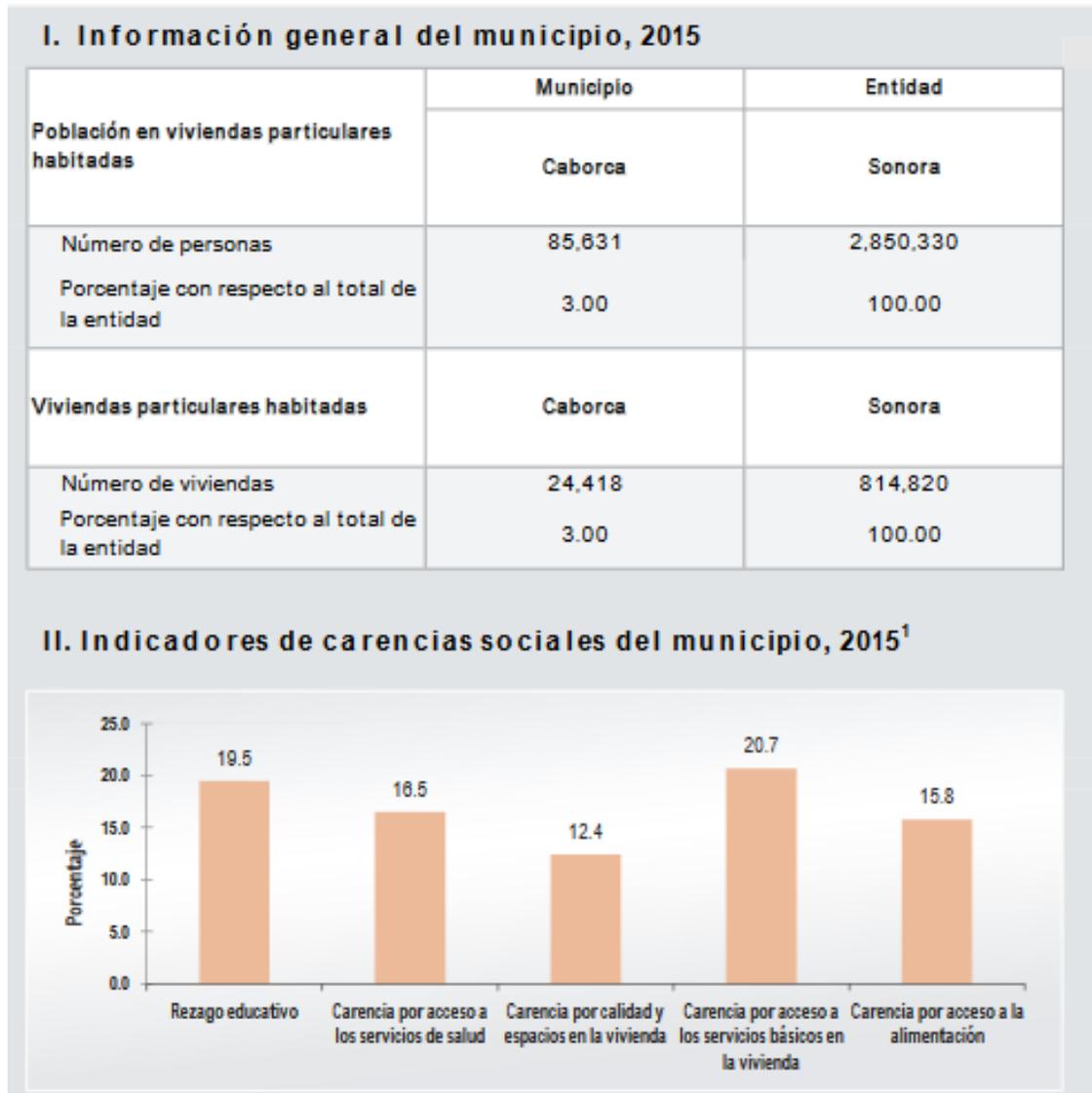


Figura IV.63. Indicadores municipio de Caborca

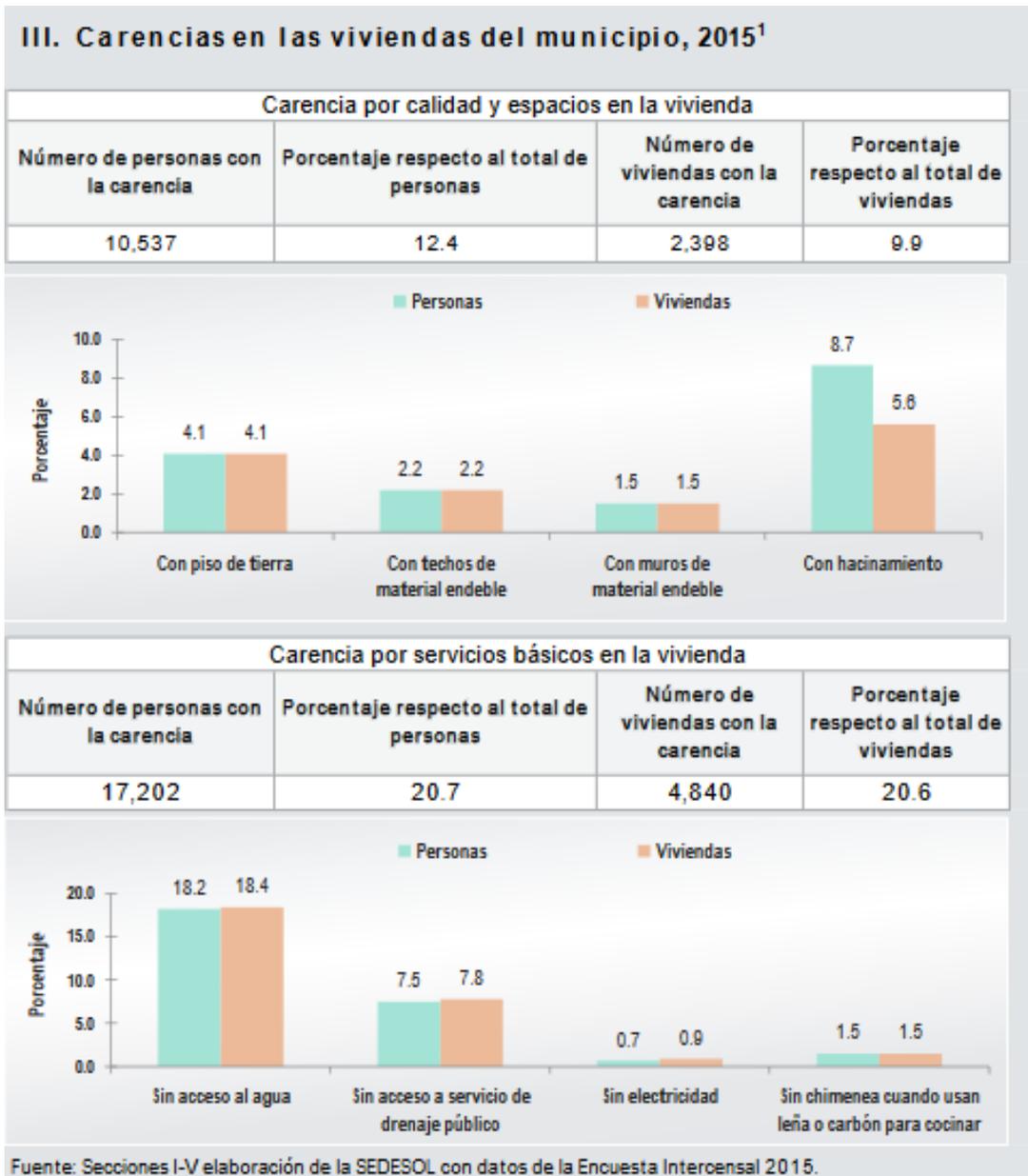


Figura IV.64. Carencias del municipio de Caborca

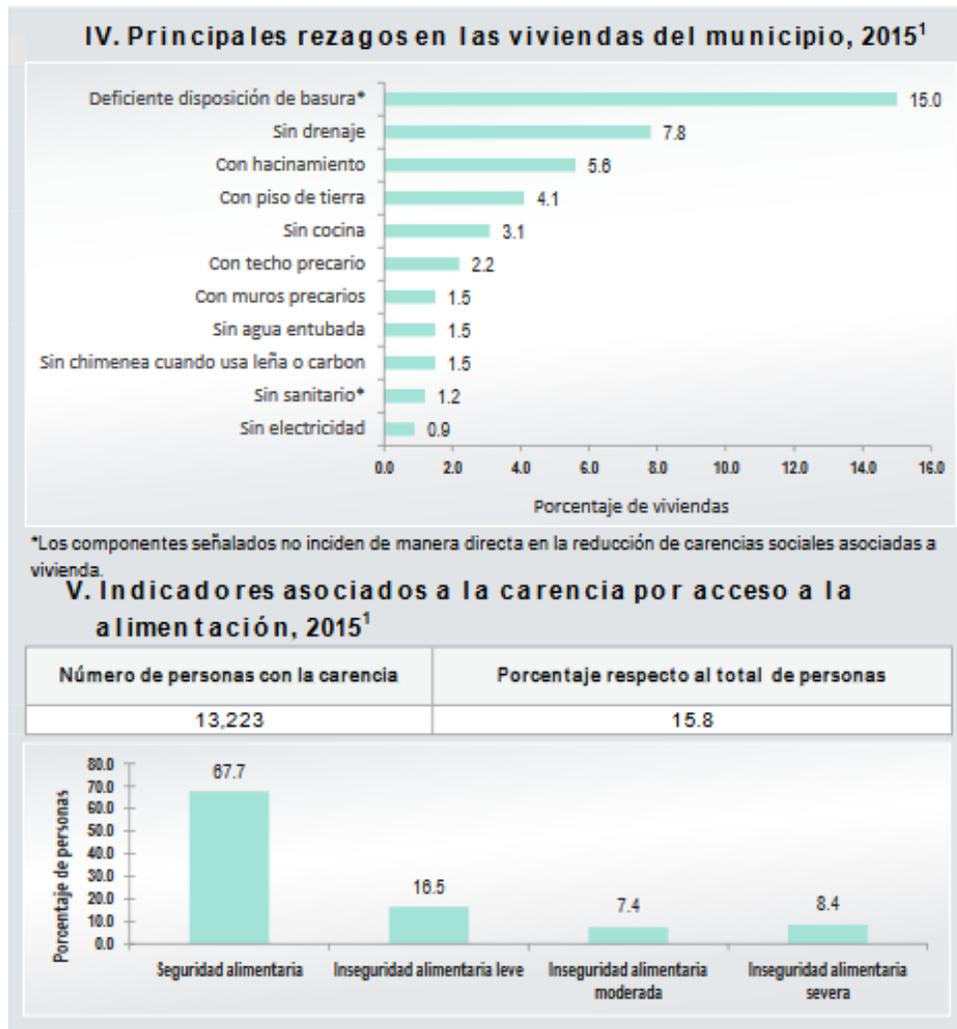


Figura IV.65. Indicadores de carencia

IV.5. 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 Karina; 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: endeble, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor
 - Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
 - Interés histórico-cultural: por su peculiaridad histórico-monumental-cultural

- 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.123.

Tabla IV.123. 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).

- 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.66.

	C1	C2	C3
C1	1		
C2		1	
C3			1

Figura IV.66. 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 Karina, 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.124. 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.124. Ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en el SA

No.	Componente	Peso Ponderado
1	Atmósfera	1.04
2	Suelos	1.03

No.	Componente	Peso Ponderado
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 Karina.

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.125.

Tabla IV.125. 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	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
		Material NO consolidado con posibilidades medias	0.8	0.8
	1	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
		5° - 14°	2.0	4.0
		2	14° - 24°	1.5
	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	Suelo sin vegetación aparente	0.5	4.5

	de regeneración			
	9	Zonas incendiadas	0.5	4.5
		Otros usos del suelo	0.0	0.0
	Cobertura de la vegetación	Cobertura cerrada	11.0	121.0
	11	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	30.0
		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	10.5
		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 shapés 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 Ampliación del proyecto Minero Karina.

Con la finalidad de resumir y esquematizar la metodología empleada para la elaboración del DA-I, en la figura IV.67 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.68 se muestra un mosaico de los diagnósticos generados para el Sistema Ambiental.

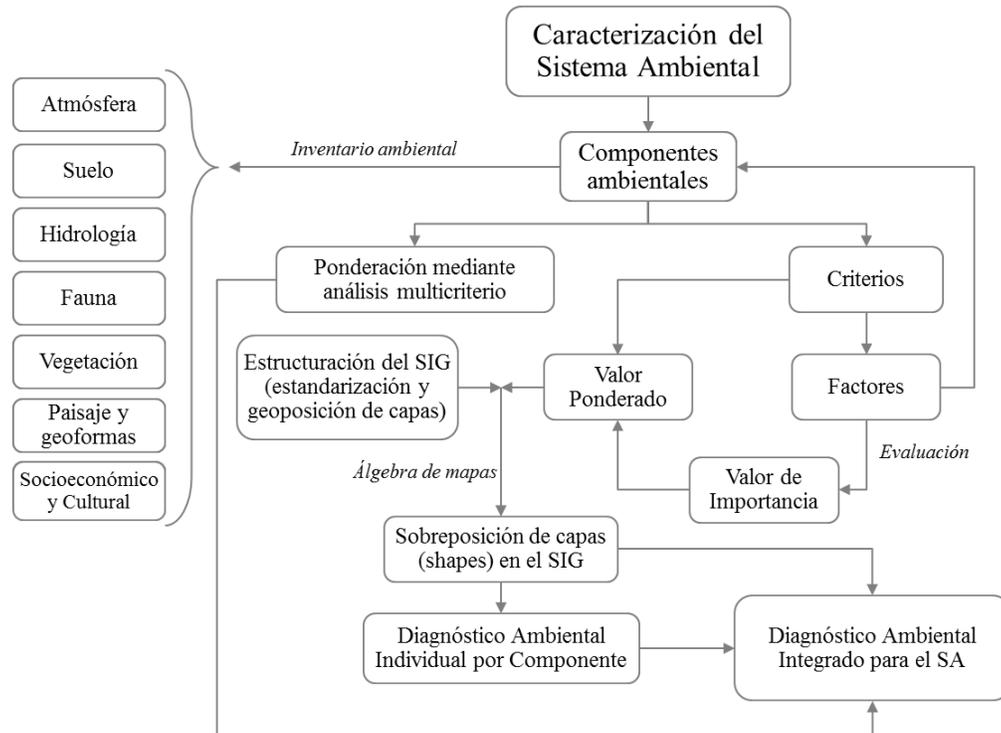


Figura IV.67. Procedimiento para la generación de diagnóstico ambiental integrado

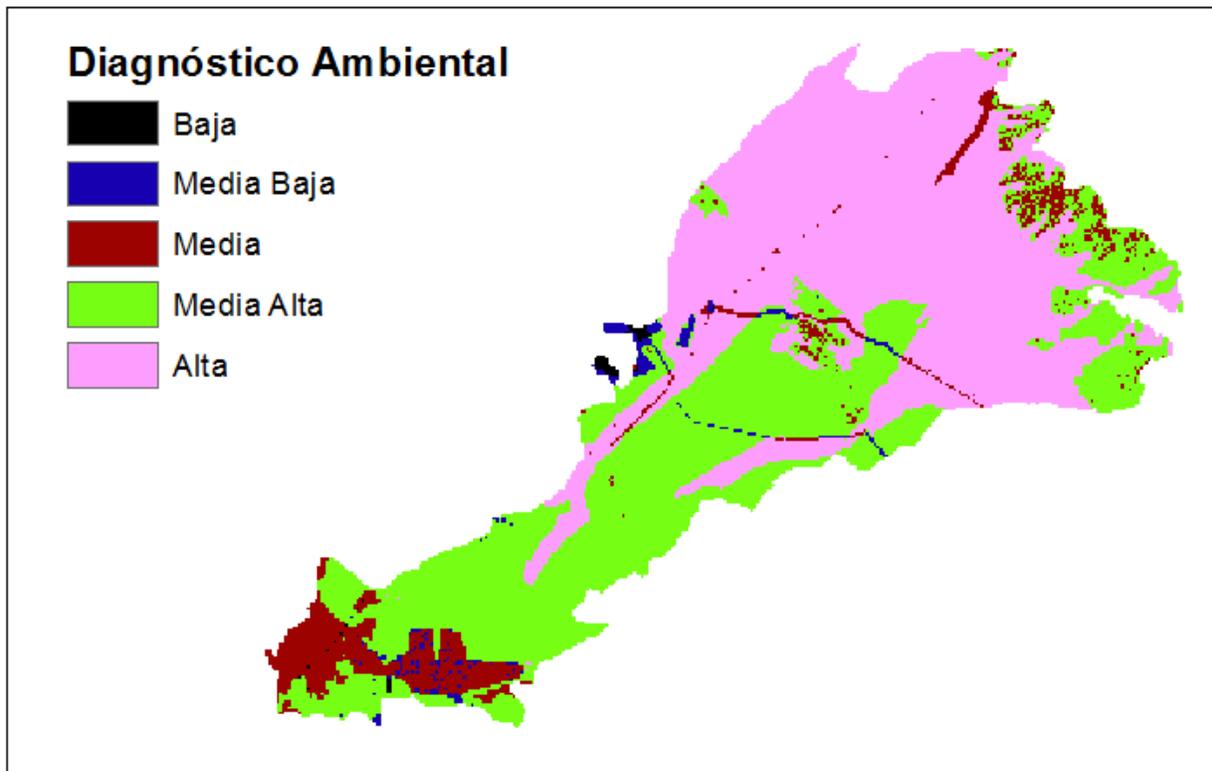


Figura IV.68. Diagnóstico Ambiental Integrado

A continuación, se describe el diagnóstico de los componentes ambientales dentro del Sistema Ambiental del Proyecto Minero Karina, 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.125, 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 (abierta, cerrada o dispersa) 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.69 se presenta el diagnóstico de la calidad atmosférica estimada dentro del área de estudio del Proyecto.

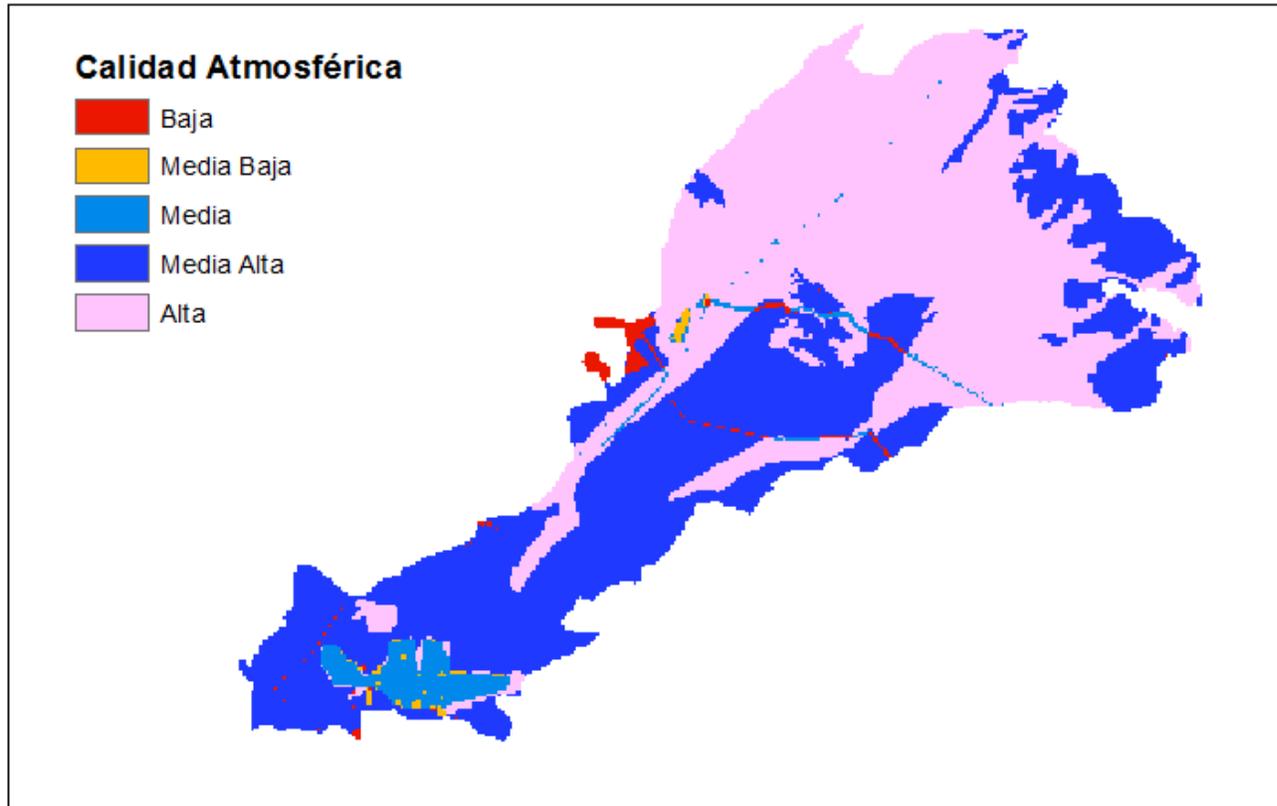


Figura IV.69. Calidad atmosférica

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.70. 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).

