



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



2020

AÑO DE
LEONA VICARIO
BENEHERTA MADRE DE LA PATRIA

- I. Unidad Administrativa que clasifica: Delegación Federal en Sonora.
- II. Identificación del documento: Se elabora la versión pública de la recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular Modalidad A, no incluye actividad altamente riesgosa (SEMARNAT-04-002-A).
- III. Partes o secciones clasificadas: La parte de DATOS PERSONALES concernientes a una persona identificada o identificable tales como: 1) Domicilio particular como dato de contacto o para recibir notificaciones. 2) Teléfono y correo electrónico de particulares. 3) OCR de la Credencial de Elector (domicilio y fotografía). 4) RFC personas físicas. 5) CURPs. 6) Fotografía. 7) Inversión requerida; los cuales se encuentran en el capítulo I y II de la MIA. Consta de 10 versiones públicas.
- IV. Fundamento legal y razones: La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en los artículos 116 primer párrafo de la LGTAIP; 69 fracción VII y 113, fracción I de la LFTAIP. Por las razones o circunstancias al tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. Firma la Jefa de la Unidad Jurídica:



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES
DELEGACIÓN FEDERAL
EL ESTADO DE SONORA

LIC. DULCE MARÍA VILLARREAL LACARRA.

Con fundamento en artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia por ausencia del Titular de la Delegación Federal en el Estado de Sonora, Previa designación firma el presente la Jefa de Unidad Jurídica¹

Fecha de Clasificación y número de acta de sesión: Resolución 0134/2020/SIPOT, en la sesión celebrada el 22 de octubre del 2020.

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





AGNICO EAGLE

La INDIA

**MANIFESTACIÓN DE
IMPACTO AMBIENTAL**

PROYECTO "EL REALITO"

Consulta Pública



CIMA
CONSULTORES

Julio 2019



AGNICO EAGLE
La INDIA

CAPÍTULO I

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



CIMA
CONSULTORES

Índice de contenido

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	1
I.1 Proyecto.	1
I.1.1 Nombre del Proyecto.	2
I.1.2 Ubicación del Proyecto.	2
I.1.3 Tiempo de vida útil del Proyecto.	4
I.1.4 Presentación de la documentación legal.	5
I.2 Promovente.	5
I.2.1 Nombre o razón social.	5
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente.	6
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal.	6
I.2.4 Dirección del Promovente o de su representante legal para oír y/o recibir notificaciones.	6
I.3 Responsable de la elaboración del estudio.	6
I.3.1 Nombre o razón social.	6
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes.	6
I.3.3 Nombre de responsables técnico del estudio.	6
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio.	6

Índice de tablas

Tabla I. 1 Cronograma de actividades.....	4
---	---

Índice de figuras

Figura I. 1 Proyecto localizado en el estado de Sonora, dentro del Municipio de Sahuaripa	2
Figura I. 2 Ubicación del proyecto respecto a las ocupaciones temporales	3
Figura I. 3 El proyecto cuenta con varios accesos.....	4

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

I.1 Proyecto.

El proyecto “**El Realito**” es un proyecto nuevo de la Unidad Minera La India de Agnico Sonora, del sector Minero donde se pretenden extraer materiales reservados a la federación. Se pretenden llevar a cabo obras para la explotación, así como su infraestructura de apoyo como tepetatera y rampa. En ninguna de las actividades que se plantean en los procesos se utilizarán sustancias altamente riesgosas y mucho menos que sobrepasen el primer y segundo listado de este tipo de sustancias.

El proyecto se ubica dentro de un espacio de territorio donde no se afectarán cuencas hidrológicas. No se considera un conjunto de proyectos que pretende realizarse en una región ecológica determinada además de que no se prevé impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. Debido a las actividades que se pretenden realizar se generarán residuos considerados como peligrosos en la actividad o proceso, se estima generar una cantidad igual o superior a 7 toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos anual o su equivalente en otra unidad de medida.

El proyecto no requiere trámite en materia de zona federal marítimo terrestre, ya que no existen cauces considerados como federales, dentro de los polígonos solicitados. Existen zonas con aprovechamientos mineros antiguos, también se tiene presencia de vegetación forestal por lo cual se realizará la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales. En el área del proyecto no se han presentado incendios forestales. Es importante mencionar que el proyecto se llevará a cabo por etapas operativas para minimizar el impacto sobre la zona solicitada.



Figura I. 1 Proyecto localizado en el estado de Sonora, dentro del Municipio de Sahuaripa

I.1.1 Nombre del Proyecto.

“El Realito”

I.1.2 Ubicación del Proyecto.

El proyecto minero se ubica dentro del municipio de Sahuaripa en la porción este del estado de Sonora dentro de la Sierra Madre Occidental, en la porción centro-sur del municipio. “La India” se localiza aproximadamente a una distancia de 204 kilómetros lineales de la capital del estado sonorense.

El acceso al sitio se realiza por la Carretera Estatal No. 020 “Hermosillo-Sahuaripa”, recorriendo aproximadamente 215 km hasta el municipio de Sahuaripa, desde este poblado hasta la localidad de Guisamopa se recorren 57 km, se siguen aproximadamente 49 km de terracería hasta llegar a la unidad minera.

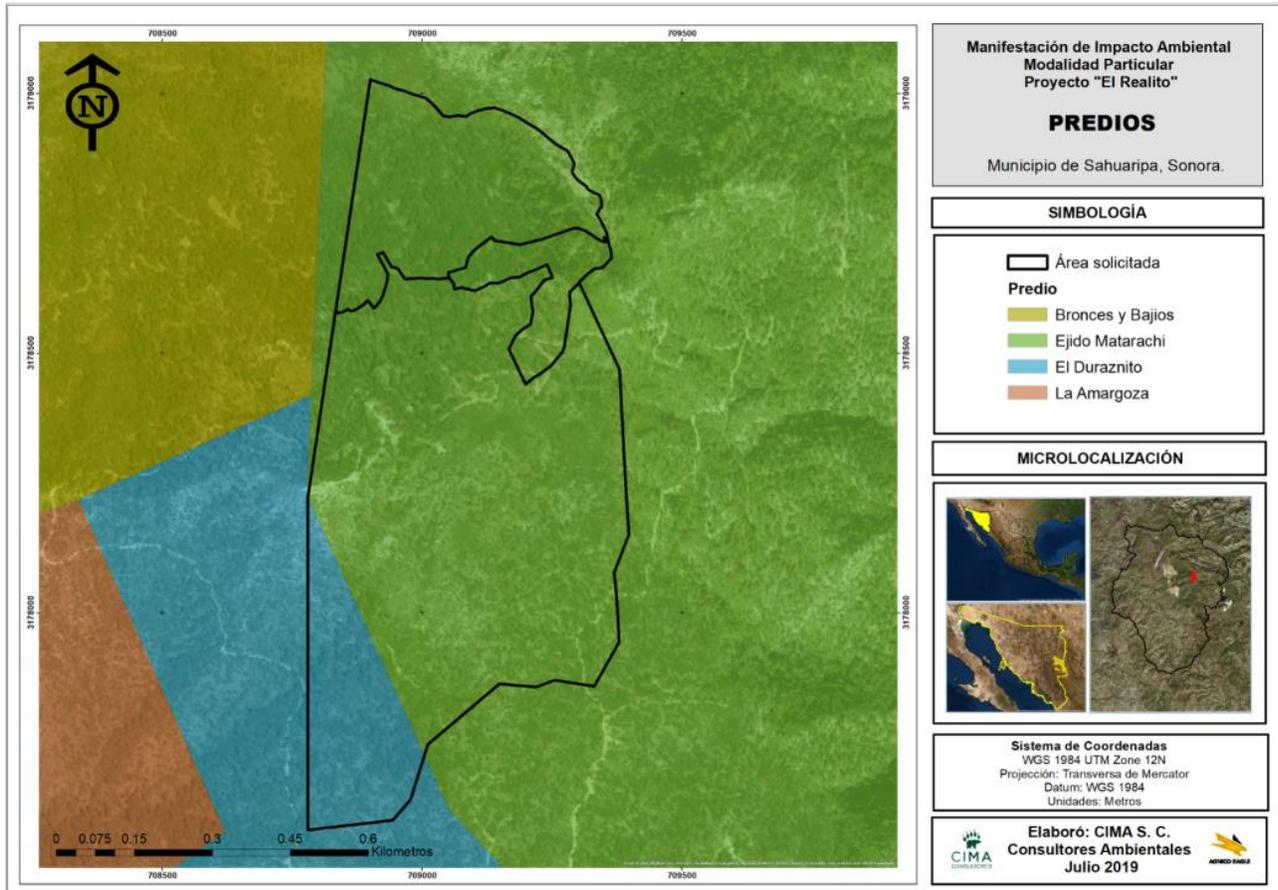


Figura I. 2 Ubicación del proyecto respecto a las ocupaciones temporales

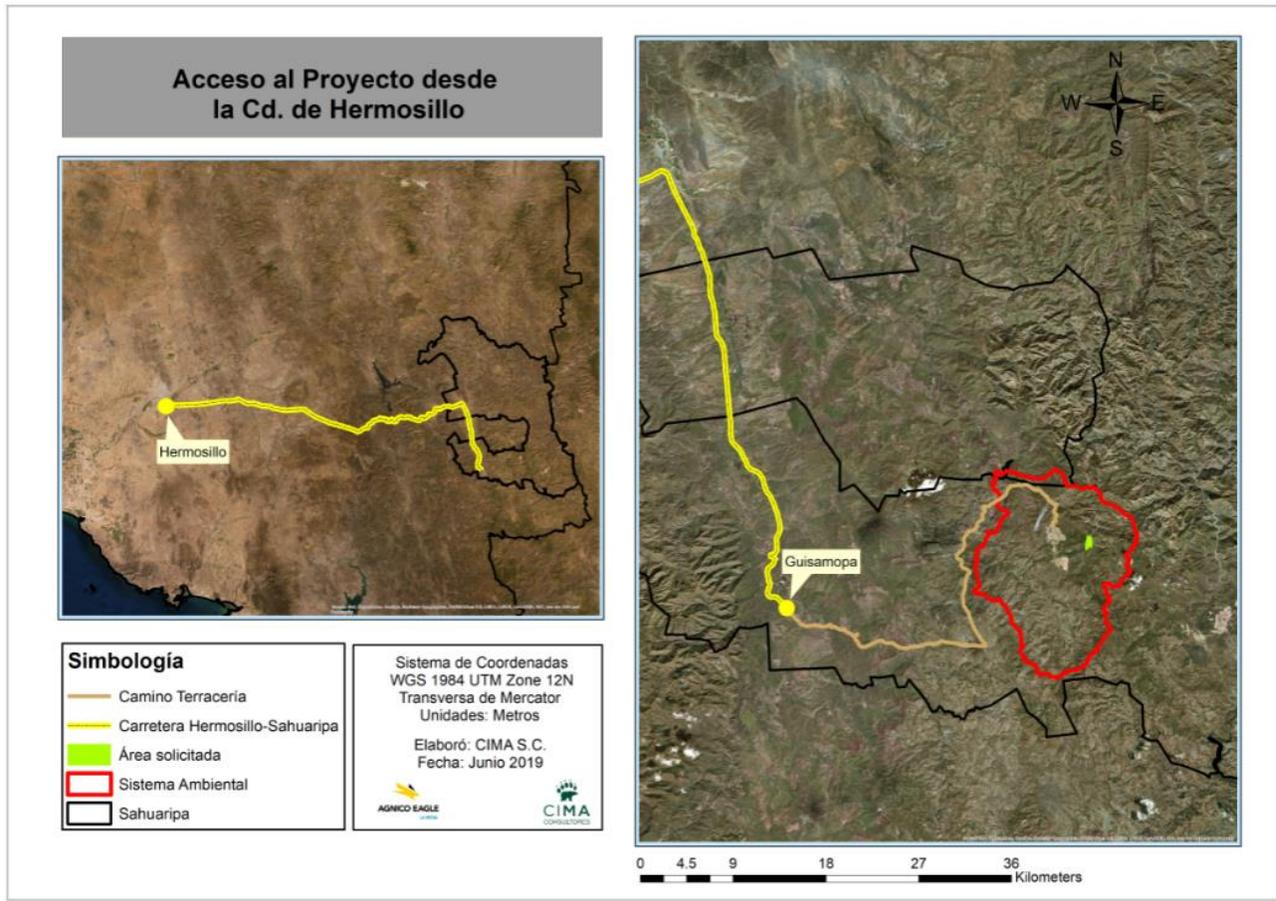


Figura I. 3 El proyecto cuenta con varios accesos.

I.1.3 Tiempo de vida útil del Proyecto.

El proyecto se pretende operar en un total de 9 años de los cuales, 7 años estarán destinados a la preparación del sitio/construcción, operación y mantenimiento y 2 años para las actividades de clausura o cierre en el que se realizarán las actividades de restauración, por lo cual se plantea que finalice su operación y cierre en el año 2029. En la siguiente tabla se muestran las actividades y duración de las mismas:

Tabla I. 1 Cronograma de actividades

Cronograma de actividades											
Etapa	Actividad (años) 2020-2029	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Planeación	Planteamiento										
	Diseño de obra										
Preparación del sitio/construcción	Movimiento de maquinaria										
	Levantamiento de áreas temporales de trabajo										

	Rescate y reubicación de especies de flora y fauna	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Desmonte y despalme de vegetación	■	■										
	Rehabilitación de caminos	■	■										
	Relleno, nivelación y compactación	■	■										
	Conformación de rampa de acceso	■	■										
	Conformación de tajo y vaciadero		■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Operación	Preparación del sitio para explotación (barrenación)		■	■	■	■	■	■	■	■			
	Voladura		■	■	■	■	■	■	■	■			
	Movimiento de maquinaria		■	■	■	■	■	■	■	■			
	Acarreo y trasiego de material		■	■	■	■	■	■	■	■			
	Almacenamiento de material extraído		■	■	■	■	■	■	■	■			
	Depósito de tepetate en vaciaderos		■	■	■	■	■	■	■	■			
Mantenimiento	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Riego de caminos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Abandono del sitio	Des compactación de suelos										■	■	
	Recubrimiento con suelo orgánico										■	■	
	Reforestación										■	■	
	Retiro de maquinaria										■	■	
	Supervisión ambiental y monitoreo										■	■	

I.1.4 Presentación de la documentación legal.

El promovente adjunta al presente estudio; Acta constitutiva de la empresa, poder de representación legal y credencial de elector. Toda la documentación legal será incluida dentro del **Anexo I**.

I.2 Promovente.

I.2.1 Nombre o razón social.

Agnico Sonora S.A de C.V. – Unidad Minera La India

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente.

XXXX

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal.

XXXX

I.2.4 Dirección del Promovente o de su representante legal para oír y/o recibir notificaciones.

XXXX

I.3 Responsable de la elaboración del estudio.

I.3.1 Nombre o razón social.

Consultores Interdisciplinarios en Medio Ambiente S.C., CIMA, S.C.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes.

XXXX

I.3.3 Nombre de responsables técnico del estudio.

XXXX

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio.

Calle Quinta Blanca #23 Colonia Las Quintas Santiago de Chile #2100 Colonia Jardines del Norte
C.P. 83240 Cd. Hermosillo, Sonora

Tel. (662) 4376428

Cel. (614) 1303158

cimasc14@gmail.com



En el **Anexo II** se presenta la carta bajo protesta de decir verdad y cálculo de pago de ingreso.



CAPÍTULO II

DESCRIPCION DEL PROYECTO



Índice de contenido

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	1
II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	1
II.1.1 Naturaleza del Proyecto.....	1
II.1.2 Selección del Sitio.....	2
II.1.3 Ubicación física del Proyecto y planos de localización.....	3
II.1.4 Inversión requerida.....	14
II.1.5 Dimensiones del Proyecto.....	14
II.1.6 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.....	14
II.1.7 Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos.....	14
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	16
II.2.1 Programa general de Trabajo.....	16
II.2.2 Preparación del sitio / construcción.....	17
II.2.3 Construcción de obras mineras.....	18
II.2.4 Construcción de obras asociados o provisionales.....	19
II.2.5 Etapa de Operación y Mantenimiento.....	19
II.2.6 Etapa de abandono del sitio (post-operación).....	21
II.2.7 Utilización de explosivos.....	22
II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.....	23
II.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.....	26
II.2.9 Otras fuentes de daños.....	26

Índice de tablas

Tabla II. 1 Clasificación de Superficies.....	1
Tabla II. 2 Criterios utilizados para la selección del sitio.....	3
Tabla II. 3 Cuadro de distancias y localidades para llegar al proyecto.....	4
Tabla II. 4 Clasificación de Superficies por uso y número de polígonos generados.....	7
Tabla II. 5 Coordenadas de las áreas solicitadas.....	8
Tabla II. 6 Distribución de dimensiones de las obras del proyecto.....	14
Tabla II. 7 Principales aspectos de urbanización y servicios requeridos para el proyecto.....	15
Tabla II. 8 Duración del proyecto. Diagrama de Gantt.....	16
Tabla II. 9 Equipo y maquinaria a emplear.....	20

Índice de figuras

Figura II. 1 Acceso al proyecto desde la Ciudad de Hermosillo.....	4
Figura II. 2 Ubicación del proyecto dentro del Municipio de Sahuaripa, Sonora.....	5
Figura II. 3 Ubicación del proyecto dentro del Sistema Ambiental delimitado.....	6
Figura II. 4 Ubicación del proyecto dentro de las propiedades donde el promovente cuenta con ocupación temporal.....	7
Figura II. 5 Distribución de las obras sujetas a la evaluación de impacto ambiental - General.....	8

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del Proyecto.

La empresa **Agnico Sonora S.A de C.V.**, es una empresa cuyo principal giro es la exploración, explotación y beneficio de minerales, particularmente enfocada al desarrollo de proyectos para la extracción de oro y plata.

El motivo del presente estudio es para la evaluación en materia de impacto ambiental modalidad particular para el desarrollo de y conformación de un tajo, tepetatera y rampa de acceso, para continuar con las actividades de beneficio que se desarrollan actualmente en la **Unidad Minera La India**, mediante la extracción de material a tajo cielo abierto, para lo cual se requiere la autorización de una superficie de **66.12 ha** para el desarrollo de las obras antes mencionadas.

En la zona se tienen una red de caminos, construidos con anterioridad, algunos de estos caminos se rehabilitarán en caso de ser necesario, con ello se evita que haya remoción de vegetación al emplear áreas que carecen de flora disminuyendo el impacto al ambiente.

El Proyecto pretende desarrollarse en una superficie de **66.12 ha**, desglosándose de la siguiente manera.

Tabla II. 1 Clasificación de Superficies

#	Uso	Superficie (has)
1	Tajo	49.59
2	Vaciadero	12.94
3	Rampa de acceso	3.59
Superficie Total Solicitada		66.12

Por ello y de conformidad con el artículo 5º inciso “O” sección II del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, la Promovente presenta la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, del Proyecto denominado “**El Realito**” para la obtención de la autorización que corresponde a los usos y actividades que se proponen.

El proyecto minero en las áreas solicitadas sujeta a evaluación en materia de Impacto Ambiental, está programado para ser desarrollado en un período de 9 años totales de los cuales; 7 años serán para realizar las obras de preparación del sitio/construcción y mantenimiento y 2 años para las actividades de clausura o cierre en el que se realizarán las actividades de restauración.

El desarrollo del presente estudio de impacto ambiental, tiene como finalidad, demostrar que las actividades que se llevarán a cabo en el presente proyecto, resultan compatibles con la conservación del ecosistema de la zona, así como también con la conservación del suelo y del régimen hidrológico.

En los alrededores de la zona del proyecto existen escurrimientos superficiales de agua, pero solo llegan a ser del orden 1 siendo el más bajo, pues solo llevan agua en la temporada de lluvias de manera intermitente a los cuales no se pretende afectación alguna.

Adicionalmente, como parte de los compromisos de la empresa **Agnico Sonora S.A de C.V.**, consiente de su responsabilidad social corporativa y ambiental, el desarrollo del proyecto incluyó e incluye todos los aspectos relativos al cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales contraídas

II.1.2 Selección del Sitio.

La explotación minera, es el conjunto de operaciones o trabajos dirigidos a evaluar cualitativa y cuantitativamente el recurso minero con el objeto de definir la factibilidad técnico-económica de la explotación de un yacimiento.

Las explotaciones mineras pueden dividirse en dos grandes tipos: minas a cielo abierto o minas subterráneas. En las minas a cielo abierto, la extracción se realiza con máquinas sobre la superficie del terreno. La exploración determinará la cantidad y calidad del mineral del yacimiento, en relación con la calidad comercial de dicha sustancia. Para ello se determina la forma del yacimiento, el volumen y el peso específico de la sustancia. La calidad del mineral se determina mediante minuciosos análisis, ensayos y estudios, realizados sobre muestras que se extraen del cuerpo mineral de acuerdo a técnicas de muestreo que varían según el tipo de yacimiento.

Para las actividades de preparación del sitio/construcción, operación, mantenimiento y abandono de sitio se prevé se realice en un periodo de 9 años, después de haber obtenido todos los permisos correspondientes. No obstante, estos tiempos son ideales y dependen de muchos factores impredecibles como pueden ser, lluvias extremas, descompostura de maquinaria, etc.

En este tipo de proyectos, la ubicación del tajo se define por la presencia de los minerales, considerando básicamente las reservas y la ley (cantidad y concentración). Una vez identificadas dichas reservas se determina la factibilidad de su extracción y beneficio mediante la evaluación de varios criterios, tales como:

- El potencial del yacimiento.
- El costo de las operaciones (lo que hace factible la inversión).
- La posibilidad de realizar las operaciones.
- La factibilidad ambiental.
- Beneficios económicos y sociales a las comunidades aledañas al proyecto

La selección del sitio se fundamentó en los siguientes criterios y ventajas:

Técnicos: La selección del sitio para las obras se encuentra condicionada por la ubicación de los depósitos minerales que se aprovecharán considerando siempre la factibilidad técnica, operativa y financiera del proyecto, manteniendo especial cuidado en los costos de operación por el movimiento y traslado de material, buscando dar la mayor eficiencia posible al plan de minado y producción, aunado a lo anterior el área seleccionada para la ejecución de las actividades se encuentra aledaña a la unidad minera

Ecológico: La forma de trabajo con la que se caracteriza la empresa, se basan en los principios del concepto de Sustentabilidad, respetando al medio ambiente, empleados, operaciones seguras y respeto a las comunidades aledañas.

El criterio ecológico de la selección del sitio se basa principalmente en cumplir con los parámetros que marcan las distintas leyes en materia ambiental de las actividades que se irán a desarrollar.

Socioeconómicos: Un punto vital en el desarrollo sustentable que aplica la promotora es considerar las posibilidades de beneficiar a los habitantes de la región con la puesta en marcha del proyecto generando fuentes directas e indirectas de empleo, así como derrama económica que se genere en el municipio. La inversión tendrá una fuerte demanda en la economía de la región, pues son pocas las actividades desarrolladas en las cercanías.

Legal. De conformidad con La Ley Minera, los titulares de las concesiones mineras poseen el derecho de: realizar obras y trabajos dentro de los lotes mineros concesionados, obtener la expropiación, ocupación temporal o constitución de servidumbre de los terrenos indispensables para llevar a cabo las obras y trabajos de exploración, explotación y beneficio, así como para el depósito de terreros, jales, escorias y graseros

(Artículo 19). Actualmente se cuenta con las autorizaciones previas correspondientes para el desarrollo de la actividad minera en la región, así como un convenio de ocupación temporal. En forma general, de los cuatro criterios anteriormente considerados para la selección del sitio, el primero de estos se considera de mayor importancia, ya que sin depósitos minerales no es posible desarrollar alguna actividad, siendo el mineral la materia prima para la producción de la industria minera.

En siguiente tabla se muestra un resumen de los criterios que se consideraron para la selección del sitio:

Tabla II. 2 Criterios utilizados para la selección del sitio

Criterio	Naturaleza
La localización del proyecto respecto a Áreas Naturales Protegidas, así como la NULA afectación y/o presencia de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del SA.	Ambiental
Cercanía con localidades y rancherías	Técnica-Económica
Existencia de autoridades locales y federales receptoras al proyecto y un ambiente de certidumbre jurídica y regulatoria para las actividades mineras.	Legal
Disponibilidad de información actualizada generada a partir de estudios en materia ambiental.	Ambiental
Presencia e imagen social positiva de la empresa promovente en las comunidades cercanas.	Social
Disponibilidad de habitantes de la región para incorporarse al proyecto como personal profesional calificado y no calificado.	Técnica-Social
No existen en el área de interés asentamientos humanos que requieran ser reubicados o en su caso, afectados por las actividades de la empresa.	Social-Legal
No existe ningún problema o conflicto por los derechos de propiedad y ocupación de los terrenos de interés.	Legal
Se cuenta con antecedentes de cumplimiento ambiental, a partir de las actividades precedentes desarrolladas en la región.	Ambiental- Legal
El balance costo-beneficio considera la incorporación de tecnologías ambientalmente favorables y necesarias, como son: 1 La ausencia de descargas de efluentes. 2 La rehabilitación ambiental del sitio al concluir la vida operativa del proyecto.	Ambiental- Económico-Social

II.1.3 Ubicación física del Proyecto y planos de localización

El proyecto de acuerdo a deslinde municipal oficial (Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades, INEGI) se encuentra en su totalidad en el municipio de Sahuaripa en la porción este del estado de Sonora dentro de la Sierra Madre Occidental, en la porción centro-sur del municipio, aproximadamente a una distancia de 204 kilómetros lineales de la capital del estado sonorense.

El municipio está ubicado en el este del Estado de Sonora, su cabecera es la población de Sahuaripa y se localiza en el paralelo 29° 03' de latitud norte y a los 109° 14' de longitud al oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 1,165 metros sobre el nivel del mar.

Colinda con los siguientes municipios: al norte con Nacori Chico y Tepache al sur con Yécora y Onavas, al suroeste con Soyopa, al oeste con Bacanora al noroeste con San Pedro de la Cueva y al este con el estado de Chihuahua, también colinda al norte, sur, y este con el municipio de Arivechi. Posee una superficie de 5,064.4 km² que representa el 3.07 por ciento de la superficie estatal

El acceso al sitio se realiza por la Carretera Estatal No. 020 “Hermosillo-Sahuaripa”, recorriendo aproximadamente 215 km hasta el municipio de Sahuaripa, desde este poblado hasta la localidad de Guisamopa se recorren 57 km, se siguen aproximadamente 49 km de terracería hasta llegar a la unidad minera.

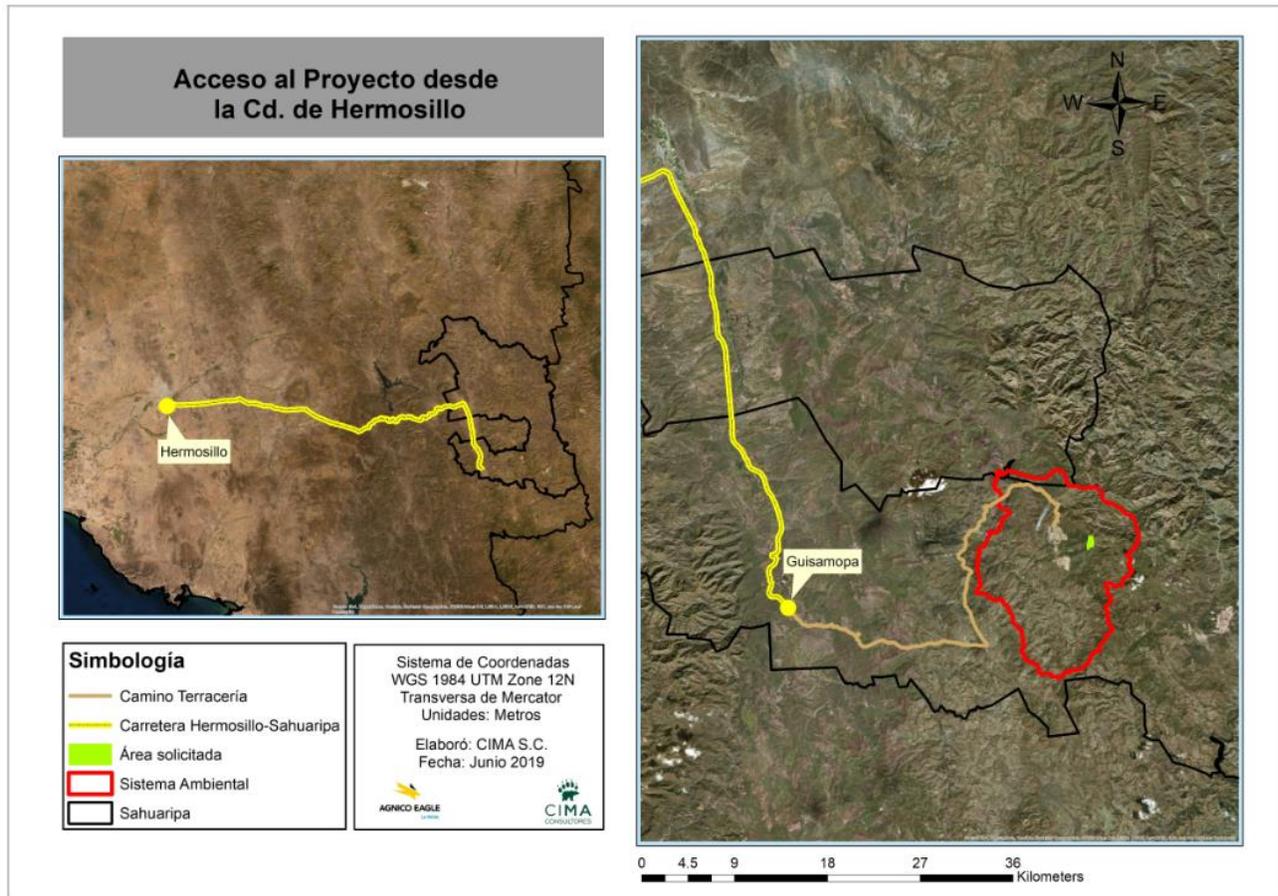


Figura II. 1 Acceso al proyecto desde la Ciudad de Hermosillo

Tabla II. 3 Cuadro de distancias y localidades para llegar al proyecto.

Tramo	Tipo	Distancias (km)
Hermosillo - Sahuaripa	Carretera pavimentada	215
Sahuaripa - Guisamopa	Carretera pavimentada	57
Guisamopa- Unidad minera La India	Terracería	49

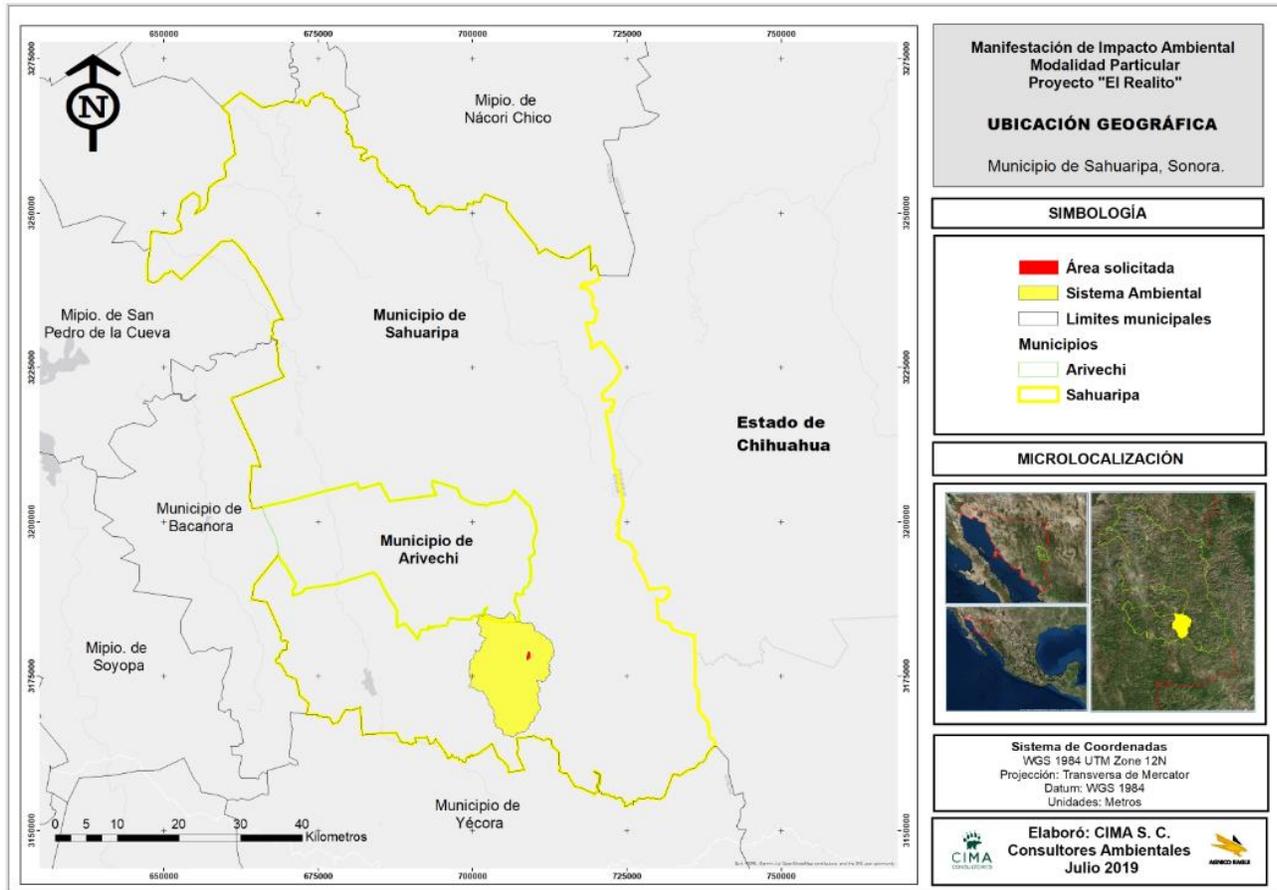


Figura II. 2 Ubicación del proyecto dentro del Municipio de Sahuaripa, Sonora

Para una mejor interpretación de la región se optó por delimitar un Sistema Ambiental (SA), para analizar los componentes e impactos que se generarían con el desarrollo de este proyecto. Las áreas solicitadas se ubican en la porción centro hacia el Este, tal como se observa en la siguiente imagen.

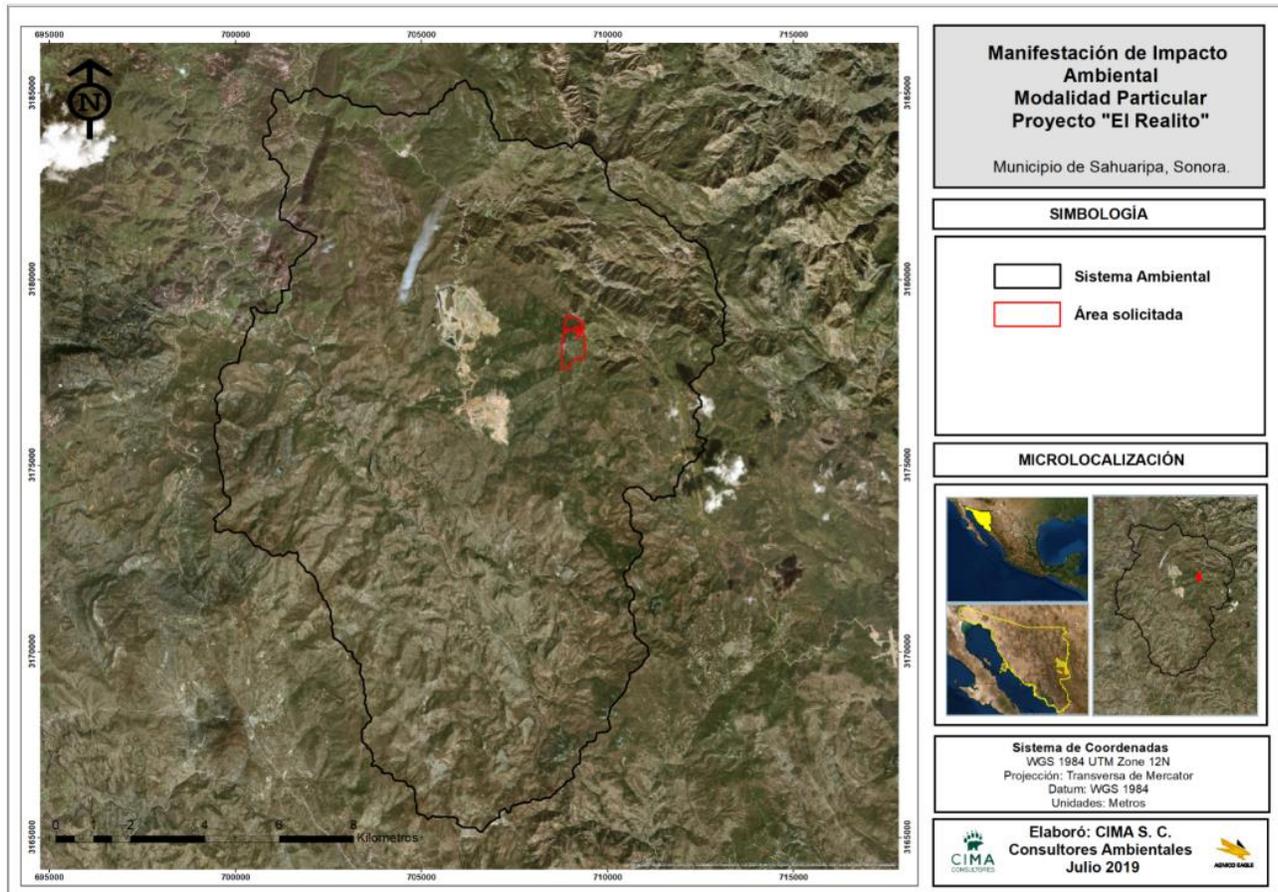


Figura II. 3 Ubicación del proyecto dentro del Sistema Ambiental delimitado

Los predios donde se ubica el proyecto corresponden a distintas propiedades de ocupación temporal, donde la mayoría del área solicitada en encuentra en; predio El Duraznito y Ejido Matarachi, a continuación, se muestra el plano que limita las propiedades.

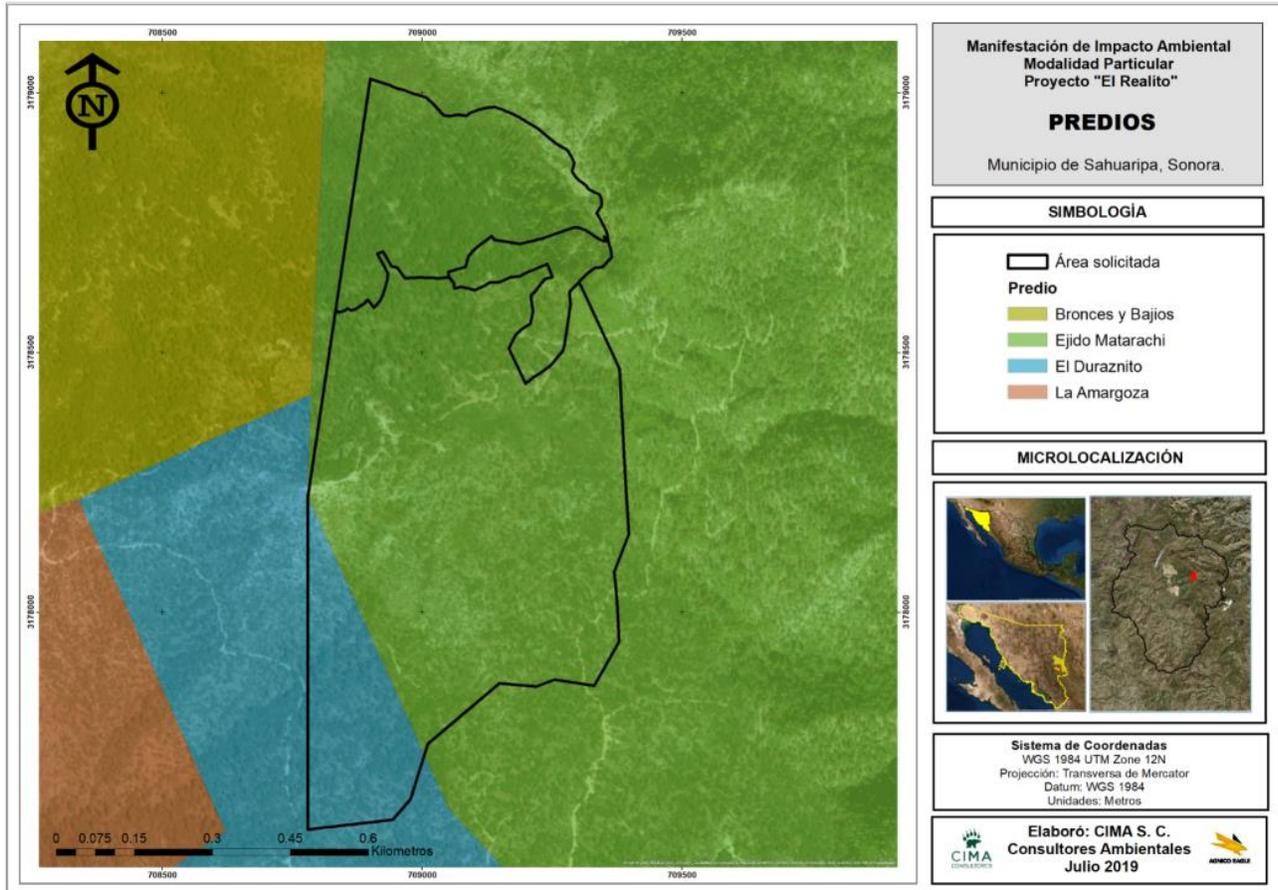


Figura II. 4 Ubicación del proyecto dentro de las propiedades donde el promovente cuenta con ocupación temporal.

Las áreas solicitadas pertenecen a las obras que se realizarán para la conformación de tajo, tepetatera y rampa:

Tabla II. 4 Clasificación de Superficies por uso y número de polígonos generados

#	Uso	Predio	Superficie (ha)
1	Tajo	El Duraznito	8.26
		Ejido Matarachi	41.33
2	Tepetatera	Ejido Matarachi	12.94
3	Rampa	Ejido Matarachi	3.59
Superficie total solicitada			66.12

A continuación, se presenta una imagen donde se pueden apreciar gráficamente las áreas solicitadas:

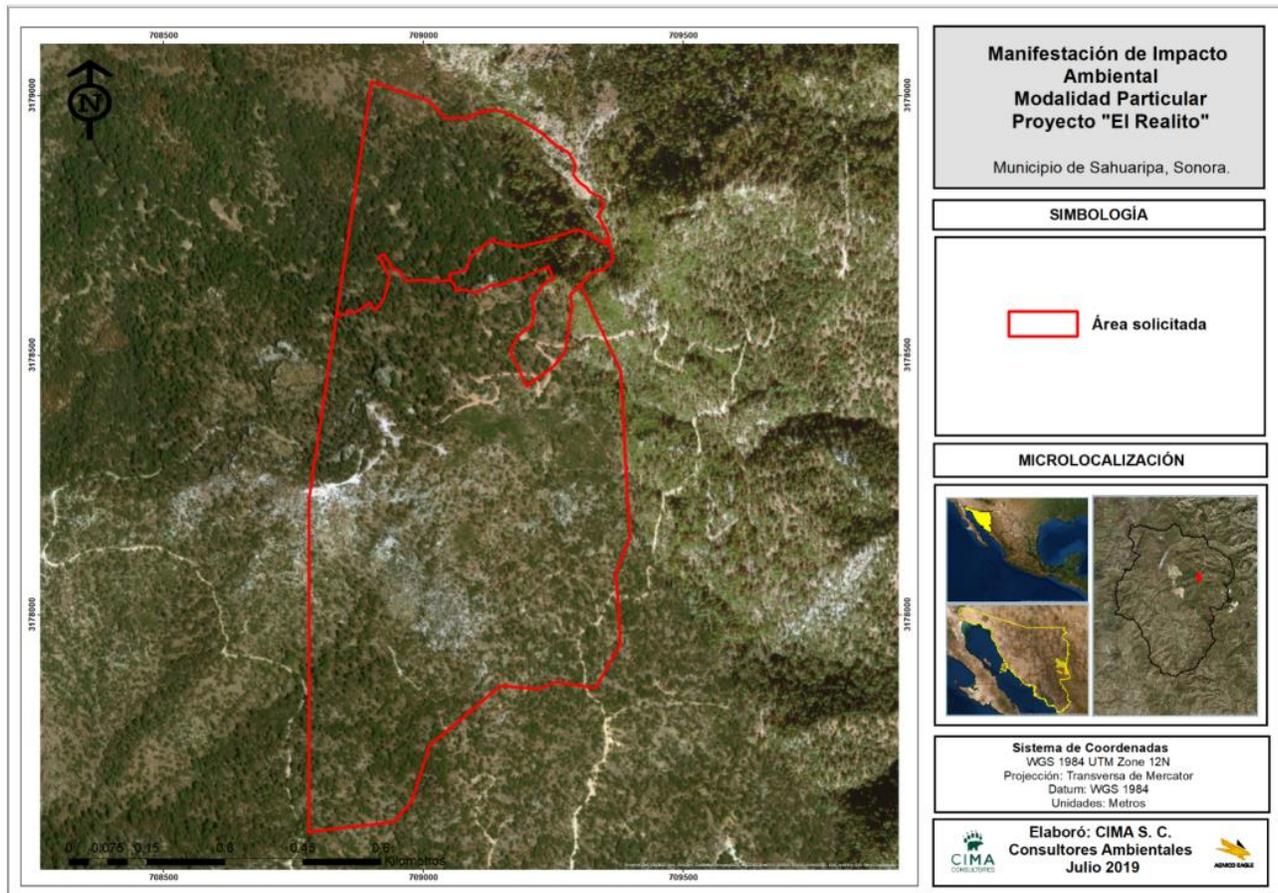


Figura II. 5 Distribución de las obras sujetas a la evaluación de impacto ambiental - General

A continuación, se presentan los cuadros de coordenadas UTM WGS84 Zona 12 de los polígonos de las áreas a evaluación de impacto ambiental.

Tabla II. 5 Coordenadas de las áreas solicitadas

Obra	Vértice	Coordenadas	
		X	Y
Rampa	1	709358.468	3178711.95
	2	709362.746	3178699.94
	3	709365.042	3178683.96
	4	709346.758	3178664.44
	5	709333.665	3178663.29
	6	709319.972	3178654.16
	7	709302.382	3178636
	8	709295.732	3178629.13
	9	709284.442	3178617.77
	10	709284.233	3178608.91
	11	709286.025	3178592.35
	12	709279.721	3178549.45

13	709273.901	3178515.26
14	709270.903	3178503.26
15	709248.139	3178475.8
16	709226.562	3178459.67
17	709215.973	3178453.34
18	709199.094	3178440.39
19	709166.775	3178507.64
20	709180.534	3178534.86
21	709193.141	3178545.71
22	709208.311	3178555.53
23	709213.347	3178579.71
24	709211.773	3178589.65
25	709209.676	3178609.12
26	709217.146	3178617.48
27	709228.001	3178631.84
28	709235.967	3178641.21
29	709251.334	3178645.54
30	709240.6	3178670.6
31	709221.094	3178662
32	709201.461	3178654.26
33	709186.22	3178646.39
34	709171.179	3178645.23
35	709152.081	3178636.47
36	709146.863	3178634.8
37	709130.957	3178634.99
38	709120.544	3178628.54
39	709101.84	3178619.94
40	709075.803	3178626.51
41	709062.461	3178623.13
42	709060.504	3178634.51
43	709051.253	3178645.01
44	709050.458	3178655.62
45	709060.347	3178657.65
46	709083.545	3178665.15
47	709089.158	3178685.62
48	709102.102	3178700.62
49	709134.257	3178723.75
50	709139.495	3178716.95
51	709187.868	3178709.3
52	709230.905	3178719.08
53	709291.193	3178740.79
54	709300.263	3178740.25
55	709314.312	3178735.81
56	709324.449	3178729.22
57	709338.855	3178719.44
58	709342.133	3178717.96

	59	709351.559	3178713.72
	60	709352.356	3178717.02
	61	709350.421	3178723.4
	62	709358.468	3178711.95
	1	709358.468	3178711.95
Tajo	1	709051.253	3178645.01
	2	709060.504	3178634.51
	3	709062.461	3178623.13
	4	709075.803	3178626.51
	5	709101.84	3178619.94
	6	709120.544	3178628.54
	7	709130.957	3178634.99
	8	709146.863	3178634.8
	9	709152.081	3178636.47
	10	709171.179	3178645.23
	11	709186.22	3178646.39
	12	709201.461	3178654.26
	13	709221.094	3178662
	14	709240.6	3178670.6
	15	709251.334	3178645.54
	16	709235.967	3178641.21
	17	709228.001	3178631.84
	18	709217.146	3178617.48
	19	709209.676	3178609.12
	20	709211.773	3178589.65
	21	709213.347	3178579.71
	22	709208.311	3178555.53
	23	709193.141	3178545.71
	24	709180.534	3178534.86
	25	709166.775	3178507.64
	26	709199.094	3178440.39
	27	709215.973	3178453.34
	28	709226.562	3178459.67
	29	709248.139	3178475.8
	30	709270.903	3178503.26
	31	709273.901	3178515.26
	32	709279.721	3178549.45
	33	709286.025	3178592.35
	34	709284.233	3178608.91
	35	709284.442	3178617.77
	36	709295.732	3178629.13
	37	709302.382	3178636
	38	709380.082	3178468.65
	39	709391.208	3178261
	40	709398.343	3178151.13
	41	709369.627	3178077.98

	42	709374.903	3178021.46
	43	709379.051	3177943.72
	44	709331.461	3177858.15
	45	709254.671	3177870.27
	46	709219.477	3177856.8
	47	709148.494	3177863.37
	48	709011.574	3177746.71
	49	708977.075	3177639.66
	50	708943.804	3177600.99
	51	708779.996	3177581.7
	52	708779.855	3178222.66
	53	708833.798	3178581.83
	54	708834.483	3178581.31
	55	708838.538	3178578.19
	56	708839.651	3178577.33
	57	708841.807	3178577.79
	58	708843.487	3178578.28
	59	708844.016	3178578.44
	60	708849.833	3178580.27
	61	708850.198	3178580.44
	62	708856.714	3178584.87
	63	708864.234	3178580.64
	64	708867.526	3178582.23
	65	708871.422	3178583.61
	66	708888.862	3178594.44
	67	708895.786	3178601.02
	68	708903.847	3178590.82
	69	708907.205	3178586.57
	70	708909.299	3178588.23
	71	708918.276	3178598.95
	72	708924.881	3178611.28
	73	708932.922	3178638.54
	74	708934.129	3178651.9
	75	708926.968	3178665.44
	76	708913.839	3178690.36
	77	708925.102	3178694.12
	78	708940.958	3178665.82
	79	708951.987	3178663.33
	80	708967.287	3178643.23
	81	708993.971	3178644.65
	82	709035.776	3178643.41
	83	709051.253	3178645.01
	1	709051.253	3178645.01
Tepetatera	1	709358.468	3178711.95
	2	709350.421	3178723.4
	3	709352.356	3178717.02

4	709351.559	3178713.72
5	709342.133	3178717.96
6	709338.855	3178719.44
7	709324.449	3178729.22
8	709314.312	3178735.81
9	709300.263	3178740.25
10	709291.193	3178740.79
11	709230.905	3178719.08
12	709187.868	3178709.3
13	709139.495	3178716.95
14	709134.257	3178723.75
15	709102.102	3178700.62
16	709089.158	3178685.62
17	709083.545	3178665.15
18	709060.347	3178657.65
19	709050.458	3178655.62
20	709051.253	3178645.01
21	709035.776	3178643.41
22	708993.971	3178644.65
23	708967.287	3178643.23
24	708951.987	3178663.33
25	708940.958	3178665.82
26	708925.102	3178694.12
27	708913.839	3178690.36
28	708926.968	3178665.44
29	708934.129	3178651.9
30	708932.922	3178638.54
31	708924.881	3178611.28
32	708918.276	3178598.95
33	708909.299	3178588.23
34	708907.205	3178586.57
35	708903.847	3178590.82
36	708895.786	3178601.02
37	708888.862	3178594.44
38	708871.422	3178583.61
39	708867.526	3178582.23
40	708864.234	3178580.64
41	708856.714	3178584.87
42	708850.198	3178580.44
43	708849.833	3178580.27
44	708844.016	3178578.44
45	708843.487	3178578.28
46	708841.807	3178577.79
47	708839.651	3178577.33
48	708838.538	3178578.19
49	708834.483	3178581.31

50	708833.798	3178581.83
51	708900.73	3179027.49
52	708905.15	3179025.39
53	708924.47	3179018.78
54	708937.498	3179014.95
55	708950.945	3179008.83
56	708965.008	3179005.11
57	708980.955	3178999.2
58	709007.055	3178991.58
59	709021.386	3178979.04
60	709041.409	3178957.02
61	709054.164	3178955.42
62	709060.498	3178956.86
63	709070.305	3178957.11
64	709084.845	3178956.2
65	709093.188	3178961.31
66	709107.379	3178966.85
67	709122.081	3178970.58
68	709140.273	3178972.14
69	709152.116	3178968.19
70	709173.128	3178960.05
71	709187.672	3178952.88
72	709204.839	3178941.55
73	709220.973	3178932.49
74	709256.165	3178903.24
75	709268.654	3178896.41
76	709279.422	3178889.81
77	709286.872	3178877.46
78	709292.378	3178864.38
79	709289.107	3178849.48
80	709291.456	3178844.54
81	709297.671	3178835.89
82	709303.682	3178830.18
83	709308.281	3178826.73
84	709316.367	3178820.39
85	709319.726	3178814.89
86	709324.729	3178812.39
87	709330.985	3178809.09
88	709341.111	3178804.43
89	709345.218	3178793.14
90	709345.58	3178781.91
91	709341.827	3178777.67
92	709340.297	3178775.94
93	709335.784	3178768.15
94	709341.333	3178759.18
95	709345.195	3178751.2

	96	709350.79	3178741.5
	97	709355.879	3178731.07
	98	709358.468	3178711.95
	1	709358.468	3178711.95

II.1.4 Inversión requerida

XXXX

II.1.5 Dimensiones del Proyecto

El proyecto se pretende llevar a cabo en una superficie de **66.12 ha**. Las áreas y superficies que comprenden al Proyecto **El Realito** se encuentran distribuidas de la siguiente forma:

Tabla II. 6 Distribución de dimensiones de las obras del proyecto

Superficies solicitadas a impacto ambiental			
Obra	Superficie CON cubierta vegetal (ha)	Superficie SIN cubierta vegetal (ha)	Superficie total solicitada (ha)
Tajo	48.07	1.52	49.59
Vaciadero	12.54	0.4	12.94
Rampa	3.33	0.26	3.59
Total	63.94	2.18	66.12

II.1.6 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.

A nivel regional, la principal actividad productiva que se registra actualmente en la zona es la ganadería del tipo extensivo. La zona presenta un grado de conservación aceptable dado que no se cuenta con demasiados aprovechamientos forestales, debido a que la mayoría de los aprovechamientos se realizan de la extracción de leña muerta y postiería, para el autoconsumo y mercado local. También se tiene la presencia de pocas y pequeñas parcelas de cultivo, sobre todo para el establecimiento de huertas familiares. La operación minera más cercana al proyecto es la mina Mulatos, ubicada a aproximadamente 14 km, en línea recta, al SW del proyecto.

Los polígonos que componen el proyecto minero La India se encuentran con antecedentes de exploración minera (mismos que dieron pauta para la explotación del yacimiento) con una red de caminos y obras de barrenación rodeado por terrenos de agostadero.

Es importante señalar que no hay lagos dentro del SA, existe una represa ubicada dentro del sistema ambiental denominada "Chipriona" la cual tiene uso de almacenamiento para abastecimiento local.

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

El proyecto minero se ubica en una zona rural con acceso desde Hermosillo por la carretera estatal Hermosillo-Sahuaripa y por diversos caminos de terracería que comunican el proyecto con los poblados Trigo de Corodepe, La Iglesia, Tarachi y Matarachi.

La ciudad de importancia más cercana es Arivechi, Sonora localizada a cerca de 37 km en línea recta hacia el noroeste del proyecto minero. El poblado rural más cercano al proyecto es Matarachi, ubicado a 6 Km al suroeste del proyecto. Este poblado está comunicado por camino de terracería en buenas condiciones y cuenta

con el servicio de energía eléctrica y agua entubada, aunque se detectan deficiencias en cuanto al servicio drenaje y la disposición de basura.

En un radio aproximado de 20 Km se encuentran comunidades de tres municipios: Sahuaripa, Arivechi y Yécora.

El proyecto no requiere infraestructura de apoyo pues las áreas solicitadas se encuentran contiguas en la parte este de la Unidad Minera La India, por lo que actividades como mantenimiento o algún otro servicio se podrán realizar en la unidad.

Tabla II. 7 Principales aspectos de urbanización y servicios requeridos para el proyecto.

Condición Urbanización	Descripción Requerimiento del Proyecto
Vías de acceso	Actualmente se cuenta con una red de caminos dentro del SA, realizados principalmente para las actividades que se desempeñan en la región, por lo que no será necesario realizar caminos nuevos, pero es posible se tengan que rehabilitar caminos sobre todo en la temporada de lluvias.
Agua Potable	Las obras solicitadas no requieren de la ocupación de este factor. Sin embargo, para el riego de caminos a fin de evitar el levantamiento y dispersión de partículas suspendidas se utilizarán pipas para su riego, en su mayoría obtenida de las plantas tratadoras de la unidad minera, al igual que con agua de pozo, la cual es suficiente para cubrir las necesidades de agua del proyecto El agua potable para las necesidades básicas será suministrada a través de agua embotellada y garrafones que serán suministrados en la unidad minera.
Energía Eléctrica	El uso de energía eléctrica que se utiliza en la unidad minera La India para sus actividades, es suministrada a través de cinco generadores de energía eléctrica con los que se cuenta.
Transporte	La unidad minera La India cuenta con transporte de personal interno, el cual traslada a los trabajadores a sus localidades como: Matarachi, Arivechi, Sahuaripa, Yecora y Sonora entre otros.
Disponibilidad de combustibles	En la unidad minera se cuenta con tanques de almacenamiento de diésel, gasolina y gas licuado de petróleo
Servicios de Apoyo	
Disposición de residuos	La disposición de residuos de tipo municipal se realizará en el relleno sanitario de la unidad minera La India . La recolección y el transporte de estos se realizarán regularmente por una empresa contratista. Los residuos peligrosos que se generen serán almacenados temporalmente para ser entregados periódicamente a una empresa autorizada en su correcto traslado y disposición final de acuerdo a la normatividad vigente.
Fuerza laboral	Existe en la región trabajadores que presten sus servicios al proyecto.
Servicio medico	La unidad minera cuenta con servicio médico dentro de sus instalaciones, que brindan servicios básicos y de emergencia a los trabajadores. Aunado a esto cada trabajador cuenta con servicio médico del Instituto Mexicano del Seguro Social, inclusive es obligatorio para los contratistas contar con algún servicio de salud.
Comedor	El proyecto cuenta con servicio de comedor para cubrir la alimentación tanto de los trabajadores como contratistas.
Hospedaje	La unidad minera cuenta con dormitorios para sus trabajadores y contratistas, los cuales cuentan con todos los servicios de luz, agua, regaderas y baños
Telecomunicaciones	Se utilizará la red de telecomunicaciones disponible en la región (telefonía celular), además de servicios de internet.

II.2. Características particulares del proyecto.

La actividad minera pertenece al sector primario, de acuerdo con la clasificación de la Secretaría de Economía y está formado por un conjunto de obras y actividades del sector para la explotación de los minerales.

La Unidad Minera **La India**, es una mina que explota vetas de oro-plata por medio de explotación a cielo abierto (tajos). De acuerdo a las leyes que maneje el mineral extraído en la exploración se clasifica y este es beneficiado mediante el proceso de lixiviación estática (patios de lixiviación).

Para la realización del proyecto se tiene planeado efectuar las actividades en una secuencia que inicia con la preparación del sitio, que consiste de manera inicial en actividades de reconocimiento y rescate de flora y fauna, el desmonte de la vegetación y la remoción y recuperación del suelo fértil en áreas sujetas a cambio de uso de suelo.

II.2.1 Programa general de Trabajo.

El proyecto está planteado para una duración de 9 años de los cuales, 7 años estarán destinados a la preparación del sitio/construcción, operación y mantenimiento y 2 años para las actividades de clausura o cierre en el que se realizarán las actividades de restauración, por lo cual se plantea que finalice su operación y cierre en el año 2029.

Cabe señalar que para las áreas de mayor superficie como el tajo y vaciadero se irá retirando la cubierta vegetal de forma paulatina, conforme se vayan requiriendo las áreas.

En la siguiente tabla se muestra la forma aproximada en que se ejecutará el proyecto, así como la secuencia y los tiempos.

Tabla II. 8 Duración del proyecto. Diagrama de Gantt

Cronograma de actividades											
Etapas	Actividad (años) 2020-2029	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Planeación	Planteamiento										
	Diseño de obra										
Preparación del sitio/construcción	Movimiento de maquinaria										
	Levantamiento de áreas temporales de trabajo										
	Rescate y reubicación de especies de flora y fauna										
	Desmonte y despalle de vegetación										
	Rehabilitación de caminos										
	Relleno, nivelación y compactación										
	Conformación de rampa de acceso										
	Conformación de tajo y vaciadero										
Operación	Preparación del sitio para explotación (barrenación)										
	Voladura										
	Movimiento de maquinaria										

	Acarreo y trasiego de material											
	Almacenamiento de material extraído											
	Depósito de tepetate en vaciaderos											
Mantenimiento	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria											
	Riego de caminos											
Abandono del sitio	Descompactación de suelos											
	Recubrimiento con suelo orgánico											
	Reforestación											
	Retiro de maquinaria											
	Supervisión ambiental y monitoreo											

Planeación, logística, diseño de obra. Previo a los trabajos iniciales en el sitio del proyecto se realizan reuniones entre las diversas áreas involucradas como lo son operación, geología, planeación y medio ambiente con objeto de ajustar la logística de las acciones a tomar para cumplir en tiempo y forma con el plan operativo y al mismo tiempo darle seguimiento a cada uno de los términos y condicionantes a que esté sujeto el proyecto de acuerdo a las medidas establecidas en este estudio y del resolutivo que resulte.

II.2.2 Preparación del sitio / construcción

Los trabajos relacionados con la preparación del sitio del proyecto incluyen las siguientes actividades:

Rescate y reubicación de fauna. Previo a cualquier intervención física sobre el terreno, se aplicarán técnicas de ahuyentamiento y rescate de los ejemplares de vertebrados terrestres presentes en el sitio, con especial atención de los pertenecientes a especies consideradas en riesgo por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Posteriormente, los individuos se liberarán en áreas naturales colindantes que no serán perturbadas.

Tales acciones se registrarán y documentarán en bitácoras de trabajo que permitan la posterior formulación de los reportes que sean requeridos por las autoridades gubernamentales involucradas, en los cuales se informará respecto del número de individuos y especies rescatados, reubicados, los métodos particulares de rescate empleados y las áreas de relocalización.

Rescate y reubicación de flora. Se procurará la recuperación de especies susceptibles de recuperación, así en el caso de localizarse a las especies catalogadas en alguna categoría de riesgo por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, para su traslado a las áreas adyacentes de vegetación natural que no serán afectadas. Sólo podrán ser rescatados los individuos que presenten dimensiones idóneas para el exitoso traslado a otras áreas. Cabe mencionar que todos estos aspectos serán documentados.

Los objetivos de las dos actividades antes mencionadas consisten en:

- Prevenir la disminución de las poblaciones de especies de flora y fauna silvestres.
- Evitar la mortalidad de individuos de fauna silvestre
- Contribuir a la rehabilitación de áreas deterioradas en el área de influencia del proyecto, mediante el trasplante de ejemplares de especies vegetales vulnerables o en riesgo o catalogadas en CITES.
- En el caso de la fauna silvestre, se aplicarán preferentemente técnicas de disuasión de presencia; la captura y reubicación se reservará a los ejemplares de lento desplazamiento o individuos que no puedan desplazarse autónomamente, así como en el caso de presentarse huevos y crías en nidos o madrigueras activas.
- En general, se realizarán recorridos a pie en toda el área de desplante de las nuevas obras, con el propósito de identificar y localizar a los individuos de las especies que se encuentren presentes; evaluar

su rescate, traslado o trasplante hacia áreas aledañas que no serán afectadas y que posean características similares al sitio de donde provienen. Para ello, la empresa contratará personal especializado y capacitará brigadas en el manejo de las especies.

Actividades de desmonte y despalme de vegetación. Se retirará la vegetación presente exclusivamente en la superficie de ocupación del proyecto y donde haya sido autorizado el cambio de uso del suelo, evitando la afectación de las áreas naturales que no serán requeridas para el desarrollo del proyecto.

Se ha previsto que los trabajos de desmonte se realicen de manera programada y secuencial, a efecto de: (I) evitar la exposición innecesaria del terreno y mitigar los impactos ambientales asociados; (II) favorecer el desplazamiento natural de la fauna; y (III) evitar la afectación de áreas naturales adyacentes que no serán requeridas por el proyecto, al momento, evitándose así áreas expuestas de manera innecesaria.

Se mantendrá una supervisión permanente de los contratistas, a efecto de evitar la afectación de áreas adicionales a las requeridas por el proyecto.

El desmonte debe ser manual utilizando motosierra y para el despalme se ocupará mayoritariamente maquinaria pesada, usándose tractores tipo oruga y motoconformadoras, a fin de despalmar y nivelar simultáneamente. Las compactaciones y nivelaciones de terreno se limitarán a las áreas requeridas para la construcción de la obra.

Es importante destacar que no se emplearán técnicas de quema, uso de herbicidas o productos químicos.

El producto del desmonte será triturado, mezclado con el suelo recuperado y almacenado en los polígonos solicitados como depósito de material vegetal o rocoso, en los cuales se cuenta con superficie suficiente para depositar estos materiales, en donde se conservará para su uso en la restauración ambiental del sitio al concluir las operaciones mineras.

Remoción y recuperación de suelo fértil. Simultáneamente al desmonte de las áreas de ocupación del proyecto, se realizará la recuperación del suelo fértil en los polígonos solicitados como depósito de material vegetal o rocoso, en los cuales se cuenta con superficie suficiente para depositar este material. El suelo almacenado será utilizado en los trabajos finales de restauración ambiental, durante la etapa de cierre del proyecto minero.

Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales. Antes, durante la etapa de preparación del sitio y la operación, se llevará a cabo medidas preventivas y/o de mitigación de los impactos ambientales con el fin de atenuar la afectación producida durante el desarrollo del proyecto minero como pueden ser mantenimiento preventivo y/o correctivo, regado de caminos, capacitación y adiestramiento entre otras descritas dentro del capítulo VI del presente estudio.

II.2.3 Construcción de obras mineras.

La ingeniería del proyecto se considera sencilla, ya que no se pretende llevar a cabo alguna construcción de infraestructura mecánica, metálica, eléctrica etc., ya que solo se conformará un tajo, un vaciadero y una rampa de acceso en una superficie de **66.12 ha**.

Tajo: Se le llama tajo o mina a cielo abierto a las explotaciones mineras que se desarrollan en la superficie del terreno a diferencia de las subterráneas que se desarrollan bajo ella, por lo que para la obtención de los minerales es necesario la excavación por medio de medios mecánicos y/o explosivos del terreno. Para el minado superficial es necesario la conformación de un tajo y el método utilizado por la promotora tradicionalmente corresponde al de tajo abierto. Durante el desarrollo de explotación se llevarán a cabo las actividades de desmonte y despalme conforme se vaya avanzando a fin de minimizar el tiempo del impacto, hacia el medio ambiente.

Una de las áreas solicitadas incluye un tajo a cielo abierto, el cual tendrá una superficie total de **49.59 ha**. La ubicación del tajo coincide con la mineralización del yacimiento que contiene leyes de oro y plata con rendimientos adecuados para su explotación comercial.

Tepetatera: Los vaciaderos o tepetateras están destinados al alojamiento del material resultante de la excavación que por sus características no presenta valor económico, es por ello que este material se irá depositando de manera secuencial en el área indicada en el proyecto para tal fin, la cual tendrá una superficie total de **12.94 ha**

Dentro de la tepetatera existirán caminos que se van a ir modificando de acuerdo a la etapa de construcción de la misma, estos sirven como interconexión con las otras áreas operativas y para el acarreo del propio material.

El depósito de tepetate será en un área colindante al tajo, que permite el depósito del volumen resultante con una pendiente de diseño que evita deslizamiento. Así mismo, se construirán las obras necesarias como son los canales de control de acequias, para que el drenaje natural no se afecte y sea canalizado hacia los escurrimientos naturales.

La conformación del terreno elegido facilita la estabilización del depósito, y la conformación del talud, para garantizar su estabilidad, esta área será cubierta con una capa del suelo removido en el despalme y posteriormente se establecerá una cubierta vegetal para su estabilización de manera natural.

Estos depósitos cuentan con las obras necesarias para dirigir los escurrimientos pluviales y prevenir su erosión; asimismo, se construyeron piletas de sedimentación en las principales rutas de escurrimiento (aguas abajo) con el fin de evitar la migración excesiva de sedimentos hacia los cauces naturales.

Rampa de acceso: en la conformación de los tajos, vaciaderos y demás obras es necesaria la conexión operativa entre ellas y los accesos en los diferentes niveles por lo que será necesaria la construcción de una rampa de acceso para acceder a las áreas de interés, donde la construcción se realizará por medio de la actual maquinaria con la que cuenta la empresa y esta tendrá una superficie total de **3.59 ha**.

II.2.4 Construcción de obras asociados o provisionales.

No se requiere ningún tipo de construcción adicional o provisional.

II.2.5 Etapa de Operación y Mantenimiento

Aprovechamiento de minerales: se inicia la barrenación de las planillas de voladura tanto de tepetate como de mineral, utilizando perforadoras y barrenos de 2, 4 o 5 pulgadas de diámetro y 12 m de profundidad, perforando sobre las rocas que serán removidas, para posteriormente ser llenados con el explosivo, junto con detonadores y retardadores controlados de manera electrónica o directa, además de emplear retardadores de la secuencia de detonación que permiten un mayor control de los tiempos de detonación secuenciada de los barrenos, para así hacer más eficiente el control de tamaño de rocas fragmentada, además de reducir considerablemente la vibración generada.

Acarreo y trasiego de materiales: Una vez fragmentada la roca, el material será movido con equipo de minado especializado, conformado por cargadores frontales, camiones de acarreo y equipos auxiliares como motoconformadoras, retos, entre otros, especializados para operaciones de este tipo.

Equipo y maquinaria a utilizar. Realmente para la puesta en marcha del proyecto no se requiere de una gran variedad de equipo o maquinaria, sino más bien la extracción de material, pero para ello bastara con la maquinaria pesada entre otros siendo los de mayor uso los que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla II. 9 Equipo y maquinaria a emplear

1. Retroexcavadora
2. Camión de volteo o yucles
1 Bulldozer Caterpillar D6
2 Camionetas de apoyo logístico y transporte de personal
1 Pipa de riego

Materiales de construcción a utilizar. No serán utilizados materiales para la construcción, ya que solo se realizará la conformación de un tajo, vaciadero y rampa.

Requerimiento de mano de obra. El requerimiento de mano de obra contempla personal contratado para llevar los trabajos en las áreas solicitadas, involucran topógrafos, operadores de maquinaria, obreros etc.

El programa contempla continuar con la contratación de mano de obra local para algunas de las actividades a desarrollar, como lo son el desmonte manual, camiones de carga, actividades de mitigación, entre otras. En la gran mayoría de los casos estas personas ya han sido entrenadas y capacitadas para desarrollar distintas funciones dentro del proyecto.

El sistema mantendrá sus bases en entradas de información consistentes en:

El número de horas de trabajo de cada uno de los equipos incluidos, derivado de ello se programan los mantenimientos controlándolos a través de órdenes de trabajo y reportes de actividades realizadas.

Inspecciones rutinarias a la maquinaria y equipo, en una primera instancia por el operador al inicio del turno y en una segunda por supervisores de mantenimiento, en ambos casos cuando se detectan fallas, se generan reportes que ingresan al sistema para la generación de órdenes de trabajo.

El sistema incluye las fallas frecuentes y las emergencias a efecto de revisar y en su caso cambiar la tecnología de refacciones de reemplazo.

Con el análisis de esta información se programarán los servicios de mantenimiento preventivo y el reemplazo de partes de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes.

El mantenimiento del equipo móvil diésel se divide en tres partidas:

- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Predictivo

En todos los casos serán llevados al taller de mantenimiento ubicado en la zona de servicios.

El ***mantenimiento preventivo*** consiste en ejecutar los procedimientos definidos por los proveedores de los equipos para mantenerlos en condiciones óptimas tanto mecánicas como de seguridad. Cada mantenimiento tiene definida su frecuencia y los principales son:

- a) Engrase del equipo: (Prácticamente todo el equipo cuenta con dispositivos automáticos de engrase). Dependiendo del punto a engrasar se define la frecuencia, esta frecuencia está plasmada en los procedimientos que proporciona el fabricante para cada aplicación.
- b) Cambios de aceite de motor: Estos cambios de aceite y filtros de motores diesel están predefinidos a las 250 horas de operación, consiste en tomar una muestra del aceite antes de vaciarse, vaciar el aceite usado y cambiar el o los filtros del aceite y llenar el depósito del aceite de motor.
- c) Cambio de filtro de aspiración: Los cambios o limpieza de los filtros de aspiración del motor (filtros de aire) se hará en base a las condiciones de polvo del lugar de trabajo. Se desmonta el filtro primario y se sopletea o se limpia con otro proceso para eliminar el polvo y las obstrucciones en el filtro.
- d) Cambio de aceites de transmisión y ejes: Estos cambios son menos frecuentes, entre 500 y 1000 horas de servicio dependiendo de la máquina. El proceso es similar al cambio de aceite de motor, sacar muestra, quitar y reponer filtros, rellenar los depósitos.
- e) Cambios de aceite hidráulico: Estos cambios se hacen con menor frecuencia que el resto de los aceites, procede un filtrado de los aceites a un plazo de 500 o 1000 horas para incrementar la vida del aceite y disminuir los aceites usados a manejar. El procedimiento básico es el mismo que en los dos casos anteriores.
- f) Lavado: El lavado de los equipos es parte importante para conservar su vida, además ya que permite revisar los equipos a fondo y prevenir problemas posteriores como fracturas, partes rotas, desgastes, etc.
- g) La toma de muestra de aceite mencionada en estos servicios es muy importante en este tipo de mantenimiento, ya que reemplaza el monitoreo de las emisiones de los equipos, al proveer información precisa de la calidad del aceite.

El ***mantenimiento correctivo*** se refiere a la corrección de fallas no contempladas, piezas rotas, desgastadas, golpeadas, etc., que no están dentro de los servicios preventivos antes descritos.

El ***mantenimiento predictivo*** es el análisis continuo de las condiciones de los equipos para predecir posibles fallas y programar su reparación antes de una falla catastrófica. Además, permite en muchos casos, tener las refacciones necesarias en el lugar antes de ser requeridos por el equipo.

Las herramientas del mantenimiento preventivo son las inspecciones y la revisión de los resultados y tendencias de los análisis de aceite (durante los mantenimientos preventivos). Además de inspecciones minuciosas con ultrasonido y otros equipos de análisis de estructuras, son importantes fuentes de información, las revisiones cuando se hacen los lavados de los equipos y las revisiones diarias que ejecuta el operador.

Para vigilar el correcto cumplimiento de las medidas de mitigación y/o compensación se implementará un Programa de Manejo Ambiental que se ejecutará de acuerdo a los impactos detectados, e implementando indicadores para medir el éxito de dichas medidas.

II.2.6 Etapa de abandono del sitio (post-operación)

Retiro de maquinaria. Los equipos y maquinaria serán retirados del área con la ayuda de plataformas o equipos de rejas, previo a subir los equipos y maquinaria en las plataformas se les realizará un drenado para evitar que sean trasladados con lubricantes y combustibles, de igual forma se realizará una revisión a los equipos para asegurar que durante su traslado no se generen impactos ambientales por ruido y polvo.

Escarificación del terreno: De acuerdo con el programa de restauración del sitio de proyecto se realizarán actividades de escarificación en las obras. En el área preparada se acomodará el suelo fértil y el material vegetal que se mantuvo a resguardo, el cual proporcionará protección al suelo, evitando la erosión hídrica, disminuyendo el escurrimiento superficial e incrementando el contenido de humedad en el suelo lo cual favorecerá la regeneración natural.

Restitución de la vegetación: Los métodos de rehabilitación incluyen las siguientes actividades:

- a) La superficie se escarificará para reducir la compactación y favorecer la infiltración del agua y la revegetación.
- b) Se devolverá al terreno en la medida de lo posible su topografía original, antes de colocar la cobertura de capa de suelo.
- c) La capa superficial de suelo previamente rehabilitada y los materiales del suelo que funcionarán como sustrato se extenderán en el área impactada, para lo cual la nueva superficie se escarificará para acelerar el proceso de regeneración del suelo. La restauración de la cobertura vegetal restituirá los hábitats y favorecerá la recolonización de estos espacios con la fauna ahuyentada.

Supervisión ambiental y monitoreo. Se implementará un Programa de Manejo Ambiental, para el desarrollo de las actividades del Proyecto con la finalidad de detectar aspectos críticos desde el punto de vista ambiental que pudieran presentarse durante su ejecución, así mismo, pretende evaluar la aplicación y eficacia de las medidas de mitigación propuestas en los estudios ambientales para prevenir, reducir, eliminar y compensar los impactos ambientales generados durante el desarrollo de las actividades. De tal forma que cuando la eficiencia de estas se considere insatisfactoria, se determinen las causas, procediendo a la toma de decisiones y modificación de las actividades evitando así afectaciones al ambiente.

II.2.7 Utilización de explosivos.

En lo que se refiere al uso de explosivos se tendrá especial atención en establecer las medidas que garanticen que todos los aspectos adversos al entorno por la utilización sean reducidos de forma significativa, utilizando la mejor tecnología existente.

Para el uso de los explosivos se deben realizar varias actividades y estas están calculadas y programadas con el objetivo principal de minimizar los aspectos adversos derivados del uso de los explosivos. Estas medidas se han aplicado en las operaciones actuales de la empresa y son producto de estudios específicos para el manejo de explosivos con el objetivo de evitar afectaciones en la zona, entre las cuales se tiene:

- Las voladuras se limitan exclusivamente a las horas en las que se cuente con luz solar.
- Manejo adecuado de las cargas explosivas.
- Ejecución de voladuras secuenciales.
- Se mantiene un bordo adecuado.
- Utilización de la sub-barrenación correcta (1.5 m)
- Se detonan patrones rectangulares.
- Se mantiene un periodo de tiempo de retardo seguro en las filas posteriores.
- Se da mantenimiento periódico a maquinaria y equipo utilizado.
- Se dota al personal que labora en el proyecto, de equipo de protección contra el ruido.
- Se efectúan las indicaciones al personal de dónde situarse durante un voladura para no verse afectados por la onda de expansión.
- Se garantizará generar vibraciones de suelo con una velocidad de partícula máxima segura por debajo de 2.0 pulgadas por segundo, que es el límite máximo permitido que se tiene como referencia y que es utilizado como norma internacional.

Tipos de explosivos a utilizar:

- El agente explosivo puede ser mexamón o tóvox.

Asimismo, y de acuerdo con la normatividad internacional existente se tendrá especial atención en los eventos producidos por las voladuras que por su interacción con el medio ambiente deben ser controlados mediante el diseño de los parámetros que integran las mismas voladuras, siendo:

- Vibraciones
- Golpe de aire
- Proyección de rocas
- Polvo y gases
- Vibraciones y golpe de aire

De igual forma las medidas consideradas para controlar las vibraciones en niveles de seguridad establecidos serán:

- Minimizar la carga de explosivo por unidad de retardo.
- Reducir el diámetro de barrenación.
- Reducir la longitud de los barrenos.
- Dividir las cargas dentro de los barrenos e iniciándolas en tiempos distintos.
- Mantener la longitud de sub-barrenación al mínimo requerido
- Diseñar la voladura con una relación de rigidez mayor a 2 (B/E)
- Calcular el bordo y espaciamiento óptimos.
- Disparar con caras libres.
- Calcular el factor de explosivo óptimo.
- Seleccionar un esquema de retardos que evite la superposición de ondas y/o traslapes en la detonación de los barrenos.
- Diseñar la secuencia de iniciación de modo que ésta progrese desde el extremo más próximo a la estructura a proteger alejándose de la misma.

Cabe señalar que para el uso de explosivos también se tramitan las correspondientes autorizaciones ante la SEDENA.

II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

El desarrollo del proyecto conlleva una serie de actividades que por sí mismas generan residuos de diferentes tipos; éstos serán manejados considerando que su composición para su correcta disposición final no provoque efectos adversos al ambiente.

La mayor parte de los residuos que generará el proyecto pertenecen a la categoría de los residuos de tipo municipal, no peligroso, los cuales son susceptibles de control.

En menor grado, derivado del desarrollo del proyecto, serían generados residuos clasificados como peligrosos, consistentes en aceites lubricantes usados, trapos y estopas impregnadas y filtros de aceite gastado producto de los mantenimientos de los equipos sin embargo estas actividades serán realizadas dentro de los talleres de mantenimiento de la unidad minera.

Todos los residuos de aceites gastados, por ejemplo, trapos impregnados, tierra impregnada o similar - serán manejados, separados, almacenados temporalmente y enviados para su disposición final conforme a la normatividad aplicable en la materia de residuos peligrosos.

En materia de emisiones a la atmósfera, las actividades podrán generar emisiones de diferentes tipos, aunque éstas son de carácter puntual, como partículas (polvo, durante la carga y el transporte de mineral) y gases (escapes de vehículos). Normalmente están conformadas por:

- a) **Emisiones particuladas.** Es el polvo o partículas sólidas totales (PST) emitidas por la disgregación de las rocas durante algunas de las actividades y el transporte.

- b) **Gases.** Emisiones de gases de combustión procedentes de los vehículos, equipo y maquinaria utilizada en las actividades. Los gases generados son los ligados a la combustión de hidrocarburos (gasolinas, diésel)
- c) **Ruido.** En la realización del proyecto se pueden identificar las siguientes fuentes emisoras de ruido:
 - Uso de maquinaria que producen ruidos continuos
 - Tráfico de vehículos

La maquinaria pesada genera un nivel sonoro máximo de 85 dB, para minimizarlo es necesario un mantenimiento adecuado y la instalación de mofles, así como silenciadores.

El equipo de transporte, en general, produce un nivel máximo de 60 dB; su control requiere del mantenimiento adecuado y verificar que las unidades cuenten con mofle y silenciador.

Para prevenir daños auditivos al personal se le dotará con equipo de protección.

Los residuos generados de los equipos a utilizar serán enviados a la bodega de almacén de residuos peligrosos actualmente construidos, la disposición final de los residuos será llevada a cabo por empresas especializadas dedicadas a este servicio, autorizadas por SEMARNAT.

A continuación, se presenta los residuos a generar por etapas del proyecto

- **Etapas de preparación del sitio.**

Ruido. El generado por equipo pesado y los vehículos para mover el material y el personal.

Emisiones a la atmósfera. Humo derivado de los motores de combustión interna de los equipos que serán utilizados para el movimiento de tierras en la nivelación y compactación, sin embargo, estos equipos cumplirán un estricto programa de mantenimiento preventivo para disminuir las emisiones.

Desechos sanitarios. Se colocarán baños portátiles en puntos estratégicos dentro de las áreas. Los desechos de la limpieza serán transportados y depositados por una empresa contratista en las plantas tratadoras con las que cuenta la mina.

Residuos sólidos urbanos. Para la separación se colocarán tambos con tapa con identificación a través de colores y señalamientos escritos para cada tipo de desecho en el lugar donde se generan, se elaborará e implantará un programa y se capacitará al personal para su clasificación, control y disposición final, teniendo como primeras opciones la venta – donación, reciclaje y reúso. Cuando no sea posible su aplicación se depositará en el relleno sanitario de la unidad minera, mediante el uso de un vehículo adaptado para el correcto traslado de los residuos sólidos urbanos.

Residuos peligrosos. La generación de estos residuos será registrada en bitácoras que serán llenadas por los responsables de las áreas. En ellas se indicará la fecha de generación, el tipo de residuo y la cantidad del mismo. El almacenamiento en el sitio de generación se realizará en tambos provistos de etiquetas con el tipo de residuo y sus características de peligrosidad, se mantendrán cerrados y su almacenamiento en el sitio será sobre una charola con una rejilla para contener derrames accidentales mientras son transportados al almacén temporal de residuos peligrosos.

- **Etapas de construcción y operación.**

Ruido. El proveniente de los vehículos de acarreo de material de construcción y los vehículos para mover el material, equipos y el personal.

Emisiones a la atmósfera. Polvo por el manejo de materiales de construcción y gases de los motores de combustión interna de los vehículos de acarreo de materiales.

Residuos sólidos Urbanos. Para la separación se colocarán tambos con tapa, con identificación a través de colores y señalamientos escritos para cada tipo de desecho en el lugar donde se generan, se elaborará e implantará un programa y se capacitará al personal para su clasificación, control y disposición final, teniendo como primeras opciones la venta, reciclaje y reúso. Cuando no sea posible su aplicación se depositará en el relleno sanitario de la unidad minera.

Desechos recuperados de letrinas portátiles. Los desechos de la limpieza serán transportados y depositados por una empresa contratista en las plantas tratadoras con las que cuenta la mina.

Residuos peligrosos. La generación de estos residuos, será registrada en bitácoras que serán llenadas por los responsables de las áreas, en ellas se indicará la fecha de generación, el tipo de residuo y la cantidad del mismo. El almacenamiento en el sitio de generación se realizará en tambos provistos de etiquetas con el tipo de residuo y sus características de peligrosidad, se mantendrán cerrados y su almacenamiento en el sitio será sobre una charola con una rejilla para contener derrames accidentales mientras son transportados al almacén temporal.

Los residuos peligrosos se depositarán en el almacén temporal con el que cuenta la unidad minera, el cual cumplirá con lo establecido en el Reglamento de la LGPGIR, siendo el control a través del registro en la bitácora de entradas y salidas del propio almacén.

La recolección, el transporte y disposición final, se hará a través de empresas debidamente autorizadas por la SEMARNAT y la SCT y con destino a empresas que igualmente tengan vigente la autorización para tratamiento o confinamiento de ese tipo de residuos.

- **Etapas de operación.**

Ruido. En esta etapa se generará ruido en la fase de operación debido principalmente al transporte o acarreo de material estéril, el ruido dependerá de la configuración que se le dé a las máquinas, el nivel de presión de ruido de un grupo electrógeno completo a un metro es de 111 Db. (Norma Oficial Mexicana **NOM-011-STPS-2001**, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido).

Para determinar el impacto por ruido debido a las operaciones del Proyecto la Promovente realizará estudios semestrales para determinar la situación actual en la materia y determinar lo conducente, es posible que sea necesario que el personal que ahí labore tenga que utilizar protección auditiva.

Emisiones a la atmósfera. Estas emisiones serán disminuidas por medio de la implementación del programa de mantenimiento preventivo a todos los equipos de combustión, las emisiones serán monitoreadas periódicamente por personal capacitado.

Residuos peligrosos.

Acumuladores inservibles: Los acumuladores inservibles, se manejarán en áreas con piso de concreto y serán regresadas a los proveedores para su reconstrucción y/o disposición final.

Aceites usados, sólidos contaminados con hidrocarburos y envases vacíos: En el proceso en general, se generarán sólidos impregnados con hidrocarburos, grasas usadas, aceites usados, y envases vacíos de sustancias químicas peligrosas, resultantes de las operaciones normales de mantenimiento a la maquinaria y equipo de producción.

La generación de estos residuos, será registrada en bitácoras que serán llenadas por los responsables de las áreas, en ellas se indicará la fecha de generación, el tipo de residuo y la cantidad del mismo. El almacenamiento en el sitio de generación se realizará en tambos provistos de etiquetas con el tipo de residuo y sus características de peligrosidad, se mantendrán cerrados y su almacenamiento en el sitio será sobre una charola con una rejilla para contener derrames accidentales mientras son transportados al almacén temporal.

II.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.

En cumplimiento a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, se cuenta con un programa de manejo de residuos peligrosos autorizado por SEMARNAT, el cual contempla todos los residuos a generarse en el proyecto minero La India.

Se mantendrá una política de minimización de residuos peligrosos, fomentando la sustitución de productos que generen residuos que no se pueden reciclar o reutilizar y que tengan que enviarse a confinamientos externos.

Entre las primeras acciones a realizar estará la caracterización de cada uno de los residuos para definir las prácticas de manejo, reúso o disposición final. De resultar aplicable, se dará cumplimiento a la NOM-157-SEMARNAT-2009 que establece los lineamientos para la elaboración de planes de manejo de residuos mineros en materia de residuos mineros.

Se implementará un programa para minimizar los empaques y embalajes, haciendo énfasis en aquéllos que se constituyen como residuos peligrosos. Los residuos peligrosos se irán depositando en contenedores tapados y debidamente etiquetados y serán almacenados temporalmente en el almacén de residuos peligrosos con el que cuenta la unidad minera hasta su reúso o envío a disposición final a sitios autorizados.

Para los residuos no peligrosos se cuenta un programa de recolección y disposición periódica, instalando recipientes adecuados para la basura en todas las áreas de trabajo. La disposición final de estos residuos se realiza en el relleno sanitario del proyecto minero La India, el cual se encuentra apegado a la NOM-083-SEMARNAT-2003 previo proyecto y autorización de la obra.

II.2.9 Otras fuentes de daños

Contaminación por ruido y/o vibraciones:

Las principales fuentes de ruido y vibraciones serán: las voladuras, los equipos de barrenación y el movimiento de maquinaria.

Contaminación térmica, radiactiva y luminosa:

En el proyecto no existirán fuentes de contaminación térmica, ni de contaminación radioactiva.

Situaciones de riesgo ambiental:

Dado el tipo de industria extractiva, con el manejo de altos volúmenes de materiales, el tamaño y cantidad de la maquinaria de la mina, demandas de combustibles y sustancias, se implementarán procesos de trabajo eficiente y acciones de manejo seguro que eliminen la posibilidad de incurrir en riesgos de operación, afectación al ambiente y a los trabajadores de la mina.

Con los procedimientos se eliminará la posibilidad de:

- Daños en las instalaciones y equipos, como tuberías y pilas de contención, que puedan provocar derrames o desbordamientos de soluciones de proceso
- Derrames de sustancias químicas o combustible durante el transporte o maniobras de carga y descarga
- Liberación de HCN en las instalaciones de proceso por descontrol del pH en las soluciones cianuradas.
- Incendio o explosión dentro de las instalaciones mineras

- Deslizamiento de terrenos por inestabilidad de pendientes que pongan en riesgo la vida de las personas y la seguridad de las instalaciones mineras.
- Inundación severa por lluvias extrema



CAPÍTULO III

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



Índice de contenido

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO.....	1
III.1 Planes y programas de ordenamiento ecológico del territorio.....	1
III.2 Planes o programas de desarrollo urbano municipal, estatal y nacional.....	7
III.3 Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica.....	10
III.4 Normas oficiales mexicanas.....	10
III.5 Decretos y programas de manejo de Áreas Naturales Protegidas.....	14

Índice de Tablas

Tabla III. 1 Áreas destinadas y acciones de recuperación y restablecimiento.....	10
Tabla III. 2 Normas Oficiales Mexicanas - SEMARNAT aplicables	11
Tabla III. 3 Normas Oficiales Mexicanas - STPS aplicables	13
Tabla III. 4 Áreas Naturales protegidas de Competencia Federal	14

Índice de Figuras

Figura III. 1 Ordenamientos Ecológicos decretados hasta junio del 2015	2
Figura III. 2 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB)	3
Figura III. 3 Ubicación de Áreas Naturales Protegidas respecto al Proyecto.....	15
Figura III. 4 Ubicación de los sitios RAMSAR respecto al proyecto	16
Figura III. 5 Ubicación de áreas de importancia ecológica - Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)	17
Figura III. 6 Ubicación de áreas de importancia ecológica - Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) respecto al proyecto.....	19
Figura III. 7 Ubicación de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves respecto al proyecto.....	20

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

En el presente apartado se establecen los instrumentos jurídicos aplicables que nos permiten determinar, la viabilidad del mismo, en tanto que describen aquellos elementos que la autoridades correspondientes establecen para fortalecer la actividad propuesta en el presente proyecto, así como la legislación aplicable, al que el proyecto del exploración deberá sujetarse.

III.1 Planes y programas de ordenamiento ecológico del territorio.

Para orientar las actividades productivas hacia la sustentabilidad ambiental, es necesario coordinar las acciones entre los tres órdenes de gobierno, de modo que se identifiquen la aptitud y el potencial productivo de las distintas regiones que componen el territorio nacional.

El ordenamiento ecológico es una herramienta diseñada para caracterizar y diagnosticar el estado del territorio y sus recursos naturales, plantear escenarios futuros y, a partir de esto, proponer formas para utilizarlos de manera racional y diversificada, con el consenso de la población.

El ordenamiento ecológico del territorio se define jurídicamente como el instrumento de política ambiental cuya finalidad es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de utilización de los recursos naturales, para lograr la protección del medioambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de dichos recursos.

De acuerdo al listado publicado en la página de la SEMARNAT <http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamiento-ecologico/ordenamientos-ecologicos-expedidos>, no se encuentra vigente ningún programa de ordenamiento ecológico regional, local o marino. El ordenamiento más cercano se localiza en el municipio de Rosario al sur del proyecto, a una distancia de 127 km lineales aproximadamente, denominado “Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de Rosario” decretado en el año 2007 y siendo este del orden local.

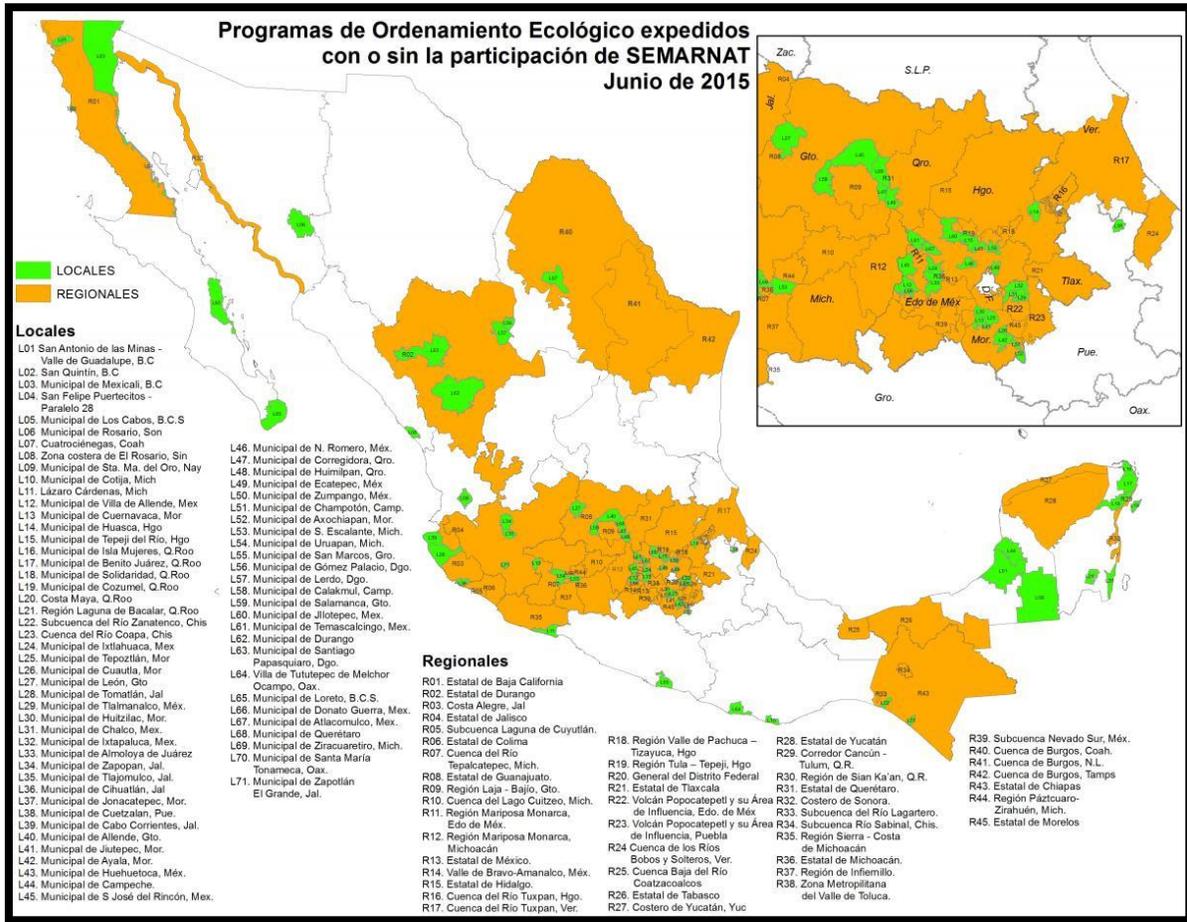


Figura III. 1 Ordenamientos Ecológicos decretados hasta junio del 2015

Ordenamiento ecológico general del territorio (OEGT). Con el ordenamiento ecológico general del territorio (OEGT) se pretende dar coherencia a las políticas de la Administración Pública Federal (APF); esto se logra mediante un esquema concertado de planificación transversal e integral del territorio nacional que identifica las áreas con mayor aptitud para la realización de las acciones y programas de los diferentes sectores, así como las áreas de atención prioritaria. Esto hará posible minimizar los conflictos ambientales derivados del uso de los recursos naturales.

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 28 de septiembre de 2010), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

Regionalización ecológica.

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas **Unidades Ambientales Biofísicas (UAB)**, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

El área del proyecto se encuentra dentro UGA 10 denominada Sierras y Cañadas del Norte, tal y como se muestra a continuación y la descripción de la misma se efectuará en párrafos posteriores.

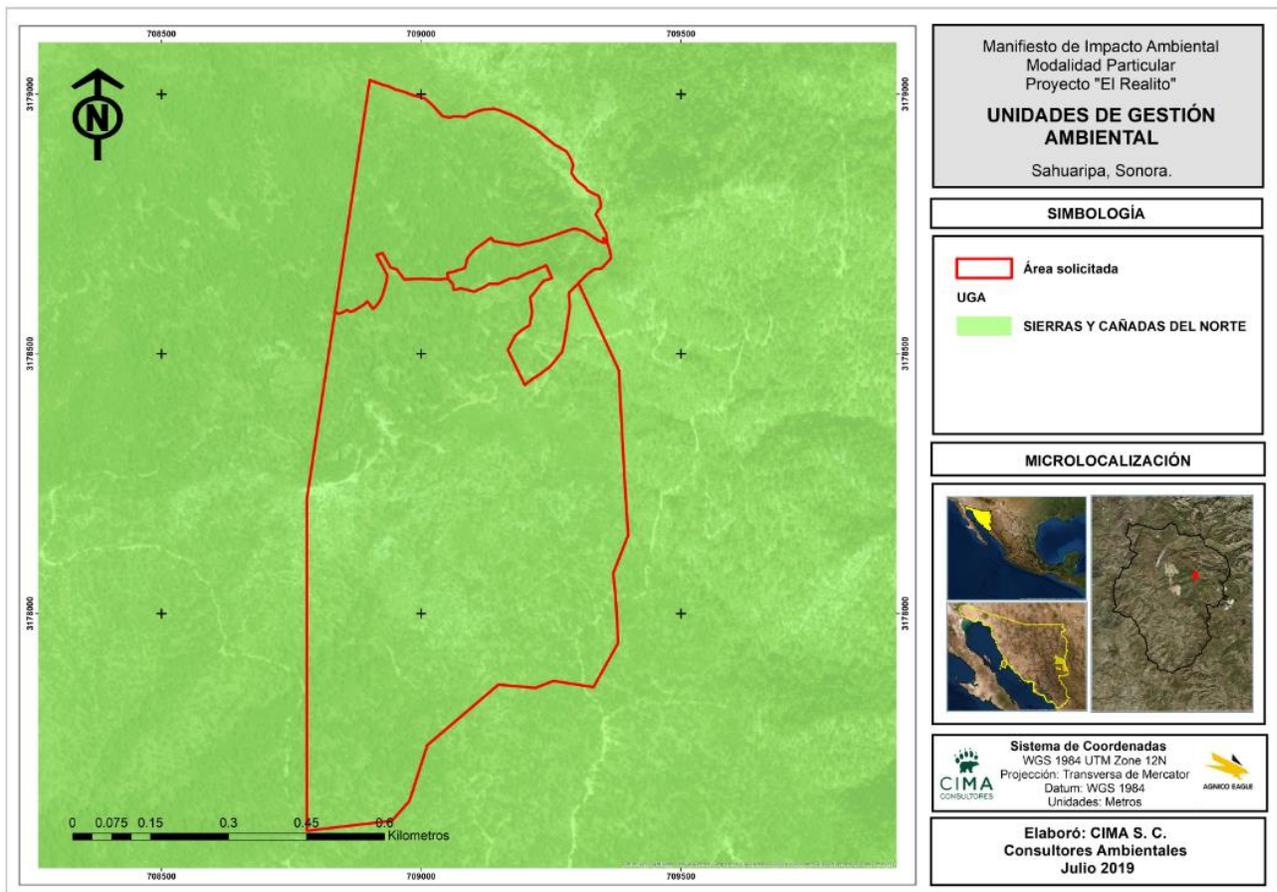


Figura III. 2 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB)

Descripción de la UAB 10

- **Ubicación:** Sierras y Cañadas del Norte
- **Localización:** Franja de norte a sur, en el este del estado de Sonora, franja de norte a sur en la parte oeste del estado de Chihuahua y una pequeña parte en el noreste del estado de Sinaloa.
- **Superficie en km²:** 37,730.43
- **Población por UGA:** 29,793
- **Población indígena:** Tarahumara
- **Estado actual del medio ambiente (2008):** Con un pronóstico para el año del 2033 de medianamente estable a inestable.

Estado actual del medio ambiente (2008).

Estabilidad	Estable	Porcentaje de Zona Funcional	Alta: 65.1
Conflicto sectorial	Nulo	Marginación social	Baja
Superficie de ANP's	Baja	Índice medio de educación	Alto
Degradación de los suelos	Muy baja o nula	Índice medio de salud	Bajo
Degradación de la vegetación	Baja	Hacinamiento en la vivienda	Bajo
Degradación por desertificación	Baja	Indicador de consolidación de la vivienda	Muy bajo
La modificación antropogénica	Muy baja	Indicador de capitalización industrial	Medio
Longitud de Carreteras (km)	Baja	Porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal	Medio
Porcentaje de Zonas Urbanas	Sin información	Porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios	Alto
Porcentaje de Cuerpos de agua	Muy baja	Actividad agrícola	Con fines comerciales
Densidad de población (hab/km²)	Muy baja	Importancia de la actividad minera	Alta
El uso de suelo forestal	Con disponibilidad de agua superficial	Importancia de la actividad ganadera	Media

- **Política Ambiental:** Aprovechamiento sustentable y protección
- **Prioridad de Atención:** Muy baja

Situación actual de la UGA 10

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
10	Forestal	Preservación de Flora y Fauna	Minería - Poblacional	Ganadería - Industria	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 33, 34, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

Estrategias UGA 10

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	1. Conservación <i>in situ</i> 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	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 10. Reglamentar, para su protección el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. 12. Protección de los ecosistemas.
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).
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
E) Desarrollo Social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	42. Asegurara 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.

Estrategias UGA 90 – Vinculación al proyecto

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	<p>1. Se realizarán diversas obras de conservación y restauración dentro de la CHF, con la finalidad de conservar el ecosistema y su biodiversidad. Dentro del complejo minero se tiene en operación un vivero con especies de la región.</p> <p>2. Dentro de la CHF existen especies de que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como en el CITES, a las cuales se les realizan programas especiales de reubicación u otros para el caso de que se encuentren dentro de las áreas a desmontar.</p> <p>3. La empresa promovente ha realizado diversos estudios como: estudios de monitoreo de fauna silvestre, incluso se han implementado acciones con la finalidad de mantener esas comunidades y para eso han creado bebederos, comederos, áreas de anidación de aves entre otras, además la unidad minera ha contribuido a la comunidad científica al realizar un libro botánico "Flora Nativa de la Región Minera La India" el cual contiene especies que se presentan en la región.</p>
B) Aprovechamiento sustentable	<p>4. La unidad minera solo realiza aprovechamiento de los materiales metálicos, en ningún caso de las especies vegetales o animales. Las actividades que se realizarán serán en la superficie mínima y autorizada para el desarrollo de las actividades previendo afectaciones innecesarias, además realizar obras en pro de la conservación de la biodiversidad y con esto incrementar mejorar la condición ecosistémica.</p> <p>5. Dentro del sistema ambiental, existen pocas áreas de agrícolas debido a su topografía y relieve quebrado del terreno, lo cual no permite que se acentúen de manera práctica y extensiva. En el caso de las actividades pecuarias estas se encuentran delimitadas de las áreas como tajos y vaciadero, entre otras áreas con la finalidad de que el ganado no dañe las instalaciones, personal o al mismo, por lo que este componente no se verá afectado.</p> <p>6. No aplica este concepto, debido a que en las áreas de interés no existen zonas agrícolas. El uso principal de la región es el forestal.</p> <p>7. Las actividades a realizar no aprovecharan los recursos forestales, sin embargo, es inevitable generar una disminución en la cobertura vegetal ya que son necesarias para llevar a cabo las futuras actividades. Para ello se pretende someter a la autoridad competente en este caso la SEMARNAT a solicitud del estudio de cambio de uso de suelo, donde se emitirá la resolución que así se amerite.</p> <p>8. En la identificación de los impactos se describen aquellos que se verán afectados y a los que se les dará un énfasis especial en reducir, mitigar, atenuar o en su caso eliminar los impactos adversos.</p>
C) Protección de los recursos naturales	<p>12. Se llevan a cabo obras de conservación y restauración de suelo, agua y vegetación como gaviones, presas filtrantes de piedra acomodada, reforestaciones, por citar algunas, que invariablemente son fundamentales para la mejora del hábitat. Si a todo ello le sumamos los mantenimientos preventivos y correctivos a las máquinas donde se reduce o eliminan el derrame de hidrocarburos, emisiones a la atmósfera, la dispersión de polvos al regar los caminos etc.</p> <p>13. Desde hace tiempo la unidad minera ha empleado el compostaje natural u orgánico para fertilizar los suelos, además de emplearlos en viveros de la empresa usando como materia prima los desechos de los comederos, estiércol de localidades donde se tiene ganado, esto con el fin de evitar al máximo el uso de agroquímicos.</p>
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	<p>15. Se aplicarán los productos generados por el Servicio Geológico Mexicano, dirigido al sector económico, social y ambiental.</p> <p>15 bis. La unidad minera "La India" se apega completamente a la normatividad vigente, inclusive sigue estándares internacionales para un mejor manejo en las actividades, lo que llevará a que la empresa obtenga el material de interés de manera sustentable siguiendo las mejores metodologías para reducir sus impactos y mejorar la superficie de la CHF. 21. Dentro del área CUS y la CHF, no se localizan centros turísticos como lo pudiera ser un área natural protegida, lagos, parques extremos etc. Sin embargo, la generación de empleos da la posibilidad de conocer áreas cercanas de interés turístico.</p> <p>22. Apoyar la política turística de manera tal que tenga un efecto benéfico, siempre y cuando así lo solicite o soliciten las dependencias encargadas de llevar a cabo estas actividades.</p> <p>23. Al generar empleos se da la oportunidad de que propietarios de áreas de interés turístico puedan invertir en acondicionar lugares de interés y que estos puedan ser vendidos como un atractivo a visitar, ya que la misma sierra provee un gran atractivo turístico.</p>
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	

<p>E) Desarrollo Social</p>	<p>34. No cabe duda que la región es la más beneficiada, ya que se brinda la oportunidad de generación de empleos bien remunerados, lo que a su vez se da la oportunidad en invertir en la creación de negocios propios activando la economía local que a su vez incentiva a demás pobladores a brindar más servicios de apoyo reduciendo la pobreza al generar empleos.</p> <p>35. En el caso de contingencias naturales que afecten a las sociedades, se brindará apoyo a las comunidades o áreas más afectadas en coordinación con las autoridades competentes como protección civil.</p> <p>36. Los empleados reciben instrucciones de alimentación saludable en los comedores que al concientizarse ellos mismos son los que imponen una dieta saludable hacia sus familias, creando un “efecto dominó” de mejores prácticas alimentarias. Por otro lado, el llevar gente capacitada respecto a las actividades productivas apoyará a las poblaciones de mayor pobreza al indicar como realizar huertos de traspatio, siembras, compostaje etc. y con ello generar o ir hacia una familia autosustentable.</p> <p>37. Existen actividades donde las comunidades apoyan, sobre todo aquellas actividades de conservación del suelo y agua, además de integrarse en las brigadas de reforestación. Algunas suelen ser temporales y otras de largo plazo con el fin de apoyar a los grupos vulnerables.</p> <p>38. Talleres, cursos, capacitaciones fomentan el desarrollo de las capacidades básicas y semi especializadas de las poblaciones, el llevar a cabo estas actividades generará mejores oportunidades de obtener un trabajo bien remunerado o en su caso llevar una mejor calidad de vida al adquirir diversos conocimientos.</p> <p>40. Si bien los adultos mayores disminuyen su capacidad productiva, existen oportunidades laborales que pueden ser ejecutadas por ellos, sobre todo aquellas labores temporales (obras de conservación, restauración, reforestación, labores de compostaje, limpieza, etc.) reintegrándolos al sector laboral y a su vez teniendo una mejor calidad de vida.</p> <p>41. Deberá llevar la información de las personas que se encuentren en situación de vulnerabilidad con el fin de que las instancias de protección social generen sus propuestas de 1. Diagnóstico 2. Planeación 3. Diseño de instrumentos 4. Financiamiento 5. Ejecución 6. Evaluación 7. Planeación a fin de satisfacer las necesidades de estos grupos con marginación.</p>
<p>Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</p>	
<p>A) Marco Jurídico</p>	<p>42. La unidad minera no puede realizar actividades sin previo consentimiento de los propietarios de las tierras, respetando completamente los derechos de la propiedad, con el fin de tener una buena relación entre la empresa y los propietarios.</p>
<p>B) Planeación del Ordenamiento Territorial</p>	<p>43. Dar aviso de los programas que los diferentes niveles de gobierno proponen (municipal, estatal y federal), así como organizaciones privadas a favor de apoyar o ejecutar programas productivos para que puedan obtener sus recursos y generar aquel proyecto de interés.</p> <p>44. Las actividades que se realicen deberán de tener previo consentimiento para realizarlas según le aplique el caso, respetando las instancias de los 3 órdenes de gobierno u otros que rigen los ordenamientos territoriales.</p>

III.2 Planes o programas de desarrollo urbano municipal, estatal y nacional.

- **Programa Nacional de Desarrollo 2018-2024**

El gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. El hacer caso omiso de este paradigma no sólo conduce a la gestación de desequilibrios de toda suerte en el corto plazo, sino que conlleva una severa violación a los derechos de quienes no han nacido. Por ello, el Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno.

- **Plan Estatal de Desarrollo de Sonora 2016-2021**

En nuestra entidad, el marco normativo establece la responsabilidad que tiene el Estado de crear las condiciones para mejorar la calidad de vida de sus habitantes; para tal efecto, cuenta con los instrumentos de política social y económica para lograrlo. Las particularidades de estos instrumentos se definieron mediante un proceso democrático de planeación que dio como resultado un Plan Estatal de Desarrollo (PED) incluyente, equitativo y eficaz. Es decir, un PED que recoge todas las demandas de los distintos sectores que conforman la sociedad, que tiene respuestas claras sobre los insumos que se requieren y cómo se van a utilizar, y por supuesto, objetivos concretos que se pretenden alcanzar.

RETO 1. CONSOLIDAR EL SISTEMA DE PLANEACIÓN ESTATAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DEL DESARROLLO URBANO.

ESTRATEGIA 1.2. Propiciar un uso más eficiente del suelo, basado en sus características y potencialidades.

Líneas de Acción.

- 1.2.1. Fortalecer la formación institucional en programas, leyes y normas que apliquen para un mejor desarrollo urbano y ordenamiento territorial.
- 1.2.2. Propiciar la participación de las instituciones de investigación en la observancia de los procesos de ocupación y usos del territorio para evaluar políticas y proponer programas de mejoramiento territorial.
- 1.2.3. Conciliar entre Federación, Estado y municipio la aplicación de la normatividad en función del bienestar de la población con una visión de largo plazo en el uso responsable del suelo.
- 1.2.4. Diseñar e implementar instrumentos que promuevan el uso y explotación responsable de los recursos naturales y aprovechamiento de fuentes alternativas de energía para mejorar el funcionamiento de las ciudades.
- 1.2.5. Diseñar e implementar instrumentos de monitoreo y control para la gestión del ordenamiento territorial y desarrollo urbano.
- 1.2.6. Instrumentar con los Ayuntamientos los diversos mecanismos para la gestión del ordenamiento territorial y desarrollo urbano, homologando los reglamentos de construcción y la conformación y capacitación del equipo técnico que aplicará la normatividad.

ESTRATEGIA 1.3 Generar bienestar social y competitividad económica congruente con la vocación de las localidades urbanas y rurales, respetando el medio ambiente.

Líneas de Acción.

- 1.3.1. Consolidar los centros urbanos, según su vocación, controlando sus expansiones urbanas a través de instrumentos reguladores actualizados.
- 1.3.2. Fomentar la urbanización de los asentamientos rurales a fin de mejorar la calidad de vida de su población y promover su desarrollo.
- 1.3.3. Asegurar que la infraestructura y equipamiento se distribuyan adecuadamente en localidades urbanas y rurales, propiciando una mayor competitividad.
- 1.3.4. Promover proyectos estratégicos sustentables, sostenibles con participación de capital público y privado.

RETO 4. CONSOLIDAR EL LIDERAZGO DEL SECTOR MINERO DEL ESTADO DE SONORA.

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

Líneas de Acción.

- ✓ 4.1.1 Participar en eventos promocionales, nacionales e internacionales, para captar el interés de las empresas de invertir en proyectos mineros con buenas prácticas.
- ✓ 4.1.2 Promover la diversificación en la exploración y aprovechamiento de minerales, con énfasis en los de interés industrial.
- ✓ 4.1.3 Apoyar actividades de exploración para la identificación de yacimientos de litio, tierras raras y minerales no metálicos.
- ✓ 4.1.4 Establecer cadenas productivas.
- ✓ 4.1.5 Fortalecer de las actividades del clúster minero e incentivar el desarrollo de proveeduría.

El proyecto minero La India se vincula con el Plan de Estatal de Desarrollo de Sonora.

- **Plan Municipal de Desarrollo de Sahuaripa 2015-2018**

Se hace referencia al presente plan de la localidad de Sahuaripa, Sonora (2015-2018); ya que no se cuenta con una actualización a la fecha del plan de desarrollo municipal 2019-2021.

DIRECTRIZ 3 Desarrollo Urbano y Crecimiento Municipal.

LINEA DE TRABAJO 12. Fomento a la Inversión y el Empleo.

OBJETIVO. Convertir al municipio en un destino para el establecimiento de inversiones productivas y la generación de empleos.

Plan de Acción.

- ✓ Fomentar el establecimiento y desarrollo de centros especializados de atención empresarial enfocados a informar, asesorar y facilitar la instalación de nuevas inversiones en el municipio.
- ✓ Generar en coordinación con la iniciativa privada y las universidades, esquemas de vinculación para jóvenes egresados.
- ✓ Fomentar la inclusión laboral de grupos vulnerables a los esquemas de trabajo formal.
- ✓ Impulsar al municipio como sede de encuentros, convenciones y reuniones de índole económica.
- ✓ Fomentar e impulsar la organización de misiones comerciales y esquemas similares, para establecer relaciones de intercambios con otros países.
- ✓ Coordinar actividades con los diferentes niveles de gobierno para promover la inversión y generación de empleos.
- ✓ Impulsar el establecimiento de esquemas de comercialización acorde a las necesidades del municipio.
- ✓ Facilitar el acceso por parte de las empresas a esquemas de financiamiento.
- ✓ Impulsar la cultura de administración y aprovechamiento de la información estadística y geográfica, que fortalezca los procesos de análisis y toma de decisiones para la atracción de inversión y el desarrollo de la actividad empresarial.
- ✓ Propiciar la formación de emprendedores, así como de Micro y Pequeñas Empresas, a través de acciones de asesoría, acompañamiento y capacitación.
- ✓ Impulsar estrategias de fomento para el establecimiento, ampliación y desarrollo de Micro y Pequeñas Empresas.
- ✓ Fomentar estrategias y acciones en coordinación con los distintos sectores de la sociedad para el acceso de las Mi Pymes a diversos financiamientos.
- ✓ Coadyuvar con instancias públicas y privadas en la capacitación y adiestramiento al capital humano emprendedor.
- ✓ Promover el diseño y aplicación de estrategias y mecanismos para el establecimiento y desarrollo de las Micro y Pequeñas Empresas.

- ✓ Fomentar la creación de maquilas en casa para fomentar el autoempleo (maquilas blancos y calzado)

LINEA DE TRABAJO 15. Ordenamiento territorial y desarrollo urbano con perspectiva para un mayor bienestar.

OBJETIVO. Generar el ordenamiento urbano y territorial sustentable del municipio.

Plan de Acción.

- ✓ Elaborar proyectos de ordenamiento territorial y de equipamiento que equilibren las desigualdades en el municipio.
- ✓ Diseñar y ejecutar acciones para lograr un municipio con una imagen que ponga de manifiesto su riqueza patrimonial urbana y natural.
- ✓ Fomentar proyectos urbanos de vivienda con densidades acordes a las nuevas necesidades de la población y las nuevas disposiciones federales.
- ✓ Promover la rezonificación habitacional para el mejor aprovechamiento de la infraestructura y el equipamiento urbano existente.
- ✓ Fomentar y ejecutar proyectos de inversión para el municipio que contemplen la participación de los municipios conurbados, los gobiernos estatal y federal.
- ✓ Elaborar un proyecto urbano estratégico de reservas territoriales y acciones sustentables.
- ✓ Construir instancias de participación, deliberación y consulta urbanística para la planeación, inversión y desarrollo territorial del municipio.
- ✓ Crear y participar en redes de colaboración e intercambio de experiencias urbanas y de ordenamiento territorial con ciudades consolidadas a nivel nacional.
- ✓ Elaborar un programa de ordenamiento ecológico del Municipio.
- ✓ Elaborar un Programa Sectorial de Vivienda atendiendo preferentemente las zonas de riesgo y vulnerabilidad.

El proyecto minero La India se vincula con el Plan de Municipal de Desarrollo de Sahuaripa.

III.3 Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica

Dentro de las áreas destinadas al proyecto no se tienen contempladas zonas de restauración ecológica, sin embargo, la promovente realizara las siguientes labores:

Tabla III. 1 Áreas destinadas y acciones de recuperación y restablecimiento

Superficie	Acciones de recuperación y restablecimiento
Áreas destinadas a impactar	Estas áreas serán recuperadas, volviendo a su estado original una vez finalizada la etapa de operación y se comiencen las labores de restablecimiento del sitio, donde se realizaran actividades de reforestación
Áreas destinadas a la protección de flora y fauna	En estas áreas se respetara la superficie destinada para el rescate y reubicación de flora y fauna

III.4 Normas oficiales mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son las regulaciones técnicas que contienen la información, requisitos, especificaciones, procedimientos y metodología que permiten a las distintas dependencias gubernamentales establecer parámetros evaluables para evitar riesgos a la población, a los animales y al medio ambiente.

Las Normas Oficiales Mexicanas de la SEMARNAT que se relacionan con el desarrollo del proyecto se enlistan a continuación:

Tabla III. 2 Normas Oficiales Mexicanas - SEMARNAT aplicables

Norma Oficial Mexicana	Descripción	Vinculación
En materia de emisiones de fuentes móviles		
NOM-041-SEMARNAT-2015	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible	A todo vehículo automotor que use gasolina como combustible se someterá a revisión para conocer si se encuentra dentro de los parámetros marcados por dicha norma, en caso contrario se tomarán las medidas necesarias para mantenerlo dentro de los límites permisibles. Para garantizar que estos no lleguen a los límites máximos permisibles se le darán servicio preventivo y correctivo a todos los vehículos para evitar que estén trabajando fuera de norma.
NOM-042-SEMARNAT-2003	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos	Los vehículos automotores nuevos y usados que no excedan los 3857 kg que usen gasolina como combustible se someterán sus servicios periódicos y se revisarán conocer si se encuentran dentro de los parámetros marcados por dicha norma, en caso contrario se tomarán las medidas necesarias para mantenerlos dentro de los límites permisibles
NOM-044-SEMARNAT-1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos.	Los vehículos a base de diésel, serán revisados conforme a la presente NOM, con la finalidad de conocer los contaminantes como óxidos de nitrógeno, PST, opacidad entre otras con la finalidad de mantener dichos agentes dentro del rango permitido. En caso que estén fuera se tomarán las medidas pertinentes.
NOM-045-SEMARNAT-1996.	Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible	La opacidad de humo será medida con la finalidad de mantener los agentes contaminantes dentro del rango permitido. En caso que estén fuera, se tomarán las medidas pertinentes.
NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	Se toman bajo consideración especial a las especies de flora y fauna que se encuentren sujetas a la presente norma, donde aplican programas de manejo de flora y fauna para mantenerlas distribuidas dentro del ecosistema. En el supuesto de encontrar especies dentro de la NOM, se tomarán las medidas necesarias para salvaguardar a los individuos como reubicación. Incluso al momento se pretende reproducir individuos (flora) que se encuentren en la norma y así disminuir el impacto hacia estas especies en alguna categoría de riesgo reforestándolas. Se hacen recomendaciones en relación a especies de fauna silvestre amenazadas,

		para en caso de encontrarse en algún espacio de operación se tomen las medidas necesarias, como es ahuyentamiento o reubicación, en caso necesario y así procurar su conservación.
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Se medirán los vehículos conforme al plan manejado por la empresa y solo en aquellos donde se perciba un incremento se adelantará su verificación para con ello tomar las medidas necesarias para disminuir sus niveles sonoros emitidos de los escapes.
NOM-035-SEMARNAT-1993 1993	Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición.	Se realizan muestreos para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Todo residuo será clasificado al momento de generarse y almacenado de manera correcta. El contenedor cuenta con la leyenda de identificación según sea el contenido indicando su peligrosidad y manejo
NOM-053-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Se seguirán las especificaciones de dicha norma con la finalidad de determinar los constituyentes que hacen a un residuo tóxico.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.	Se tienen los estudios necesarios para conocer la incompatibilidad entre 2 o más residuos clasificados como peligrosos en los almacenes ya construidos en áreas adyacentes, en caso de encontrarse serán separados con el fin de evitar una reacción adversa
NOM-157-SEMARNAT-2009	Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros	Se llevan a cabo planes de manejo para los residuos mineros, con el fin de minimizar, reducir, atenuar o eliminar los peligros que estos presentan, este ya fue presentado a la SEMARNAT. Con la ejecución del proyecto podrá ser actualizado
NOM-161-SEMARNAT-2011	Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo	Los planes de manejo están diseñados para incluir solo aquellos que cumplen los criterios de selección para ser catalogados como residuos de manejo especial y su posterior manejo.

El proyecto se vincula adecuadamente con la normatividad de la SEMARNAT, e inclusive con otras Secretarías realizadas en conjunto.

Las Normas Oficiales Mexicanas de la STPS (Secretaría del Trabajo y Prevención Social) que se relacionan con el desarrollo del proyecto se enlistan a continuación:

Tabla III. 3 Normas Oficiales Mexicanas - STPS aplicables

Norma Oficial Mexicana	Descripción	Vinculación
Normas de seguridad		
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.	Se establecerán los requerimientos para la prevención y protección contra incendios en el centro de trabajo.
NOM-004-STPS-1999	Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo	Se manejarán las condiciones de seguridad y los sistemas de protección y dispositivos para prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de trabajo que genere la operación y mantenimiento de la maquinaria y equipo.
NOM-005-STPS-1998	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas	La empresa se encuentra apegada a dicha norma contando con las condiciones de seguridad e higiene para el correcto manejo, transporte y almacenamiento de las sustancias químicas peligrosas.
NOM-006-STPS-2014	Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.	Se llevarán a cabo las condiciones de seguridad y salud en el trabajo que se deberán cumplir en las actividades de operación para evitar riesgos a los trabajadores y daños a las instalaciones por las actividades de manejo y almacenamiento de materiales, mediante el uso de maquinaria o de manera manual.
Normas de salud		
NOM-011-STPS-2001	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	Constituir las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido que, por sus características, niveles y tiempo de acción, sea capaz de alterar la salud de los trabajadores; los niveles máximos y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo, su correlación y la implementación de un programa de conservación de la audición.
NOM-015-STPS-2001	Condiciones térmicas elevadas o abatidas-Condiciones de seguridad e higiene.	Se fijarán las condiciones de seguridad e higiene, los niveles y tiempos máximos permisibles de exposición a condiciones térmicas extremas, que por sus características, tipo de actividades, nivel, tiempo y frecuencia de exposición, sean capaces de alterar la salud de los trabajadores.
NOM-024-STPS-2001	Vibraciones-Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.	Asentar los límites máximos permisibles de exposición y las condiciones mínimas de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen vibraciones que, por sus características y tiempo de exposición, sean capaces de alterar la salud de los trabajadores
Normas de Organización		
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo	Se pondrán los requisitos mínimos para que se seleccione, adquiera y proporcione a los empleados, el equipo de protección personal correspondiente para protegerlos de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud.
NOM-018-STPS-2000	Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo	La empresa se encuentra apegada a la presente norma estableciendo los correctos sistemas para la identificación y comunicación de los peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas dependiendo de las características de las sustancias.

NOM-019-STPS-2011	Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene.	Capacitar al personal sobre los requerimientos para la constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en el centro de trabajo.
NOM-021-STPS-1994	Requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para Integrar las estadísticas.	Decretar los requerimientos y características de informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para que las autoridades del trabajo lleven una estadística nacional de los mismos.
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías	Capacitar sobre los requerimientos en cuanto a los colores y señales de seguridad e higiene
NOM-030-STPS-2009	Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo- Funciones y actividades.	Asentar las funciones y actividades que deberán realizar los servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo para prevenir accidentes y enfermedades de trabajo.
Normas Específicas		
NOM-023-STPS-2012	Minas subterráneas y minas a cielo abierto – Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.	Fijar los requisitos mínimos de seguridad y salud en el trabajo para prevenir riesgos a los trabajadores que desarrollan actividades en las minas subterráneas y a cielo abierto.

La normatividad de la STPS se vincula y se realiza adecuadamente con las operaciones del proyecto.

III.5 Decretos y programas de manejo de Áreas Naturales Protegidas

El instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad son las **Áreas Naturales Protegidas (ANP)**. Éstas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial o través de la certificación de un área cuyos propietarios deciden dedicar a la conservación y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente**, su **Reglamento**, los programas de ordenamiento ecológico y los respectivos programas de manejo. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra actualmente 176 áreas naturales de carácter federal que representan más de 25, 617,251 hectáreas y apoya 379 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, con una superficie de poco más de 416,141 hectáreas. Estas áreas se clasifican en las siguientes categorías:

Tabla III. 4 Áreas Naturales protegidas de Competencia Federal

Áreas Naturales protegidas de Competencia Federal		
Número de ANP	Categoría	Superficie en hectáreas
41	Reservas de la Biósfera	12,751,149
66	Parques Nacionales	1,411,319
5	Monumentos Naturales	16,269
8	Áreas de Protección de Recursos Naturales	4,503,345
38	Áreas de Protección de Flora y Fauna	6,786,837
18	Santuarios	148,332
176	Total	25,617,251

Dentro del Sistema Ambiental (SA), **NO** se localiza ninguna ANP, las más cercana se encuentra en dirección al Noroeste del área del proyecto a unos 21 km siendo esta la Reserva Forestal Nacional y Zona de Refugio de la Fauna Silvestre "Tutuaca" en el estado de Chihuahua y Sonora

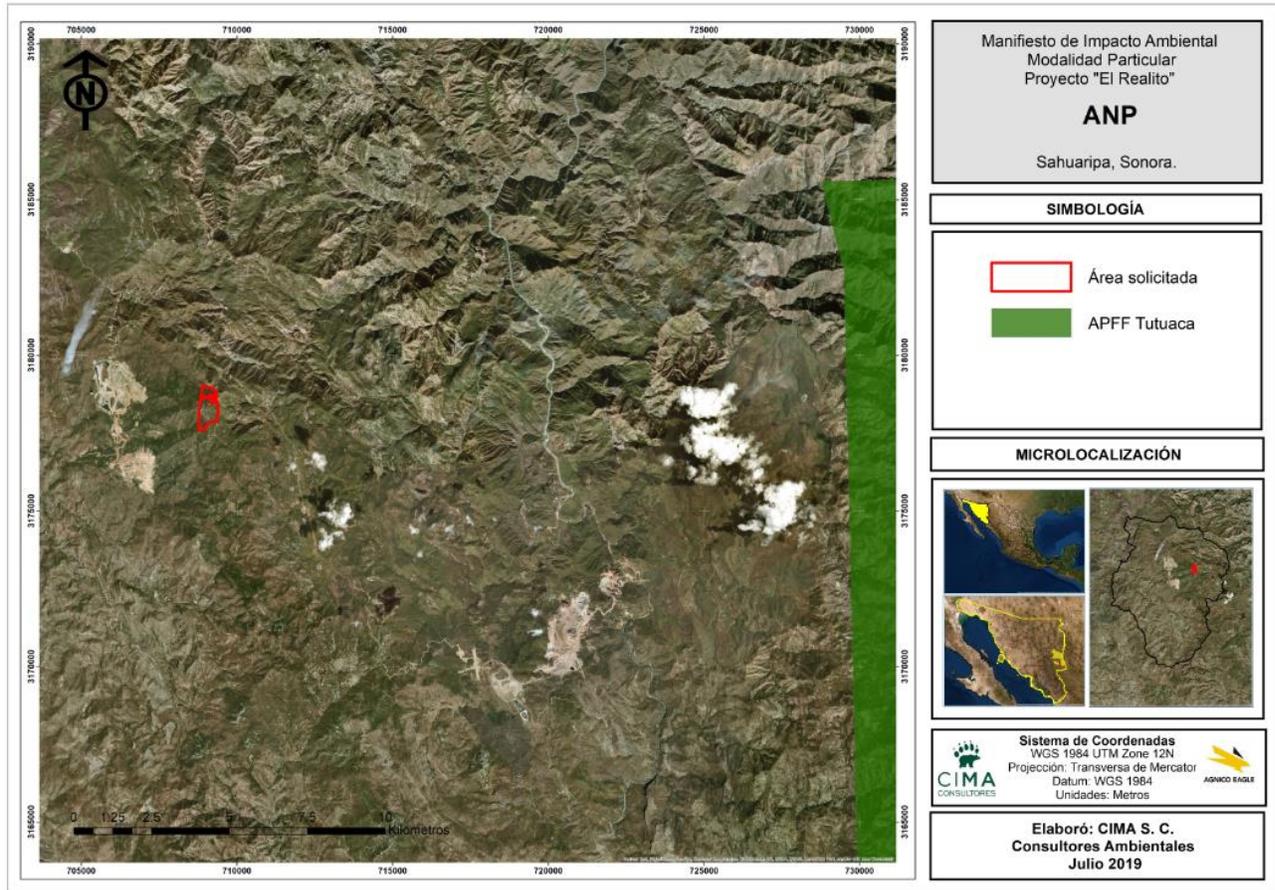


Figura III. 3 Ubicación de Áreas Naturales Protegidas respecto al Proyecto

Otros instrumentos de regionalización

Sitios Ramsar.

Los sitios RAMSAR son una convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.

Conocida también como Convenio RAMSAR, fue firmada en la ciudad de Ramsar (Irán) el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. México se adhirió a este Convenio en 1986. Instrumento que no forma parte del sistema de convenios y acuerdos sobre medio ambiente de las Naciones Unidas.

México forma parte de la Convención de Ramsar desde 1986, es actualmente la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la Dependencia del Gobierno Federal encargada de llevar a cabo la aplicación de la Convención. Actualmente nuestro país cuenta con 142 Sitios Ramsar con una superficie total de casi nueve millones de hectáreas. Estos incluyen, entre otros tipos de humedales, manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas cársticos y sitios con especies amenazadas.

En su última actualización geomática de Agosto del 2016, existen en el Estado de Sonora 14 sitios RAMSAR, considerados ya decretados. En la porción noreste se localiza el sitio RAMSAR más cercano denominado Laguna de Babicora a una distancia de 120 kilómetros en línea recta aproximadamente.

La CONABIO ha identificado regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad en áreas terrestres, marinas y acuático epicontinental con el fin orientar los esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México.

El área del Proyecto NO incide en algún sitio RAMSAR como podemos observar en la siguiente Figura:

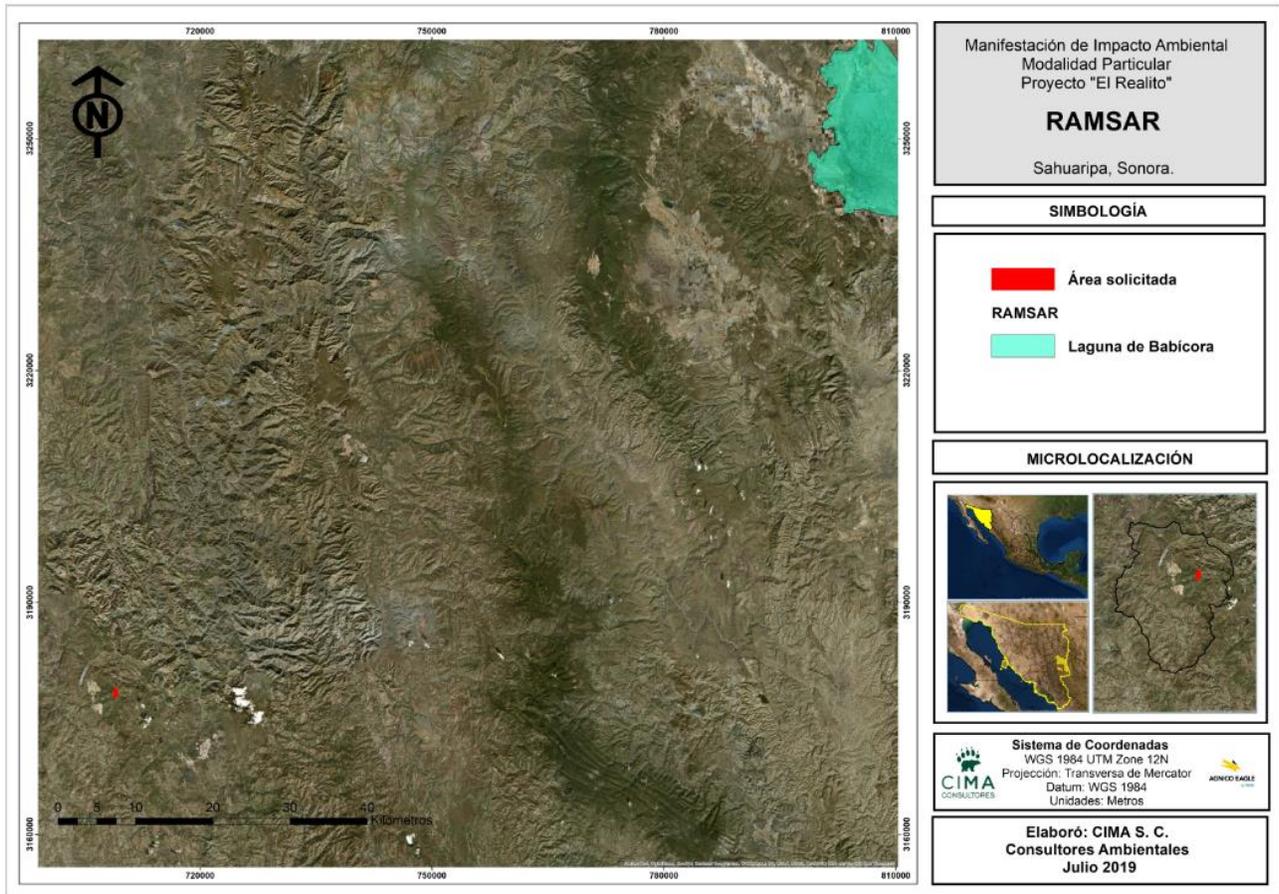


Figura III. 4 Ubicación de los sitios RAMSAR respecto al proyecto

Esta regionalización, no constituye un instrumento formal de regulación, sin embargo se incluyen en este apartado con el fin de que se cuente con más elementos de juicio para identificar su relación con el proyecto.

Regiones terrestres prioritarias (RTP).

Las RTP corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. Esto último implicó necesariamente considerar las tendencias de apropiación del espacio por parte de las actividades productivas de la sociedad a través del análisis del uso del suelo.

La acelerada pérdida y modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas requiere, con urgencia, que se fortalezcan los esfuerzos de conservación de regiones con alta biodiversidad. En este contexto, el Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad. La identificación de las regiones prioritarias son el resultado del trabajo conjunto de expertos de la comunidad científica nacional,

coordinados por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), generando un total de 152 RTP, que cubren una superficie de 515,558 km², correspondiente a más de la cuarta parte del territorio.

El proyecto **NO** se localiza dentro de ninguna RTP, la más cercana se localiza a unos 21 km en dirección suroeste del proyecto, siendo denominada Yecora – El Reparó con clave 36.

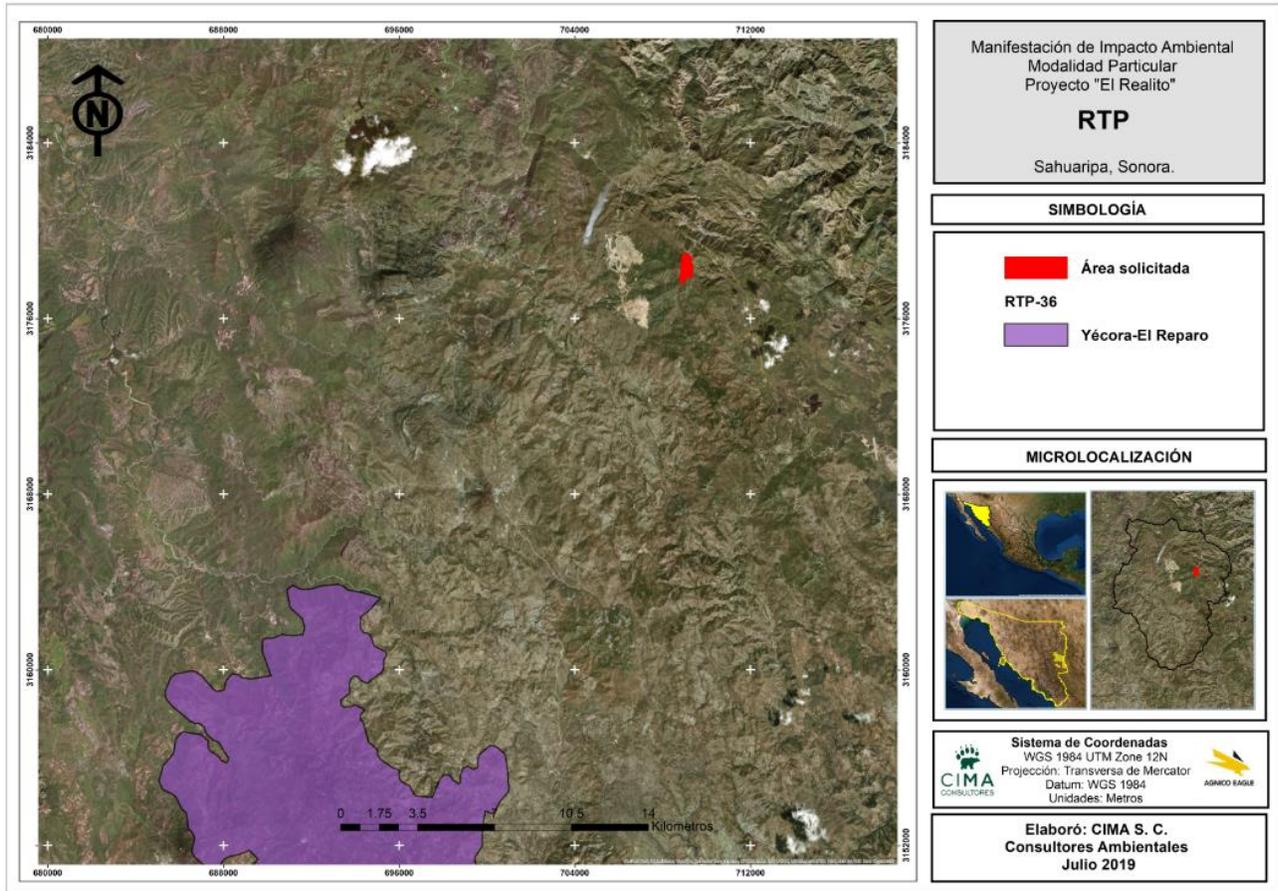


Figura III. 5 Ubicación de áreas de importancia ecológica - Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales sub cuencas 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. Este programa junto con los Programas de Regiones Marinas Prioritarias y Regiones Terrestres Prioritarias forma parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

CONABIO tiene identificadas 110 Regiones Hidrológicas Prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro

de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

El área de interés **SÍ** se encuentra dentro de la Región Prioritaria RHP-16 Río Yaqui – Cascada Basaseachic, dicha región tiene un área de 5,471,652 ha. abarcando porciones de los estados de Sonora y Chihuahua.

Actividad económica principal: forestal, agrícola, ganadera, pesquera, minera y ecoturismo.

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosque espinoso, pastizal, bosques de coníferas, de pino-encino, de tascate, mesófilo, manglares, vegetación riparia, matorral xerófilo, manchones aislados de selva baja caducifolia. Región con una alta riqueza específica. Flora característica: bosques de coníferas de *Pseudotsuga* sp., *Abies* sp., de pinos *Pinus arizonica*, *P. Ayacahuite* y mixto *Populus tremuloides*. Fauna característica: de moluscos *Acanthochitona arragonites* (parte lateral de las rocas de litoral), *Anachis vexillum* (litoral rocoso), *Coralliophila macleani*, *Doris pickensi* (litoral rocoso), *Entodesma lucasanum* (zona litoral), *Fusinus* (*Fusinus*) *ambustus* (zonas arenosas), *Leptopecten palmeri*, *Lucina* (*Callucina*) *lampra*, *Lucina lingualis*, *Nassarina* (*Steironepion*) *tincta*, *Nassarina* (*Zanassarina*) *atella*, *Terebra allyni*, *T. iola*, *Transennella humilis*, *Tripsyche* (*Eualetes*) *centiquadra* (litoral rocoso); de peces *Awaous banana*, *Campostoma ornatum*, *Catostomus plebeius*, *Codoma ornata*, *Cyprinella formosa*, *C. ornata*, *Eleotris picta*, *Gila eremica*, *G. robusta*, *Gila* sp., *Gobiomorus maculatus*, *Hyporhamphus rosae*, *Lepomis macrochirus*, *Ophisternon aenigmaticum*, *Pimephales promelas*, *Poecilia latipinna*, *Poeciliopsis occidentalis*, *P. prolifica*, *Pomoxis nigromaculatus*; de aves, *Anas crecca*, *A. platyrhynchos*, *Ardea herodias*, *Bubulcus ibis*, *Bucephala albeola*, *Casmerodius albus*, *Eudocimus albus*, *Haematopus palliatus*, *Limosa fedoa*, *Nycticorax violacea*, *Pachyramphus aglaiae*, *Recurvirostra americana*, *Strix occidentalis*. Endemismo de plantas *Acacia willardiana*; de insectos como *Apodemia hepburni*, *A. phyciodioides*, *Enchloe guaymasensis*, *Texola elada*; de peces *Catostomus* sp., *Gila purpurea*; de aves *Campephilus imperialis*, *Euptilotis neoxenus*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*. Especies amenazadas de peces *Agosia chrysogaster*, *Catostomus bernardini* (probablemente extirpada), *C. cahita*, *C. leopoldi*, *Gila purpurea*, *Ictalurus pricei*, *Oncorhynchus* sp., *Poeciliopsis occidentalis*; de aves *Anas acuta*, *A. discors*, águila real *Aquila chrysaetos*, guacamaya verde *Ara militaris*, *Aythya affinis*, *Campephilus imperialis*, *Euptilotis neoxenus*, *Larus heermanni*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*, *Strix occidentalis*; de mamíferos la nutria *Lutra longicaudis annectens*, el linco *Lynx rufus*, el venado bura *Odocoileus hemionus*, el puma *Puma concolor*, el jabalí *Pecari tajacu*, el oso *Ursus americanus*, por desecación de ríos, cacería, pérdida y degradación del hábitat.

Aspectos económicos: agricultura intensiva, pesca, ganadería extensiva, minería (tungsteno, cobre, fierro, plata, zinc y plomo), actividad forestal y ecoturismo. Pesquerías de carpa común *Cyprinus carpio*, mojarra *Lepomis megalotis*, langostino *Macrobrachium americanum*, lobina negra *Micropterus salmoides*, tilapia azul *Oreochromis aureus* y rana *Rana catesbeiana*. Generación de energía eléctrica y acuicultura.

Problemáticas:

- Modificación del entorno: construcción de presas y sistemas hidráulicos para control de avenidas, generación de energía eléctrica y riego, explotación forestal, sobrepastoreo y construcción de carreteras. Desmontes y desvío de corrientes. Desertificación en algunas zonas. Desarrollo turístico en la parte alta de la cascada de Bassaseachic.
- Contaminación: por abuso de agroquímicos en la planicie costera, desechos mineros en los altos, uso de herbicidas en campañas antinarcóticos, descargas domésticas y residuales.
- Uso de recursos: especies introducidas de carpa dorada *Carassius auratus*, matalote *Carpiodes carpio*, lirio acuático *Eichhornia crassipes*, bagre azul *Ictalurus furcatus*, mojarra *Lepomis megalotis*, lobina negra *Micropterus salmoides*, trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*, tilapia azul *Oreochromis aureus* y rana *Rana catesbeiana*. Caza furtiva y extracción de leña.