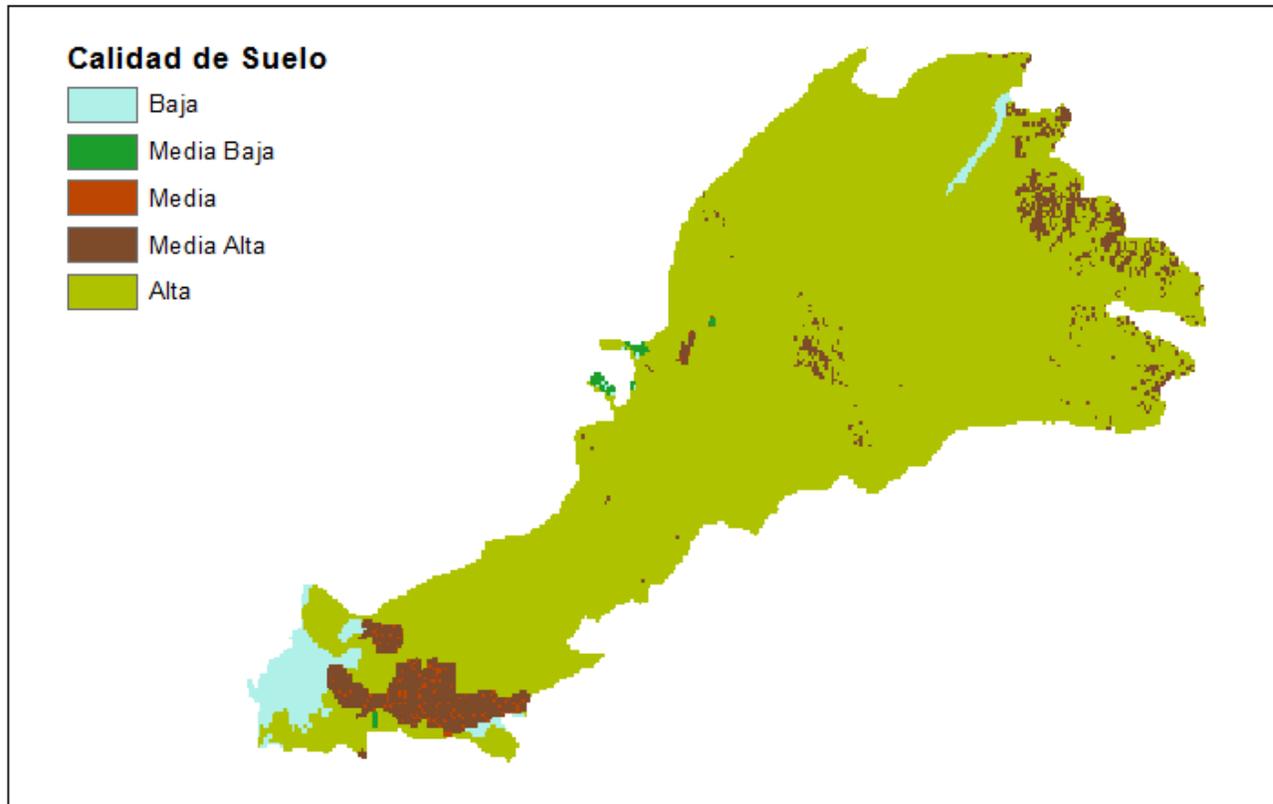


Figura IV.70. Calidad del suelo

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.71.

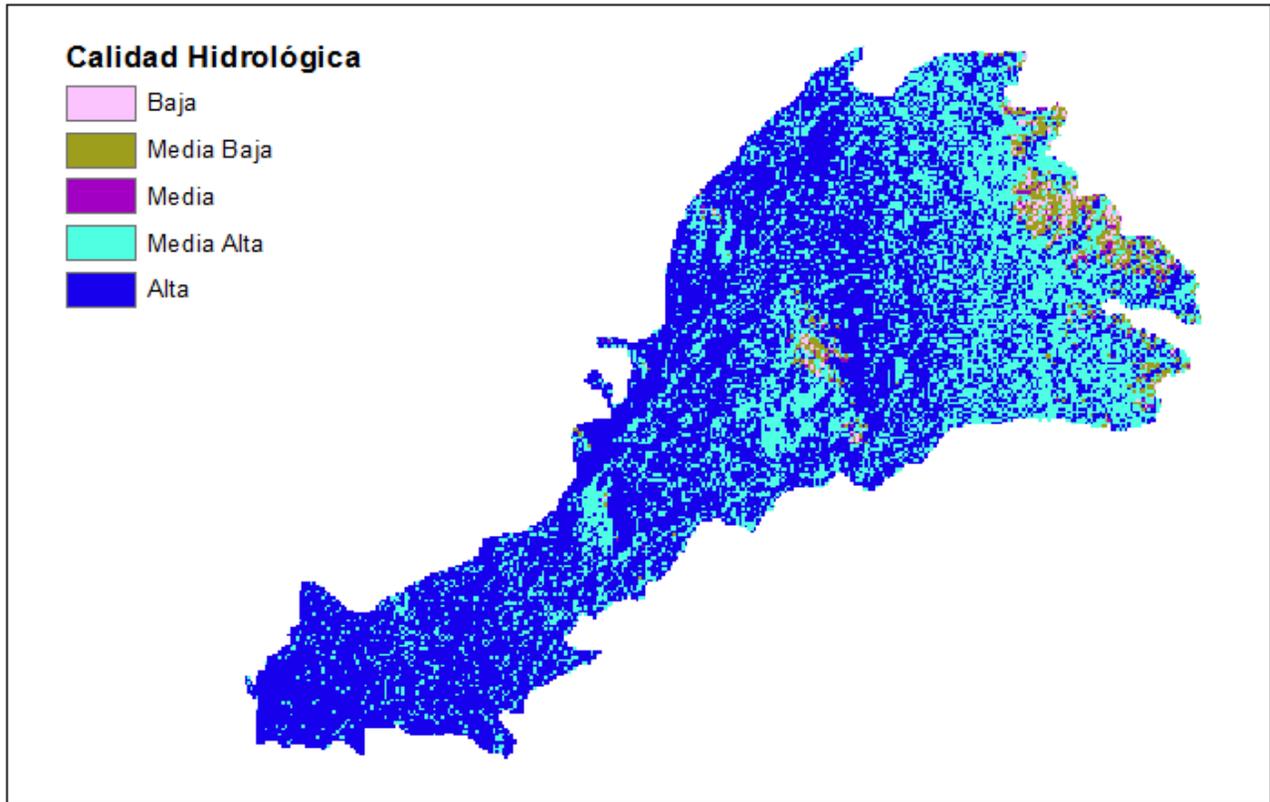


Figura IV.71. Calidad del factor hidrología

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.72.

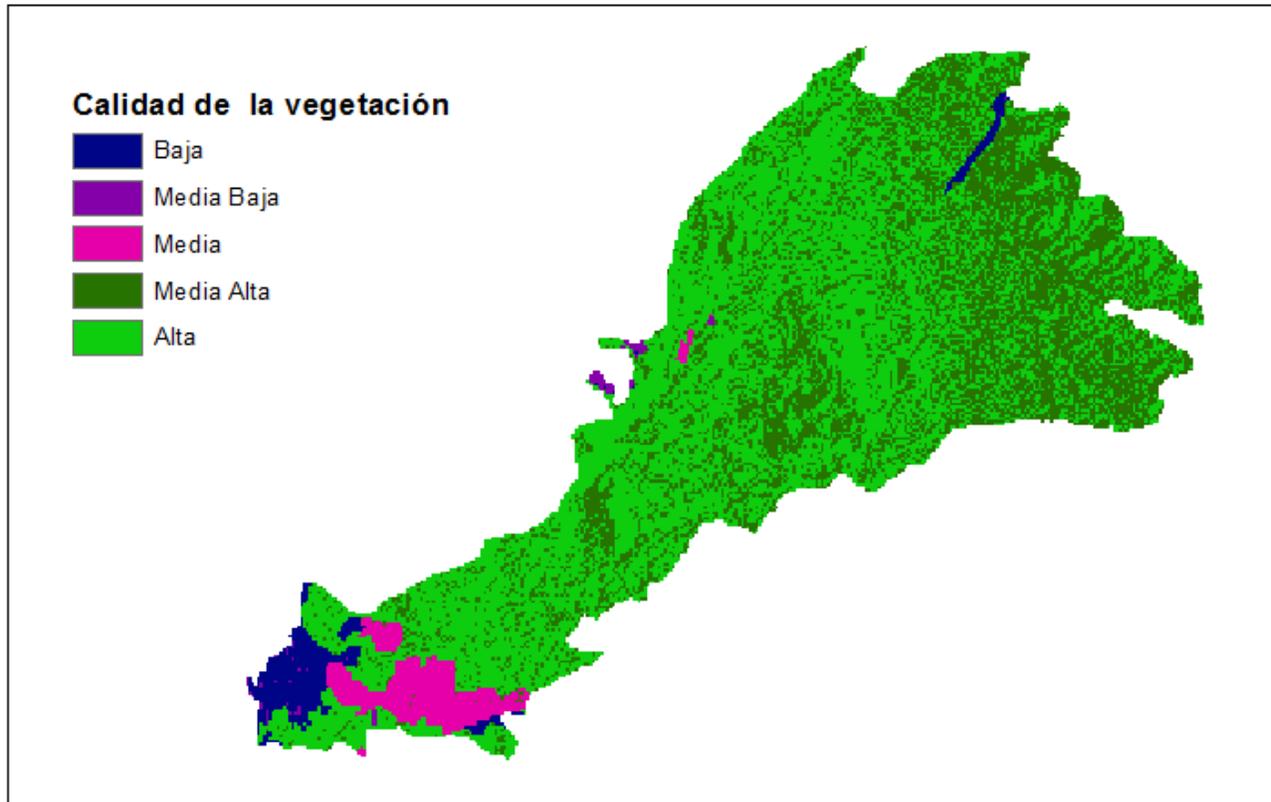


Figura IV.72. Diagnóstico del factor vegetación

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.73.

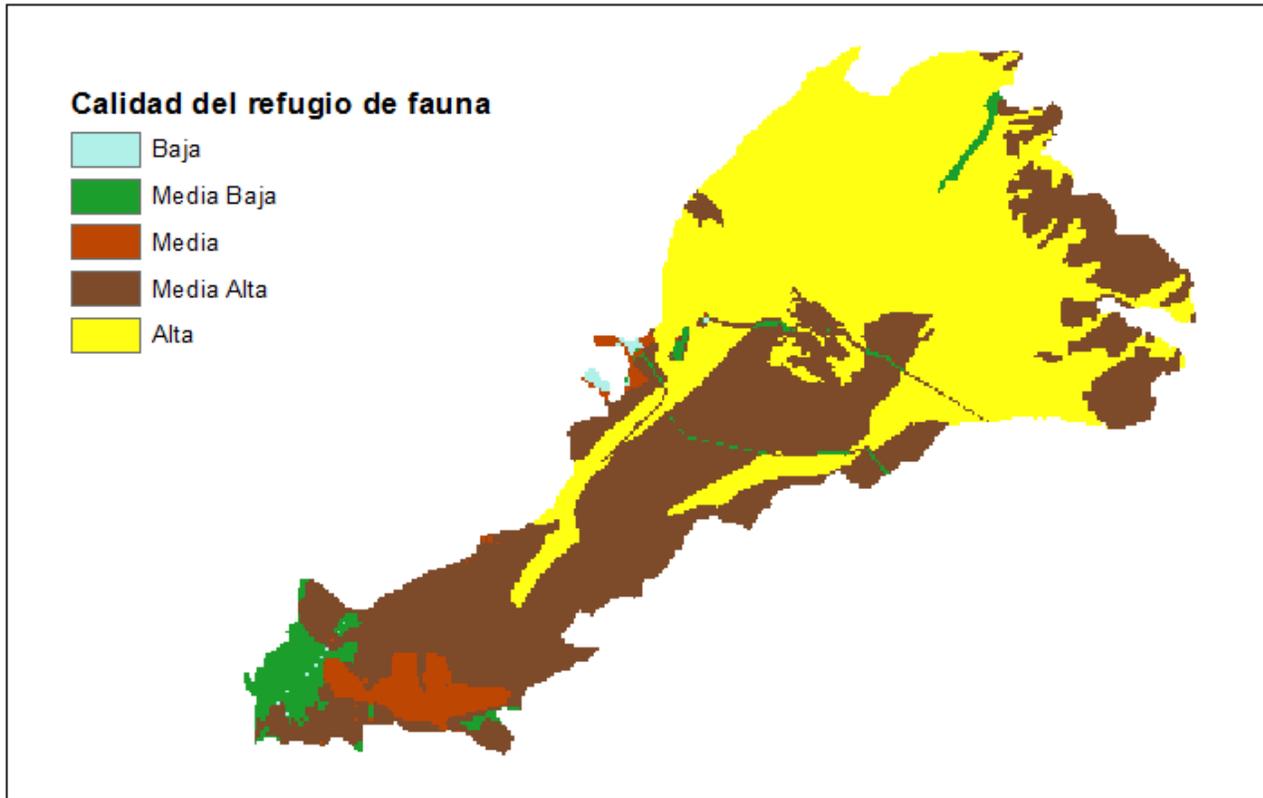


Figura IV.73. Diagnóstico del factor fauna

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.74.

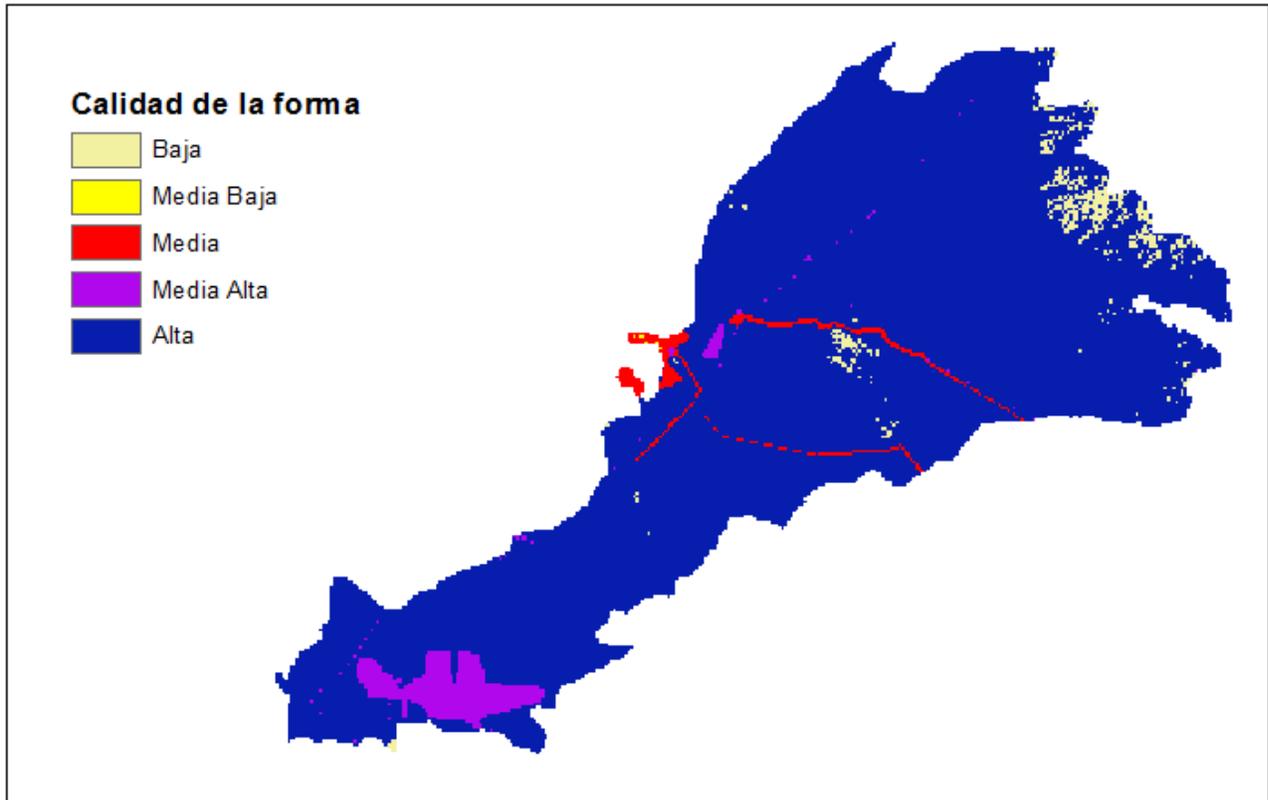


Figura IV.74. Diagnóstico del factor ambiental paisaje y geoformas

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.75.

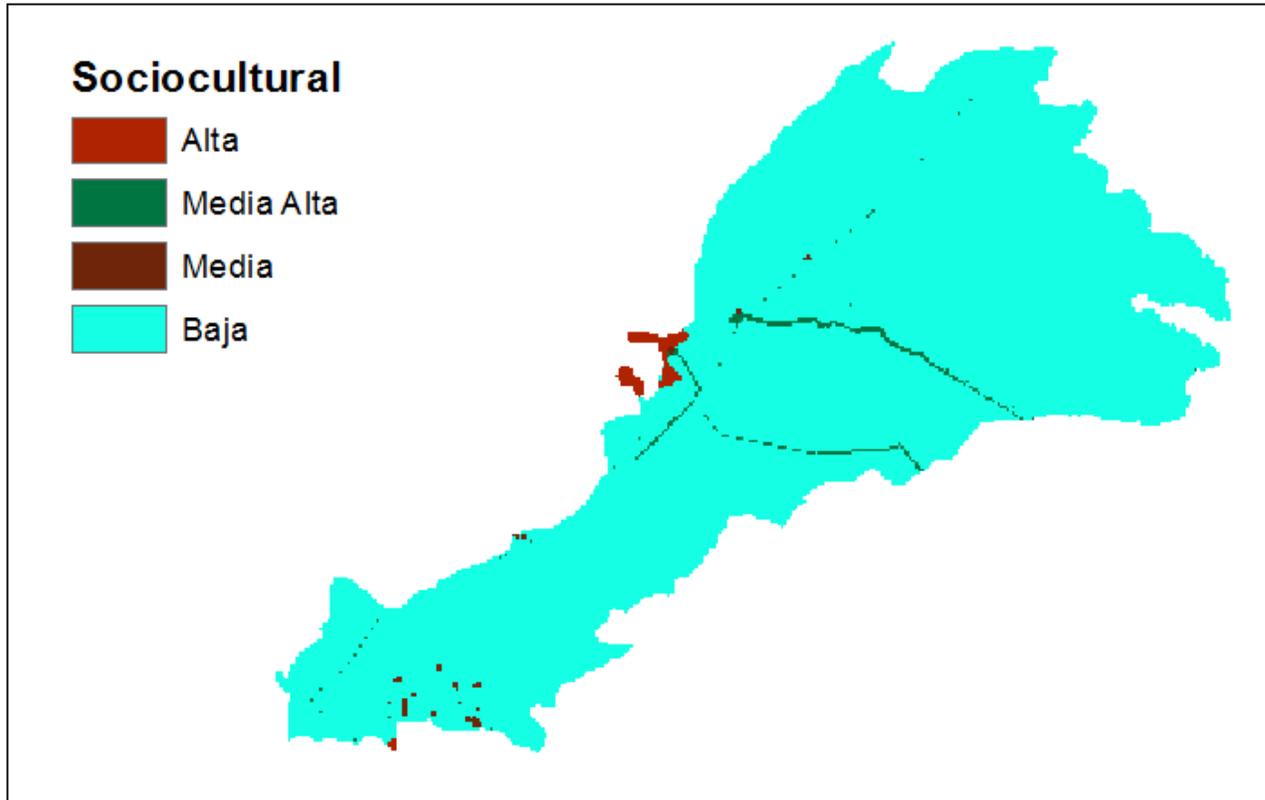


Figura IV.75. Diagnóstico sociocultural y socioeconómico

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.

Descripción de la problemática ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto

El objetivo de esta sección es la descripción puntual de la problemática ambiental identificada dentro del Área de Influencia (AI) del Proyecto Ampliación del proyecto Minero Karina, que si bien es abarcada por el polígono del Sistema Ambiental definido en la Sección IV.1, su delimitación está en función a la presión que ejercerán las actividades y obras del Proyecto sobre los componentes ambientales, y a la extensión de dicha presión;

por lo que el AI se determina con base en la evaluación e identificación de los impactos potenciales, lo que está plenamente desarrollado en el capítulo siguiente.

Para fines de identificación de la problemática ambiental, que conciernen al presente capítulo, se asume que el Área de Influencia es la superficie donde se resentirán los efectos de los impactos del Proyecto, considerando tanto los efectos directos como indirectos, es decir, considerando no solamente los elementos que pretenden ser objeto de aprovechamiento o afectación puntual, sino todo el conjunto de elementos que se interrelacionan e interactúan con los elementos directamente afectados para conformar el ecosistema.

En concreto, el Área de Influencia considera las interacciones del Proyecto y su alcance sobre los componentes ambientales, mientras que para el Sistema Ambiental se analizaron las interacciones que habrá desde los componentes ambientales hacia el Proyecto, lo que se representa esquemáticamente en la figura IV.76.

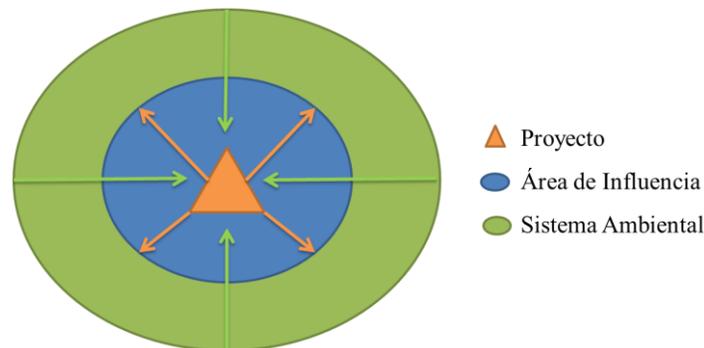


Figura IV.76. Relación entre Sistema Ambiental, Área de Influencia y Proyecto

Para la delimitación del Área de Influencia del proyecto Ampliación del proyecto Minero Karina se consideró principalmente el componente hidrológico de la zona, elaborando así un modelo de nanocuenas y a partir del cual se definieron los límites del AI.

En la siguiente figura IV.77. se muestra el Área de Influencia, que envuelve a todo del Proyecto, y cuyos límites quedan comprendidos en su totalidad dentro del polígono que demarca al Sistema Ambiental.