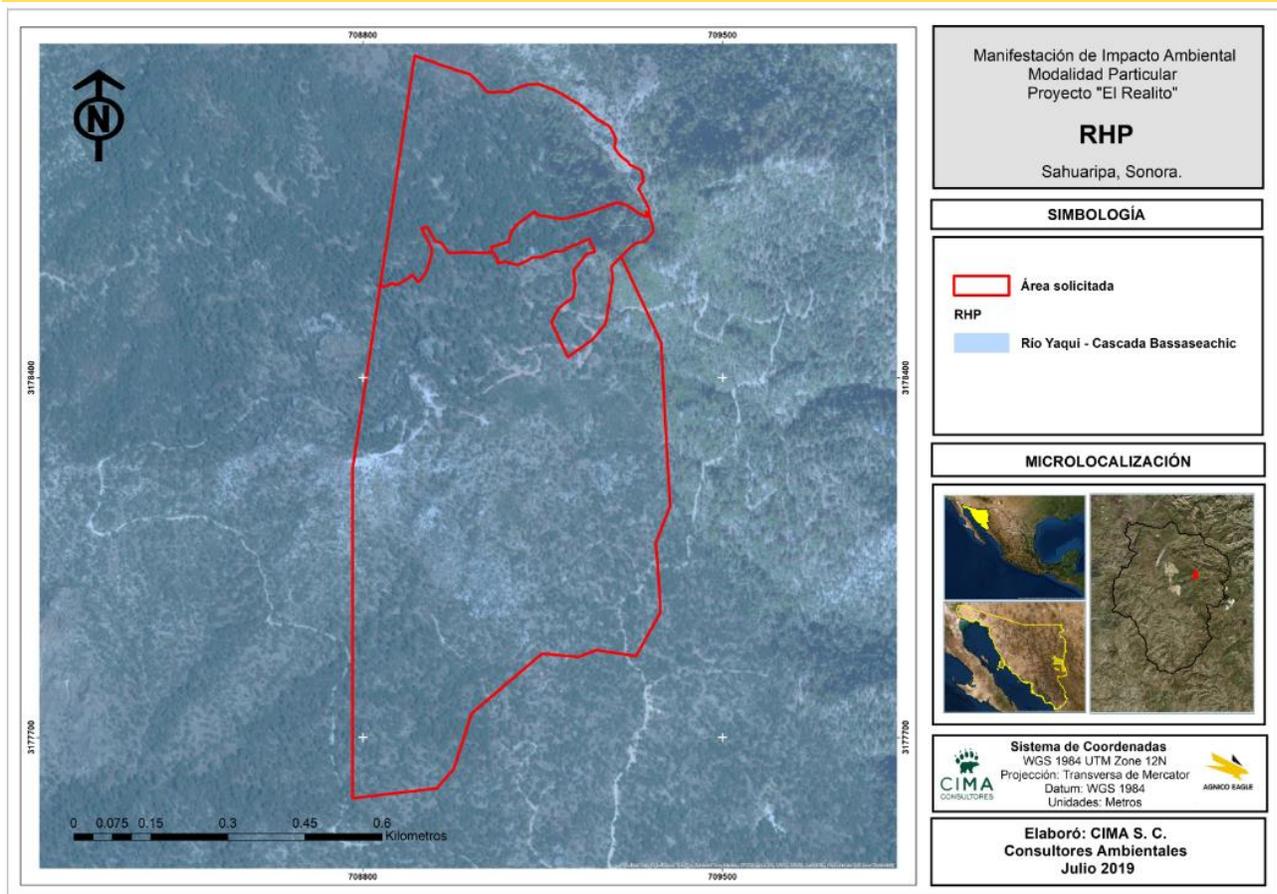


Figura III. 6 Ubicación de áreas de importancia ecológica - Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) respecto al proyecto.

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

Un AICA es un área de importancia internacional para la conservación de aves. Normalmente provee hábitat esencial para una o más especies de aves. Estos sitios pueden tener aves amenazadas, con rango de distribución restringida, las que son representativas de un bioma o concentraciones numerosas de aves en sitios de reproducción, durante su migración, o en sus sitios de hibernación.

El estado de Sonora cuenta con 17 AICAS, y el área del proyecto **NO** está situada en alguna, la más cercana al área de interés es la AICA Cuenca del Río Yaquí a una distancia de 10.7 km en dirección sur, (figura siguiente).

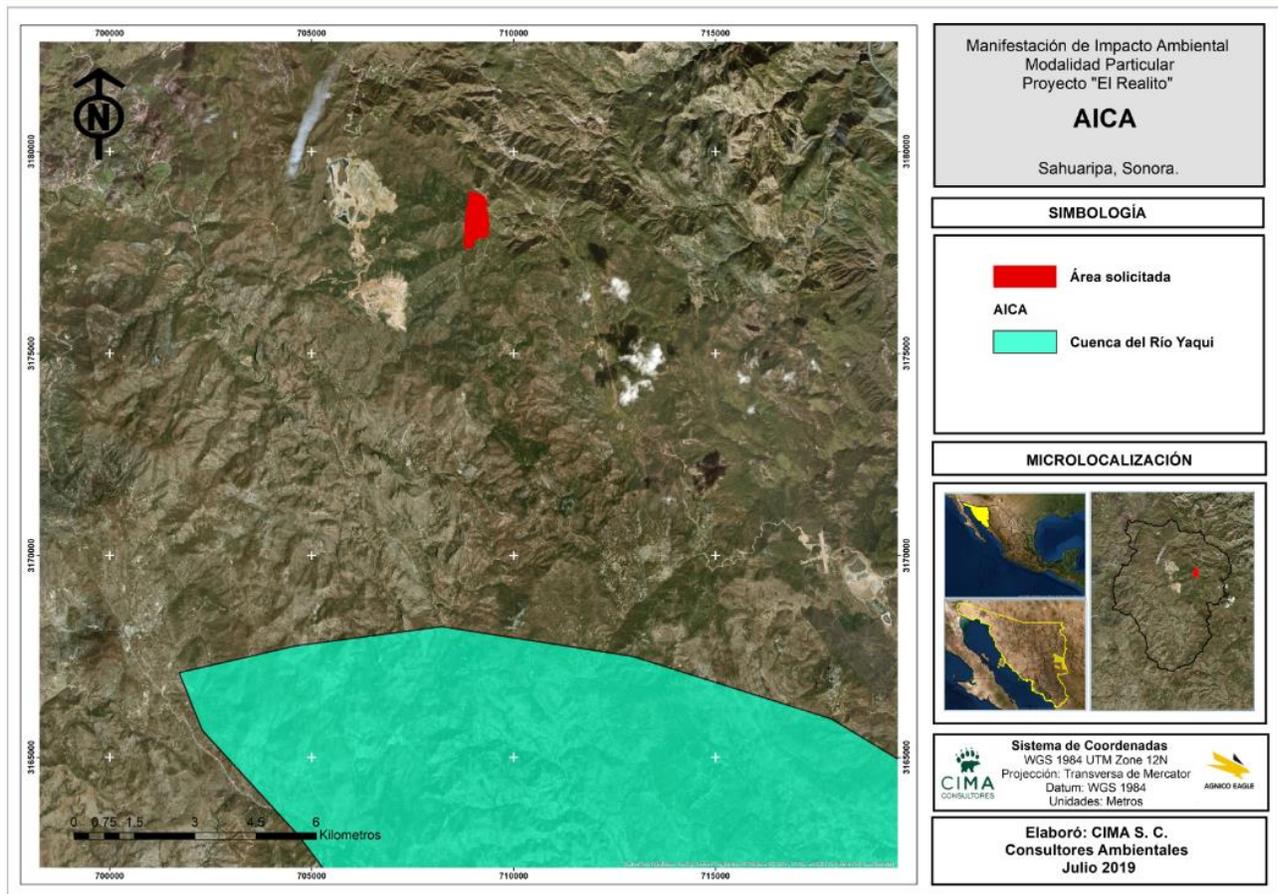


Figura III. 7 Ubicación de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves respecto al proyecto.



CAPÍTULO IV

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



Índice de contenido

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	1
IV.1. Delimitación del área de estudio	1
IV.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental (SA).....	4
IV. 2. 1 Aspectos Abióticos.....	4
IV. 2. 2 Medio biótico	43
IV. 2. 3 Paisaje	110
IV. 2. 4 Medio socioeconómico	112
IV. 2. 5 Diagnóstico ambiental.....	118

Índice de Tablas

Tabla IV. 1 Datos de la estación meteorológica más cercana al sistema ambiental.....	5
Tabla IV. 2 Temperatura mínima, media y máxima promedio histórico de la estación meteorológica Sahuaripa	6
Tabla IV. 3 Precipitación promedio histórica de la estación meteorológica Sahuaripa	7
Tabla IV. 4 Estadísticas de intemperismos severos.....	7
Tabla IV. 5 Superficie de las isotermas dentro del SA.....	9
Tabla IV. 6 Fallas y fracturas dentro del SA	15
Tabla IV. 7 Superficie de los rangos de elevación dentro del SA	19
Tabla IV. 8 Superficie de las pendientes dentro del SA.....	20
Tabla IV. 9 Superficie exposiciones dentro del SA	22
Tabla IV. 10 Unidades geológicas dentro del SA	23
Tabla IV. 11 Superficie Edafológica dentro del SA.....	25
Tabla IV. 12 Antropización dentro del SA.....	26
Tabla IV. 13 Descripción de los niveles de antropización a cada grado de modificación	27
Tabla IV. 14 Valores de cálculo de PRECRE e IALLU	29
Tabla IV. 15 Valores de CAERO de acuerdo al tipo de suelo	29
Tabla IV. 16 Valores de CATEX de acuerdo a la textura del suelo.....	30
Tabla IV. 17 Valores de CATOP de acuerdo a las pendientes.....	31
Tabla IV. 18 Valores de CAUSO de acuerdo al tipo de vegetación de cada unidad de suelo.	31
Tabla IV. 19 Clasificación del grado de erosión.	32
Tabla IV. 20 Superficie por grado de erosión.	32
Tabla IV. 21 Nivel de erosión por tipo de vegetación para el SA	33
Tabla IV. 22 Regiones Hidrológicas, Cuencas y Subcuencas a las que pertenece el sistema ambiental.	34
Tabla IV. 23 Longitud de los órdenes de corriente dentro del SA	35
Tabla IV. 24 Acuíferos donde se localiza el SA	37
Tabla IV. 25 Área y tamaño de la Cuenca Hidrológica-Forestal.	39
Tabla IV. 26 Coeficiente de compacidad	39
Tabla IV. 27 Valores de K por tipo de suelo.....	41
Tabla IV. 28 Valores de K por tipo de suelo.....	41
Tabla IV. 29 Valores anuales de evapotranspiración	42
Tabla IV. 30 Balance hidrológico del SA	43
Tabla IV. 31 Familias, especies, nombre común, forma biológica, estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES del SA.....	48
Tabla IV. 32 Familias, géneros, especies y porcentajes de las familias en relación al total, de plantas del SA El Realito	54
Tabla IV. 33 Estratos de vegetación presentes en el SA El Realito	57
Tabla IV. 34 Ubicación de sitios de muestreo de vegetación, en el SA del Proyecto El Realito.....	58
Tabla IV. 35 Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo	77

Tabla IV. 36 Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo	78
Tabla IV. 37 Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo.....	82
Tabla IV. 38 Índice de diversidad de Shannon para el estrato arbóreo	86
Tabla IV. 39 Índice de diversidad de Shannon para el estrato arbustivo	87
Tabla IV. 40 Índice de diversidad de Shannon para el estrato herbáceo.....	88
Tabla IV. 41 Especies de flora del SA, consideradas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 ó la CITES.....	90
Tabla IV. 42 Fauna del SA El Realito con criterios ecológicos	92
Tabla IV. 43 Criterios Ecológicos.....	95
Tabla IV. 44 Composición de las especies de vertebrados, del SA del proyecto.....	98
Tabla IV. 45 Transectos de revisión de fauna en área del SA.....	101
Tabla IV. 46 Especies de fauna y ocurrencia de sus indicios, como resultado la aplicación de cuatro transectos lineales en el SA de El Realito	101
Tabla IV. 47 Índice de diversidad de Shannon – Wiener para los mamíferos del SA del proyecto El Realito	103
Tabla IV. 48 Índice de diversidad de Shannon – Wiener para las aves del SA del proyecto El Realito.....	104
Tabla IV. 49 Índice de diversidad de Shannon – Wiener para las reptiles del SA del proyecto El Realito	105
Tabla IV. 50 Distancia de los cuatro transectos para fauna que se realizaron en el SA.....	106
Tabla IV. 51 Abundancia relativa de fauna detectada en transectos, se reporta como indicios / km de longitud	106
Tabla IV. 52 Especies de fauna amenazadas para el SA	109
Tabla IV. 53 Localidades rurales más cercanas al área de la Unidad Minera La India.....	112

Índice de figuras

Figura IV. 1 Ubicación de la zona en la regionalización hidrológica	3
Figura IV. 2 Delimitación del SA para el proyecto El Realito.....	4
Figura IV. 3 Tipos de climas dentro del SA.....	5
Figura IV. 4 Rangos de Isoyetas dentro del SA	8
Figura IV. 5 Rangos de Isotermas dentro del SA.....	9
Figura IV. 6 Rangos de evapotranspiración dentro del SA	10
Figura IV. 7 Provincia Fisiográfica dentro del SA.....	11
Figura IV. 8 Sub Provincias Fisiográficas dentro del SA	12
Figura IV. 9 Escala de Mercalli.....	13
Figura IV. 10 Regionalización sísmica CFE.....	14
Figura IV. 11 Sismos cercanos al SA registrados.	15
Figura IV. 12 Fallas y fracturas cercanas al SA	16
Figura IV. 13 Regiones potenciales de deslizamientos	17
Figura IV. 14 Volcanes activos cercanos al área del proyecto.....	18
Figura IV. 15 Vulnerabilidad a inundaciones dentro del SA	19
Figura IV. 16 Rango de elevaciones en el SA.....	20
Figura IV. 17 Rango de pendientes dentro del SA.....	21
Figura IV. 18 Exposiciones dentro del SA.....	22
Figura IV. 19 Geología dentro del SA	24
Figura IV. 20 Edafología dentro del SA.....	25
Figura IV. 21 Zona de antropización identificada dentro del SA.....	27
Figura IV. 22 Superficie por grado de erosión dentro del SA.....	33
Figura IV. 23 Hidrología superficial dentro del SA	36
Figura IV. 24 Hidrología subterránea dentro del SA	38
Figura IV. 25 Tipos de vegetación en el SA El Realito (INEGI, 2013).....	45
Figura IV. 26 Ubicación de los sitios de muestreo.....	61
Figura IV. 27 Ubicación de los cuatro transectos para fauna, y que aplicaron en el SA del Proyecto El Realito, municipio de Sahuaripa, Sonora.....	101

Índice de Gráficas

Grafica IV. 1 Temperatura media anual	6
Grafica IV. 2 Precipitación media anual	7
Grafica IV. 3 Composición florística del SA, en relación a familias y número de especies por familia	56
Grafica IV. 4 Estratos vegetales del SA El Realito	57
Grafica IV. 5 Estructura de la vegetación, se considera el porcentaje de los estratos de árboles, arbustos y hierbas	58
Grafica IV. 6 Valor de Importancia Relativa para el estrato arboreo	78
Grafica IV. 7 Valor de Importancia Relativa para el estrato arbustivo	81
Grafica IV. 8 Valor de Importancia Relativa para el estrato herbáceo.....	84
Grafica IV. 9 Clases de vertebrados y número de especies por clase del SA El Realito.....	98
Grafica IV. 10 Composición de la fauna del SA El Realito, considera especies por clase y porcentajes por clase	99
Grafica IV. 11 Índice de diversidad de Shannon – Wiener, para mamíferos, aves y reptiles del SA del proyecto El Realito.....	105
Grafica IV. 12 Índice de abundancia relativa de mamíferos, aves, y reptiles del SA El Realito	108

Índice de Fotografías

Fotografía IV. 1 Se muestran características de la vegetación del SA en donde se inserta el proyecto El Realito, aquí se tienen poblaciones importantes de coníferas, latifoliadas y otras hojosas	44
Fotografía IV. 2 Buena parte del SA, contiene bosques con encinos y pinos, pero hay presencia de otras especies asociadas como madroños, fresnos y capulines	45
Fotografía IV. 3 La lengua lanosa (<i>Pseudognaphalium semilanatum</i>), pertenece a la familia Asteraceae y se tiene en el bosque de encino - pino	46
Fotografía IV. 4 El estafiate <i>Artemisia ludoviciana</i> , es una planta que se tiene en el bosque de pino – encino en el SA El Realito.....	47
Fotografía IV. 5 La uva silvestre (<i>Vitis arizonica</i>) es un arbusto trepador de la familia Vitacea, es parte de la diversidad florística del SA El Realito	57
Fotografía IV. 6 Vista de alguna de las áreas solicitadas	110
Fotografía IV. 7 Vista al Norte de la superficie solicitada aledañas a la unidad minera, zona rodeada por la Sierra Madre caracterizada por numerosos cañones y pendientes pronunciadas	111

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

IV.1. Delimitación del área de estudio

La delimitación del Sistema Ambiental se determinó a través de la red hidrológica, es decir, se toma en cuenta de donde nacen los escurrimientos cercanos al proyecto y en donde desembocan, considerándose el relieve fisiográfico denominado parte-aguas, que delimita dichas sub-cuencas, el cual es la condición natural para establecer el trazo de la microcuenca, ya que la concentración de los flujos pluviales obedece a las condiciones naturales del relieve de forma natural.

Dadas las condiciones del área del proyecto y de acuerdo a su ubicación, se optó por utilizar este tipo de delimitación, ya que abarca las nuevas obras propuestas, y las que están autorizadas actualmente, a su vez, nos indica las superficies que deben ser atendidas como prioritarias en cuestiones de medidas de mitigación, el SA se encuentra en la porción Sur del municipio de Juárez y el proyecto está próximo al centro-norte del SA.

Dicha delimitación se determinó a través de la base de datos generada por la región hidrológica y el Modelo Digital de Elevación ambos del INEGI a una escala de 1:50,000 las cuales fueron descargadas para su uso en este proyecto, quedando en **18,056.20 ha** la superficie total del SA.

En este sentido, la delimitación de la unidad de análisis propuesta en este apartado, tiene como base el análisis e integración de los factores que caracterizan los ecosistemas, y para ello, se considera que el enfoque que mejor se adapta para la delimitación SA es el criterio hidrológico, tomando en cuenta las características de los componentes y procesos ambientales que potencialmente pudieran interactuar con el desarrollo del proyecto para determinar en qué medida afectará la ejecución de las obras a los diferentes factores que caracterizan al SA.

Criterios utilizados para la delimitación del SA.

Criterio: región hidrológica. Se ubicó la zona donde se localiza el proyecto con respecto a la regionalización hidrológica que se presenta en el estado, en donde se determinó que el sitio donde se realizará el proyecto se encuentra en la Región Hidrológica RH-09 denominada “Sonora Sur”.

Una vez ubicada la zona dentro de la Región Hidrológica correspondiente se procedió a identificar mediante el uso de cartografía digital, la localización de la Cuenca Hidrológica dentro de la cual se encuentra la zona del proyecto. Se determinó que la zona se localiza dentro de la Cuenca denominada “B” Rio Yaqui. A su vez se identificó las sub-cuencas denominadas “n” Rio Sahuaripa y “q” Rio Mulatos, donde se encuentra ubicada la zona de estudio.

Para delimitar el área de análisis donde se ubica el proyecto, se utilizó la metodología de creación de microcuencas a través del modelo digital de elevación, justificando como se expresa en párrafos siguientes:

La Cuenca generada a través del Modelo Digital de Elevación enmarca sus límites en partes altas, por emplazar el trazo en terrenos de lomerío suave los cajetes que se forman con un punto de drenaje tienen intrínseca una funcionalidad por tener barreras naturales, formar corredores y otras condiciones homogéneas relacionadas con el agua y lo que de ella depende o se deriva (vegetación, fauna entre otras).

De acuerdo con lo anterior, se debe entender indiscutiblemente que el SA es el espacio donde ocurren las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos naturales (acción antrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (acción del ambiente). Ningún otro ámbito de trabajo que pudiera ser considerado guarda esta relación de forma tan estrecha y evidente. Esta reflexión se da a partir de que basta una acción ligada al uso, manejo y degradación de tierras (vulnerabilidad) de una cierta envergadura, para que se suscite

un impacto medible (riesgo) a corto o mediano plazo, sobre el suelo; el balance de biomasa y la cobertura vegetal; la cantidad y calidad del agua; la fauna, entre otras variables.

Conforme a esta definición se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

1. El área de estudio se ubica al Sur del municipio de Sahuaripa. Además, se localiza al Este de la Ciudad de Hermosillo, Capital del Estado.
2. El proyecto pertenece a la región hidrológica Sonora sur (RH 09) en la cuenca Río Yaqui (RH 09 B), específicamente las subcuencas Río Sahuaripa (RH 09 Bn y RH 09 Bq).
3. Para la descripción de los elementos bióticos y abióticos, se basó en las cartas temáticas en formato *—shape*, utilizando el software Arcgis versión 10.5, ya que los sistemas de información geográfica (SIG) sigue siendo una de las nuevas tecnologías de colecta, manejo, análisis, modelado y despliegue de datos espacialmente referenciados dirigidos a la solución de problemas complejos de manejo y planeación de los recursos naturales. La información proporcionada por INEGI y CONABIO, fue validada y en algunos casos modificada de acuerdo a los resultados de los recorridos y análisis de campo.

El SA delimitado ocupa una superficie de **18,056.20 hectáreas**.

En el respaldo digital del proyecto se encuentra el archivo *shape* que delimita el Sistema Ambiental (SA) debido a su extensión, delimitado principalmente por su red hidrológica y relieve.

La caracterización de los elementos del SA se basaron en la ubicación del área de influencia, ubicándolo en planos temáticos de INEGI como se observa en cada una de las figuras de los planos temáticos de caracterización y diagnóstico del SA, así como en los Sistemas de Información Geográfica del Estado de Sonora (SIGE). Estas figuras muestran el área del SA por cada uno de los elementos ambientales referidos.

En la siguiente imagen se presenta el SA delimitada para el proyecto sobrepuesto en una imagen satelital con la que se tiene una mejor visión del lugar.

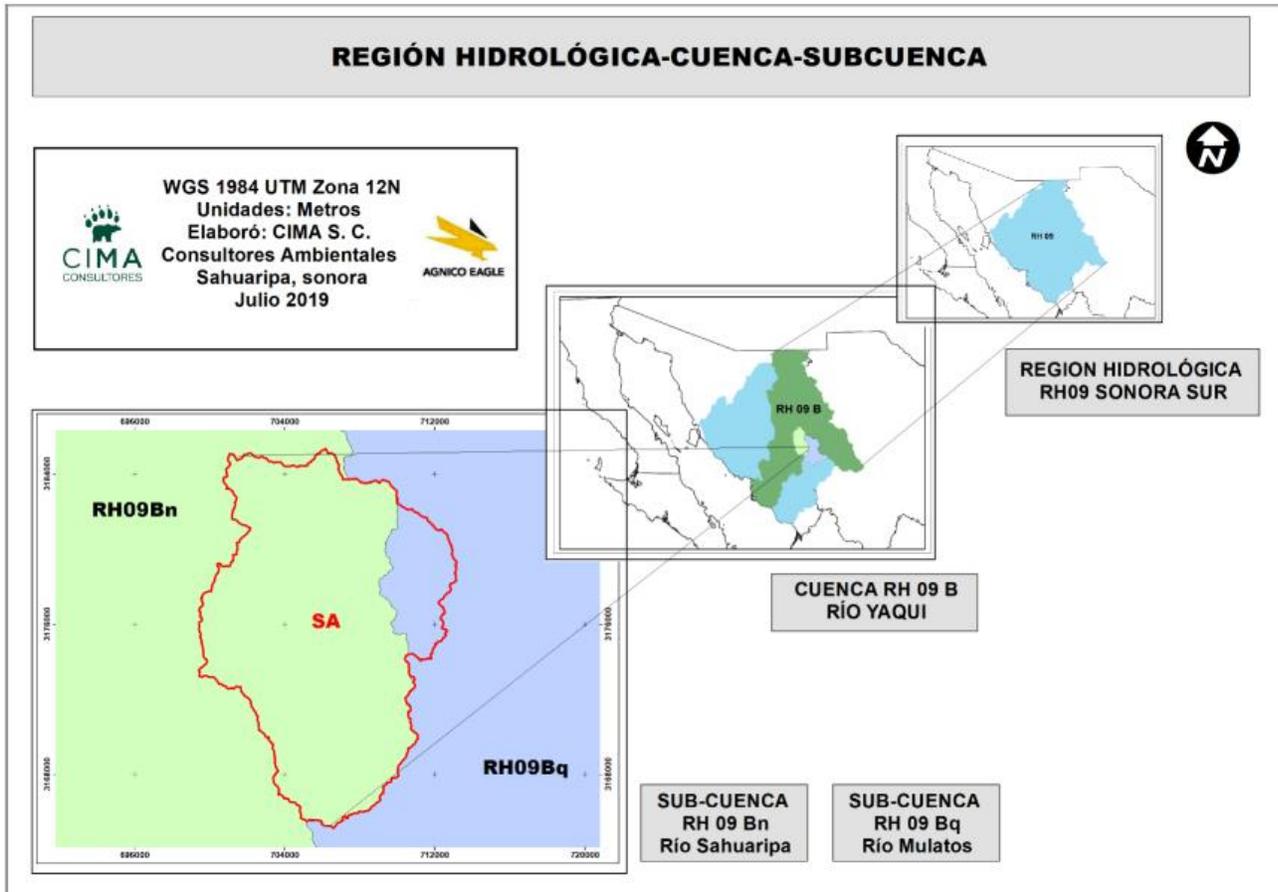


Figura IV. 1 Ubicación de la zona en la regionalización hidrológica

En la siguiente imagen se presenta el SA delimitado para el proyecto sobrepuesto en una imagen satelital con la que se tiene una mejor visión del lugar. Toda la cartografía del estudio se encuentra en el **Anexo IV**

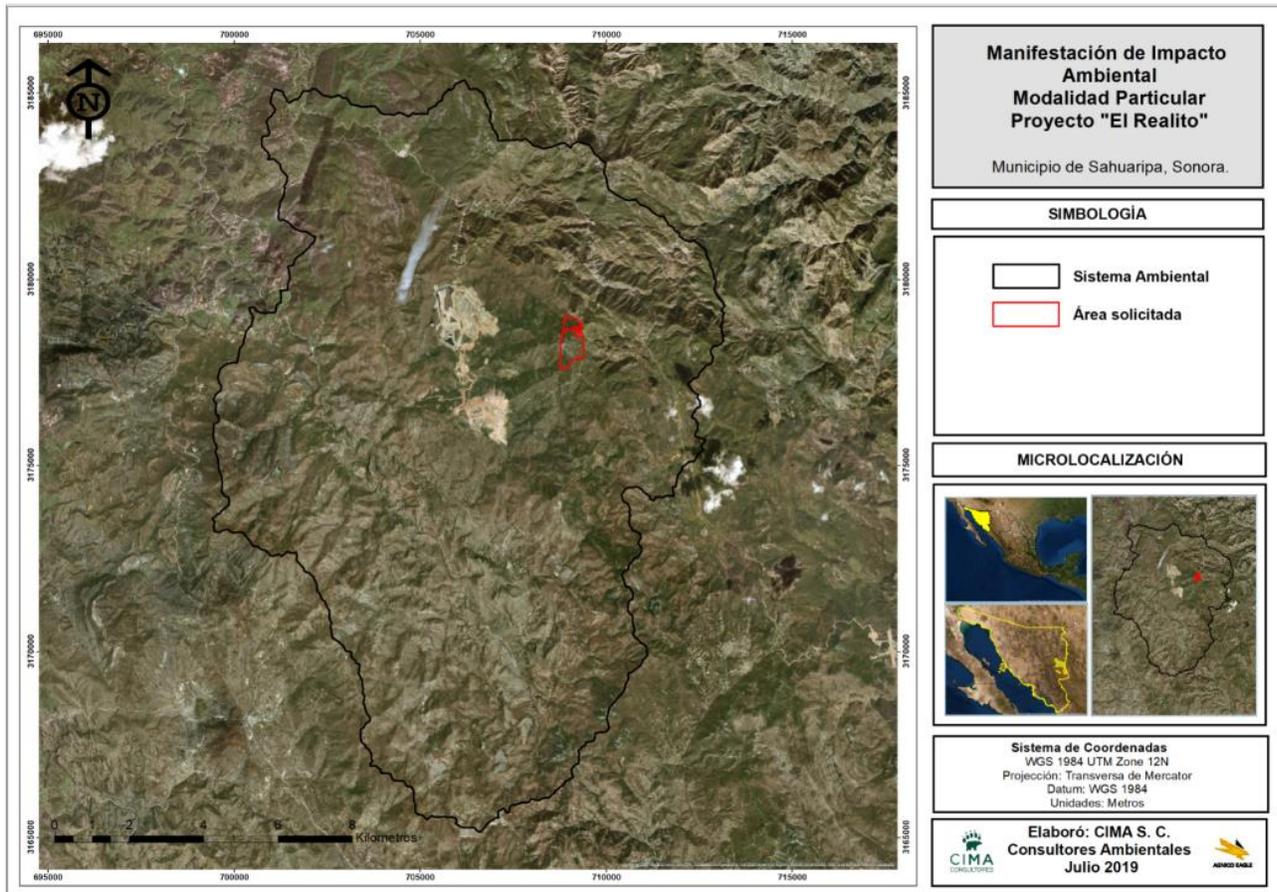


Figura IV. 2 Delimitación del SA para el proyecto El Realito

IV.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental (SA)

IV. 2. 1 Aspectos Abióticos

a) Climas y fenómenos meteorológicos:

El sistema ambiental (SA) cuenta con solo 1 tipo de clima: **C(w1)(x')** el cual se definió por INEGI de acuerdo a la clasificación mundial de tipos de climas del alemán Vladimir Köppen (1936) y modificado por Enriqueta García (1973), el cual tiene como objetivo exponer adecuadamente las características climatológicas de nuestro país y con ello definir los tipos de clima que se presentan en el SA. El clima antes mencionado representa a los climas templados de los cuales se hace una breve reseña de sus características a continuación:

- **C (w1) (x')**: **Templado, subhúmedo**, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Con un régimen de lluvias (x') de características intermedias y lluvia escasa repartida en todo el año.

El clima **Templado, subhúmedo** ocupa toda la superficie del SA que es de **18,056.20 ha.**

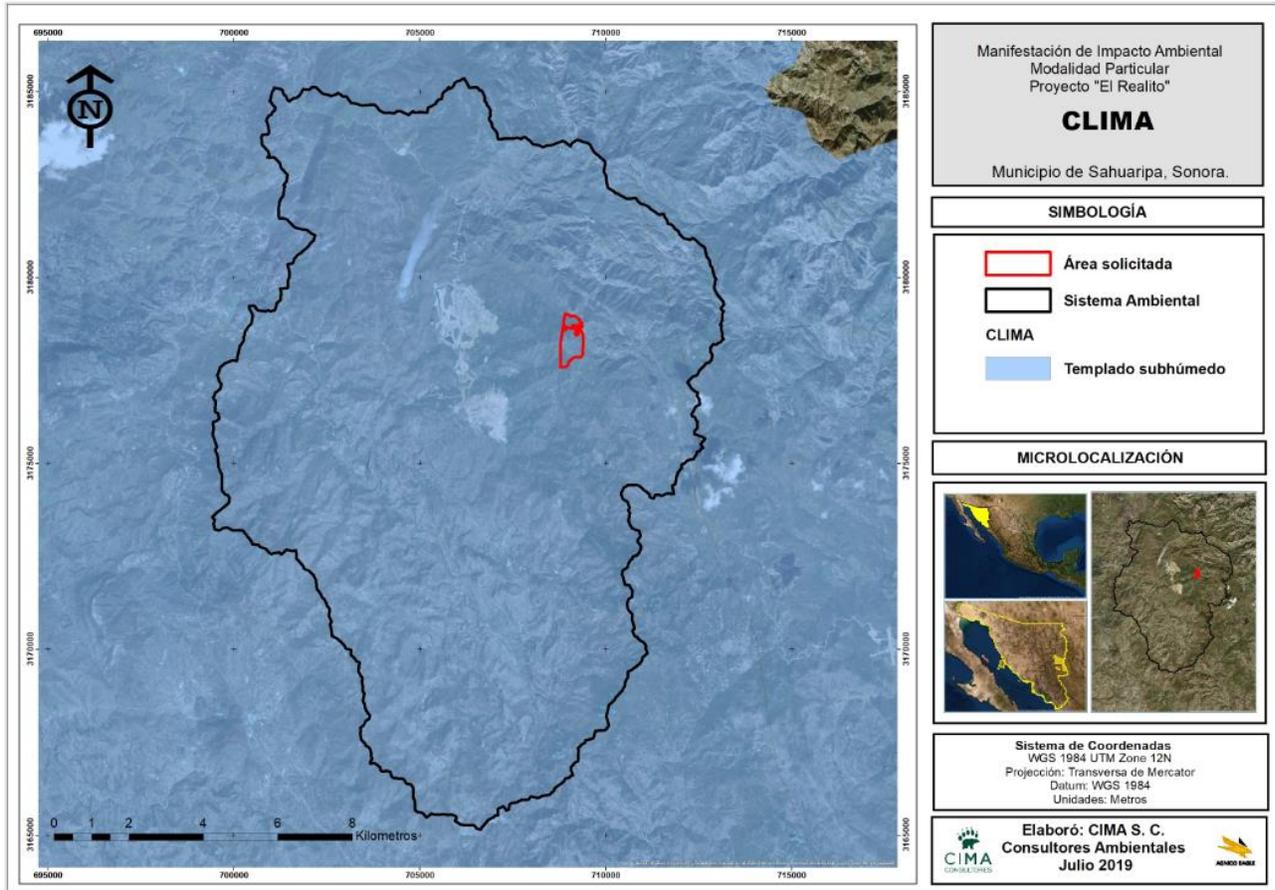


Figura IV. 3 Tipos de climas dentro del SA

Las características de las temperaturas; máxima, media, mínima, así como la precipitación, se tomaron de la red de estaciones del Servicio Meteorológico Nacional. La estación meteorológica más próxima al área del proyecto es la estación **26077 Sahuaripa**, ubicada en el municipio de Sahuaripa a una distancia aproximada de 15.5 km lineales del área de interés la cual cuenta con la siguiente información:

Tabla IV. 1 Datos de la estación meteorológica más cercana al sistema ambiental.

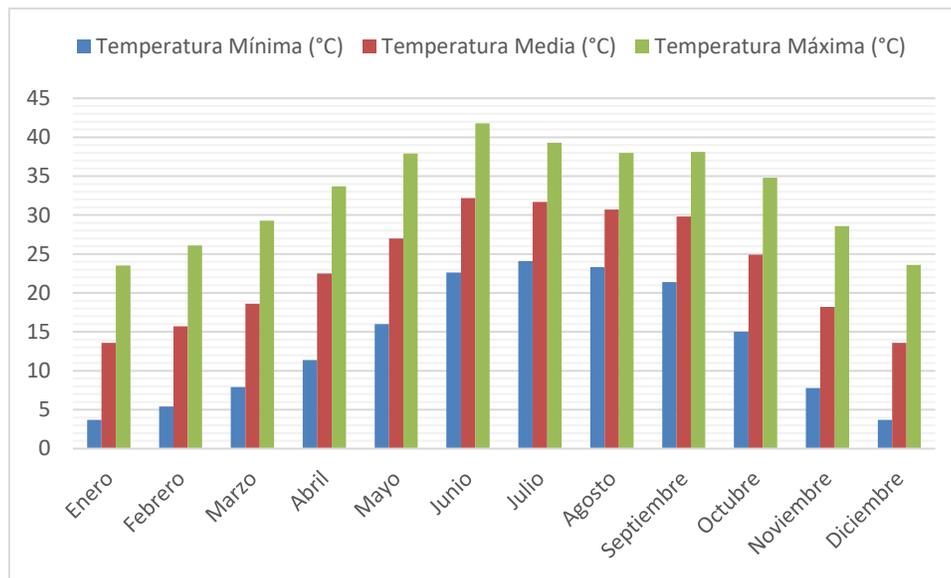
Datos de la Estación Meteorológica			
Estacion: 26077	Latitud: 29°03'19''	Altura: 432 msnm	Fuente: Servicio Meteorológico Nacional 2018
Sahuaripa, Sonora	Longitud: 109°13'58''	Años: 1942 - 2010..	

Temperatura promedio

La temperatura del área comúnmente suele ser fresca teniendo un promedio de 17.63 grados en los meses calurosos (junio – agosto) 26.9 grados, mientras que en el periodo frio (diciembre y enero) ronda los 7 grados, es de mencionarse que en momentos cuando el sol no está presente, pueden llegar a situarse a temperatura bajo cero tal y como se muestra en la siguiente gráfica.

Tabla IV. 2 Temperatura mínima, media y máxima promedio histórico de la estación meteorológica Sahuaripa

Mes	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Media (°C)	Temperatura Máxima (°C)
Enero	3.7	13.6	23.5
Febrero	5.4	15.7	26.1
Marzo	7.9	18.6	29.3
Abril	11.4	22.5	33.7
Mayo	16	27	37.9
Junio	22.6	32.2	41.8
Julio	24.1	31.7	39.3
Agosto	23.3	30.7	38
Septiembre	21.4	29.8	38.1
Octubre	15	24.9	34.8
Noviembre	7.8	18.2	28.6
Diciembre	3.7	13.6	23.6
ANUAL	13.5	23.2	32.9



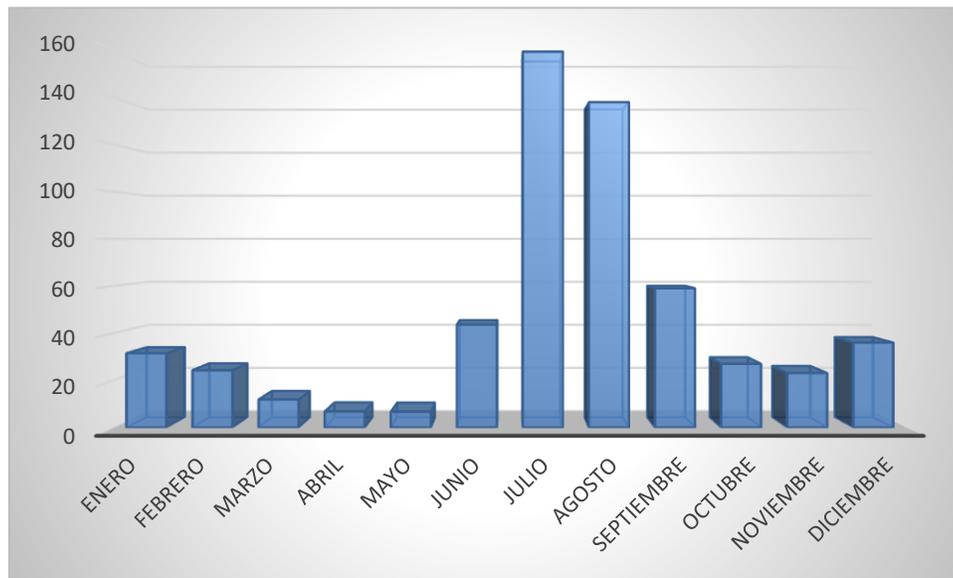
Grafica IV. 1 Temperatura media anual

La precipitación registrada en la estación Sahuaripa, registra que los meses de julio – septiembre, son los que presentan mayores precipitaciones, representando el 61.66% de lluvia anual y siendo los más bajos los meses de abril y mayo que representa solo el 2.22% de la precipitación anual.

Precipitación. La precipitación promedio anual es de 567.1 mm para un periodo de 69 años (1942 -2011).

Tabla IV. 3 Precipitación promedio histórica de la estación meteorológica Sahuaripa

Meses	Precipitación media anual (mm)
Enero	31.5
Febrero	24.3
Marzo	11.9
Abril	6.8
Mayo	6.7
Junio	43.6
Julio	159.3
Agosto	137.9
Septiembre	59
Octubre	27
Noviembre	23.1
Diciembre	36
Anual	567.1



Grafica IV. 2 Precipitación media anual

Intemperisismos severos. En la tabla siguiente se muestra una síntesis de los intemperisismos severos que suelen ocurrir en la región.

Tabla IV. 4 Estadísticas de intemperisismos severos

Número de días con:	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Lluvia	31.5	24.3	11.9	6.8	6.7	43.6	159.3	137.9	59	27	23.1	36
Niebla	1.7	0.6	0.1	0	0	0	0	0.2	0.3	0.4	0.5	1.6
Granizo	0	0	0	0	0	0	0.3	0.2	0.1	0	0	0
Tormenta Eléctrica	0	0	0	0	0	1.1	4.4	4.9	2.3	0.3	0	0.2

Los datos presentados por el Servicio Meteorológico Nacional indican que en la región solo se registraron días con tormentas eléctricas en los meses de junio – septiembre siendo con muy poca frecuencia; días con granizo se registraron en julio, agosto y septiembre con pocas incidencias, siendo más frecuentes los días con lluvia y niebla. Los datos que se mostraron con anterioridad fueron tomados de la estación meteorológica Sahuaripa (26077), que fue la estación meteorológica más cercana al área de estudio.

Isoyetas.

Las Isoyetas son curvas que en un mapa une los puntos que reciben la misma cantidad de precipitación (lluvia) en un tiempo determinado. Se puede utilizar para cualquier período de tiempo, desde un período corto hasta la media total anual de lluvia o precipitaciones.

Los rangos de precipitación varían año con año, dado que las precipitaciones dependerán de las condiciones climáticas que se presenten diariamente, sobre todo en los meses de Julio, Agosto y Septiembre catalogados como los más lluviosos como se mencionó anteriormente.

Dentro del SA se presenta un rango de isoyetas, el cual va de los 600 a los 800 mm de precipitación anual según la CONABIO.

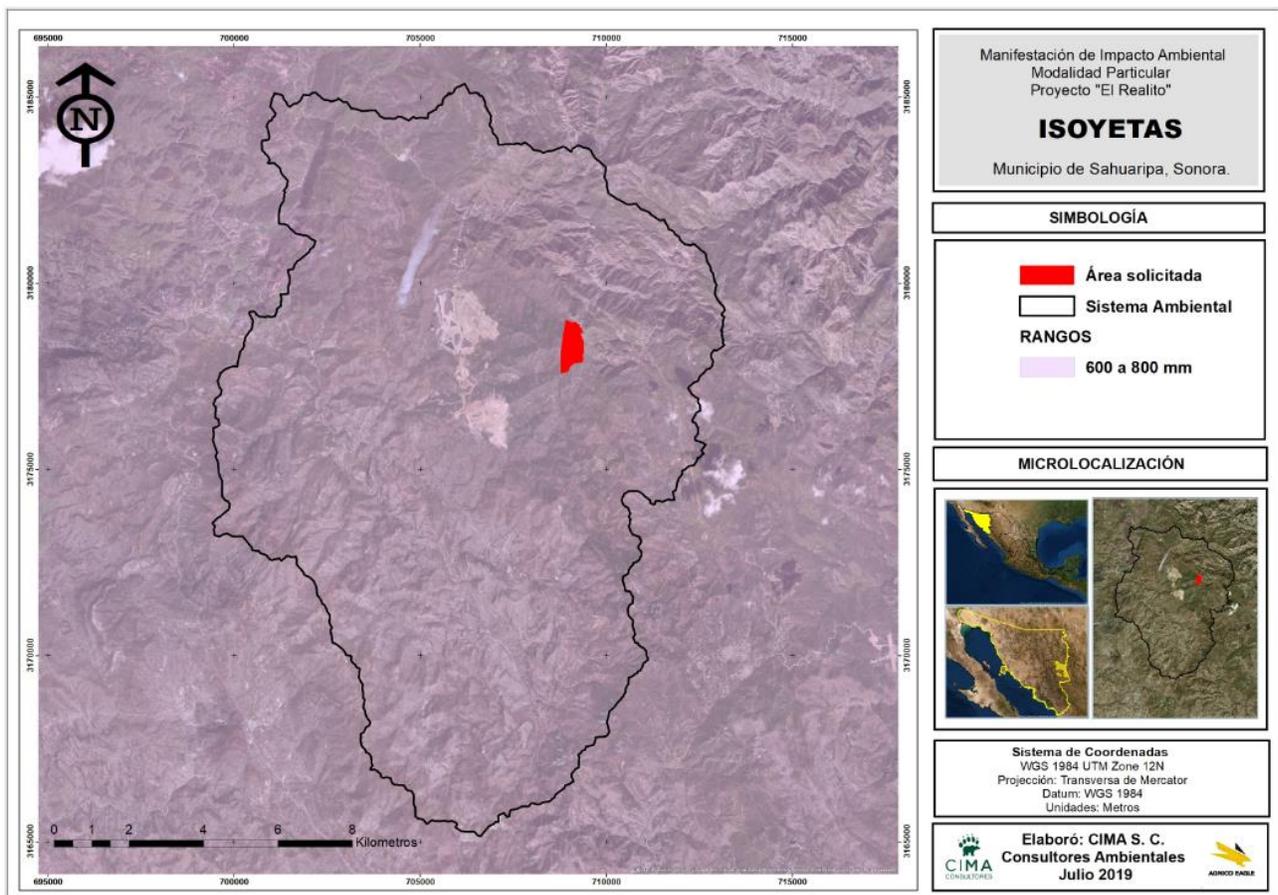


Figura IV. 4 Rangos de Isoyetas dentro del SA

Isotermas

Las isotermas en un plano cartográfico es una línea curva que une los puntos en un mapa que presentan las mismas temperaturas en una unidad de tiempo considerada. Es por eso que la isoterma es un elemento y una herramienta que resulta fundamental a la hora de la medición de la temperatura de una zona determinada.

El INEGI calculó los gradientes térmicos según las diferentes vertientes de las sierras, así mismo se calcularon las altitudes a las que pasan las isotermas y se procedió a su trazo. La equidistancia de isotermas es cada dos grados y de acuerdo a la temperatura se presentan las siguientes zonas térmicas: muy cálida, semicálida, templada, semifrío, y muy fría.

Dentro del SA se presentan dos rangos de isotermas, los cuales van de los 12 a los 14°C y de 14 a 16°C temperaturas características de los climas cálidos subhúmedos. En la siguiente tabla y figura se puede apreciar lo antes mencionado:

Tabla IV. 5 Superficie de las isotermas dentro del SA

Isotermas dentro del SA		
Rango (°C)	Superficie (ha)	Superficie (%)
De 12 a 14	6,641.67	36.78
De 14 a 16	11,414.54	63.22
Total	18,056.20	100

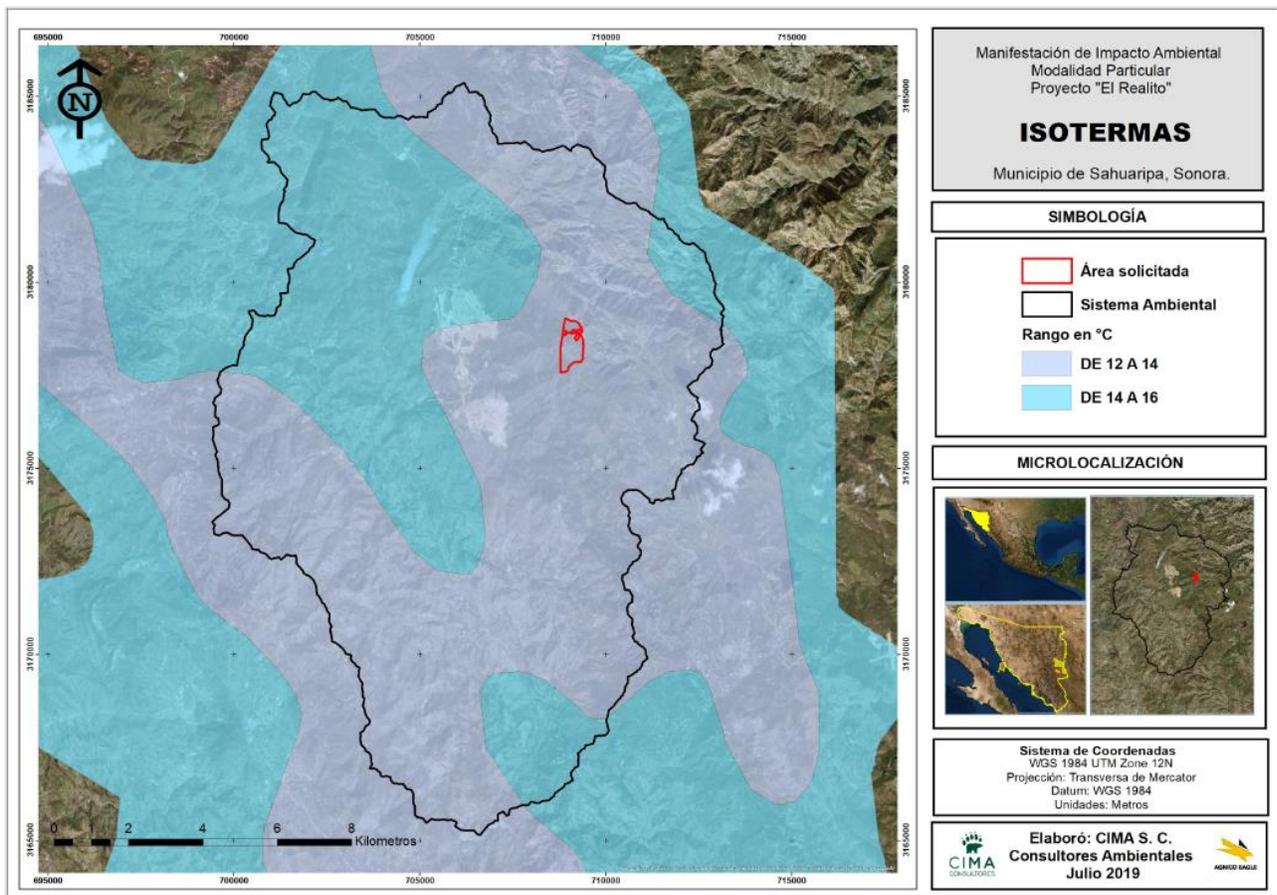


Figura IV. 5 Rangos de Isotermas dentro del SA

Evapotranspiración

La evapotranspiración es esencialmente similar a la evaporación, excepto que la superficie de la cual se escapan las moléculas de agua no es una superficie de agua, sino hojas de plantas, es decir, el término de evapotranspiración se utiliza para abarcar tanto el proceso físico de pérdida de agua por evaporación como el proceso de evaporación del agua absorbida por las plantas, debido a que se involucran ambos mecanismos de

evaporación y transpiración. Sin embargo, aunque los dos sistemas son diferentes y se realizan independientemente, no resulta fácil separarlos, pues ocurren por lo general de manera simultánea; de este hecho deriva la utilización del concepto más amplio de evapotranspiración que los engloba.

Dentro del SA se encuentra solo 1 rango de evapotranspiración el cual va de los 400 a 500 mm abarcando el 100% dentro de la superficie, como se puede apreciar en la siguiente imagen:

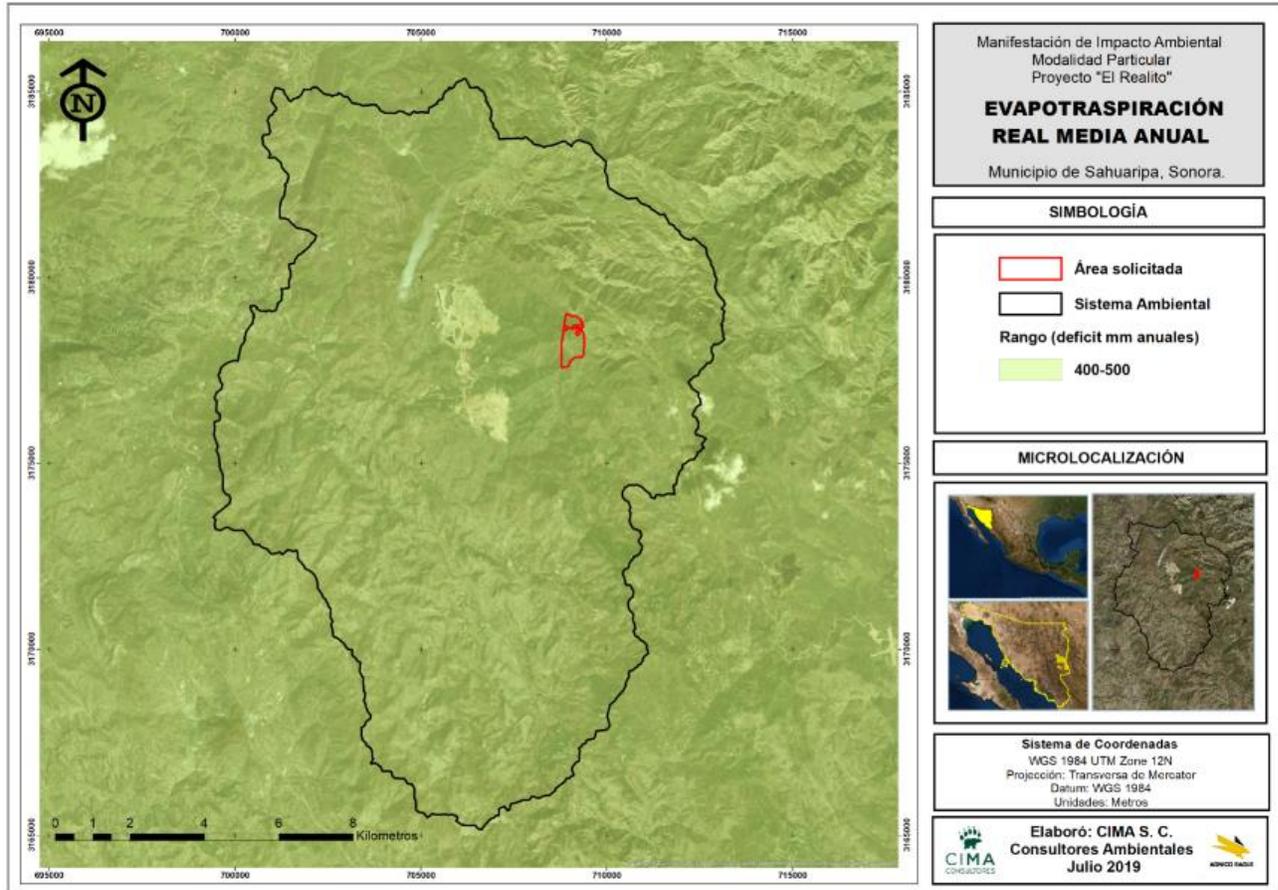


Figura IV. 6 Rangos de evapotranspiración dentro del SA

Vientos.

Los vientos fuertes y regulares se presentan en los meses de diciembre a abril y vientos tranquilos de junio a octubre, las velocidades máximas más frecuentes fluctúan entre 12 y 19 km/h. En tanto las menores de 5 a 12 km/h. Los datos fueron tomados de la estación meteorológica **Sahuaripa (26077)**, que fue la estación meteorológica más cercana al área de estudio.

b) Geología y geomorfología

Provincia fisiográfica:

La única provincia fisiográfica dentro del municipio de Sahuaripa, lugar donde se encuentra el proyecto, es la Sierra Madre Occidental que cubre el 100% del SA, a la cual se le hace una breve reseña a continuación:

La Sierra Madre Occidental es el sistema montañoso más espacioso del territorio nacional, abarcando todo el oeste mexicano y el extremo suroccidental de los Estados Unidos, siendo una continuación de las Montañas Rocallosas en Canadá y los Estados Unidos. Cubre una extensión de 289.000 km², lo que representa la sexta

parte del territorio de México. Se extiende en dirección noroeste a Suroeste casi en forma paralela a las costas del océano Pacífico y Mar de Cortés; recorriendo en sus 1400 km de longitud los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Nayarit, y Jalisco. Se inicia en el límite internacional con el estado de Arizona, E.U.A., y termina aproximadamente en el río Santiago, a la altura del estado de Nayarit, en donde se conecta con la Sierra Volcánica Transversal o Eje Neovolcánico.

La vegetación de este sistema montañoso varía con la temperatura y la humedad. Predomina un clima templado, por lo que la vegetación de las tierras altas consiste fundamentalmente en bosques de pinos y robles. En algunas laderas expuestas a fuertes vientos, por encima de la zona de pinos (sobre los 1.980 m de altitud), los bosques nublados contienen especies de enormes hojas anchas perennifolias. Como la humedad se incrementa hacia el Sur, la vegetación de las tierras bajas comprende un amplio abanico de especies, desde las desérticas del Norte hasta las tropicales del Sur.

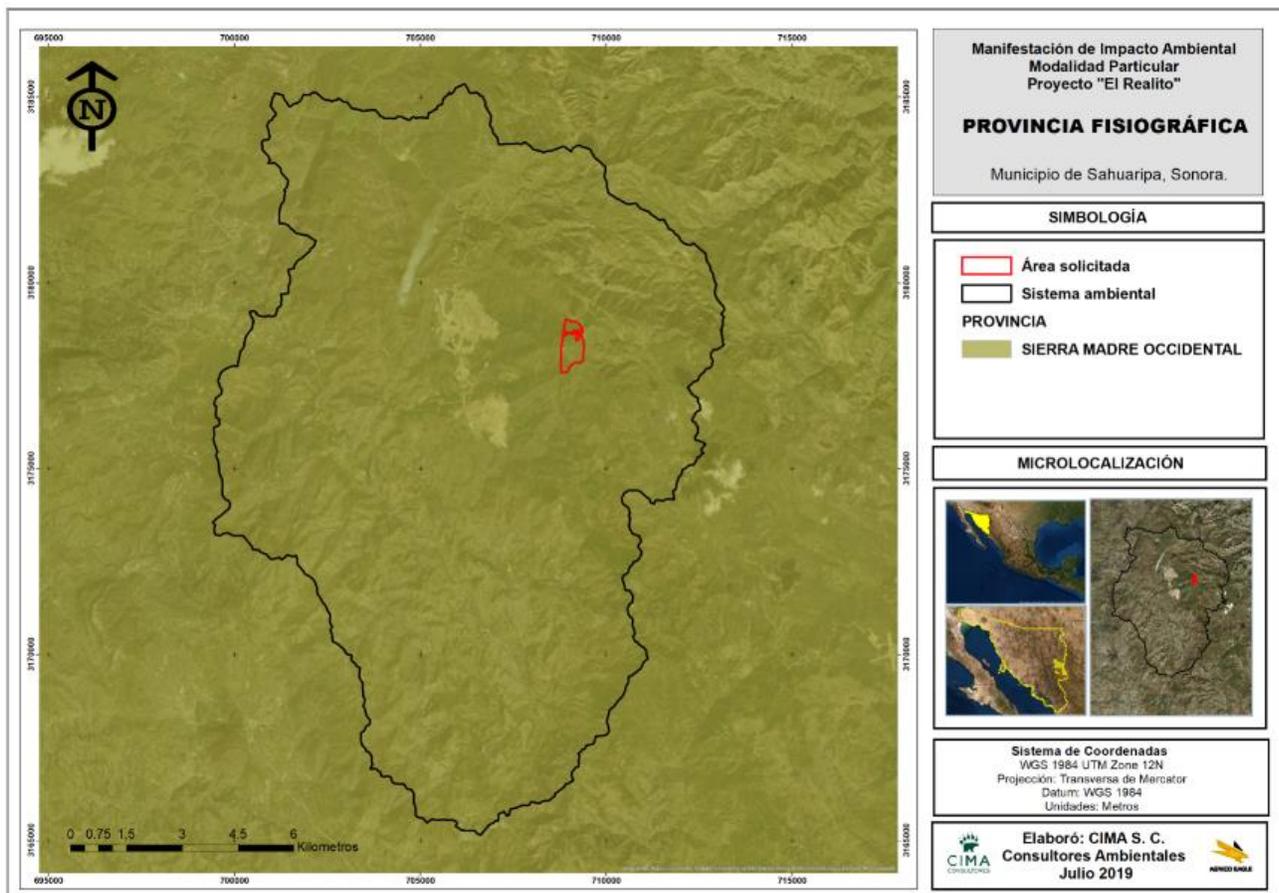


Figura IV. 7 Provincia Fisiográfica dentro del SA

Sub-provincia fisiográfica

Dentro de las regiones o provincias fisiográficas pueden existir variaciones y diferencias, que determinan la existencia de dos o más subprovincias, el SA se localiza en la subprovincia fisiográfica Sierras y Cañadas del Norte la cual se caracteriza por sierras montañosas con caídas profundas las cuales forman cañadas con diferencias de altitudes significativas, que a su vez son zonas de transición a las Sierras y valles sonorenses.

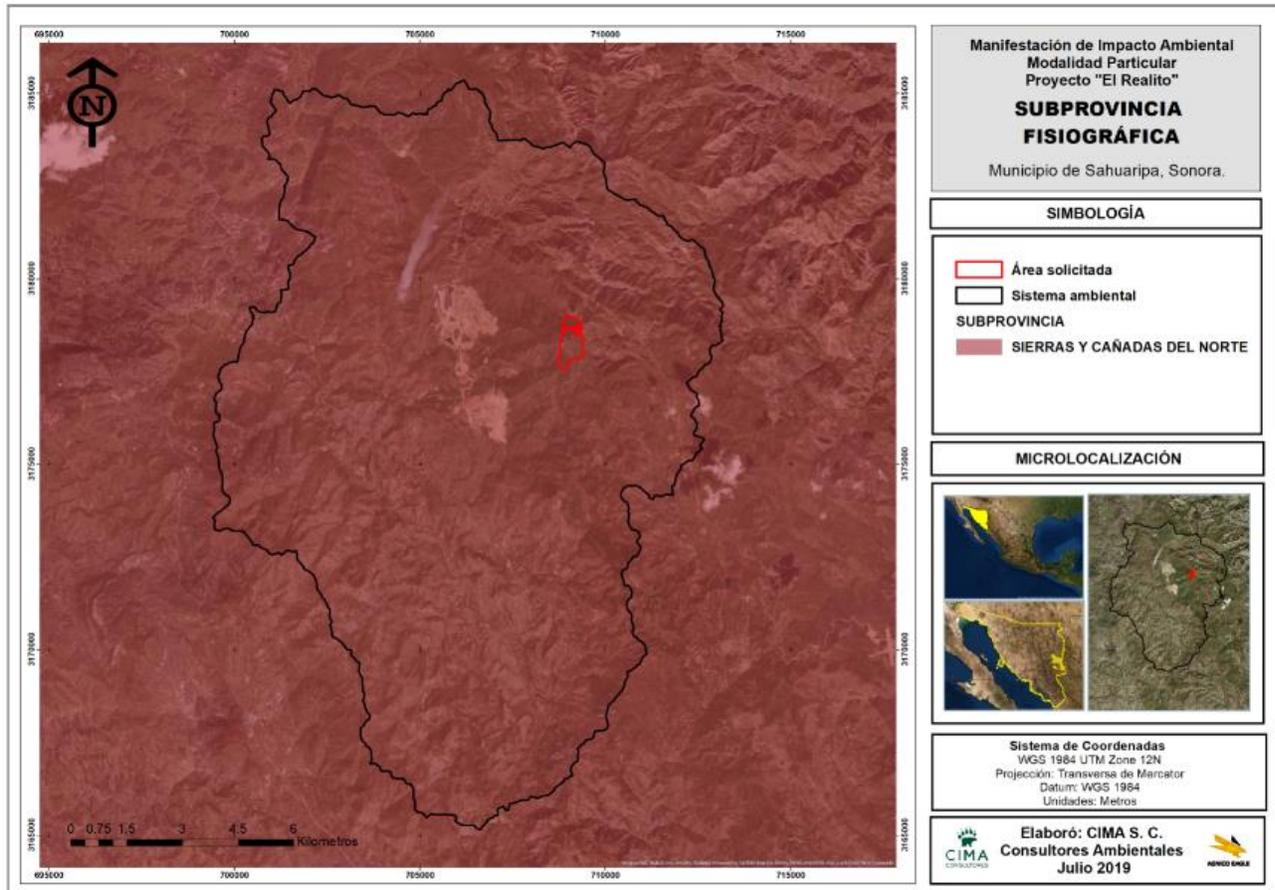


Figura IV. 8 Sub Provincias Fisiográficas dentro del SA

Susceptibilidad de la zona a:

Sismos

Un sismo es un fenómeno que se produce por el rompimiento repentino en la cubierta rígida del planeta llamada Corteza Terrestre. Como consecuencia se producen vibraciones que se propagan en todas direcciones y que percibimos como una sacudida o un balanceo con duración e intensidad variables. El país se localiza en una de las zonas sísmicas más activas del mundo. El cinturón de fuego del pacifico, cuyo nombre se debe al alto grado de sismicidad que resulta de la movilidad de cuatro placas tectónicas: norteamericana, Cocos, Rivera y del Pacífico.

Escala de Mercalli. Es una evaluación cualitativa de la clase de daños causados por un sismo, debe su nombre al físico italiano Giuseppe Mercalli. Generalmente, un gran terremoto producirá valores de mayor intensidad que uno pequeño, pero hay otros factores capaces de afectar como la cantidad de energía liberada, la distancia del epicentro, la profundidad focal del sismo, la densidad de la población, la geología local del área, el tipo de construcción de los edificios, así como la duración del sacudimiento.

Según el CENAPRED (Centro Nacional para la Prevención de Desastres) el sitio del proyecto está localizado en una clasificación según la intensidad global de desastre que llega a causar, en la región se presenta un valor de **V**, teniendo en consideración la existencia de 11 niveles de caracterización, donde 1 es la más baja y 11 la más alta, esta categoría se puede percibir como:

“Perceptible por algunas personas dentro de los edificios, especialmente en pisos altos. Muchos no lo perciben como un terremoto. Los automóviles detenidos se mueven ligeramente. Sensación semejante al paso de un camión pequeño. Aceleración entre 2,5 y 6,0 Gal”.

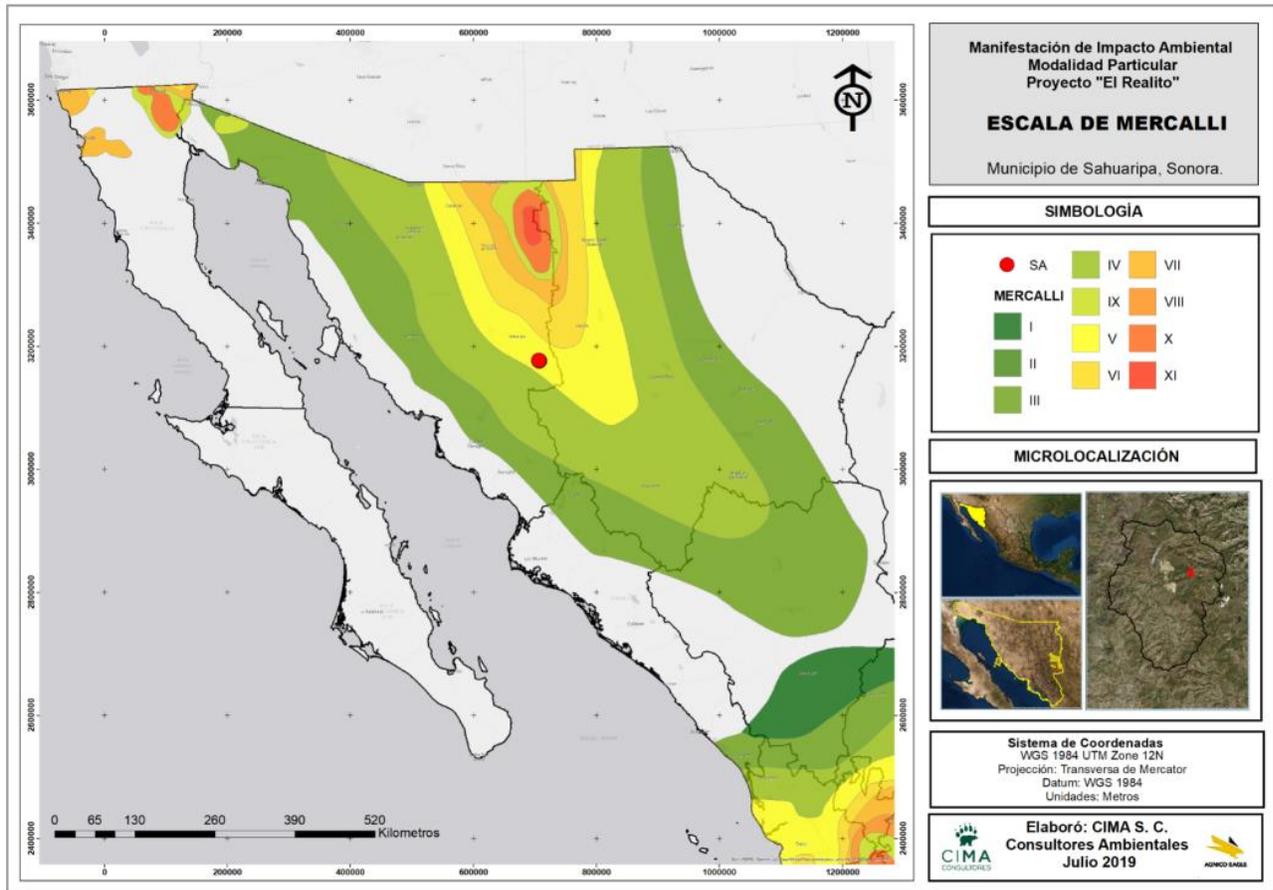


Figura IV. 9 Escala de Mercalli.

Otro dato según la regionalización sísmica de la CFE (Comisión Federal de Electricidad) el sitio está dentro de la categoría **“Medio”** el cual se describe de la siguiente manera:

- **Alto:** Grandes sismos frecuentes, aceleración del terreno mayor al 70% de la gravedad.
- **Mediano:** Sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno menor al 70% de gravedad.
- **Bajo:** Sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno menor al 70% de gravedad.
- **Muy bajo:** No se tienen registros históricos de sismos en los últimos 80 años.

La intensidad de un sismo está asociada a un lugar determinado y se asigna en función de los efectos causados en el hombre, en sus construcciones y en general, en el terreno de dicho sitio. Esta medida resulta un tanto subjetiva, debido a que la forma de medirse depende de la sensibilidad de cada persona y de la apreciación que se tenga de los efectos. Sin embargo, la asignación cuidadosa de la intensidad sísmica resulta de gran utilidad para estudiar los sismos históricos o aquellos que impactan en zonas donde se carece de instrumentos de registro.

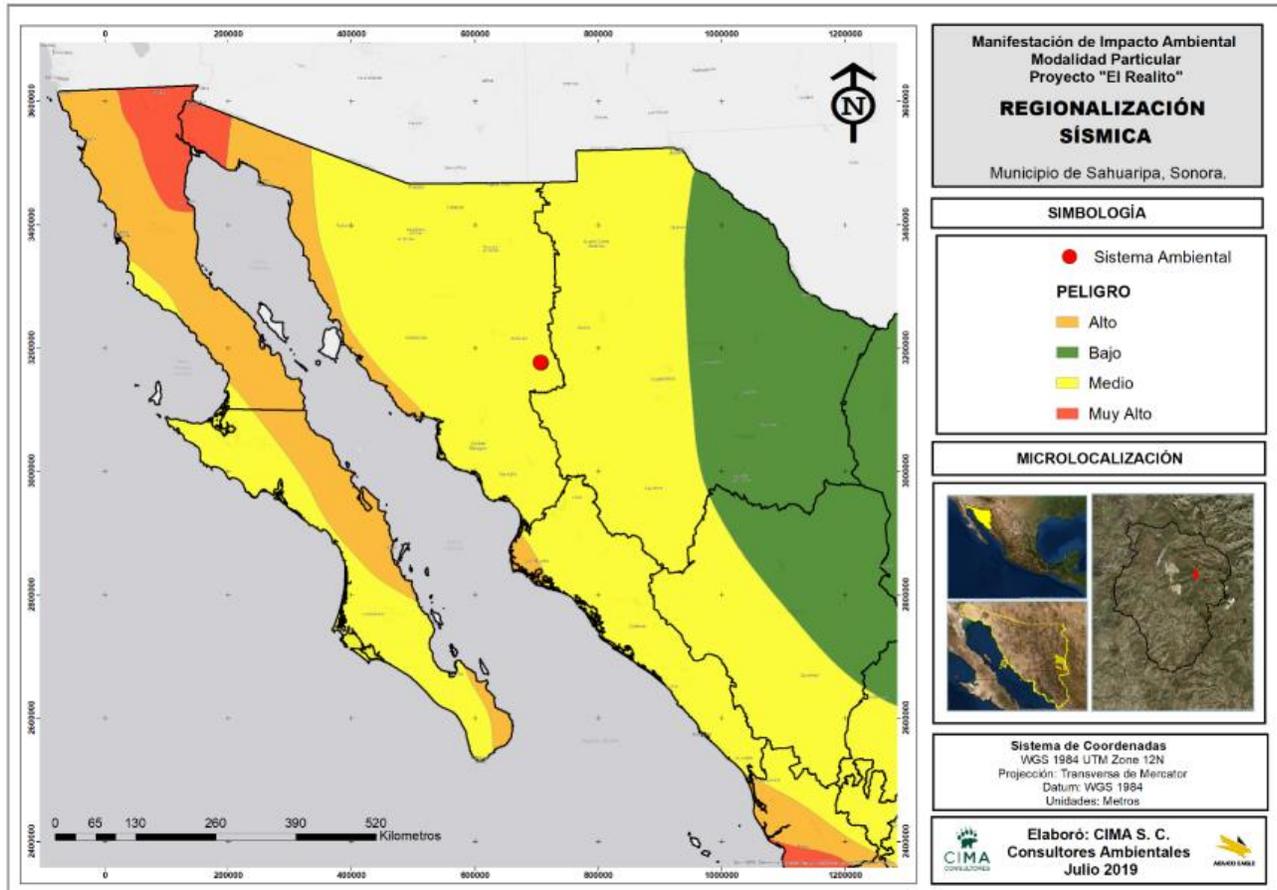


Figura IV. 10 Regionalización sísmica CFE.

Según el Servicio Sismológico Nacional se registraron 379 sucesos sismológicos continentales en Sonora donde la mayoría se presentó al Noreste del estado. Este censo de incidentes fue tomado desde el año 1990 hasta el presente año 2019, de la base de datos del Servicio Sismológico Nacional (siguiente figura), como se puede observar el SA se encuentra ubicada en una región con poca actividad sismológica, por lo cual no se considera una zona riesgosa para la actividad a realizarse.