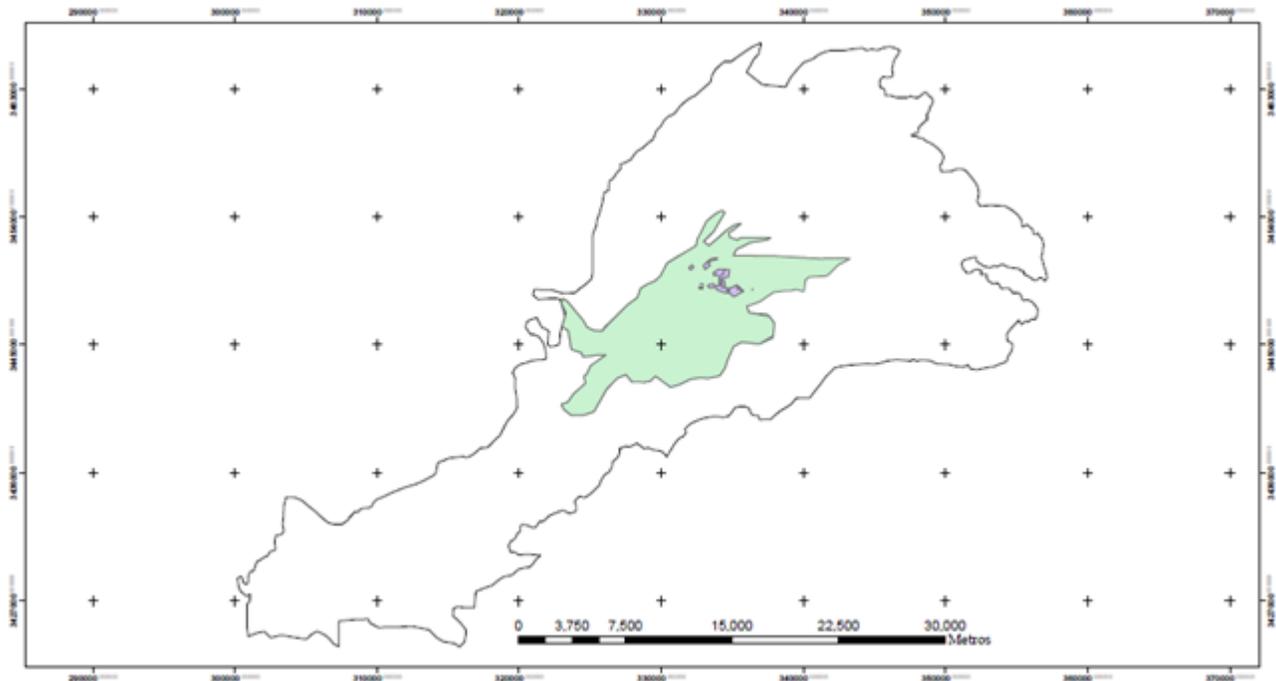


Figura IV.77. Área de Influencia

A partir del modelo de calidad ambiental generado para el SA (DA-I, figura IV.67), se presenta en la IV.78 un acercamiento al Área de Influencia del Proyecto Minero Karina con el cual se evidencia que el estado que guarda el sitio sin proyecto corresponde mayormente a un rango de calidad Alto Alto/Medio Alto Medio Alto/Medio. A continuación, se ofrece una descripción más puntual de la presión que existe en el AI por componente ambiental, entendiéndose ésta como las acciones o actividades generadoras de deterioro ambiental (SEMARNAT, 2000).



Figura IV.78. 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 Karina.

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
Descripción de Impactos Significativos	25

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 “Ampliación del Proyecto Minero Karina”

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.
	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

Escala	Valor
Bajo	3
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

Significancia	Valores
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	PAISAJE
Localización y Trazo							
Desmante							

Durante la etapa de preparación del sitio se identificaron diez impactos, de los cuales dos son positivos y ocho negativos.

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	PAISAJE
Transporte de material y equipo							
Corte y Relleno							
Nivelación y Compactación							
Edificación							

Durante la etapa de construcción 19 impactos fueron identificados, de los cuales cuatro son positivos y 15 negativos.

Para la etapa de operación se identificaron nueve impactos de los cuales dos son positivos y cinco negativos.

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	PAISAJE
Operación de las instalaciones							
Mantenimiento de las Instalaciones							

En total de la identificación de impactos por medio de la lista de chequeo se encontraron 29 impactos negativos y ocho impactos positivos.

De los impactos negativos siete inciden en el factor ambiental suelo, uno de ellos durante la preparación del sitio, cuatro sobre la construcción y dos sobre la etapa de operación. Para el factor aire se identificaron igualmente ocho impactos con el mismo número de incidencias en por etapa en este factor ambiental.

Para el agua se identificaron cinco incidencias, una durante la primera etapa, tres durante la etapa de construcción y una durante la etapa de operación. Para el factor biota se identificaron cuatro incidencias, dos durante la preparación del sitio, una durante la construcción y finalmente una sobre la operación. Para el paisaje se identificaron seis

incidencias, dos durante la preparación del sitio, tres durante la construcción y una durante la operación.

Finalmente, para el factor socioeconómico se identificaron diez incidencias, dos durante la preparación del sitio, cuatro en la construcción y dos en la operación, todas ellas positivas.

Posterior a la identificación de impactos por medio de la lista de chequeo, se realizó una matriz de identificación de interacciones, considerando las acciones de cada etapa y los subfactores ambientales sobre los que incidirá el desarrollo del proyecto. A continuación, se presenta la matriz de interacciones.

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	Desmante y Despalme	Transporte de material y equipo	Corte y Relleno	Nivelación y Compactación	Edificación	Operación de las instalaciones
Factor	Subfactor								
Aire	Calidad								
	Visibilidad								
	Confort sonoro								
Suelo	Pérdida de suelo								
	Calidad de suelo								
	Estructura del suelo								
Agua	Calidad								
	Drenaje natural								
	Infiltración								
	Escurrimiento								
Biota	Flora								
	Cubierta Vegetal								
	Diversidad y Abundancia								
	Fauna								
	Diversidad y Abundancia								
	Modificación de Hábitat								

Socioeconómicos	Empleo									
	Economía									
Paisaje	Escénico									

Durante la matriz de interacciones se identificaron 74 impactos, de los cuales 58 son negativos y 16 son positivos.

En el factor aire se encuentran 22 impactos negativos, de los cuales ocho se dan en el subfactor calidad del aire, siete en la calidad del mismo y los siete finales en el confort sonoro. Todas las acciones del desarrollo del proyecto presentan 3 incidencias, es decir que se dan impactos durante el desmonte, transporte de material y equipo, corte y relleno, nivelación y compactación, edificación y operación de las instalaciones, mientras que en las acciones de localización y trazo y mantenimiento de las instalaciones solamente se encuentran dos incidencias.

Para el factor suelo se encuentran 13 impactos, todos ellos negativos, durante la acción de desmonte se encuentran dos, el primero de ellos en el subfactor pérdida de suelo y el segundo en contaminación de suelo. Durante el transporte de material y equipo se encuentra un impacto sobre el subfactor contaminación de suelo. Durante el corte y relleno se verá afectada la pérdida de suelo, la calidad del suelo y la estructura del mismo, mientras que durante la nivelación y compactación se afectará la estructura del suelo y su calidad. Durante la edificación se afectará la calidad del suelo y durante la operación y mantenimiento de las instalaciones se afectará la calidad del suelo y su estructura.

Para el factor agua se identificaron 9 impactos, los cuales inciden de la siguiente manera: durante el desmonte se afectará la calidad, la infiltración y el escurrimiento, durante el corte y relleno se verá afectado el drenaje natural y durante la edificación y nivelación y compactación se afectará la infiltración y el escurrimiento, finalmente durante la operación de las instalaciones se podrá afectar la calidad del agua.

La flora se verá afectada durante el desmonte, acción para la cual se identificaron dos impactos sobre este factor, en los subfactores cobertura vegetal y diversidad y abundancia.

Para fauna se detectaron 6 impactos negativos, uno de ellos durante la localización y trazo, dos durante el desmonte, uno en durante el transporte de material y equipo y dos durante la operación del proyecto.

Impactos identificados por etapa del proyecto

Preparación del sitio

Localización y trazo

En esta acción del proyecto se presentan los siguientes impactos por factor ambiental:

Aire

El primer impacto se da en la calidad del aire y se desprende a partir de la emisión de gases del escape del vehículo que transporte al personal para acudir al área del proyecto a delimitar las áreas en que se realizará el mismo.

El segundo impacto es al confort sonoro, esto por la generación de ruidos ajenos al área de impacto; desde el momento que el personal arribe al área del proyecto para delimitar los límites de ocupación del mismo se producirán ruidos ajenos a los normalmente generados.

Fauna

Este impacto se deriva del arribo del personal a delimitar las áreas que ocupará el proyecto, ya que la presencia del mismo generará el desplazamiento de la fauna a otros lugares.

Socioeconómicos

En este factor inciden dos impactos, uno en el empleo y el segundo en la economía, se desprenden de la contratación de personal para delimitar el área en que se realizará el proyecto, lo que tiene una incidencia directa en la economía.

Paisaje

En este factor se identifica un impacto y consiste en la afectación al escenario del área puesto que con la colocación de banderolas y estacas para la delimitación del área del proyecto la calidad visual de la zona se verá afectada ya que existirán elementos ajenos al ecosistema.

Desmante

Aire

Durante el desmante se identifican tres impactos en este factor, el primero en la calidad del aire, esto debido a que para realizar dicha acción se requiere de maquinaria para el derribo,

extracción y traslado de materias forestales, además de los vehículos usados en la actividad los vehículos que transporten al personal que realizará el desmote, rescate de flora y ahuyentamiento de fauna, entonces este impacto se da por la generación de gases por combustión de vehículos y maquinaria.

El segundo impacto corresponde a la visibilidad, debido a que durante el desmote se generan partículas suspendidas, lo que temporalmente afectará la visibilidad. El tercer impacto corresponde a la generación de ruido por el desarrollo de las actividades.

Suelo

Para este factor encontramos dos impactos, el primero de ellos es la erodabilidad debido a que la remoción de la vegetación deja el suelo descubierto lo que provoca la pérdida de suelo ya sea por erosión eólica o hídrica.

El segundo corresponde a la calidad del suelo, ya que debido a la presencia de maquinaria y vehículos se pueden presentar derrames, lo que provocará la contaminación del suelo.

Agua

En este factor se identifican tres impactos, el primero en la calidad del agua debido a la presencia de vehículos y maquinaria, lo que puede generar derrames de aceites o grasas que pudieran provocar la contaminación del agua.

El segundo y tercer impacto están ligados uno al otro y se derivan de la remoción de la vegetación, lo que provocará que los escurrimientos por el agua pluvial tengan más velocidad debido a la falta de obstáculos que reduzcan su velocidad, lo que a su vez provoca que la infiltración del agua sea menor.

Flora

Para este factor se identifican dos impactos, el primero sobre el porcentaje de cobertura vegetal y es un impacto derivado de la remoción de la vegetación, el segundo es sobre la diversidad y abundancia ya que la remoción de la vegetación disminuirá el número de individuos por especie y por lo tanto la diversidad del sistema ambiental.

Fauna

En este factor se dan dos impactos, sobre el hábitat de la fauna, debido a la remoción de la vegetación lo que puede afectar directamente madrigueras y nidos, así como áreas de caza y desplazamiento de fauna. El segundo incide sobre la diversidad y abundancia del área de impacto del proyecto, esto debido a la eliminación de hábitats y a la presencia humana y

ruido generado, lo que provoca que la fauna se desplace a lugares aledaños, por lo tanto, la presencia de fauna en el área de impacto del proyecto será menor.

Socioeconómicos

Para este factor se identifican dos impactos, generación de empleos y aportación al incremento de la economía. La generación de empleo en esta etapa es mayor ya que se tendrá que contratar personal para el derribo, la extracción y el traslado de las materias forestales, también para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna y rescate de flora.

Por lo tanto, se contribuirá al incremento de la economía por la generación de empleos además de por la adquisición de bienes para desarrollar las actividades.

Paisaje

En este factor se incide directamente por la remoción de la vegetación lo que causará un impacto a la calidad visual del área de impacto del proyecto.

Construcción

Transporte de material y equipo

Aire

Durante esta acción se encontraron tres impactos para este factor. El primero de ellos es en la calidad del aire debido a los vehículos que transportarán el material y equipo necesario para el desarrollo del proyecto.

El segundo se da sobre la visibilidad, debido a que el área del proyecto se encontrará desprovista de vegetación al momento de descarga de maquinaria y equipo se provocarán partículas suspendidas, lo que provocará que la visibilidad en el área del proyecto se vea afectada. El tercero es en el confort sonoro, generación de ruido por las actividades realizadas.

Suelo

Para este factor se identifica un impacto, el cual es posible contaminación de suelo por derrames de grasas y aceites por la presencia de vehículos.

Fauna

Durante esta acción se generará ruido con lo que la fauna de los alrededores se desplazará a lugares más alejados, con lo que se afectará la diversidad y abundancia de la misma en el área específica del proyecto.

Socioeconómicos

En esta etapa se identifican dos impactos, los cuales son la generación de empleo por el desarrollo del proyecto y la aportación al incremento de la economía por la generación de empleo y adquisición de bienes y servicios.

Paisaje

La presencia de maquinaria y equipo para el desarrollo del proyecto provocará impacto en la calidad visual del área en que se llevará a cabo el proyecto.

Corte y Relleno

Aire

Durante esta acción se identifican 3 impactos, el primero de ellos sobre la calidad del aire debido a la maquinaria que realizará los movimientos de material inerte, esta generará gases por combustión.

El segundo sobre la visibilidad debido al movimiento de suelos, lo que generará partículas suspendidas en el aire temporalmente.

El tercero es sobre el confort sonoro, por la generación de ruido por el desarrollo de actividades.

Suelo

Para este factor se identifican tres impactos durante el corte y relleno, el primero es la pérdida de suelo eólica por el movimiento del mismo.

El segundo es la contaminación de suelo que se pudiera dar por derrames de aceites o grasas durante el corte y relleno.

El tercer impacto corresponde a los cambios que sufrirá la estructura del suelo por los cortes y rellenos que se realizarán en el área. Sin embargo, es importante mencionar que estos serán menores, ya que no implican el corte de grandes cantidades, sino que estos cortes y rellenos son solo para lograr una pendiente adecuada para las edificaciones.

Agua

Durante esta acción se identifica un impacto en el drenaje natural puesto que el movimiento de suelos generará cambios en la topografía lo que provocará que los escurrimientos naturales (pequeños canalillos) se vean afectados en su curso. Es importante mencionar que los escurrimientos de orden uno y dos que inciden en el área del proyecto se construirán obras de drenaje para que no se vean afectados, aunado al hecho de que las obras que se construirán no inciden directamente en dichos escurrimientos, si no que estos se ubican en el área de maniobras por lo que se facilitará su manejo.

Socioeconómicos

Impactos positivos por la generación de empleo y contribución a la economía por sueldos y adquisición de bienes y servicios.

Paisaje

Impacto al paisaje por el movimiento de suelos.

Nivelación y Compactación

Aire

Durante la nivelación y compactación se identificaron tres impactos, el primero sobre la calidad del aire, esto debido a la combustión de la maquinaria. El segundo incide en la visibilidad debido a los polvos que se generarán durante la compactación. El tercer impacto incide en el confort sonoro por la generación de ruido por el desarrollo de las actividades.

Suelo

Para este factor se identificaron dos impactos, el primero de ellos la probable contaminación de suelo por derrames de aceite o grasas de la maquinaria que desarrolla las actividades. El segundo impacto se da sobre la estructura del suelo ya que esta cambia debido a la nivelación y compactación del mismo.

Agua

Para este factor se identifican dos impactos, el aumento de la velocidad de los escurrimientos de agua pluvial, esto debido a que el suelo estará compactado. El segundo impacto corresponde a la reducción de la infiltración de agua pluvial y se relaciona directamente con la compactación del suelo ya que al estar compactado el suelo es más

difícil la misma, aunado a que la velocidad de los escurrimientos también reducirá el porcentaje de infiltración.

Socioeconómicos

Impactos positivos por la generación de empleo para el desarrollo de las actividades, así como contribución a la economía por sueldos y adquisición de bienes y servicios.

Edificación

Aire

En esta etapa se identificaron tres impactos, el primero de ellos en la calidad del aire debido a la combustión de la maquinaria que será utilizada para la edificación. El segundo sobre la visibilidad por la generación de polvos y el tercero sobre el confort sonoro por generación de ruido.

Suelo

Para esta etapa existe la posibilidad de generar contaminación de suelo por aceites o grasas derramadas por la maquinaria que se utilizara para la edificación.

Agua

Debido a que se colocará una plancha de concreto para los compresores, se estabilizarán los socavones dos metros a cada lado de la entrada con concreto lanzado y se construirán galeras para talleres y polvorín, se provocará el aumento en la velocidad de escurrimientos pluviales y se reducirán las áreas en que el agua pueda infiltrarse.

Socioeconómicos

Para este factor se identifican dos impactos, la generación de empleo y el incremento en la economía por sueldos y adquisición de bienes y servicios.

Paisaje

La presencia de los edificios causara impacto sobre la calidad visual del área del proyecto, ya que estos son ajenos al ecosistema.

Operación

Operación de las instalaciones

Aire

Para la operación de las instalaciones se identificaron tres impactos en el factor aire, el primero de ellos es sobre la calidad del aire y se deriva de la combustión del funcionamiento de vehículos y maquinaria con que operará el proyecto.

El segundo es en la visibilidad y se deriva del movimiento de vehículos y maquinaria en las áreas de maniobras debido a que ya que el suelo estará desnudo se podrán generar polvos.

El tercero incide en el confort sonoro y se debe a la generación de ruido que se generará por la operación del proyecto, tanto por vehículos y maquinaria, así como por el personal.

Suelo

Para este factor se identifican dos impactos, el primero de ellos por la posible contaminación de suelo por derrames de aceite o grasas de los vehículos y maquinaria que se ocuparan durante la operación del proyecto.

El segundo incide en la estructura del suelo, esto debido a que se extraerá material inerte de dentro del cerro, por lo que cambiará la estructura interna del mismo. Dentro de este impacto también se considera la afectación por la circulación de vehículos y maquinaria ya que compactaran el suelo por su movimiento, lo que cambiara la estructura del mismo, así como por el caminamiento, lo que provocará la compactación del suelo.

Agua

En este factor solo se identifica un impacto, el cual es la probabilidad de contaminación del agua por derrames de aceites o grasas por la circulación de vehículos y maquinaria y por la posibilidad de generar drenaje ácido.

Fauna

Durante la operación del proyecto se identificaron dos impactos, el primero de ellos en la modificación del hábitat de fauna, esto debido a el ruido que se generará por la operación del proyecto lo que provocará que en áreas aledañas que aún conserven vegetación la fauna se desplace a lugares más lejanos, lo que deriva en el segundo impacto que es cambios en la diversidad y abundancia de fauna en el área de impacto del proyecto.

Socioeconómicos

Generación de empleo y contribución a la economía por sueldos y adquisición de bienes y servicios para la operación del proyecto, son los impactos identificados para esta acción.

Paisaje

El impacto a la calidad visual del área por la operación del proyecto, ya que la presencia de edificaciones, vehículos, maquinaria y personal son ajenos al ecosistema.

Mantenimiento de las instalaciones

Aire

Durante el mantenimiento de las instalaciones se identificaron dos impactos, los cuales derivan del movimiento por el área del proyecto de vehículos que transportaran al personal encargado de supervisar el estado de cada una de las instalaciones, por lo tanto la combustión de dichos vehículos generará gases que afectarán la calidad del aire.

El segundo impacto corresponde a la generación de polvos por los mismos vehículos ya que las áreas por las que circularán estarán el suelo desnudo.

Suelo

Para el factor suelo se identifican dos impactos, uno de ellos es la probable contaminación del suelo por derrames de aceite o grasas durante los recorridos de vehículos para la supervisión de áreas del proyecto.

El segundo incide en la estructura del suelo y se debe al circulamiento de vehículos, lo que provocará la compactación del suelo.

Socioeconómicos

Generación de empleo y aportación a la economía por sueldos y adquisición de bienes y servicios para llevar a cabo las actividades de supervisión y mantenimiento de las instalaciones son los dos impactos identificados para este factor.

Para identificar los impactos significativos se realizó la matriz de cribado, como se mencionó anteriormente estos se seleccionan por medio de atributos con valor que puede llegar hasta 33 máximo y a 9 mínimo, se fija el umbral en 15.5 y aquellos impactos que superen el valor del umbral son los impactos significativos, tal como se muestra en la siguiente tabla V.10.

Como se observa en la tabla, los valores señalados en rojo son los que corresponden a los impactos que superan el umbral, por lo tanto, estos son los impactos considerados como significativos, es decir los que el ecosistema por sí solo no podrá asimilar y causarán un

efecto negativo en el ecosistema. El resto de los impactos serán asimilados por el ambiente y su generación no causará cambios significativos en el sistema ambiental, sino que este por su resiliencia podrá asimilarlos.

Los impactos analizados en la matriz de cribado son 74, de los cuales 58 son negativos y 16 positivos tal cual se ha mencionado anteriormente, de estos 74 impactos analizados se consideran 4 impactos significativos positivos dos de ellos durante el empleo y la economía en la acción del desmonte y los dos restantes igualmente en el empleo y economía, pero durante la operación del proyecto.

Los impactos significativos y negativos son 10 y se distribuyen de la siguiente manera:

Durante el desmonte 6, en los subfactores ambientales pérdida de suelo, infiltración, escurrimiento, cobertura vegetal, modificación del hábitat y paisaje.

Durante el corte y relleno se encuentra un impacto significativo y este corresponde al factor suelo en el subfactor estructura del suelo.

En la nivelación y compactación encontramos dos impactos significativos sobre el factor agua, en los subfactores escurrimiento e infiltración. Y finalmente durante la edificación sobre el factor agua se identifica un impacto significativo sobre el subfactor escurrimiento.