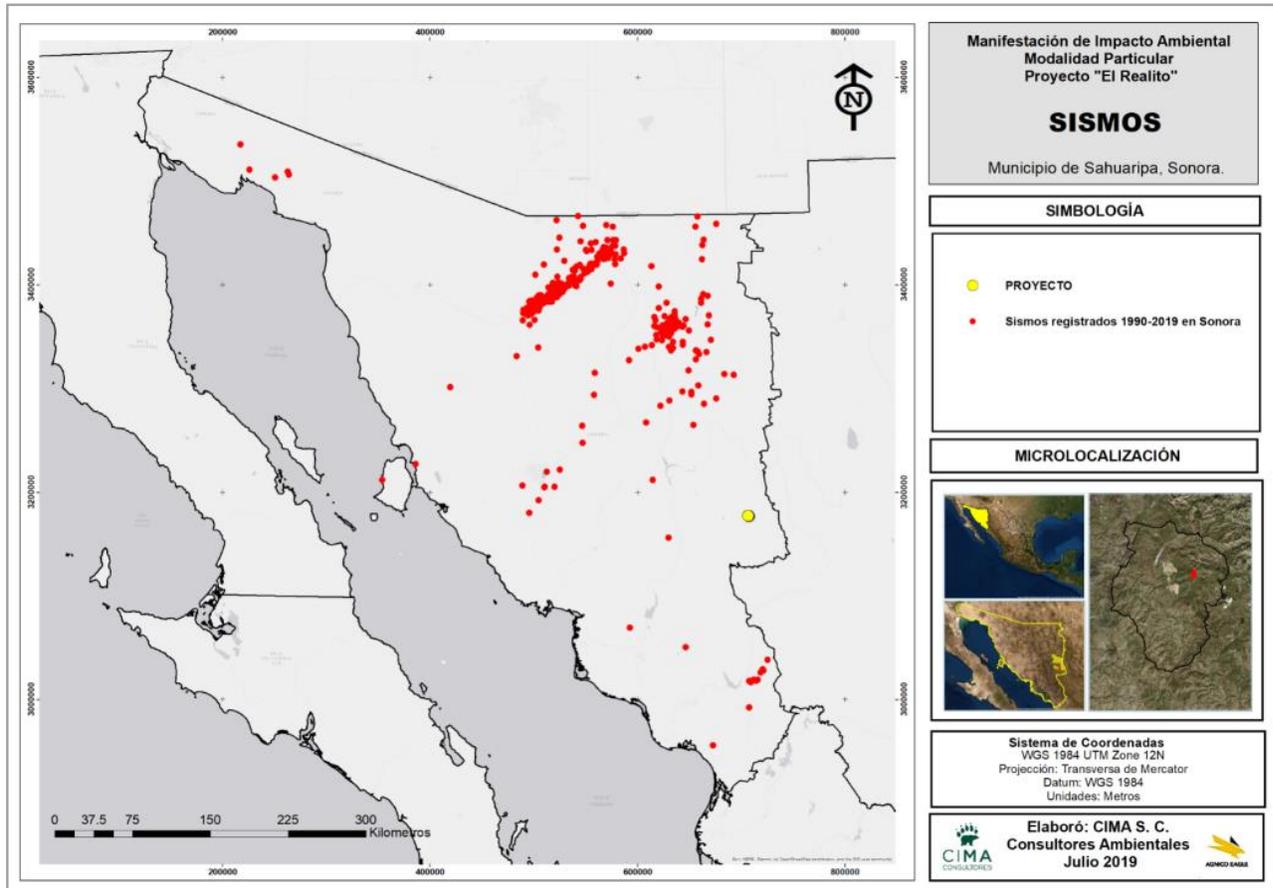


Figura IV. 11 Sismos cercanos al SA registrados.

Fallas y fracturas.

Las fallas se forman por esfuerzos tectónicos o gravitatorios actuantes en la corteza. La zona de ruptura tiene una superficie generalmente bien definida denominada plano de falla, aunque puede hablarse de banda de falla cuando la fractura y la deformación asociada tienen una cierta anchura.

Las fracturas son grietas del terreno producida por fuerzas tectónicas. Muchas fracturas se deben a que el terreno carecía de la necesaria flexibilidad para plegarse al ser sometido a empujes laterales. En el área del SA se encuentran dos fallas y dos fracturas, como se puede observar en la siguiente tabla y figura.

Tabla IV. 6 Fallas y fracturas dentro del SA

Fallas y Fracturas dentro del SA		
Tipo	Dirección	Longitud (m)
Fractura	Noroeste-Sureste	16,232.487
Falla	Noroeste-Sureste	15,302.856
Falla	Noroeste-Sureste	10,841.238
Fractura	Noreste-Suroeste	18,172.512

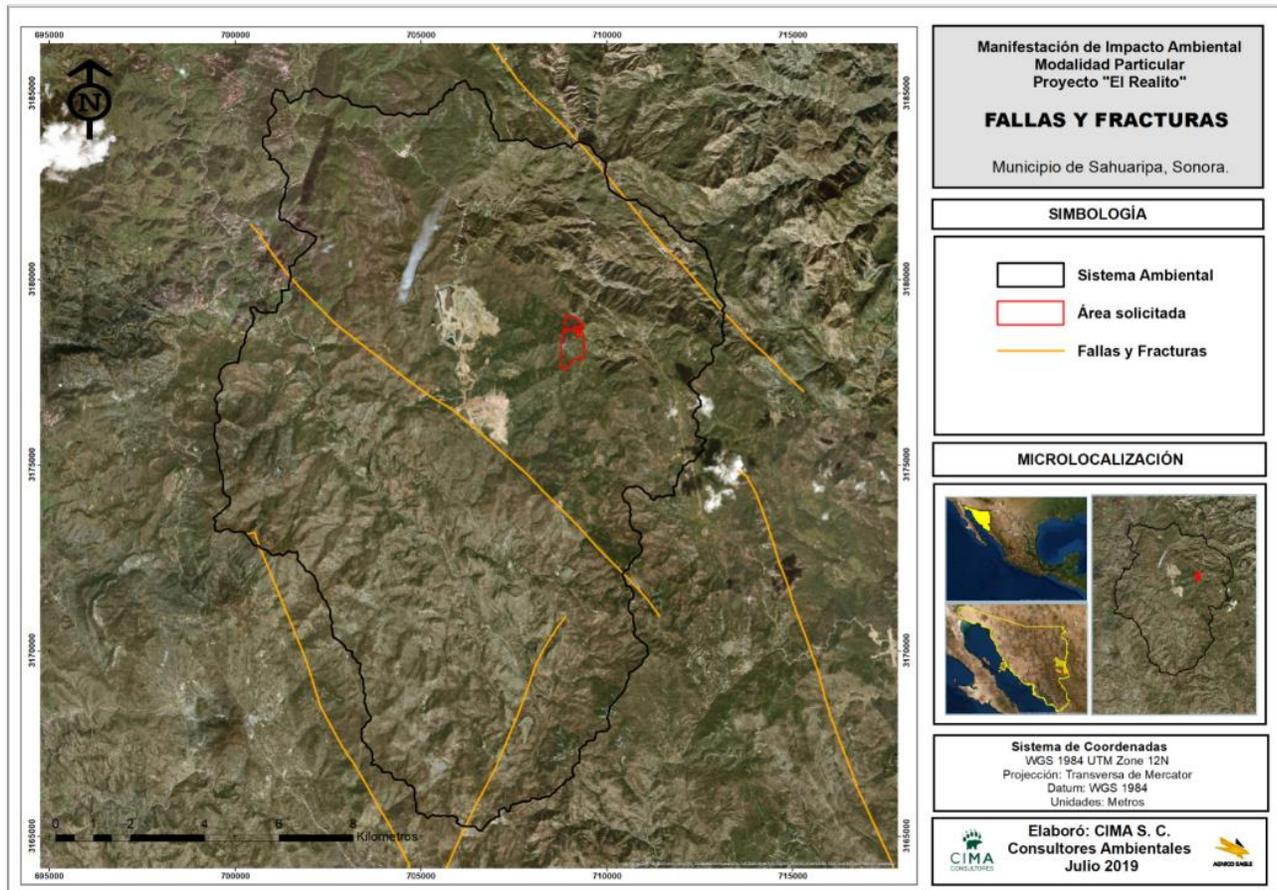


Figura IV. 12 Fallas y fracturas cercanas al SA

Deslizamientos de laderas.

Estos fenómenos son desplazamientos de masas de tierra o rocas por una pendiente en forma súbita o lenta. Si bien la gravedad que actúa sobre las laderas es la principal causa de un deslizamiento, su ocurrencia también depende de variables como son las clases de rocas y suelos, la Topografía (lugares montañosos con pendientes fuertes), orientación de las fracturas o grietas en la tierra, cantidad de lluvia en el área, actividad sísmica, actividad humana (cortes en ladera, falta de canalización de aguas, etc.) y la erosión (por actividad humana y de la naturaleza).

Los deslizamientos de tierra ocurren con mayor frecuencia que cualquier otro evento geológico. Se producen a diario en las capas más superficiales del terreno como consecuencia de fuertes precipitaciones o de ondas sísmicas.

Según la imagen de deslizamiento potencial de laderas en las cercanías del proyecto no se han registrado deslizamientos, sin embargo, el área no está exenta a este tipo de fenómenos debido a que el relieve del SA presenta un área con deslizamiento potencial de tierra, como se muestra en la siguiente figura.

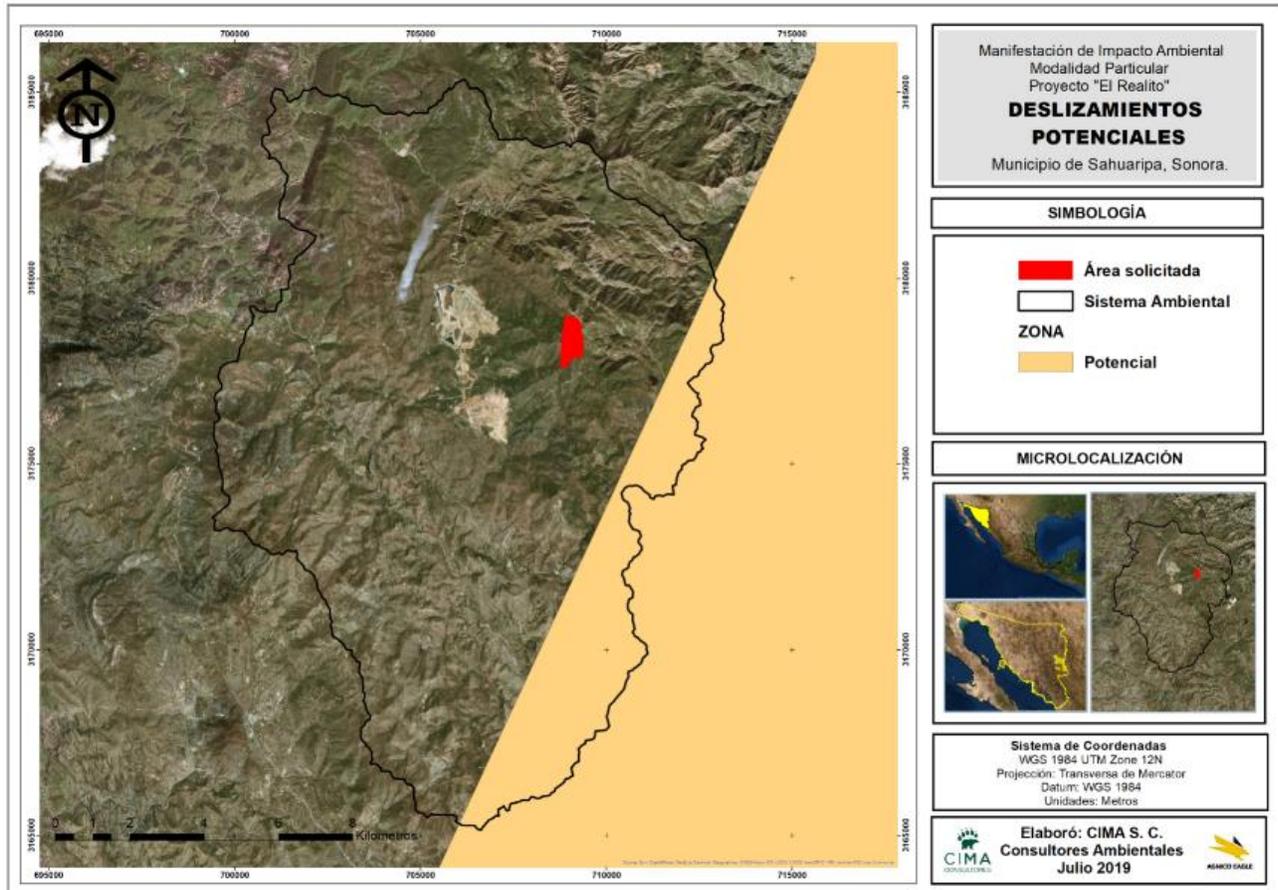


Figura IV. 13 Regiones potenciales de deslizamientos

Possible volcanic activity

No se tienen registros de este tipo de actividad volcánica cerca del predio. Existen pocos volcanes activos dentro de la República Mexicana, los más cercano se localiza en el Estado de Nayarit, cerca del océano Pacífico del Norte tal y como se muestra en la siguiente figura.

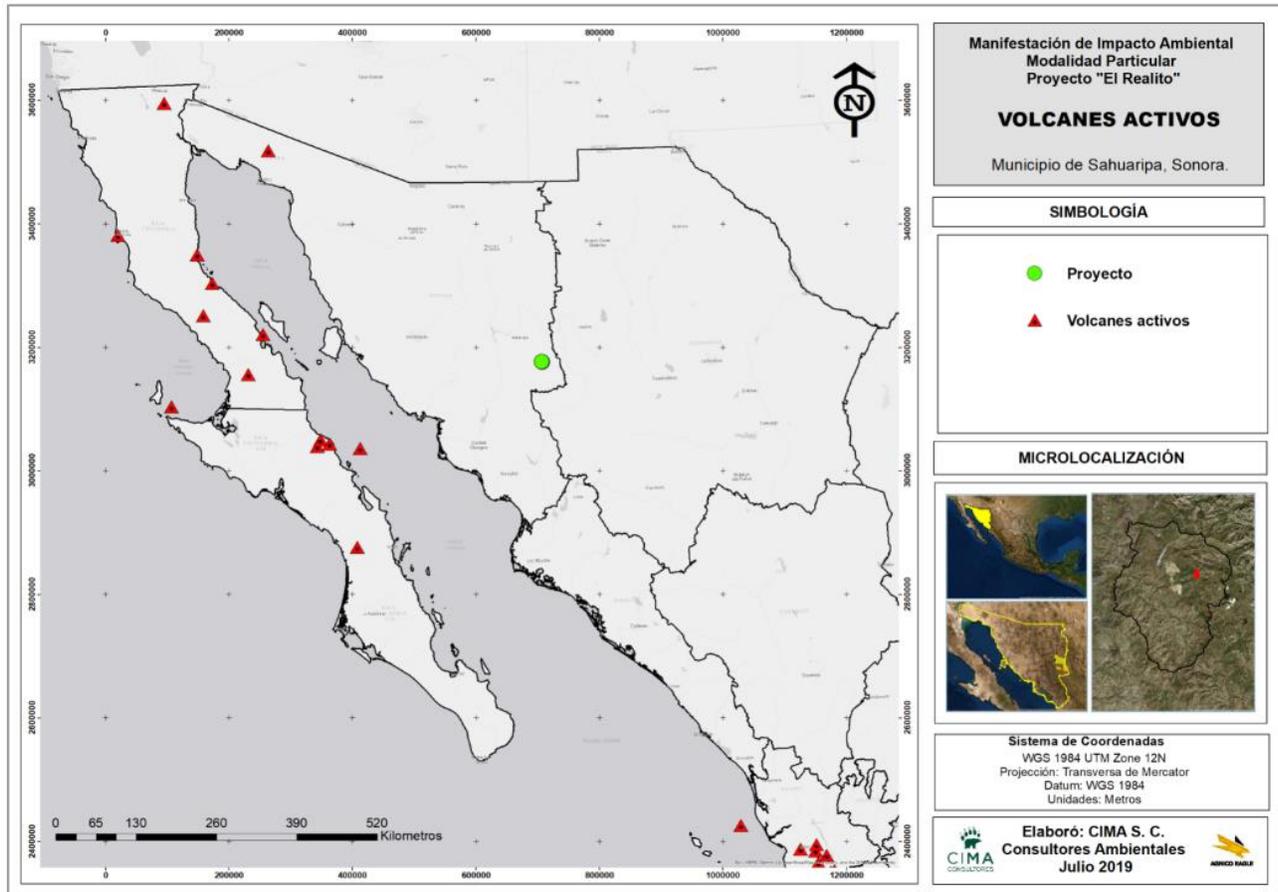


Figura IV. 14 Volcanes activos cercanos al área del proyecto

Inundaciones

De acuerdo con la información que ofrece la CENAPRED (2013) una inundación es aquel evento que, debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura.

En este mismo sentido, la CENAPRED ofrece un índice de peligrosidad de inundación por municipio, para cada uno de los estados del país. Considerando, que políticamente, el área del SA se ubica en el municipio de Sahuaripa y una pequeña porción de Arivechi, Sonora, se tiene una vulnerabilidad Media a inundaciones, tal como se puede apreciar en la siguiente figura:

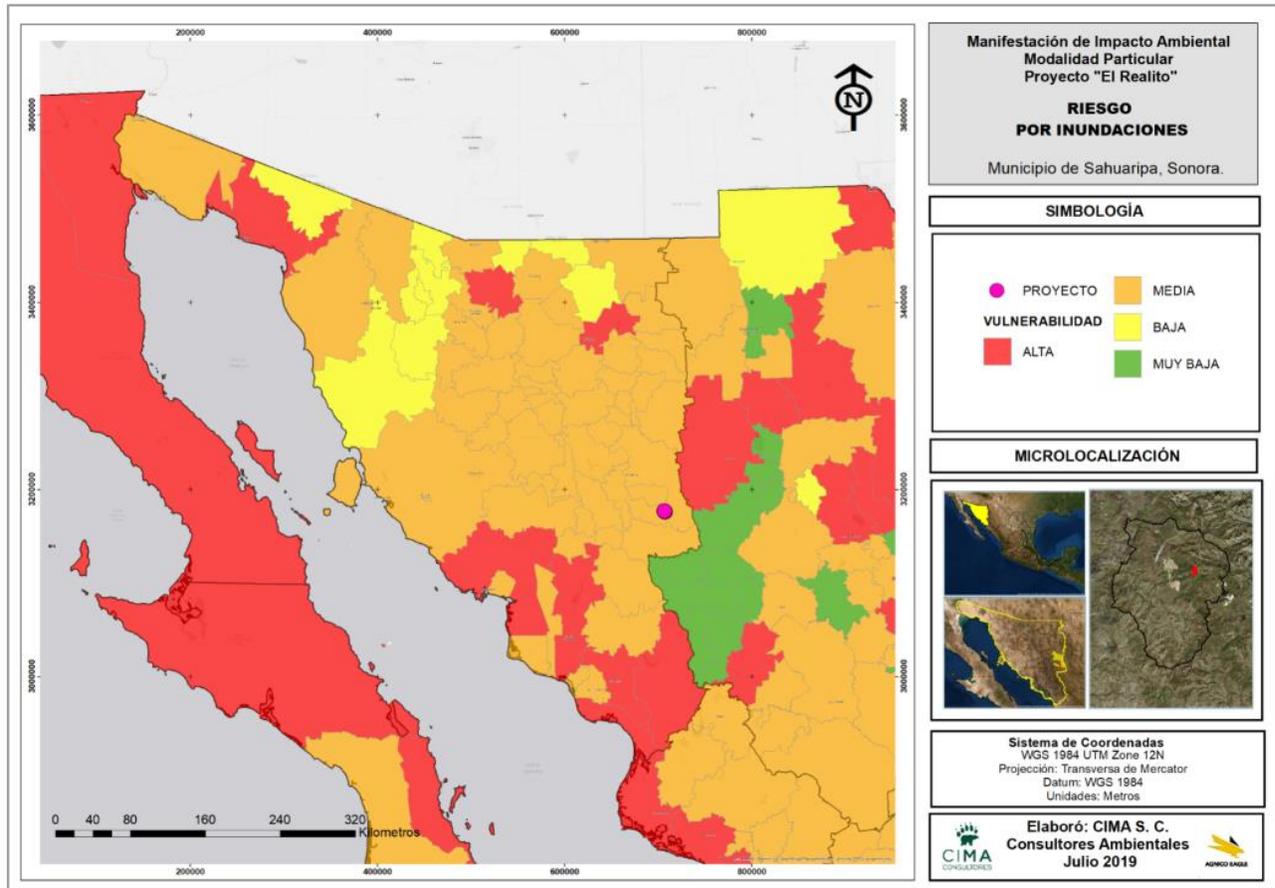


Figura IV. 15 Vulnerabilidad a inundaciones dentro del SA

Relieve

Modelo digital de elevación (Relieve)

El modelo digital de elevación (MDE) es una representación visual de la topografía y matemática de los valores de altura de una zona terrestre con respecto al nivel medio del mar.

Dentro del SA se pueden encontrar rangos de altura que van desde los 342 hasta los 2,205 msnm, sin embargo el area del proyecto se localiza específicamente en los rangos de elevación que van de los 1,300 a 2,205 msm como se muestra en la siguiente tabla e imagen:

Tabla IV. 7 Superficie de los rangos de elevación dentro del SA

Rango de elevación en el SA		
Rangos de elevación	Superficie (ha)	Superficie (%)
1000 - 1300 msnm	404.64	2.2
1300 - 1500 msnm	5556.14	30.8
1500 - 1700 msnm	7868.09	43.6
1700 - 2205 msnm	4227.34	23.4
Total	18,056.20	100

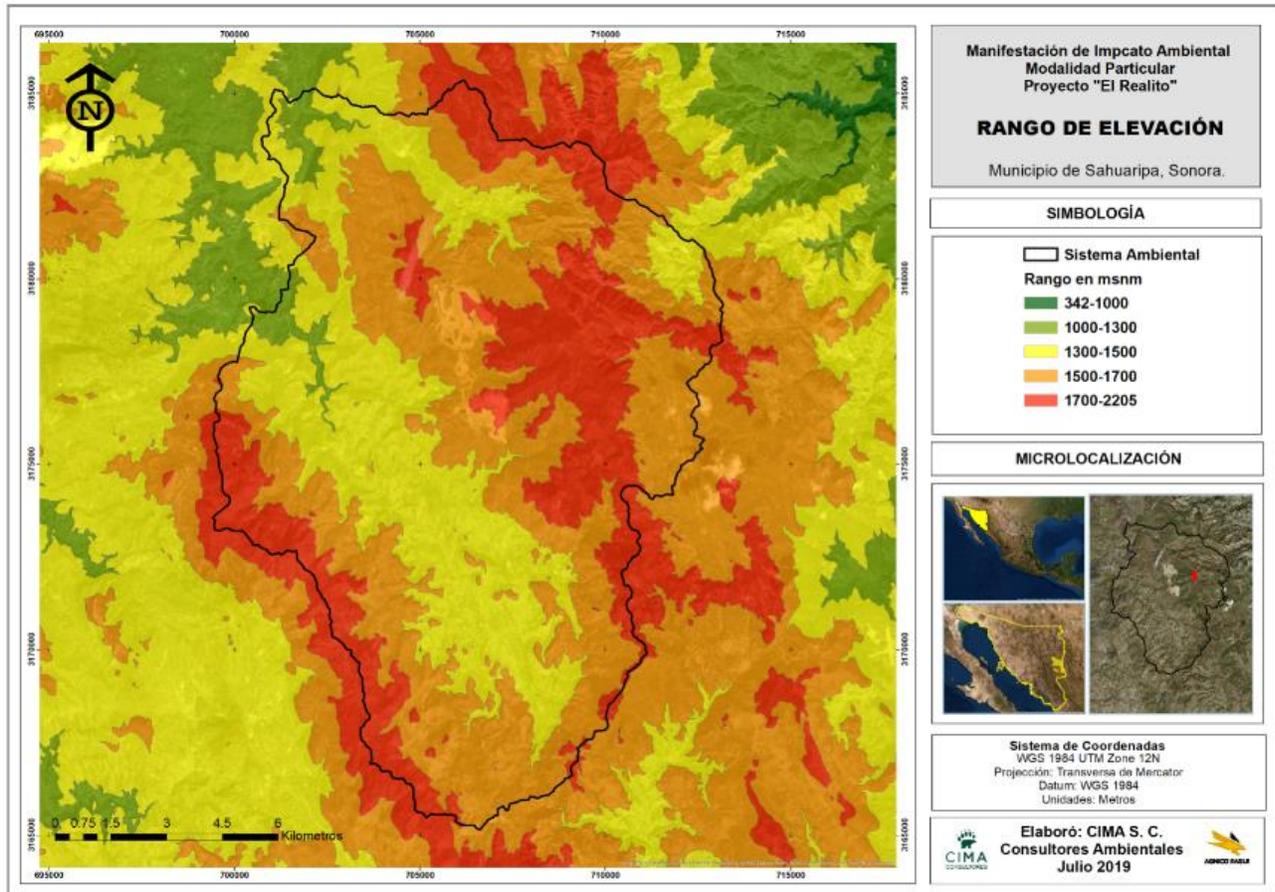


Figura IV. 16 Rango de elevaciones en el SA

Pendiente

La pendiente del terreno se puede definir como la inclinación o desnivel del suelo expresado en grados de inclinacion.

Dentro del SA se pueden apreciar diferentes rangos de pendientes que van desde 0-10° hasta pendientes de 50-84°, dominando en mayor superficie dentro del SA las que van de los 10-20° como se puede apreciar en la siguiente tabla y figura:

Tabla IV. 8 Superficie de las pendientes dentro del SA

Rango de pendientes en el SA		
Rangos de pendientes (°)	Superficie (Ha)	%
0 a 10	4,080.03	22.6
10 a 20	5,607.21	31.1
20 a 25	2,934.21	16.3
25 a 35	4,347.40	24.1
35 a 50	1,059.91	5.9
50 a 84	27.44	0.2
Total	18,056.20	100

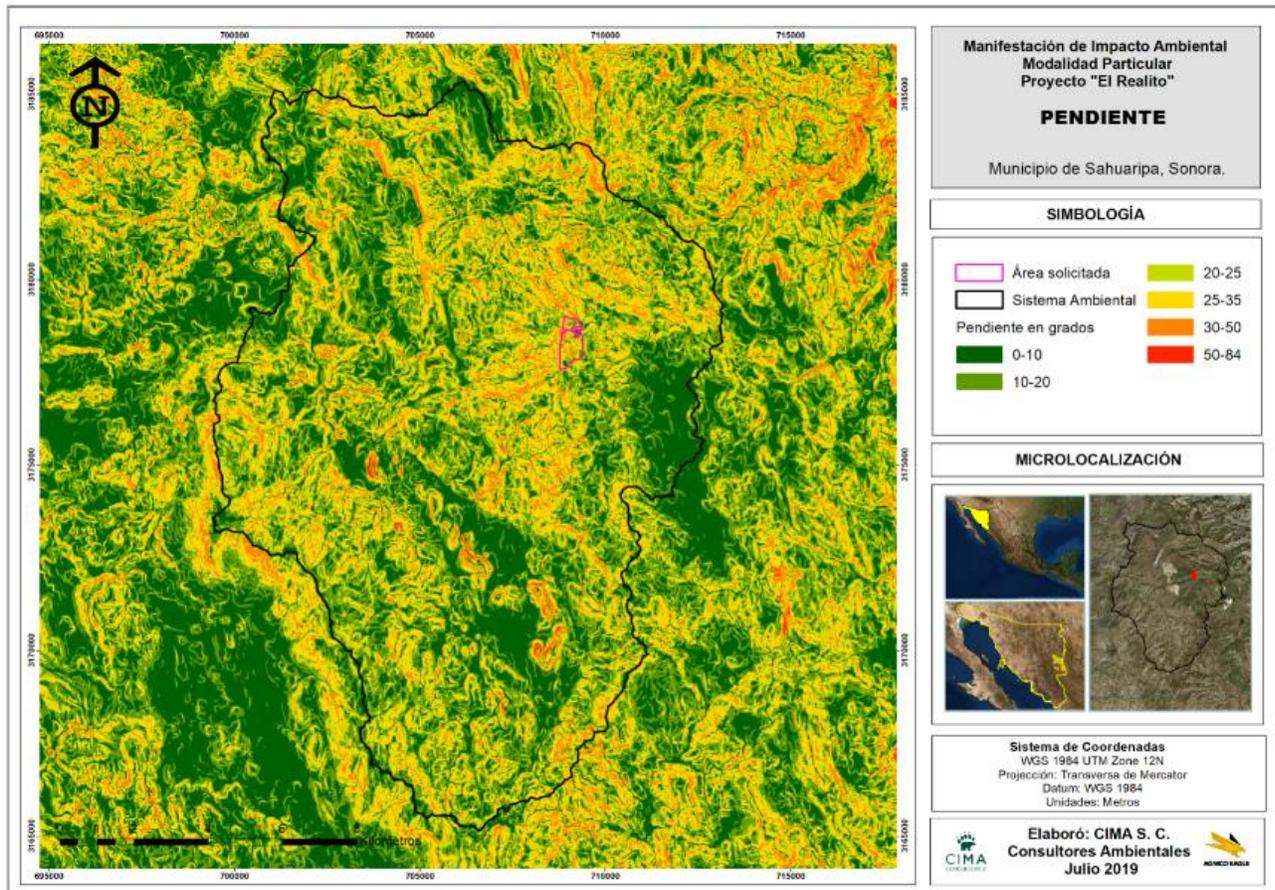


Figura IV. 17 Rango de pendientes dentro del SA

Las diversas altitudes dan paso a las pendientes que definen el SA, donde dan origen a áreas planas hasta las áreas más escarpadas. En la imagen anterior, se aprecian los diferentes tipos de inclinación en un área específica cercana al proyecto.

Exposiciones

Se define como exposición de una ladera la orientación de la recta perpendicular a la misma. Se mide con brújula (o sobre mapas topográficos) y se expresa en rumbos.

Las posibles exposiciones se pueden clasificar en:

- ❖ **Umbrías:** Correspondientes a exposiciones alrededor del NE, en las que es menor el número de horas de insolación y la radiación que recibe se produce en las primeras horas del día, de forma que son estaciones con menores temperaturas y por tanto la evaporación y el déficit hídrico. Reciben menor iluminación. En la medida en que la sequía sea un factor limitante al desarrollo vegetal, la vegetación se ve favorecida en las umbrías, lo que facilita la defensa del suelo frente a la erosión, y por lo tanto, en ellas habrá más abundancia de especies higrófilas, micro termas y escatófilas
- ❖ **Solanas:** Correspondientes a exposiciones alrededor del SO en las que es mayor la radiación recibida y por tanto la iluminación. En estas estaciones aumentan, en relación con una umbría que tenga su misma latitud, altitud y pendiente, las temperaturas, la evaporación y el déficit hídrico. La vegetación estará compuesta por especies más termófilas, xerófilas y heliófilas.

Dentro del SA las superficies para las diferentes exposiciones en su mayoría se encuentran distribuidas uniformemente, tal y como se aprecia en la siguiente tabla e imagen:

Tabla IV. 9 Superficie exposiciones dentro del SA

Rango exposición en el SA		
Exposición	Superficie (ha)	Superficie (%)
Este	2600.48	14.40
Noreste	2257.03	12.50
Noroeste	1982.71	10.98
Norte	2089.94	11.57
Oeste	2703.99	14.98
Plano	67.38	0.37
Sur	1989.33	11.02
Sureste	1908.03	10.57
Suroeste	2454.88	13.60
Total	18,056.20	100

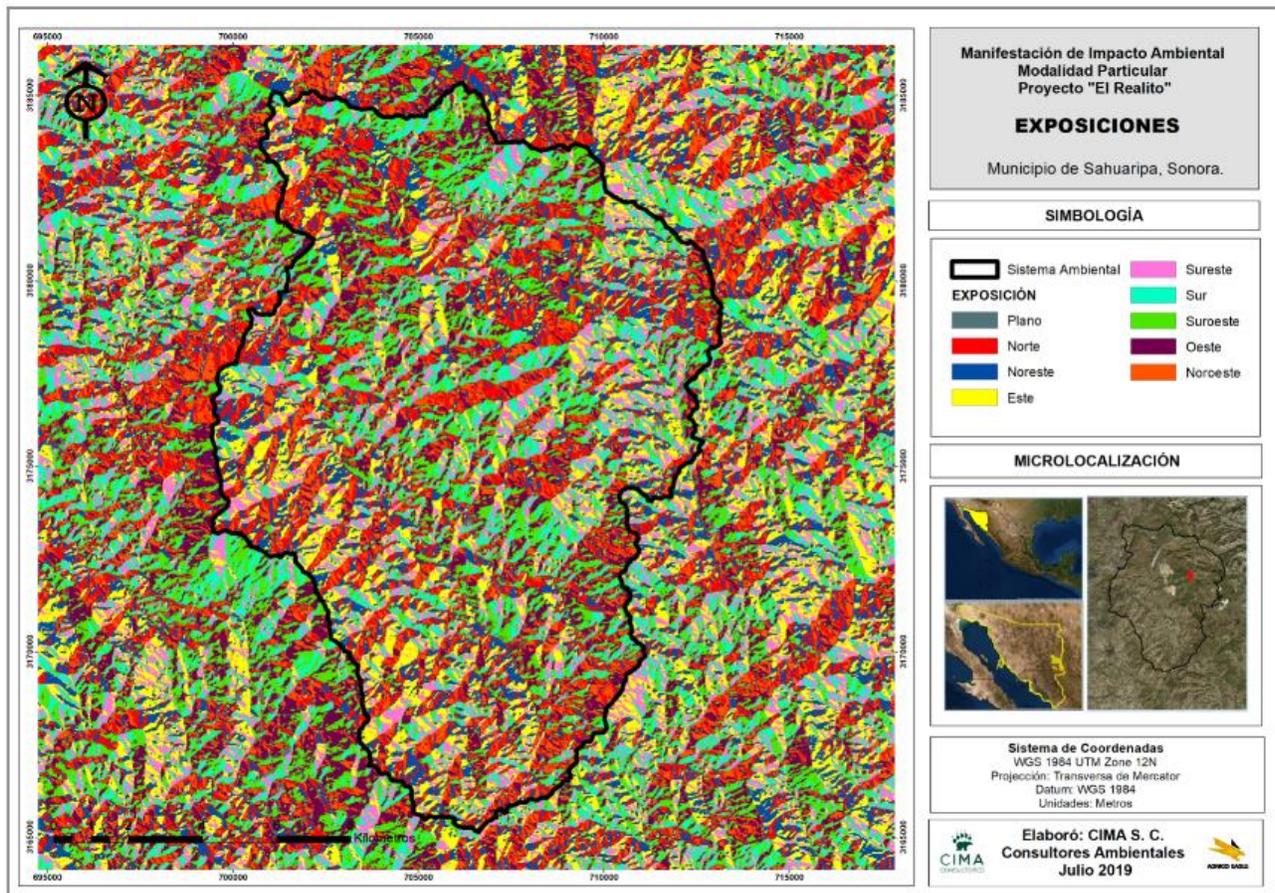


Figura IV. 18 Exposiciones dentro del SA

Geología general

La historia geológica de Sonora tiene su comienzo con la formación de su antigua corteza terrestre, hace aproximadamente 1,800 millones de años (Ma). Desde entonces y debido a los procesos de tectónica de placas, la región ha sido parte de diversas configuraciones continentales que van desde el antiguo continente Columbia, pasando por Rodinia, Pangea y hasta la actual Norte América. Las rocas más antiguas que forman su basamento son metamórficas de los bloques Caborca y Norte América que tienen edades entre 1600 y 1800 Ma, así como granitoides que las cortan y que tienen edades entre ca. 1.8 y 1.1 Ga.

Geomorfología

La geomorfología estudia y pretende cuantificar determinados rasgos propios de la superficie terrestre, como en el caso de las cuencas hidrográficas. Las cuencas hidrográficas funcionan como colectores, es decir, reciben las precipitaciones y las transforman en escurrimientos. Esta transformación de precipitación a escurrimiento se hace con pérdidas de agua y está en función de numerosos factores, entre los que predominan el clima y la configuración del terreno; y también los índices y magnitudes físicas que expresan en términos simples los valores medios de ciertas características del terreno. Diferentes investigaciones han comprobado la influencia que tienen determinados índices a las respuestas hidrológicas en las cuencas, por ello la importancia de los análisis y determinaciones cuantitativas, como por ejemplo el área de la cuenca, su forma, pendiente, elevación media, características de su red de drenaje, longitud del cauce o colector principal, entre otros.

Unidad presente dentro del SA: dentro de la superficie del SA se encuentra dos clases de rocas; la ígnea extrusiva, ocupando la mayor parte de la superficie con un 87.66 % del total del SA y la sedimentaria solo con un 12.34 %. A continuación se hace una breve reseña de las características de las rocas antes mencionadas:

1-. Clase; Ígnea extrusiva. Las rocas ígneas extrusivas, o volcánicas, se forman cuando el magma fluye hacia la superficie de la Tierra y hace erupción o fluye sobre la superficie de la Tierra en forma de lava; y luego se enfría y forma las rocas. La lava que hace erupción hacia la superficie de la Tierra puede provenir de diferentes niveles del manto superior de la Tierra, entre 50 a 150 kilómetros por debajo de la superficie de la Tierra.

2-. Clase; Sedimentaria. Las rocas sedimentarias (del latín sedimentum, asentamiento) se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras. Los sedimentos son depositados, una capa sobre la otra, en la superficie de la litósfera a temperaturas y presiones relativamente bajas y pueden estar integrados por fragmentos de roca preexistentes de diferentes tamaños, minerales resistentes, restos de organismos y productos de reacciones químicas o de evaporación.

Dentro del SA se pueden apreciar dos clases de rocas, la ígnea extrusiva y sedimentaria, predominando la primera abarcando la totalidad parte de la superficie de las Áreas Solicitadas así como la mayor parte del SA, tal como se refleja en la siguiente tabla y figura:

Tabla IV. 10 Unidades geológicas dentro del SA

Geología dentro del SA		
Tipo	Superficie (ha)	%
Ígnea extrusiva	15,828.59	87.66
Sedimentaria	2,227.62	12.34
Total	18,056.20	100

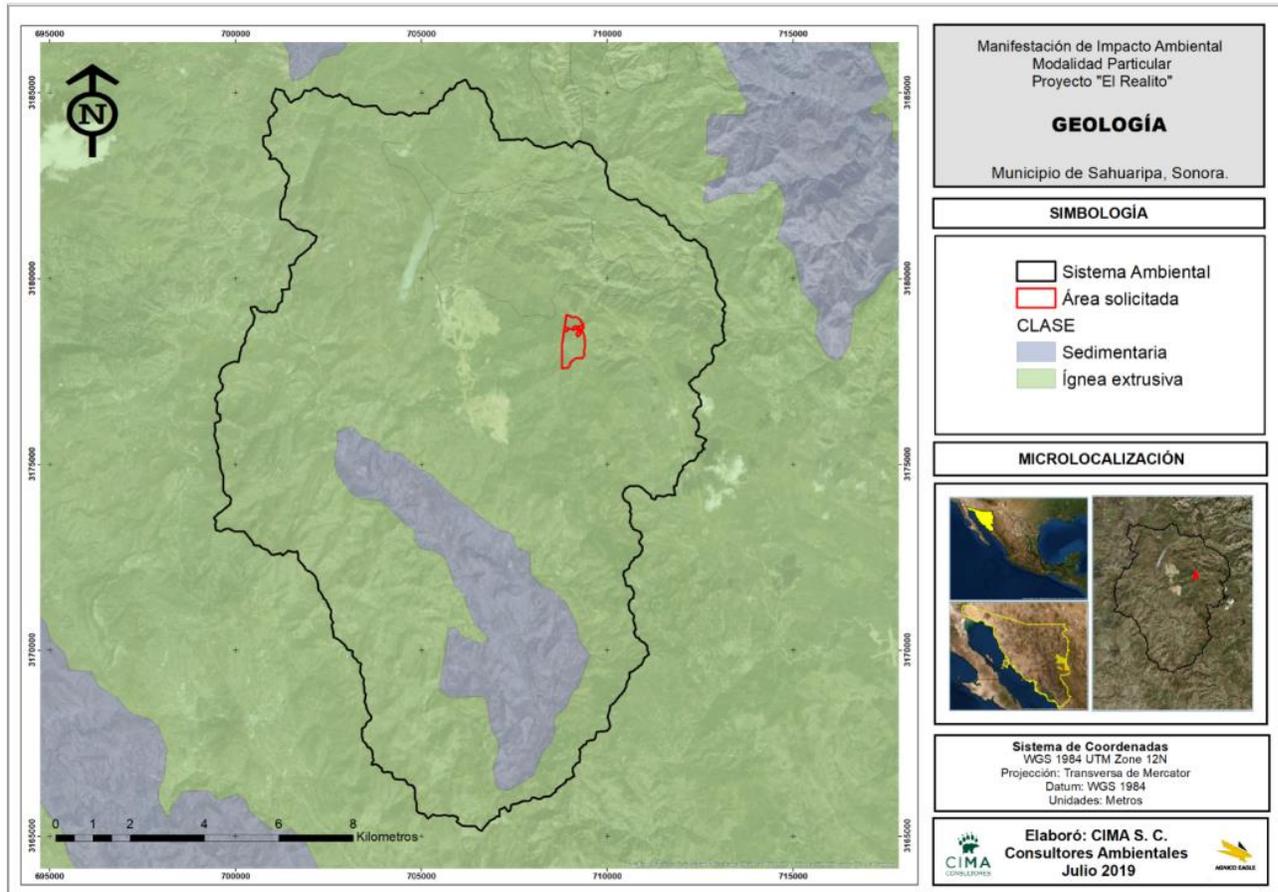


Figura IV. 19 Geología dentro del SA

c) Suelo

El suelo es un elemento fundamental de los ecosistemas terrestres, se forma a lo largo de un proceso en el que intervienen diferentes factores como el clima, seres vivos y los fenómenos naturales. En este medio se encuentran materiales procedentes de la roca madre fuertemente alterados, seres vivos, materiales descompuestos procedentes de ellos, además de aire y agua que son utilizados por los seres vivos. En dichos componentes, se apoyan las plantas, las cuales condicionan todo el desarrollo el ecosistema. A continuación, se hace una breve reseña de cada tipo de suelo presente dentro de las Áreas Solicitadas como en el Sistema Ambiental:

Tipos de suelo dentro del SA.

En la clasificación de la carta edafológica se obtuvo que para el SA se tiene las unidades de suelo; **Phaeozem** y **Regosol**.

Características de las unidades de suelo

Phaeozem; son suelos pardos, se encuentran en varias condiciones climáticas, pueden presentar cualquier tipo de vegetación. Su característica principal es una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y nutrientes; son suelos de origen residual a partir del intemperismo de rocas ígneas extrusivas y conglomerados y aluvial a partir de materiales transportados, encontrándose distribuidos ampliamente en la provincia sierra Madre Occidental en toposformas de sierras, lomeríos, mesetas, así como en valles y llanuras.

Regosol; son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte mólico o úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas (Leptosoles), arenosos (Arenosoles) o con materiales flúvicos (Fluvisoles). Los Regosoles están extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos.

A continuación se muestra una tabla con el porcentaje de superficie de cada uno de los tipos de suelo que se encuentran dentro del SA al igual que una imagen, para una mejor visualización de las unidades edafológicas;

Tabla IV. 11 Superficie Edafológica dentro del SA

Edafología dentro del SA		
Tipo	Superficie (ha)	Superficie (%)
Phaeozem	11,065.47	61.28
Regosol	6990.74	38.72
Total	18,056.20	100

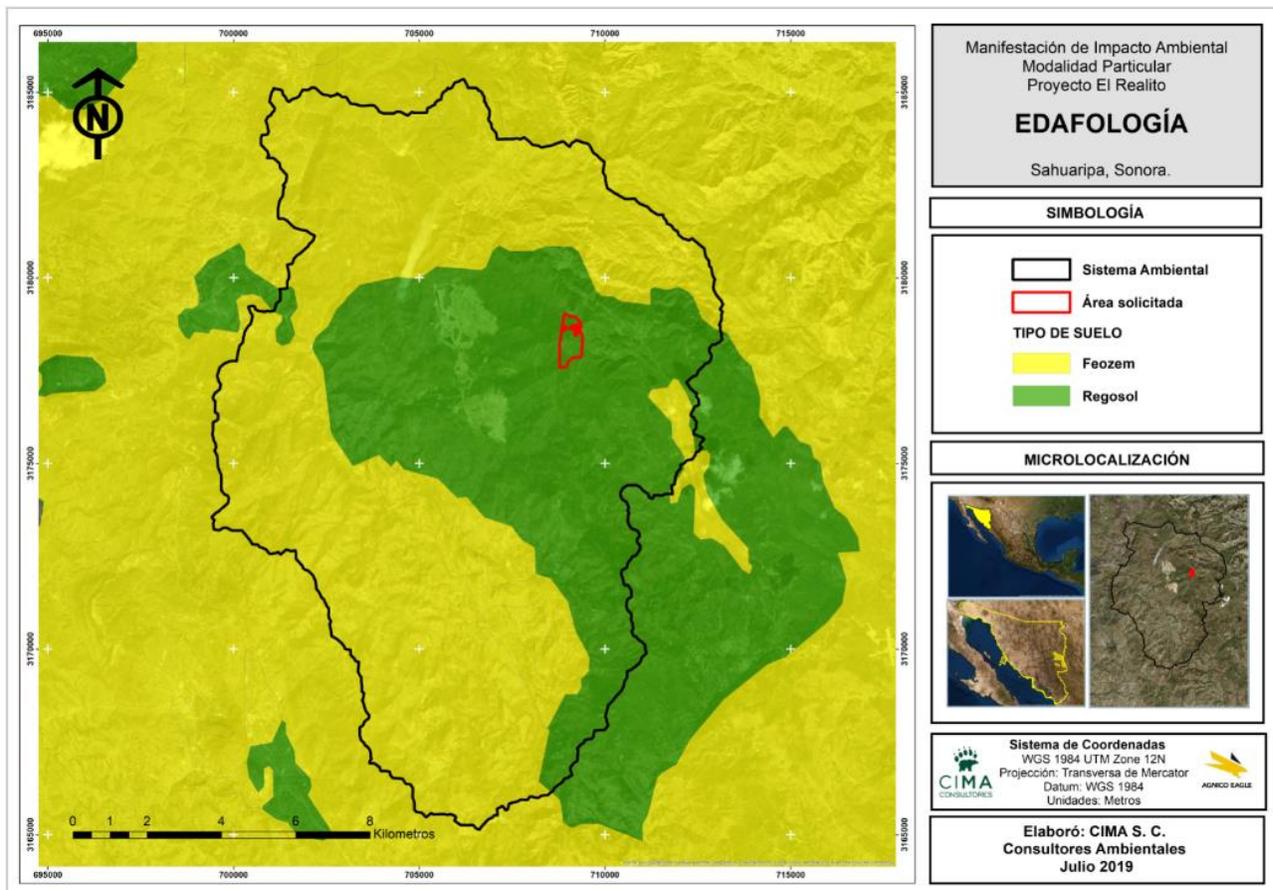


Figura IV. 20 Edafología dentro del SA

Antropización

La antropización se define como la transformación que el ser humano ejerce sobre el medio, ya sea sobre el biotipo o la biomasa.

A nivel regional existe perturbación ambiental por actividades antrópicas, que han originado la aparición de extensas áreas alteradas, modificando el antiguo ecosistema. Estas áreas alteradas, se dedican a diferentes actividades como zonas dedicadas al cultivo de riego, a la actividad pecuaria o la ganadería.

La calidad de los ecosistemas fue evaluada en la relación al grado de antropización en cada uno de ellos, basándonos en el mapa de antropización del Noroeste del país proporcionado por la CONABIO.

Según los datos de Margarita Soto (1997), aquellas zonas diagnosticadas como: poco, débilmente y parcialmente modificadas, corresponden a espacios con un grado de modificación tal, que es posible su recuperación por vías naturales. Mientras que, las zonas diagnosticadas como: medianamente, fuertemente, muy fuertemente y drásticamente modificadas, corresponden a zonas donde la modificación ha dado paso a la secundarización bien establecida, con el posicionamiento de sistemas agrícolas y pecuarios o incluso se han afectado componentes abióticos como la cobertura edáfica, microclima o microrelieve, por lo que estas zonas son consideradas las de mayor afectación.

Con la información anterior y mediante el uso de la capa de antropización del país y el programa informático ArcGis 10.5, fue ubicado el SA para poder determinar los tipos y porcentajes de antropización que se encontraban dentro del mismo como se puede apreciar en la siguiente tabla e imagen.

Con base en los datos que maneja Margarita Soto en su reporte “Preparación del Mapa de Antropización del Noroeste del País” (*Op cit.*), se determinó los diferentes grados de antropización y su descripción para cada uno de ellos como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla IV. 12 Antropización dentro del SA.

Antropización dentro del SA		
Descripción	Superficie (ha)	Superficie (%)
Débilmente modificado	9,177.54	50.83
Medianamente modificado	1231.94	6.82
Muy fuertemente modificado	33.71	0.19
Parcialmente modificado	7,613.02	42.16
Total	18,056.20	100

Como se puede observar en la tabla anterior tenemos que en su mayoría el Sistema Ambiental ha sido débilmente modificado con un 50.83% y Parcialmente modificado con un 42.16% mientras que el valor mínimo le pertenece a la categoría muy fuertemente modificado con un 0.19%.

En conjunto estos 2 atributos que representan mayor superficie (93.01%) se considera que sus alteraciones pueden ser reversibles por medios naturales, es decir su intensidad o nivel de preocupación es bajo, considerando la metodología empleada por la CONABIO que se tiene una buena condición pues se considera que ha sido ligeramente modificado.

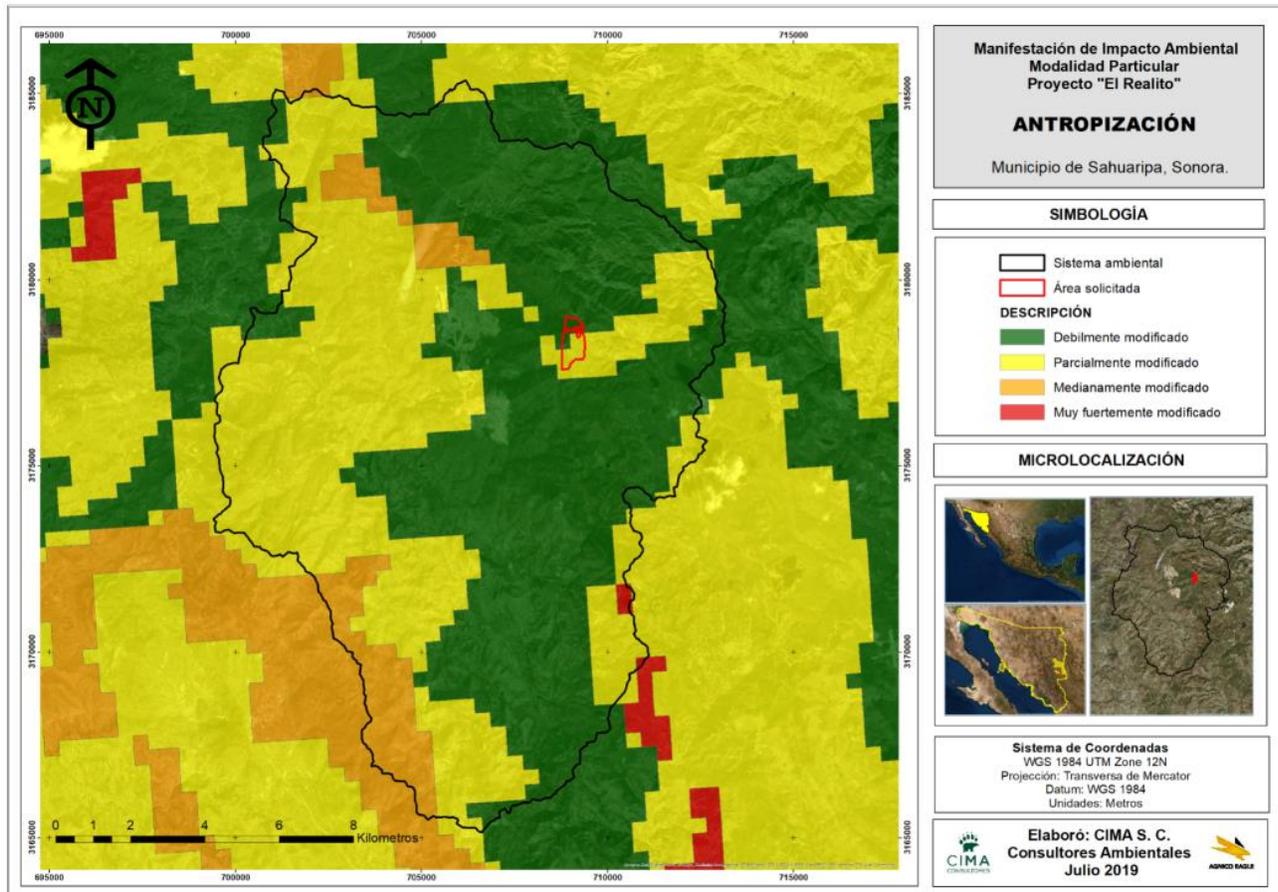


Figura IV. 21 Zona de antropización identificada dentro del SA

En base a los datos que maneja Margarita Soto en su reporte “Preparación del Mapa de Antropización del Noroeste del País” (*Op cit.*), se determinó los diferentes grados de antropización y su descripción para cada uno de ellos como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla IV. 13 Descripción de los niveles de antropización a cada grado de modificación

Grados de modificación	Descripción
Poco modificado	Paisajes en los que sus componentes y atributos se encuentran en estado natural o cercano a él. Las modificaciones que han sufrido se deben a procesos naturales que pueden ser propios de la evolución del paisaje. Son asimilados por la dinámica propia del paisaje recuperándose el equilibrio.
Débilmente modificado	Paisajes cuyos componentes bióticos (especialmente la vegetación) han sufrido en su composición ligeras modificaciones de carácter antrópico. No obstante, éstas son automitigables.
Parcialmente modificado	Paisajes que han sufrido alteraciones en la composición y estructura de sus componentes bióticos, especialmente en la vegetación. Aunque existe una secundarización es posible su recuperación por vías naturales.
Medianamente modificado	Paisajes en los que sus componentes bióticos (especialmente la vegetación) han sufrido alteraciones antrópicas en su composición, estructura y funcionamiento. La secundarización está ya establecida. Existe una gran proporción de elementos secundarios.
Fuertemente modificado	Paisajes en los que predominan los agroecosistemas poco mecanizados sobre las formaciones secundarias. Las prácticas antropogénicas empiezan a afectar los componentes abióticos, en especial la cobertura edáfica y el microclima.

Muy fuertemente modificado	Paisajes en los que los componentes bióticos (naturales y secundarios) han sido substituidos por agroecosistemas altamente mecanizados u otros sistemas antrópicos. Comienza a haber una transformación del micro relieve, aguas superficiales y subterráneos. Se inicia una afectación de su interrelación con los paisajes vecinos.
Paisajes antrópicos	Son aquellos paisajes que han sido enteramente transformados por la actividad humana

Erosión

La degradación del suelo se refiere a los procesos erosivos inducidos por las actividades humanas que disminuyen su productividad biológica, así como su capacidad actual y/o futura para sostener la vida humana (Oldeman, 1998). Según el estudio más reciente con mayor detalle sobre la degradación de los suelos del país, en el año 2002, el 44.9% de la superficie nacional mostraba algún signo de degradación, siendo la degradación química y la erosión hídrica los procesos más importantes. Con respecto al nivel de degradación, el ligero y moderado alcanzan el 42.8% de la superficie del país y el 2.1% restante se divide entre los niveles fuerte y extremo. Las principales causas asociadas con la degradación son las actividades agrícolas y pecuarias.

Cálculo de pérdida de suelo.

La erosión se define como el proceso físico que consiste en el desprendimiento, transporte y deposición de las partículas del suelo (Kirkby, 1984). Si este proceso se lleva a cabo en condiciones naturales se denomina erosión geológica, pudiendo ser considerada en tal caso como una forma más de conformación del relieve. Si la tasa de erosión se incrementa por las actividades humanas, se manifiesta la erosión acelerada o inducida, la cual se presenta cuando el hombre modifica la superficie terrestre manipulando la capa arable y cobertura vegetal. El objetivo del presente estudio es caracterizar la erosión hídrica y eólica actual, que es la que se está generando en estos momentos por efectos del sistema.

Erosión hídrica del área sujeta a cambio de uso de suelo

Se aplica el método que se enuncia en el documento "Términos de Referencia Generales para la Elaboración del Programa Estatal de Ordenamiento Territorial" (versión agosto del 2001) y apoyados en el manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio. Documento central. Subsecretaría de Ecología (1988).

Descripción de los pasos

Para elaborar este producto se aplican ecuaciones para calcular la pérdida del suelo planteadas por diversos autores, aunque modificadas a efecto de lograr darles expresión cartográfica.

- a) **PECRE:** Periodo de Crecimiento, se obtiene a partir de la Carta de Precipitación, empleando la siguiente fórmula:

$$PECRE = 0.2408 (Prec. Media) - 0.0000372(Prec. Media)^2 - 33.1019$$

$$PECRE = 0.2408 (567.1mm) - 0.0000372(567.1mm)^2 - 33.1019 = 91.49$$

- b) **IALLU:** Índice de Agresividad de la Lluvia, se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$IALLU = 1.1244(PECRE) - 14.7875$$

$$IALLU = 1.1244(91.49) - 14.7875 = 88.08$$

El siguiente cuadro muestra los valores de Precipitación Anual los cuales se fueron obtenidos del servicio meteorológico nacional de la estación más cercana del municipio de Sahuaripa. Así mismo se muestran los valores para PECRE e IALLU, obtenidos mediante las fórmulas antes mencionadas.

Tabla IV. 14 Valores de cálculo de PRECRE e IALLU

Precipitación Media Anual	PECRE	IALLU
567.1 mm	91.49	88.08

- c) **CAERO:** Calificación de la erodabilidad, se obtiene a partir de la carta de edafología escala 1: 250 000 y realizando la actualización de suelos de acuerdo a la nueva clasificación de la WRB 2009.

Se obtuvieron las siguientes unidades suelo **feozem háplico (Hh)** con un valor de erodabilidad = 0.5 y **regosol eútrico (Re)** con un valor de erodabilidad = 1.0 tal como se lista en la siguiente tabla de acuerdo a la clave del tipo de suelo.

Tabla IV. 15 Valores de CAERO de acuerdo al tipo de suelo

Nombre del suelo	Clave	CAERO
Acrisol húmico	Ah	0.5
Acrisol órtico	Ao	2.0
Andosol húmico	Th	0.5
Andosol órtico	To	1.0
Cambisol cálcico	Bk	1.0
Cambisol cromico	Bc	1.0
Cambisol dístrico	Bd	1.0
Cambisol eútrico	Be	1.0
Cambisol húmico	Bh	0.5
Cambisol vértico	Bv	2.0
Castanozem cálcico	Kk	1.0
Castanozem háplico	Kh	1.0
Chernozem cálcico	Ck	0.5
Feozem calcárico	Hc	0.5
Feozem gléyico	Hg	0.5
Feozem háplico	Hh	0.5
Feozem lúvico	Hl	0.5
Fluvisol calcárico	Jc	0.5
Fluvisol eútrico	Je	1.0
Gleysol mólico	Gm	0.5
Gleysol vértico	Gv	2.0
Leptosol lítico	I	2.0
Luvisol crómico	Lc	1.0
Luvisol órtico	Lo	1.0
Luvisol vértico	Lv	2.0
Nitosol dístrico	Nd	0.5
Planosol mólico	Wm	1.0
Regosol calcárico	Rc	0.5
Regosol dístrico	Rd	1.0
Regosol eútrico	Re	1.0
Leptosol rendzico	Le	0.5
Solonchak mólico	Zm	0.5
Solonchak órtico	Zo	1.0
Solonchak takyrico	Zt	2.0

Vertisol crómico	Vc	2.0
Vertisol pélico	Vp	2.0

- d) **CATEX:** Calificación de la Textura, se obtiene a partir de la carta de edafología y propiedades físicas y químicas que se obtuvieron de las tomas de muestra de cada unidad de suelo. El siguiente cuadro muestra el valor CATEX de acuerdo a la textura y fase del suelo.

Tabla IV. 16 Valores de CATEX de acuerdo a la textura del suelo

Nombre del suelo	Clave	Textura	CATEX	Textura	CATEX	Textura	CATEX	Fase	CATEX
Acrisol húmico	Ah	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Acrisol órtico	Ao	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Andosol húmico	Th	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Andosol órtico	To	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Cambisol cálcico	Bk	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Cambisol crómico	Bc	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Cambisol dístico	Bd	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Cambisol eútrico	Be	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Cambisol húmico	Bh	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Cambisol vértico	Bv	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Castanozem cálcico	Kk	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Castanozem háptico	Kh	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Chernozem cálcico	Ck	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Feozem calcárico	Hc	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Feozem gléyico	Hg	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Feozem háptico	Hh	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Feozem lúvico	Hl	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Fluvisol calcárico	Jc	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Fluvisol eútrico	Je	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Gleysol mólico	Gm	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Gleysol vértico	Gv	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Leptosol	I	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Luvisol crómico	Lc	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Luvisol órtico	Lo	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Luvisol vértico	Lv	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Nitosol dístico	Nd	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Planosol mólico	Wm	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Regosol calcárico	Rc	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Regosol dístico	Rd	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Regosol eútrico	Re	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Leptosol Rendzico	E	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Solonchak mólico	Zm	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Solonchak órtico	Zo	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Solonchak takyrico	Zt	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5

Vertisol crómico	Vc	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Vertisol pélico	Vp	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5

En el SA se cuenta con dos tipos de suelo: feozem háplico con una textura media por lo cual le corresponde un calor CATEX = 0.3 y regosol eútrico con dos tipos de textura, media con un valor CATEX= 0.3 y gruesa con un valor CATEX= 0.2

- e) **CATOP:** Calificación de la Topografía se obtiene a partir de la carta de pendientes elaborada con ARGIS, para asignar el valor de CATOP se agruparon las pendientes en tres rangos los cuales son:

Tabla IV. 17 Valores de CATOP de acuerdo a las pendientes

Rango de Pendiente	CATOP
De 0° a 8°	0.35
De 8° a 30°	3.50
Mayor de 30°	11.00

- f) **CAUSO:** Calificación del Uso del Suelo, se obtiene a partir de la Carta de Inventario Nacional Forestal y los valores de la variable CAUSO se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV. 18 Valores de CAUSO de acuerdo al tipo de vegetación de cada unidad de suelo.

Nombre	Clave	CAUSO
Agricultura de Riego (Incluye riego eventual)	R	0.10
Agricultura de Temporal con cultivos anuales	TA	0.80
Agricultura de Temporal con cultivos permanentes y semipermanentes	TP	0.80
Área sin Vegetación Aparente	DV	0.80
Bosque de Encino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	Q	0.10
Bosque de Oyamel (Incluye Ayarín y Cedro) con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	A	0.10
Bosque de Pino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	P	0.10
Bosque de Pino- Encino (Incluye Encino-Pino)	PQ	0.10
Bosque de Táscate con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	J	0.10
Bosque Mesófilo de Montaña con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	M	0.10
Chaparral con vegetación secundaria	Ch	0.15
Matorral Crasicaule con vegetación secundaria	C	0.15
Matorral Desértico Micrófilo con vegetación secundaria	Dm	0.15
Matorral Desértico Rosetófilo con vegetación secundaria	Dr	0.15
Mezquital (Incluye Huizachal) con vegetación secundaria	Mz	0.15
Palmar	PA	0.15
Pastizal cultivado	C	0.15
Pastizal inducido	I	0.12
Pastizal natural (incluye pastizal–huizachal)	N	0.12
Plantación forestal	F	0.10
Popal–tular	PT	0.12
Pradera de Alta Montaña	Vw	0.10
Riego suspendido	R	0.10
Selva baja caducifolia	Bcs	0.12

Selva Baja Caducifolia y Subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	Bcs	0.12
Selva Baja Espinosa con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	Be	0.12
Selva Alta y Mediana Perennifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	AMp	0.12
Selva Alta y Mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	AMq	0.12
Selva Mediana Caducifolia y Subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	Mcs	0.12
Vegetación Halófila y Gipsófila	VHy	0.12

- g) **Por ultimo:** se realiza el cruzamiento de las cartas mencionadas en los insumos con lo cual se tienen las variables para calcular la Erosión Hídrica Natural.

$$\text{Erosión Hídrica} = IALLU * CAERO * CATEX * CATOP * CAUSO$$

Siendo las unidades de medida: ton/ha/ año

Se presenta anexo memoria de cálculo de la estimación de la erosión, aquí se muestra la Tabla resumen.

Pérdida de suelo

La pérdida de suelo o erosión actual promedio del SA fue determinada mediante la aplicación de la ecuación de erosión hídrica:

$$\text{Erosión Hídrica} = IALLU * CAERO * CATEX * CATOP * CAUSO$$

A cada capa de información geográfica se agregaron los valores correspondientes a cada factor de la fórmula de erosión hídrica. Estos valores se basaron en las fórmulas y tablas presentadas anteriormente para obtener cada uno de los factores. Una vez creadas las nuevas capas de información geográfica con los valores de los factores, estas se multiplicaron para determinar el valor estimado de la erosión actual del suelo en el área de estudio. A continuación, se muestra la cantidad de suelo perdido de manera natural en el SA.

Tabla IV. 19 Clasificación del grado de erosión.

Pérdida de suelo (ton*año*ha)	Grado de erosión hídrica
< 10	Ninguna o ligera
10 a 50	Moderada
51 a 200	Alta
> 200	Muy alta

La clasificación del nivel de erosión por superficie se presenta en la siguiente tabla:

Tabla IV. 20 Superficie por grado de erosión.

Pérdida de suelo (ton*año*ha)	Grado de erosión	Superficie (ha)
<10	Ligera	15024.23
10 a 50	Moderada	2825.86
51 a 200	Severa	190.63
>200	Muy severa	15.49
Total		18,056.20

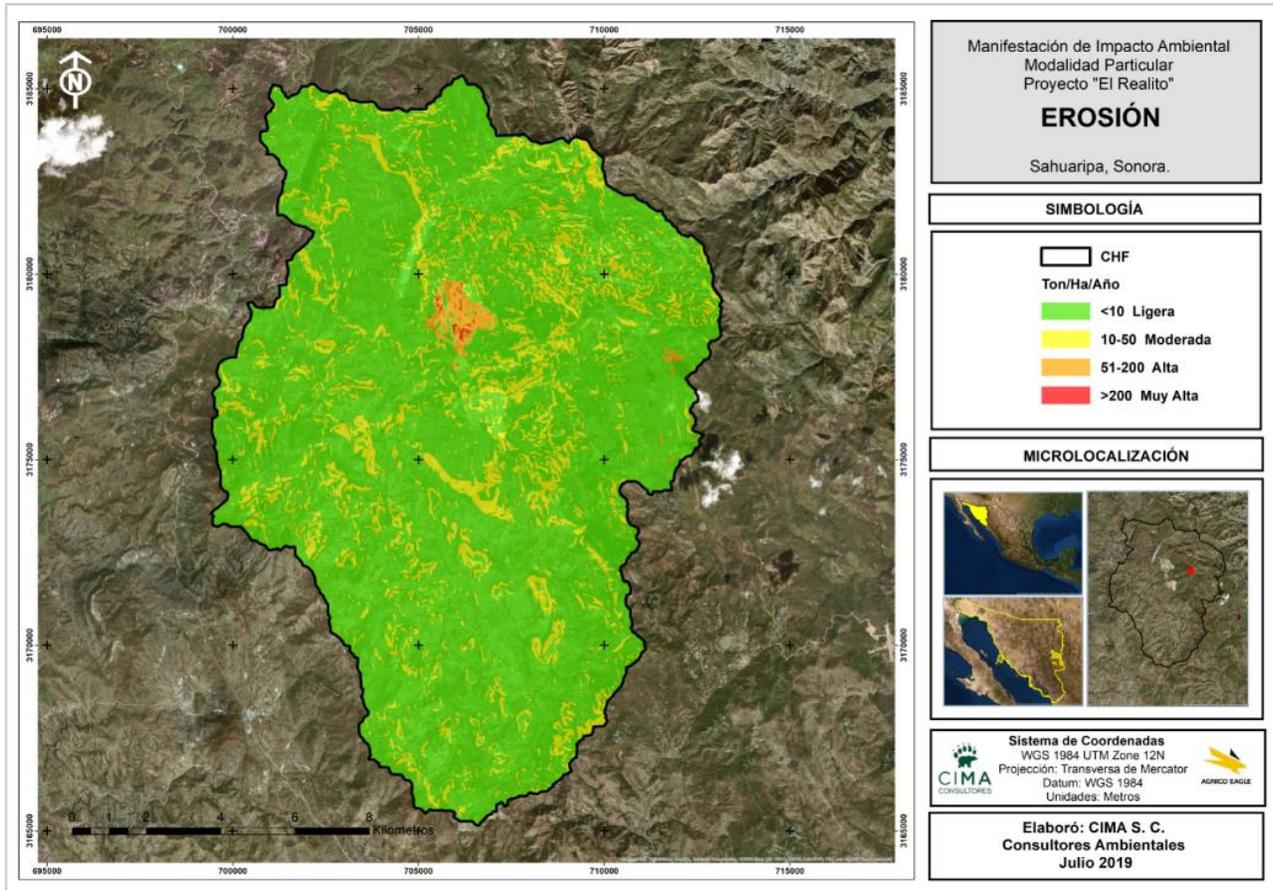


Figura IV. 22 Superficie por grado de erosión dentro del SA

Tabla IV. 21 Nivel de erosión por tipo de vegetación para el SA

Tipo de Vegetación	Erosión (ton*año*ha)				
	<10	10 a 50	51 a 200	>200	Total
Agricultura de temporal anual	148.01	5.96	22.10	0.01	176.09
Bosque de encino	8827.21	1495.62	0.41	0.05	10323.29
Bosque de encino-pino	3940.58	911.84	0.20	0.01	4852.64
Bosque de pino-encino	746.13	136.27	-	-	882.40
Pastizal inducido	1324.89	276.10	-	-	1601.00
Desprovisto de vegetación	37.40	0.07	167.91	15.42	220.80
Total	15,024.23	2,825.86	190.63	15.49	18,056.20

Se puede apreciar que la mayor superficie dentro del SA presenta una erosión menor a 10 ton/ha/año con 15,024.23 ha seguida de una superficie de 2,825.86 ha que presentan una pérdida de 10 a 50 ton/ha/año lo cual indica que en el SA la pérdida de suelo es ligera. Es importante mencionar que esta clasificación se realizó con el uso de suelo y vegetación de la Serie V de INEGI, debido a la superficie del polígono no se realizó clasificación supervisada.

d) Geohidrología e hidrología superficial y subterránea

Región hidrológica- Es aquella que por sus condiciones similares de topografías y escurrimientos superficiales, presenta características similares.

Hidrología superficial. El estado de Sonora está comprendido por 5 regiones hidrológicas (RH) las cuales son: RH 7 ,8, 9, 10 y 34. El SA se encuentra en la RH-09 Sonora Sur, cuenca A Rio Mayo

La zona de estudio se encuentra dentro de la RH-09 Sonora Sur, cuenca Rio Yaqui, a la cual se le hace una breve descripción de sus características a continuación:

RH-9 Sonora Sur. Se localiza en la mayor parte del estado, en la zona este y sur; y en el estado de Chihuahua al oeste. Limita al sur de Sonora con la RH-10, Sinaloa; al noroeste con la RH-8, Sonora Norte; y al norte con la RH-7 Río Colorado. Tiene un área de 138,761.3 km² y aporta el 76% del volumen total precipitado al año, así como el 82% del escurrimiento total registrado en el Estado.

Cubre el 63.24% de la superficie estatal, drenando las aguas del centro, sur y este de la entidad, hacia el Golfo de California, siendo la mayoría captadas por presas. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan son (de norte a sur): Río Bacoachi (6.67%), Río Sonora (14.85%), Río Mátape (5.06%), **Río Yaqui (29.73%)** y Río Mayo (6.93%).

Fisiografía. La cuenca del Rio Yaqui, que se ubica principalmente en la porción centro-este del estado de Sonora, se origina en el estado de Chihuahua al hacia el este y en Arizona, Estados Unidos de Norteamérica hacia el norte. El Río Yaqui es sistema de ríos más grande y el más caudaloso de Sonora con una longitud de 410km; nace en las estribaciones de la Sierra Madre Occidental al unirse los ríos Bavispe y Papigochi, la temperatura media anual en la región es de 20.8°C, mientras que la precipitación media anual es de 475mm. Estas condiciones están relacionadas con su gran biodiversidad, que incluye varias especies endémicas de peces y aves.

Aspectos Hidrológicos. Existen distintas estimaciones del área total de la cuenca, pero la mayoría de ellas varían entre 72,000km² y 79,172km². Los tributarios del Río yaqui en Sonora son el Rio Bavispe y el Moctezuma-Nacozari; en Chihuahua los ríos Papagochic, Sirupa y Aros. En Estados Unidos los arroyos Leslie y Whitewater. La descarga media anual incluye tres grandes presas, La Angostura (Lázaro Cárdenas) localizada en el Río Bavispe en la cuenca alta, El Novillo (Elías Calles) localizada en la confluencia de los Ríos Yaqui y Moctezuma en el punto medio entre las presas el Oviáchic y La Angostura en la cuenca media, y la presa El Oviáchic (Álvaro Obregón) localizada a 35km al norte de Ciudad Obregón en la cuenca baja. El sistema también tiene dos grandes distritos de riego: Valle del Yaqui y Colonia Yaquis. El desarrollo económico de la cuenca del Río Yaqui es altamente dependiente de las actividades agrícolas y ganaderas.

Tabla IV. 22 Regiones Hidrológicas, Cuencas y Subcuencas a las que pertenece el sistema ambiental.

Nivel jerárquico	Clave	Nombre	Área km ²	Perímetro Km
Región hidrológica	RH 9	Sonora Sur	138,761.30	2,629.32
Cuenca	B	Río Yaqui	72,859.05	2333.03
Sub cuenca	n	Río Sahuaripa	2,871.53	320.42
	q	Río Mulatos	3,379.40	468.49

Embalses y cuerpos de agua cercanos (lagos, presas, etc.).

Es importante señalar que no hay lagos dentro del SA, existe una represa ubicada dentro del SA denominada "Chipriona" la cual tiene uso de almacenamiento para abastecimiento local.

Ordenes de corrientes

Una red hidrográfica es un sistema de circulación lineal, jerarquizado y estructurado que asegura el drenaje de una cuenca, específicamente una cuenca hidrográfica. La jerarquía de la red marca la importancia creciente de sus elementos. Los arroyos más pequeños permanentes son llamados "de primer orden". Dos corrientes de primer orden se unen para formar uno más grande, de segundo orden, dos corrientes de segundo orden se unen para formar un tercer orden y así sucesivamente (Strahler, 1964).

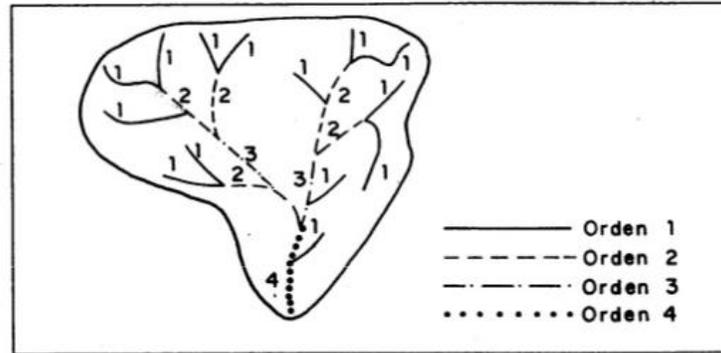


Figura IV 1 Magnitud de las órdenes de corriente

Dentro del SA, la mayor extensión lineal de los órdenes de corriente; se presentan en las de orden 1 con 354.68 km de longitud total el cual representa un 59.55 % del total de la red hidrológica, seguido del orden 2 con 17.69 % con una extensión de 105.36 km, el tercero de orden 3 teniendo una longitud de 73.93 km, ocupando un 12.41 % del total, en estas zonas es donde se ubica el proyecto, mientras que el resto de las ordenes de corrientes representan el 10%, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla IV. 23 Longitud de los órdenes de corriente dentro del SA

Etiquetas de fila	Longitud en Km	%
1	354.68	59.55
2	105.36	17.69
3	73.93	12.41
4	37.10	6.23
5	9.35	1.57
6	15.14	2.54
Total general	595.55	100.00

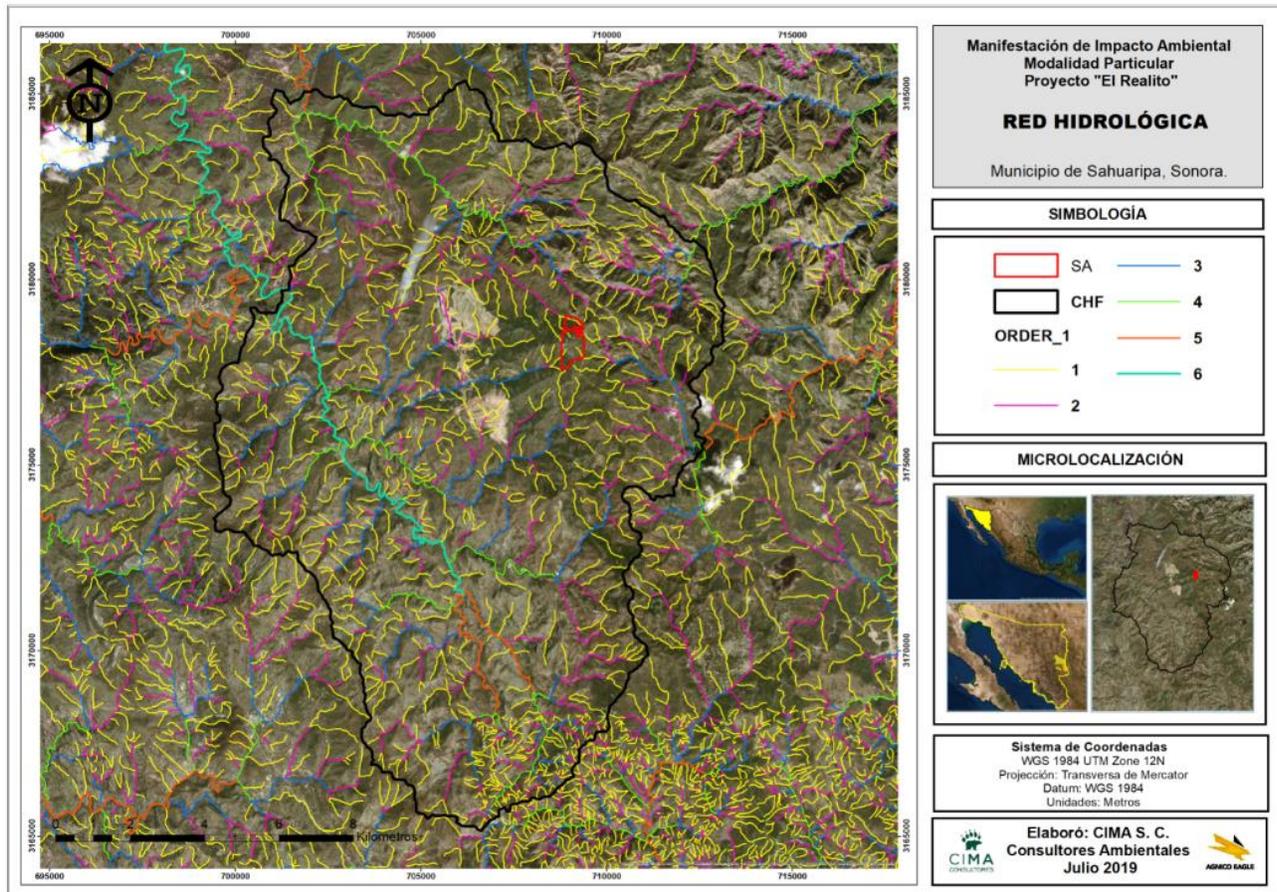


Figura IV. 23 Hidrología superficial dentro del SA

Hidrología subterránea.

De acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales (2013) se define que el acuífero es: cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen de forma convencional para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.

El sistema ambiental se encuentra localizado por dos acuíferos, el primero corresponde al acuífero Río Sahuaripa y el segundo al Yécora los cuales presentan las siguientes características:

Acuífero Río Sahuaripa.

Tiene un área de 16,368.8501 Ha La mayor parte del acuífero se localiza dentro del municipio de Sahuaripa, una pequeña porción al poniente se encuentra dentro del municipio de Bacanora y otra pequeña porción del sur pertenece al municipio de Yécora, El área se encuentra ubicada fisiográficamente en la Subprovincia Sierras y Valles Paralelos, dentro de la Provincia Sierra Madre Occidental, según la clasificación de Raisz (1964).

Se observan sierras alargadas conformando grandes bloques fallados con una orientación preferente noroeste-sureste, separadas unas de otras por valles intermontanos, predomina el clima tipo Subhúmedo Templado, con temperaturas medias anuales de 23. 6° C y precipitación promedio anual de 500 a 700 mm.

La infraestructura hidráulica que se tiene en este acuífero consiste, en su gran mayoría, de obras de captación de agua subterránea, preferentemente de tipo norias, en menor cantidad pozos someros, algunos manantiales y obras de toma directa del Río Sahuaripa. Las norias y pozos someros se utilizan para fines agrícolas, domésticos y pecuarios. Hacia la parte sur del acuífero se localiza la presa “El Cajón de Onapa,” cuyo principal uso es el riego y piscícola.

Acuífero Yécora: cuenta con un área de 1,687.3563 Ha cubre parcialmente territorio de los municipios Yécora y Sahuaripa en el Estado de Sonora, mientras que en el Estado de Chihuahua se ubica en los municipios Madera, Moris y Temósachi.

Se encuentra enclavado en la provincia de la Sierra Madre Occidental, en las subprovincias Sierra Alta y Valle, y Sierras y Valles del Norte, INEGI (1997). Está formado principalmente por sierras cuyos rasgos orográficos tienen elevaciones entre 1000 y 2000 msnm, que presentan laderas escarpadas, entre las cuales se localiza un pequeño valle intermontano, único en el acuífero, donde se ubica la comunidad Yécora.

El valor de la temperatura media anual es de 14.1° C, el valor de la precipitación media anual registrada en el área es de 749.50 mm, se calculó una evaporación potencial del orden de 1578 mm. La principal corriente superficial de la zona es el Río Mulatos, de tipo perenne, que fluye predominantemente en dirección norte sur, al cual se le unen los ríos Pedregoso y Maycoba, también con dirección preferente norte sur, para después flexionarse al poniente hasta desembocar en la Presa Plutarco Elías Calles (El Novillo). Los principales usos del recurso hídrico son para abastecimiento de agua potable y doméstico-abrevadero el acuífero no se localiza distrito o unidad de riego alguna

Se concluye que la calidad de agua no se ve afectada por las operaciones mineras ya que los procesos de beneficio que se realizan en la Unidades Mineras no se generan descargas al ambiente, pues se cuenta con las condiciones de seguridad adecuadas, como el sellamiento de las piletas, así como con piletas de emergencia y otros trabajos se desarrollan sobre planchas de concreto para evitar infiltraciones al suelo en caso de presentarse un derrame. Por otro lado, para las aguas residuales provenientes de las oficinas y comedores se cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Tabla IV. 24 Acuíferos donde se localiza el SA

Clave	Acuífero	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	Déficit
		Cifras en millones de metros cúbicos anuales					
2638	Río Sahuaripa	45.9	9.5	8.342224	2.0	28.057776	0
2649	Yécora	10.7	0.0	0.158000	0.4	10.542000	0

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales “3” y “4” de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, -Conservación del recurso agua que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

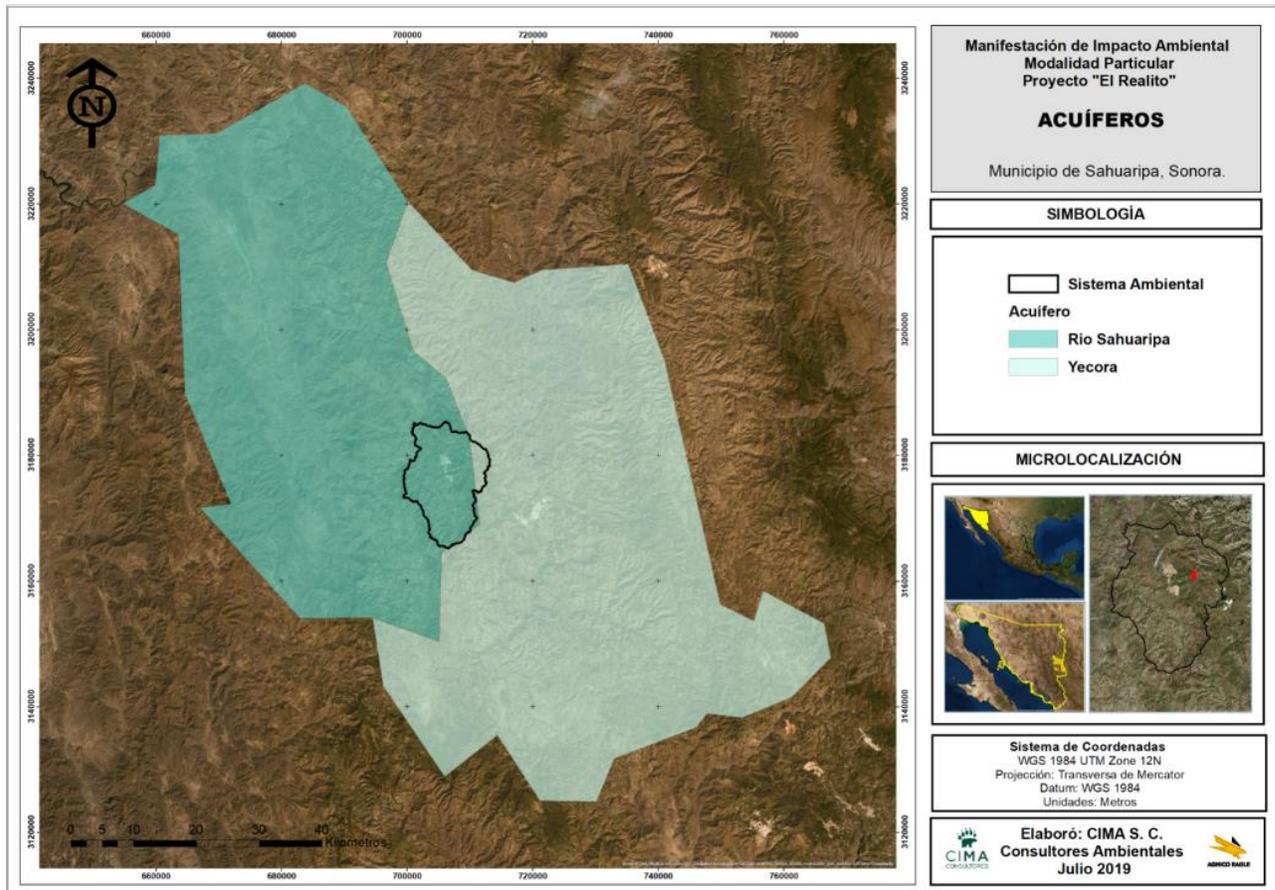


Figura IV. 24 Hidrología subterránea dentro del SA

Geomorfología de la cuenca hidrológica-forestal delimitada.

La morfología comprende el estudio de las formas superficiales, y en ese sentido la geomorfología estudia y pretende cuantificar determinados rasgos propios de la superficie terrestre. La Cuenca Hidrológica-Forestal funciona como un gran colector que recibe las precipitaciones y las transforma en escurrimientos.

Esta transferencia se realiza con pérdidas y es una función bastante compleja de numerosos factores, entre los que predominan el clima y la configuración del terreno, en el cual se desarrollan los fenómenos hidrológicos; los índices y magnitudes físicas de las cuencas que expresan en términos simples, los valores medios de ciertas características del terreno, juegan un papel muy importante y son condicionantes de su régimen hidrológico.

En realidad, resulta fácil establecer la acción de diferentes factores físicos de la cuenca sobre la transformación de la precipitación en escurrimiento, pues ello se puede establecer en forma intuitiva, la dificultad consiste en expresar estas influencias por parámetros que representen exactamente esa forma de acción. A la fecha se ha comprobado la influencia que determinados índices tienen en las respuestas hidrológicas de una cuenca y por ello son punto de partida de los análisis y determinaciones cuantitativas, entre tales parámetros cabe citar el área o tamaño de la cuenca, su forma, pendiente y elevación media, las características de su red de drenaje y las del cauce o colector principal.

Conviene aclarar que, además recíprocamente, el carácter hidrológico de una cuenca tiende a formar sus características físicas. Aceptando tal interrelación, se podría pensar en predecir la respuesta hidrológica de una

cuenca, a partir de ciertos parámetros físicos fácilmente determinables, esto último constituye una de las aplicaciones más importantes de la geomorfología.

El objetivo de este apartado es definir y analizar la cuenca hidrográfica, para describir sus principales características físicas, que condicionan su comportamiento hidrológico.

Área y tamaño de la cuenca hidrológica-forestal. El área de una cuenca (A) es el área plana en proyección horizontal, encerrada por su divisoria. Usualmente se expresa en km², excepto en cuencas pequeñas, las cuales se expresan en hectáreas. Con fines prácticos para definir el tamaño de una cuenca se utilizará la clasificación propuesta por Campos Aranda basada en la superficie de la misma. La cuenca en estudio tiene un área de **180.56 km²**, de acuerdo a la clasificación propuesta por Campos Aranda la cuenca se considera pequeña (siguiente tabla).

Tabla IV. 25 Área y tamaño de la Cuenca Hidrológica-Forestal.

Tamaño de la cuenca (km ²)	Descripción
<25	Muy pequeña
25 a 250	Pequeña
250 a 500	Intermedia pequeña
500 a 2500	Intermedia grande
2500 a 5000	Grande
>5000	Muy grande

Coefficiente de compacidad.

H. Gravelius definió el llamado coeficiente de compacidad (Cc), como el cociente adimensional entre el perímetro de la cuenca (P) y la circunferencia (Pc) de un círculo con área igual al tamaño de la cuenca (A) en km², es decir:

$$C_c = \frac{P}{P_c} = \frac{(0.282) * (P)}{\sqrt{A}}$$

De acuerdo al índice de compacidad se puede tener la siguiente clasificación (Campos 1992) (siguiente tabla):

Tabla IV. 26 Coeficiente de compacidad

Clase de forma	Índice de compacidad (Cc)	Forma de la cuenca
I	-1.0 a 1.25	Casi redonda a oval redonda
II	1.26 a 1.50	Oval redonda a oval oblonga
III	1.51 más de 2	Oval oblonga a rectangular oblonga

Sustituyendo los datos en la cuenca en estudio:

$$C_c = \frac{(0.282)*69.15 \text{ km}}{\sqrt{180.56 \text{ km}^2}} = 1.45$$

Según esta clasificación, la forma de la cuenca en estudio se puede considerar como oval redonda a oval oblonga.

Relación de elongación. S.A. Schumm propuso la denominada relación de elongación (Re), definida como el cociente adimensional entre al diámetro (D) de un círculo que tiene igual área (A) que la cuenca y su longitud máxima (Lm). La dimensión Lm corresponde a la línea recta más larga desde la salida de cuenca hasta su divisoria. Entonces Re es igual a:

$$Re = \frac{D}{Lm} = 1.1284 * \frac{\sqrt{A}}{Lm}$$

Cuando más alejado de 1 sea el valor de Re mayor será la elongación. Los índices bajos suelen darse en áreas de baja pendiente (Senciales, 1999).

Sustituyendo:

$$Re = 1.1284 * \frac{\sqrt{180.56km^2}}{15.39km}$$

$$Re = 0.98$$

De acuerdo al valor de Re obtenido la cuenca en estudio se puede definir como una cuenca elongada con mayor retardo en las avenidas de escorrentía.

Balance hidrológico

El estudio del balance hídrico en hidrología se basa en la aplicación del principio de la conservación de masa. Esta establece que, para cualquier volumen arbitrario y durante cualquier período de tiempo, la diferencia entre las entradas y salidas estará condicionada por la variación del volumen de agua almacenada.

Precipitación. La precipitación es el factor principal que controla la hidrología en una cuenca, constituyendo la principal aportación de agua a la superficie de la misma, por ello el conocimiento de sus patrones o comportamientos en el espacio y tiempo, es fundamental para un entendimiento en la humedad del suelo, la recarga del agua subterránea y los escurrimientos.

Para conocer la precipitación promedio anual en el SA se utilizó la estación Sahuaripa como referencia. La cual indica una precipitación promedio histórica de 567.1 mm y una temperatura media anual de 23.2 °C

Con base en la superficie del polígono se tiene un volumen de precipitación de **102,393,710.20 m³** o su equivalente en **102.40 hm³**.

Escurrecimiento. El escurrimiento se define como el agua proveniente de la precipitación que circula sobre o bajo la superficie terrestre y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca (Aranda, 1981).

Para determinar la lámina media anual de escurrimiento natural se utilizó el método de precipitación-escurrimiento, procedimiento que marca la NOM-011-CNA-2000, y que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. El volumen medio anual de escurrimiento natural (Q) se determina indirectamente, mediante la siguiente expresión:

$$\text{Volumen de escurrimiento natural} = \text{Precipitación media anual (P)} * \text{Área de la cuenca (Ac)} * \text{Coeficiente de escurrimiento (Ce)}$$

El coeficiente de escurrimiento se determina en función del tipo y el uso del suelo con apoyo de los servicios del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y de visitas de campo, se clasifican los

suelos en: A (suelos permeables), B (suelos medianamente permeables) y C (suelos casi permeables), obteniéndose un valor de K para cada uso de suelo.

Tabla IV. 27 Valores de K por tipo de suelo.

Uso de suelo	Tipo de suelo		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.3
Cultivos:			
En hilera	0.24	0.27	0.3
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.3
Granos pequeños	0.24	0.27	0.3
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco-	0.14	0.2	0.28
Del 50 al 75% - Regular -	0.2	0.24	0.3
Menos del 50% - Excesivo -	0.24	0.28	0.3
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	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.3	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.3

Tabla IV. 28 Valores de K por tipo de suelo

Uso de suelo	Área (ha)	Tipo de suelo	K	Área * K
Agricultura de temporal anual	176.09	B	0.28	49.30
Área desprovista de vegetación	252.94	B	0.28	70.82
Bosque de encino	10291.15	B	0.22	2,264.05
Bosque de encino-pino	4852.64	B	0.22	1,067.58
Bosque de pino-encino	882.40	B	0.22	194.13
Pastizal inducido	1601.00	B	0.24	384.24
Total	18,056.21		Total	4,030.13
K Ponderado			0.223	

Se estimó el valor de K ponderado= 0.223

$$K_{ponderado} = \frac{\Sigma(\text{Área} * k)}{Ac} = \frac{4,030.13}{18,056.20} = 0.223$$

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

$$Ce = \frac{K(P - 250)}{2000}$$

Si K resulta menor o igual que 0.15

$$C_e = \frac{K(P - 250)}{2000} + \frac{(K - 0.15)}{1.5} \quad \text{Si } K \text{ es mayor que } 0.15$$

En donde “Ce” es el coeficiente de escurrimiento, “P” la precipitación anual y “K” el parámetro que depende del tipo, uso y cubierta del suelo. Siendo $K = 0.23$, al aplicar la segunda ecuación, se tiene el siguiente “Ce”:

$$C_e = \frac{0.223(567.1 - 250)}{2000} + \frac{(0.223 - 0.15)}{1.5} = 0.084$$

El escurrimiento promedio anual es de **47.74 mm**.

Evapotranspiración. La evapotranspiración es la combinación de la evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de la vegetación. Para estimar la ETR, existen varias ecuaciones empíricas que están en función de la temperatura, la precipitación y la radiación incidente.

Se calculó la evapotranspiración por el método de Coutagne, la cual tiene documentada la siguiente fórmula:

$$ETR = P - XP^2$$

Dónde:

ETR=evapotranspiración real en metros/año

P= Precipitación en metros/año

X= $1/(0.8+0.14t)$

t= temperatura media anual en °C

Esta fórmula sólo es válida para valores de P (en metros/año) comprendidos entre:

$$(0.1 + 0.0175 T) < P < (0.4 + 0.07 T)$$

$$0.3432 < 1.0417 < 1.373$$

Por lo tanto, es válida su utilización.

$$X = 1/(0.8+0.14*(23.2)) = 0.247$$

El promedio histórico de ETR calculado fue de **487.65 mm**.

Tabla IV. 29 Valores anuales de evapotranspiración

Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	X	ETR para SA (mm)
23.2	567.1	0.247	487.65

Infiltración. Para obtener la recarga vertical del acuífero o cantidad de agua que logra llegar hasta el nivel freático en el SA, solo se despeja “I” de la ecuación siguiente, y considerando que la variación del volumen del agua almacenada (ΔS) tiende a cero, quedaría:

$$I = P - Q - ETR$$

Por lo tanto, se tiene:

$$I = 102,396,710.20 \text{ m}^3 - 8,620,524.89 \text{ m}^3 - 88,051,059.30 \text{ m}^3$$

$$I = 5,725,126.01m^3$$

Tabla IV. 30 Balance hidrológico del SA

Balance hídrico del SA				
Balance hídrico	M ³ /año	mm	hm ³	%
Volumen precipitado	102,396,710.20	567.10	102.40	100.00
Volumen EVT	88,051,059.30	487.65	88.05	85.99
Escurrimiento	8,620,524.89	47.74	8.62	8.42
Infiltración	5,725,126.01	31.71	5.73	5.59

IV. 2. 2 Medio biótico

La biodiversidad, que se tiene detectada en la sistema ambiental, tiene relación con sistema ambiental regional (SAR), del proyecto El Realito, considera 170 especies de flora y 74 especies de fauna. La variedad biológica está relacionada con la riqueza de los ecosistemas que están presentes en los tipos de vegetación, que básicamente son: el bosque de encino – pino, bosque de pino – encino, bosque de encino, pastizal inducido y agricultura de temporal anual. La superficie, en donde incide la SA referida es de **18,056.206 ha**.

Esta riqueza biológica, es resultado de las comunidades biológicas que incluyen los tipos de vegetación, y que son propias de la sierra madre occidental en la porción de Sonora, a lo anterior hay que aunar su posición geográfica, topografía, clima y condiciones micro ambientales; la biodiversidad local implica una cantidad aceptable de plantas y animales, los cuales ayudan a mantener y equilibrar los ecosistemas de esta región del municipio de Sahuaripa, Sonora.

La información acerca de la flora silvestre presente en el SA (área de influencia definida para el proyecto El Realito), se genera a partir de la información disponible sobre tipos de vegetación (uso actual) de la región, de acuerdo al INEGI serie V y serie VI (INEGI, 2013 y 2016). Adicionalmente de la información recabada en visitas realizadas al área de estudio, esto durante el período de abril de 2018 - junio de 2018. Se revisó y consideró adicionalmente otra información que contiene datos de la flora de esta región, como es la flora de Basaseachi, de Spellenberg y colaboradores (1996); las plantas del Río Mayo de Gentry de Martin y colaboradores (1998); la flora de Nabogame de Laferriere (1994); Los árboles de Sonora de Felger y colaboradores; la flora de las Barrancas del Cobre de Lebgue (2002); los pinos y encinos de Chihuahua de Lebgue y colaboradores (2015); la flora nativa de Pinos Altos de Bolaños *et al* (2016); las plantas de agostadero de Norteamérica de J. Stubbendieck (1997); (2014); los árboles y los arbustos de Trans-Pecos, Texas de Powell (1988); y la guía de campo de flores silvestres del Cañón del Cobre de Ford (2009), entre otros documentos.

En relación a la fauna silvestre, se consideraron los análisis de transectos revisados y datos obtenidos durante las visitas a campo en los períodos de tiempo mencionados anteriormente, y también se hizo revisión de estudios y reportes técnicos para la región como la fauna silvestre de México de A. Leopold (1977); los reptiles y anfibios de Chihuahua de Lemos-Espinal y colaboradores (2004); los mamíferos del bosque templado de Arroyo y Lavín (2014); las aves de México de Peterson & Chalif (1987); la guía de campo de las aves de Norteamérica de Dunn y Alderfer (2011); La fauna de las barrancas del Cobre de Ramírez (2009); las aves de las Barrancas del Cobre de Lebgue et al (2014); y las Aves de Texas de Tveten (1993); entre otras publicaciones.

El proyecto El Realito, se ubica en una zona de importancia de la Sierra Madre Occidental. Por tratarse de un análisis de la biodiversidad de la región, se hace mención especial de la provincia biótica Sierra Madre Occidental (donde se inserta el SA de dicho proyecto) y que se reconoce por la importancia y diversidad biológica que tiene (Escalante et al, 1998; Fa y Morales, 1998; Flores, 1998; Nixon, 1998; Peterson y Vargas-Barajas, 1998; Styles, 1998; Turner y Nesom, 1998).



Fotografía IV. 1 Se muestran características de la vegetación del SA en donde se inserta el proyecto El Realito, aquí se tienen poblaciones importantes de coníferas, latifoliadas y otras hojosas

a) Vegetación.

Tipo de vegetación.

Tipos de vegetación presentes en el SA del proyecto El Realito. Los tipos de vegetación, que se tienen en esta localidad y que se extienden hacia el SA, de acuerdo a la serie V de tipos de vegetación de INEGI (2013), está dado por diversos tipos de vegetación como el bosque de encino – pino, bosque de pino – encino, bosque de encino, pastizal inducido y agricultura de temporal anual. Por lo anterior, en apartados posteriores, se hace la descripción de los tipos de vegetación básicos. Esta región tiene presencia de vegetación variada y se destacan algunas plantas de bosques templados y que hacen colindancia con el bosque tropical caducifolio o SBC.

Sistema ambiental del proyecto El Realito, y su variedad de tipos de vegetación.- el SA del proyecto El Realito es amplia en superficie (18,056.206 ha) y el área solicitada del mismo proyecto es reducida (66.12 ha), razón por la cual, el área solicitada presenta en la realidad un tipo de vegetación, que es el de bosque de encino – pino, al contrario en el SA se tienen detectados cuatro tipos de vegetación básicos, debido a lo anterior las comparaciones ecológicas se hacen con el tipo de vegetación del área solicitada, al margen de lo anterior, se hace una descripción general de todos los tipos de vegetación del SA, con fines de referencia.

Los terrenos del SA, han albergado de siglos a la fecha estos tipos de vegetación y de acuerdo a lo que se observa, se ha hecho uso del recurso vegetal en variadas vertientes. Los ecosistemas forestales del área de influencia del proyecto El Realito, se ubican en altitudes de entre 1690 - 2000 msnm, En general se destaca la presencia de árboles, arbustos, y una amplia variedad de hierbas.

Estos tipos de vegetación fueron generados a partir de la información disponible sobre tipos de vegetación (uso actual) de la región, de acuerdo al INEGI serie V y serie VI (INEGI, 2013 y 2016). En el Sistema ambiental del proyecto El Realito se puede encontrar una variedad de especies vegetales lo cual dependerá del tipo de vegetación presente, algunas de las especies más importante son, el pino de Yécora (*Pinus yecorensis*), el encino laurelillo (*Quercus viminea*), el encino colorado (*Q. sideroxylla*), el encino azul (*Q. oblongifolia*), el táscate (*Juniperus deppeana*), la manzanilla (*Arctostaphylos pungens*), los madroños (*Arbutus xalapensis* y *A. arizonica*), y el Pino prieto (*Pinusleioophylla var. chihuahuana*), entre otras especies.

A continuación, se describen los tipos de vegetación que fueron identificados dentro del sistema ambiental de acuerdo a INEGI.



Fotografía IV. 2 Buena parte del SA, contiene bosques con encinos y pinos, pero hay presencia de otras especies asociadas como madroños, fresnos y capulines

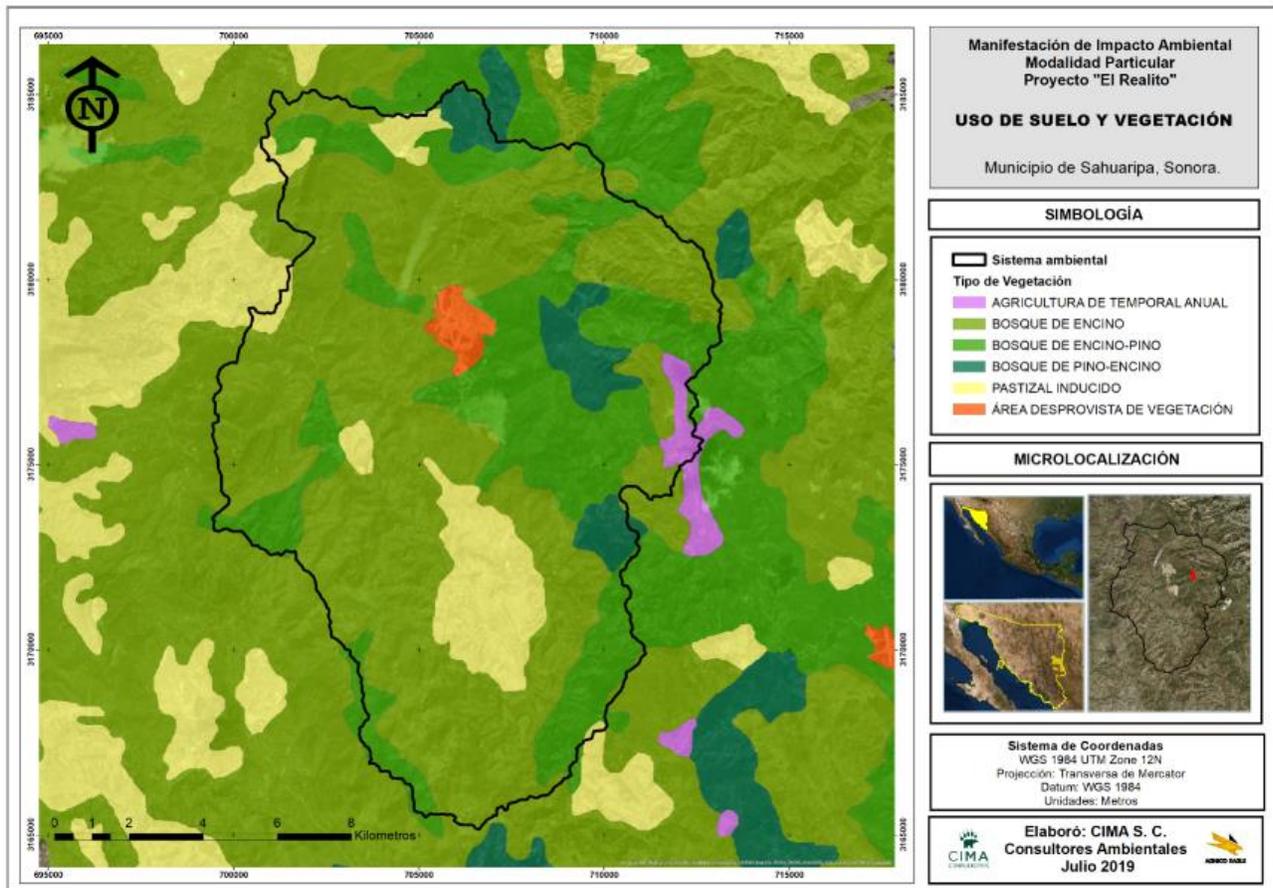


Figura IV. 25 Tipos de vegetación en el SA El Realito (INEGI, 2013).

Descripción de los tipos de vegetación del SA del proyecto El Realito y sus asociaciones vegetales.

De acuerdo a INEGI (2013 y 2016), el SA en donde se ubica el área del proyecto El Realito, se tiene:

a. Bosque de encino-pino (Qp). - Este tipo de vegetación la tenemos en altitudes que van desde los 1700 hasta los 1950 msnm en la zona este del estado de Sonora que colinda con Chihuahua. En este tipo de vegetación se da asociación en donde se combinan diferentes especies de encinos con pinos, con el predominio de los *Quercus*, es propio de los límites altitudinales inferiores de los bosques de pino-encino. Las características ambientales donde prospera, son parecidas a las del bosque de pino-encino, dado que ambos tipos de vegetación comparten condiciones ecológicas muy semejantes (INEGI, 2003).

En la región, donde converge el municipio de Sahuaripa, la altura promedio del arbolado no sobrepasa los 15 m y los suelos son moderadamente profundos y la presencia de pastoreo es evidente, algunos de los encinos presentes son *Quercus hypoleucooides*, *Q. mcvaughii*, *Q. sideroxylla*, *Q. oblongifolia*, *Q. rugosa*, *Q. barrancana*, y *Q. viminea*, y las coníferas que se manifiestan más comúnmente son, *Pinus yecorensis*, *P. engelmannii*, *P. leiophylla* var. *chihuahuana*, *P. durangensis*, *P. lumholtzii*, y el táscate *Juniperus deppeana*. Hay presencia de táscales, madroños *Arbutus arizonica* y *A. xalapensis*, la manzanilla *Arctostaphylos pungens*, el carnero *Alnus oblongifolia*, el maguey *Agave shrevei*, el sotol *Dasyilirion gentryi*, que son evidentes en el estrato arbustivo.

En lo que respecta al estrato herbáceo podemos hallar al requesón *Stevia serrata*; la estevia *Stevia organoides*; el zacate navajita *Bouteloua gracilis*, el zacate tres barbas *Aristida arizonica* y la araña roja *Stachys coccinea*, entre otras hierbas.



Fotografía IV. 3 La lengua lanosa (*Pseudognaphalium semilanatum*), pertenece a la familia Asteraceae y se tiene en el bosque de encino - pino

b. Bosque de Pino-encino (Pq). - Este tipo de unidad florística, se ubica en el SA en diferentes partes, ocupa una porción moderada de superficie, se tiene en terreno quebrado, faldeos con diferentes gradientes de pendientes y algunas partes planas. Este tipo de bosque se caracteriza por tener coníferas con hojas aciculadas y latifoliadas de hoja laminar, complementándose con otras especies importantes como el táscate y una gran variedad de arbustos de valor ecológico como la manzanilla, el chaboko, el madroño y el mirto, entre otros. El arbolado típico de este tipo de bosque está representando por el pino de Yécora *P. yecorensis*; el pino prieto *P. leiophylla* var. *chihuahuana*. Los encinos y latifoliadas más comunes son los encinos *Quercus rugosa*, *Q. hypoleucooides*, *Q. oblongifolia*, *Q. sideroxylla*, *Q. jonesii*, *Q. viminea*; los madroños *Arbutus arizonica* y *A. xalapensis*; y el táscate *Juniperus deppeana*.

Los estratos arbustivo y herbáceo, son componentes distintivos de este tipo de vegetación y encontramos a la manzanilla *Arctostaphylos pungens*; arbustos de pino prieto *Pinus leiophylla* var. *chihuahuana*; el fresno *Fraxinus velutina*; el nopal *Opuntia robusta*; la dalea *Dalea Formosa*; el chilicote *Erythrina flabeliformes*; el

agrito *Rhus virens*; la zinia *Zinnia peruviana*; la rosetilla o jube *Bidens pilosa*; y la campanilla *Ipomoea purpurea*, entre otras hierbas.



Fotografía IV. 4 El estafiate *Artemisia ludoviciana*, es una planta que se tiene en el bosque de pino – encino en el SA El Realito

c. Bosque de Encino (Bq).- El Bosque de encino, es el tipo de vegetación que se presenta hacia partes medias y bajas de la localidad, formando ecotonos con el bosque tropical caducifolio, a altitudes entre 1700 y 1300 msnm, este se extiende en una parte importante del SA, aquí se localizan diversas especies de encinos del género *Quercus* y en menor porcentaje, pinos del género *Pinus*, dada esta situación ecotonal, se presentan pinos propios de mayores altitudes y de manera contraria también tenemos presencia de árboles y arbustos del bosque tropical, sobre todo hacia las partes que oscilan entre los 1500 msnm. En los encinos la altura generalmente no rebasa los 10 m, pero también encontramos algunos pinos con alturas superiores. Este tipo de vegetación se ubica en terrenos escabrosos, lomeríos, con áreas abiertas y suelos someros y con materia orgánica regular, los terrenos en general se encuentran sometidos a pastoreo.

Este bosque de encino, tiene influencia de un clima templado semicálido con lluvias en verano. Entre los encinos más abundantes tenemos a *Quercus albocincta*, *Q. arizonica*, *Q. jonesii*, *Q. tarahumara*, y *Q. viminea*, entre las coníferas sobresalientes están, *Pinus yecorensis*, y *P. leiophylla* var. *chihuahuana*. Otros árboles y arbustos presentes en las zonas son el algarrobo *Vachellia pennatula*; los madroños *Arbutus arizonica* y *A. xalapensis*; la hierba del cuervo *Asclepias linaria*; el gatuño *Mimosa pauli*; la vara blanca *Croton alamosanus*; y el arbusto agrito *Rhus virens*, entre otras plantas.

Algunas hierbas predominantes de la zona son, el quelite *Amaranthus hybridus*; el estafiate *Artemisia ludoviciana*; el sopépare *Roldana hartwegii*; la caña agria *Begonia gracilis*; el helecho pata de cuervo *Pteridium aquilinum*; el requesón *Stevia serrata*; la margarita *Cosmos paviflorus*; el zacate navajita *Bouteloua gracilis*; el zacate banderita *Bouteloua hirsuta*; el zacate cambray *Muhlenbergia emersleyi*; y el sopépare *Roldana hartwegii*, entre otras herbáceas.

d. Pastizal inducido (Pi). - Esta vegetación, está integrada por gramíneas que surgen cuando es eliminada la cubierta vegetal original. El pastizal generalmente aparece como consecuencia de los desmontes en cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien, en terrenos que se incendian con frecuencia.

Este pastizal se llega a presentar en las partes altas de la sierra tarahumara y áreas que tienden hacia partes más bajas, ocupando espacios que de origen sostenían vegetación de bosque o selva, esta condición suele ser

mantenida por el hombre de manera artificial, por lo general mediante incendios periódicos y pastoreo de ganado, que mantienen esta condición por tiempo indefinido e impiden de esta manera, la sucesión natural de la vegetación que originalmente ocupaba esos lugares. La capacidad de carga animal de estos agostaderos es baja debido a que su establecimiento no incluye prácticas de manejo, como son: el establecimiento del pastizal mediante semilla, control de malezas, enfermedades y plagas, fertilización, cortes o pastoreos programados, distancia de siembra, riego, renovación de potreros, etc. Además, las áreas que sustentan pastizal inducido presentan diversos grados de deterioro debido a los manejos en la sustitución de la vegetación original por el pasto, además de las prácticas de pastoreo sin control que muchas veces propicia la pérdida del suelo.

Caracterización de la vegetación.

Diversidad y composición florística en el sistema ambiental (SA)

El número de especies, presentes en el sistema ambiental (SA) es aceptable, ya que la superficie que ocupa también es relativamente grande (18,056.206 ha), enseguida se muestra el área de dicha cuenca y la riqueza vegetal reportada para este SA, lo que ayuda a dimensionar la diversidad florística de esta área de influencia del proyecto.

Diversidad florística. - Es la variedad vegetal de la región, en donde se ubica el SA del proyecto El Realito, y que abarca una porción de superficie en la región este del estado de Sonora, dentro del municipio de Sahuaripa, Sonora, está constituida por **170** especies de plantas, que es el resultado de los estudios de biodiversidad y análisis ambiental que se hizo para esta zona.

La diversidad florística que se menciona anteriormente, aparte de haber sido detectada en el SA, está sustentada además en una revisión de estudios, trabajos y reportes de investigadores y técnicos que han trabajado alrededor de región. En esta zona, se destaca la presencia de los tipos de vegetación de bosque de Pino (BP), bosque de pino – encino (Pq), bosque de encino – pino (Qp), principalmente, y en estos tipos de ecosistemas es donde se recabó la información de flora del SA. Se resalta la presencia de árboles, arbustos, y hierbas, representativos de los bosques de la sierra madre occidental en su porción este de Sonora, con lo anterior se tiene buena diversidad.

En el listado de la flora del sistema ambiental se considera la familia, nombre científico, nombre común, forma biológica, estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES.

Tabla IV. 31 Familias, especies, nombre común, forma biológica, estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES del SA

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
1	ACANTHACEAE	<i>Tetramerium nervosum</i> Nees. In Benth.	Elotillo peludo	Hierba		
2	ANACARDIACEAE	<i>Rhus virens</i>	Agrito, agrillo, agrillas, tripa de gato, arbusto del zorrillo	Arbusto		
3		<i>Toxicodendron radicans</i> (L.) O. Kuntze	Trepadora	Arbusto		
4	APIACEAE	<i>Eryngium longifolium</i> Cav.	Hierba del sapo	Hierba		
5	APOCYNACEAE	<i>Asclepias linaria</i> Cav.	Hierba del cuervo, pinillo	Arbusto		
6		<i>Mandevilla foliosa</i> (Müell & Arg.) Hemsley	Hierba del piojo	Arbusto		
7	AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex rubra</i> S. Watson	Limoncillo	Árbol		
8	ASPARAGACEAE	<i>Agave shrevei</i>	Agave cenizo, maguey cenizo	Arbusto rosetófilo		

9		<i>Agave wocomahi</i> Gentry	Agave, maguey uña de gato, maguey chino, mezcal	Arbusto rosetófilo		
10		<i>Dasyilirion gentryi</i> Bogler	Sotol, sereke	Arbusto rosetófilo		
11		<i>Nolina microcarpa</i> S. Watson	Palmilla, pasto sierra, cortadillo, pasto del oso	Arbusto rosetófilo		
12		<i>Yucca grandiflora</i> Gentry	Yuca, palmilla, sokó	Arbusto rosetófilo		
13		<i>Yucca schottii</i> Engelm.	Palmilla, sahualiki	Arbusto rosetófilo		
14	ASTERACEAE	<i>Ageratina paupercula</i> (A. Gray) R.M. King & H.Rob.	Hierba espada	Hierba		
15		<i>Ageratina stricta</i> (A. Gray) R.M. King & H. Rob.	Candelerero blanco	Hierba		
16		<i>Ageratum corymbosum</i> Zuccagni	Flor de la mariposa	Arbusto		
17		<i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt.	Estafiate	Hierba		
18		<i>Bidens bigelovii</i> A. Gray	Mirasol, jube	Hierba		
19		<i>Bidens lemmonii</i> A. Gray	Jube	Hierba		
20		<i>Bidens pilosa</i> L.	Jube, amor seco	Hierba		
21		<i>Brickellia betonicifolia</i> A. Gray	Brickellia	Hierba		
22		<i>Brickellia enigmatica</i> B.L. Turner	Punta de lanza	Hierba		
23		<i>Brickellia eupatorioides</i> var. <i>chlorolepis</i> (Woot & Standl.) B.L. Turner	Cepillo blanco	Hierba		
24		<i>Carminatia tenuiflora</i> DC.	Margarita peluda	Hierba		
25		<i>Cosmos parviflorus</i> (Jacq.) Pers.	Margarita elegante	Hierba		
26		<i>Cosmos sulphureus</i> Cav.	Margarita anaranjada	Hierba		
27		<i>Dahlia coccinea</i> Cav.	Dalia	Hierba		
28		<i>Heliomeris longifolia</i> (B.L. Rob. & Greenm.) Cockerell	Margarita dorada	Hierba		
29		<i>Melampodium</i> <i>perfoliatum</i> (Cav.) Kunth	Ojo de perico	Hierba		
30		<i>Milla biflora</i> Cav.	Estrellita-lilia cimarrona, azucena silvestre	Hierba		
31		<i>Montanoa leucantha</i> (Lag.) S.F. Blake	Batallaque, Batáyaqui, batamote, margarita de árbol	Arbusto		
32		<i>Montanoa tomentosa</i> subsp. <i>rosei</i> (Rose ex B.L. Rob. & Greenm.) V.A. Funk	Batallaque	Arbusto		
33		<i>Packera candidissima</i> (Greene) W.A. Weber & A. Löve	Té milagro- lechuguilla, Chukaka	Hierba		

34		<i>Pinaropappus roseus</i> (Less.) Less.	Greñuda lila	Hierba		
35		<i>Pseudognaphalium arizonicum</i> (Gray) A. Anderb.	Gordolobo, manzanilla de río, Telempakate	Hierba		
36		<i>Pseudognaphalium semilanatum</i> (DC.) Anderb.	Lengua lanosa	Hierba		
37		<i>Pseudognaphalium viscosum</i>	Yerba blanca	Hierba		
38		<i>Roldana hartwegii</i> (Benth) H.E. Robins. & Brett.	Hoja de semita, sopépare	Hierba		
39		<i>Solidago velutina</i> DC.	Hierba peluda	Hierba		
40		<i>Stevia organoides</i> Kunth	Hierba del cholugo	Hierba		
41		<i>Stevia palmeri</i>	Hierba del Río	Hierba		
42		<i>Stevia serrata</i> Cav	Requesón, Rotonino, Roninowa	Hierba		
43		<i>Stevia viscida</i> Kunth	Hierba del aire	Hierba		
44		<i>Stevia</i> sp.	Stevia	Arbusto		
45		<i>Tagetes lucida</i> Cav.	Yerbanís	Hierba		
46		<i>Tagetes subulata</i> Cerv.	Anisillo	Hierba		
47		<i>Tagetes triradiata</i> Greenm.	Hierba del arriero	Hierba		
48		<i>Thymophylla pentachaeta</i> (DC.) Small	Limoncillo	Hierba		
49		<i>Viguiera cordifolia</i> A. Gray.	Capitaneja	Hierba		
50		<i>Viguiera montana</i> Rose	Hierba ariosa	Hierba		
51		<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.	Zinia, gallitos, margaritas	Hierba		
52	BEGONIACEAE	<i>Begonia gracilis</i> Kunth	Caña agria, limoncillo	Hierba		
53	BETULACEAE	<i>Alnus oblongifolia</i> Torr.	Carnero, aile, alnus	Árbol		
54	BRASSICACEAE	<i>Lepidium virginicum</i> L.	Lentejilla	Hierba		
55	CACTACEAE	<i>Echinocereus arizonicus</i> Rose ex Orcutt	Biznaga erizada	Arbusto suculento		AP II
56		<i>Echinocereus bacanorensis</i>	Bizanga	Arbusto suculento		AP II
57		<i>Echinocereus fasciculatus</i>	Biznaga erizada	Arbusto suculento		AP II
58		<i>Echinocereus scheeri</i> (Salm-Dyck) Scheer	barrilito, "huevos de toro"	Arbusto suculento		AP II
59		<i>Mammillaria heyderi</i> Muhlenpfordt var. heyderi	Biznaga chilitos	Arbusto suculento		AP II
60		<i>Opuntia durangensis</i>	Nopal duraznillo	Arbusto suculento		AP II
61		<i>Opuntia robusta</i> J.C. Wendl.	Nopal, Iraka	Arbusto suculento		AP II
62	COMMELINACEAE	<i>Commelina coelestis</i> Willd.	Hierba del pollo, clavelillo, platanillo, jicamilla, tripa de pollo, quesadillas	Hierba		

63	CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea cristulata</i> Hallier f.	Campanilla roja	Hierba		
64		<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth.	Campanilla, manto de la virgen, bejuco, quebraplatos	Hierba		
65	CUPRESSACEAE	<i>Callitropsis arizonica</i> (Greene) D.P. Little	Táscate sabino, ciprés de Arizona	Árbol		
66		<i>Juniperus deppeana</i> Steud.	Táscate, abore, Oyorike, enebro	Árbol		
67	CYPERACEAE	<i>Cyperus manimae</i>	Falso zacate triangular	Hierba		
68		<i>Cyperus seslerioides</i> Kunth	Zacate de toche	Hierba		
69	DENNSTAEDTIACEAE	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	Zarzaparrilla, pata de cuervo, helecho, machogaka*	Hierba tipo helecho		
70	ERICACEAE	<i>Arbutus arizonica</i> (A. Gray) Sarg.	Madroño colorado	Árbol		
71		<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño blanco	Árbol		
72		<i>Arctostaphylos pungens</i> H.B.K.	Manzanilla- manzanita	Arbusto		
73		<i>Comarostaphylis</i> <i>polifolia</i> (Kunth) Zucc. Ex Klotzsch.	Negrilo, madroñito	Arbusto		
74	EUPHORBIACEAE	<i>Croton alamosanus</i> Rose	Vara blanca	Arbusto		
75		<i>Croton fantzianus</i> F. Seym.	Vara prieta	Arbusto		
76		<i>Croton pedicellatus</i> Kunth	Vara blanca picuda	Hierba		
77		<i>Euphorbia arizonica</i> Engelm.	Hierba de la golondrina	Hierba		
78		<i>Jatropha malacophylla</i> Standl.	Sangregrado	Hierba		
79		<i>Manihot caudata</i> Greenm.	Guatamote	Arbusto		
80	FABACEAE	<i>Acacia</i> sp.	Acacia	Arbusto		
81		<i>Chamaecrista nictitans</i> (L.) Moench.	Huizachillo sin espinas	Hierba		
82		<i>Cologania obovata</i> Schlecht.	Hierba del conejo	Hierba		
83		<i>Coursetia glandulosa</i> A. Gray	Samo			
84		<i>Dalea formosa</i> Torr.	Dalea, vara dulce plumosa	Arbusto		
85		<i>Dalea greggii</i> Gray.	Chama			
86		<i>Desmanthus bicornutus</i> S. Watson	Malvilla			
87		<i>Desmodium cinerascens</i>	Desmodio	Arbusto		
88		<i>Desmodium molliculum</i> (Kunth) DC.	Pata de perro	hierba		
89		<i>Erythrina flabelliformis</i> Kearney	Chilicote	Arbusto		
90		<i>Eysenhardtia</i> <i>orthocarpa</i> (A. Gray) S. Watson	Palo dulce	Arbusto		
91		<i>Mimosa pauli</i> Barneby	Gatuño lila, uña de gato	Arbusto		
92		<i>Mimosa</i> sp.	Mimosa	Arbusto		

93		<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	Arbusto		
94		<i>Thermopsis montana</i>	frijolillo	Hierba tipo pasto		
95		<i>Vachellia campechiana</i> (Mill.) Seigler & Ebinger	Huinolo	Arbusto		
96		<i>Vachellia farnesiana</i>	Huizache, vinorama, acacia dulce	Arbusto		
97		<i>Vachellia pennatula</i> (Cham. & Schtdl.) Benth.	Algarrobo, falso huizache, yepohuecha (lengua Guarijía), algarrobo espino, espino blanco, chírahui	Arbusto		
98		<i>Zornia thymifolia</i> H.B.K	Hierba de la víbora	Hierba		
99	FAGACEAE	<i>Quercus albocincta</i> Trel.	Encino, encino cusi, encino roble, encino negro, cusi, hachuka	Árbol		
100		<i>Quercus arizonica</i> Sarg.	Encino blanco, Toa (lengua Pima)	Árbol		
101		<i>Quercus barrancana</i> Spellenberg	Encino hojuela	Árbol		
102		<i>Quercus chihuahuensis</i> Trel.	Encino barril	Árbol		
103		<i>Quercus emoryi</i> Torr.	Encino bellotero	Árbol		
104		<i>Quercus hypoleucoides</i> A. Camus	Encino plateado, encino colorado, cusi prieto	Árbol		
105		<i>Quercus jonesii</i> Trel.	Encino capulincillo, encino verde, encino manzano	Árbol		
106		<i>Quercus mcvaughii</i> Spellenb.	Encino velludo, encino prieto, encino negro, encino roble, cusi, güeja	Árbol		
107		<i>Quercus oblongifolia</i> Torr.	Encino azul	Árbol		
108		<i>Quercus rugosa</i> Nee.	Encino rojo, encino roble, rocoró	Árbol		
109		<i>Quercus sideroxyla</i> Humb. & Bonpl.	Encino rojo, encino colorado	Árbol		
110		<i>Quercus subspathulata</i> Trel.	Encino asta	Árbol		
111		<i>Quercus tarahumara</i> Spellenb.	Encino hueja, encino hoja gigante	Árbol		
112		<i>Quercus viminea</i> Trel.	Encino laurelillo, saucillo	Árbol		
113	GARRYACEAE	<i>Garrya ovata</i> Benth.	Garrya	Arbusto		
114		<i>Garrya wrightii</i> Torr.	Guachichil	Arbusto		
115	GERANIACEAE	<i>Geranium wislizenii</i> S. Wats	Pata de león	Hierba		
116	LAMIACEAE	<i>Agastache mearnsii</i> Woot. & Standl.	Tesaria	Hierba		

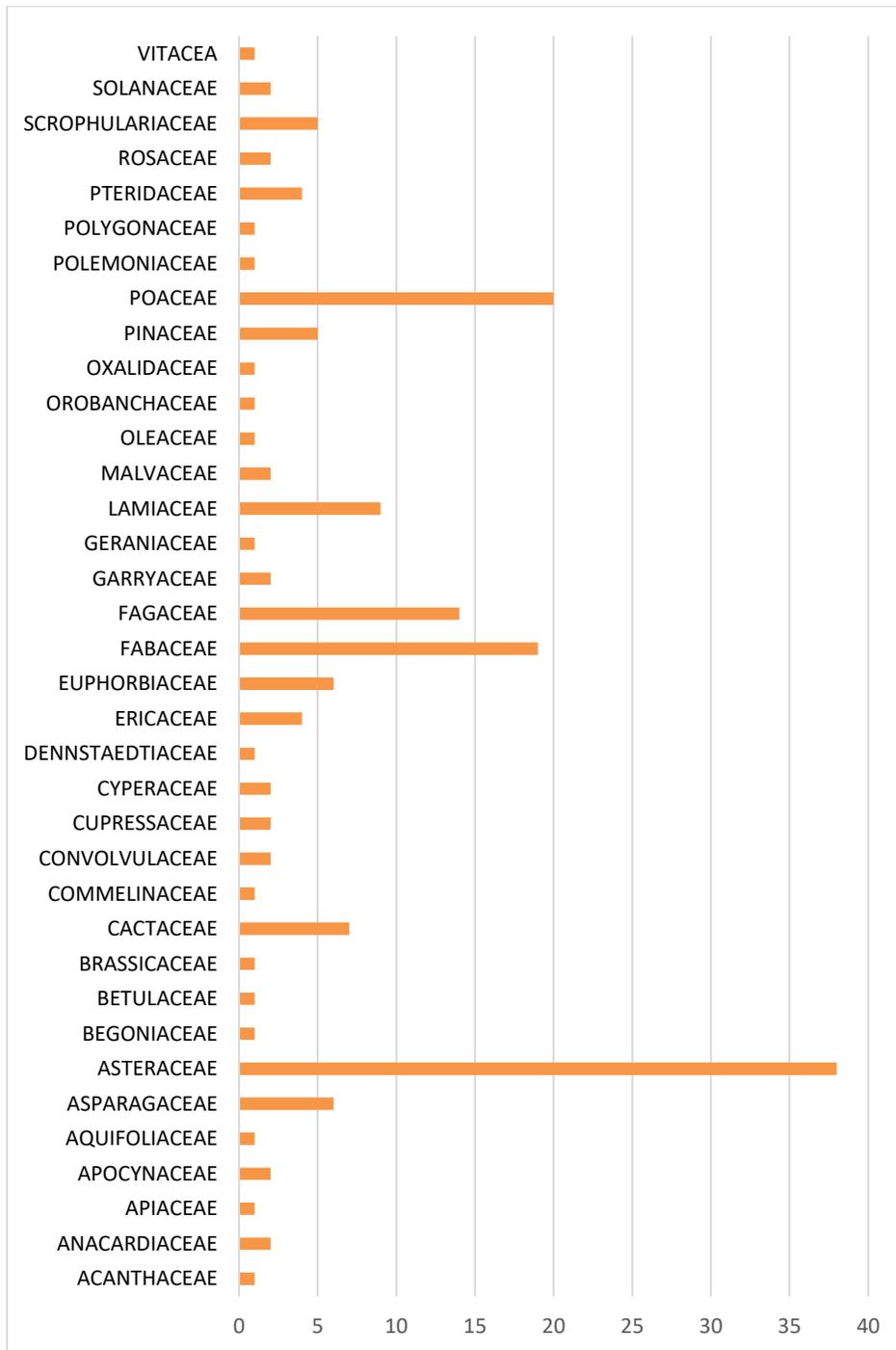
117		<i>Prunella vulgaris</i> L.	Gorro morado	Hierba		
118		<i>Salvia elegans</i>	Mirto			
119		<i>Salvia lasiocephala</i> Hook. & Arn.	Cpillo azul			
120		<i>Salvia parryi</i>	Salvia peluda	Hierba		
121		<i>Salvia riparia</i> Kunth	Salvia dientona	Hierba		
122		<i>Salvia tiliifolia</i> Vahl	Candelero lila	Hierba		
123		<i>Salvia townsendii</i> Fernald	Mirto morado, Salvia morada	Hierba		
124		<i>Stachys coccinea</i> Jacq.	Araña roja	Hierba		
125	MALVACEAE	<i>Heliocarpus palmeri</i> S. Watson	Samo prieto	Arbusto		
126		<i>Sida collina</i>	Aretes de vero	Hierba		
127	OLEACEAE	<i>Fraxinus velutina</i> Torr.	Fresno, ureke	Árbol		
128	OROBANCHACEAE	<i>Conopholis alpina</i> var. <i>mexicana</i> (A. Gray ex S. Watson) R.R. Haynes	Elote de cuervo	Hierba		
129	OXALIDACEAE	<i>Oxalis stricta</i> L.	Trébol de flor amarilla	Hierba		
130	PINACEAE	<i>Pinus engelmannii</i> Carr.	Pino apache, pino real, pino barbudo	Árbol		
131		<i>Pinus herrerae</i> Martínez	Pino chino, Pino de cono enano, pino ocote	Árbol		
132		<i>Pinus leiophylla</i> var. <i>chihuahuana</i>	Pino de chihuahua, pino chino, pino prieto, pino colorado, saguaco	Árbol		
133		<i>Pinus lumholtzii</i> B.L. Rob. & Fernald.	Pino triste, pino agüitado, pino amarillo, ocote	Árbol		
134		<i>Pinus yecorensis</i> Debreczy & I. Rácz	Pino de Yécora, pino colorado	Árbol		
135	POACEAE	<i>Aristida adscensionis</i> L.	Zacate tres barbas	Hierba tipo pasto		
136		<i>Aristida arizonica</i> Vasey	Tres barbas	Hierba tipo pasto		
137		<i>Aristida divaricata</i> Humb. & Bonpl. ex Willd	Zacate tres barbas abierta	Hierba tipo pasto		
138		<i>Aristida ternipes</i> Cav.	Zacate araña	Hierba tipo pasto		
139		<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	Zacate banderita	Hierba tipo pasto		
140		<i>Bouteloua gracilis</i> (Will. ex Kunth) Lag. ex Steud	Zacate navajita, navajita azul, navajita común	Hierba tipo pasto		
141		<i>Bouteloua hirsuta</i> Lag. ex Griffiths	Zacate peludo	Hierba tipo pasto		
142		<i>Chloris virgata</i> Swartz	Pasto mota	Hierba tipo pasto		
143		<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv.	Pasto de agua	Hierba tipo pasto		
144		<i>Eragrostis intermedia</i> Hitche.	Pasto nube	Hierba tipo pasto		
145		<i>Eragrostis mexicana</i> (Homem.) Link.	Zacate cola de ardilla	Hierba tipo pasto		
146		<i>Lolium perenne</i>	Zacate cerda	Hierba tipo pasto		

147		<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	Pasto rosa	Hierba tipo pasto		
148		<i>Muhlenbergia emersleyi</i> Vasey	Zacate cepillo	Hierba tipo pasto		
149		<i>Muhlenbergia minutissima</i> (Steud.) Swallen.	Zacate anual	Hierba tipo pasto		
150		<i>Muhlenbergia palmeri</i>	Pasto vara	Hierba tipo pasto		
151		<i>Muhlenbergia rigens</i>	Pasto punzante	Hierba tipo pasto		
152		<i>Oplismenus burmannii</i> (Retz.) P. Beauv.	Pasto zorrillo	Hierba tipo pasto		
153		<i>Sorghastrum nutans</i> (L.) Nash.	Zacate indio	Hierba tipo pasto		
154		<i>Trachypogon secundus</i> (J. Presl.) Scribn.	Zacate colorado	Hierba tipo pasto		
155	POLEMONIACEAE	<i>Ipomopsis pinnata</i> (Cav.) V.E. Grant	Cepillo, manita	Hierba		
156	POLYGONACEAE	<i>Polygonum persicaria</i>	Hierba de ciénegas	Hierba		
157	PTERIDACEAE	<i>Adiantum capillus-veneri</i> Linnaeus	Cilantillo	Hierba tipo helecho		
158		<i>Astroblepis sinuata</i> var. <i>sinuata</i> (Lag. ex Sw.) Benham & Windham	Helecho gris	Hierba tipo helecho		
159		<i>Cheilanthes bonariensis</i> (Willd.) Proctor	Helecho	Hierba tipo helecho		
160		<i>Cheilanthes lendigera</i> (Cav.) Sw.	Helecho lenteja	Hierba tipo helecho		
161	ROSACEAE	<i>Cercocarpus montanus</i> Raf.	Arbusto venadero, conchilla	Arbusto		
162		<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Capulín-Cusabi	Árbol		
163	SCROPHULARIACEAE	<i>Buddleja cordata</i> Kunth	Tepozán	Arbusto		
164		<i>Buddleja parviflora</i> Kunth	Hierba lanosa	Arbusto		
165		<i>Castilleja ortegae</i> Standley	Plumero mechudo	Hierba		
166		<i>Lamourouxia viscosa</i> Kunth	Chupamiel	Hierba		
167		<i>Penstemon barbatus</i> (Cav.) Roth	Jarritos rojos, pichalito, campanita roja, botellita roja	Hierba		
168	SOLANACEAE	<i>Datura lanosa</i> Barclay ex Bye	Toloache, mala nujer	Hierba		
169		<i>Solanum trydinamum</i>	Hierba bola	Arbusto		
170	VITACEA	<i>Vitis arizonica</i> Engelm.	Uva silvestre-parra de monte-Uli	Arbusto		

Composición florística. - Considera a las **170** especies de plantas vasculares, pertenecientes a 36 familias y 105 géneros, entre las que destacan las familias Asteraceae, Poaceae, Fabaceae y Fagaceae. Enseguida se muestra la tabla con las familias botánicas, números de géneros, especies y porcentajes por familia en relación al total.

Tabla IV. 32 Familias, géneros, especies y porcentajes de las familias en relación al total, de plantas del SA El Realito

No.	Familias	Géneros	Especies	% en relación al total
1	ACANTHACEAE	1	1	0.59
2	ANACARDIACEAE	2	2	1.18
3	APIACEAE	1	1	0.59
4	APOCYNACEAE	2	2	1.18
5	AQUIFOLIACEAE	1	1	0.59
6	ASPARAGACEAE	4	6	3.53
7	ASTERACEAE	23	38	22.35
8	BEGONIACEAE	1	1	0.59
9	BETULACEAE	1	1	0.59
10	BRASSICACEAE	1	1	0.59
11	CACTACEAE	3	7	4.12
12	COMMELINACEAE	1	1	0.59
13	CONVOLVULACEAE	1	2	1.18
14	CUPRESSACEAE	2	2	1.18
15	CYPERACEAE	1	2	1.18
16	DENNSTAEDTIACEAE	1	1	0.59
17	ERICACEAE	3	4	2.35
18	EUPHORBIACEAE	4	6	3.53
19	FABACEAE	14	19	11.18
20	FAGACEAE	1	14	8.24
21	GARRYACEAE	1	2	1.18
22	GERANIACEAE	1	1	0.59
23	LAMIACEAE	4	9	5.29
24	MALVACEAE	2	2	1.18
25	OLEACEAE	1	1	0.59
26	OROBANCHACEAE	1	1	0.59
27	OXALIDACEAE	1	1	0.59
28	PINACEAE	1	5	2.94
29	POACEAE	11	20	11.76
30	POLEMONIACEAE	1	1	0.59
31	POLYGONACEAE	1	1	0.59
32	PTERIDACEAE	3	4	2.35
33	ROSACEAE	2	2	1.18
34	SCROPHULARIACEAE	4	5	2.94
35	SOLANACEAE	2	2	1.18
36	VITACEA	1	1	0.59
		105	170	100



Grafica IV. 3 Composición florística del SA, en relación a familias y número de especies por familia

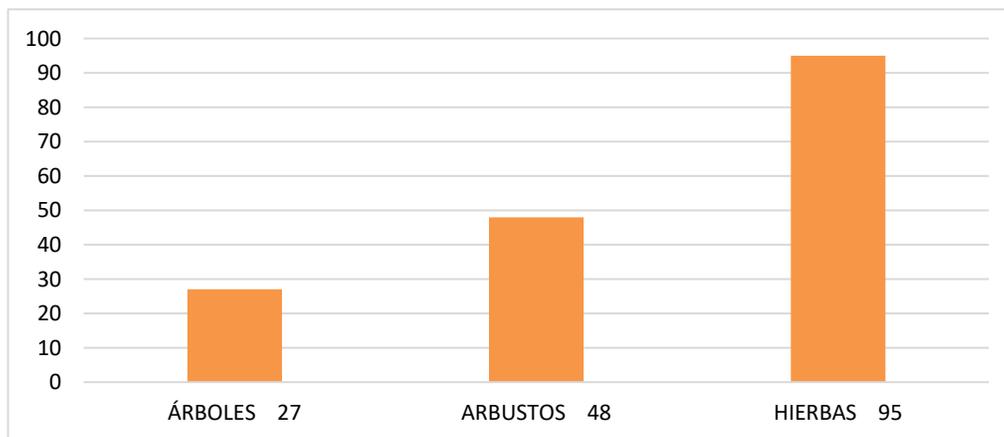


Fotografía IV. 5 La uva silvestre (*Vitis arizonica*) es un arbusto trepador de la familia Vitacea, es parte de la diversidad florística del SA El Realito

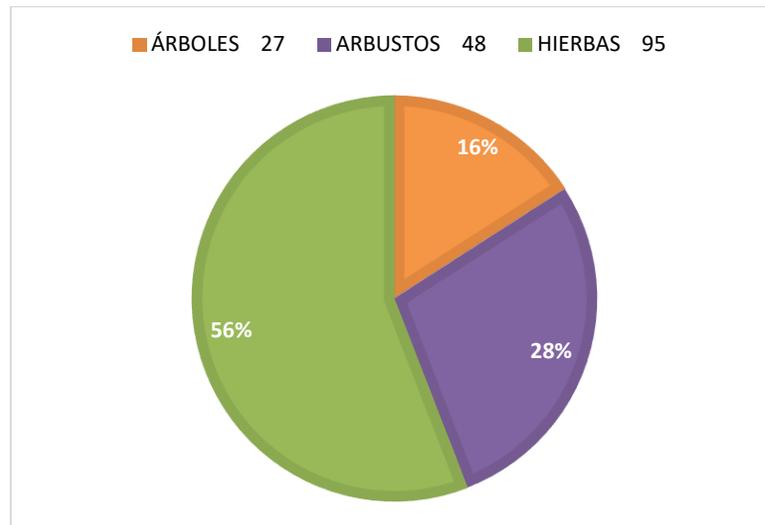
Estructura de la vegetación. - La flora del SA, se constituye por una amplia variedad de especies de plantas, siendo más visibles árboles y arbustos con alturas variables, y una variedad amplia de hierbas, las cactáceas también tienen presencia. Lo anterior se vio reflejado en el análisis ambiental y muestreo; estas condiciones ecológicas, reflejan los usos que se han hecho de los recursos, siendo lo principal en tiempos recientes, la agricultura, la ganadería, la minería y la apertura de caminos, con la consecuente influencia ambiental. En esta localidad se reconocieron especies de árboles, arbustos, y hierbas (tabla siguiente).

Tabla IV. 33 Estratos de vegetación presentes en el SA El Realito

ESTRATO	ESPECIES / ESTRATO	Porcentaje (%) en relación al total
ÁRBOLES	27	16
ARBUSTOS	48	28
HIERBAS	95	56
TOTAL	170	100%



Grafica IV. 4 Estratos vegetales del SA El Realito



Grafica IV. 5 Estructura de la vegetación, se considera el porcentaje de los estratos de árboles, arbustos y hierbas

Análisis de diversidad de la vegetación.

Parámetros ecológicos de la Flora silvestre del SA

Árboles y arbustos (metodología). - La estimación del índice de valor de importancia biológica (IVI) e índice de diversidad de árboles y arbustos, en el SA, se hizo a través datos del análisis sitios de muestreo circulares de 500 m², en total 87 sitios en el área del SA. La distribución de los sitios de muestreo se realizó según la estructura y tipo de vegetación y las características físicas del SA.

Dada la condición del SA, los 87 sitios de muestreo se distribuyeron de forma aleatoria en los tipos de vegetación coincidentes al área solicitada que es el bosque de pino – encino y el bosque de encino – pino, y con esto fueran muestras representativas que pudieran ser contrastadas.

El análisis de los atributos ecológicos de la vegetación, aplicó principalmente para el área del SA con los tipos de vegetación de bosque, mencionados anteriormente.

En los diferentes tipos de vegetación, el muestreo para árboles y arbustos se realizó en 87 sitios de 500 m², dando una superficie total de muestreo de 43500 m² ó 4.35 ha, con lo que se tuvo una intensidad de muestreo de 0.024% para el SA con (18,056.206 ha).