El resto de los impactos no son significativos y serán asimilados por el ecosistema, sin que esto signifique que no se aplicarán medidas de prevención y mitigación para reducir el efecto de los mismos y así aligerar la carga al ecosistema.

Tabla V.10. Matriz de Cribado

Acción del Proyecto	Atributos	Valor de los Atributos	AIRE	Calidad del aire	Visibilidad	Confort sonoro	SUELO	Pérdida de suelo	Calidad	Estructura del suelo	AGUA	Calidad	Drenaje natural	Infiltración	Escurrimiento	VEGETACIÓN	Cubierta vegetal	Diversidad y abundancia	FAUNA	Diversidad y Abundancia	Modificación de hábitat	SOCIOECONOMICOS	Empleo	Economía	PAISAJE
			Signo	(- / +)		(-)		(-)														(-)			(+)
Localización y Trazo	Inmediatez	3		1		1														1			1	1	1
	Periodicidad	3		1		1														1			1	1	1
	Momento	3		2		1														1			2	2	1
	Acumulación	3		1		1														1			1	1	1
	Sinergia	3		2		1														1			3	2	1
	Reversibilidad	3		1		1														1			1	1	1
	Persistencia	3		1		1														1			1	1	1
	Magnitud	9		1		1														1			4	4	1
	Recuperabilidad	3		1		1														1			1	1	1
		33		11		9														9			15	14	9
Desmonte y Despalme	Signo			(-)	(-)	(-)		(-)	(-)			(-)		(-)	(-)		(-)	(-)		(-)	(-)		(+)	(+)	(-)
	Inmediatez	3		1	1	1		3	1			1		3	3		3	3		1	3		3	1	3
	Periodicidad	3		1	1	1		3	1			1		1	1		1	1		1	1		1	1	1
	Momento	3		1	1	1		1	1			1		3	2		1	1		2	1		1	2	1
	Acumulación	3		1	2	1		3	1			1		1	1		1	1		1	3		3	3	3
	Sinergia	3		2	2	2		2	1			1		2	2		2	2		2	2		2	2	2
	Reversibilidad	3		1	1	1		1	1			1		1	1		1	1		1	1		1	1	1
	Persistencia	3		1	1	1		1	1			1		1	1		3	1		1	1		1	1	1
	Magnitud	9		1	4	4		1	1			1		4	4		4	4		4	4		4	4	4
Recuperabilidad	3		1	1	1		1	1			1		2	1		1	1		1	1		1	1	1	
		33		10	14	13		16	9			9		18	16		17	15		14	17		17	16	17
Transporte de Material y Equipo	Signo			(-)	(-)	(-)			(-)											(-)			(+)	(+)	(-)



	Recuperabilidad	3	1	1	1			1	1				1	1					1	1		
		33	15	13	13			9	10				16	16					9	9		
Edificación	Signo		(-)	(-)	(-)			(-)					(-)	(-)					(+)	(+)	(-)	
	Inmediatez	3	1	1	1			1					3	3					1	1	3	
	Periodicidad	3	1	1	1			1					3	3					1	1	1	
	Momento	3	1	1	1			1					2	1					1	1	1	
	Acumulación	3	1	1	1			1					1	1					1	1	1	
	Sinergia	3	1	1	1			1					2	2					1	1	2	
	Reversibilidad	3	1	1	1			1					1	1					1	1	1	
	Persistencia	3	1	1	1			1					1	1					1	1	1	
	Magnitud	9	1	1	1			1					1	4					1	1	1	
	Recuperabilidad	3	1	1	1			1					1	1					1	1	1	
		33	9	9	9			9					15	17					9	9	12	
Operación de las instalaciones	Signo		(-)	(-)	(-)			(-)	(-)		(-)							(-)	(-)	(+)	(+)	(-)
	Inmediatez	3	1	1	1			1	1	1								1	1	3	3	3
	Periodicidad	3	1	1	1			1	1	3								1	1	1	1	1
	Momento	3	1	1	1			1	1	3								1	1	1	2	1
	Acumulación	3	1	1	1			1	1	3								1	1	3	1	1
	Sinergia	3	1	1	1			1	1	2								1	1	2	2	2
	Reversibilidad	3	1	1	1			1	1	3								1	1	1	1	1
	Persistencia	3	1	1	1			1	1	3								1	1	1	1	1
	Magnitud	9	1	1	1			1	1	4								1	1	4	4	4
	Recuperabilidad	3	1	1	1			1	1	1								1	1	1	1	1
		33	9	9	9			9	9	23								9	9	17	16	15
Mantenimiento de las Instalaciones	Signo		(-)	(-)				(-)	(-)										(+)	(+)		
	Inmediatez	3	1	1				1	1										1	1		
	Periodicidad	3	1	1				1	1										1	1		
	Momento	3	1	1				1	1										1	1		
	Acumulación	3	1	1				1	1										1	1		
	Sinergia	3	1	1				1	1										2	2		



	Reversibilidad	3	1	1				1	1											1	1	
	Persistencia	3	1	1				1	1											1	1	
	Magnitud	9	1	1				1	1											1	1	
	Recuperabilidad	3	1	1				1	1											1	1	
		33	9	9				9	9											10	10	

Los impactos significativos se evalúan por medio de una matriz matemática la cual indica la significancia del impacto, valorándolos en bajos, moderados, altos y muy altos.

Tabla V.11. Matriz matemática

Acción (i)	Factor (j)	Mij	Eij	Dij	Sij	Aij	Cij	Tij	MEDij	SACij	Iij	Gij	Nivel de Impacto
Desmante	Pérdida de suelo	5	5	5	6	6	1	6	0.56	0.48	0.74	0.25	Moderado
	Infiltración	5	3	3	3	3	1	6	0.41	0.26	0.51	0.17	Bajo
	Escurrimiento	5	5	6	4	3	1	3	0.59	0.30	0.69	0.46	Moderado
	Cubierta vegetal	7	5	7	3	2	1	6	0.70	0.22	0.76	0.25	Moderado
	Modificación de Hábitat	7	5	6	3	4	1	5	0.67	0.30	0.75	0.33	Moderado
	Economía	3	2	2	2	2	1	0	0.26	0.19	0.33	0.33	Moderado
	Paisaje	3	2	5	5	2	1	0	0.37	0.30	0.50	0.50	Alto
Corte y Relleno	Estructura del suelo	8	4	4	3	2	1	5	0.59	0.22	0.67	0.30	Moderado
Nivelación y Compactación	Infiltración	5	4	3	3	1	1	0	0.44	0.19	0.52	0.52	Alto
	Escurrimiento	5	4	3	4	2	1	0	0.44	0.26	0.55	0.55	Alto
Edificación	Escurrimiento	5	4	2	3	3	1	3	0.41	0.26	0.51	0.34	Moderado
Operación de las instalaciones	Calidad del Agua	5	7	6	5	4	1	5	0.67	0.37	0.77	0.34	Moderado
	Economía	5	4	2	5	4	1	0	0.41	0.37	0.57	0.57	Alto
	Empleo	5	3	2	5	4	1	0	0.37	0.37	0.54	0.54	Alto

De acuerdo a la matriz matemática se identifica solamente un impacto de significancia baja y este corresponde a la infiltración durante la etapa del desmante.

Ocho de los impactos son de significancia moderada seis de ellos durante el desmante, unos durante el corte y relleno y finalmente el último durante la edificación.

Cinco son de significancia alta y uno de ellos se da durante el desmante, dos durante la nivelación y compactación y los dos finales durante la operación.

Descripción de Impactos Significativos

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Preparación del sitio	Desmante	Suelo	Pérdida de suelo	0.25	Moderado

La eliminación de cobertura vegetal, despalme y movimiento de materiales, ocasionarán un incremento en el ton/ha/año que se pierden de suelo en el área específica del proyecto; y menor en áreas adyacentes al mismo.

Los principales factores de erosión en la zona corresponden a escurrimientos, pendiente y arrastres, los cuales son unos de los principales desencadenadores de la dinámica de pérdida de suelos. Dada la condición regional de erosión por arrastres, pendientes y lluvias torrenciales, se considera al impacto como significativo, sin embargo, por la aplicación de las medidas de compensación tales como acomodo de polímero biodegradable a curvas de nivel, reforestación y que retienen suelo, se compensa la pérdida del mismo, por lo que es un impacto de significancia moderada.

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Preparación del sitio	Desmante	Agua	Infiltración	0.17	Bajo
Construcción	Nivelación y compactación	Agua	Infiltración	0.52	Alto

El impacto se encuentra principalmente representado por la reducción de la superficie con capacidad de infiltrar agua pluvial. La importancia del impacto se considera de significancia baja durante la preparación del sitio y de significancia alta durante la construcción.

Es un impacto de significancia baja ya que la remoción de la vegetación reducirá la infiltración del agua, sin embargo, esta aún podrá infiltrarse. Es de significancia alta porque una vez que el suelo este compactado la infiltración será casi nula. Sin embargo, es un impacto puntual y sin alteración al entorno regional de infiltración y recarga. Asimismo, con el establecimiento de polímeros biodegradable a curvas de nivel y la reubicación propiciará la recarga de agua pluvial, con lo que el ecosistema no se verá afectado en sus procesos naturales.

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Preparación del sitio	Desmante	Agua	Escurrecimiento	0.46	Moderado
Construcción	Nivelación y compactación	Agua	Escurrecimiento	0.55	Alto
Construcción	Edificación	Agua	Escurrecimiento	0.34	Moderado
Operación	Operación	Agua	Calidad	0.34	Moderado

Aumento en la velocidad de los escurrimientos. Considerado de significancia moderada durante el desmonte y debido a la remoción de la vegetación los escurrimientos aumentarán su velocidad; durante la nivelación y compactación es de significancia alta debido a que una vez compactado el suelo el agua no podrá infiltrarse fácilmente y la velocidad de los escurrimientos aumentará significativamente puesto que no habrá ni cubierta vegetal o suelo que pueda formar surcos para detener su velocidad; durante la edificación se considera de significancia moderada debido a que una vez construidas las obras estas contarán con desvíos de agua adecuados para incorporar los escurrimientos a los cauces existentes.

Es importante mencionar que tanto el acomodo de polímero biodegradable y la reubicación reducirán la velocidad de los escurrimientos al propiciar la infiltración y que estas últimas serán colocadas aguas abajo del área de influencia del proyecto.

El impacto a la calidad del agua se considera moderado debido a que existe una alta posibilidad de que ocurra la generación de drenaje ácido, la cual es originada por la oxidación de los minerales sulfurosos cuando son expuestos al aire y agua, lo cual da por resultado la producción de acidez, sulfatos y la disolución de metales, situación que se puede presentar por la exposición del material en tepetatera al ser extraído de los socavones.

Para prevenir y mitigar la generación de drenaje ácido se realizará la identificación especializada del potencial de drenaje ácido, se derivarán las aguas de lluvia aguas arriba de la tepetatera para evitar el flujo del agua sobre la misma, se dará tratamiento activo para neutralizar los flujos ácidos y se realizará la mezcla de materiales para reducir la acidez.

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Preparación del sitio	Desmonte	Flora	Cubierta vegetal	0.25	Moderado

El proyecto requerirá de la eliminación total de la cobertura vegetal en el área de ocupación de sus obras, la cual corresponde a 129.7682 ha. Este impacto tiene una significancia moderada y tiene lugar durante la preparación del sitio. Se realizará una reubicación para compensar la remoción de la cobertura vegetal.

Este impacto es recuperable en forma parcial, ya que, si bien es posible recuperar a largo plazo la cubierta vegetal, la estructura será diferente a la original estando en función a las características de la zona y al Programa de Cierre y Restitución que sea preparado e implementado en su momento. Ya que el área podrá sustentar vegetación después de la

ejecución de obras de estabilización y restitución. El impacto se considera puntual porque afecta a sectores específicos del Sistema Ambiental.

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Preparación del sitio	Desmante	Fauna	Modificación del hábitat	0.33	Moderado

La fragmentación de la vegetación y la pérdida de cobertura vegetal significan la pérdida de espacios para el hábitat de especies de fauna. Este impacto es de significancia moderada durante las acciones de preparación del sitio.

El establecimiento del proyecto implica también el ahuyentamiento de fauna del área, esto debido a que la misma es susceptible a la presencia de personas y al ruido generado por la maquinaria y equipo que será utilizado, por lo que en el área de influencia del proyecto se verá modificando el área de la misma.

Adicionalmente, es probable que exista una mortalidad directa o indirecta de la vida silvestre. La sola presencia humana en la zona, en sí, puede propiciar la mortandad de individuos silvestres. El aumento de vehículos transitando en el sitio aumenta las posibilidades de colisión con la fauna local. Este impacto sería Moderado y con mayor probabilidad de ocurrencia para las vialidades de vehículos ligeros que para caminos de acarreo con maquinaria pesada y camiones de carga.

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Preparación del sitio	Desmante	Paisaje	Escénico	0.50	Alto

El proyecto conlleva el establecimiento de obras artificiales ajenas al paisaje natural, por lo que el establecimiento de las mismas será un cambio abrupto en el ecosistema de bosque templado frío, por lo que se considera un impacto de significancia alta.

La posibilidad de mitigar este impacto será hasta la restitución del sitio, una vez que acabe el periodo de vida útil del proyecto.

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Preparación del sitio	Desmante	Socioeconómico	Empleo	0.33	Moderado
Operación	Operación	Socioeconómico	Empleo	0.54	Alto

La realización de estas obras requerirá de mano de obra calificada y no calificada de forma temporal. Entre los impactos positivos de esta obra está la generación de empleos; éste será

de significancia moderada durante el desmote y de significancia alta durante la operación, ya que la falta de empleos es uno de los problemas sociales más fuertes en la zona. Esta generación de empleos beneficiará a algunas personas de las localidades próximas, sin embargo, se generarán fuentes de empleo para personas incluso de fuera del sistema ambiental.

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Preparación del sitio	Desmote	Socioeconómico	Economía	0.33	Moderado
Operación	Operación	Socioeconómico	Economía	0.57	Alto

La población contratada por el proyecto incrementará sus ingresos económicos, en mejora de su capacidad adquisitiva y demanda de productos locales. En este sentido, la economía interna de las localidades cercanas presentará la consolidación del mismo. La ejecución del proyecto permitirá la contratación de mano de obra local que contará con un ingreso que garantice satisfacer sus demandas básicas de consumo y vestido.

La realización de esta obra requerirá la compra, venta y renta de bienes y servicios en las localidades próximas. Ello trae como beneficio mayores ventas de estos bienes y servicios, apoyando la economía local por el tiempo que duran las obras.

Este impacto es de significancia moderada durante la preparación del sitio y de significancia alta durante la operación del proyecto.

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.....	10
VI.2.1.3 Vegetación.....	16
VI.2.1.4 Fauna.....	26
VI.2.1.5 Aire.....	31
VI.3. Resumen de medidas.....	32
RESUMEN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y LA FAUNA SILVESTRE	33

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 de la ampliación minera, se llevara a cabo en una superficie de 129.78623 ha.

VI.2.1. Suelo

VI.2.1.1 Suelo

Los impactos relativos al suelo, son moderados y bajos, según la matriz aplicada en el capítulo anterior. A continuación, se presenta la descripción de los mismos por etapa del proyecto.

Preparación del Sitio

Desmante y despante

Tabla VI.1. Impactos sobre factor suelo

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Preparación del sitio	Desmante	Suelo	Pérdida de suelo	0.25	Moderado

La eliminación de cobertura vegetal, despante y movimiento de materiales, ocasionarán un incremento en el ton/ha/año que se pierden de suelo en el área específica del proyecto; y menor en áreas adyacentes al mismo.

Los principales factores de erosión en la zona corresponden a escurrimientos, pendiente y arrastres, los cuales son unos de los principales desencadenadores de la dinámica de pérdida de suelos. Dada la condición regional de erosión por arrastres, pendientes y lluvias torrenciales, se considera al impacto como significativo, sin embargo, por la aplicación de las medidas de compensación tales como acomodo de polímero biodegradable a curvas de nivel, reforestación y que retienen suelo, se compensa la pérdida del mismo, por lo que es un impacto de significancia moderada.

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 construcción de acomodo de polímero biodegradable o a curvas de nivel, en superficies aledañas al área del proyecto, que presentan pendientes ligeras. En total se acordarán 29,050.8708 metros lineales. 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 reforesta una superficie de 69.419729 hectáreas en un área aledaña al proyecto.

A continuación, se presentan los resultados de los cálculos realizados para estimar el ton/ha/año que se generarán de pérdida de suelo, por motivo del cambio de uso de suelo y la cantidad de agua que se infiltrará por las medidas de mitigación propuestas, dichos cálculos se presentan en el IV del presente documento y el desarrollo de los mismos se adjunta en anexo 7 en formato digital, anexo también al presente documento.

Tabla VI.2. Cálculo de pérdida de suelo para el área de proyecto en condiciones actuales

Cálculo de pérdida de suelo en condiciones actuales para el área de CUSTF							
Uso de suelo y vegetación	AREA	Factor R	Factor K	LS	Factor C después de CUSTF	Pérdida de suelo en Ton/ha/año	Pérdida de suelo Ton/año
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO CUSTF	32.175	1558.861824	0.024	1.5759	0.25	14.7397	474.2564
MATORRAL SARCOCAULE CUSTF	97.593		0.024	6.8342	0.25	63.9215	6,238.2778
Total	129.76823					78.6612	6,712.5342

Como se puede observar en la tabla VI.2, la pérdida de suelo para antes de CUSTF es de 78.6612 ton/ha/año. En total al año para la superficie del proyecto es de 6,712.5342 ton/año.

Tabla VI.3. Resultados de la EUPS a nivel área de afectación después de CUSTF.

Cálculo de pérdida de suelo en después de CUSTF para el área de CUSTF							
Uso de suelo y vegetación	AREA	Factor R	Factor K	LS	Factor C después de CUSTF	Pérdida de suelo en Ton/ha/año	Pérdida de suelo Ton/año
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO CUSTF	32.175439	1558.861824	0.024	1.5759	1	58.9587	1,897.0221
MATORRAL SARCOCAULE CUSTF	97.592793		0.024	6.8342	1	255.6858	24,953.0914

Cálculo de pérdida de suelo en después de CUSTF para el área de CUSTF							
Uso de suelo y vegetación	AREA	Factor R	Factor K	LS	Factor C después de CUSTF	Pérdida de suelo en Ton/ha/año	Pérdida de suelo Ton/año
Total	97.592793					255.6858	26,850.1135

Como se observa en la tabla VI.3, una vez realizado el desmonte, la pérdida de suelo es de 255.6858 ton/ha/año, dando como resultado un total de 26,850.1135 ton/año para el total de la superficie del proyecto.

El incremento de pérdida de suelo es de 177.0246 (Ton/ha/año), dando como total de pérdida de suelo para el total de la superficie en toneladas por año la cantidad de 20,137.58 (ton/año). La erosión presente se clasifica como **severa**.

Tabla VI.4. Cálculo de erosión eólica en el área de CUSTF en condición actual.

EROSION EOLICA EN EL AREA DE CUSTF EN CONDICION ACTUAL								
TIPO DE SUELO	PECRE	IAVIE	CATEX	CAUSO	Ton/ha/año	Superficie (ha)	Ton/año	VALORES DE EROSION
REGOSOL CUSTF	33.9852	134.7926	0.2	0.150	4.043778	129.768232	524.753922	Sin Erosión

Como se observa en la tabla anterior, para el área del proyecto se pierden 4.043778 ton/ha/año y un total de 129.768232 toneladas al año para el total de la superficie, esta pérdida de suelo se clasifica como sin erosión.

Para calcular la pérdida de suelo después de realizado el retiro de la vegetación presente en el área del proyecto, se recalcula el valor de CAUSO ya que el uso del suelo cambia al retirar la vegetación, los valores de CATEX e IAVIE quedan sin recalcularse debido a que el tipo de suelo no cambia, tampoco el índice de la agresividad del viento IAVIE.

Tabla VI.5. Pérdida de suelo después de CUSTF.

EROSION EOLICA EN EL AREA DE CUSTF DESPUES DE CUSTF								
TIPO DE SUELO	PECRE	IAVIE	CATEX	CAUSO	Ton/ha/año	Superficie (ha)	Ton/año	VALORES DE EROSION
REGOSOL CUSTF	33.9852	134.7926	0.2	1	26.958520	129.768232	3498.359478	Erosión Baja

Como se observa en la tabla anterior, la pérdida de suelo en el área del proyecto una vez realizado el cambio de uso de suelo es de 26.958520 ton/ha/año la cual se clasifica como baja, y una pérdida de suelo de 3,498.359478 ton/año.

El aumento de pérdida de suelo por el cambio de uso de suelo para el total del área del proyecto es de 2,973.605556 ton/año.

En resumen y al sumar la pérdida de suelo por erosión hídrica y erosión eólica una vez realizado el cambio de uso de suelo obtenemos el total del suelo que se va a perder, resultando este en 23,111.184856 ton/año para el total del área del proyecto.

Tabla VI.6. Pérdida de suelo total después de CUSTF.

Aumento de pérdida de suelo erosión eólica por CUSTF	2,973.605556	Ton / año
Aumento de pérdida de suelo erosión hídrica por CUSTF	20,137.58	Ton / año
Pérdida de suelo total por CUSTF	23,111.1848	Ton / año

En respuesta a la pérdida de suelo que se suscita por el desmonte y despalme del área destinada para cambio de uso de suelo se procede a realizar un rescate de suelo fértil de una capa de 30 cm de profundidad para reubicarlo para uso posterior. En este caso el área de cambio de uso de suelo es de 1, 297,682.3m² y la capa de suelo fértil que se rescatará es de 0.3 m de profundidad, resultando en 389,304.69 m³ de material a rescatar, si se considera que un metro cubico de suelo pesa 1.5 ton debido a que la densidad del suelo en el CUSTF es de 1.5g/cm³, la cantidad de suelo es de 583,957.035 ton.