Tabla IV. 34 Ubicación de sitios de muestreo de vegetación, en el SA del Proyecto El Realito

Sitio	X	Y
11	708160	3178695
12	708333	3178585
13	708220	3178616
14	708031	3178887
15	707564	3178835
16	707192	3178940
17	707228	3178766
18	707170	3179340
19	707186	3179482

I10	707393	3179385
I11	707551	3179245
I12	707720	3179412
I13	707906	3176696
I14	708103	3176805
I15	707979	3176840
I16	708159	3176942
I17	708488	3176928
I18	708693	3177129
I19	708875	3177235
I20	709028	3177022
I21	709132	3177384
I22	708942	3177441
I23	709088	3177437
I24	709013	3177291
I25	708311	3177060
I26	707264	3179131
I27	707682	3179108
I28	707810	3179041
I29	707427	3179110
I30	707086	3179100
O1	704995	3183231
O2	707575	3182065
O3	705390	3182615
O4	707785	3182171
O5	705354	3182541
O6	708360	3182047
O7	705726	3182315
O8	708967	3182124
O9	705756	3182375
O10	709741	3181449
O11	705798	3182157
O12	705798	3182157
O13	705409	3182066
O14	709603	3180787
O15	706046	3182008
O16	709482	3181355
O17	706295	3182075
O18	709328	3181857
O19	706093	3182194

O20	707443	3182143
O21	708550	3182144
O22	709237	3182153
O23	709766	3181721
O24	709677	3181669
O25	709826	3181528
O26	709916	3181642
O27	706147	3182345
O28	706301	3182298
O29	706300	3182179
O30	704953	3183003
P1	705661	3177440
P2	705800	3177393
P3	705758	3177497
P4	705721	3177830
P10	706123	3180419
P11	706479	3180051
P12	706257	3180012
P13	706109	3179997
P14	705827	3179985
P15	706759	3174924
P16	706828	3175254
P17	705522	3178588
P18	706059	3176788
P19	705717	3176731
P20	705359	3178053
P21	705271	3178009
P22	705120	3177974
P23	705456	3178356
P24	705704	3178153
P25	705782	3178078
P26	704863	3176739
P27	706027	3177127
P28	705832	3177580
P29	705931	3177763
P30	705906	3177873
V14	706355	3181367
V20	706272	3181156

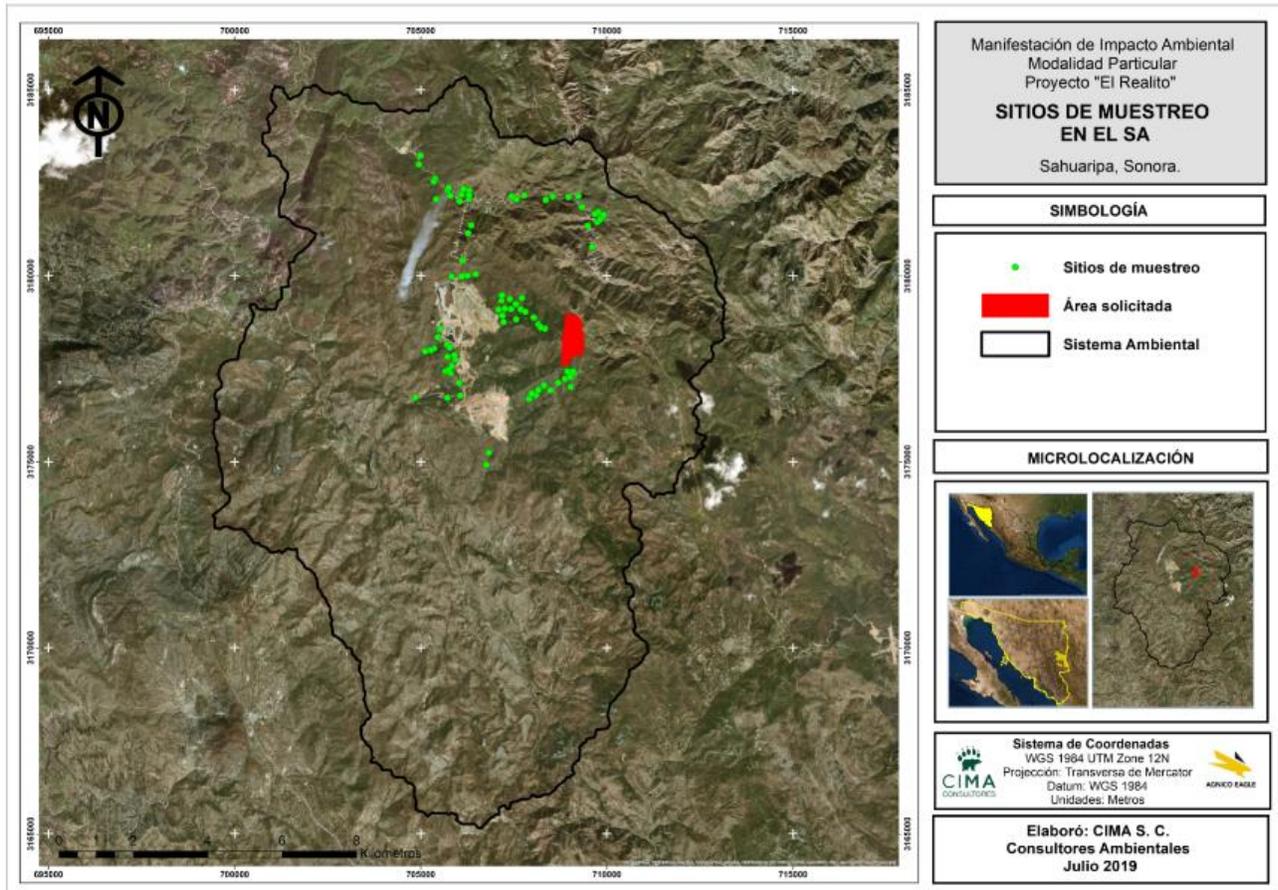


Figura IV. 26 Ubicación de los sitios de muestreo

Análisis y parámetros ecológicos de hierbas, del SA en los diversos tipos de vegetación (metodología). - Estos datos se obtuvieron mediante los datos que se recabaron en cuadrantes de muestreo para hierbas de 1 m², en un total de 87 cuadrantes que se levantaron, esto dio como resultado un muestreo de 87 m².

De acuerdo a Brower & Zar (1984), los cuadrantes de 1 m² dan buena información de la vegetación del estrato herbáceo. Los datos que se tomaron para analizar las hierbas fueron:

- Número de individuos de las diferentes especies
- Altura y cobertura (diámetro de follaje o copa).
- La información obtenida se aplica para estimar índices de valor de importancia biológica (IVI) e índice de diversidad de Shannon - Wiener.

El número de especies es, quizás, el atributo más frecuentemente utilizado a la hora de describir una taxocenosis, ya que es una expresión mediante la cual se obtiene una idea rápida y sencilla de su diversidad (Magurran, 1988; Gaston, 1996a). Los índices de diversidad tradicionales, que combinan número de especies y evenness (abundancias relativas de las especies), dependen del tamaño de muestra (número de individuos) y del patrón de muestreo, y son difíciles de interpretar (Gaston, 1996).

Estos índices han caído en desuso y el número de especies ha pasado a ser, por tanto, un parámetro comúnmente empleado para comparar localidades diferentes (Gotelli & Colwell, 2001), lo que le confiere una gran importancia en los estudios de la Biodiversidad y la Biología de la Conservación. Sin embargo, la mayoría de los inventarios faunísticos son forzosamente incompletos. La imposibilidad de registrar el total de especies durante un trabajo de muestreo es un grave problema metodológico en los estudios de la biodiversidad (Gotelli & Colwell, 2001). Este problema se acentúa cuando trabajamos con el principal componente de la

biodiversidad: los invertebrados. Ello es especialmente notable en los denominados grupos hiperdiversos, pero pobremente conocidos, aquellos que son más ricos en especies, pero de los que poseemos un desconocimiento mayor (Colwell & Coddington, 1994; Hammond, 1994).

Como el número de especies aumenta con el tamaño de la muestra, tradicionalmente se ha considerado que, para poder hacer comparaciones entre valores de riqueza, se debían comparar idénticos tamaños muestrales (es decir, igual número de individuos) (ver Magurran, 1988).

En una curva de colecta de especies, la incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con alguna medida del esfuerzo de muestreo (véase más adelante). Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectan sobre todo especies comunes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada (figura 1). A medida que prosigue el muestreo son las especies raras, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que esta pendiente desciende a cero corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo.

Las curvas de acumulación permiten 1) dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación, 2) una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y 3) extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Lamas *et al.*, 1991; Soberón y Llorente, 1993; Colwell y Coddington, 1994; Gotelli y Colwell, 2001).

Para evaluar la calidad del muestreo debemos encontrar una función que describa su curva de acumulación. Diferentes funciones se han propuesto para modelizar la relación entre el esfuerzo de muestreo y el número de especies encontrado (Soberón y Llorente, 1993; Colwell y Coddington, 1994), siendo las más utilizadas **la función exponencial negativa, la logarítmica y la ecuación de Clench** (Fagan y Kareiva, 1997; Moreno y Halffter, 2000). Esto dentro de la clasificación de las funciones de acumulación de especies. Por otro lado, también son ampliamente utilizados los modelos no paramétricos (Chao, Jackknife, Bootstrap, ACE, ICE)

Funciones de acumulación de especies

La ecuación de Clench está recomendada para estudios en sitios de área extensa y para protocolos en los que, cuanto más tiempo se pasa en el campo (es decir, cuanta más experiencia se gana con el método de muestreo y con el grupo taxonómico), mayor es la probabilidad de añadir nuevas especies al inventario (Soberón & Llorente, 1993). La función es la siguiente:

$$S_n = a \cdot n / (1 + b \cdot n)$$

El modelo exponencial negativo se recomienda si la zona de muestreo es relativamente pequeña o el grupo taxonómico es bien conocido, entonces todas las especies tienen una alta probabilidad de ser encontradas (Soberón & Llorente, 1993), cuya función es:

$$S_n = (a[1 - \exp(-b \cdot n)]) / b$$

El modelo logarítmico. En este modelo, la probabilidad de encontrar una nueva especie aumentará (hasta un máximo) conforme más tiempo se pase en el campo, es decir, la probabilidad de añadir especies nuevas eventualmente disminuye, pero la experiencia en el campo la aumenta (Soberón y Llorente, 1993)

$$S(t) = (1/z) * [\ln(1 + z * a * t)].$$

Donde, $z = 1 - \exp(-b)$.

Modelos no paramétricos

Chao 1 está basado en abundancia, esto quiere decir que los datos que se requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase de muestra. Como sabemos que, hay muchas especies representadas por pocos individuos en una muestra (especies raras), comparadas con especies comunes, que pueden estar representadas por numerosos individuos.

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

Chao 2 es un estimador basado en la incidencia. Es decir que necesita datos de presencia- ausencia de una especie en una muestra dada, esto quiere decir, que solo si está la especie y cuantas veces esta esa especie en un conjunto de muestras. Tiene en cuenta a las especies observadas en exactamente una y dos unidades de muestreo.

$$Chao_2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

Chao 1 se ajusta más a los datos de riqueza de las especies y Chao 2 predice una especie más por encontrar (Bautista-Hernández *et al.*, 2013)

Jack 1 determina el número de especies presentes en sólo una unidad de muestreo. Disminuye la subestimación del verdadero número de especies en una comunidad, reduciendo el sesgo del orden (1/n) de los muestreos. Se basa en el número de especies representadas en una sola muestra (Colwell y Coddington 1994; Moreno 2000). Se recomienda el uso de estos estimadores cuando se tiene una unidad de esfuerzo pequeña, y para áreas pequeñas de muestreo (Escalante *et al.* 2002; Tøttrup *et al.* 2005; Hortal *et al.* 2006).

$$Jack\ 1 = S + L \frac{m-1}{m}$$

Jack 2 considera también a las especies presentes en dos unidades de muestreo (Magurran, 2004).

$$Jack\ 2 = S + \frac{L(2m-3)}{m} - \frac{M(m-2)^2}{m(m-1)}$$

ACE e ICE son estimadores que utilizan datos de abundancia, basados en el concepto estadístico de cobertura de muestreo, se refiere a la suma de probabilidades de encontrar especies observadas dentro del total de especies (colwell *et al.*, 2004).

$$S_{ICE} = S_{frec} + \frac{S_{inf}}{C_{ICE}} + \frac{Q_1}{C_{ICE}} \gamma_{ICE}^2$$

$$S_{ACE} = S_{abund} + \frac{S_{rare}}{C_{ACE}} + \frac{F_1}{C_{ACE}} \gamma_{ACE}^2$$

El estimador **ACE** se utiliza para las estimaciones para 10 o menos individuos por muestra, el **ICE** utiliza especies encontradas en 10 o menos muestras (Lee y Chao, 1994)

El estimador **Bootstrap** trabaja mejor cuando hay especies raras en las comunidades. De acuerdo con Poulin (1998) y Romero- Tejada *et al.* (2008) este estimador es menos variable y no tiende a sobreestimar la verdadera riqueza independientemente de cuan frecuentes son las especies raras en la comunidad (Bautista-Hernández *et al.*, 2013).

$$Bootstrap = S + \sum (1 - p_j)^n$$

Para analizar la calidad del muestreo se corrieron los estimadores anteriormente presentados.

El siguiente procedimiento se realizó para todos los estratos.

Lo primero que se realizó fue la curva de acumulación de especies con los datos obtenidos de los muestreos. Esto a través del programa Estimates 9.1; donde también se obtuvieron los estimadores no paramétricos Chao 1 y 2, Jack 1 y 2, ACE, ICE y Bootstrap.

Una vez obtenida esta información, se llevó al software Statistica para obtener los parámetros del modelo Clench. A continuación, se presentan una serie de comparaciones de los valores arrojados por los diferentes estimadores calculados.

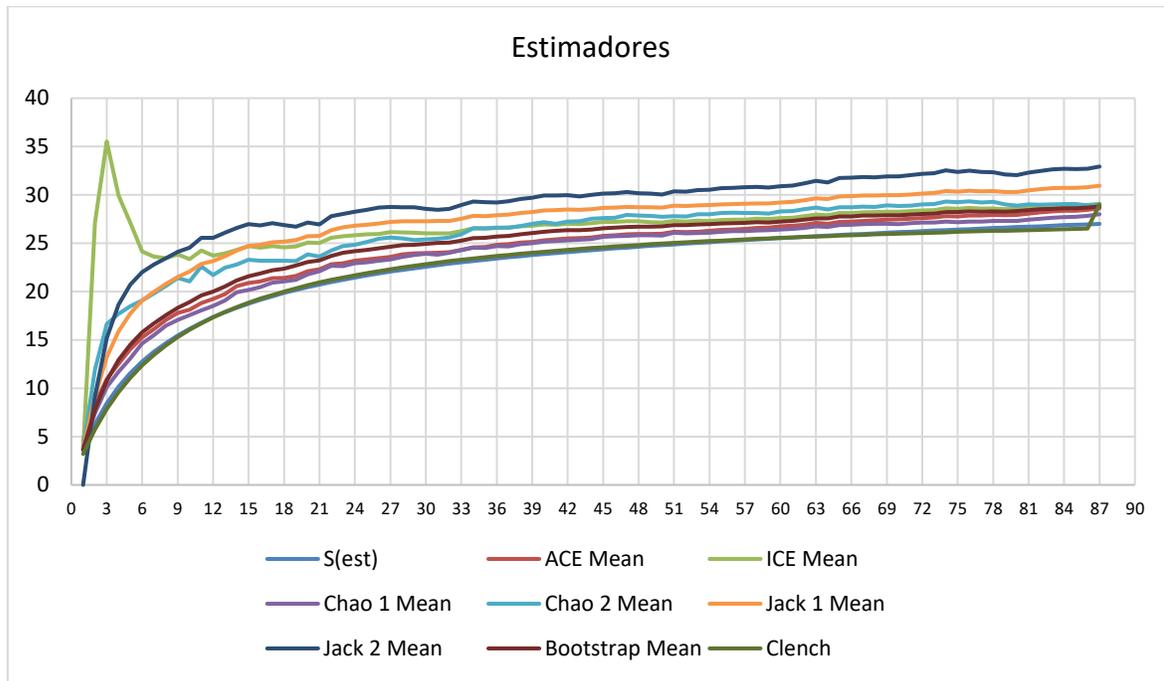
Estrato arbóreo

Model: $v2=a*v1/(1+(b*v1))$ (Spreadsheet1)	
Dep. var: Var2 Loss: (OBS-PRED)**2	
Final loss: 5.537967109 R= .99868 Variance explained: 99.735%	
N=87	
Estimate	
a	b
3.588965	0.123812

Muestra	Riqueza estimada	ACE	ICE	Chao 1	Chao 2	Jack 1	Jack 2	Bootstrap	Clench
1	3.57	4.59	3.66	3.97	3.66	3.66	0	3.66	3.19
2	6.3	8.39	27.14	7.44	11.92	9.17	9.17	7.78	5.75
3	8.43	10.93	35.52	10.11	16.65	13.23	15.2	10.79	7.85
4	10.15	12.52	29.93	11.71	17.69	15.88	18.66	12.91	9.6
5	11.57	14.04	27.11	13.1	18.49	17.71	20.71	14.5	11.08
6	12.77	15.27	24.13	14.63	19.09	19.06	22.01	15.79	12.36
7	13.79	16.11	23.63	15.48	19.81	19.95	22.8	16.69	13.46
8	14.68	17.07	23.46	16.46	20.58	20.79	23.44	17.56	14.42
9	15.47	17.79	23.84	17.06	21.42	21.52	24.1	18.31	15.28
10	16.16	18.12	23.36	17.55	21.06	22.06	24.53	18.9	16.04
11	16.78	18.82	24.24	18.07	22.6	22.86	25.55	19.6	16.71
12	17.35	19.23	23.72	18.51	21.71	23.14	25.55	20.01	17.33
13	17.86	19.72	23.93	19.09	22.48	23.64	26.1	20.52	17.88
14	18.32	20.55	24.32	19.92	22.81	24.25	26.57	21.16	18.38
15	18.75	20.88	24.69	20.15	23.29	24.69	26.97	21.58	18.84
16	19.14	21.05	24.55	20.47	23.18	24.83	26.83	21.88	19.26
17	19.51	21.38	24.69	20.93	23.19	25.1	27.07	22.19	19.65
18	19.85	21.42	24.58	21.05	23.18	25.15	26.87	22.38	20.01
19	20.16	21.62	24.68	21.22	23.17	25.34	26.7	22.7	20.34

20	20.45	22.11	25.05	21.76	23.85	25.72	27.13	23.07	20.65
21	20.73	22.29	25.04	22.1	23.62	25.77	26.95	23.22	20.94
22	20.98	22.82	25.56	22.65	24.25	26.36	27.8	23.69	21.2
23	21.22	22.93	25.73	22.62	24.69	26.64	28.04	24	21.45
24	21.45	23.19	25.83	22.91	24.84	26.81	28.26	24.19	21.69
25	21.66	23.33	25.91	23.01	25.12	26.91	28.47	24.31	21.91
26	21.87	23.46	25.97	23.18	25.47	27.04	28.68	24.46	22.12
27	22.06	23.58	26.15	23.31	25.59	27.19	28.76	24.64	22.31
28	22.24	23.86	26.11	23.59	25.5	27.28	28.71	24.81	22.5
29	22.41	23.95	26.09	23.77	25.33	27.28	28.72	24.85	22.67
30	22.58	23.99	26.02	23.9	25.4	27.27	28.56	24.93	22.84
31	22.73	24.01	26.03	23.82	25.45	27.3	28.46	25.04	23
32	22.88	24.09	26.01	24	25.58	27.3	28.56	25.08	23.15
33	23.03	24.31	26.26	24.27	25.92	27.54	28.94	25.27	23.29
34	23.16	24.58	26.54	24.54	26.55	27.82	29.32	25.51	23.42
35	23.29	24.62	26.51	24.52	26.56	27.8	29.23	25.55	23.55
36	23.42	24.84	26.59	24.69	26.6	27.88	29.22	25.69	23.68
37	23.54	24.9	26.6	24.66	26.62	27.95	29.34	25.77	23.79
38	23.66	25.06	26.73	24.91	26.79	28.12	29.57	25.92	23.91
39	23.77	25.12	26.82	25.01	27.02	28.23	29.72	26.04	24.01
40	23.88	25.29	26.93	25.16	27.18	28.4	29.94	26.19	24.12
41	23.98	25.39	26.92	25.22	27.01	28.43	29.93	26.27	24.22
42	24.09	25.48	27	25.3	27.23	28.49	29.96	26.34	24.31
43	24.19	25.51	26.98	25.35	27.28	28.44	29.85	26.35	24.4
44	24.28	25.59	27.07	25.43	27.52	28.52	29.99	26.42	24.49
45	24.37	25.75	27.19	25.67	27.59	28.66	30.12	26.56	24.58
46	24.46	25.83	27.21	25.72	27.63	28.7	30.16	26.62	24.66
47	24.55	25.92	27.27	25.76	27.93	28.76	30.3	26.67	24.74
48	24.64	25.96	27.26	25.81	27.87	28.73	30.18	26.7	24.81
49	24.72	25.95	27.18	25.81	27.82	28.71	30.13	26.71	24.89
50	24.8	25.98	27.14	25.8	27.73	28.69	30.03	26.73	24.96
51	24.88	26.19	27.29	26.09	27.8	28.88	30.38	26.87	25.02
52	24.96	26.16	27.24	26.02	27.76	28.84	30.34	26.87	25.09
53	25.04	26.2	27.33	26.06	28	28.92	30.51	26.93	25.15
54	25.11	26.29	27.32	26.1	28	28.94	30.52	26.97	25.22
55	25.19	26.39	27.4	26.19	28.11	29.02	30.68	27.03	25.28
56	25.26	26.43	27.42	26.24	28.15	29.05	30.73	27.07	25.33
57	25.33	26.49	27.45	26.24	28.13	29.07	30.79	27.09	25.39
58	25.4	26.59	27.52	26.31	28.14	29.13	30.82	27.16	25.44
59	25.46	26.61	27.49	26.35	28.05	29.1	30.75	27.15	25.5

60	25.53	26.73	27.6	26.43	28.3	29.2	30.9	27.24	25.55
61	25.59	26.8	27.63	26.48	28.33	29.27	30.96	27.3	25.6
62	25.66	26.92	27.8	26.58	28.52	29.44	31.18	27.44	25.65
63	25.72	27.1	27.96	26.73	28.69	29.63	31.45	27.58	25.69
64	25.78	27	27.88	26.69	28.48	29.56	31.28	27.56	25.74
65	25.85	27.2	28.11	26.86	28.72	29.84	31.74	27.76	25.78
66	25.91	27.23	28.13	26.91	28.73	29.86	31.78	27.78	25.83
67	25.96	27.32	28.2	26.99	28.8	29.94	31.86	27.86	25.87
68	26.02	27.38	28.22	27	28.76	29.93	31.8	27.87	25.91
69	26.08	27.44	28.27	27.01	28.93	29.98	31.91	27.91	25.95
70	26.14	27.46	28.27	26.99	28.84	29.98	31.92	27.91	25.99
71	26.19	27.53	28.32	27.07	28.88	30.05	32.05	27.96	26.03
72	26.25	27.6	28.38	27.13	29	30.13	32.16	28.03	26.06
73	26.3	27.65	28.42	27.14	29.05	30.19	32.23	28.07	26.1
74	26.36	27.79	28.63	27.24	29.32	30.41	32.54	28.24	26.13
75	26.41	27.76	28.57	27.17	29.26	30.33	32.36	28.21	26.17
76	26.46	27.87	28.64	27.25	29.33	30.42	32.49	28.28	26.2
77	26.51	27.87	28.58	27.24	29.22	30.36	32.36	28.26	26.24
78	26.57	27.94	28.6	27.32	29.27	30.39	32.33	28.3	26.27
79	26.62	27.91	28.53	27.3	29.02	30.3	32.12	28.27	26.3
80	26.67	27.92	28.56	27.31	28.87	30.31	32.05	28.31	26.33
81	26.72	28.06	28.68	27.44	29	30.47	32.31	28.42	26.36
82	26.76	28.18	28.78	27.54	28.99	30.59	32.47	28.51	26.39
83	26.81	28.3	28.85	27.64	29	30.68	32.63	28.57	26.42
84	26.86	28.35	28.9	27.69	29.06	30.74	32.69	28.63	26.44
85	26.91	28.36	28.88	27.72	29.04	30.72	32.68	28.61	26.47
86	26.95	28.46	28.94	27.83	28.91	30.79	32.71	28.69	26.5
87	27	28.61	29.07	28	28.98	30.95	32.93	28.81	28.99



a	3.588965	asíntota	28.99
b	0.123812		
n	87	pendiente	0.03
s	27	% especies muestreadas	93%

Riqueza estimada	ACE	ICE	Chao 1	Chao 2	Jack 1	Jack 2	Bootstrap	Clench
27	28.61	29.07	28	28.98	30.95	32.93	28.81	28.99
%	94	93	96	93	87	82	94	93

Para el estrato arbóreo se tuvo una riqueza de $S=27$ especies, los cuales se detectaron en los 87 sitios de muestreo realizados.

La riqueza registrada representa de un 93 a un 96% de acuerdo a los estimadores no paramétricos analizados. El modelo que más sobreestimó la riqueza es el Jack 2, el cual de acuerdo a lo descrito anteriormente toma en cuenta especies que aparecen en uno o dos sitios. El modelo Chao 1 es el que más se asemeja a lo muestreado pues este nos arrojó una riqueza de 28, lo que representa un 96%. En relación al modelo Chao 2, se tiene que este se asintotizó en 28.9, lo que representa que lo muestreado es equivalente al 96% de esta estimación. Asimismo, se tuvo un valor de la pendiente de $m=0.03$. Por lo que se concluye que el muestreo para analizar la diversidad del SA es representativo y significativo.

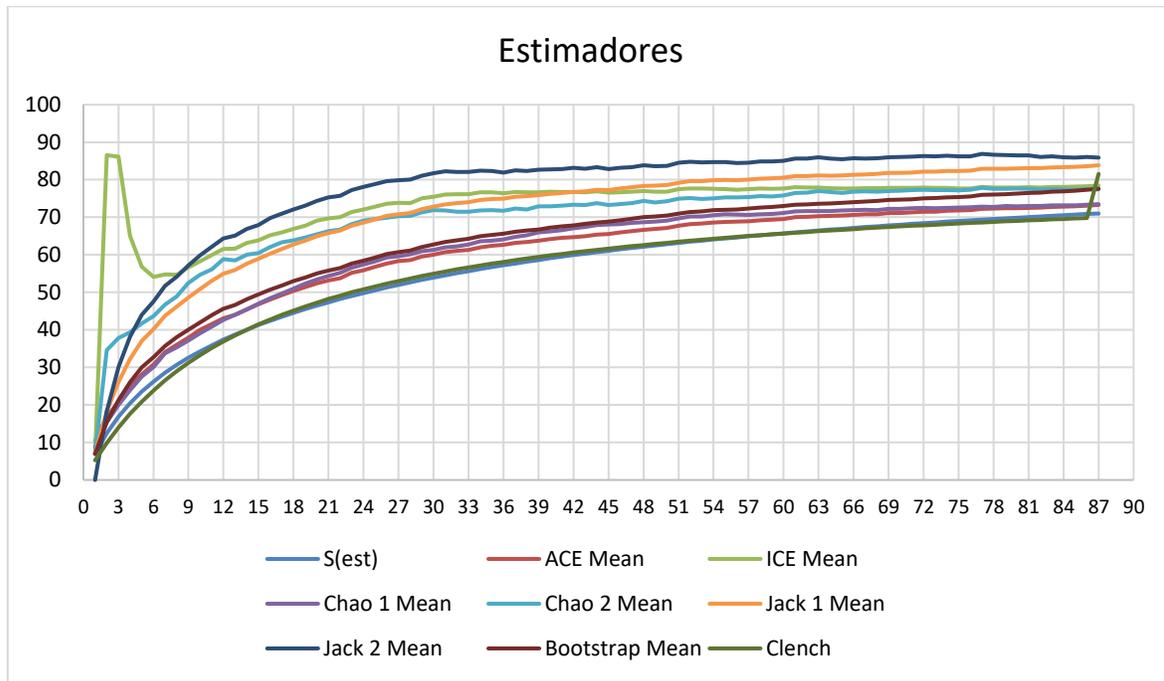
Mientras que la pendiente de la ecuación Clench presentó una estabilidad dentro de los parámetros aceptados para poder determinar que el muestreo es representativo (para determinar que el muestreo es representativo se toma como referencia el valor de 0.1 siendo valores menores a este considerados como aceptables para determinar que el muestreo es representativo), presentando una pendiente de .03

Estrato arbustivo

Model: $v2=a*v1/(1+(b*v1))$ (Spreadsheet3)	
Dep. var: Var2 Loss: (OBS-PRED)**2	
Final loss: 86.455201831 R= .99777 Variance explained: 99.554%	
N=87	
	a b
Estimate	5.616160 0.068856

Muestra	Riqueza estimada	ACE	ICE	Chao 1	Chao 2	Jack 1	Jack 2	Bootstrap	Clench
1	7	10.53	6.93	8.82	6.93	6.93	0	6.93	5.25
2	12.45	16.92	86.54	15.33	34.61	18.29	18.29	15.47	9.87
3	16.84	20.8	86.13	20.03	37.78	26.15	30.11	21.27	13.96
4	20.48	24.82	65.02	23.88	39.35	32.25	38.15	26.06	17.61
5	23.56	28.16	56.83	27.54	41.73	37.04	43.99	30.01	20.89
6	26.23	30.79	54.13	30.13	43.64	40.19	47.54	32.74	23.85
7	28.57	34.08	54.77	33.71	46.73	43.72	51.7	35.74	26.53
8	30.67	36.08	54.68	35.32	48.94	46.2	54.2	38.04	28.97
9	32.57	37.92	56.66	37.12	52.52	48.56	57.19	39.99	31.21
10	34.3	39.99	58.23	39.12	54.69	50.89	59.9	42.01	33.26
11	35.89	41.53	59.98	40.85	56.11	53.04	62.18	43.92	35.15
12	37.37	43.04	61.54	42.66	58.86	54.93	64.36	45.59	36.9
13	38.75	43.98	61.62	44.05	58.48	55.93	65.16	46.64	38.53
14	40.04	45.43	63.21	45.43	60.07	57.64	66.94	48.2	40.03
15	41.26	46.79	63.81	46.94	60.49	58.89	67.93	49.47	41.44
16	42.41	48.07	65.2	48.44	62.11	60.33	69.8	50.68	42.76
17	43.5	49.3	65.98	49.69	63.31	61.54	71	51.85	43.99
18	44.53	50.4	66.86	50.98	63.81	62.71	72.09	52.97	45.14
19	45.52	51.36	67.76	52.32	64.59	63.77	73.09	53.97	46.23
20	46.45	52.42	69.11	53.4	65.45	64.95	74.32	55.02	47.25
21	47.35	53.17	69.73	54.35	66.27	65.78	75.26	55.78	48.22
22	48.21	53.78	70.04	55.23	66.74	66.44	75.72	56.48	49.13
23	49.03	55.16	71.36	56.53	68.14	67.79	77.25	57.66	50
24	49.81	55.92	72.05	57.43	69.13	68.6	78.1	58.45	50.81
25	50.57	56.78	72.82	58.22	69.53	69.47	78.88	59.28	51.59
26	51.29	57.7	73.6	59.25	69.87	70.35	79.62	60.18	52.33
27	51.99	58.3	73.85	59.59	70.28	70.81	79.91	60.72	53.04
28	52.66	58.62	73.8	60.11	70.35	71.14	80.07	61.16	53.71
29	53.3	59.49	75.02	60.99	71.34	72.15	81.06	62.09	54.35
30	53.92	60.06	75.48	61.27	71.9	72.8	81.77	62.73	54.96
31	54.52	60.67	76.03	61.97	71.82	73.46	82.23	63.42	55.54
32	55.1	61.02	76.1	62.24	71.44	73.73	82.05	63.86	56.1
33	55.65	61.32	76.14	62.76	71.46	74.04	82.07	64.3	56.64
34	56.19	61.98	76.67	63.62	71.81	74.6	82.38	64.92	57.15
35	56.71	62.38	76.67	63.8	71.94	74.84	82.29	65.32	57.64
36	57.21	62.64	76.4	64.12	71.75	74.92	81.9	65.61	58.12
37	57.7	63.13	76.75	64.78	72.29	75.44	82.47	66.13	58.57
38	58.17	63.46	76.69	65.2	72.09	75.66	82.37	66.48	59.01
39	58.63	63.74	76.63	65.97	72.89	75.85	82.65	66.74	59.43
40	59.07	64.16	76.79	66.22	72.91	76.25	82.78	67.23	59.84
41	59.5	64.5	76.72	66.53	73.06	76.51	82.88	67.61	60.23
42	59.91	64.72	76.72	67.09	73.36	76.75	83.22	67.87	60.61
43	60.32	64.99	76.64	67.41	73.24	76.91	82.94	68.22	60.97
44	60.71	65.41	76.94	67.96	73.76	77.29	83.31	68.62	61.32
45	61.09	65.57	76.59	68.08	73.26	77.28	82.87	68.82	61.66

46	61.46	65.93	76.66	68.21	73.54	77.64	83.15	69.21	61.99
47	61.82	66.27	76.8	68.53	73.73	77.97	83.32	69.6	62.31
48	62.17	66.67	77.03	68.7	74.35	78.36	83.82	70	62.62
49	62.5	66.94	76.86	68.83	73.9	78.43	83.62	70.21	62.92
50	62.84	67.14	76.84	69.09	74.24	78.57	83.65	70.42	63.21
51	63.16	67.71	77.48	69.66	74.96	79.22	84.5	70.97	63.49
52	63.47	68.16	77.68	70.21	75.09	79.58	84.82	71.37	63.76
53	63.78	68.31	77.63	70.21	74.84	79.65	84.59	71.58	64.02
54	64.08	68.62	77.59	70.54	75.02	79.85	84.67	71.87	64.28
55	64.37	68.8	77.54	70.84	75.26	79.92	84.74	71.99	64.53
56	64.65	68.83	77.35	70.68	75.33	79.83	84.46	72.05	64.77
57	64.93	68.95	77.47	70.65	75.36	80.02	84.55	72.3	65
58	65.2	69.18	77.64	70.78	75.67	80.28	84.86	72.59	65.23
59	65.46	69.36	77.57	70.92	75.58	80.37	84.87	72.76	65.45
60	65.72	69.55	77.66	71.11	75.83	80.54	85.01	72.97	65.67
61	65.98	70.04	77.99	71.59	76.51	80.96	85.6	73.35	65.88
62	66.22	70.14	77.92	71.62	76.59	81	85.65	73.47	66.08
63	66.46	70.29	77.95	71.69	76.95	81.17	85.96	73.64	66.28
64	66.7	70.34	77.74	71.67	76.77	81.09	85.64	73.68	66.48
65	66.93	70.5	77.67	71.85	76.47	81.13	85.43	73.85	66.67
66	67.16	70.66	77.69	71.94	76.82	81.28	85.7	73.99	66.85
67	67.38	70.82	77.76	71.97	76.92	81.44	85.67	74.21	67.03
68	67.6	70.83	77.72	71.88	76.8	81.56	85.75	74.36	67.21
69	67.81	71.1	77.86	72.24	76.97	81.81	85.96	74.61	67.38
70	68.02	71.18	77.83	72.28	77.1	81.86	86.08	74.71	67.55
71	68.22	71.32	77.81	72.38	77.23	81.92	86.17	74.79	67.71
72	68.42	71.49	77.88	72.47	77.34	82.12	86.32	75.01	67.87
73	68.62	71.52	77.81	72.43	77.23	82.18	86.24	75.14	68.03
74	68.83	71.7	77.85	72.52	77.27	82.33	86.36	75.31	68.18
75	69	71.78	77.68	72.58	77.15	82.31	86.19	75.37	68.33
76	69.19	71.93	77.66	72.65	77.29	82.42	86.2	75.55	68.48
77	69.37	72.28	78.06	72.86	77.84	82.93	86.89	75.96	68.62
78	69.54	72.3	77.94	72.79	77.6	82.9	86.63	76.06	68.76
79	69.72	72.39	77.93	72.98	77.57	82.95	86.54	76.18	68.9
80	69.89	72.44	77.94	72.96	77.63	82.98	86.51	76.27	69.03
81	70.06	72.53	78.02	72.98	77.62	83.1	86.48	76.46	69.16
82	70.22	72.59	77.96	73	77.38	83.1	86.09	76.58	69.29
83	70.38	72.75	78.09	73.17	77.5	83.29	86.22	76.78	69.42
84	70.54	72.8	78.07	73.14	77.38	83.32	85.98	76.91	69.54
85	70.7	72.91	78.15	73.21	77.32	83.43	85.89	77.07	69.66
86	70.85	73.08	78.27	73.37	77.46	83.63	86.09	77.29	69.78
87	71	73.28	78.45	73.5	77.43	83.85	85.93	77.61	81.56



a	5.61616	asíntota	81.56
b	0.068856		
n	87	pendiente	0.11
s	71	% especies muestreadas	87%

Riqueza estimada	ACE	ICE	Chao 1	Chao 2	Jack 1	Jack 2	Bootstrap	Clench
71	73.28	78.45	73.5	77.43	83.85	85.93	77.61	81.56
%	97	91	97	92	85	83	91	87

En el estrato arbustivo se obtuvo una riqueza abundante con un total de 71 especies. Los estimadores no paramétricos analizados nos arrojan un rango de riqueza que va de 73 a 83 especies; de este último fue el Jack 2 el que presentó ese valor, esto considerando que se tienen algunas especies consideradas como "raras". Los modelos ACE y Chao 1 son los que más se asemeja a lo muestreado pues ambos estimaron una riqueza de 73 especies, lo que representa un 96% en comparación con la realidad de lo mesutreado.

Para el análisis del estrato arbustivo se obtuvo una pendiente de 0.11, esto debido a que para hacer un análisis comparativo entre el área sujeta a cambio de uso de suelo y el área de Sistema ambiental. Se toma como referencia el número de sitios realizados en el área solicitada para determinar el número de sitios de muestreo que se llevarían a cabo en el SA.

La disparidad en el valor de pendiente de la ecuacion Clench se ve afectada por la presencia de 5 singletons, 4 doubletons, 6 uniques y 9 duplicates

En la siguiente tabla se observa los singletons (color verde) doubletons (color azul), uniques (subrayado) y duplicates (negritas). Los singletons / doubletons son especies que sólo cuentan con uno o dos individuos respectivamente en todo el inventario, y uniques / duplicates, especies que aparecen en una o dos muestras respectivamente, independientemente del número de individuos que presenten en cada una de ellas)

Especie	Abundancia	Frecuencia
<i>Acacia sp</i>	105	10
<i>Agave shrevei</i>	14	5
<i>Agave wocomahi</i>	6	2
<u><i>Ageratum corymbosum</i></u>	<u>3</u>	<u>1</u>
<i>Alnus oblongifolia</i>	13	3
<i>Arbutus arizonica</i>	11	6
<i>Arbutus xalapensis</i>	9	5
<i>Arctostaphylos pungens</i>	210	15
<u><i>Asclepias linaria</i></u>	<u>5</u>	<u>1</u>
<i>Baccharis salicifolia</i>	27	3
<i>Brickellia pringlei</i>	163	11
<u><i>Brickellia simplex</i></u>	<u>12</u>	<u>1</u>
<i>Buddleja parviflora</i>	80	14
<i>Coursetia glandulosa</i>	43	6
<i>Croton alamosanus</i>	63	4
<i>Croton fantzianus</i>	4	2
<u><i>Cupressus arizonica</i></u>	<u>20</u>	<u>1</u>
<u><i>Cupressus lusitanica</i></u>	<u>4</u>	<u>1</u>
<i>Dalea formosa</i>	44	2
<i>Dalea greggii</i>	11	2
<i>Dasyilirion gentryi</i>	62	4
<i>Desmanthus bicornutus</i>	23	4
<i>Desmodium cinerascens</i>	7	4
<u><i>Echinocereus arizonicus</i></u>	<u>1</u>	<u>1</u>
<u><i>Echinocereus bacanorensis</i></u>	<u>2</u>	<u>1</u>
<u><i>Echinocereus fasciculatus</i></u>	<u>1</u>	<u>1</u>
<i>Echinocereus scheeri</i>	28	4
<i>Erythrina flabelliformis</i>	4	2
<i>Eysenhardtia orthocarpa</i>	152	24
<i>Fraxinus velutina</i>	310	21
<u><i>Garrya ovata</i></u>	<u>2</u>	<u>1</u>
<i>Garrya wrightii</i>	20	4
<i>Heliocarpus palmeri</i>	94	7
<i>Juniperus deppeana</i>	107	29
<i>Mammillaria heyderi</i>	8	3
<i>Mandevilla foliosa</i>	90	13
<i>Manihot aesculifolia</i>	4	2
<u><i>Mimosa pauli</i></u>	<u>1</u>	<u>1</u>
<i>Mimosa sp</i>	88	6
<i>Montanoa leucantha</i>	325	21
<i>Montanoa tomentosa subsp. rosei</i>	110	5
<i>Nolina microcarpa</i>	4	3
<i>Opuntia durangensis</i>	252	26
<i>Opuntia robusta</i>	89	23
<i>Pinus durangensis</i>	264	24
<i>Pinus engelmannii</i>	12	3
<i>Pinus herrerae</i>	21	5
<i>Pinus leiophylla var. chihuahuana</i>	7	5
<u><i>Prosopis glandulosa</i></u>	<u>1</u>	<u>1</u>
<i>Prunus serotina</i>	16	5
<i>Quercus albocincta</i>	20	9
<i>Quercus arizonica</i>	62	7
<i>Quercus barrancana</i>	431	32

<i>Quercus chihuahuensis</i>	21	6
<i>Quercus emoryi</i>	38	4
<i>Quercus hypoleucoides</i>	128	14
<i>Quercus jonesii</i>	227	27
<i>Quercus mcvaughii</i>	41	2
<i>Quercus oblongifolia</i>	60	18
<i>Quercus rugosa</i>	6	1
<i>Quercus sideroxyla</i>	108	12
<i>Quercus subspathulata</i>	18	6
<i>Quercus tarahumara</i>	736	35
<i>Quercus viminea</i>	419	47
<i>Rhus virens</i>	3	2
<i>Stevia sp</i>	6	2
<i>Toxicodendron radicans</i>	2	2
<i>Vachellia farnesiana</i>	218	26
<i>Vachellia pennatula</i>	32	6
<i>Yucca grandiflora</i>	3	2
<i>Yucca schottii</i>	1	1
TOTAL	5532	609

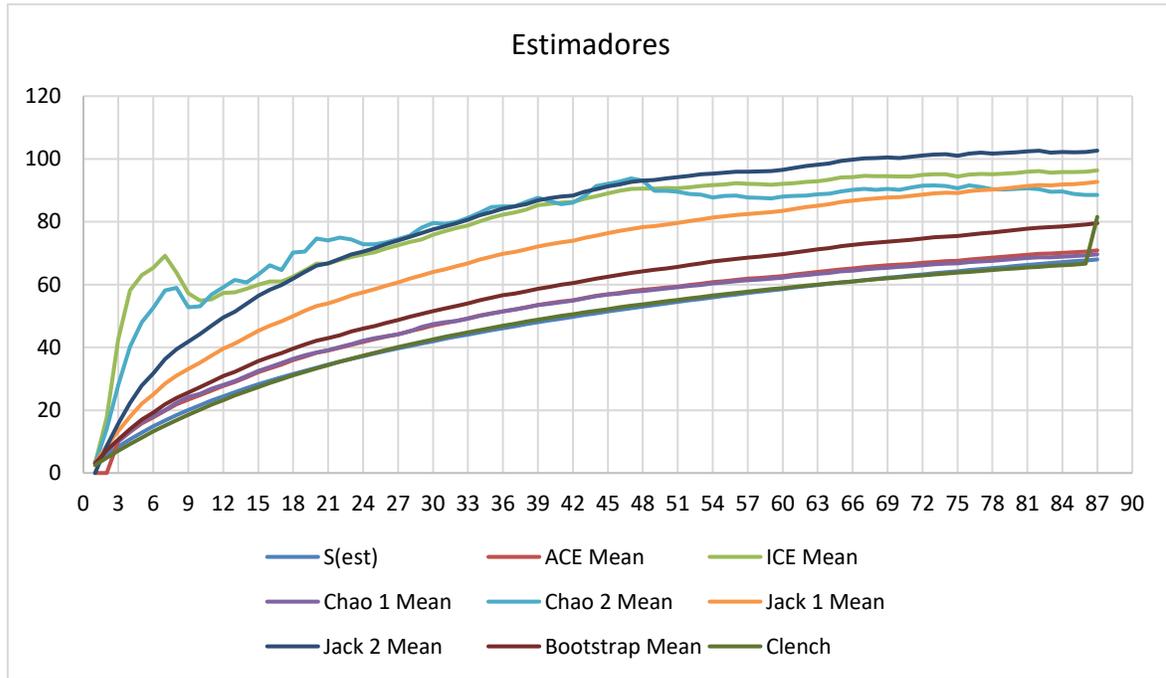
Estrato herbáceo

Model: $v2=a*v1/(1+(b*v1))$ (Spreadsheet5)		
Dep. var: Var2 Loss: (OBS-PRED)**2		
Final loss: 52.360571951 R= .99895 Variance explained: 99.791%		
N=87	a	b
Estimate	2.556827	0.026747

Muestra	Riqueza estimada	ACE	ICE	Chao 1	Chao 2	Jack 1	Jack 2	Bootstrap	Clench
1	3.05	0	3.04	3.58	3.04	3.04	0	3.04	2.49
2	5.82	0	17.75	7.17	14.06	8.63	8.63	7.24	4.85
3	8.36	10.01	42.58	10.19	27.91	13.36	15.73	10.61	7.1
4	10.69	13.05	58.13	13.28	40.25	17.97	22.23	13.97	9.24
5	12.84	15.79	63.05	16.28	48	22.03	27.81	16.97	11.28
6	14.84	17.76	65.32	18.11	52.59	25.02	31.71	19.26	13.22
7	16.7	19.85	69.15	20.04	58.19	28.44	36.26	21.84	15.08
8	18.44	21.83	63.81	22.35	58.96	31.03	39.37	23.93	16.85
9	20.07	23.36	57.2	24.18	52.73	33.15	41.88	25.65	18.55
10	21.61	24.83	54.89	25.19	53.11	35.17	44.24	27.31	20.17
11	23.06	26.26	55.26	26.82	56.87	37.35	46.89	29.09	21.73
12	24.44	27.71	57.34	28.03	59.17	39.58	49.53	30.89	23.23
13	25.76	28.95	57.57	29.29	61.46	41.18	51.35	32.25	24.66
14	27.01	30.52	58.69	30.91	60.69	43.28	53.91	33.95	26.04
15	28.21	32.08	60.02	32.51	63.25	45.32	56.46	35.63	27.37
16	29.36	33.37	60.95	33.71	66.17	46.9	58.4	36.94	28.65
17	30.46	34.57	60.99	35.04	64.65	48.35	59.88	38.23	29.88
18	31.53	35.94	62.54	36.36	70.16	49.97	61.88	39.57	31.07
19	32.55	37.12	64.58	37.45	70.48	51.66	64	40.92	32.21
20	33.54	38.27	66.68	38.43	74.69	53.21	66.03	42.14	33.32
21	34.5	38.98	66.67	39.14	74.1	54.02	66.78	42.91	34.38
22	35.43	39.86	67.91	40.13	74.99	55.17	68.13	43.87	35.41
23	36.33	40.84	68.82	41.06	74.36	56.54	69.55	45.07	36.41
24	37.2	41.76	69.59	42.13	72.88	57.53	70.52	45.97	37.37
25	38.05	42.6	70.33	42.93	72.87	58.53	71.66	46.84	38.31

26	38.87	43.46	71.55	43.56	73.44	59.71	72.94	47.86	39.21
27	39.68	44.17	72.54	44.21	74.49	60.71	74.03	48.75	40.09
28	40.46	45.13	73.5	45.12	75.54	61.85	75.18	49.77	40.93
29	41.23	46.03	74.35	46.51	78.13	62.88	76.39	50.65	41.76
30	41.97	46.96	75.88	47.37	79.62	63.98	77.62	51.57	42.56
31	42.7	47.67	76.98	48.05	79.32	64.84	78.56	52.34	43.33
32	43.41	48.47	78.05	48.47	79.89	65.8	79.54	53.2	44.09
33	44.1	49.2	78.82	49.14	81.22	66.72	80.68	53.97	44.82
34	44.78	50.17	80.18	50.09	82.87	67.96	82.08	55.04	45.53
35	45.45	50.9	81.34	50.77	84.74	68.89	83.08	55.85	46.22
36	46.1	51.5	82.28	51.41	84.87	69.77	84.17	56.59	46.89
37	46.74	52.11	83.02	52.05	84.85	70.41	84.86	57.16	47.55
38	47.36	52.79	83.93	52.72	86.27	71.17	85.61	57.86	48.18
39	47.98	53.51	85.27	53.49	87.62	72.1	86.81	58.62	48.81
40	48.58	54.09	85.73	53.92	86.59	72.81	87.5	59.29	49.41
41	49.17	54.58	86.09	54.43	85.65	73.48	88.02	59.94	50
42	49.74	55.03	86.29	54.92	86.1	73.93	88.3	60.43	50.57
43	50.31	55.71	87.33	55.6	88.12	74.87	89.59	61.2	51.13
44	50.87	56.39	88.1	56.28	91.33	75.6	90.35	61.85	51.68
45	51.41	56.92	89.09	56.78	92.11	76.4	91.23	62.53	52.21
46	51.95	57.36	89.89	57.12	92.77	77.07	91.93	63.12	52.73
47	52.48	57.95	90.51	57.6	93.81	77.75	92.73	63.7	53.24
48	53	58.34	90.58	57.98	93.08	78.28	93.09	64.26	53.74
49	53.51	58.66	90.52	58.35	89.91	78.66	93.29	64.69	54.22
50	54.01	59.09	90.81	58.77	89.86	79.17	93.77	65.18	54.69
51	54.5	59.39	90.62	59.12	89.56	79.6	94.2	65.62	55.16
52	54.99	59.9	90.97	59.53	88.84	80.23	94.67	66.24	55.61
53	55.46	60.31	91.42	59.9	88.62	80.76	95.1	66.74	56.05
54	55.93	60.82	91.69	60.41	87.69	81.37	95.38	67.38	56.49
55	56.39	61.1	91.91	60.65	88.23	81.73	95.67	67.75	56.91
56	56.85	61.52	92.29	61.04	88.31	82.17	95.93	68.19	57.32
57	57.29	61.85	92.11	61.43	87.74	82.45	95.96	68.55	57.73
58	57.73	62.05	92	61.57	87.67	82.75	96.09	68.89	58.13
59	58.17	62.37	91.8	61.93	87.39	83.07	96.12	69.28	58.51
60	58.59	62.68	92.04	62.19	88.01	83.5	96.54	69.69	58.89
61	59.01	63.17	92.31	62.67	88.24	84.08	97.11	70.23	59.27
62	59.42	63.62	92.72	63.04	88.35	84.68	97.8	70.75	59.63
63	59.83	64.04	92.93	63.43	88.72	85.13	98.18	71.19	59.99
64	60.23	64.39	93.38	63.75	88.92	85.59	98.56	71.63	60.34
65	60.63	64.87	94.15	64.21	89.64	86.28	99.41	72.2	60.69
66	61.02	65.18	94.2	64.44	90.18	86.73	99.82	72.63	61.02
67	61.4	65.58	94.58	64.86	90.47	87.17	100.16	73.07	61.36
68	61.78	65.85	94.5	65.12	90.17	87.41	100.25	73.34	61.68
69	62.15	66.12	94.57	65.37	90.47	87.72	100.47	73.68	62
70	62.51	66.35	94.42	65.6	90.13	87.87	100.29	73.96	62.31
71	62.88	66.59	94.4	65.83	90.89	88.19	100.67	74.25	62.62
72	63.23	66.95	94.89	66.18	91.46	88.67	101.15	74.69	62.92
73	63.58	67.21	95.17	66.44	91.56	89	101.43	75.02	63.22
74	63.96	67.48	95.15	66.69	91.33	89.25	101.51	75.32	63.51
75	64.27	67.54	94.46	66.76	90.68	89.17	101.01	75.45	63.79
76	64.61	67.95	95.03	67.14	91.63	89.73	101.75	75.92	64.07
77	64.94	68.28	95.26	67.39	91.1	90.09	101.98	76.28	64.35
78	65.26	68.56	95.09	67.62	90.33	90.25	101.69	76.61	64.62
79	65.58	68.86	95.3	67.89	90.3	90.59	101.94	76.98	64.89

80	65.9	69.16	95.54	68.15	90.5	90.95	102.13	77.38	65.15
81	66.21	69.52	95.9	68.45	90.72	91.38	102.45	77.8	65.4
82	66.52	69.8	96.11	68.68	90.34	91.68	102.64	78.14	65.66
83	66.83	69.88	95.67	68.73	89.52	91.63	102.03	78.3	65.91
84	67.13	70.1	95.83	68.93	89.69	91.85	102.25	78.55	66.15
85	67.42	70.28	95.82	69.07	88.89	92.01	102.13	78.8	66.39
86	67.71	70.54	95.93	69.3	88.55	92.27	102.27	79.11	66.63
87	68	70.9	96.34	69.63	88.59	92.71	102.65	79.56	81.56



a	2.556827	asíntota	95.59
b	0.026747		
n	87	pendiente	0.23
s	68	% especies muestreadas	71%

Riqueza estimada	ACE	ICE	Chao 1	Chao 2	Jack 1	Jack 2	Bootstrap	Clench
68	70.9	96.34	69.63	88.59	92.71	102.65	79.56	81.56
%	96	71	98	77	73	66	85	83

En el estrato herbáceo se registró una riqueza de 68 especies. El estimador Chao 1 fue el que presentó un valor más cercano a la riqueza muestreada con un valor de $S=70.98$, lo que representa un 90%, mientras que Jack 2 fue el que más sobre estimó la riqueza con un valor de 102.65, representando un 66 de la riqueza. Esto debido a que este estimador le da un alor más alto a las especies que aparecen en uno o dos sitios.

Para este estrato es importante considerar la estacionalidad en que fue realizado el muestreo, este estrato tiene la característica de presentar una diversidad amplia de especies nuevas debido a la naturaleza de su crecimiento, así como los requerimientos específicos para cada especie por lo que los estimadores no paramétricos tienen la tendencia a sub estimar especies.

En la siguiente tabla se observa los singletons (color verde) doubletons (color azul), uniques (subrayado) y duplicates (negritas). Los singletons / doubletons son especies que sólo cuentan con uno o dos individuos respectivamente en todo el inventario, y uniques / duplicates, especies que aparecen en una o dos muestras respectivamente, independientemente del número de individuos que presenten en cada una de ellas).

Especie	Abundancia	Frecuencia
<u>Adiantum capillus-veneris</u>	<u>13</u>	<u>1</u>
Ageratina paupercula	5	2
Ageratina stricta	25	2
Aristida adscensionis	5	12
Aristida arizonica	57	3
Aristida divaricata	24	17
Aristida ternipes	9	8
<u>Astrolepis sinuata</u>	<u>11</u>	<u>1</u>
Bidens lemmonii	2	6
Bidens pilosa	61	1
Bouteloua curtipendula	6	10
Bouteloua gracilis	4	2
Bouteloua hirsuta	1	1
Brickellia betonicifolia	19	1
Cercocarpus montanus	47	6
Chamaecrista nictitans	7	7
Cheilanthes bonariensis	11	2
Cheilanthes lendigera	20	5
<u>Cologania obovata</u>	<u>2</u>	<u>1</u>
Commelina coelestis	5	2
<u>Cosmos parviflorus</u>	<u>2</u>	<u>1</u>
<u>Cosmos sulphureus</u>	<u>9</u>	<u>1</u>
Croton pedicellatus	3	3
<u>Cyperus manimae</u>	<u>3</u>	<u>1</u>
<u>Cyperus seslerioides</u>	<u>9</u>	<u>1</u>
Desmodium cinerascens	8	2
Desmodium molliculum	3	4
<u>Eragrostis mexicana</u>	<u>12</u>	<u>1</u>
Eryngium longifolium	10	5
Euphorbia arizonica	2	3
<u>Geranium wislizeni</u>	<u>4</u>	<u>1</u>
<u>Heliomeris longifolia</u>	<u>2</u>	<u>1</u>
Ipomoea purpurea	3	2
<u>Ipomopsis pinnata</u>	<u>2</u>	<u>1</u>
<u>Jatropha malacophylla</u>	<u>2</u>	<u>1</u>
<u>Lamourouxia viscosa</u>	<u>1</u>	<u>1</u>
<u>Lolium perenne</u>	<u>55</u>	<u>1</u>
Melampodium perfoliatum	3	15
<u>Melinis repens</u>	<u>32</u>	<u>1</u>
Muhlenbergia emersleyi	32	9
Muhlenbergia minutissima	3	18
Muhlenbergia palmeri	2	2
Muhlenbergia rigens	37	2
Oplismenus burmannii	15	16
Oxalis stricta	5	5
Penstemon barbatus	2	2
Persicaria pensylvanica	1	2
<u>Prunella vulgaris</u>	<u>8</u>	<u>1</u>

<i>Pseudognaphalium viscosum</i>	4	5
<i>Roldana hartwegii</i>	23	2
<i>Salvia elegans</i>	3	8
<i>Salvia lasiocephala</i>	5	2
<i>Salvia parryi</i>	4	3
<i>Salvia riparia</i>	10	2
<i>Sida collina</i>	2	5
<i>Solanum tridynamum</i>	1	1
<i>Sorghastrum nutans</i>	10	1
<i>Stachys coccinea</i>	6	3
<i>Stevia organoides</i>	1	1
<i>Stevia serrata</i>	4	1
<i>Stevia viscida</i>	6	3
<i>Tagetes subulata</i>	53	3
<i>Tetramerium nervosum</i>	10	9
<i>Thermopsis montana</i>	2	1
<i>Thymophylla pentachaeta</i>	1	1
<i>Viguiera cordifolia</i>	10	1
<i>Zinnia peruviana</i>	66	3
<i>Zornia thymifolia</i>	4	16

Análisis de diversidad de la vegetación.

Con la información de los muestreos del SA, se presenta un análisis de diversidad de cada uno de los estratos de la vegetación. Se utilizaron los siguientes índices y parámetros estructurales:

Densidad: Franco *et al.* (1996) define densidad como el número de individuos de una especie por unidad de área o volumen y densidad relativa, es la densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área. La densidad relativa reportada por Edwards *et al.* (1993) se describe como:

$$Dr = \frac{NAi}{NAT} * 100$$

Dónde:

NAi= Número de individuos de la especie i.

NAT= Número de individuos de las especies presentes.

Dominancia relativa: es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie, Mopt (1985) la define como las especies con mayor biomasa total o gran competencia, la medida de dominancia indica el espacio de terreno ocupado actualmente por una especie y dominancia relativa, es la dominancia de una especie, referida a la dominancia de todas las especies. Reportada por Edwards *et al.*, (1993) como:

$$Dr = ABi / ABT * 100$$

Dónde:

ABi= Área basal de la especie i.

ABT = Área basal de todas las especies.

Dadas las características de la vegetación, la dominancia se estimó en función de la cobertura (%) de las especies en el terreno.

Frecuencia: según Franco *et al.* (1989) es el número de muestras en la que se encuentra una especie y frecuencia relativa, es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies.

$$Fr = \frac{Fri}{Ft} * 100$$

Dónde:

Fri= Número de sitios de muestreo en que aparece una especie.

Ft= Número total de sitios de muestreo.

Índice de valor de Importancia (IVI). El índice de valor de importancia define cuáles de las especies presentes contribuyen en mayor o menor medida en la estructura de la comunidad. Las especies que tienen el IVI más alto significa, entre otras cosas, que es dominante ecológicamente, que absorbe muchos nutrientes, que ocupa mayor espacio físico, que controla en un porcentaje alto la energía que llega a este sistema. Este índice sirve para comparar el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema. Este valor se obtiene mediante la sumatoria de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la dominancia relativa. La descripción del tipo de vegetación se basó en los parámetros estructurales como altura y el valor de importancia de cada especie.

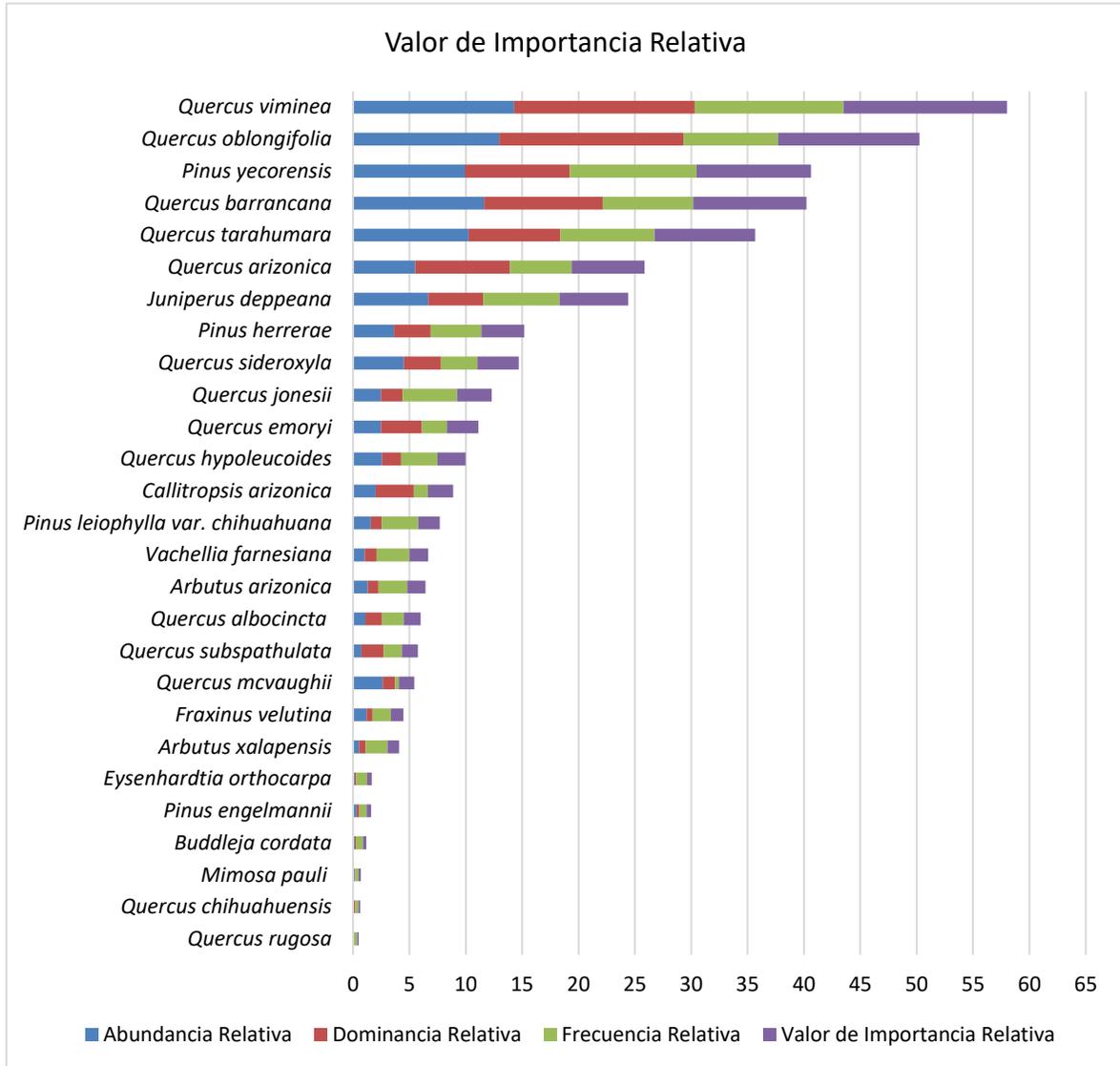
Una vez realizadas las estimaciones anteriores, se identificó que en el estrato arbóreo para la vegetación de bosque de encino-pino, el *Quercus viminea*, tiene el mayor índice de valor de importancia (14.50 %) seguido de *Quercus oblongifolia* en contraste con *Quercus rugosa* con un valor de importancia de 0.13, *Quercus chihuahuensis* con 0.16 y *Mimosa Pauli* con 0.17.

La zona de estudio presentó condiciones favorables para la asociación de especies de los géneros *Quercus*, *Pinus*

Tabla IV. 35 Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo

Especie	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Quercus rugosa</i>	0.05	0	0.32	0.13
<i>Quercus chihuahuensis</i>	0.05	0.11	0.32	0.16
<i>Mimosa pauli</i>	0.16	0.03	0.32	0.17
<i>Buddleja cordata</i>	0.16	0.09	0.64	0.3
<i>Pinus engelmannii</i>	0.32	0.24	0.64	0.4
<i>Eysenhardtia orthocarpa</i>	0.16	0.13	0.96	0.42
<i>Arbutus xalapensis</i>	0.53	0.6	1.93	1.02
<i>Fraxinus velutina</i>	1.21	0.53	1.61	1.12
<i>Quercus mcvaughii</i>	2.63	1.12	0.32	1.36
<i>Quercus subspathulata</i>	0.74	1.98	1.61	1.44
<i>Quercus albocincta</i>	1.1	1.46	1.93	1.5
<i>Arbutus arizonica</i>	1.31	0.93	2.57	1.6
<i>Vachellia farnesiana</i>	1.05	1.05	2.89	1.67
<i>Pinus leiophylla var. chihuahuana</i>	1.58	0.98	3.22	1.92
<i>Callitropsis arizonica</i>	2	3.37	1.29	2.22
<i>Quercus hypoleucoides</i>	2.58	1.7	3.22	2.5
<i>Quercus emoryi</i>	2.47	3.62	2.25	2.78
<i>Quercus jonesii</i>	2.47	1.94	4.82	3.08
<i>Quercus sideroxylla</i>	4.52	3.29	3.22	3.68

<i>Pinus herrerae</i>	3.63	3.27	4.5	3.8
<i>Juniperus deppeana</i>	6.68	4.88	6.75	6.1
<i>Quercus arizonica</i>	5.52	8.4	5.47	6.46
<i>Quercus tarahumara</i>	10.25	8.13	8.36	8.92
<i>Quercus barrancana</i>	11.62	10.51	8.04	10.06
<i>Pinus yecorensis</i>	9.94	9.29	11.25	10.16
<i>Quercus oblongifolia</i>	12.99	16.33	8.36	12.56
<i>Quercus viminea</i>	14.3	16.02	13.18	14.5



Grafica IV. 6 Valor de Importancia Relativa para el estrato arboreo

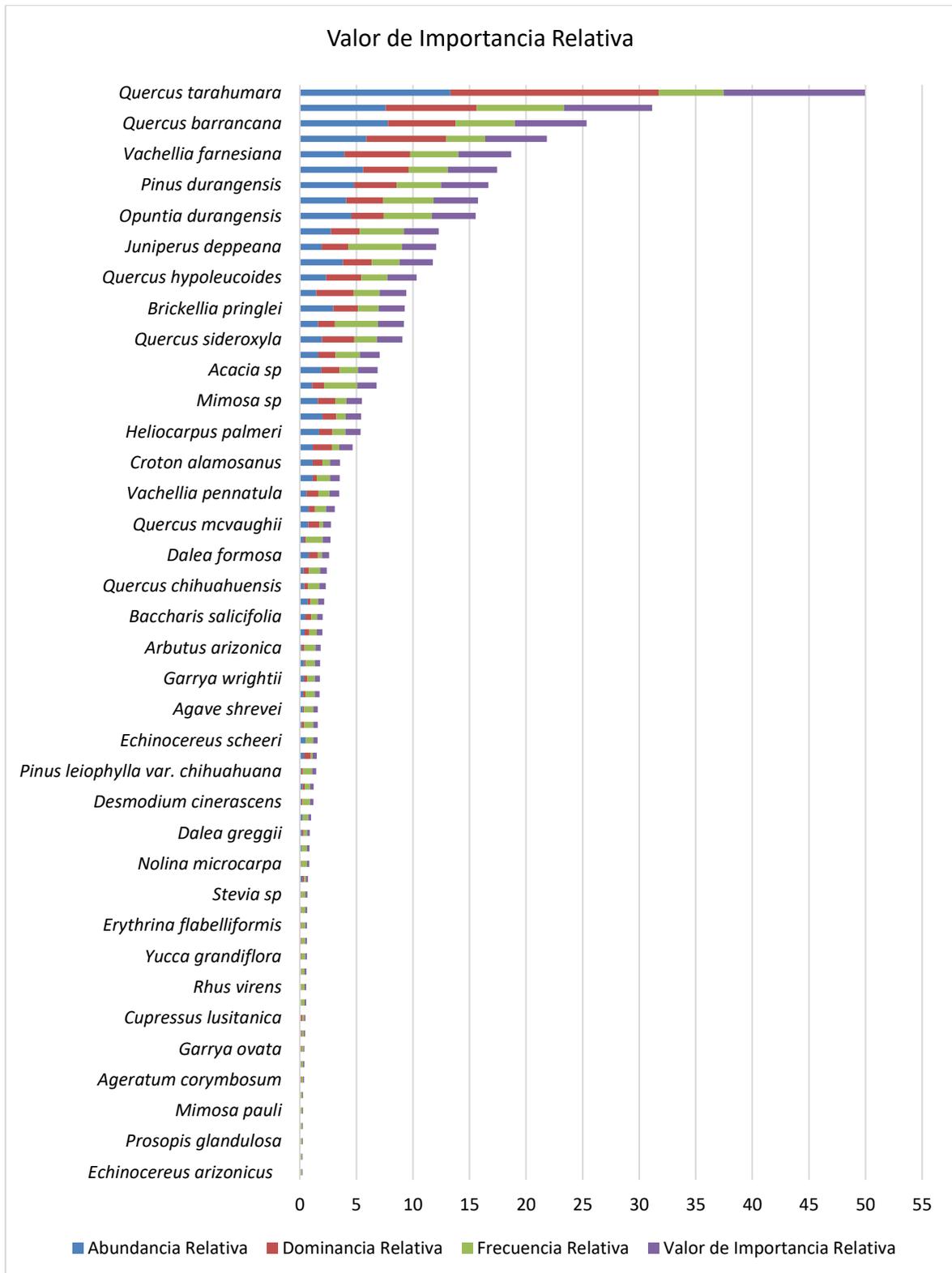
Tabla IV. 36 Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo

Especie	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Echinocereus arizonicus</i>	0.02	0	0.16	0.06
<i>Echinocereus fasciculatus</i>	0.02	0	0.16	0.06
<i>Prosopis glandulosa</i>	0.02	0.01	0.16	0.06
<i>Echinocereus bacanorensis</i>	0.04	0	0.16	0.07

<i>Mimosa pauli</i>	0.02	0.03	0.16	0.07
<i>Yucca schottii</i>	0.02	0.03	0.16	0.07
<i>Ageratum corymbosum</i>	0.05	0.07	0.16	0.09
<i>Asclepias linaria</i>	0.09	0.04	0.16	0.1
<i>Garrya ovata</i>	0.04	0.1	0.16	0.1
<i>Quercus rugosa</i>	0.11	0.08	0.16	0.12
<i>Cupressus lusitanica</i>	0.07	0.14	0.16	0.12
<i>Toxicodendron radicans</i>	0.04	0.05	0.33	0.14
<i>Rhus virens</i>	0.05	0.04	0.33	0.14
<i>Croton fantzianus</i>	0.07	0.03	0.33	0.14
<i>Yucca grandiflora</i>	0.05	0.08	0.33	0.15
<i>Manihot aesculifolia</i>	0.07	0.07	0.33	0.16
<i>Erythrina flabelliformis</i>	0.07	0.08	0.33	0.16
<i>Agave wocomahi</i>	0.11	0.05	0.33	0.16
<i>Stevia sp</i>	0.11	0.06	0.33	0.17
<i>Brickellia simplex</i>	0.22	0.15	0.16	0.18
<i>Nolina microcarpa</i>	0.07	0.05	0.49	0.21
<i>Mammillaria heyderi</i>	0.14	0	0.49	0.21
<i>Dalea greggii</i>	0.2	0.13	0.33	0.22
<i>Pinus engelmannii</i>	0.22	0.04	0.49	0.25
<i>Desmodium cinerascens</i>	0.13	0.11	0.66	0.3
<i>Alnus oblongifolia</i>	0.23	0.18	0.49	0.3
<i>Pinus leiophylla var. chihuahuana</i>	0.13	0.14	0.82	0.36
<i>Cupressus arizonica</i>	0.36	0.6	0.16	0.38
<i>Echinocereus scheeri</i>	0.51	0	0.66	0.39
<i>Arbutus xalapensis</i>	0.16	0.2	0.82	0.39
<i>Agave shrevei</i>	0.25	0.11	0.82	0.4
<i>Prunus serotina</i>	0.29	0.21	0.82	0.44
<i>Garrya wrightii</i>	0.36	0.31	0.66	0.44
<i>Pinus herrerae</i>	0.38	0.14	0.82	0.45
<i>Arbutus arizonica</i>	0.2	0.19	0.99	0.46
<i>Desmanthus bicornutus</i>	0.42	0.42	0.66	0.5
<i>Baccharis salicifolia</i>	0.49	0.53	0.49	0.5
<i>Quercus emoryi</i>	0.69	0.27	0.66	0.54
<i>Quercus chihuahuensis</i>	0.38	0.35	0.99	0.57
<i>Quercus subspathulata</i>	0.33	0.47	0.99	0.59
<i>Dalea formosa</i>	0.8	0.82	0.33	0.65
<i>Quercus albocincta</i>	0.36	0.18	1.48	0.67
<i>Quercus mcvaughii</i>	0.74	1	0.33	0.69
<i>Coursetia glandulosa</i>	0.78	0.55	0.99	0.77
<i>Vachellia pennatula</i>	0.58	1.05	0.99	0.87
<i>Quercus arizonica</i>	1.12	0.38	1.15	0.88
<i>Croton alamosanus</i>	1.14	0.86	0.66	0.89
<i>Dasyllirion gentryi</i>	1.12	1.71	0.66	1.16
<i>Heliocarpus palmeri</i>	1.7	1.19	1.15	1.34
<i>Montanoa tomentosa subsp. rosei</i>	1.99	1.25	0.82	1.35
<i>Mimosa sp</i>	1.59	1.54	0.99	1.37
<i>Quercus oblongifolia</i>	1.08	1.04	2.96	1.69
<i>Acacia sp</i>	1.9	1.61	1.64	1.72
<i>Mandevilla foliosa</i>	1.63	1.53	2.13	1.76
<i>Quercus sideroxyla</i>	1.95	2.88	1.97	2.27
<i>Opuntia robusta</i>	1.61	1.52	3.78	2.3

<i>Brickellia pringlei</i>	2.95	2.21	1.81	2.32
<i>Buddleja parviflora</i>	1.45	3.32	2.3	2.35
<i>Quercus hypoleucoides</i>	2.31	3.13	2.3	2.58
<i>Arctostaphylos pungens</i>	3.8	2.57	2.46	2.94
<i>Juniperus deppeana</i>	1.93	2.35	4.76	3.02
<i>Eysenhardtia orthocarpa</i>	2.75	2.52	3.94	3.07
<i>Opuntia durangensis</i>	4.56	2.84	4.27	3.89
<i>Quercus jonesii</i>	4.1	3.28	4.43	3.94
<i>Pinus durangensis</i>	4.77	3.78	3.94	4.17
<i>Fraxinus velutina</i>	5.6	4.02	3.45	4.36
<i>Vachellia farnesiana</i>	3.94	5.81	4.27	4.67
<i>Montanoa leucantha</i>	5.87	7.06	3.45	5.46
<i>Quercus barrancana</i>	7.79	5.96	5.25	6.34
<i>Quercus viminea</i>	7.57	8.07	7.72	7.79
<i>Quercus tarahumara</i>	13.3	18.41	5.75	12.49

Para el estrato arbustivo la taxocenosis presente es mas amplia, asi como la dispariedad en la abundancias, es asi que se puede apreciar ampliamente una dominancia marcada por el genero *Quercus*, siendo la especie *Quercus tarahumara* la especie que cuenta con el valor de importancia mas alto representando un total del **12.49%** seguido de *Quercus viminea* con un **7.79%**, mientras que en contraste a estas especies las que cuentan el índice de valor de importancia mas bajo son; *Echinocereus arizonicus*, *Echinocereus fasciculatus*, *Prosopis glandulosa* estos últimos con un valor de 0.06%.



Grafica IV. 7 Valor de Importancia Relativa para el estrato arbustivo

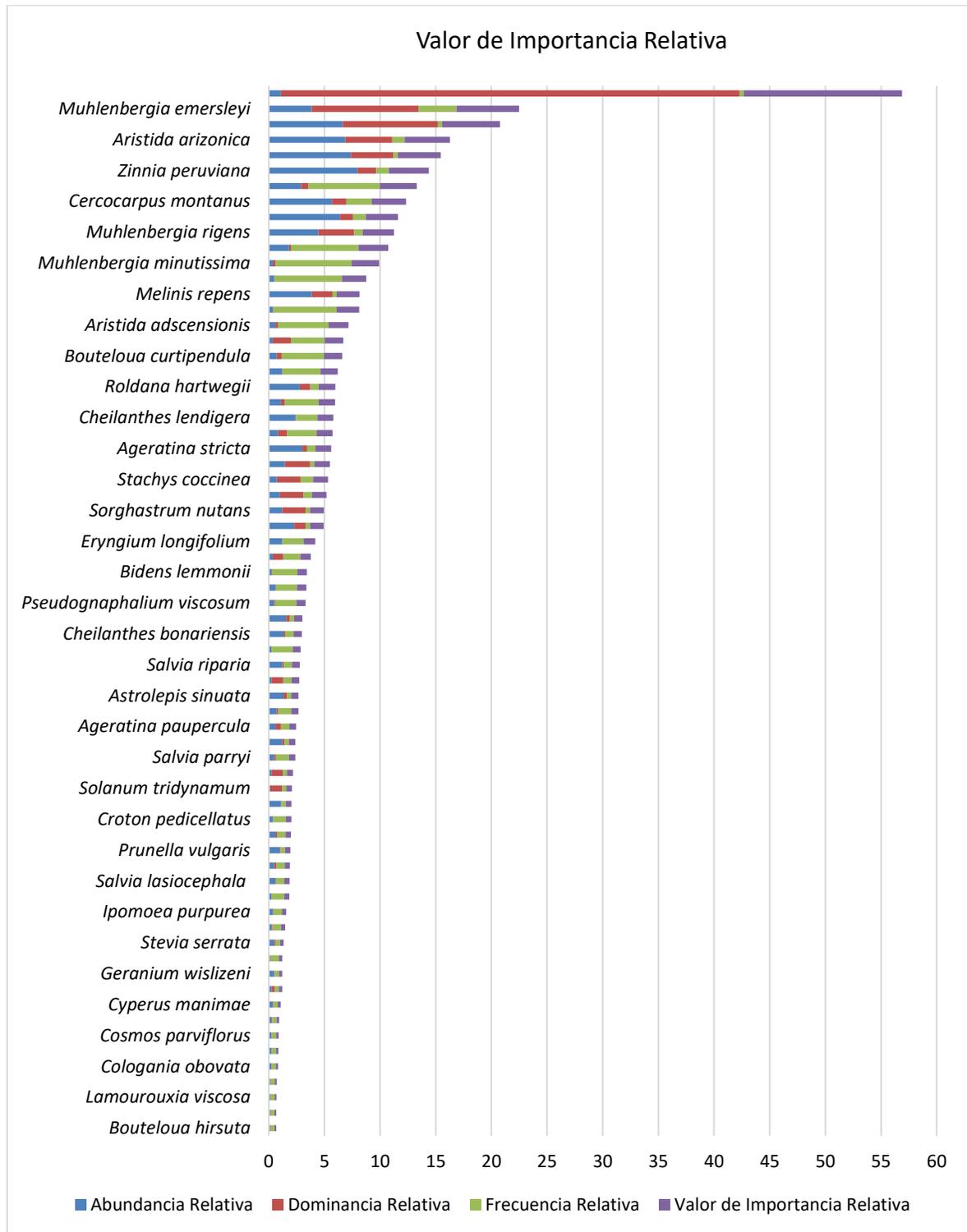
Tabla IV. 37 Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo

Especie	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Bouteloua hirsuta</i>	0.12	0.01	0.38	0.17
<i>Stevia organoides</i>	0.12	0.01	0.38	0.17
<i>Lamourouxia viscosa</i>	0.12	0.02	0.38	0.17
<i>Thymophylla pentachaeta</i>	0.12	0.04	0.38	0.18
<i>Cologania obovata</i>	0.24	0.01	0.38	0.21
<i>Thermopsis montana</i>	0.24	0.02	0.38	0.21
<i>Cosmos parviflorus</i>	0.24	0.04	0.38	0.22
<i>Ipomopsis pinnata</i>	0.24	0.07	0.38	0.23
<i>Cyperus manimae</i>	0.36	0.06	0.38	0.27
<i>Jatropha malacophylla</i>	0.24	0.28	0.38	0.3
<i>Geranium wislizeni</i>	0.48	0.05	0.38	0.3
<i>Persicaria pensylvanica</i>	0.12	0.04	0.76	0.3
<i>Stevia serrata</i>	0.48	0.13	0.38	0.33
<i>Penstemon barbatus</i>	0.24	0.1	0.76	0.37
<i>Ipomoea purpurea</i>	0.36	0.06	0.76	0.39
<i>Euphorbia arizonica</i>	0.24	0	1.14	0.46
<i>Salvia lasiocephala</i>	0.6	0.04	0.76	0.47
<i>Bouteloua gracilis</i>	0.48	0.19	0.76	0.48
<i>Prunella vulgaris</i>	0.97	0.11	0.38	0.48
<i>Commelina coelestis</i>	0.6	0.13	0.76	0.5
<i>Croton pedicellatus</i>	0.36	0.03	1.14	0.51
<i>Cyperus seslerioides</i>	1.09	0.06	0.38	0.51
<i>Solanum tridynamum</i>	0.12	1.07	0.38	0.52
<i>Helionis longifolia</i>	0.24	1.01	0.38	0.54
<i>Salvia parryi</i>	0.48	0.17	1.14	0.6
<i>Viguiera cordifolia</i>	1.21	0.21	0.38	0.6
<i>Ageratina paupercula</i>	0.6	0.48	0.76	0.61
<i>Stevia viscida</i>	0.72	0.14	1.14	0.67
<i>Astrolepis sinuata</i>	1.33	0.3	0.38	0.67
<i>Muhlenbergia palmeri</i>	0.24	1.06	0.76	0.69
<i>Salvia riparia</i>	1.21	0.12	0.76	0.69
<i>Sida collina</i>	0.24	0	1.89	0.71
<i>Cheilanthes bonariensis</i>	1.33	0.15	0.76	0.74
<i>Adiantum capillus-veneris</i>	1.57	0.31	0.38	0.75
<i>Pseudognaphalium viscosum</i>	0.48	0.09	1.89	0.82
<i>Oxalis stricta</i>	0.6	0.03	1.89	0.84
<i>Bidens lemmonii</i>	0.24	0.06	2.27	0.86
<i>Desmodium molliculum</i>	0.36	0.95	1.52	0.94
<i>Eryngium longifolium</i>	1.21	0.02	1.89	1.04
<i>Brickellia betonicifolia</i>	2.29	1.02	0.38	1.23
<i>Sorghastrum nutans</i>	1.21	2.12	0.38	1.24
<i>Desmodium cinerascens</i>	0.97	2.16	0.76	1.29
<i>Stachys coccinea</i>	0.72	2.13	1.14	1.33
<i>Eragrostis mexicana</i>	1.45	2.28	0.38	1.37
<i>Ageratina stricta</i>	3.02	0.43	0.76	1.4
<i>Chamaecrista nictitans</i>	0.84	0.79	2.65	1.43
<i>Cheilanthes lendigera</i>	2.41	0.04	1.89	1.45

<i>Aristida ternipes</i>	1.09	0.36	3.03	1.49
<i>Roldana hartwegii</i>	2.77	0.95	0.76	1.49
<i>Tetramerium nervosum</i>	1.21	0.02	3.41	1.55
<i>Bouteloua curtipendula</i>	0.72	0.43	3.79	1.65
<i>Salvia elegans</i>	0.36	1.62	3.03	1.67
<i>Aristida adscensionis</i>	0.6	0.22	4.55	1.79
<i>Melampodium perfoliatum</i>	0.36	0.05	5.68	2.03
<i>Melinis repens</i>	3.86	1.86	0.38	2.03
<i>Zornia thymifolia</i>	0.48	0.03	6.06	2.19
<i>Muhlenbergia minutissima</i>	0.36	0.26	6.82	2.48
<i>Oplismenus burmannii</i>	1.81	0.17	6.06	2.68
<i>Muhlenbergia rigens</i>	4.46	3.21	0.76	2.81
<i>Tagetes subulata</i>	6.39	1.17	1.14	2.9
<i>Cercocarpus montanus</i>	5.67	1.3	2.27	3.08
<i>Aristida divaricata</i>	2.9	0.64	6.44	3.32
<i>Zinnia peruviana</i>	7.96	1.68	1.14	3.59
<i>Bidens pilosa</i>	7.36	3.85	0.38	3.86
<i>Aristida arizonica</i>	6.88	4.2	1.14	4.07
<i>Lolium perenne</i>	6.63	8.56	0.38	5.19
<i>Muhlenbergia emersleyi</i>	3.86	9.59	3.41	5.62
<i>Cosmos sulphureus</i>	1.09	41.2	0.38	14.22

El estrato herbáceo Presento una abundancia de especies considerable, sin embargo, para determinar el valor de importancia relativa se considero frecuencia, dominancia y abundancia, por lo cual no siempre la especie más abundante es la especie que represente el índice más alto.

Cosmos sulphureus fue la especie con el vaor de importancia mas alto con un **14.22 %** y con una frecuencia relativa de **1.09 %** pero con una dominancia relativa superior a las demás con **41.20**, mientras que las especies *Bouteloua hirsuta*, *Stevia organoides*, *Lamourouxia viscosa* presentaron valores muy similares entre si por lo cual el valor de importancia de estas especies fue de 0.17%



Grafica IV. 8 Valor de Importancia Relativa para el estrato herbáceo

Índice de diversidad de Shannon (H')

Este índice, es uno de los que más apropiados para evaluar la diversidad de la vegetación y aplica bien para rodales forestales, matorrales, manchones de vegetación y otros sistemas forestales. Al considerar este método se contemplan dos componentes principales, el número de especies presente, al que se le llama riqueza, y la abundancia relativa de las especies, que también se le llama de regularidad o equitatividad (Daniel, 1998).

Metodología para calcular el índice de diversidad de Shannon-Wiener. - La diversidad de especies, es una característica única para el nivel de comunidad, es una expresión de la estructura de la comunidad. Se dice que una comunidad tiene diversidad de especies alta, si hay muchas especies presentes y tienden a ser cercanas o igualmente abundantes; en otro sentido, si una comunidad está compuesta de muy pocas especies, o si solo pocas especies son abundantes, la diversidad de especies es baja (Brower and Zar, 1984).

El número de especies y número de individuos por especie, es base en los índices de diversidad; la medida más simple de la diversidad de especies es el número de especies (s), o la riqueza de especies, diferentes índices de diversidad se han propuesto, considerando principalmente s, que es el número de especies) y N, que es el total de individuos de todas las especies (Brower and Zar, 1984).

El índice de diversidad de Shannon-Wiener es versátil y aplica apropiadamente cuando tenemos una muestra al azar de abundancia de especies, de una comunidad grande o subcomunidad de interés, la fórmula general es:

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i * \ln P_i$$

Dónde:

H' = índice de diversidad de Shannon.

P_i = Abundancia relativa de especies.

$$H' \text{ máx} = \ln s$$

Dónde:

H' máx = índice de máxima diversidad.

Ln = logaritmo natural.

S = número total de especies.

Esto es, P_i es la proporción del número total de individuos (abundancia relativa) que ocurre en las especies i. Para los cálculos, se pueden usar logaritmos de cualquier base, por ejemplo, de base 2, base 10 ó logaritmos naturales (Brower and Zar, 1984).

El índice de Shannon-Wiener (H') fue desarrollado para medir la cantidad de información que se puede transmitir en un código, por ejemplo, en las señales telefónicas; como se había mencionadp P_i representa la proporción (o abundancia relativa) de cada especie en la población y "log" es la abreviatura del logaritmo, la base de los logaritmos naturales, es la más utilizada actualmente; la sumatoria (Σ) es sobre las "s" especies (i = 1,2,..s) de la población; si llamamos n_i al número de individuos de la especie "i" y N a la población total de la colección, entonces P_i = n_i/N; el tamaño de la población (N) se calcula sumando los individuos de todas las especies, es decir, N = Σ n_i (Daniel, 1998).

Interpretando la fórmula, el índice de diversidad de Shannon-Wiener, mide el recíproco de la probabilidad de seleccionar todas las especies en la proporción con que existen en la población, es decir, mide la probabilidad de que una muestra seleccionada al azar de una población infinitamente grande contenga exactamente n_1 individuos de especie 1, n_2 de especie 2,... y n_S individuos de la especie s ; el índice H' aumenta a medida que: 1) aumenta la riqueza (el número de especies); y 2) los individuos se distribuyen más homogéneamente entre todas las especies; La diversidad es cero cuando sólo se tiene una especie y, cuando hay 2 o más especies, es máxima si todas las especies tienen el mismo número de individuos (es decir, cuando las proporciones de todas las especies son iguales, $p_1 = p_2 = \dots = p_s$); el valor de H' se ha calculado en muchos estudios ecológicos, los cuales muestran que H' generalmente varía entre 1.5 y 3.5 y que raramente pasa de 4.5; existen estadísticos que permiten probar hipótesis sobre las diferencias de diversidad de dos o más colecciones (Greig-Smith, 1983; Kulvac, 1968; Magurran, 1988; todos en Daniel, 1998).

Índice de equitatividad de Pielou

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001).

$$\text{Equitatividad} = \frac{H'}{H'_{\text{máx}}}$$

Dónde:

H' = índice de diversidad de Shannon.

H' máx = índice de máxima diversidad.

A continuación, se presentan los resultados de la estimación de los parámetros anteriormente presentados:

Tabla IV. 38 Índice de diversidad de Shannon para el estrato arbóreo

Especie	Abundancia	pi	LN (pi)	pi* LN (pi)
<i>Arbutus arizonica</i>	25	0.013	-4.33	-0.06
<i>Arbutus xalapensis</i>	10	0.005	-5.25	-0.03
<i>Callitropsis arizonica</i>	38	0.02	-3.91	-0.08
<i>Eysenhardtia orthocarpa</i>	3	0.002	-6.45	-0.01
<i>Fraxinus velutina</i>	23	0.012	-4.42	-0.05
<i>Juniperus deppeana</i>	127	0.067	-2.71	-0.18
<i>Mimosa pauli</i>	3	0.002	-6.45	-0.01
<i>Pinus engelmannii</i>	6	0.003	-5.76	-0.02
<i>Pinus herrerae</i>	69	0.036	-3.32	-0.12
<i>Pinus yecorensis</i>	189	0.099	-2.31	-0.23
<i>Quercus albocincta</i>	21	0.011	-4.51	-0.05
<i>Quercus arizonica</i>	105	0.055	-2.9	-0.16
<i>Quercus barrancana</i>	221	0.116	-2.15	-0.25
<i>Quercus chihuahuensis</i>	1	0.001	-7.55	0
<i>Quercus emoryi</i>	47	0.025	-3.7	-0.09
<i>Quercus hypoleucooides</i>	49	0.026	-3.66	-0.09
<i>Quercus jonesii</i>	47	0.025	-3.7	-0.09
<i>Quercus mcvaughii</i>	50	0.026	-3.64	-0.1
<i>Quercus oblongifolia</i>	247	0.13	-2.04	-0.27
<i>Quercus rugosa</i>	1	0.001	-7.55	0
<i>Quercus sideroxyla</i>	86	0.045	-3.1	-0.14

<i>Quercus subspathulata</i>	14	0.007	-4.91	-0.04
<i>Quercus tarahumara</i>	195	0.103	-2.28	-0.23
<i>Quercus viminea</i>	272	0.143	-1.94	-0.28
<i>Vachellia farnesiana</i>	20	0.011	-4.55	-0.05
<i>Pinus leiophylla</i> var. <i>chihuahuana</i>	30	0.016	-4.15	-0.07
<i>Buddleja cordata</i>	3	0.002	-6.45	-0.01
TOTAL	1902			
I Shannon H =				2.7
Máxima diversidad del ecosistema H' máx =				3.3
Equitatividad (J) H/H'máx =				0.82

El índice de Shannon wiener para el estrato arbóreo fue de **2.70** por lo cual se considera una taxocenosis diversa con un índice de biodiversidad alto y distribución estable pues el índice de equitatividad que esta en función a 1 arroja la cifra de .82 lo cual indica una distribución uniforme, esta tendencia se da debido a la gran cantidad de especies presentes en el muestreo.

Tabla IV. 39 Índice de diversidad de Shannon para el estrato arbustivo

Especie	Abundancia	pi	LN (pi)	pi* LN (pi)
<i>Acacia sp</i>	105	0.019	-3.96	-0.08
<i>Agave shrevei</i>	14	0.003	-5.98	-0.02
<i>Agave wocomahi</i>	6	0.001	-6.83	-0.01
<i>Ageratum corymbosum</i>	3	0.001	-7.52	0
<i>Alnus oblongifolia</i>	13	0.002	-6.05	-0.01
<i>Arbutus arizonica</i>	11	0.002	-6.22	-0.01
<i>Arbutus xalapensis</i>	9	0.002	-6.42	-0.01
<i>Arctostaphylos pungens</i>	210	0.038	-3.27	-0.12
<i>Asclepias linaria</i>	5	0.001	-7.01	-0.01
<i>Baccharis salicifolia</i>	27	0.005	-5.32	-0.03
<i>Brickellia pringlei</i>	163	0.029	-3.52	-0.1
<i>Brickellia simplex</i>	12	0.002	-6.13	-0.01
<i>Buddleja parviflora</i>	80	0.014	-4.24	-0.06
<i>Coursetia glandulosa</i>	43	0.008	-4.86	-0.04
<i>Croton alamosanus</i>	63	0.011	-4.48	-0.05
<i>Croton fantzianus</i>	4	0.001	-7.23	-0.01
<i>Cupressus arizonica</i>	20	0.004	-5.62	-0.02
<i>Cupressus lusitanica</i>	4	0.001	-7.23	-0.01
<i>Dalea formosa</i>	44	0.008	-4.83	-0.04
<i>Dalea greggii</i>	11	0.002	-6.22	-0.01
<i>Dasyllirion gentryi</i>	62	0.011	-4.49	-0.05
<i>Desmanthus bicornutus</i>	23	0.004	-5.48	-0.02
<i>Desmodium cinerascens</i>	7	0.001	-6.67	-0.01
<i>Echinocereus arizonicus</i>	1	0	-8.62	0
<i>Echinocereus bacanorensis</i>	2	0	-7.93	0
<i>Echinocereus fasciculatus</i>	1	0	-8.62	0
<i>Echinocereus scheeri</i>	28	0.005	-5.29	-0.03
<i>Erythrina flabelliformis</i>	4	0.001	-7.23	-0.01
<i>Eysenhardtia orthocarpa</i>	152	0.027	-3.59	-0.1
<i>Fraxinus velutina</i>	310	0.056	-2.88	-0.16
<i>Garrya ovata</i>	2	0	-7.93	0
<i>Garrya wrightii</i>	20	0.004	-5.62	-0.02
<i>Heliocarpus palmeri</i>	94	0.017	-4.08	-0.07
<i>Juniperus deppeana</i>	107	0.019	-3.95	-0.08

<i>Mammillaria heyderi</i>	8	0.001	-6.54	-0.01
<i>Mandevilla foliosa</i>	90	0.016	-4.12	-0.07
<i>Manihot aesculifolia</i>	4	0.001	-7.23	-0.01
<i>Mimosa pauli</i>	1	0	-8.62	0
<i>Mimosa sp</i>	88	0.016	-4.14	-0.07
<i>Montanoa leucantha</i>	325	0.059	-2.83	-0.17
<i>Montanoa tomentosa subsp. rosei</i>	110	0.02	-3.92	-0.08
<i>Nolina microcarpa</i>	4	0.001	-7.23	-0.01
<i>Opuntia durangensis</i>	252	0.046	-3.09	-0.14
<i>Opuntia robusta</i>	89	0.016	-4.13	-0.07
<i>Pinus durangensis</i>	264	0.048	-3.04	-0.15
<i>Pinus engelmannii</i>	12	0.002	-6.13	-0.01
<i>Pinus herrerae</i>	21	0.004	-5.57	-0.02
<i>Pinus leiophylla var. chihuahuana</i>	7	0.001	-6.67	-0.01
<i>Prosopis glandulosa</i>	1	0	-8.62	0
<i>Prunus serotina</i>	16	0.003	-5.85	-0.02
<i>Quercus albocincta</i>	20	0.004	-5.62	-0.02
<i>Quercus arizonica</i>	62	0.011	-4.49	-0.05
<i>Quercus barrancana</i>	431	0.078	-2.55	-0.2
<i>Quercus chihuahuensis</i>	21	0.004	-5.57	-0.02
<i>Quercus emoryi</i>	38	0.007	-4.98	-0.03
<i>Quercus hypoleucoides</i>	128	0.023	-3.77	-0.09
<i>Quercus jonesii</i>	227	0.041	-3.19	-0.13
<i>Quercus mcvaughii</i>	41	0.007	-4.9	-0.04
<i>Quercus oblongifolia</i>	60	0.011	-4.52	-0.05
<i>Quercus rugosa</i>	6	0.001	-6.83	-0.01
<i>Quercus sideroxyla</i>	108	0.02	-3.94	-0.08
<i>Quercus subspathulata</i>	18	0.003	-5.73	-0.02
<i>Quercus tarahumara</i>	736	0.133	-2.02	-0.27
<i>Quercus viminea</i>	419	0.076	-2.58	-0.2
<i>Rhus virens</i>	3	0.001	-7.52	0
<i>Stevia sp</i>	6	0.001	-6.83	-0.01
<i>Toxicodendron radicans</i>	2	0	-7.93	0
<i>Vachellia farnesiana</i>	218	0.039	-3.23	-0.13
<i>Vachellia pennatula</i>	32	0.006	-5.15	-0.03
<i>Yucca grandiflora</i>	3	0.001	-7.52	0
<i>Yucca schottii</i>	1	0	-8.62	0
TOTAL	5532		I Shannon H =	3.38
			Máxima diversidad del ecosistema H' máx =	4.26
			Equitatividad (J) H/H'máx =	0.79

El estrato arbustivo presenta un índice de diversidad de Shannon Wiener H' de 3.38 lo cual describe una biodiversidad alta lo cual sugiere que el SA cuenta con condiciones favorables para establecer diversas asociaciones florísticas con poca presencia de actividad antropogénica, aunando a este índice cabe destacar una distribución equitativa tomando en consideración el número de especies presentes en el muestreo.

Tabla IV. 40 Índice de diversidad de Shannon para el estrato herbáceo

Especie	Abundancia	pi	LN (pi)	pi* LN (pi)
<i>Adiantum capillus-veneris</i>	13	0	-4.16	-0.07

<i>Ageratina paupercula</i>	5	0	-5.11	-0.03
<i>Ageratina stricta</i>	25	0	-3.5	-0.11
<i>Aristida adscensionis</i>	5	0	-5.11	-0.03
<i>Aristida arizonica</i>	57	0.1	-2.68	-0.18
<i>Aristida divaricata</i>	24	0	-3.54	-0.1
<i>Aristida ternipes</i>	9	0	-4.52	-0.05
<i>Astrolepis sinuata</i>	11	0	-4.32	-0.06
<i>Bidens lemmonii</i>	2	0	-6.03	-0.01
<i>Bidens pilosa</i>	61	0.1	-2.61	-0.19
<i>Bouteloua curtipendula</i>	6	0	-4.93	-0.04
<i>Bouteloua gracilis</i>	4	0	-5.33	-0.03
<i>Bouteloua hirsuta</i>	1	0	-6.72	-0.01
<i>Brickellia betonicifolia</i>	19	0	-3.78	-0.09
<i>Cercocarpus montanus</i>	47	0.1	-2.87	-0.16
<i>Chamaecrista nictitans</i>	7	0	-4.77	-0.04
<i>Cheilanthes bonariensis</i>	11	0	-4.32	-0.06
<i>Cheilanthes lendigera</i>	20	0	-3.72	-0.09
<i>Cologania obovata</i>	2	0	-6.03	-0.01
<i>Commelina coelestis</i>	5	0	-5.11	-0.03
<i>Cosmos parviflorus</i>	2	0	-6.03	-0.01
<i>Cosmos sulphureus</i>	9	0	-4.52	-0.05
<i>Croton pedicellatus</i>	3	0	-5.62	-0.02
<i>Cyperus manimae</i>	3	0	-5.62	-0.02
<i>Cyperus seslerioides</i>	9	0	-4.52	-0.05
<i>Desmodium cinerascens</i>	8	0	-4.64	-0.04
<i>Desmodium molliculum</i>	3	0	-5.62	-0.02
<i>Eragrostis mexicana</i>	12	0	-4.24	-0.06
<i>Eryngium longifolium</i>	10	0	-4.42	-0.05
<i>Euphorbia arizonica</i>	2	0	-6.03	-0.01
<i>Geranium wislizeni</i>	4	0	-5.33	-0.03
<i>Heliomeris longifolia</i>	2	0	-6.03	-0.01
<i>Ipomoea purpurea</i>	3	0	-5.62	-0.02
<i>Ipomopsis pinnata</i>	2	0	-6.03	-0.01
<i>Jatropha malacophylla</i>	2	0	-6.03	-0.01
<i>Lamourouxia viscosa</i>	1	0	-6.72	-0.01
<i>Lolium perenne</i>	55	0.1	-2.71	-0.18
<i>Melampodium perfoliatum</i>	3	0	-5.62	-0.02
<i>Melinis repens</i>	32	0	-3.25	-0.13
<i>Muhlenbergia emersleyi</i>	32	0	-3.25	-0.13
<i>Muhlenbergia minutissima</i>	3	0	-5.62	-0.02
<i>Muhlenbergia palmeri</i>	2	0	-6.03	-0.01
<i>Muhlenbergia rigens</i>	37	0	-3.11	-0.14
<i>Oplismenus burmannii</i>	15	0	-4.01	-0.07
<i>Oxalis stricta</i>	5	0	-5.11	-0.03
<i>Penstemon barbatus</i>	2	0	-6.03	-0.01
<i>Persicaria pensylvanica</i>	1	0	-6.72	-0.01
<i>Prunella vulgaris</i>	8	0	-4.64	-0.04
<i>Pseudognaphalium viscosum</i>	4	0	-5.33	-0.03
<i>Roldana hartwegii</i>	23	0	-3.58	-0.1
<i>Salvia elegans</i>	3	0	-5.62	-0.02
<i>Salvia lasiocephala</i>	5	0	-5.11	-0.03
<i>Salvia parryi</i>	4	0	-5.33	-0.03
<i>Salvia riparia</i>	10	0	-4.42	-0.05
<i>Sida collina</i>	2	0	-6.03	-0.01

<i>Solanum tridynamum</i>	1	0	-6.72	-0.01
<i>Sorghastrum nutans</i>	10	0	-4.42	-0.05
<i>Stachys coccinea</i>	6	0	-4.93	-0.04
<i>Stevia origanoides</i>	1	0	-6.72	-0.01
<i>Stevia serrata</i>	4	0	-5.33	-0.03
<i>Stevia viscida</i>	6	0	-4.93	-0.04
<i>Tagetes subulata</i>	53	0.1	-2.75	-0.18
<i>Tetramerium nervosum</i>	10	0	-4.42	-0.05
<i>Thermopsis montana</i>	2	0	-6.03	-0.01
<i>Thymophylla pentachaeta</i>	1	0	-6.72	-0.01
<i>Viguiera cordifolia</i>	10	0	-4.42	-0.05
<i>Zinnia peruviana</i>	66	0.1	-2.53	-0.2
<i>Zornia thymifolia</i>	4	0	-5.33	-0.03
TOTAL	829		I Shannon H =	3.59
			Máxima diversidad del ecosistema H' máx =	4.22
			Equitatividad (J) H/H'máx =	0.85

El índice de diversidad de Shannon para el estrato herbáceo presento un valor de **3.59** el cual es considerado e interpretado como un índice con valor alto que sugiere una diversidad abundante y estable con una distribución uniforme en cuanto al número de individuos presentes en el muestreo.

La estacionalidad del muestreo es un factor importante que debe ser considerado al momento de interpretar este índice de diversidad puesto que gran parte de las plantas presentes en el estrato herbáceo son susceptibles a los cambios de temperatura, la humedad e incluso horas sol por lo cual es normal encontrar gran diversidad en determinada estación, mientras que, en el mismo sitio, pero diferente estación la diversidad puede llegar a ser muy baja.

Especies vegetales bajo régimen de protección legal.

De las especies de flora, detectadas en el área del SA del proyecto El Realito, no se tienen plantas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En lo que respecta a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), se detectaron **siete (7)** especies de plantas, que están consideradas dentro de alguno de los apéndices de dicha convención.

Tabla IV. 41 Especies de flora del SA, consideradas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 ó la CITES

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
1	<i>Echinocereus arizonicus</i> Rose ex Orcutt	Biznaga erizada		AP II
2	<i>Echinocereus bacanorensis</i>	Bizanga		AP II
3	<i>Echinocereus fasciculatus</i>	Biznaga erizada		AP II
4	<i>Echinocereus scheeri</i> (Salm-Dyck) Scheer	barrilito, "huevos de toro"		AP II
5	<i>Mammillaria heyderi</i> Muhlenpfordt var. <i>heyderi</i>	Biznaga chilitos		AP II
6	<i>Opuntia durangensis</i>	Nopal duraznillo		AP II
7	<i>Opuntia robusta</i> J.C. Wendl.	Nopal, Iraka		AP II

b) Caracterización de la fauna

Fauna Silvestre

Diversidad faunística

La variedad de animales, que se localiza en la región oeste, en la zona de bosques de la sierra madre occidental en la parte este del estado de Sonora, es aceptable y se relaciona con la condición ecológica de esta región, que presenta bosque de encino – pino, bosque de pino – encino, bosque de encino, y pastizal inducido, teniéndose en este ambiente el SA del Proyecto El Realito.

Metodología para estimar la diversidad faunística del SA

Son las fases que se contemplaron para el levantamiento de información y cálculo de la diversidad de vertebrados (mamíferos, aves, anfibios y reptiles) presentes en el SA y que incluyó un análisis ambiental en campo, muestreos vía transectos, aplicación de índices de diversidad y de abundancia relativa, así como revisiones bibliográficas.

La diversidad faunística, se estimó a partir de la información de animales que se detectaron en el área que abarcó el SA y se consideraron:

- Cuatro (4) Transectos específicos para detección de fauna silvestre en el SA
- Vertebrados detectados en esta área del SA
- Fauna determinada durante los recorridos propios para el análisis ambiental
- La detección de especies incluye observación directa o avistamientos y medios indirectos, como detección de rastros (huellas, excretas, madrigueras, cantos, rascaderos, echaderos, nidos, plumas, productos roídos o mordidos, pieles, cuernos, huesos, etc.)
- Información recabada de técnicos y gente que transita en el SA, incluyendo las localidades aledañas al área de influencia del proyecto El Realito
- Revisión bibliográfica de fauna recurrente de la región y que es probable su presencia en la zona de influencia del SA del Proyecto El Realito.

Especies de fauna silvestre reportadas en el SA

Con los datos globales resultantes, se estimó la diversidad faunística (riqueza de especies) del SA siendo de **74** especies de fauna silvestre, en donde se incluyen mamíferos, aves, anfibios y reptiles, esto representa los datos que se generaron en el análisis ambiental, que incluyó lo mencionado anteriormente y los cuatro transectos para el análisis de la fauna, así como datos fidedignos de personas de la región. Lo anterior también se cotejó con otros estudios realizados por diversos especialistas en fauna para la zona.

Las 74 especies de vertebrados que se reconocen para este SA, se muestran en la tabla siguiente. Cabe mencionar, que aquí se incluyen aspectos ecológicos de la fauna como estacionalidad, abundancia cualitativa, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical y estatus de amenaza.

Tabla IV. 42 Fauna del SA El Realito con criterios ecológicos

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Especie que apareció en transectos de estudio de la CHF	Estacionalidad	Abundancia cualitativa	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical	En NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
MAMIFEROS												
1	LEPORIDAE	<i>Lepus californicus texianus</i> Waterhouse	Liebre cola negra		Re	Co	Gr	He	BT	Hrb		
2		<i>Sylvilagus floridanus holzneri</i> (Mearns)	Conejo cola de algodón	Si	Re	Ab	Gr	He	BT	Hrb		
3	SCIURIDAE	<i>Sciurus nayaritensis</i> J.A. Allen	Ardilla amarilla	Si	Re	Co	Gr	Gr	BT	Arb		
4		<i>Otospermophilus variegatus grammurus</i> (Say)	Ardillón de las rocas-Chalote*, chipawique*	Si	Re	Ab	Pa	Gr - He	BT	Hrb		
5	MURIDAE	<i>Neotoma mexicana mexicana</i> Baird	Rata maderera mexicana		Re	Pc	Gr	Gr - He	BT	Hrb		
6	CANIDAE	<i>Canis latrans mearnsi</i> Merriam	Coyote	Si	Re	Co	Pa	Om	BT	Hrb		
7		<i>Urocyon cinereoargenteus madrensis</i> Burt y Hooper	Zorra gris	Si	Re	Ab	Pa	Om	BT	Hrb		
8	PROCYONIDAE	<i>Procyon lotor mexicanus</i> Baird	Mapache, tejón, osito del agua	Si	Re	Co	Gr	Iv - Aq - He	BT	Hrb - Sa		
9		<i>Nasua narica</i>	Cholugo, coatí	Si	Re	Pc	Gr - So	Iv - He	BT	Hrb		
10	MUSTELIDAE	<i>Conepatus mesoleucus venaticus</i> Goldman	Zorrillo espalda blanca, zorrillo cadeno		Re	Pc	Pa	In - Iv - He	BT	Hrb		
11		<i>Mephitis mephitis estor</i> Merriam	Zorrillo listado	Si	Re	Pc	Pa	In - Iv - He	BT	Hrb		
12		<i>Mustela frenata neomexicana</i> Barber y Cockerell	Comadreja	Si	Re	Pc	Pa	Ca	BT	Abs		
13	FELIDAE	<i>Lynx rufus baileyi</i> Merriam	Gato montés, lince	Si	Re	Co	So	Ca	BT	Hrb		AP. II
14	TAYASSUIDAE	<i>Pecari tajacu sonoriensis</i> (Mearns)	Jalabí de collar	Si	Re	Co	Gr	He - Gr - In	BT	Hrb		
15	CERVIDAE	<i>Odocoileus virginianus couesi</i> (Coues y Yarrow)	Venado cola blanca	Si	Re	Ab	Gr	He	BT	Hrb - Abs		
A V E S												
16	ARDEIDAE	<i>Ardea herodias herodias</i> Linnaeus	Garza morena, garza gris	Si	Re	Pc	So	Aq	BT	Sa - Hrb		

17	CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i> Linnaeus	Aura-Wilú*, buitre, zopilote	Si	Re	Ab	Gr	Cr	BT	Arb		
18	ACCIPITRIDAE	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein)	Zopilote, buitre	Si	Re	Co	Gr	Cr	BT	Arb		
19		<i>Accipiter cooperii</i> (Bonaparte)	Gavilán de Cooper	Si	Re	Co	Gr	Cr	BT	Arb	Pr	
20		<i>Buteo jamaicensis</i> fuertesi Sutton	Halcón cola roja	Si	Re	Co	Pa	Ca	BT	Arb		AP. II
21	FALCONIDAE	<i>Falco sparverius</i> Linnaeus	Cernícalo, kirichike*, gavilancillo		Re	Pc	Pa	Ca - In	BT	Arb		AP. II
22	PHASIANIDAE	<i>Meleagris gallopavo mexicana</i> Gould	Guájalo, Guajolote, cócono	Si	Re	Ab	Gr	He - Gr - In - Iv	BT	Arb - Hrb		
23	COLUMBIDAE	<i>Columbina inca</i> (Lesson)	Paloma torcáz, paloma tortola	Si	Re	Co	Gr	Gr - He	BT	Arb - Abs - Hrb		
24		<i>Zenaida asiatica</i> (Linnaeus)	Paloma de alas blancas	Si	Re	Co	Gr	Gr - He	BT	Arb - Abs - Hrb		
25		<i>Zenaida macroura</i> (Linnaeus)	Paloma madrugadora, paloma habanera, paloma huilota	Si	Re	Ab	Gr	Gr - He	BT	Arb - Abs - Hrb		
26	CUCULIDAE	<i>Geococcyx californianus</i> (Lesson)	Correcaminos, paisano, faisán	Si	Re	Co	Pa	Rp - In - Iv - He	BT	Hrb		
27	STRIGIDAE	<i>Bubo virginianus pallescens</i> Stone	Búho cornudo, tigre del aire		Re	Pc	Pa	Ca - Iv	BT	Arb		AP. II
28	CAPRIMULGIDAE	<i>Caprimulgus vociferus</i> A. Wilson	Tapacaminos, chotacabras		Re	Pc	Pa	In - He	BT	Hrb		
29	APODIDAE	<i>Aeronautes saxatalis</i> (Woodhouse)	Avioncito-vencejo, avioncito de collar		Re	Co	Gr	In	BT	Arb		
30	TROCHILIDAE	<i>Atthis heloisa</i> (Lesson & Delattre)	Colibrí avispa		Re	Co	Pa	Ne	BT	Arb - Abs		AP. II
31		<i>Eugenes fulgens</i> (Swainson)	Colibrí azul verde, chuparrosa, colibrí magnifico		Re	Pc	Pa	Ne	BT	Arb - Abs		AP. II
32	PICIDAE	<i>Melanerpes formicivorus bairdi</i> (Ridgway)	Carpintero bellotero	Si	Re	Ab	Gr	Gr - He - In	BT	Arb		
33		<i>Picoides arizonae</i> (Hargitt)	Pájaro carpintero de Arizona	Si	Re	Ab	Gr	Gr - He - In	BT	Arb		
34		<i>Picoides scalaris</i> (Wagler)	Pájaro carpintero mexicano	Si	Re	Ab	Gr	Gr - He - In	BT	Arb		
35		<i>Picoides villosus</i> (Linnaeus)	Pájaro carpintero lanudo	Si	Re	Pc	Pa	Gr - He - In	BT	Arb		
36	TYRANIDAE	<i>Contopus pertinax</i> Cabanis & Heine	Gran tirano, pedríz, Pedrito iiio	Si	Re	Co	Pa	In - He	BT	Arb		
37		<i>Empidonax difficilis</i> S.F. Baird	Mosquero californiano	Si	Mi	Pc	Pa	In - He	BT	Arb		
38		<i>Myiarchus cinerascens</i> (Lawrence)	Papamoscas cenizo		Re	Pc	Pa	In - He	BT	Arb		
39		<i>Sayornis nigricans</i> (Swainson)	Papamoscas negro, mosquero negro,		Re	Pc	So	In - He	BT	Arb - Hrb		

			cachamoscas obscuro, viudita									
40		<i>Tyrannus vociferans</i> Swainson	Pájaro madrugador	Si	Re	Co	Pa	In - He	BT	Arb		
41	HIRUNDINIDAE	<i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus)	Golondrina, golondrina tijereta	Si	Mi	Co	Gr	In - He	BT	Arb		
42		<i>Tachycineta thalassina</i> (Swainson)	Golondrina verde-violeta, golondrina verde mar		Mi	Co	Gr	In - He	BT	Arb		
43	CORVIDAE	<i>Aphelocoma ultramarina</i> (Bonaparte)	Azulejo, Chuín, chismoso, chismosa, chara pecho gris		Re	Co	Gr	Gr - He - In	BT	Arb - Hrb		
44		<i>Aphelocoma wollweberi</i> Kaup	Azulejo	Si	Re	Co	Gr	Gr - He - In	BT	Arb - Hrb		
45		<i>Cyanocitta stelleri</i> (J.F. Gmelin)	Azulejo copetón, chara crestada		Re	Ab	Gr	Gr - He - In	BT	Arb - Hrb		
46		<i>Corvus corax</i> Linnaeus	Cuervo, cuervo común	Si	Re	Ab	Gr	Om - Ca	BT	Arb		
47	PARIDAE	<i>Poecile sclateri</i> (Kleinschmidt)	Paro enmascarado, carbonero, paro mexicano		Re	Pc	Gr	He - Gr	BT	Arb		
48	SITTIDAE	<i>Sitta carolinensis nelsoni</i> Mearns	Trepatroncos azul y blanco, trepatroncos pecho blanco, sita pecho blanco		Re	Pc	Pa	In - Gr - He	BT	Arb		
49	TROGLODYTIDAE	<i>Catherpes mexicanus</i> (Swainson)	Saltaparedes, saltaparedes mexicano, chivirín barranqueño	Si	Re	Co	Pa	He - In	BT	Arb - Abs - Hrb		
50	TURDIDAE	<i>Sialia mexicana</i> Swainson	Azulejo mexicano-malicioso		Re	Pc	Gr	In - He	BT	Arb - Abs		
51		<i>Sialia sialis</i> (Linnaeus)	Azulejo garganta canela	Si	Re	Co	Gr	In	BT	Arb - Abs		
52		<i>Turdus migratorius migratorius</i> Linnaeus	Primavera, cibolero	Si	Mi	Ab	Gr	He - In	BT	Arb - Abs - Hrb		
53	SYLVIIDAE	<i>Poliophtila caerulea</i> (Linnaeus)	Perlita azul-gris		Re	Pc	Pa	He - In - Iv	BT	Arb - Abs		
54	MIMIDAE	<i>Toxostoma curvirostre</i> Swainson	Cuitlacoche-cuitacoche*		Re	Pc	Pa	He - Fr - Gr - In	BT	Arb - Abs		
55	PARULIDAE	<i>Cardellina rubrifrons</i> Giraud	Gorjeador cara rojinegra, chipe cara roja	Si	Re	Pc	Pa	He - In	BT	Arb		
56		<i>Setophaga coronata</i> Linnaeus	Canario Gorjeador, chipe coronado, chipe grupidorado	Si	Re	Pc	Pa	He - Gr - In	BT	Arb - Abs		
57		<i>Myioborus pictus</i> (Swainson)	Rojinegro, chipe ala blanca, chipe rey		Re	Pc	Pa	He - In	BT	Arb		
58	EMBERIZIDAE	<i>Aimophila ruficeps</i> (Cassin)	Gorrión corona canela	Si	Re	Pc	Gr	Gr - He - In	BT	Arb - Abs - Hrb		

59		<i>Junco phaeonotus palliatus</i> Ridgway	Junco ojos amarillos, ojilumbre, junco ojos de lumbre	Si	Re	Co	Gr	Gr - He - In	BT	Abs - Hrb		
60		<i>Melospiza melodia</i> (Wilson)	Gorrión cantador		Re	Co	Gr	Gr - He - In	BT	Arb - Abs - Hrb		
61		<i>Oriturus superciliosus</i> (Swainson)	Gorrión de la montaña, zacatonero rayado, zorzal rayado	Si	Mi	Pc	Gr	Gr - He - In	BT	Arb - Abs - Hrb		
62		<i>Melozona fusca</i> Swainson	Pipilo café, vieja, viejita	Si	Re	Ab	Pa	Gr - He - In	BT	Abs - Hrb		
63		<i>Spizella passerina</i> (Bechstein)	Gorrión chipe, Chipi, gorrión ceja blanca		Re	Co	Gr	Gr - He - In	BT	Arb - Abs - Hrb		
64	FRINGILLIDAE	<i>Carduelis psaltria</i> (Say)	Jilguero dorado, jilguero dominico		Re	Ra	Pa	He - Gr	BT	Arb - Abs - Hrb		
65		<i>Carpodacus cassini</i> Baird	Pinzón de Cassin		Re	Pc	Gr	Gr - He - In	BT	Arb - Abs - Hrb		
A N F I B I O S												
66	BUFONIDAE	<i>Anaxyrus mexicanus</i> Brocchi	Sapo, sapo mexicano, sapo café		Re	Co	Gr	Iv - Aq	BT	Hrb - Sa		
67		<i>Anaxyrus punctatus</i> Baird y Girard	Sapo de puntos rojos	Si	Re	Co	Gr	Iv - Aq	BT	Hrb - Sa		
68	HYLIDAE	<i>Hyla arenicolor</i> Cope	Rana de las rocas		Re	Pc	Pa	Iv	BT	Hrb - Sa		
69		<i>Hyla wrightorum</i> Taylor	Rana arborícola, rana verde, rana verde de antifáz	Si	Re	Pc	Gr	Iv - Aq	BT	Hrb - Sa		
R E P T I L E S												
70	IGUANIDAE	<i>Sceloporus virgatus</i> Smith	Lagartija rayada	sI	Re	Pc	Gr	In - Iv	BT	Hrb		
71	COLUBRIDAE	<i>Tantilla yaquia</i> Smith	Culebra real del Sierra	Si	Re	Ra	Pa	Ca - Iv	BT	Hrb		
72		<i>Pituophis deppei deppei</i> (Duméril)	Alicante, Huajumar	Si	Re	Pc	Pa	Ca - Iv	BT	Hrb	A endémica	
73		<i>Arizona elegans</i> kennicott in Baird	Culebra de uña, culebrita parda mexicana	Si	Re	Pc	Pa	Iv - In	BT	Hrb		
74	VIPERIDAE	<i>Crotalus molossus molossus</i> Baird y Girard	Víbora de cascabel de cola negra		Re	Pc	Pa	Ca - Rp	BT	Hrb	Pr	

Tabla IV. 43 Criterios Ecológicos

ESTACIONALIDAD		ABUNDANCIA CUALITATIVA		SOCIABILIDAD		ALIMENTACIÓN		HÁBITAT		DISTRIBUCIÓN VERTICAL	
Clave	Significado	Clave	Significado	Clave	Significado	Clave	Significado	Clave	Significado	Clave	Significado
Re	Residente	Ab	Abundante (especie fácilmente detectable en grandes números)	So	Solitario (cuando sólo se observa un individuo)	He	Herbívoro (especies que se alimentan principalmente de	BT	Bosques templados de Pino, Pino -	Arb	Arbóreo

							material vegetal como pastos, hojas, ramas, entre otros)		encino, Encino, Encino - Pino		
VI	Visitante invernial	Co	Común (especies observadas en números bajos y en grupos pequeños)	Pa	Pareja (hembra y macho sea en época reproductiva o no)	Ca	Carnívoro (especies que se alimentan de vertebrados a los que capturan vivos)	SBC	Selva baja caducifolia	Abs	Arbustivo
Mi	Migratoria	Pc	Poco común (especie en la que se observaron pocos individuos),	Gr	Gregaria (conformación de grupos de tres o más individuos).	Cr	Carroñero (especies que se alimentan de material animal en descomposición)	BBA	Bosque bajo abierto	Hrb	Herbáceo
Tr	Transitoria	Ra	Rara (especie poco observada)			Fr	Frugívoro (especies que consumen principalmente frutos)	PA	Pastizal	Sa	Semi acuático
		Oc	ocasional (escasamente observada).			Gr	Granívoro (se alimentan de semillas principalmente)	MDM	Matorral desértico micrófilo	Ac	Acuático
In	insectívoro (especies que el consumo de insectos es la base de su alimentación)	MDR	Matorral desértico rosetófilo								
Ne	Nectarívoro (cuando el néctar es la principal fuente de alimentación)	RA	Ríos y arroyos								
Iv	Invertebrado (cuando pequeños invertebrados forman la base de su alimentación)	LP	Lagos, lagunas presas								
Om	Omnívoro (especies que consumen distintos recursos como semillas, insectos,										

	vertebrados, frutos, hojas, entre otros)
Aq	Anfibios, peces, moluscos, invertebrados y otros animales acuáticos
Rp	Reptiles, anfibios
De	Detritivoro, que comen materia organica en descomposición

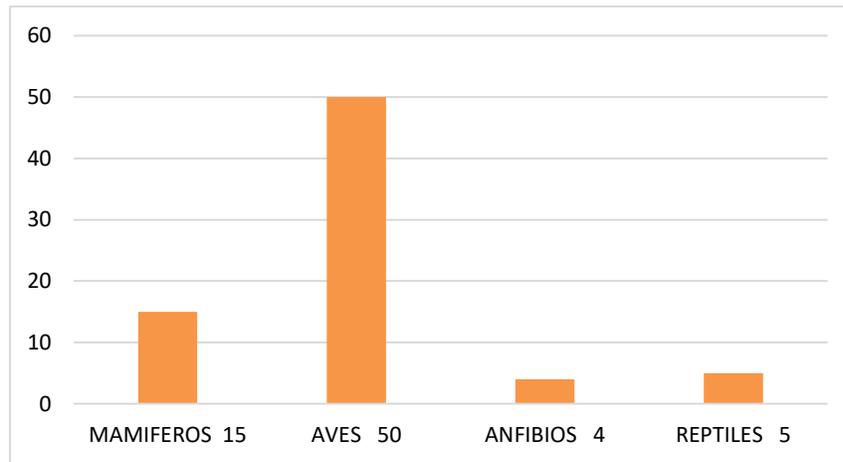
De la diversidad faunística resultante, se destaca que 46 especies (59 %) fueron definidas a través de transectos faunísticos y las restantes 28 especies (41 %), se determinaron durante recorridos propios del análisis ambiental, como levantamiento de sitios de vegetación, observaciones directas y algunos otros métodos ya descritos.

Composición Faunística del SA. - La composición faunística se integra por especies de mamíferos, aves, anfibios y reptiles, que se reconocieron en el SA. Esta composición de la fauna está dada por **15** especies de mamíferos; **50** especies de aves; **4** especies de anfibios; y **5** especies de reptiles, que en total suman **74** especies de vertebrados.

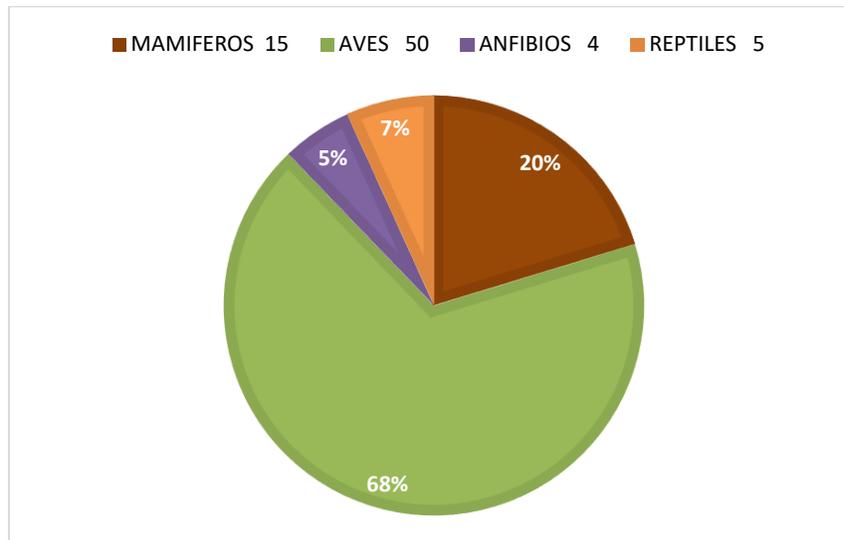
En la tabla y gráfica siguientes, se muestran clases, número de familias, número de géneros, número de especies y porcentajes, de las diferentes clases de vertebrados del SA El Realito, Mpio. de Sahuaripa, Sonora.

Tabla IV. 44 Composición de las especies de vertebrados, del SA del proyecto

Clases	Familias	Géneros	Especie	Porcentaje en relación al total %
MAMIFEROS	9	15	15	20
AVES	24	45	50	68
ANFIBIOS	2	2	4	5
REPTILES	3	5	5	7
TOTAL	38	67	74	100%



Grafica IV. 9 Clases de vertebrados y número de especies por clase del SA El Realito



Grafica IV. 10 Composición de la fauna del SA El Realito, considera especies por clase y porcentajes por clase

Transectos para revisión y análisis de la fauna silvestre del SA.

Los transectos lineales, debido a su sencillez y versatilidad son de los métodos mas utilizados para aplicarse a un buen número de especies de vertebrados; los transectos pueden ser de ancho fijo o ancho variable, a lo largo de ellos se hace el conteo de los individuos; se pueden aplicar varios estimadores a partir del muestreo en transectos; entre las variaciones en los transectos, se pueden mencionar los de ancho fijo y variable, también pudiendo ser de longitud fija o variable (Naranjo, 2000).

El uso de transectos, ha tomado gran importancia en estudios de fauna silvestre, pudiendo ser implementados en desplazamientos para documentar biodiversidad de un área o cuantificación de especies silvestres; se aplican en la estimación del tamaño de una población dada, usándose en situaciones que proveen información útil al trabajo con manejo de fauna (Carrillo *et al*, 2000 y Wallace, 1999, en Chiriví, 2006).

El transecto, es una técnica de observación y registro de datos útil para hacer un estudio detallado a lo largo de una línea (real o imaginaria), puede ser definido de acuerdo a las características de la brecha, sendero o camino utilizado. Los transectos pueden aplicar a algunas clases de vertebrados, como son los mamíferos, aves y reptiles, considerando su comportamiento, hábitos y preferencias ambientales; esto es se pueden ver de día, aunque algunos son secretivos, dejan rastros o indicios que pueden ser analizados mediante esta técnica.

Por lo anterior, los transectos de análisis de fauna se aplicaron buscando diferentes especies, indicios o rastros de estas; al detectar una huella, canto, excreta, rastro o indicio, se registró el dato de la especie, concentrando la información de las especies encontradas en los formatos de colecta de campo. Las huellas y otros rastros o indicios que se detectan en el sendero (transecto) recorrido, se registran en número, de acuerdo a las observaciones del técnico que levanta la información, asignándole el número de individuos a que corresponden, esas huellas o indicios, de acuerdo a lo observado y a la experiencia del técnico.

Durante el estudio de las especies de fauna, se contó con diversos equipos y materiales para facilitar su determinación, y como ejemplo se mencionan los siguientes.

- Binoculares
- Telescopio
- Cámaras fotográficas digitales
- Guías de campo para determinar, mamíferos, aves, reptiles y anfibios
- Guía de aves del desierto

- Guía de aves rapaces
- Guías de campo de huellas de mamíferos
- Guías de huevos de aves
- Guías de reptiles y anfibios

Los transectos realizados, aplicaron para mamíferos, aves, anfibios y reptiles. En cuanto a la temporalidad de los muestreos vía transectos, estos se realizaron entre los meses de abril y junio de 2019; estos muestreos aplicaron entre primavera y verano, por lo que resultan uni-temporales, pero debido a las características del estudio nos muestran especies que se tienen en época seca básicamente. Se aplicó de esta manera, debido a lo reducido del tiempo del estudio, pero de alguna manera permiten bosquejar la presencia relativa de las especies de fauna, las cuales por cierto resultaron muy apegadas a lo que se ha observado históricamente en el área del SA en cuestión.

Cabe mencionar que, durante recorridos, visitas y labores de levantamiento de datos para análisis de flora, que inició a partir de abril de 2019, y hasta fines de junio de 2019, se documentaron datos de incidencia de fauna silvestre, tanto en el área solicitada como en el área del SA, dicha información sirvió para enriquecer la biodiversidad faunística de las áreas mencionadas.

Los transectos de análisis faunísticos, fueron ubicados de manera dirigida en áreas de interés del SA. Los cuatro transectos realizados contemplaron una franja de visualización de 10 metros a ambos lados (dando un espectro visual de 20 metros de ancho sobre los transectos). En total los transectos arrojaron una distancia de recorrido total de **1481 m** lineales. Con lo anterior, se tuvo una superficie de revisión en los cuatro transectos de 29620 m² (2.962 ha), lo que representa un 0.0164 % de superficie revisada para fauna, con respecto a la superficie total del SA que es de 18,056.206 ha. Enseguida se muestran mapas con transectos, datos de ubicación y longitud de los transectos aplicados.

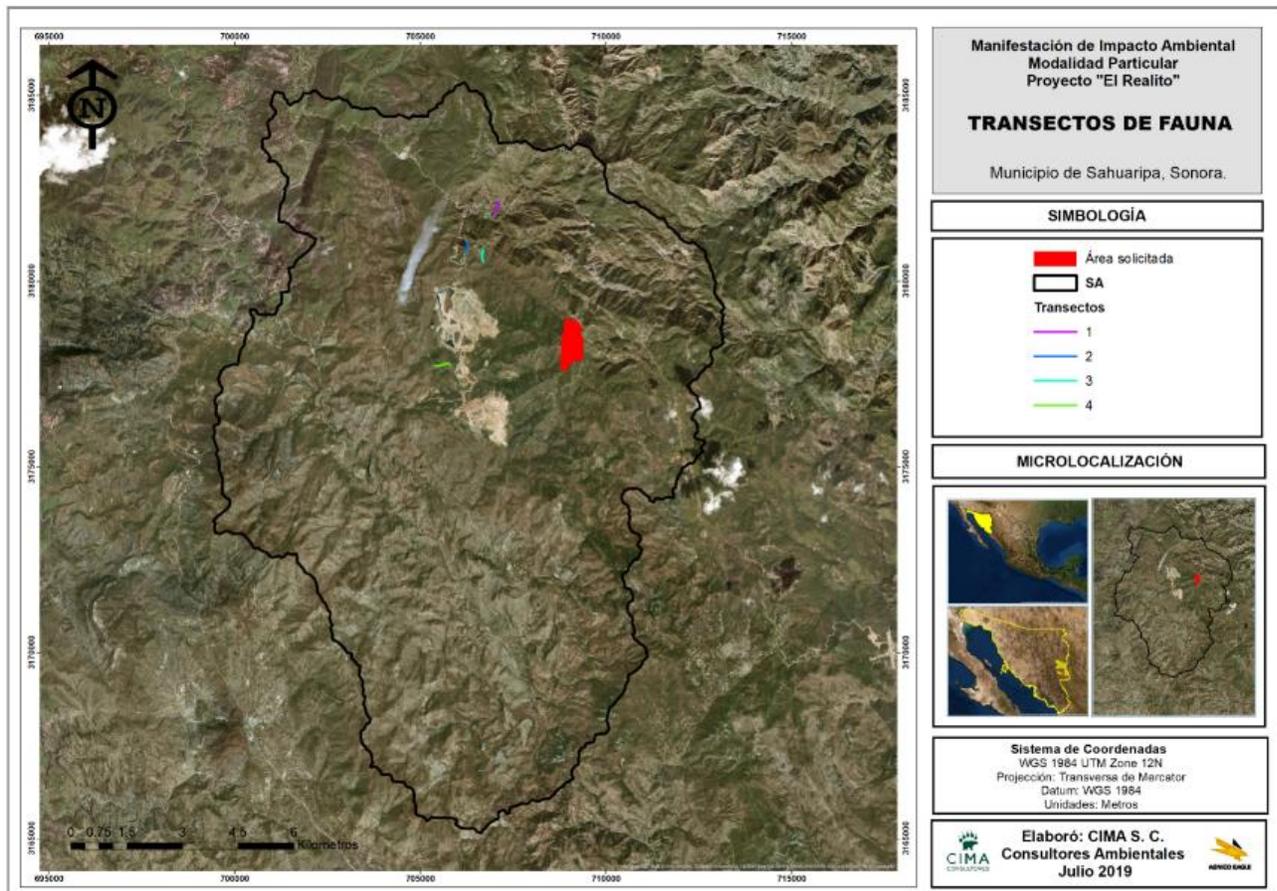


Figura IV. 27 Ubicación de los cuatro transectos para fauna, y que aplicaron en el SA del Proyecto El Realito, municipio de Sahuaripa, Sonora

Tabla IV. 45 Transectos de revisión de fauna en área del SA

Transecto	X INICIO	Y INICIO	X FINAL	Y FINAL	Distancia (m)
1	706698	3180521	706673	3180852	375
2	706207	3180780	706261	3181051	299
3	706956	3181858	707131	3182119	361
4	705784	3177749	705382	3177731	446
				Total	1481

Mediante este método de transectos, se pudo definir la ocurrencia de **46** especies de fauna silvestre, con un arreglo taxonómico en donde predomina la clase de las aves con 29 especies, seguido de la clase de mamíferos con 11 especies, 4 reptiles y 2 anfibios. A continuación, se presenta tabla con información sobre indicios y reconocimiento de especies de fauna en los cuatro transectos realizados.

Tabla IV. 46 Especies de fauna y ocurrencia de sus indicios, como resultado la aplicación de cuatro transectos lineales en el SA de El Realito

No.	Clase	Especie	Nombre común	Transectos				Subtotal indicios
				1	2	3	4	
1	Mamíferos	<i>Sylvilagus floridanus holzneri</i> (Mearns)	Conejo cola de algodón, conejo cola blanca	3	2			5
2	Mamíferos	<i>Otospermophilus variegatus grammurus</i> (Say)	Ardillón de las rocas	1	2	2		5
3	Mamíferos	<i>Canis latrans mearnsi</i> Merriam	Coyote	1		2	1	4
4	Mamíferos	<i>Urocyon cinereoargenteus madrensis</i> Burt y Hooper	Zorra gris		1	1	1	3
5	Mamíferos	<i>Nasua narica</i>	Cholugo, coati	1				1
6	Mamíferos	<i>Procyon lotor mexicanus</i> Baird	Mapache, tejón, osito del agua		2	1		1
7	Mamíferos	<i>Mephitis mephitis estor</i> Merriam	Zorrillo listado		1			1
8	Mamíferos	<i>Sciurus nataritensis</i>	Ardilla amarilla	1	2			3
9	Mamíferos	<i>Lynx rufus baileyi</i> Merriam	Gato montés				1	1
10	Mamíferos	<i>Pecari tajacu sonoriensis</i> (Mearns)	Jabalí de collar		4			4
11	Mamíferos	<i>Odocoileus virginianus couesi</i> (Coues y Yarrow)	Venado cola blanca	2	3	2		7
12	Aves	<i>Ardea herodias</i> Linnaeus	Garza gris			1		1
13	Aves	<i>Cathartes aura</i> Linnaeus	Aura, buitre, zopilote	2	2	1		5
14	Aves	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein)	Zopilote, buitre	1	2			3
15	Aves	<i>Meleagris gallopavo mexicana</i> Gould	Guajolote, cócono, guñolo	1	4	3	2	10
16	Aves	<i>Columbina inca</i> (Lesson)	Paloma torcáz, paloma tórtola	1	3			4
17	Aves	<i>Zenaida asiatica</i> (Linnaeus)	Paloma de alas blancas	3	1		1	5
18	Aves	<i>Zenaida macroura</i> (Linnaeus)	Paloma madrugadora, paloma habanera	2	4	2		8
19	Aves	<i>Accipiter cooperii</i> (Bonaparte)	Gavilán de Cooper	1				1
20	Aves	<i>Buteo jamaicensis</i>	Gavilán de cola roja	1	1	2		4
21	Aves	<i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus)	Golondrina tijereta		3	2		5

22	Aves	<i>Melanerpes formicivorus bairdi</i> (Ridgway)	Carpintero bellotero	2	1			1
23	Aves	<i>Picoides arizonae</i> (Hargitt)	Pájaro carpintero de Arizona				1	1
24	Aves	<i>Picoides scalaris</i> (Wagler)	Pájaro carpintero mexicano				1	1
25	Aves	<i>Picoides villosus</i> (Linnaeus)	Pájaro carpintero lanudo		1			1
26	Aves	<i>Tyrannus vociferans</i> Swainson	Pájaro madrugador	1	2			3
27	Aves	<i>Corvus corax</i> Linnaeus	Cuervo, cuervo común	2	1	1		4
28	Aves	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos	1		1		2
29	Aves	<i>Catherpes mexicanus</i> (Swainson)	Saltaparedes, saltaparedes mexicano	2		2		4
30	Aves	<i>Sialia sialis</i> (Linnaeus)	Azulejo garganta canela	2	1			3
31	Aves	<i>Turdus migratorius migratorius</i> Linnaeus	Primavera, cibolero	3		2		5
32	Aves	<i>Junco phaeonotus palliatus</i> Ridgway	Junco ojos amarillos, junco ojos de lumbre		3	4		7
33	Aves	<i>Cardellina rubrifrons</i>	Rojinegro	1		2		3
34	Aves	<i>Aphelocoma wollweberi</i> Kaup	Azulejo	1		1	1	3
35	Aves	<i>Contopus pertinax</i> Cabanis & Heine	Pedrito iiiio, gran tirano		3			3
36	Aves	<i>Empidonax difficilis</i> S.F.Baird	Mosquero californiano	2	1			3
37	Aves	<i>Setophaga coronata</i> (Linnaeus)	Canario gorjeador	1		1		2
38	Aves	<i>Aimophila ruficeps</i> (Cassin)	Gorrión corona canela		3	2		5
39	Aves	<i>Oriturus superciliosus</i> (Swainson)	Gorrión de la montaña, zacatonero rayado, zorzal rayado		2	2		4
40	Aves	<i>Melospiza fusca</i> Swainson	Pipilo café, vieja, viejita				4	4
41	Anfibios	<i>Anaxyrus punctatus</i> (Baird and Girard)	Sapo de puntos rojos		2			2
42	Anfibios	<i>Hyla wrightorum</i> Taylor	Rana verde del bosque	1		2		3
43	Reptiles	<i>Arizona elegans</i> kennicott in Baird	Culebra lustrosa				1	1
44	Reptiles	<i>Sceloporus virgatus</i> Smith	Lagartija rayada		2	1		3
45	Reptiles	<i>Tantilla yaquia</i> Smith	Culebra negra del Pacífico	1				1
46	Reptiles	<i>Pituophis deppei deppei</i> (Duméril)	Alicante, Huajumar		1			1
							TOTAL	155

a. Índice de diversidad de Shannon – Wiener.

Este índice se aplicó para las diferentes clases de vertebrados presentes en el SA y principalmente para tener una idea de la diversidad faunística o de vertebrados presentes.

El Índice de Shannon-Wiener expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

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

En donde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

\ln = logaritmo natural

Por lo tanto, $H' = 0$ cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos n_i , es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa.

El valor del índice H normalmente toma valores entre 1 y 4.5. Valores encima de 3 son típicamente interpretados como "diversos" (Condit *et al*, 2002). Esta medida nos sirve para comparar los valores obtenidos.

Para determinar el índice de diversidad de la fauna, se utilizaron los datos que arrojaron los cuatro transectos lineales para la detección de fauna dentro del área del SA del Proyecto El Realito.

Índice de diversidad de Shannon – Wiener, para mamíferos, aves y reptiles del SA.

A continuación, se presentan tablas en donde se concentran los resultados obtenidos de índice de diversidad para las diferentes clases y especies de fauna presentes en el área del SA y que fueron analizadas mediante el índice referido.

Tabla IV. 47 Índice de diversidad de Shannon – Wiener para los mamíferos del SA del proyecto El Realito

No.	Especie	Nombre común	n	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) x Ln(Pi)
1	<i>Sylvilagus floridanus holzneri</i> (Mearns)	Conejo cola de algodón, conejo cola blanca	5	0.1351	-2.0015	-0.27
2	<i>Otospermophilus variegatus grammurus</i> (Say)	Ardillón de las rocas	5	0.1351	-2.0015	-0.27
3	<i>Canis latrans mearnsi</i> Merriam	Coyote	4	0.1081	-2.2246	-0.24
4	<i>Urocyon cinereoargenteus madrensis</i> Burt y Hooper	Zorra gris	3	0.0811	-2.5123	-0.2
5	<i>Nasua narica</i>	Cholugo, coati	1	0.027	-3.6109	-0.1
6	<i>Procyon lotor mexicanus</i> Baird	Mapache, tejón, osito del agua	3	0.0811	-2.5123	-0.2
7	<i>Mephitis mephitis estor</i> Merriam	Zorrillo listado	1	0.027	-3.6109	-0.1
8	<i>Sciurus nataritensis</i>	Ardilla amarilla	3	0.0811	-2.5123	-0.2
9	<i>Lynx rufus baileyi</i> Merriam	Gato montés	1	0.027	-3.6109	-0.1
10	<i>Pecari tajacu sonoriensis</i> (Mearns)	Jabalí de collar	4	0.1081	-2.2246	-0.24
11	<i>Odocoileus virginianus couesi</i> (Coues y Yarrow)	Venado cola blanca	7	0.1892	-1.665	-0.32
			37	1		2.24

El índice de Shannon-Wiener que se obtuvo para los mamíferos fue de $H' = 2.24$ y que muestra una diversidad media a aceptable de especies de mamíferos para este SA, el número de especies $S = 11$.

Tabla IV. 48 Índice de diversidad de Shannon – Wiener para las aves del SA del proyecto El Realito

No.	Especie	Nombre común	n	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) x Ln(Pi)
1	<i>Ardea herodias</i> Linnaeus	Garza gris	1	0.009346	-4.672829	-0.04
2	<i>Cathartes aura</i> Linnaeus	Aura, buitre, zopilote	5	0.046729	-3.063391	-0.14
3	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein)	Zopilote, buitre	3	0.028037	-3.574217	-0.1
4	<i>Meleagris gallopavo mexicana</i> Gould	Guajolote, cócono, guájolo	10	0.093458	-2.370244	-0.22
5	<i>Columbina inca</i> (Lesson)	Paloma torcáz, paloma tórtola	4	0.037383	-3.286534	-0.12
6	<i>Zenaida asiatica</i> (Linnaeus)	Paloma de alas blancas	5	0.046729	-3.063391	-0.14
7	<i>Zenaida macroura</i> (Linnaeus)	Paloma madrugadora, paloma habanera	8	0.074766	-2.593387	-0.19
8	<i>Accipiter cooperii</i> (Bonaparte)	Gavilán de Cooper	1	0.009346	-4.672829	-0.04
9	<i>Buteo jamaicensis</i>	Gavilán de cola roja	4	0.037383	-3.286534	-0.12
10	<i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus)	Golondrina tijereta	5	0.046729	-3.063391	-0.14
11	<i>Melanerpes formicivorus bairdi</i> (Ridgway)	Carpintero bellotero	3	0.028037	-3.574217	-0.1
12	<i>Picoides arizonae</i> (Hargitt)	Pájaro carpintero de Arizona	1	0.009346	-4.672829	-0.04
13	<i>Picoides scalaris</i> (Wagler)	Pájaro carpintero mexicano	1	0.009346	-4.672829	-0.04
14	<i>Picoides villosus</i> (Linnaeus)	Pájaro carpintero lanudo	1	0.009346	-4.672829	-0.04
15	<i>Tyrannus vociferans</i> Swainson	Pájaro madrugador	3	0.028037	-3.574217	-0.1
16	<i>Corvus corax</i> Linnaeus	Cuervo, cuervo común	4	0.037383	-3.286534	-0.12
17	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos	2	0.018692	-3.979682	-0.07
18	<i>Catherpes mexicanus</i> (Swainson)	Saltaparedes, saltaparedes mexicano	4	0.037383	-3.286534	-0.12
19	<i>Sialia sialis</i> (Linnaeus)	Azulejo garganta canela	3	0.028037	-3.574217	-0.1
20	<i>Turdus migratorius migratorius</i> Linnaeus	Primavera, cibolero	5	0.046729	-3.063391	-0.14
21	<i>Junco phaeonotus palliatus</i> Ridgway	Junco ojos amarillos, junco ojos de lumbre	7	0.065421	-2.726919	-0.18
22	<i>Cardellina rubrifrons</i>	Rojinegro	3	0.028037	-3.574217	-0.1
23	<i>Apheleocoma wollweberi</i> Kaup	Azulejo	3	0.028037	-3.574217	-0.1
24	<i>Contopus pertinax</i> Cabanis & Heine	Pedrito iiio, gran tirano	3	0.028037	-3.574217	-0.1
25	<i>Empidonax difficilis</i> S.F.Baird	Mosquero californiano	3	0.028037	-3.574217	-0.1
26	<i>Setophaga coronata</i> (Linnaeus)	Canario gorjeador	2	0.018692	-3.979682	-0.07
27	<i>Aimophila ruficeps</i> (Cassin)	Gorrión corona canela	5	0.046729	-3.063391	-0.14
28	<i>Oriturus superciliosus</i> (Swainson)	Gorrión de la montaña, zacatonero rayado, zorzal rayado	4	0.037383	-3.286534	-0.12
29	<i>Melospiza fusca</i> Swainson	Pipilo café, vieja, viejita	4	0.037383	-3.286534	-0.12

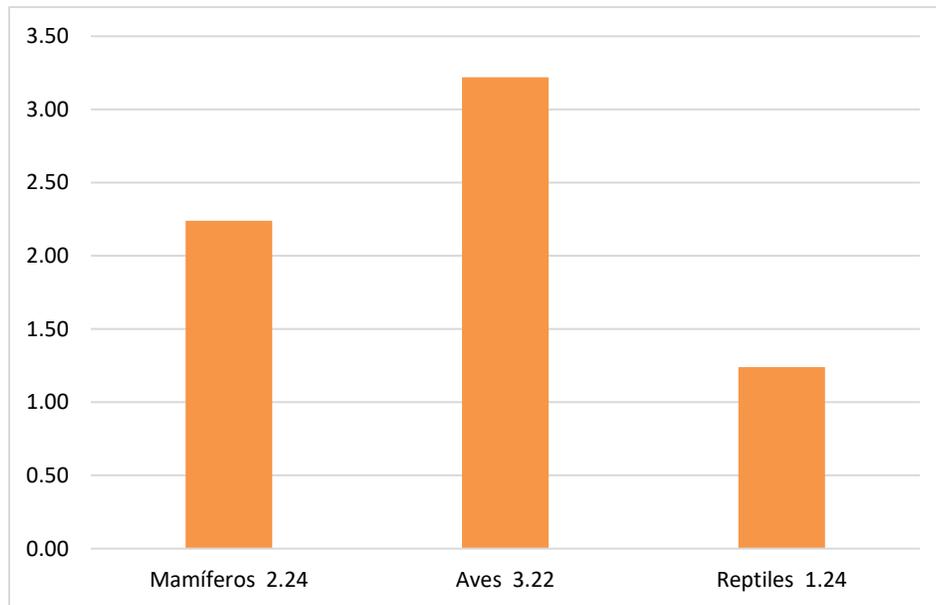
			107	1		3.22
--	--	--	-----	---	--	------

El índice de Shannon Wiener, que se obtuvo para las aves fue de $H' = 3.22$ y que nos muestra una diversidad buena de especies de aves para el SA, el número de especies $S = 29$.