Como referencia para la densidad del suelo se tomó el cuadro que se presenta en seguida, El cual está disponible en documento del Instituto de Geología, Departamento de Edafología, Laboratorio de Física de Suelos publicado en 2010 por la Universidad Nacional Autónoma de México, disponible en el siguiente link:

<http://www.geologia.unam.mx/igl/deptos/edafo/ifs/MANUAL%20DEL%20LABORATORIO%20DE%20FISICA%20DE%20SUELOS1.pdf>

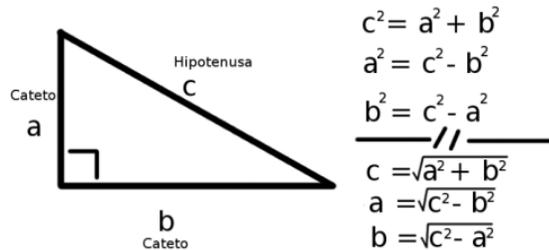
Cuadro 4.5.5. Algunas características de los suelos en función de su clase textural

Textura	Conductividad hidráulica (cm/hr)	Porosidad (%)	Densidad aparente (Mg/m ³)	CC (% en peso)	PMP (% en peso)	CRAD (% en vol)
Arenoso	5 (2.5-25)	38 (32-42)	1.65 (1.55-1.8)	9 (5-16)	4 (2-6)	8 (6-10)
Franco arenoso	2.5 (1.3-7.6)	43 (40-47)	1.5 (1.4-1.6)	14 (10-20)	6 (4-8)	12 (9-15)
Franco	1.3 (0.8-2.0)	47 (43-49)	1.4 (1.35-1.5)	22 (15-30)	10 (8-12)	17 (14-20)
Franco arcilloso	0.8 (0.25-1.5)	49 (47-54)	1.35 (1.3-1.4)	27 (25-35)	13 (11-15)	19 (16-22)
Arcillo limoso	0.25 (0.03-0.5)	51 (49-53)	1.3 (1.3-1.4)	31 (27-40)	15 (13-17)	21 (18-23)
Arcilloso	0.05 (0.01-1.0)	53 (51-55)	1.25 (1.2-1.3)	35 (30-70)	17 (15-19)	23 (20-25)

CC, capacidad de campo; PMP, punto de marchitamiento permanente; CRAD, capacidad de retención de agua disponible. Los valores entre paréntesis corresponden al rango más común.

Figura VI.1. Características de suelos (densidad aparente)

A continuación, se explica el procedimiento para obtener la capacidad de retención en el tiempo de vida de las obras de conservación: Para determinar el volumen de retención de suelo de cada una de las prácticas propuestas se calcula empleando el Teorema de Pitágoras, según la cantidad de cada una, así como de las dimensiones. A continuación, se describe el procedimiento para la obtención de dichos volúmenes.



Acomodo de polímero biodegradable

A continuación, se presenta el desarrollo del cálculo para el área del acomodo de polímero biodegradable.

Para calcular el volumen de retención se empleó una fórmula trigonométrica basada en el Teorema de Pitágoras. Se propone la colocación de polímero biodegradable a curvas de nivel de hasta 0.25 m de altura en 29,050.8708 m de líneas se estima que los sitios donde se colocaron tiene una pendiente de 18.17°.

$$A = 18.17^\circ \qquad B = 90^\circ - A = 71.83^\circ \qquad C = 90^\circ$$

$$c = \frac{a}{\text{Sen } A} = \frac{0.25}{\text{Sen } (18.17^\circ)} = 0.801699676$$

$$b = \sqrt{(c)^2 - (a)^2} = \sqrt{(0.801699676)^2 - (0.25)^2}$$

$$b = 0.76172329$$

Entonces:

Para la obtención del área se toma $b = 0.76172329$ como base y $a = 0.25$ como altura, si la fórmula del área del triángulo es $(\text{base} * \text{altura}) / 2$, entonces 0.095215411 es el área del triángulo en metros cuadrados, en un total de 29,050.8708 m de líneas de acomodo.

$$(0.095215411 \text{ m}^2) * (29,050.8708 \text{ m}) = 2,766.090612 \text{ m}^3$$

Dando como resultado un total de 2,766.090612 m³, si se considera que un metro cubico de suelo pesa 1.4 ton debido a que la densidad del suelo en el polígono es de 1.5g/cm³, la capacidad de retención es de 4,149.135918 ton.

Asimismo, se establecerá una reforestación en 69.419729 hectáreas, con la finalidad de determinar cuál será la capacidad de retención de suelo de esta superficie se realiza el cálculo de pérdida de suelo en dicha superficie en la condición actual y en la condición después de la reforestación.

Tabla VI.7. Cálculo de pérdida de suelo para condición actual en área de reforestación

Cálculo de pérdida de suelo en condiciones actuales para el área de REFORESTACIÓN							
Uso de suelo y vegetación	AREA	Factor R	Factor K	LS	Factor C	Pérdida de suelo en Ton/ha/año	Pérdida de suelo Ton/año
REFORESTACION	69.419729	1558.8618	0.036	8.17	1	458.4925	31,828.4251
Total	69.419729					458.4925	31,828.4251

Como se observa en la tabla anterior actualmente en el área en que se realizará la reforestación se pierden 458.4925 ton/ha/año, es decir se pierden un total de 31.828.4251 ton/año.

Tabla VI.8. Cálculo de pérdida de suelo para la condición después de la reforestación

Cálculo de pérdida de suelo después de la REFORESTACIÓN							
Uso de suelo y vegetación	AREA	Factor R	Factor K	LS	Factor C	Pérdida de suelo en Ton/ha/año	Pérdida de suelo Ton/año
REFORESTACION	69.419729	1558.8618	0.036	8.17	0.25	114.6232	7,957.1115
Total	69.419729					114.6232	7,957.1115

Después de que se realice la reforestación se perderán 114.6232 ton/ha/año, es decir 7,957.1115 ton/año.

Por lo que se dejarán de perder 23,871.3136 ton/año una vez que se realice la reforestación.

Tabla VI.9. Retención de toneladas/año por obras de conservación

Obra	Longitud (m)	Superficie (ha)	Retención de Suelo (ton)
Acomodo	29,050.8708		4,149.136
Reforestación		69.419729	23,871.3136

Obra	Longitud (m)	Superficie (ha)	Retención de Suelo (ton)
Total	29,050.8708	69.419729	28,020.4496

Como se observa en la tabla anterior la retención del total de toneladas es de 28,020.4496 toneladas, con lo que se cubre la pérdida de suelo de 23,111.18485 ton que se generan con motivo del cambio de uso del suelo.

VI.2.1.2 Agua.

Los impactos ambientales relativos al agua, son de impacto bajo y moderado de acuerdo a la etapa del proyecto, según la matriz aplicada en el capítulo anterior.

Tabla VI.10. Impactos sobre factor agua

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Preparación del sitio	Desmonte	Agua	Infiltración	0.17	Bajo
Construcción	Nivelación y compactación	Agua	Infiltración	0.52	Alto

El impacto se encuentra principalmente representado por la reducción de la superficie con capacidad de infiltrar agua pluvial. La importancia del impacto se considera de significancia baja durante la preparación del sitio y de significancia alta durante la construcción.

Es un impacto de significancia baja ya que la remoción de la vegetación reducirá la infiltración del agua, sin embargo, esta aún podrá infiltrarse. Es de significancia alta porque una vez que el suelo este compactado la infiltración será casi nula. Sin embargo, es un impacto puntual y sin alteración al entorno regional de infiltración y recarga. Asimismo, con el establecimiento de polímeros biodegradable a curvas de nivel y la reubicación propiciará la recarga de agua pluvial, con lo que el ecosistema no se verá afectado en sus procesos naturales.

Tabla VI.11. Impactos sobre factor agua

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Preparación del sitio	Desmonte	Agua	Escorrentamiento	0.46	Moderado
Construcción	Nivelación y compactación	Agua	Escorrentamiento	0.55	Alto
Construcción	Edificación	Agua	Escorrentamiento	0.34	Moderado
Operación	Operación	Agua	Calidad	0.34	Moderado

Aumento en la velocidad de los escurrimientos. Considerado de significancia moderada durante el desmonte y debido a la remoción de la vegetación los escurrimientos aumentarán su velocidad; durante la nivelación y compactación es de significancia alta

debido a que una vez compactado el suelo el agua no podrá infiltrarse fácilmente y la velocidad de los escurrimientos aumentará significativamente puesto que no habrá ni cubierta vegetal o suelo que pueda formar surcos para detener su velocidad; durante la edificación se considera de significancia moderada debido a que una vez construidas las obras estas contarán con desvíos de agua adecuados para incorporar los escurrimientos a los cauces existentes.

Es importante mencionar que tanto el acomodo de polímero biodegradable y la reubicación reducirán la velocidad de los escurrimientos al propiciar la infiltración y que estas últimas serán colocadas aguas abajo del área de influencia del proyecto.

El impacto a la calidad del agua se considera moderado debido a que existe una alta posibilidad de que ocurra la generación de drenaje ácido, la cual es originada por la oxidación de los minerales sulfurosos cuando son expuestos al aire y agua, lo cual da por resultado la producción de acidez, sulfatos y la disolución de metales, situación que se puede presentar por la exposición del material en tepetatera al ser extraído de los socavones.

Para prevenir y mitigar la generación de drenaje ácido se realizará la identificación especializada del potencial de drenaje ácido, se derivarán las aguas de lluvia aguas arriba de la tepetatera para evitar el flujo del agua sobre la misma, se dará tratamiento activo para neutralizar los flujos ácidos y se realizará la mezcla de materiales para reducir la acidez.

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.
- Se integrará el área de la ampliación del proyecto minero Karina al programa anual de monitoreo de aguas subterráneas y superficiales que se desarrolla en el proyecto Karina actualmente.

Medidas de compensación.

- Se realizará la construcción de 29,050.8708 metros lineales de acomodo de polímero biodegradable a curvas de nivel, en áreas aledañas, 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 reforestación de 69.419729, ubicada en zonas aledañas, 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.

A continuación, se presentan los resultados de los cálculos realizados para estimar la reducción de la infiltración que se generará por motivo del cambio de uso de suelo y la cantidad de agua que se infiltrará por las medidas de mitigación propuestas, dichos cálculos se presentan en el capítulo IV del presente documento y el desarrollo de los mismos se adjunta en anexo 7 en formato digital, anexo también al presente documento.

Tabla VI.12. Balance hídrico del área del proyecto

Balance hídrico de CUSTF después de CUSTF (m3)	
PRECIPITACIÓN	378,598.816900
INFILTRACION	343,224.179829
ESCURRIMIENTO	35,024.933746
EVAPOTRANSPIRACIÓN	349.703325

La pérdida de infiltración que va a haber por motivo del cambio de uso de suelo es de **15,617.958393 m³** lo cual representa un **4.35%** de pérdida de volumen de infiltración para el área de CUSTF.

Con las medidas de mitigación se pretenden retener 26,718.430854 m³, con lo que se compensa el decremento de infiltración que se generará con el cambio de uso del suelo.

La duración del exceso de lluvia puede asumirse como el tiempo de duración de la tormenta y el tiempo de concentración que son los minutos que tarda el escurrimiento para

moverse de la parte más alta de la cuenca o área de drenaje a la salida; este tiempo se puede estimar de acuerdo con la ecuación.

$$T_c = 0.02 \frac{L^{1.15}}{H^{0.38}}$$

Donde:

TC = Tiempo de concentración (minutos).

L = Longitud de la corriente principal 40,368.00 (m).

H = Diferencia en elevación entre el sitio más alejado de la cuenca y la salida 1,021 (m).

El tiempo de concentración para el sistema ambiental es de 284.81 minutos.

Cuadro 6. Tasas de infiltración para diferentes texturas de suelos

Textura del suelo	Tasa de Infiltración (mm/h)
Arenosa	50
Franco - Arenosa	25
Franca	12
Franco - Arcillosa	7

Fuente: Critchley y Siegert, 1996.

Si el tiempo de concentración es de 284.81 minutos (4.746833333 horas), la textura del suelo es franco arenoso.

Por evento pluvial a una tasa de infiltración de 25mm/h o 0.025m/h durante 4.746833333 h entonces, se infiltraría lo siguiente:

$$0.025\text{m/h} * 4.746833333 \text{ h} = 0.1186725 \text{ m}$$

Luego se estima el área donde se va a infiltrar:

Área de infiltración= $29,050.8708 \text{ m} \times 0.25 \text{ m} = 7,262.7177 \text{ m}^2$

Entonces:

$0.1186725 \text{ m} \times 7,262.7177 \text{ m}^2 = 861.8848663 \text{ m}^3$ Por evento pluvial.

La estación meteorológica indica que hay 31 eventos pluviales al año entonces:

$861.8848663 \text{ m}^3 \times 31 = 26,718.430854 \text{ m}^3/\text{año}$

Como se observa los m^3 a retener por obras de conservación es de $26,718.430854 \text{ m}^3$, con lo que se retienen los $15,617.958393 \text{ m}^3$ que dejarán de infiltrarse por el cambio de uso del suelo.

VI.2.1.3 Vegetación.

Los impactos que se presentarán sobre la vegetación son moderados, según la matriz aplicada en el capítulo anterior. A continuación, se realiza un resumen del análisis de diversidad del área del proyecto y sistema ambiental.

Al realizar el cambio de uso del suelo propuesto no se comprometerá la diversidad florística y faunística tanto del predio como del sistema ambiental en que se ubica el proyecto. En la tabla VI.13 se presenta la superficie que disminuirá con respecto a la superficie de vegetación presente en el sistema ambiental.

Tabla VI.14. Superficie de vegetación

Superficie del área de afectación (ha)	Superficie de matorral desértico micrófilo y matorral sarcocaule (ha)	Porcentaje de representación a nivel predio.
129.76823	50,906.71523	0.25%

Como se observa en la tabla anterior el área de afectación corresponde a 129.76823 hectáreas lo que representa un porcentaje de afectación del sistema ambiental es de un 0.25%, mismo que permite que el sistema ambiental continúe con sus procesos naturales ya que no se ve afectada significativamente.

Para definir la afectación sobre la biodiversidad de flora en el sistema ambiental, se hace a continuación un comparativo entre los elementos que presenta el sistema ambiental y los elementos que presenta el área de cambio de uso del suelo.

Para el caso de flora cómo se ha mencionado en capítulo IV, se realizó un muestreo para identificar las especies presentes en ambas áreas, realizando en su totalidad 60 sitios para el sistema ambiental y 60 sitios para el área de CUSTF, debido a que para realizar los comparativos en la diversidad, estos se deben realizar con muestras iguales y a que en el caso que nos ocupa se afectarán dos tipos de vegetación (matorral desértico micrófilo y matorral sarcocaula), se seleccionaron 40 sitios en matorral sarcocaula y 20 sitios en matorral desértico micrófilo para desarrollar índices de diversidad para ambas zonas y poder realizar el comparativo que nos ocupa.

Como se ha mencionado en los capítulo IV del presente documento para definir la confiabilidad del muestreo se realizaron análisis paramétricos y no paramétricos, estos métodos estiman el número de especies que pueden encontrarse por estrato, a partir de los datos levantados durante el muestreo, una vez estimado el número de especies se encontró que las especies esperadas son igual a las observadas por lo que se registró durante el muestreo el 100% de las especies esperadas para cada uno de los estratos, de igual manera se obtuvieron pendientes iguales o menores a 0.1 y/o se alcanzó la asíntota del modelo paramétrico (modelo de Clench), por lo que el análisis comparativo es confiable, a continuación, se presentan los comparativos.

Comparación de vegetación para ambos niveles (CUSTF y Sistema ambiental)

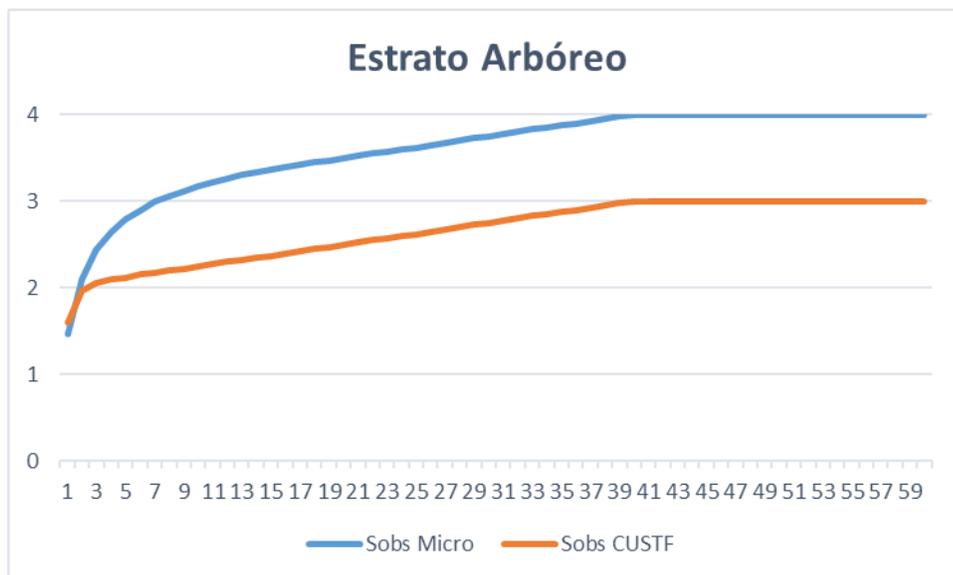


Figura VI.2. Acumulación de especies estrato arbóreo

Como se observa en la figura anterior para el sistema ambiental se observaron 4 especies y para el área de CUSTF solamente 3, estando éstas representadas en las especies observadas

en el sistema ambiental, por lo que el sistema ambiental cuenta con más diversidad y no se verá afectada al remover la especie encontrada en área de CUSTF.

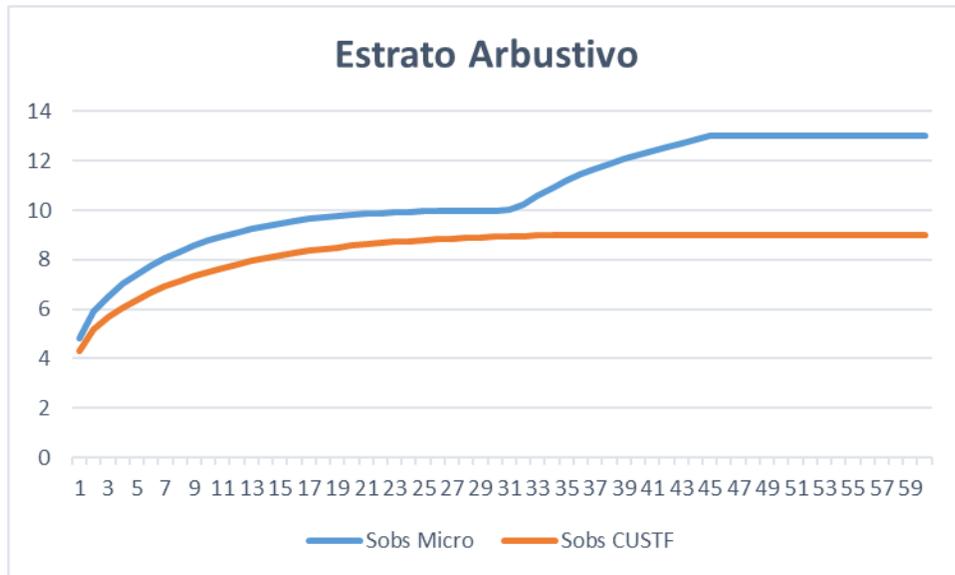


Figura VI.3. Acumulación de especies estrato arbustivo

Como se observa en la figura anterior el sistema ambiental presenta una diversidad mayor que el área de CUSTF, en el sistema ambiental se encontraron 13 especies y en el área de CUSTF 9, todas las especies encontradas en el área de CUSTF están representadas en el sistema ambiental, por lo que no se verá afectada en su diversidad al realizar el cambio de uso del suelo.

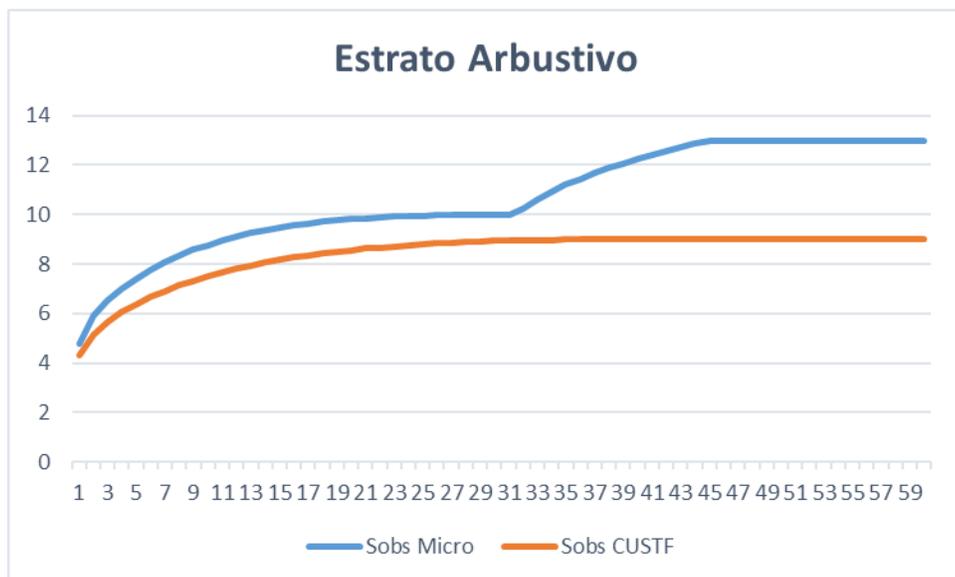


Figura VI.4. Acumulación de especies de estrato cactáceo

Como se observa en la figura anterior el sistema ambiental y el área de CUSTF contienen la misma diversidad, ya que en el sistema ambiental se encontraron 9 especies y para el área de CUSTF igualmente 9 especies, por lo que se considera que no se verá afectada la diversidad de la misma por la remoción de la vegetación.

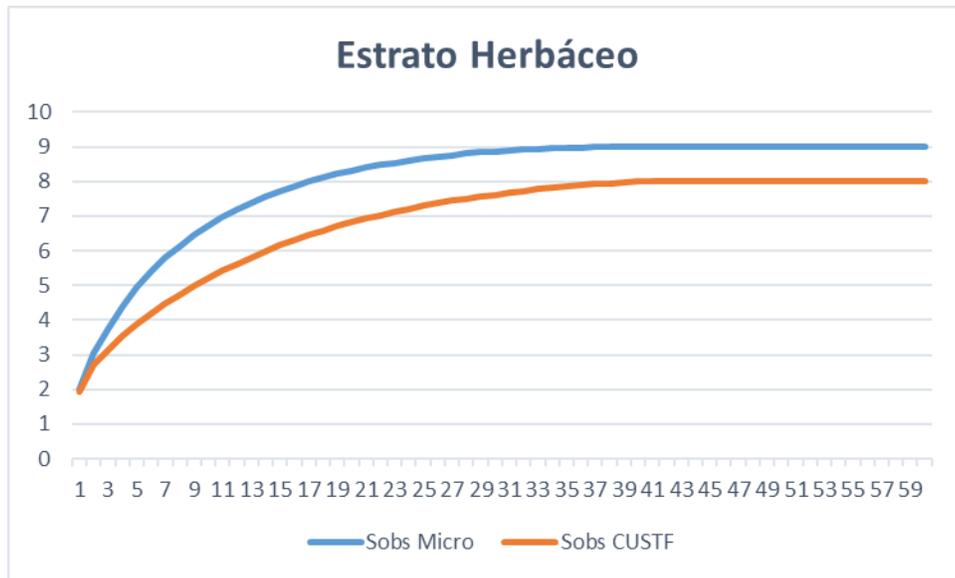


Figura VI.5. Acumulación de especies del estrato herbáceo

Para el caso de las herbáceas se encontraron 9 especies en sistema ambiental para el caso del área de CUSTF se identificaron 8 especies, encontrando que todas las especies están representadas en el sistema ambiental, por lo que no habrá afectación en la diversidad del sistema ambiental al remover la vegetación.

Para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo se observa que el sistema ambiental resulta más diversa que el área de CUSTF, presentando mayor número de especies, en el caso del estrato cactáceo se encontraron el mismo número de especies, todas las especies presentes en el área de CUSTF se encuentran representadas en el sistema ambiental y en esta existen individuos suficientes para asegurar la proliferación de cada una de las especies, por lo que se considera que al remover la vegetación no se verá afectada la diversidad del sistema ambiental.

A continuación, se presenta un comparativo de los índices de diversidad ente ambos niveles de la vegetación (sistema ambiental y CUSTF).

Tabla VI.15. Índices para estrato arbóreo

Índices	Sistema ambiental	CUSTF
H CALCULADA	1.148542	0.744841
H MÁXIMA	1.386294	1.098612
EQUITATIVIDAD	0.828498	0.677984

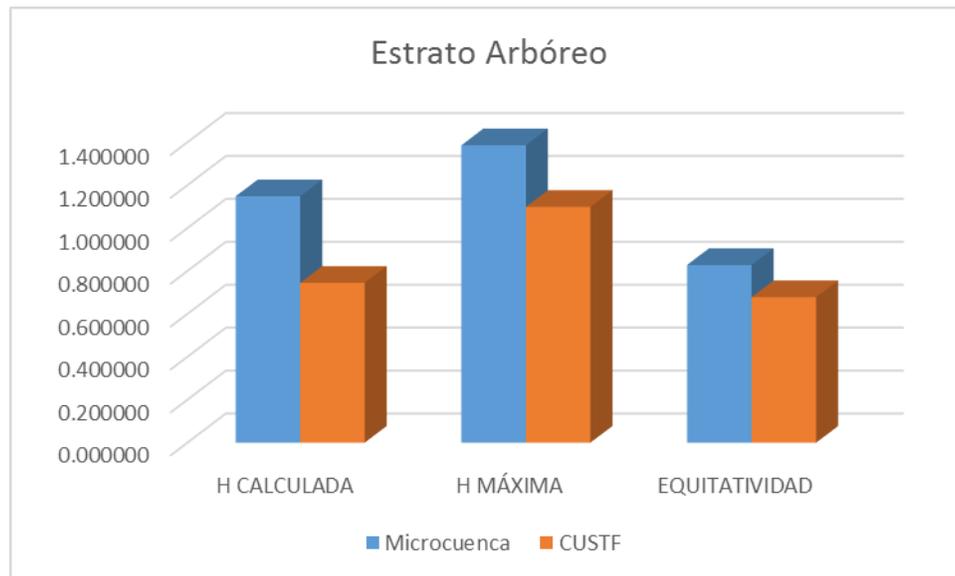


Figura VI.6. Índices para estrato arbóreo

La similitud de las especies no tiene una distribución similar de acuerdo con Shannon ya que H.M. es mayor que H.C., indicándonos que existe dominancia de alguna especie sobre otra, siendo en este caso la especie dominante *Bursera microfila* para ambos niveles, al ser esta especie la dominante en ambos niveles y tener un comportamiento similar en cuanto a distribución y equitatividad de las especies y al estar representadas todas las especies encontradas en el área de CUSTF en el sistema ambiental, se concluye que no se verá afectada la diversidad de la misma al remover la vegetación del estrato arbustivo, asimismo es importante mencionar que el sistema ambiental resulta más diversa que el área de CUSTF.

Tabla VI.16. Índices de estrato arbustivo

Índices	Sistema ambiental	CUSTF
H CALCULADA	1.661527	1.476542
H MÁXIMA	2.564949	2.197225
EQUITATIVIDAD	0.647781	0.672003

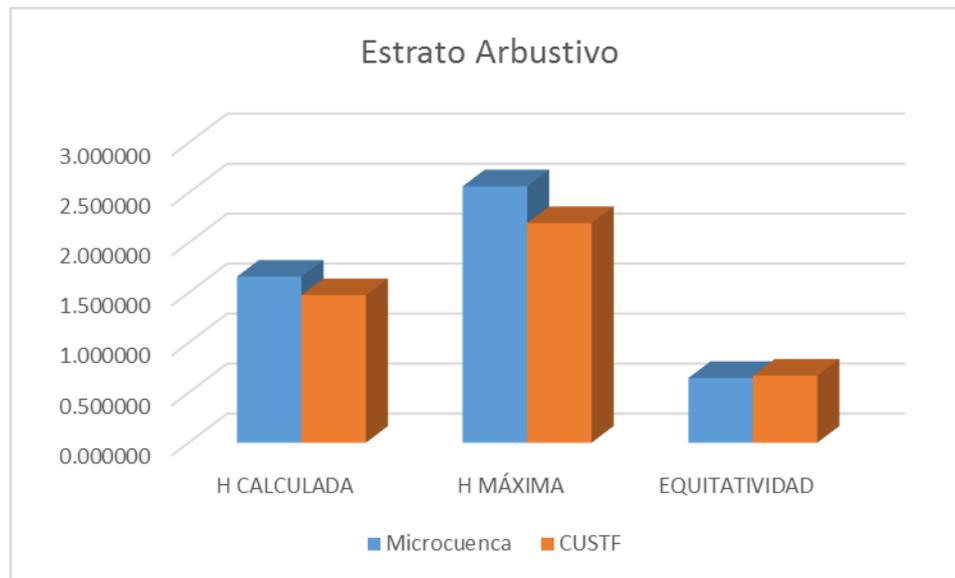


Figura VI.7. Índices de estrato arbustivo

Para el caso del estrato arbustivo se obtiene un valor de H.C. que en ambos niveles se encuentra alejada del H.M., lo que nos indica dominancia de alguna de las especies en ambos niveles, asimismo a pesar de que el sistema ambiental, es más diversa que el área de CUSTF, cuentan ambos con una equitatividad parecida, lo que ratifica una disimilaridad entre especies. Sin embargo, al encontrarse todas las especies representadas en el sistema ambiental, se considera que no habrá afectación para el sistema ambiental al remover las especies del área de CUSTF con motivo del cambio de uso del suelo

Tabla VI.17. Índices de diversidad estrato herbáceo

Índices	Sistema ambiental	CUSTF
H CALCULADA	1.081732	1.081732
H MÁXIMA	2.197225	2.197225
EQUITATIVIDAD	0.492317	0.492317

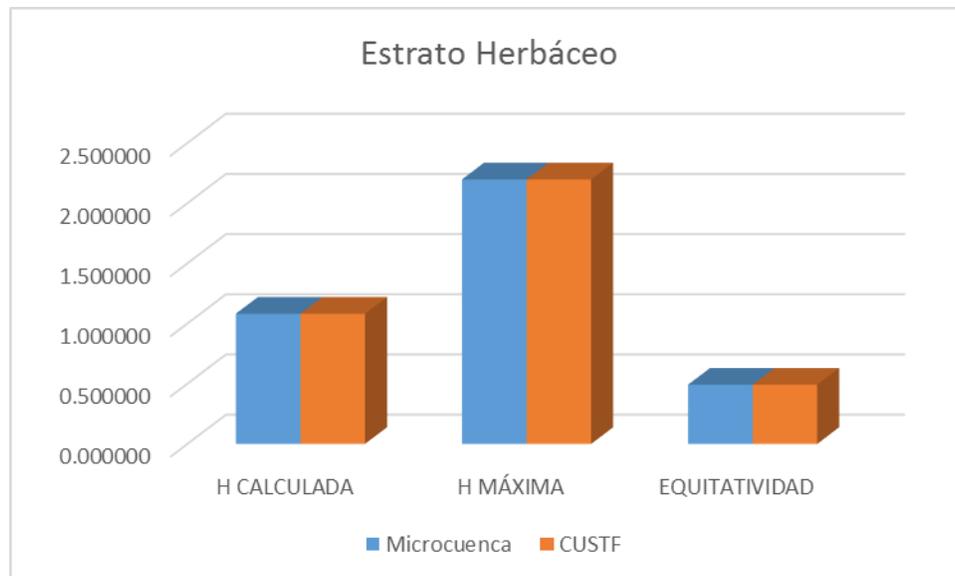


Figura VI.8. Índices de estrato herbáceo

El estrato herbáceo se comporta muy parecido al estrato arbustivo, es un estrato poco diverso, con dominancia de algunas especies sobre otras debido a que H.C. se encuentra alejada de H.M., y una equitatividad con valores de 0.49 y 0.49, es decir que cuando el valor de la equitatividad se acerca a 1, las especies tienen una representación similar, no siendo el caso para este estrato. Sin embargo, el sistema ambiental es más diversa que el área de CUSTF y todas las especies se encuentran representadas en el sistema ambiental, por lo que al remover la vegetación del estrato arbustivo no se verá afectada la diversidad del sistema ambiental.

Tabla VI.18. Índices de diversidad del estrato cactáceo

Índices	Sistema ambiental	CUSTF
H CALCULADA	1.110526	1.192889
H MÁXIMA	2.197225	2.197225
EQUITATIVIDAD	0.505422	0.542907

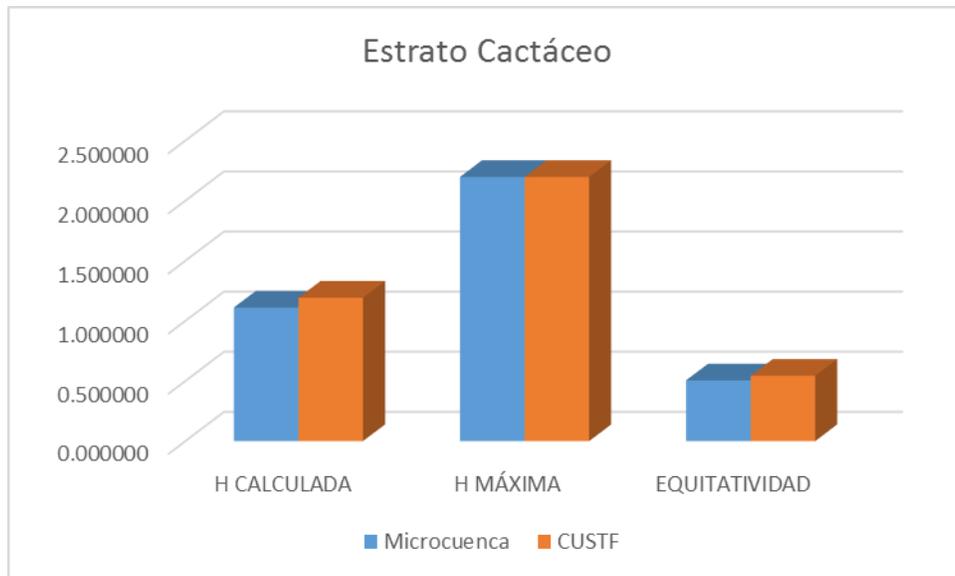


Figura VI.9. Índices de estrato cactáceo

En ambos niveles se encontraron 9 especies observamos que tienen un comportamiento similar, en ambos casos los estratos se consideran poco diversos, con un H.C. que se encuentra alejada de H.M., lo que indica que existe dominancia de alguna de las especies en ambos niveles, en este caso para ambos niveles la especie dominante es *Cylindropuntia bigelovii* con una densidad muy superior al resto de las especies.

En la composición de la vegetación de ambos niveles el estrato dominante es el arbustivo, correspondiendo a vegetación de matorral, donde las especies presentan folios pequeños características de los matorrales. El comportamiento de la vegetación es muy similar en ambos niveles, todos los estratos son poco diversos y existe dominancia de unas especies sobre las otras, sin embargo, todas las especies que se encontraron en el área de CUSTF se encuentran representadas en el sistema ambiental y no se verá afectada la diversidad de la misma y la afectación representa solo el 0.25% de la superficie del sistema ambiental que presenta este tipo de vegetación.

Preparación del Sitio

Tabla VI.19. Impactos sobre factor flora

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Preparación del sitio	Desmante	Flora	Cubierta vegetal	0.25	Moderado

El proyecto requerirá de la eliminación total de la cobertura vegetal en el área de ocupación de sus obras, la cual corresponde a 129.7682 ha. Este impacto tiene una significancia

moderada y tiene lugar durante la preparación del sitio. Se realizará una reubicación para compensar la remoción de la cobertura vegetal.

Este impacto es recuperable en forma parcial, ya que, si bien es posible recuperar a largo plazo la cubierta vegetal, la estructura será diferente a la original estando en función a las características de la zona y al Programa de Cierre y Restitución que sea preparado e implementado en su momento. Ya que el área podrá sustentar vegetación después de la ejecución de obras de estabilización y restitución. El impacto se considera puntual porque afecta a sectores específicos del Sistema Ambiental.

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 siguientes especies:

Tabla VI.20. Especies a rescatar

Especies a rescatar	No. de Individuos
<i>Bursera microfila</i>	1500
<i>Cercidium microphyllum</i>	1200
<i>Olneya tesota</i>	92
<i>Fouquieria splendens</i>	800
<i>Canegia gigantea</i>	1200
<i>Echinocereus nicholii</i>	750
<i>Ferocactus pringlei</i>	250
<i>Lophocereus schottii</i>	717
<i>Mammillaria grahamii</i>	2000
<i>Stenocereus thurberi</i>	1600

VI.2.1.4 Fauna.

Tabla VI.21. Impactos sobre factor flora

Etapas	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Preparación del sitio	Desmonte	Fauna	Modificación del hábitat	0.33	Moderado

La fragmentación de la vegetación y la pérdida de cobertura vegetal significan la pérdida de espacios para el hábitat de especies de fauna. Este impacto es de significancia moderada durante las acciones de preparación del sitio.

El establecimiento del proyecto implica también el ahuyentamiento de fauna del área, esto debido a que la misma es susceptible a la presencia de personas y al ruido generado por la maquinaria y equipo que será utilizado, por lo que en el área de influencia del proyecto se verá modificando el área de la misma.

Adicionalmente, es probable que exista una mortalidad directa o indirecta de la vida silvestre. La sola presencia humana en la zona, en sí, puede propiciar la mortandad de individuos silvestres. El aumento de vehículos transitando en el sitio aumenta las posibilidades de colisión con la fauna local. Este impacto sería Moderado y con mayor

probabilidad de ocurrencia para las vialidades de vehículos ligeros que para caminos de acarreo con maquinaria pesada y camiones de carga.

Medidas preventivas y de mitigación.

- Solo se realizará el desmote del área solicitada, evitando así que la pérdida del refugio de la fauna se incremente.
- Se implementará un sistema general de ahuyentamiento previo al desmote; 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 desmote mencionado, no se encuentren individuos de dichas especies en la zona y no se vean afectados.
- El desmote 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 12 carteles alusivos a la prohibición de la cacería de fauna silvestre.

Dentro del sistema ambiental de 85,327.26514 ha, de las cuales 82,388.2224 ha son de Tierras Silvestres en condiciones adecuadas para el refugio de fauna, el cambio de uso de suelo sería de 129.76823 hectáreas (0.15%) de la superficie de las tierras silvestres, lo cual deja espacio suficiente para mantener el ecosistema en estado saludable. Aunado al desmote vienen las obras de mitigación, que a su vez permite que se establezca la vegetación predominante en un ecosistema saludable, que proporcionará refugio a la fauna.

En este sentido y considerando que la vegetación del predio corresponde a matorral, se asume que no compromete la biodiversidad presente en del sistema ambiental hidrológica - forestal, de acuerdo con los siguientes argumentos:

1. Este tipo de vegetación es un ecosistema de amplia distribución en el sistema ambiental hidrológico - forestal, por lo que la afectación a el refugio de fauna en este tipo de vegetación no será significativa puesto que las zonas que presentan más alta calidad de acuerdo con el diagnóstico ambiental para el establecimiento de fauna corresponden a este tipo de vegetación, con lo que existe superficie suficiente para reubicar los individuos que sean rescatados del área de CUSTF.

2. La integridad ecológica de un área se relaciona con la intensidad de la degradación producida por actividades humanas y que tienen como consecuencia la pérdida o transformación de sus características funcionales; para el caso del área de CUSTF, la integridad ecológica se considera baja debido a que la presencia de herbívoros silvestres medianos es escasa, y también, porque el área se encuentra inmediata al proyecto que actualmente se desarrolla en la zona.

A continuación, se presenta un comparativo entre los índices de diversidad de fauna para el área de del sistema ambiental y área de CUSTF.

Tabla VI.22. Índices de diversidad de diversidad para mamíferos

Índices	Microcuena	CUSTF
H CALCULADA	2.110448	1.892529
H MÁXIMA	2.564949	2.197225
EQUITATIVIDAD	0.822803	0.861327

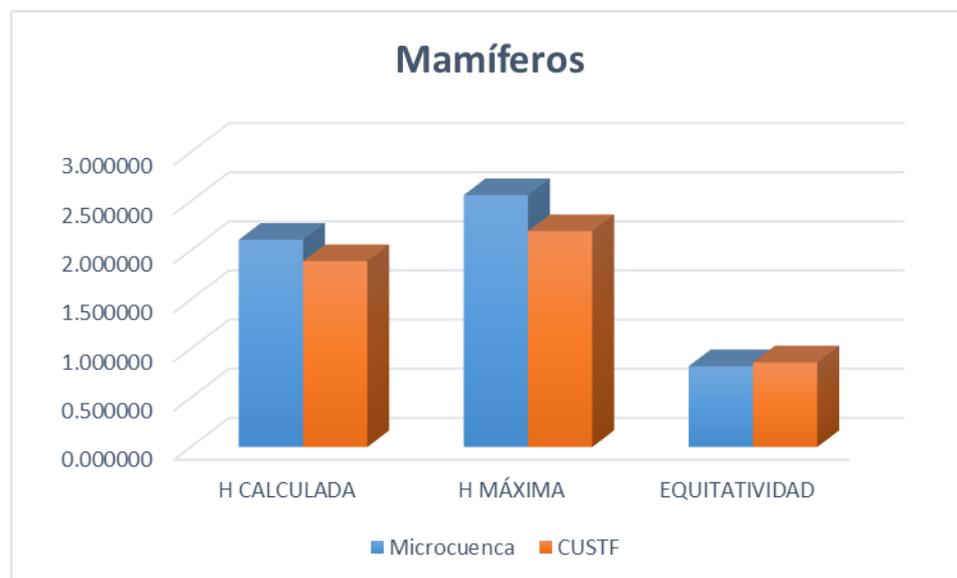


Figura VI.10. Índices para mamíferos

Para el caso del área de CUSTF la diversidad es menor que en el área de del sistema ambiental, para ambos grupos de fauna el H.C. no se encuentra cercana al H.M., más, sin embargo, no es del todo alejada por lo que la distribución presenta una ligera dominancia de alguna de las especies, asimismo la equitatividad de las mismas con valores de 0.82 para microcuencia y 0.86 para el área de CUSTF nos indica que la distribución no es equitativa en ninguno de los niveles. De igual manera es importante mencionar que todas las especies identificadas para el área de CUSTF se encuentran representadas en del sistema ambiental y debido a que se realizará ahuyentamiento, rescate y reubicación, no se prevé afectar la densidad y diversidad de la fauna.

Tabla VI.23. Índices de diversidad para aves

Índices	Microcuencia	CUSTF
H CALCULADA	2.454002	2.004175
H MÁXIMA	2.639057	2.302585
EQUITATIVIDAD	0.929878	0.870402

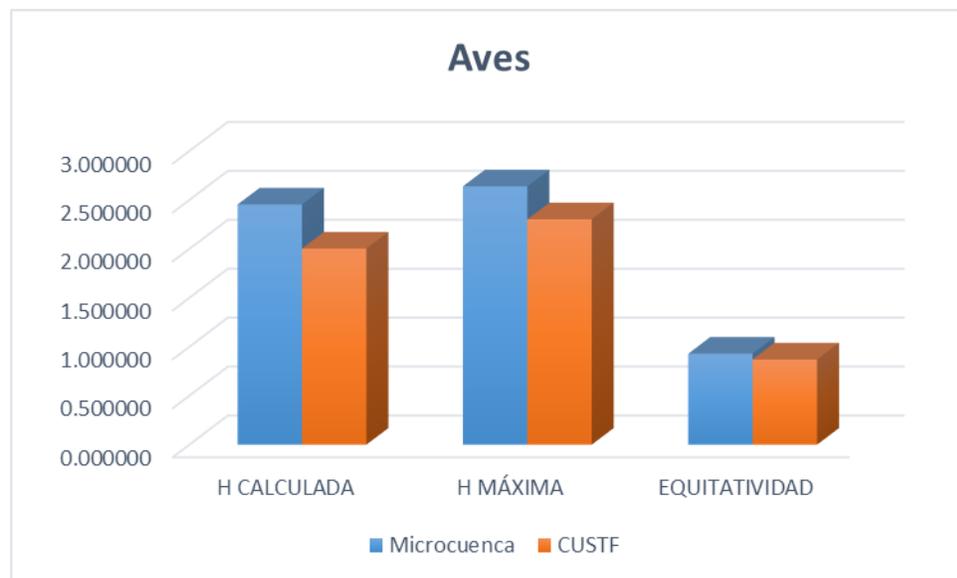


Figura VI.11. Índices para aves

Como se observa en tabla y gráfica anteriores del sistema ambiental es más diversa que el área de CUSTF, ambos son de poca diversidad, los valores de H.C. son más cercanos que alejados a H.M. en ambos niveles, lo que nos indica que las especies presentan similitud con ligera dominancia en el número de individuos, sin embargo, la equitatividad es mayor en del sistema ambiental que en el área de CUSTF. Las especies se encuentran representadas en su totalidad en del sistema ambiental, por lo que no se afectará la

diversidad de la misma y debido a que se realizarán ahuyentamientos, rescates y reubicaciones se espera no afectar a la fauna.

Tabla VI.24. Índices de diversidad para reptiles

Índices	Microcuenca	CUSTF
H CALCULADA	1.742631	1.316323
H MÁXIMA	2.079442	1.791759
EQUITATIVIDAD	0.838028	0.734654

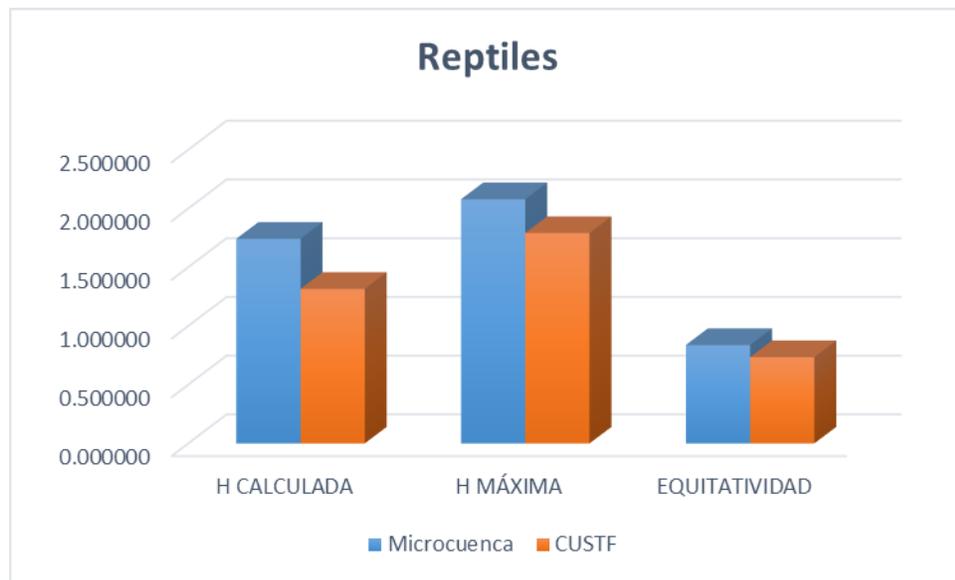


Figura VI.12. Índices para reptiles

Para el caso de los reptiles se obtienen valores que indican que son de poca diversidad, sin embargo, su distribución es muy similar, con valores de H.C. cercanos a H.M. para el caso de del sistema ambiental mientras que para el área de CUSTF H.C. se encuentra más alejada de H.M. es decir que en el área de CUSTF existe una dominancia más marcada entre las especies, e igualmente la equitatividad indica que no están bien distribuidas las especies en el área de CUSTF y al contrario en del sistema ambiental, en donde las especies están distribuidas más equitativamente. Sin embargo, no se pretende afectar a ningún individuo puesto que se ejecutarán programas de ahuyentamiento, rescate y reubicación por lo que no se verá afectada la diversidad y densidad de del sistema ambiental.

Asimismo, de acuerdo con las especies observadas de mamíferos 2 de ellas se distribuyen exclusivamente en vegetación de matorral, 10 en matorral y pastizal; con respecto a las aves se identifican 2 especies que se desarrollan en matorral y 12 se distribuyen en matorral y pastizal, con respecto a los reptiles las 8 especies identificadas se distribuyen en

ambos tipos de vegetación, como se ha mencionado anteriormente de del sistema ambiental de 85,327.27 ha, de las cuales 82,388.2224 ha son de Tierras Silvestres en condiciones adecuadas para el refugio de fauna, el cambio de uso de suelo sería de 129.76823 hectáreas (0.15%) de la superficie de las tierras silvestres, lo cual deja espacio suficiente para mantener el ecosistema en estado saludable, al aplicar programas de ahuyentamiento, rescate y reubicación, se concluye que no existirá afectación significativa a la fauna.

De acuerdo con lo expuesto, la afectación a la fauna, será puntual y sólo se limitará a la superficie de cambio de uso de suelo, donde será minimizado con la adecuada aplicación de medidas preventivas y de mitigación ambiental. La biodiversidad presente en el ecosistema de del sistema ambiental hidrológica - forestal no se verá disminuida en calidad, pues con el CUSTF propuesto no se pondrá bajo amenaza ninguna población fauna.

VI.2.1.5 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).
- En el área de trituración se establecerá un sistema de riego por medio de aspersión, este se realizará con aguas tratadas, con la finalidad de humedecer los materiales a triturar y evitar la generación de partículas sólidas suspendidas durante el proceso de trituración.
- Se establecerá riego de caminos.

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.

RESUMEN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y LA FAUNA SILVESTRE

Tabla VI.25. Resumen de medidas de mitigación para el factor agua

CONCEPTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
<p style="text-align: center;">AGUA</p>	<p>Residuos no peligrosos: Los residuos generados por este concepto serán clasificados y depositados en 15 contenedores herméticos para su subsecuente disposición en lugares adecuados o destinados para ello.</p> <p>Residuos peligrosos: Los aceites y grasas son utilizados por equipo y maquinaria; en el caso de las grasas, son únicamente para lubricar o engrasar; en cuanto a los aceites se utiliza únicamente para llenado del equipo que así lo requiera; en general las actividades de mantenimiento se llevarán a cabo en las instalaciones de los talleres de la empresa, los residuos que se generen en el sitio serán manejado de acuerdo a la normatividad ambiental vigente, considerando su envío para su correcto manejo al Almacén Temporal de Residuos Peligrosos.</p> <p>No se aplicarán sustancias tóxicas que pudieran en algún momento contaminar el agua superficial o subterránea.</p> <p>Se prohíbe el uso del fuego para control de residuos.</p> <p>Se implementará la construcción de bordos de polímero</p>	<p>Las obras de conservación y restauración aportarán apoyo para la captación del agua, el monitoreo del agua superficial y subterránea permitirá llevar un control de la calidad de la misma y en caso de detectar cambios en la calidad del agua se tomarán las medidas de remediación pertinentes.</p>

CONCEPTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
	<p>biodegradable a curvas de nivel, en un área aledaña al cambio de uso del suelo.</p> <p>Se realizará monitoreo de aguas subterráneas y superficiales.</p>	

Tabla VI.26. Resumen de medidas de mitigación factor suelo

CONCEPTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
SUELO	<p>Residuos no peligrosos: Los residuos generados por este concepto serán clasificados y depositados en 15 contenedores herméticos para su subsecuente disposición en lugares adecuados o destinados para ello.</p> <p>Residuos peligrosos: Los aceites y grasas son utilizados por equipo y maquinaria; grasas, son únicamente para lubricar o engrasar; en cuanto a los aceites se utiliza únicamente para llenado del equipo que así lo requiera; no generara residuo ya que serán manejado de acuerdo a la normatividad ambiental vigente, considerando su envío para su correcto manejo al Almacén Temporal de Residuos Peligrosos.</p> <p>No se aplicarán sustancias tóxicas que pudieran en algún momento contaminar el suelo y/o agua superficial o subterránea.</p> <p>Se prohíbe el uso del fuego para el control de residuos.</p> <p>Se implementará la construcción de bordos de polímero biodegradable a</p>	<p>El suelo es uno de los recursos más frágiles del ecosistema, éste sufrirá cambio ya que se presentará la pérdida total del mismo.</p> <p>Realizando los sistemas de extracción pertinentes la afectación sobre el suelo será poco significativa.</p>

CONCEPTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
	curvas de nivel en un área aledaña al cambio de uso del suelo.	

Tabla VI.27. Resumen de medidas de mitigación del factor flora

CONCEPTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
<p>FLORA</p>	<p>Fuera del área propuesta no se realizará remoción de la vegetación, ya que es fuente de alimentación y refugio de fauna silvestre y el principal elemento en la recarga de mantos acuíferos.</p> <p>Se tomarán las medidas necesarias para que el derribo de la vegetación a remover y todas las labores complementarias, reduzcan los daños a la vegetación residual.</p> <p>No se deberán aplicar sustancias tóxicas que pudieran afectar a la flora y fauna silvestre.</p> <p>Se prohíbe el uso del fuego para control de residuos y/o remoción de vegetación.</p> <p>Se implementará la construcción de bordos de polímero biodegradable a curvas de nivel en un área aledaña al cambio de uso del suelo.</p> <p>Se establecerán tinajas para propiciar la revegetación por medio de la infiltración que se generará.</p>	<p>Se removerá en su totalidad la cubierta vegetativa solo dentro del área solicitada para Cambio de Uso del Suelo.</p>

CONCEPTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizará el rescate de renuevos 10 de las especies a afectar. 	

Tabla VI.28. Resumen de medidas de mitigación de factor fauna

CONCEPTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
<p style="text-align: center;">FAUNA</p>	<p>Fuera del área propuesta no se realizará remoción de la vegetación, ya que es fuente de alimentación y refugio de fauna silvestre.</p> <p>No se deberán aplicar sustancias tóxicas y/o fuego que pudieran afectar a la flora y fauna silvestre.</p> <p>La caza, captura, colecta y comercialización de fauna silvestre no se permitirá en el predio.</p> <p>Se implementará un programa general de ahuyentamiento de fauna silvestre y programas de rescate y reubicación de las especies detectadas y enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>	<p>El ruido generado por la maquinaria y equipo afectará de tal manera a las especies existentes, esto conllevará a la migración de la fauna a las zonas aledañas no desmontadas.</p>

CONCEPTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
	Se prohíbe el uso del fuego para control de residuos.	

Tabla VI.29. Resumen de medidas de mitigación de factor aire

CONCEPTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
<p style="text-align: center;">AIRE</p>	<p>Se instalarán contenedores con tapa y etiquetados durante todas las etapas del proyecto.</p> <p>Para la emisión de ruido, se deberá realizar una inspección física de los sistemas silenciadores de los vehículos.</p> <p>La maquinaria será atendida por un programa de mantenimiento que permita asegurar su funcionamiento eficiente.</p> <p>Se proporcionará a trabajadores que laboren cerca de fuentes fijas de emisión de ruido, protectores auditivos.</p> <p>Se dará mantenimiento periódico a los vehículos automotores que participen en todas las etapas del proyecto.</p>	<p>Con las medidas de prevención y mitigación se reducirá la generación de polvos y de ruido artificial generado por desarrollo del proyecto.</p>

CONCEPTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
	<p>En el área de trituración se establecerá un sistema de riego por medio de aspersión, este se realizará con aguas tratadas, con la finalidad de humedecer los materiales a triturar y evitar la generación de partículas sólidas suspendidas durante el proceso de trituración.</p> <p>Se establecerá riego de caminos.</p> <p>Se establecerán riegos periódicos a los materiales de construcción con la finalidad de evitar el levantamiento de partículas de polvo.</p>	

Tabla VI.30. Resumen de impactos a generar por factor ambiental

FACTOR	IMPACTOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN	PARAMETROS DE EFICIENCIA	OBJETIVO
Agua	Reducción de la infiltración y aumento en la velocidad de los escurrimientos en 15,617.958393 m ³ /año	Se realizará la construcción de bordos de polímero biodegradable a curvas de nivel en 29,050.8708 m de acomodo con una separación de 10 metros entre línea y línea, que propiciará la infiltración y reducirá la velocidad de escurrimientos.	Las obras serán monitoreadas para comprobar el estancamiento de agua, y/o la destrucción de las obras debido a la velocidad de los escurrimientos.	Contribuir a la retención de la infiltración que deja de presentarse por el desmonte y en la reducción de la velocidad de escurrimientos en 26,718.430854 m ³ /año
Suelo	Aumento en la pérdida de suelo en 23,111.18485 ton/ha/año	Se realizará la construcción de bordos de polímero biodegradable a curvas de nivel en 29,050.8708 m que propiciará la infiltración y reducir la velocidad de escurrimientos, así como retener el suelo que llevan las corrientes.	El primer parámetro de eficiencia será la estructura de la construcción del acomodo de acuerdo a los parámetros de CONAFOR.	Retener 28,020.4496 ton/año.
Flora	Reducción de la cobertura vegetal en 0.25% con respecto a la microcuenca que presenta vegetación	Reubicación de 10 especies de interés biológico encontrados en el área de afectación.	Para la evaluación de dicha medida de mitigación, remitirse a programa de rescate de renuevos adjunto al presente documento.	Mantener la afectación a la vegetación en un 0.25% con respecto a la microcuenca.
		No se deberán aplicar sustancias tóxicas que pudieran afectar a la flora.	Se deberá vigilar estrictamente que no se usen sustancias tóxicas y/o fuego, para realizar el desmonte de la vegetación para evitar la afectación a superficies no autorizadas.	
		Se prohíbe el uso del fuego para control de residuos.	Vigilar que no se use fuego para eliminar la vegetación, debido a que se pueden provocar incendios que afectarían la vegetación aledaña a la zona de afectación.	

FACTOR	IMPACTOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN	PARAMETROS DE EFICIENCIA	OBJETIVO
Fauna	Afectación a la fauna por reducción del hábitat, probable mortandad de individuos faunísticos por el desarrollo del proyecto.	Ahuyentamiento, reubicación y rescate de fauna.	Para la evaluación se llevará un registro de la fauna rescatada y reubicada.	Evitar la mortandad de fauna por medio del rescate y reubicación.
		Ahuyentamiento, reubicación y rescate de fauna listada y detectada en la NOM-059-SEMARNT-2010.	Se deberá llevar un registro de la fauna rescatada y reubicada, así como la georreferenciación de las áreas en que se reubica cada individuo.	
		12 cartel y 10 capacitaciones a personal para evitar la captura, caza, extracción y comercialización de individuos de fauna.	Llevar bitácora de personal capacitado, número de carteles colocados e incidencias de captura, comercialización o extracción de fauna.	

A continuación, se presentan las figuras en que muestra la ubicación de dichas obras de mitigación con respecto al área sujeta a CUSTF, así como las coordenadas de ubicación.

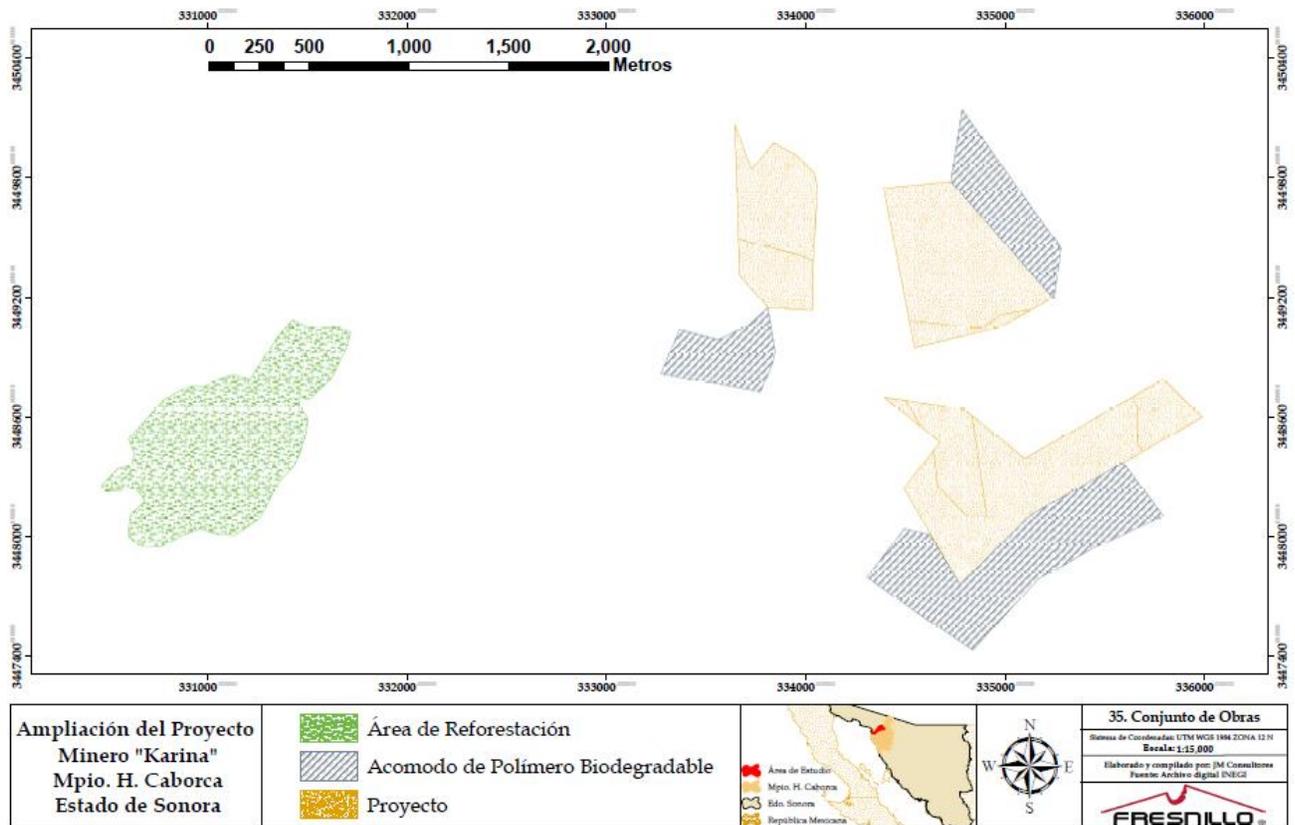


Figura VI.13. Acomodo de fundas rellenas (polímero biodegradable) de material orgánico a curvas de nivel.

Tabla VI.31. Coordenadas de acordonamiento a curvas a nivel de polímero biodegradable

Polígono	Vértice	X	Y
1	0	334496.05	3448036.89
1	1	334625.97	3448008.93
1	2	334777.07	3447757.33
1	3	335129.81	3448107.83
1	4	335589.10	3448369.80
1	5	335791.82	3448101.21
1	6	335440.39	3447942.16
1	7	335173.49	3447787.59
1	8	334839.86	3447431.72
1	9	334598.85	3447590.18
1	10	334309.04	3447794.81

Polígono	Vértice	X	Y
2	0	334786.52	3450139.86
2	1	335277.58	3449452.04
2	2	335243.46	3449195.59
2	3	334730.00	3449779.76
3	0	333813.58	3449147.16
3	1	333849.84	3448921.75
3	2	333835.16	3448863.01
3	3	333776.41	3448724.30
3	4	333275.11	3448816.99
3	5	333367.94	3449036.65
3	6	333565.91	3448985.39
3	7	333713.66	3449057.93

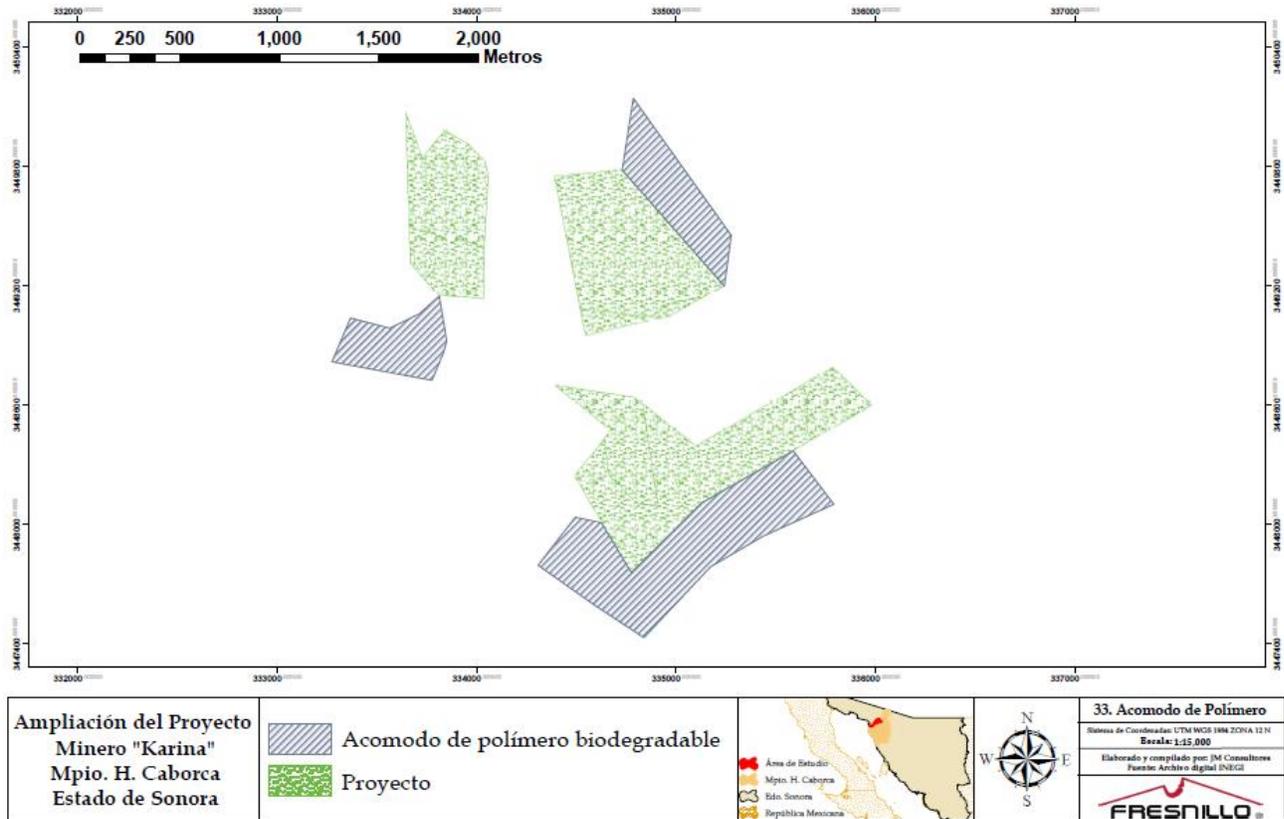


Figura VI.14. Acomodo de polímero biodegradable

Tabla VI.32. Coordenadas de ubicación de área de reforestación

Vértice	X	Y
0	330547.681	3448337.062

Vértice	X	Y
1	330619.925	3448357.381
2	330631.213	3448416.079
3	330601.691	3448487.252
4	330704.217	3448599.700
5	330776.978	3448682.382
6	330843.124	3448722.070
7	330925.806	3448751.836
8	330991.952	3448751.836
9	331057.903	3448788.586
10	331127.889	3448811.162
11	331213.541	3448788.216
12	331259.843	3448860.977
13	331345.833	3448993.269
14	331425.208	3449085.873
15	331504.583	3449049.493
16	331554.193	3449036.263
17	331630.261	3449052.800
18	331719.558	3449023.034
19	331693.099	3448933.737
20	331653.412	3448857.669
21	331623.646	3448794.831
22	331587.266	3448758.450
23	331507.891	3448685.690
24	331461.588	3448702.226
25	331461.588	3448652.617
26	331504.583	3448589.778
27	331491.354	3448503.788
28	331461.588	3448411.184
29	331431.823	3448348.345
30	331362.370	3448278.892
31	331309.453	3448179.673
32	331256.536	3448083.761
33	331134.662	3448005.192
34	331046.615	3448011.965
35	330962.186	3448037.459
36	330869.582	3448004.386
37	330762.155	3447946.494

Vértice	X	Y
38	330656.047	3447953.267
39	330599.606	3448002.935
40	330613.152	3448111.300
41	330687.653	3448176.771
42	330637.986	3448239.985
43	330491.241	3448221.924
44	330466.407	3448253.530

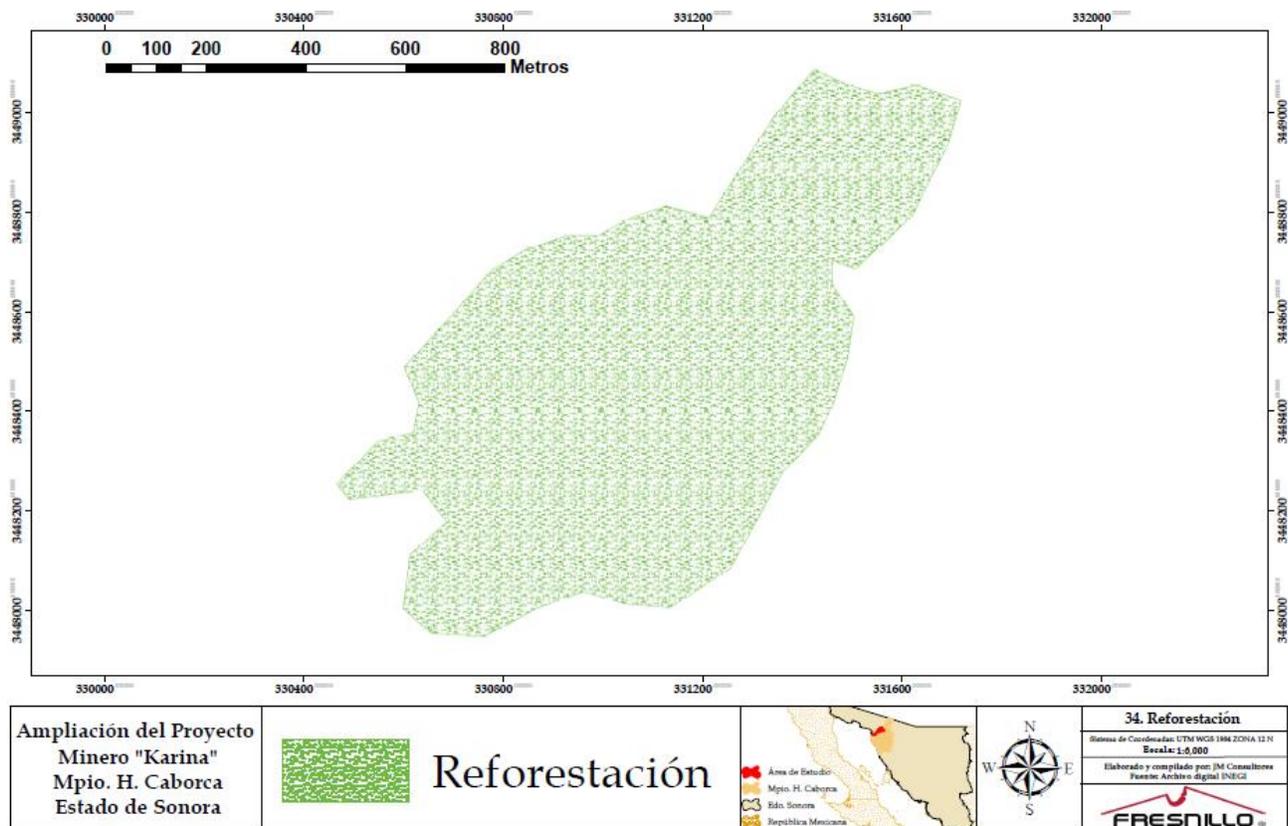


Figura VI.15. Área de reforestación

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	7
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 "Ampliación del Proyecto Minero Karina". El sistema ambiental que se delimitó para el presente proyecto está contenido en un área total de 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 sarcocaula y matorral desértico micrófilo, en donde principalmente la calidad de la vegetación es media/alta.	Habrán 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 0.25% con respecto al mismo tipo de vegetación existente en el sistema ambiental.	Se realizará el rescate de renuevos de las 3 especies arbóreas y 7 cactáceas, 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	El desmonte reduce cobertura e inicia pérdida de suelo se reduce la infiltración aumenta la	El desperdicio de la vegetación aprovechada, se picará y colocará de forma perpendicular a la

Escenario del sistema ambiental		
Actual	Al hacer desarrollo	Al concluir la restauración
es media/alta.	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 23,111.18485 ton.	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 29,050.8708 metros de acomodos con lo que se retendrá 26,718.430854 ton.
Agua		
El sistema ambiental se delimitó es una porción de la subcuenca Costa Rica, la infiltración de agua actual es de 243,677,694.791196 m ³ /año.	Posible contaminación por sedimentos con posibilidad de contaminación por residuos peligrosos como aceites, lubricantes y gasolina, así como la reducción de 15,617.958393 m ³ .	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 26,718.430854 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 fauna menor. Muertes accidentales Alteración temporal del ciclo de vida de algunas especies de fauna.	Se dejarán y propiciarán algunos troncos y ramas que puedan servir de refugio o anidación de la fauna silvestre que permanezca en 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

Escenario del sistema ambiental		
Actual	Al hacer desarrollo	Al concluir la restauración
		contenedores colocados ex profeso en la zona, para no afectar a las especies de fauna que pudiesen consumirlas.

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, 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.....	62
VIII.3. Listados de flora y fauna	62
VIII.4 Otros anexos.....	66
VIII.4.1.....	66
VIII.5 Glosario de términos.....	68

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

A continuación, se presentan las fotografías del área del proyecto, de los sitios que se realizaron en el sistema ambiental y en el área del proyecto, así como la fauna que pueden ser observada.

Sitios de Sistema Ambiental



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 1.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 2.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE

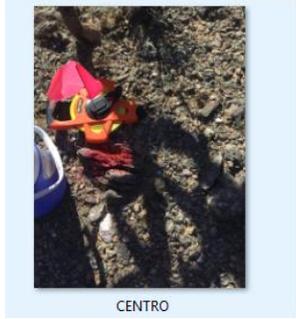


OESTE



SUR

Sitio 3.



Sitio 4.



Sitio 5.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 6.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 7



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 8.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SR

Sitio 9.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 10.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 11.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 12.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 13.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 14.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 15.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 16.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 17.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 18.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 19.



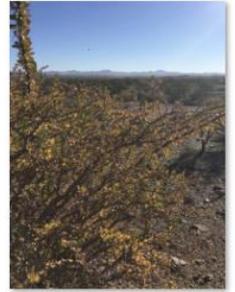
CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 20.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 21.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 22.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE

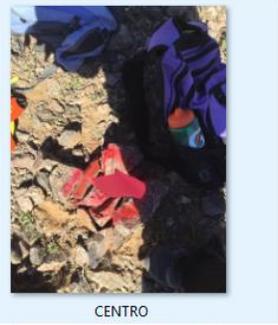


OESTE



SUR

Sitio 23.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 24.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 25.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 26.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 27.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 28.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 29.



Sitio 30.



Sitio 31.



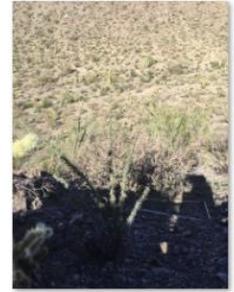
CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 32.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 33.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE

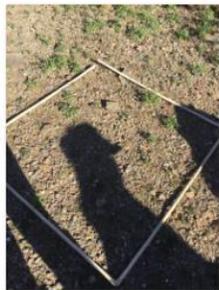


SUR

Sitio 34.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 35.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 36.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 37.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 38.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE

Sitio 39.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 40.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 41.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 42.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 43.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 44.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 45.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 46.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 47.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 48.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 49.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 50.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 51.



Sitio 52.



Sitio 53.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 54.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE3



OESTE



SUR

Sitio 55.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 56.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 57.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 58.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 59.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 60.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 61.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 62.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 63.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 64.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE3



SUR

Sitio 65.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 66.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 67.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 68.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 69.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 70.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 71.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 72.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 73.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 74.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 75.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 76.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 77.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 78.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 79.



Sitio 80.



Sitio 81.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 82.



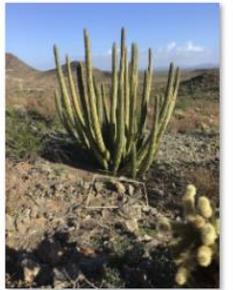
CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 83.



CENTRO



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 84.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 85.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 86.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 87.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 88.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 89.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 90.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 91.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 92.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 93.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 94.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 95.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 96.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 97.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 98.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 99.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 100.



CENTRO



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 101.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 102.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 103.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 104.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



SUR

Sitio 105.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 106.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 107.



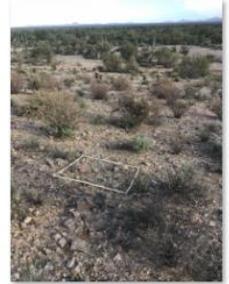
CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 108.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 109.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio.110.



CENTRO



CUADRANTE



ESTE



NORTE



OESTE



SUR

Sitio 111.



IMG_0201



IMG_0202



IMG_0203



IMG_0204



IMG_0205



IMG_0206

Sitio 112.



IMG_0218



IMG_0219



IMG_0220



IMG_0221



IMG_0222



IMG_0223

Sitio 113.



IMG_0224



IMG_0225



IMG_0226



IMG_0227



IMG_0228



IMG_0229

Sitio 114.



IMG_0230



IMG_0231



IMG_0232



IMG_0233



IMG_0234



IMG_0235

Sitio 115.



IMG_0236



IMG_0237



IMG_0238



IMG_0239



IMG_0240



IMG_0241

Sitio 116.



IMG_0242



IMG_0243



IMG_0244



IMG_0245



IMG_0246



IMG_0247

Sitio 117.



IMG_0207



IMG_0208



IMG_0209



IMG_0210



IMG_0211

Sitio 118.



IMG_0248



IMG_0249



IMG_0250



IMG_0251



IMG_0252



IMG_0253

Sitio 120.

VIII.2 Videos

No aplica, no se tomaron videos

VIII.3. Listados de flora y fauna

Tabla VIII. 1. Listado de estrato arbóreo de sistema ambiental

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

Tabla VIII. 2. Listado de estrato arbustivo de sistema ambiental

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
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
Cenizo	<i>Calliandra eriophylla</i>	Arbusto		NE
Granjeno	<i>Condalia correllii</i>	Arbusto		NE
Arbusto hoja larga	<i>Dodonea viscosa</i>	Arbusto		NE
Sangregrado corazón	<i>Jatropha cinerea</i>	Arbusto		NE

Tabla VIII. 3. Listado de estrato herbáceo de sistema ambiental

Nombre Común	Nombre Científico	Forma Biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	Herbácea		NE
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	Herbácea		NE
Flor violeta	<i>Krameria grayi</i>	Herbácea		NE
Aparejo	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	Herbácea		NE
Zacate peludo	<i>Cryptantha costata</i>	Herbácea		NE
Telaraña	<i>Cryptantha grayi</i>	Herbácea		NE
Dentada cocodrilo	<i>Malvastrum bicuspidatum</i>	Herbácea		NE
Palo rosa	<i>Eriogonum thomasi</i>	Herbácea		NE
Navajita	<i>Bouteloua gracilis</i>	Herbácea		NE

Tabla VIII. 4. Listado de estrato cactáceo de sistema ambiental

Nombre Común	Nombre Científico	Forma Biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	Cactácea		NE
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	Cactácea		NE
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	Cactácea		NE
Saguaro	<i>Carnegiea gigantea</i>	Cactácea	A	NE
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	Cactácea		NE
Cactus rojo	<i>Mammillaria grahamii</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

Tabla VIII.5. Listado de vegetación presente en el área de afectación para el estrato arbóreo.

Nombre Común	Nombre Científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	Arbóreo		NE
Bursera microfila	<i>Bursera microfila</i>	Arbóreo		NE
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	Arbóreo	Pr	NE

Tabla VIII.6. Listado de vegetación presente en el área de afectación para el estrato arbustivo.

Nombre Común	Nombre Científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Larrea tridentata (gobernadora)	<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
Salvia	<i>Encelia farinosa</i>	Arbusto		NE
Mariola	<i>Partenium incanum</i>	Arbusto		NE
Granjeno	<i>Condalia correllii</i>	Arbusto		NE
Arbusto hoja larga	<i>Dodonea viscosa</i>	Arbusto		NE

Tabla VIII.7. Listado de vegetación presente en el área de afectación para el estrato herbáceo.

Nombre Común	Nombre Científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Flor chiquita	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	Herbácea		NE
Amarillo	<i>Dyssodia anomala</i>	Herbácea		NE
Flor violeta	<i>Krameria grayi</i>	Herbácea		NE
Aparejo	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	Herbácea		NE
Zacate peludo	<i>Cryptantha costata</i>	Herbácea		NE
Telaraña	<i>Cryptantha grayi</i>	Herbácea		NE

Nombre Común	Nombre Científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Dentada cocodrilo	<i>Malvastrum bicuspidatum</i>	Herbácea		NE
Palo rosa	<i>Eriogonum thomasi</i>	Herbácea		NE

Tabla VIII.8. Listado de vegetación presente en el área de afectación para el estrato cactáceo.

Nombre Común	Nombre Científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	Cactácea		NE
Choya diamante	<i>Cylindropuntia fulgida var fulgida</i>	Cactácea		NE
Biznaga burra	<i>Ferocactus pringlei</i>	Cactácea		NE
Saguaro	<i>Carnegia gigantea</i>	Cactácea	A	NE
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i>	Cactácea		NE
Cactus rojo	<i>Mammillaria grahamii</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

Tabla VIII.9. Mamíferos del sistema ambiental

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus nom-059
<i>Sceluridae</i>	<i>Ammospermophilus harrisi</i>	Ardilla del desierto, juancito	
<i>Canidae</i>	<i>Canis latrans</i>	Coyote	
<i>Leporidae</i>	<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	Pr, endémica
<i>Felidae</i>	<i>Lynx rufus</i>	Gato montes	
<i>Musteridae</i>	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	
<i>Cervidae</i>	<i>Odocoileus hemionus</i>	Venado bura	
<i>Cervidae</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	
<i>Leporidae</i>	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	
<i>Tayassuidae</i>	<i>Tayassu pecari</i>	Pecarí labios blancos	
<i>Tayassuidae</i>	<i>Tayassu tajacu</i>	Pecarí de collar	
<i>Heteromyidae</i>	<i>Perognathus intermedius</i>	(Ratón)	
<i>Heteromyidae</i>	<i>Dipodomys merriami olivaceus</i>	(Rata canguro)	
<i>Ursidae</i>	<i>Neotoma albigula venusta</i>	(Rata)	

Tabla VIII.10. Aves del sistema ambiental

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus nom-059
<i>Emberizidae</i>	<i>Amphispiza belli</i>	Zacatonero de artemisa	
<i>Acciptridae</i>	<i>Buteo brachyurus</i>	Gavilán de cola corta	
<i>Acciptridae</i>	<i>Buteo jamaicensis</i>	Halcón cola roja	
<i>Troglodytidae</i>	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	
<i>Corvidae</i>	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	
<i>Apodidae</i>	<i>Cypseloides niger</i>	Vencejo negro	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus nom-059
<i>Tyrarridae</i>	<i>Empidonax hammondii</i>	Mosquero de hanimond	
<i>Alaudidae</i>	<i>Eremophila alpestris</i>	Alondra cornuda	
<i>Poliioptidae</i>	<i>Poliioptila caerulea</i>	Perita azul gris	
<i>Mimidae</i>	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche de pico curvo	
<i>Tyrarridae</i>	<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	
<i>Parulidae</i>	<i>Vermivora peregrina</i>	Chipe peregrino	
<i>Columbidae</i>	<i>Zenaida asiatica</i>	Tórtola de alas blancas	
<i>Cathartidae</i>	<i>Cathartes aura</i>	Aura	

Tabla VIII.11. Reptiles del sistema ambiental

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus nom-059
<i>Iguanidae</i>	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	(Iguana del Desierto)	
<i>Phrynosomatidae</i>	<i>Uta stansburiana</i>	(Lagartija)	A. Endémica
<i>Phrynosomatidae</i>	<i>Uma notata</i>	(lagartija)	
<i>Teiidae</i>	<i>Cnemidophorus tigris</i>	(Huico)	
<i>Colubridae</i>	<i>Pituophis melanoleucus</i>	(Ratonera)	
<i>Viperidae</i>	<i>Crotalus atrox</i>	(Cascabel diamante)	Pr, No endémica
<i>Crotaphytidae</i>	<i>Crotaphytus bicinctores</i>	Lagartija	
<i>Colubridae</i>	<i>Masticophis flagellum</i>	Chirriero	A. No Endémica

Tabla VIII.12. Mamíferos presentes en el área del proyecto

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus nom-059
<i>Scluridae</i>	<i>Ammospermophilus harrisi</i>	Ardilla del desierto, juancito	
<i>Canidae</i>	<i>Canis latrans</i>	Coyote	
<i>Leporidae</i>	<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	Pr, endémica
<i>Musteridae</i>	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	
<i>Cervidae</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	
<i>Leporidae</i>	<i>Sylvilagus audobonii</i>	Conejo del desierto	
<i>Tayassuidae</i>	<i>Tayassu tajacu</i>	Pecarí de collar	
<i>Heteromyidae</i>	<i>Perognathus intermedius</i>	(Ratón)	
<i>Ursidae</i>	<i>Neotoma albigula venusta</i>	(Rata)	

Tabla VIII.13. Reptiles presentes en el área del proyecto

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus nom-059
<i>Iguanidae</i>	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	(Iguana del Desierto)	
<i>Phrynosomatidae</i>	<i>Uta stansburiana</i>	(Lagartija)	A. Endémica
<i>Teiidae</i>	<i>Cnemidophorus tigris</i>	(Huico)	
<i>Colubridae</i>	<i>Pituophis melanoleucus</i>	(Ratonera)	
<i>Viperidae</i>	<i>Crotalus atrox</i>	(Cascabel diamante)	Pr, No endémica
<i>Colubridae</i>	<i>Masticophis flagellum</i>	Chirriero	A. No Endémica

Tabla VIII.14. Aves presentes en el área del proyecto

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus nom-059
<i>Acciptridae</i>	<i>Buteo brachyurus</i>	Gavilán de cola corta	
<i>Acciptridae</i>	<i>Buteo jamaicensis</i>	Halcón cola roja	
<i>Trogiodytidae</i>	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	
<i>Corvidae</i>	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	
<i>Tyrarridae</i>	<i>Empidonax hammondi</i>	Mosquero de hanimond	
<i>Alaudidae</i>	<i>Eremophila alpestris</i>	Alondra cornuda	
<i>Tyrarridae</i>	<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	
<i>Parulidae</i>	<i>Vermivora peregrina</i>	Chipe peregrino	
<i>Columbidae</i>	<i>Zenaida asiatica</i>	Tórtola de alas blancas	
<i>Cathartidae</i>	<i>Cathartes aura</i>	Aura	

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 Estad 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. Portland, 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 (Acuífero):** 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.