Tabla IV. 49 Índice de diversidad de Shannon – Wiener para las reptiles del SA del proyecto El Realito

No.	Especie	Nombre común	n	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) x Ln(Pi)
1	<i>Arizona elegans kennicott in Baird</i>	Culebra lustrosa	1	0.1667	-1.7918	-0.3
2	<i>Sceloporus virgatus</i> Smith	Lagartija rayada	3	0.5	-0.6931	-0.35
3	<i>Tantilla yaquia</i> Smith	Culebra negra del Pacífico	1	0.1667	-1.7918	-0.3
4	<i>Pituophis deppei deppei (Duméril)</i>	Alicante, Huajumar	1	0.1667	-1.7918	-0.3
			6	1		1.24

El índice de Shannon Wiener, que se obtuvo para las reptiles fue de $H' = 1.24$, lo anterior denota una diversidad baja de especies de reptiles para el SA, el número de especies $S = 4$.



Grafica IV. 11 Índice de diversidad de Shannon – Wiener, para mamíferos, aves y reptiles del SA del proyecto El Realito

Para la clase de anfibios del SA, no aplicó el índice de diversidad de Shannon – Wiener, dado que fueron solamente dos especies que se detectaron en los transectos de muestreo, por lo que un análisis de diversidad para dos especies no es relevante.

Índice de abundancia relativa de fauna.

Aplicó para la fauna silvestre del SA y que puede ser detectada a través de transectos de longitud variable. Este método con transectos, es apropiado para reconocer vertebrados a través de indicios que consideran observaciones directas, huellas, excretas, osamentas, pelaje, plumas, cantos, voces, madrigueras y otros rastros

que permitan reconocer la presencia de algunas clases de animales. Una descripción más precisa, para estimar este índice de abundancia relativa se presenta en el capítulo IV (apartado de abundancia relativa para fauna).

Para el análisis de la fauna (índice de abundancia relativa) del SA del proyecto, se establecieron cuatro transectos que sumaron 1481 m lineales (1.481 km), estos fueron revisados para obtener indicios de las clases de fauna más comunes (mamíferos, aves, anfibios y reptiles), las distancias de cada uno de los transectos se presentan en la tabla siguiente.

Tabla IV. 50 Distancia de los cuatro transectos para fauna que se realizaron en el SA

No. de transecto	Distancia en m lineales
1	375
2	299
3	361
4	446
Total, en metros	1481 m

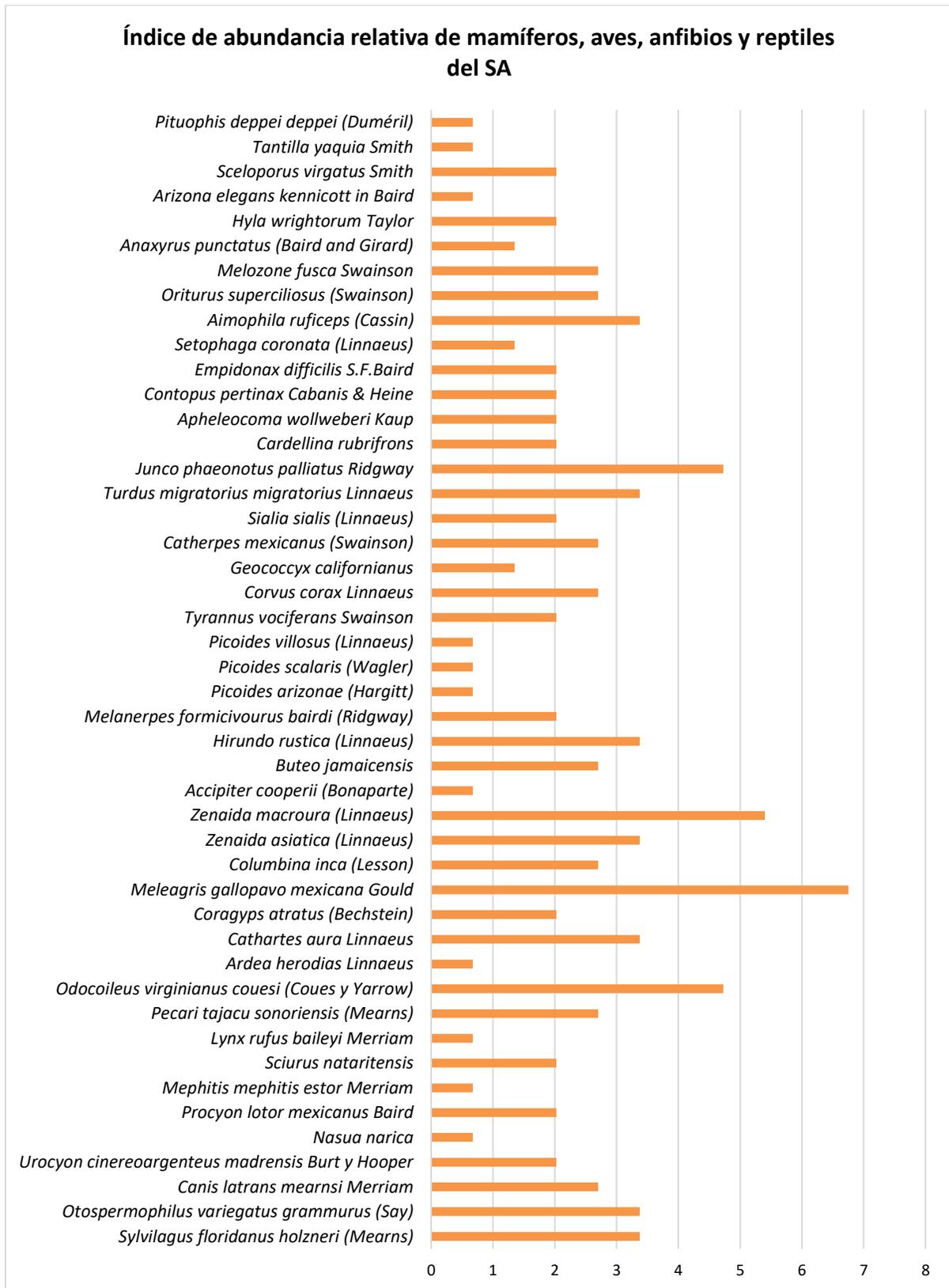
El análisis de la información obtenida, vía los transectos para fauna, arrojaron datos de abundancia relativa para algunos vertebrados del área del proyecto.

Tabla IV. 51 Abundancia relativa de fauna detectada en transectos, se reporta como indicios / km de longitud

No.	Nombre científico	Nombre común	Clase	Indicios	Abundancia relativa Indicios / km
1	<i>Sylvilagus floridanus holzneri</i> (Mearns)	Conejo cola de algodón, conejo cola blanca	Mamífero	5	3.376
2	<i>Otospermophilus variegatus grammurus</i> (Say)	Ardillón de las rocas	Mamífero	5	3.376
3	<i>Canis latrans mearnsi</i> Merriam	Coyote	Mamífero	4	2.701
4	<i>Urocyon cinereoargenteus madrensis</i> Burt y Hooper	Zorra gris	Mamífero	3	2.026
5	<i>Nasua narica</i>	Cholugo, coati	Mamífero	1	0.675
6	<i>Procyon lotor mexicanus</i> Baird	Mapache, tejón, osito del agua	Mamífero	3	2.026
7	<i>Mephitis mephitis estor</i> Merriam	Zorrillo listado	Mamífero	1	0.675
8	<i>Sciurus nataritensis</i>	Ardilla amarilla	Mamífero	3	2.026
9	<i>Lynx rufus baileyi</i> Merriam	Gato montés	Mamífero	1	0.675
10	<i>Pecari tajacu sonoriensis</i> (Mearns)	Jabalí de collar	Mamífero	4	2.701
11	<i>Odocoileus virginianus couesi</i> (Coes y Yarrow)	Venado cola blanca	Mamífero	7	4.727
12	<i>Ardea herodias</i> Linnaeus	Garza gris	Aves	1	0.675
13	<i>Cathartes aura</i> Linnaeus	Aura, buitres, zopilote	Aves	5	3.376
14	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein)	Zopilote, buitres	Aves	3	2.026
15	<i>Meleagris gallopavo mexicana</i> Gould	Guajolote, cócono, gufjolo	Aves	10	6.752
16	<i>Columbina inca</i> (Lesson)	Paloma torcáz, paloma tórtola	Aves	4	2.701
17	<i>Zenaida asiatica</i> (Linnaeus)	Paloma de alas blancas	Aves	5	3.376
18	<i>Zenaida macroura</i> (Linnaeus)	Paloma madrugadora, paloma habanera	Aves	8	5.402
19	<i>Accipiter cooperii</i> (Bonaparte)	Gavilán de Cooper	Aves	1	0.675
20	<i>Buteo jamaicensis</i>	Gavilán de cola roja	Aves	4	2.701
21	<i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus)	Golondrina tijereta	Aves	5	3.376
22	<i>Melanerpes formicivorus bairdi</i> (Ridgway)	Carpintero bellotero	Aves	3	2.026
23	<i>Picoides arizonae</i> (Hargitt)	Pájaro carpintero de Arizona	Aves	1	0.675
24	<i>Picoides scalaris</i> (Wagler)	Pájaro carpintero mexicano	Aves	1	0.675
25	<i>Picoides villosus</i> (Linnaeus)	Pájaro carpintero lanudo	Aves	1	0.675
26	<i>Tyrannus vociferans</i> Swainson	Pájaro madrugador	Aves	3	2.026
27	<i>Corvus corax</i> Linnaeus	Cuervo, cuervo común	Aves	4	2.701
28	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos	Aves	2	1.350

29	<i>Catherpes mexicanus</i> (Swainson)	Saltaparedes, saltaparedes mexicano	Aves	4	2.701
30	<i>Sialia sialis</i> (Linnaeus)	Azulejo garganta canela	Aves	3	2.026
31	<i>Turdus migratorius migratorius</i> Linnaeus	Primavera, cibolero	Aves	5	3.376
32	<i>Junco phaeonotus palliatus</i> Ridgway	Junco ojos amarillos, junco ojos de lumbre	Aves	7	4.727
33	<i>Cardellina rubrifrons</i>	Rojinegro	Aves	3	2.026
34	<i>Aphelocoma wollweberi</i> Kaup	Azulejo	Aves	3	2.026
35	<i>Contopus pertinax</i> Cabanis & Heine	Pedrito iiio, gran tirano	Aves	3	2.026
36	<i>Empidonax difficilis</i> S.F.Baird	Mosquero californiano	Aves	3	2.026
37	<i>Setophaga coronata</i> (Linnaeus)	Canario gorjeador	Aves	2	1.350
38	<i>Aimophila ruficeps</i> (Cassin)	Gorrión corona canela	Aves	5	3.376
39	<i>Oriturus superciliosus</i> (Swainson)	Gorrión de la montaña, zacatonero rayado, zorzal rayado	Aves	4	2.701
40	<i>Melospiza fusca</i> Swainson	Pipilo café, vieja, viejita	Aves	4	2.701
41	<i>Anaxyrus punctatus</i> (Baird and Girard)	Sapo de puntos rojos	Anfibios	2	1.350
42	<i>Hyla wrightorum</i> Taylor	Rana verde del bosque	Anfibios	3	2.026
43	<i>Arizona elegans</i> kennicott in Baird	Culebra lustrosa	Reptiles	1	0.675
44	<i>Sceloporus virgatus</i> Smith	Lagartija rayada	Reptiles	3	2.026
45	<i>Tantilla yaquia</i> Smith	Culebra negra del Pacífico	Reptiles	1	0.675
46	<i>Pituophis deppei deppei</i> (Duméril)	Alicante, Huajumar	Reptiles	1	0.675
			SUMAS	155	

En total se analizaron **46** especies de vertebrados en el SA, que fueron las que aparecieron en los transectos revisados y a dichas especies se les aplicó el índice de abundancia relativa.



Grafica IV. 12 Índice de abundancia relativa de mamíferos, aves, y reptiles del SA El Realito

Las especies que resultaron con mayor índice de abundancia relativa (IAR) fueron: el Guijalo o guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*) con 6.75 indicios/km y la paloma huilota o paloma habanera (*Zenaida*

macroura) con 5.40 indicios/km. Por otra parte, se tuvieron ocho especies con el menor índice de abundancia relativa que fue 0.67 indicios/km.

Especies de fauna del SA y que estén incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 ó CITES, especificando nombre común, nombre científico y categoría de riesgo.

En el proyecto, a nivel del SA se detectaron 74 especies de animales silvestres y de las cuales algunas se hallan en categoría de riesgo o listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o en la CITES, estas se presentan en la tabla siguiente.

Tabla IV. 52 Especies de fauna amenazadas para el SA

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
1	<i>Lynx rufus baileyi</i> Merriam	Gato montés, lince		Apéndice 2
2	<i>Accipiter cooperii</i> (Bonaparte)	Gavilán de Cooper	Pr	
3	<i>Buteo jamaicensis fuertesi</i> Sutton	Halcón cola roja- gavilán cola roja		Apéndice 2
4	<i>Falco sparverius sparverius</i> Linnaeus	Cernícalo, gavilancillo		Apéndice 2
5	<i>Bubo virginianus pallescens</i> Stone	Búho cornudo, tigre del aire		Apéndice 2
6	<i>Atthis heloisa</i>	Colibrí avispa		Apéndice 2
7	<i>Eugenes fulgens</i> (Swainson)	Colibrí azul verde, chuparrosa		Apéndice 2
8	<i>Pituophis deppei deppei</i> (Duméril)	Huajumar, alicante	A endémica	
9	<i>Crotalus molossus molossus</i> Baird y Girard	Víbora de cascabel de cola negra	Protección especial	

En particular en el SA, se hace referencia de 3 especies de fauna con algún estatus de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de 6 especies consideradas en la CITES. Estas especies se detectaron para el SA, las cuales no serían influenciadas por el proyecto, además que son especies recurrentes de la zona, que en esta zona y en las zonas aledañas, tienen espacios adecuados para su sobrevivencia.

IV. 2. 3 Paisaje

Se considera un análisis del estado actual y el escenario futuro de la región donde se desarrollará la Unidad minera.

a-Visibilidad.- la situación actual del SA es la de un área que cuenta con diversos tipos de vegetación en su mayoría bosques de encino y bosque de encino – pino, teniendo en menor proporción pastizal inducido y bosque de pino encino, entre otros.

Como se ha manifestado en otras partes de este trabajo, el sitio del proyecto minero La India se ubica en un terreno montañoso y accidentado, lo que hace que los lugares que se considera pueden ser utilizados, para el desarrollo de las obras mineras, están bordeados por morfoestructuras que representan obstáculos para su visibilidad. En consecuencia, se puede expresar que las instalaciones solamente podrán ser apreciadas desde las inmediaciones de las mismas o desde lugares muy cercanos que prácticamente carecen de población humana, por lo que su sensibilidad visual es nula a baja.

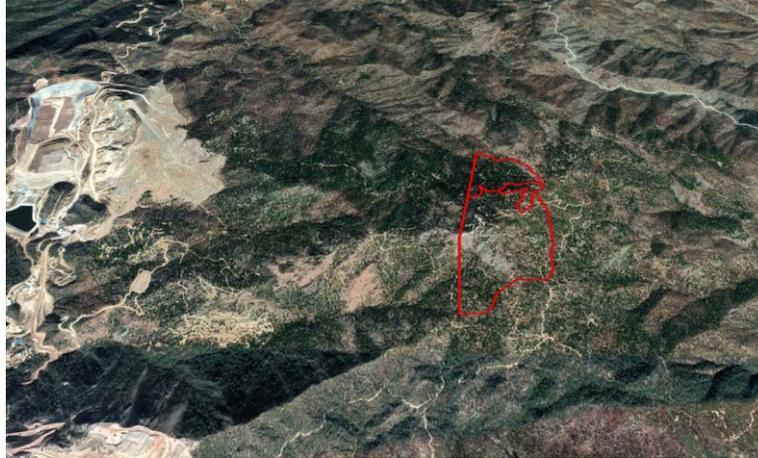
La región es de muy baja densidad poblacional y en el área bajo estudio no existen centros poblacionales ni vías de comunicación vecinales desde las cuales las personas en tránsito puedan observar el sitio del proyecto. Los caminos en el área son solamente para el acceso a los pocos ranchos existentes y al proyecto minero, además de que muchos de ellos sólo son transitables mediante vehículos de doble tracción durante la parte lluviosa del año, lo que pone en evidencia la escasa frecuencia humana.



Fotografía IV. 6 Vista de alguna de las áreas solicitadas

Existen caminos de terracería al interior del SA y brechas que llevan y conectan a ranchos cercanos. Las actividades antropogénicas en la región se asocian con actividades agrícolas, ganaderas y forestales, esta última siendo aprovechado por las personas de las comunidades como forma de autoconsumo. También se tienen vestigios de que aquí se han realizado aprovechamientos mineros y aprovechamientos domésticos (como es el de los gambusinos y corte de leña).

Al W y SW del área de estudio se ubican las comunidades de La Iglesia (1.1 km) y El Trigo de Corodepe (4.6 km) respectivamente, mientras que Matarachi se ubica 2.2 km al E. Sin embargo, el sitio del proyecto no es visible desde estos centros poblacionales pues se interponen topografías elevadas. Adicionalmente, el camino que las comunica, que es el principal de la región conduciendo hasta Mulatos, rodea el área por sus lados W, N y E pero ubicándose en partes relativamente bajas por lo que no es posible observar el sitio del proyecto desde el mismo.



Fotografía IV. 7 Vista al Norte de la superficie solicitada aledañas a la unidad minera, zona rodeada por la Sierra Madre caracterizada por numerosos cañones y pendientes pronunciadas

Las principales actividades mineras, implicarían un cambio de fisonomía del terreno sin embargo durante la operación del mismo se generarán beneficios económicos para los propietarios y podría ayudar a mejorar la interrelación económica y dinámica de servicios

El escenario futuro consiste en el aspecto antes descrito, pero con cambio sólo hacia el área precisa del posible proyecto, ya que se añaden obras mineras, las cuales serán visibles únicamente en lugares cercanos. Estas obras serían fuerte indicador de la presencia del hombre y su desarrollo, considerándose éste, el aspecto más afectable en cuanto a visibilidad.

Se puede concluir que, en cuanto a visibilidad, el proyecto minero no representa un factor significativo para el paisaje, toda vez que la densidad de observadores es demasiado baja y que el proyecto solamente podrá ser apreciado desde lugares cercanos al mismo y/o despoblados o, en algunos casos (ranchos pequeños), con escasos moradores, además de la carencia de personas en tránsito por la inexistencia en el área de caminos comunicando a los centros poblacionales de la región.

La calidad paisajística.- Se afecta con la incorporación de los elementos artificiales, considerando estos terrenos sinuosos con vegetación de transición, los pequeños poblados y la actividad antropológica local, como parte del paisaje natural, había una variación del paisaje, siendo interceptada la visión perpendicular, pero la población en general no tendría acceso hacia esos espacios, aparte de que la afectación sería temporal.

Cabe mencionar que el paisaje, ya actualmente ya ha sido afectado por infraestructura como caminos y poblados, otros espacios que utiliza la ganadería, pequeñas actividades agrícolas y forestales se le adicionan otros elementos tangibles con el desmonte del terreno, la implantación de infraestructura minera, que sólo está contemplado en espacios estratégicamente seleccionados. En el área específica del proyecto, la afectación visual sólo se verá en el sitio específico, ya que el proyecto se localiza en una parte interna entre las lomas, con visión reducida sólo cuando se está en el sitio específico, ya que el proyecto se encuentra retirado de los poblados próximos principales como La Iglesia, El Trigo de Corodepe y Matarach.

La infraestructura de un proyecto de aprovechamiento, sería medianamente captada por la visual y contrastará con el paisaje natural (aunque ya existen diferentes espacios de terreno que se ocuparon en el pasado de actividades mineras), la infraestructura complementaria a la actividad minera, también será contrastante ya que seguramente incluirá instalaciones propias para la labor. Dado que la presencia humana es de muchas décadas atrás, que el crecimiento y desarrollo de la población es pujante en la actualidad y que en el área del SA existe ya infraestructura antropogénica. Se considera probable que el cambio que las actividades generarán, será

gradualmente absorbido en el paisaje actual del área de los posibles proyectos. La inclusión en el paisaje de una obra de carácter de exploración minera o de aprovechamiento, ofrecerá un contraste del proceso de modernización y desarrollo de la población que está en crecimiento. Se reconocen los valores naturales y del paisaje, pero también se entiende que la comunidad en general busca mejorar sus ingresos económicos y en equilibrio con la sociedad y recursos.

Fragilidad:

En cuanto a la susceptibilidad del paisaje del área del proyecto minero en el deterioro de sus valores naturales, culturales, visuales y perceptivos, se considera que ésta es baja toda vez que en el transcurso de este trabajo no se identificaron procesos que, por su intensidad o extensión, estén impactando negativamente al paisaje y al mismo tiempo, previniendo la absorción y recuperación de dichos impactos. Es de importancia mencionar sobre todo que no se reconocieron fuertes procesos de fragmentación paisajística ni tampoco un cambio rápido en la composición y abundancia de las especies vegetales. Además, estos procesos no se verán coadyuvados grandemente por las operaciones mineras.

Dadas estas condiciones, se considera que existe una capacidad de moderada a buena para absorber los impactos que causarán las actividades mineras propuestas. Se estima que es moderada en los lugares donde se desarrollarán las obras de vaciadero y rampa, toda vez que en éstos cumplan con las apropiadas medidas de mitigación y restauración y con esto poder regenerar la cobertura vegetal, con lo que se disminuiría el contraste cromático y se propiciaría la "mezcla y fusiónamiento" paisajístico con el entorno. Sin embargo, lo que sí no es factible revertir es la alteración topográfica al generarse nuevas topofomas por estos elementos.

Las áreas más frágiles corresponden a los sitios donde se desarrollará el tajos ya que, por sus altas pendientes excavadas en roca, estos rasgos son permanentes y no es factible su restauración. Por otro lado, la naturaleza no tiene la capacidad para revertir en un período de tiempo adecuado los impactos. Sin embargo, esta fragilidad se ve compensada por la bajísima cantidad de personas afectadas y por la poca visibilidad que tienen los sitios de posibles tajos, aunque su conformación final es desconocida. En una etapa más avanzada del proyecto, cuando se tengan precisados los sitios y la morfología final de los tajos (al cierre del proyecto), se podrá hacer una mejor evaluación del impacto paisajístico de los mismos y, consecuentemente, determinar medidas para su reducción.

IV. 2. 4 Medio socioeconómico

En este apartado se hace mención de la información referente a las características sociales y económicas que se encuentra dentro y a sus alrededores del SA o area de influencia basandose en la información del Estudio de Línea Base Social.

El área de influencia de la Mina La India abarca seis comunidades del estado de Sonora, de las cuales cinco forman parte del municipio de Sahuaripa: Agua Buena, El Crucero, El Trigo, La Iglesia y Matarachi; y, Tarachi, perteneciente al municipio de Arivechi.

Ubicación geopolítica. El Sistema Ambiental se ubica dentro de los municipios de Sahuaripa (97.58%) en mayor proporción y solo una pequeña parte en Arivechi (2.42%). Sin embargo las diversas actividades proyecto La India se desarrollan solamente dentro del municipio de Sahuaripa. La cabecera municipal de Sahuaripa se localiza aproximadamente a unos 49 km en línea recta hacia el Noroeste del polígono del proyecto.

A continuación en la siguiente tabla se muestran las localidades más cercanas al proyecto:

Tabla IV. 53 Localidades rurales más cercanas al área de la Unidad Minera La India

Municipio	Nombre	Distancia lineal (km)	Dirección
Sahuaripa	Mulatos	14	Sureste

Sahuaripa	Matarachi	6	Noreste
Sahuaripa	Trigo de Corodepe	11	Suroeste
Sahuaripa	La Iglesia	7	noroeste
Sahuaripa	Los Troncones	8	Sureste
Sahuaripa	El Victor	17	Sureste
Sahuaripa	La Morita	20	Sureste
Sahuaripa	Zaragoza	12	Sureste
Sahuaripa	El Ranchito	18	Sureste
Sahuaripa	La Escuadra	14	Sureste
Sahuaripa	La Amargosa	1	noroeste
Sahuaripa	El Tabacote	12	Suroeste
Arivechi	Tarachi	12	noroeste

a) Demografía

Población: dinámica y características

En el área de influencia de Mina La India residían 719 habitantes: el 48.1% (346 personas) en Tarachi, el 34.5% (248 personas) en Matarachi, el 11.8% (85 personas) en El Trigo y el porcentaje restante (5.6%) se distribuye entre Agua Buena (13 personas) El Crucero (5 personas) y La Iglesia (22 personas). La población masculina representa el 50.9% (366 hombres) y la femenina el 49.1% (353 mujeres) de la población del área de influencia.

Entre 2010 y 2016, la población del área de influencia ha aumentado en promedio 2.4% anual; este crecimiento poblacional se asocia de manera directa con el desarrollo minero en la región. La población es relativamente joven: el 50.8% (365 de 719 personas) tiene entre 0 y 29 años de edad; el 36.0% (259 de 719 personas) es adulta (30 a 64 años de edad); y, el 13.1% restante concentra a la población adulta mayor (65 o más años).

La mayoría de la población asentada en el área de influencia es originaria del estado de Sonora, esto es el 93.5% del total. Durante los últimos 5 años (2011-2016), el 81.9% de la población no ha cambiado de residencia, solamente el 15.9% trasladó su residencia hacia otra comunidad dentro del estado de Sonora, 1.5% hacia otros estados de la república (Chihuahua y Sinaloa) y 0.6% emigró hacia Estados Unidos de América.

Todos los residentes hablan español y once personas son hablantes de lengua indígena, diez hablan lengua pima y uno habla dialecto mayo. Además, el 5.0% (32 de 646 personas) de la población de 5 o más años de edad se autodenomina indígena.

Servicios de salud

Los centros de salud están ubicados en Matarachi, El Trigo y Tarachi, aunque solo en Tarachi se ofrece servicio de consulta externa al contar con médico permanente y, los auxiliares de salud son responsables de la distribución de medicinas, donadas por Mina La India, en las comunidades de El Trigo, Matarachi y La Iglesia.

Gran parte de la población tiene acceso a los servicios de salud a través del Seguro Popular (35.7%) y, en menor medida, del Instituto Mexicano del Seguro Social (21.3%). La infraestructura de salud, equipo médico, así como el abasto de medicinas presenta graves deficiencias, por eso, la población se tiene que trasladar hacia ciudades más grandes para atender sus problemas de salud.

Educación

La oferta educativa se reduce a la educación básica: preescolar, primaria y secundaria. Estas instituciones se concentran en Matarachi, La Iglesia, El Trigo y Tarachi. La escolaridad promedio de la población de 15 o más

años es de 6.6 años de estudio, por debajo del promedio municipal (7.4 años de estudio) y estatal (9.4 años de estudio); además, el 3.7% de ese subconjunto poblacional nunca asistió a la escuela y el 95.8% sabe leer y escribir un recado en español (alfabeta).

Considerando como referencia a la población de 15 o más años de edad, se tiene la siguiente distribución por nivel de estudios: el 34.8% tiene educación primaria incompleta, el 18.7% terminó la escuela primaria, el 5.6% ha cursado estudios de secundaria, el 23.5% concluyó la educación secundaria, el 3.7% cuenta con estudios inconclusos de bachillerato, el 5.6% tiene bachillerato completo y el 1.7% y 2.1% ha cursado estudios a nivel superior incompleta y completa, respectivamente.

El porcentaje de asistencia escolar de la población de 5 a 24 años (población en edad escolar), en el área de influencia, por nivel educativo de primaria, secundaria y bachillerato asciende a 66.9%, 21.3% y 6.6%, respectivamente. Las condiciones materiales en que se educan los niños y jóvenes apenas son aceptables; las carencias educativas son variadas, desde el mal estado físico de los inmuebles escolares hasta el escaso equipo escolar de que se dispone en las escuelas locales.

Producción y empleo

Las actividades económicas predominantes, son: la ganadería de bovinos con fines de mercado; la agricultura de temporal articulada en torno a la producción de autoconsumo de maíz, frijol y papa, así como la siembra de pastizales (sorgo) para alimentar al ganado; la explotación forestal (tala de encinos) es relevante para el ejido Matarachi; y, la minería es la actividad más importante porque genera empleo remunerado. La vocación productiva está basada en la explotación de los recursos naturales que son abundantes en el área de influencia.

En el área de influencia predomina la propiedad ejidal: 1) El ejido Matarachi tiene una superficie de uso común de 4,238.09 hectáreas y, son 39 ejidatarios, 21 vecindados y 2 posesionarios. 2) El ejido La Iglesia cuenta con 1,406.02 hectáreas de uso común y, son 28 ejidatarios y 6 vecindados. 3) El ejido Tarachi tiene 11,327.77 hectáreas parceladas y 5,124.13 hectáreas de uso común, cuenta además con 254 ejidatarios, 88 vecindados y 4 posesionarios. Estos datos validan la importancia crucial que tienen los ejidatarios como organizaciones productivas y, como propietarios de las tierras.

En el área de influencia se contaron 22 empresas del giro comercial, principalmente. La mayoría se localiza en Matarachi (9 de 22 negocios), Tarachi (6 de 22 negocios), El Trigo (5 de 22 negocios) y uno en Agua Buena y La Iglesia. El abasto de bienes y alimentos básicos se comercializan a través de Diconsa, con establecimientos en La Iglesia, El Trigo, Matarachi y Tarachi.

La PEA asciende a 291 personas mayores de 15 años de edad y la tasa de ocupación es de 96.9%, lo que significa que el desempleo afecta al 3.1% de la PEA. Gran parte de la PEA se ocupa en la minería (35.5%), ganadería (20.6%), agricultura y ganadería (13.8%), agricultura (6.0%), comercio (6.7%), gobierno (2.8%), principalmente.

El 74.8% de la población ocupada recibe una remuneración monetaria por su trabajo, en Matarachi este porcentaje es de 89.1% y Tarachi de 75.7%. A su vez, el 35.7% de la población ocupada recibe ingresos mensuales entre 4,383 y 6,574 pesos (de 2 a 3 salarios mínimos), este porcentaje es mayor en Matarachi con 37.0% y, en Tarachi la población ocupada con este nivel de ingreso es de 35.9%. Destaca la minería como fuente generadora de empleo remunerado en el área de influencia

Condiciones de vivienda

En el área de influencia se censaron 219 viviendas, cuya distribución presenta el siguiente orden por comunidad: 102 viviendas (46.6%) en Tarachi; 70 viviendas (32.0%) en Matarachi; 33 viviendas (15.1%) en El Trigo; 11 viviendas (5.0%) en La Iglesia; 2 viviendas (0.9%) en Agua Buena; y una vivienda (0.5%) en El Crucero.

El 88.1% de las viviendas son ocupadas por sus propietarios y, el promedio de ocupantes por vivienda asciende a 3.3 a nivel de área de influencia. A su vez, los materiales de construcción que predominan en las viviendas, son: 1) pisos, el 67.3% se han recubierto con cemento o firme y el 22.4% con tierra; paredes, el 74.0% se han edificado con adobe y el 21.9% con tabique y/o block; techos, el 85.4% se han construido con lámina metálica, mientras que, en el 11.0% han usado madera.

La disponibilidad de servicios básicos en las viviendas muestra la marginación socioeconómica de la población asentada en el área de influencia. 1) El 77.2% (169 de 219 casas) de las viviendas dispone de energía eléctrica generada por paneles solares, plantas de electricidad y baterías, es decir la Comisión Federal de Electricidad no suministra el servicio de electricidad. 2) El 54.8% de las viviendas tienen dotación de agua entubada dentro de la misma, el 24.2% dispone de agua entubada dentro del terreno de la vivienda y el 13.7% se abastece de agua de pozo, arroyo y/o río. 3) El 43.8% de las viviendas disponen de fosa séptica y, el 26.0% no cuenta con sistema de drenaje.

El equipamiento de la vivienda con electrodomésticos es reducido: disponen de estufa de gas el 87.2%, estufa de leña el 90.0%, televisor el 44.7%, refrigerador el 23.7% y lavadora el 16.9%. Destaca el hecho de que el 52.1% de las viviendas están equipadas con tinacos, piletas y cualquier otro recipiente de agua; asimismo, el 68.9% de las viviendas disponen de automóvil o camioneta y el 58.0% cuentan con teléfono móvil.

Familia, tradiciones y estilo de vida

La dinámica familiar se apega a la diferenciación de roles de hombres y mujeres, tanto al interior de las familias como en el contexto externo. El 82.2% de las familias tienen jefatura masculina porque los hombres son responsables de la manutención del hogar y las mujeres de los quehaceres domésticos y de la crianza de los hijos, principalmente.

Para el 59.8% de las familias del área de influencia es importante producir alimentos con fines de autoconsumo; por comunidad esta proporción presenta diferencias: El Crucero (100.0%), La Iglesia (81.8%), Tarachi (60.8%), El Trigo (60.6%), Matarachi (54.3%) y Agua Buena (50.0%).

Las familias enfrentan diversos problemas, como: el desabasto de agua (44.7%), el gobierno no otorga apoyos a la población local (11.4%), el desempleo de algún miembro de la familia (9.1%), la escasez de recursos monetarios para comprar bienes y servicios básicos (7.3%), la carencia de servicios básicos (5.0%) y la mala calidad de materiales de construcción de la vivienda (3.2%). Destaca el desabasto de agua por comunidad: La Iglesia (63.6%), Tarachi (49.0%), Matarachi (42.9%) y El Trigo (33.3%).

A su vez, los factores determinantes del bienestar de las familias, son: la generación de empleo (30.1%), la calidad de carreteras y caminos (25.6%), la oferta y calidad de servicios de salud (12.8%), la calidad de servicios públicos (12.3%), la protección ambiental (4.1%) y las escuelas en lo que respecta al equipamiento y número de profesores (3.7%).

La situación socioeconómica del 45.7% de las familias ha mejorado a consecuencia de la actividad minera, considerando la operación de Mina La India y Mina Mulatos, que se realiza en las cercanías del área de influencia; y, por comunidad se tiene de mayor a menor porcentaje a Matarachi (65.7%), Tarachi (43.1%), La Iglesia (27.3%) y El Trigo (21.2%). Esta percepción se asocia positivamente con los ingresos monetarios de la población local que trabaja en minería (80.5%), la derrama económica generada por la minería (15.2%), los ingresos obtenidos por la renta de tierras ejidales (2.2%) y la buena condición física de carreteras y caminos.

Organizaciones de base social

A nivel del área de influencia de Mina La India, las organizaciones de base social más importantes, son: A) Las autoridades locales representados por los comisarios municipales en El Trigo, Matarachi y Tarachi. B) Los ejidos de La Iglesia, Matarachi y Tarachi. C) Las organizaciones funcionales, como: los comités de salud de

Matarachi y Tarachi, el personal docente de las es-cuelas locales, asociaciones de padres de familia y auxiliares de salud. D) Las organizaciones religiosas, católicos y apostólicos.

En el área de influencia, la participación social de la población asciende a 28.3%. Por comunidad, el porcentaje de menor a mayor participación social: Matarachi (12.9%), Tarachi (34.3%), El Trigo (36.4%), Agua Buena (50.0%) y El Crucero (100.0%). Básicamente la población no participa en temas sociales porque no le interesa (12.7%), no quiere perder tiempo (7.3%), no tiene nada que defender (10.0%), no los toman en cuenta (5.3%), entre otras razones. Estos resultados indican que la cohesión social en las comunidades es significativamente baja, pues la población no tiene la tradición o costumbre de solucionar de manera colectiva los múltiples problemas de sobrevivencia que enfrenta cotidianamente.

Pese a lo anterior, el 70.3% de la población reconoce la existencia de líderes en el área de in-fluencia; el reconocimiento de líderes es más elevado en Agua Buena y El Crucero con 100 por ciento; seguido por La Iglesia (72.7%), Tarachi (73.5%), El Trigo (75.8%) y Matarachi (67.5%). Los líderes con mayor reconocimiento social, son: C. José Rivera Núñez (29.9%), Presidente del Comisariado Ejidal de Matarachi; C. Juan Antonio Villarreal (26.0%), Comisario Municipal de Tarachi; C. Francisco Monge López (13.6%), Presidente del Comisariado Ejidal de Tarachi; C. Car-los Acuña Valdez (12.3%), Comisario Municipal de El Trigo; C. Miguel Ángel Cornejo Amaya (3.2%), Comisario Municipal de La Iglesia; C. Fernando Amaya Cornejo (2.6%), Presidente del Comisariado Ejidal de La Iglesia; entre otros líderes mencionados.

Las organizaciones de base social con mayor tradición en el área de influencia, son los ejidos, la iglesia católica y los partidos políticos; esto último es relevante, aunque la población entrevistada se manifiesta sin preferencias partidistas es evidente que se movilizan con fines políticos.

Percepciones sobre minería

La aceptación social de la actividad minera es de 69.4% a nivel de área de influencia y, por comunidad de mayor a menor nivel de aceptación se tiene a Agua Buena (100.0%), El Crucero (100.0%), Matarachi (84.3%), La Iglesia (81.8%) y El Trigo (72.7%) y Tarachi (55.9%). El desacuerdo con la minería se debe principalmente, según la población informante, a sus afectaciones ambientales: la contaminación del medio ambiente (55.8%), la contaminación de arroyos (9.6%), el despojo potencial de tierras (9.6%), el polvo generado por el tráfico de vehículos (5.8%), la contaminación en el futuro próximo (5.8%), entre otros.

A nivel de área de influencia, al 42.5% de la población informante le gustaría trabajar en el sector minero y, en mayor proporción, se expresan en ese sentido en Agua Buena (100.0%), El Crucero (100.0%), Matarachi (58.6%), La Iglesia (27.3%), Tarachi (33.3%) y El Trigo (36.4%). La población aspira a trabajar en minería, para obtener ingresos monetarios, tener la posibilidad de apoyar económicamente a la familia, adquirir experiencia laboral, diversificar intereses laborales y mejorar sus condiciones de vida, en general.

De acuerdo con el 53.0% de la población informante, la minería no ha generado beneficios eco-nómicos: Agua Buena (100.0%), El Crucero (100.0%), El Trigo (84.3%), La Iglesia (72.7%), Tarachi (50.0%) y Matarachi (37.1%). Por el contrario, la minería ha generado beneficios económicos, para el 43.8% de la población informante, debido a que: trabajan directamente con una empresa minera en fase de explotación (76.0%), trabajan con una empresa contratista de la minera (12.5%), tienen negocios que venden alimentos y bebidas a empleados mineros (5.2%), rentan una vivienda o brindan servicio de hospedaje a trabajadores mineros (2.0%), entre otros motivos (4.2%). Esta percepción se concentra básicamente en las comunidades de mayor tamaño: Matarachi (58.6%) y Tarachi (47.1%).

La minería ha generado impactos positivos en el área de influencia, según el 55.7% de la población informante, y por comunidad se tienen los siguientes resultados: El Crucero (100.0%), La Iglesia (72.7%), Tarachi (63.7%), Agua Buena (50.0%), Matarachi (47.1%) y El Trigo (42.4%). Estos impactos, por orden descendente, son: la generación de fuentes de empleo (51.6%), los apoyos otorgados a las escuelas (22.1%), los apoyos otorgados a los centros de salud (9.0%), el mantenimiento a carreteras, caminos y puentes (4.9%), la donación de regalos

en fechas especiales (3.3%), la derrama económica (2.5%), los apoyos otorgados a la población adulta mayor, los ejidatarios y otros (6.6%).

Para el 31.5% de la población informante, la minería ha generado impactos negativos en el área de influencia: Agua Buena (100.0%), El Crucero (100.0%), El Trigo (45.5%), La Iglesia (45.5%), Matarachi (28.6%) y Tarachi (25.5%). Los impactos negativos de la minería más relevantes, son: 1). contaminación atmosférica (42.0%), por el polvo generado por el incremento del tráfico vehi-cular; 2). contaminación del agua (30.4%), por los residuos de aguas negras, minerales y químicos; 3) contaminación ambiental (10.1%), por afectaciones sobre la flora, fauna, agua y aire; 4) escasez de agua (4.3%) por la sequía y el incremento en la demanda, 5) entre otros impactos (13.0%), como la presencia de población foránea.

En todas las comunidades del área de influencia destacan dos impactos negativos de la minería: 1) La contaminación del agua en La Iglesia (60.0%), Tarachi (42.3%), Agua Buena (50.0%), El Crucero (100.0%) y Matarachi (25.0%). 2) Y, la contaminación atmosférica en El Trigo (86.7%), La Iglesia (40.0%), Matarachi (25.0%), Tarachi (30.8%) y Agua Buena (50.0%).

De manera complementaria se tiene que la minería ha provocado afectaciones en sus comunidades, según el 33.8% de la población informante del área de influencia, y por comunidad: Agua Buena (100.0%), El Crucero (100.0%), La Iglesia (63.6%), Tarachi (40.2%), El Trigo (36.4%) y Matarachi (15.7%). Las afectaciones negativas, son: contaminación de arroyos y cuerpos de agua (40.5%), contaminación atmosférica (29.7%), contaminación ambiental (23.0%), escasez de agua (2.7%) y otras afectaciones (4.1%).

Percepciones sobre Mina La India

Mina La India es conocida por el 86.8% de la población informante del área de influencia, y en Agua Buena (100.0%), El Crucero (100.0%), La Iglesia (90.9%), Matarachi (88.6%), El Trigo (87.9%) y Tarachi (84.3%). No obstante, la población informante que ha mantenido contacto con personal de Mina La India es reducido, el 26.9% a nivel de área de influencia. La comunicación entre la población y el personal de Mina La India ha sido mayor en La Iglesia (54.5%), Tarachi (30.4%), Matarachi (28.6%) y El Trigo (6.1%).

Del total de población informante que ha mantenido comunicación con personal de Mina La India (59 de 219 personas), el 66.1% manifiesta que ha conversado con Jacinto Cornejo y, en general, es el empleado con mayor presencia en: El Trigo (100.0%), Tarachi (67.7%), La Iglesia (66.7%) y Matarachi (60.0%). Otros empleados de Mina La India con presencia en las comunidades, son: Fernanda Parra y Gildardo Montenegro.

Mina La India es una opción de empleo para los trabajadores locales, según el 78.5% de la población informante del área de influencia. En ese mismo sentido se expresa la mayoría de la población que reside El Crucero (100.0%), Tarachi (93.1%), Matarachi (85.7%), La Iglesia (54.5%), Agua Buena (50.0%) y El Trigo (27.3%).

En el área de influencia prevalece la opinión de que Mina La India ha contribuido en el desarrollo económico de las comunidades, de acuerdo con el 55.7% de la población informante; por comunidad se tienen los siguientes datos: El Crucero (100.0%), Matarachi (68.6%), Tarachi (58.8%), El Trigo (21.2%), La Iglesia (45.5%) y Agua Buena (50.0%).

Más específicamente, a nivel del área de influencia, se considera que la principal contribución de Mina La India en el proceso de desarrollo económico es la generación de fuentes de empleo para la población local: El Crucero (100.0%), Tarachi (68.3%), El Trigo (57.1%), Matarachi (39.6%) y La Iglesia (20.0%).

En general, predominan la percepción positiva sobre Mina La India, el 57.5% de la población informante clasifica a la empresa como buena y excelente. En sentido contrario, se expresa el 5.9% de la población informante con una percepción negativa de Mina La India por varios facto-res, como: la contaminación que genera; la falta de cuidado ambiental; el incumplimiento de acuerdos pactados con la comunidad; no generar empleo para trabajadores locales; y otorgar pocos apoyos a las comunidades. Destaca el hecho de que el 26.5%

de la población informante no tiene ninguna opinión sobre Mina La India porque no sabe nada de minería, principalmente.

Los resultados por comunidad son contrastantes. En Tarachi, la mitad de la población informante tiene una opinión positiva sobre Mina La India, además el 6.9% mantiene una opinión positiva, aunque condicionada y el 9.8% mantiene una percepción negativa sobre la operación de Mina La India. En Matarachi (71.5%) predomina la percepción positiva sobre Mina La India, al igual que en Agua Buena (100.0%) y El Crucero (100.0%); mientras que, la población informante de El Trigo (45.5%) y La Iglesia (63.6%) tienen también una percepción positiva, aunque en menor proporción que las comunidades restantes.

b) Factores socioculturales

Los habitantes de la zona del proyecto aprovechan los recursos naturales principalmente para la crianza de ganado bovino, caprino y equino. En virtud de que el área no posee las características adecuadas para la agricultura, de forma muy limitada a nula se da la siembra de cultivos como el maíz, el frijol en pequeñas parcelas desmontadas para tal fin en lugares con pendiente suave. Así mismo, en los patios de sus moradas, algunos habitantes tienen frutales.

El aprovechamiento de la vegetación natural, adicional a la crianza de ganado ya mencionada, es baja y destinada al uso local, principalmente para el desarrollo de postera para cercos y corrales, así como para la construcción de casas y como combustible en la forma de lena.

IV. 2. 5 Diagnóstico ambiental

Para poder determinar la calidad del área se identificaron los componentes, recursos y área dentro del sistema ambiental, los cuales nos permitieron determinar las fuentes de cambio que se generarían y el resultado de ello.

La pérdida vegetal debido a las actividades de desmonte y despalle en los terrenos naturales principalmente de vegetación arbustiva ocasionan deterioros ambientales, sin embargo estos espacios se verán recuperados una vez que se inicie con las actividades de revegetación en las etapas de abandonos de los sitios que vayan concluyendo sus actividades.

En el medio físico, encontramos que el clima, aire no han presentado variaciones significativas dentro del sistema ambiental. Sin embargo el suelo es el componente mayor afectado ya que se modificará de manera permanente para permitir la instalación de las obras mineras.

Con relación a los componentes anteriores tenemos que el medio biótico sufrirá modificaciones por las labores de desmonte, sin embargo, debido a la representación tan grande de las especies en toda la región no se prevé que se provoque la pérdida de variedad de especies tanto de flora como de fauna silvestre.

Sin embargo el medio socioeconómico de la región es el más beneficiado ya que de desarrollarse el proyecto, continuaría la falta de oportunidades laborales, lo que opten por emigrar a otras regiones, ciudades o países como Estados Unidos en busca de nuevas opciones para así poder mantener a sus familias y poder subsistir, por lo que el proyecto brinda un gran número de empleos principalmente a las familias de la región.

El área del proyecto se caracterizó y se llegó a la conclusión de que se encuentra con presencia de recursos naturales que se consideren esenciales para el desarrollo social y económico de la región, también el proyecto guardará armonía con el paisaje sin modificarlo de forma sustancial; concluyendo que la ejecución de este no provocará desequilibrio ecológico grave y/o deterioro en el ecosistema que cause impactos ambientales irreversibles y; todo ello siempre que estén sujetos a estrictas regulaciones de uso de los recursos naturales.

Tenemos que las actividades que se desarrollan en la minería se encuentran reguladas y normadas, por lo que previo a la realización de las acciones de cualquier índole se deben de presentar estudios como lo son los de

Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales, Manifestaciones de Impacto Ambiental, entre otros, los cuales al autorizarse se les imponen por la autoridad competente, una serie de Términos y Condicionantes que apoyarán a regular de manera más eficaz cualquier actividad que se vaya a realizar derivada del proyecto, en la nueva superficie propuesta.



CAPÍTULO V

**IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCION Y EVALUACION DE
IMPACTOS AMBIENTALES.**



Índice de contenido

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCION Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	1
V.1. METODOLOGÍAS PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	2
V.1.1 Indicadores de impacto.	2
V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto	4
V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación	5
V.1.3.1 Criterios	5
V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada	6

Índice de tablas

Tabla V. 1 Acciones que se llevarán a cabo en el proyecto	4
Tabla V. 2 Factores, sub-factores y componentes ambientales del proyecto	4
Tabla V. 3 Valores y cálculos de importancia.....	6
Tabla V. 4 Resumen de los tipos de lista de chequeos empleados para el desarrollo del proyecto	7
Tabla V. 5 Lista de chequeo simple	8
Tabla V. 6 Resumen de las interacciones identificadas por etapa	15
Tabla V. 7 Resultados de impactos parciales de la matriz de causa efecto (Leopold) con proyecto.....	15
Tabla V. 8 Matriz de impactos al factor suelo y rocas	17
Tabla V. 9 Matriz de impactos al factor agua.....	18
Tabla V. 10 Matriz de impactos al factor Aire	20
Tabla V. 11 Matriz de impactos al factor Flora.....	22
Tabla V. 12 Matriz de impactos al factor Fauna	23
Tabla V. 13 Matriz de impactos al factor Paisaje.....	25
Tabla V. 14 Matriz de impactos al factor Estatus Cultural.....	27
Tabla V. 15 Resumen de las consecuencias ambientales	29

Índice de figuras

Figura V. 1 Ejemplo de sub-factores y componentes ambientales en las EIA	3
--	---

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

El objetivo de esta sección es la identificación de los daños e impactos ambientales producidos por las diferentes actividades en la operación del proyecto. Al poder identificar los posibles impactos que este proyecto pueda causar al ambiente se pueden determinar con mayor facilidad las posibles medidas de minimización la corrección de sus efectos que puedan causar, ya que es imposible que cualesquier proyecto no traiga consigo en cualquier etapa de su vida útil impactos negativos.

En este contexto, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que para la evaluación de impacto ambiental se debe realizar una identificación y valoración, de forma objetiva e imparcial, de los efectos ambientales producidos por el desarrollo de obras y/o actividades que conforman los proyectos.

Atendiendo a lo anterior, el análisis expuesto fue conducido con objetividad e imparcialidad, siguiendo las recomendaciones de la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular de la SEMARNAT.

Asimismo se presentan, ante la autoridad, los resultados de un análisis técnicamente suficiente en cuanto a los efectos posibles del proyecto sobre el medio ambiente; a fin de que ésta determine si su ejecución es pertinente y compatible con los preceptos y principios de la política ambiental nacional.

Con la intención de lograr un balance objetivo de los efectos ambientales potenciales del proyecto, la evaluación realizada se enmarcó en los siguientes principios:

- Considera la mayor y mejor información disponible sobre la caracterización del sistema ambiental del sitio y su área de influencia.
- Tiene en cuenta el estado actual del área de influencia.
- Valora la importancia y vulnerabilidad de los componentes ambientales.
- La valoración de los impactos considera las prácticas y medidas de prevención, control y atenuación de efectos negativos que la empresa pudiera llevar a cabo en el proyecto, como parte de su diseño y estándares de operación y cierre.
- El análisis toma en cuenta los impactos positivos que el desarrollo del proyecto aportaría para detonar la actividad económica y servicios de la región.
- El reconocimiento predictivo de los impactos potenciales, como su evaluación y valoración, integran las técnicas y metodologías de análisis disponibles que se consideraron idóneas para el tipo de proyecto. Además, incorpora la experiencia del grupo consultor en la evaluación, gestión y seguimiento de proyectos mineros.

V.1. Metodologías para identificar y evaluar los impactos ambientales.

Las evaluaciones de impacto ambiental (EIA) son metodologías que permiten estimar de manera global la magnitud de un impacto ambiental, ante la influencia que puede generar la construcción de obras o el desarrollo de actividades humanas, tanto de manera favorable como adversa. Estas evaluaciones y las medidas de mitigación que se prescriben permiten que el desarrollo económico y social se integre de una manera óptima con los diversos proyectos y sin deteriorar con el uso de los recursos naturales requeridos para tales proyectos.

La selección de la metodología se realizó, debido a la facilidad de interpretación de esta, así como por la facilidad de adecuación a casi cualquier Proyecto. La amplia gama de factores a evaluar ayuda a no pasar por alto elementos ambientales y socio económicos, y de esta forma realizar las mejores identificaciones y evaluaciones de impactos ambientales.

El impacto ambiental se puede definir como la alteración o modificación de las condiciones del ambiente ocasionadas por el hombre ya sean negativa o positivamente. Para poder identificar las acciones de un proyecto, susceptibles de provocar impactos sobre el medio ambiente, es necesario diferenciar las distintas fases de la obra y las actividades que pueden provocar efectos importantes sobre los elementos del medio y factores ambientales.

La identificación de las actividades o acciones que se realizarán se han desglosado en las distintas fases de ejecución del proyecto y son las que tradicionalmente se emplean:

- **Fase de Preparación** (Planeación)
- **Fase de Construcción** (Preparación del sitio y Construcción)
- **Fase de Operación** (Operación, mantenimiento y abandono del sitio)

La identificación y valoración de los impactos permite indicar las posibles medidas correctoras o minimizadoras de sus efectos, tomando en cuenta que resulta prácticamente imposible erradicar por completo ciertos impactos negativos.

Es de hacerse notar que las especificaciones y normas bajo las que se desarrollan las diversas actividades del proyecto aseguran, desde su inicio, la prevención y mitigación de impactos, sobre todo los más agudos y aquellos referidos a la seguridad. En las herramientas de evaluación también se encuentran incluidos ciertos impactos benéficos que traerá consigo la ejecución del proyecto.

V.1.1 Indicadores de impacto.

El objetivo de esta sección es la identificación de los daños e impactos ambientales producidos por las diferentes etapas desde la preparación del sitio, construcción y operación, estas actividades se enuncian y detallan dentro del programa general de obra incluido en el Capítulo II de este documento.

Un estudio de evaluación de impacto ambiental (EIA), deberá de involucrar recursos humanos y económicos, especialmente para establecer la línea de base y mejorar los niveles de calidad y cantidad de información, la metodología suele ser similar y busca en su mayoría la identificación y evaluación de impactos. La evaluación comprende:

- La descripción del área de estudio en relación a los aspectos del ambiente que son o pueden ser afectados derivados a los proyectos, principalmente son el suelo, hidrografía, vegetación, fauna y ambiente social.
- La identificación de efectos y la predicción de la magnitud de los cambios sobre el ambiente, que considera una pre identificación de efectos, resultado de trabajos anteriores y revisión de antecedentes bibliográficos, y la elaboración de una matriz de interacción entre las acciones y los componentes ambientales (FAO 1995).

Se acepta que el ambiente físico comprende principalmente los componentes geomorfológico, clima, suelo, agua y aire (Estevan, 1980). Algunos autores incluyen también el paisaje, aun cuando estos últimos puede ser considerados parte del ambiente sociocultural (MOPU, 1981).

Todos los proyectos, como consecuencia de su actividad, repercuten sobre el medio ambiente, generando, en mayor o menor medida, un impacto ambiental.

Para poder actuar sobre los impactos ambientales, previamente la empresa debe identificar todos sus aspectos ambientales, para seguidamente evaluarlos y priorizar sobre los que va a actuar. Para poder realizar con éxito esta identificación y evaluación de sus aspectos ambientales, la promotora debe tener clara cuáles son sus posibles áreas de incidencia y, en consecuencia, sus impactos ambientales que genera o puede generar. A continuación se muestra una tabla de los componentes ambientales empleado para el desarrollo de estudios de impacto ambiental.

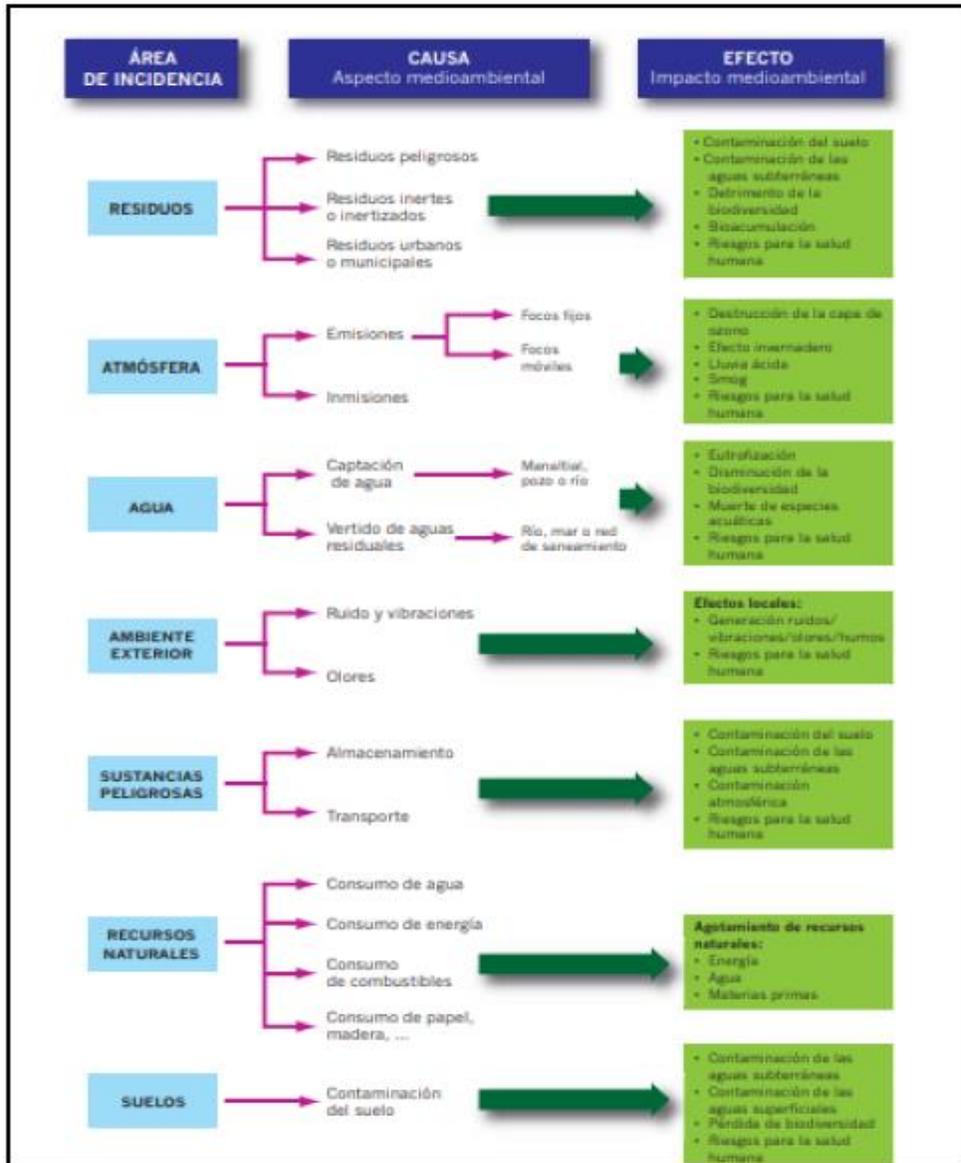


Figura V. 1 Ejemplo de sub-factores y componentes ambientales en las EIA

V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

La primera etapa consistió en sintetizar y ordenar todas las actividades relacionadas con la planeación, preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento del proyecto y finalmente la etapa de abandono del sitio. Con base en esta información se elaboró una lista de las actividades principales que impactan el área de interés de manera adversa o benéfica según sea el caso, dicha lista se presenta a continuación.

Tabla V. 1 Acciones que se llevarán a cabo en el proyecto

Acciones que se llevarán a cabo en el proyecto	
Etapas del proyecto	Actividades
Planeación	Planteamiento
	Diseño de obra
Preparación de sitio/Construcción	Movimiento de maquinaria
	Levantamiento de áreas temporales de trabajo
	Rescate y reubicación de especies de flora y fauna
	Desmante y despalme
	Rehabilitación de caminos
	Relleno, nivelación y compactación
	Conformación de rampa de acceso
	Conformación de tajo y vaciadero
Operación	Preparación del sitio para explotación (barrenacion)
	Voladura
	Movimiento de maquinaria
	Acarreo y trasiego de material
	Almacenamiento de material extraído
	Depósito de tepetate en vaciaderos
Mantenimiento	Mantenimiento preventivo y correctivo de equipo y maquinaria
	Riego de caminos
Abandono de sitio	Descompactacion de suelos
	Recubrimiento con suelo orgánico
	Reforestación
	Retiro de maquinaria
	Supervisión ambiental y monitoreo

Lista de factores y componentes ambientales.

En esta etapa se elaboró el inventario de los factores y componentes ambientales del área de estudio que podrían ser afectados por las actividades del proyecto. La relación de indicadores ambientales seleccionados desglosa los distintos componentes del ambiente y nos permite evaluar el impacto en las distintas fases del proyecto:

Tabla V. 2 Factores, sub-factores y componentes ambientales del proyecto

Factores, sub-factores y componentes ambientales del proyecto		
Factores Abióticos	Suelo y Rocas	Geomorfología
		Topografía
		Estabilidad/Erosión
		Contaminación
		Usos
		Compactación
	Agua	Superficial
		Subterránea
		Modificación del cause
		Calidad/Contaminación
	Aire	Contaminantes

		Olor
		Ruido
		Vibración
		Iluminación
Factores bióticos	Flora	Diversidad
		Aislamiento
	Fauna	Diversidad
		Aislamiento
		Propagación de fauna nociva
Factores humano	Paisaje	Vista esencia
		Turismo potencial
	Estatus cultural	Demografía
		Empleo y actividades económicas
		Salud y seguridad de la población
		Capacitación al personal
		Salud y seguridad ocupacional
		Bienes y servicio

V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

Los criterios de valoración del impacto que pueden aplicarse en un Estudio de Impacto Ambiental son variados y su selección depende en gran medida del autor y del estudio en específico. Pues en ocasiones algún método resulta ser muy adecuado para describir las interacciones de algún proyecto, pero esa misma metodología no se ajusta a otro esto puede derivarse de muchas situaciones como ubicación, ecosistema, estado del proyecto, normatividad, representatividad, confiabilidad, conocimientos del técnico entre otras. Pero a grandes rasgos se resumen en un pequeño grupo que no supera los 10 métodos reconocidos por las autoridades, ya que son los que han mostrado los mejores resultados. Complementando lo anterior la promovente ha decidido emplear aquellas metodologías en la evaluación de impacto ambiental recomendadas en la presente guía las cuales son:

1. Lista de chequeos (simple y descriptiva)
2. Matriz de Causa-Efecto (Matriz de Leopold, modificada por Conesa)

Dentro de los criterios de selección recomendados en las evaluaciones de impacto ambiental resaltan algunos, los cuales en su mayoría están incluidos en las metodologías seleccionadas, inclusive pueden agrupar nuevos criterios.

Para el proyecto en específico se realizó una evaluación más amplia pues su evaluación de impactos para ambas metodologías, se realizó por etapa del proyecto, generando una mayor complejidad a la hora de evaluar el proyecto no solo como un conjunto sino conforme se desarrollan las actividades.

V.1.3.1 Criterios

Para la aplicación de las listas de chequeo simple y descriptiva el evaluador desarrollo la respuesta al impacto de acuerdo al origen y tipo de impacto dependiente de la realidad observada y en base a los criterios de acuerdo a la experiencia.

La evaluación de los impactos para la aplicación de la metodología Matriz de Causa-Efecto de Leopold modificada por Conesa, se realizó con los siguientes criterios:

Signo: Hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

Intensidad: Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, el ámbito específico que actúa.

Extensión: Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad.

Momento: El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.

Persistencia: Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras

Reversibilidad: Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado como consecuencia de la acción acometida; es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

Los criterios utilizados contienen valores que permitieron cuantificar los impactos ambientales que se presentarían por la ejecución de las obras y actividades del proyecto, tal como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla V. 3 Valores y cálculos de importancia

Valores y cálculos de importancia			
Signo		I = Intensidad (destrucción)	
Impacto benéfico	+	Baja	2
Impacto adverso	-	Media	4
IMPORTANCIA		Alta	6
$\pm 1 \times (3I+2E+M+P+R)$		Muy alta	8
E = Extensión (área de influencia)		M = Momento (tiempo)	
Puntual	2	Largo plazo	2
Parcial	4	Mediano plazo	4
Colindante	6	Inmediato	6
Extenso	8	Critico	8
P = Persistencia (permanencia del efecto)		R = Reversibilidad (reconstrucción)	
Fugaz	2	Corto plazo	8
Temporal	4	Mediano plazo	6
Pertinaz	6	Largo plazo	4
Permanente	8	Irreversible	2

V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Primera evaluación de identificación de impactos ambientales – Lista de chequeo

Las listas de chequeo son relaciones categorizadas o jerárquicas de factores ambientales a partir de las cuales se identifican los impactos producidos por un proyecto o actividad específica. Existen listas de chequeo que se adecúan según el tipo de proyecto, haciendo una identificación expresa de los elementos del medio que en forma particular resultan impactados por las actividades desarrolladas en el marco del mismo. *Magrini* (1990) menciona que a pesar de que constituyen una forma concisa y organizada de relacionar los impactos, no permiten la identificación de las interrelaciones entre los factores ambientales.

La mayor ventaja que presentan las listas de chequeo es que ofrecen cubrimiento o identificación de casi todas las áreas de impacto; sin embargo, representan básicamente un método de identificación cualitativo, limitando su alcance en el proceso de evaluación, a un análisis previo.

Las listas de chequeo pueden clasificarse en varios tipos, para lo que en este proyecto en particular se emplearon las listas de chequeo simples y descriptivas.

Según Conesa (2010), son un método de identificación muy simple, por lo que se usa para evaluaciones preliminares. Sirven primordialmente, para llamar la atención sobre los impactos más importantes que puedan tener lugar, como consecuencia de la realización del proyecto

Las listas de chequeo simples pueden estructurarse a manera de listas o cuestionarios, para lo cual se formula una serie de interrogantes relativos a la posible ocurrencia de impactos sobre los diferentes factores producidos por un determinado proyecto. Son listas de los factores ambientales, actividades o efectos que deberán ser tomados en cuenta en la valoración. No proporcionan información específica sobre los métodos de estimación o la predicción y valoración de los impactos; en donde el evaluador escoge la respuesta dependiente de la realidad observada.

Las listas de chequeo descriptiva, a diferencia de las listas de chequeo simple, estas aportan algo más de información relevante para el evaluador de impactos: en general, incluyen descripciones de los posibles impactos, lo que facilita la toma de decisiones por parte del equipo evaluador

En síntesis, ambos tipos de listas –simples y descriptivas- proporcionan un enfoque estructurado para la identificación de impactos y factores ambientales concernidos en el marco ejecutorio las evaluaciones de impacto ambiental tal y como se muestra en el resumen de la siguiente tabla. La adecuada adopción y empleo de estas listas condiciona en buena medida el éxito alcanzado por el ejercicio evaluativo, ya que se corresponde prácticamente con su punto de partida, y de él dependerá el desarrollo secuencial de pasos posteriores que conducirá finalmente a la valoración y síntesis de impactos, y a la formulación del plan de manejo ambiental del proyecto.

Tabla V. 4 Resumen de los tipos de lista de chequeos empleados para el desarrollo del proyecto

Resumen de los tipos de lista de chequeos empleados para el desarrollo del proyecto	
Tipo	Descripción
Simple	Analizan factores o parámetros sin ser estos valorados o interpretados.
Descriptivas	Analizan factores o parámetros y presentan la información referida a los efectos sobre el medio.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la lista de chequeo simple por etapa de operación.

Dentro de cada tabla se pueden observar 4 variables o letras “**A – B – C**” las cuales marcan un impacto A adverso, B benéfico y C adverso bajo condiciones especiales según sea el caso además se hace referencia de los impactos más significativos al colocarlos en “**Negritas**” o resaltando la letra. En algunas ocasiones es posible detectar ambas dentro del mismo recuadro, esto es debido a que es posible que ciertos grupos de actividades pueden generar ambos impactos sobre un mismo componente ambiental.

Este tipo de listas de chequeo son un complemento de otras metodologías empleadas en el presente estudio, principalmente con la denominada Matriz de Leopold explicada más adelante.

Para la etapa de planeación tenemos una baja interacción pues es debido a que durante esta fase las actividades a desarrollar son casi nulas en el sitio, siendo principalmente trabajo de oficina por lo que se prevé que no se

generen impactos de consideración. La visita preliminar al sitio incentivará a la fauna local a desplazarse por la presencia de vehículos

Para la preparación del sitio y construcción es en este periodo cuando se inician las etapas de preparación de caminos, acondicionamientos de superficies aunando a estos impactos y/o alteraciones al medio natural. Es de mencionar que el factor social se refleja un cambio positivo en varios componentes ambientales

Para la operación del sitio tenemos que el impacto más fuerte se verá reflejado en las áreas solicitadas, áreas en donde se extraerá el material necesario para su posterior prueba en laboratorios fuera del área del proyecto. Vibraciones y ruido son afectaciones principales para los empleados operarios de estos equipos, sin mencionar los posibles accidentes que pudieran presentarse. De nueva cuenta el factor social en su mayoría muestra impactos positivos al generar una fuente de empleo y con ello el sustento de sus familias.

La etapa de mantenimiento, es primordial en cualesquier trabajo al que se someta el uso de maquinaria y equipos variados, debido a la posibilidad de accidentes por mal estado del mismo. Mas con ello, una vez realizado el mantenimiento preventivo como correctivo se disminuye la intensidad del impacto generado. Fugas de lubricantes, grasas o aceites, ruido, mejor eficiencia en el consumo de combustibles entre otros componentes ambientales que se podrían evitar su impacto negativo si se realizan estas operaciones.

El abandono del sitio consiste en dejar en condiciones similares o mejores a las que se encontraba el medio ambiente antes de realizar cualesquier actividad, es por ello que se pretende acondicionar el sitio a condiciones similares a las actuales. La mayor parte de estas interacciones se encuentran en un punto positivo por lo que el factor benéfico es el medio natural (biótico –abiótico) y el más perjudicial es factor social por el cierre de las operaciones, es decir la pérdida ocupacional de los empleados de la región. Caso contrario sucede durante las etapas de Preparación del sitio/Construcción el cual afecta al medio ambiente y beneficia al medio social.

De manera general tenemos que durante las diversas etapas se detectaron 81 impactos en total de los cuales 39 son impactos adversos, 35 son benéficos y 7 benéficos adversos que sucederán bajo condiciones anormales de operación, dando un total de 65 impactos tal y como se muestra en la siguiente tabla.-

Tabla V. 5 Lista de chequeo simple

Lista de Chequeo - Simple			Etapa del proyecto					
Factor	Sub - Factor	Componente ambiental	Planeación	Preparación del sitio/Construcción *	Operación	Mantenimiento	Abandono del Sitio	
Factores Abióticos	Suelo y Rocas	Geomorfología			A		B	
		Topografía		A	A	B	B	
		Estabilidad/Erosión		A	A		B	
		Contaminación*		C*	C*	B	B	
		Usos (Vocación natural del terreno)	A	A	A			
		Compactación		A	A		B	
	Agua	Superficial			A	A	B	B
		Subterránea			A	A	B	B
		Modificación del cauce						
		Calidad/Contaminación*			C*	C*	B	B
	Aire	Contaminantes			A	A		B
		Olor			A	A	B	A

		Ruido		A	A	B	A
		Vibración		A	A		A
		Iluminación		B	B		
Factores bióticos	Flora	Diversidad		A			B
		Aislamiento		A	A		B
	Fauna	Diversidad		A			B
		Aislamiento	A	A	A		B
		Propagación de fauna nociva				B	
Factores humanos	Paisaje	Vista escénica		A	A		B
		Turismo potencial					B
	Estatus cultural	Demografía		B	B		A
		Empleo y actividades económicas	B	B	B	B	A
		Salud y seguridad de la población		A	A		
		Capacitación al personal			B		A
		Salud y seguridad ocupacional*		C*	C*		C*
		Bienes y servicio		B	B	B	
* Indica que el componente ambiental se verá afectado solo bajo circunstancias fuera de lo normal							

Lista de chequeo descriptiva

Una segunda etapa de las listas de Chequeo, en su modalidad “descriptiva” son aquellas donde se describen los impactos en una serie de tablas con los sus interacciones adversas o benéficas, donde la primer columna menciona el componente ambiental, la segunda el origen del impacto y la tercera una descripción del impacto generado, tal y como se muestra a continuación.

Lista de Chequeo descriptiva – Tajo y Tepetatera

Impactos adversos

Suelos y Rocas – Impactos Adversos Tajo y Tepetatera		
Componente ambiental	Origen	Tipo de Impacto
Geomorfología	Extracción y acopio de material en las áreas destinadas a tajo y tepetatera	Se prevé que la extracción y acopio del material cambia la dinámica natural de la geomorfología.
Topografía	Extracción y acopio de material en las áreas destinadas a tajo y tepetatera	Modificación de la topografía al existir una acumulación de material estéril y extracción del material de interés.
Estabilidad/Erosión	Extracción y acopio de material en las áreas destinadas a tajo y tepetatera	Al eliminar la cubierta vegetal el suelo queda expuesto a que sea arrastrado por la acción del viento y lluvia principalmente, y al fragmentar las rocas o crear áreas de acopio estas pueden tener una baja estabilidad.
Contaminación *	Suelen ser derivado de operaciones fuera de lo normal durante el uso de la maquinaria y equipo	Al generarse fallas o averías en la maquinaria usada, existe la posibilidad de que se presente accidentalmente aceite, grasas o lubricantes
Usos (Vocación natural del terreno)	Apertura de tajos y depósito de materiales	Se cambiará el tipo de uso de suelo actual por otro, debido a que se buscarán diversos minerales en las cercanías.

Compactación	Generación de caminos para la extracción y acopio del material	Es necesario tener caminos para que la maquinaria pueda operar por lo que esas superficies se van compactando paulatinamente
--------------	--	--

Agua – Impactos Adversos Tajo y Tepetatera		
Componente ambiental	Origen	Tipo de Impacto
Superficial	Extracción y acopio de material en las áreas destinadas a tajo y tepetatera	Al estar el suelo desnudo los escurrimientos que se derivan de las precipitaciones son mayores, aumentando su velocidad de escorrentía y por ende una mayor erosión al suelo
Subterránea	Extracción y acopio de material en las áreas destinadas a tajo y tepetatera	Se tienen menores superficies naturales las cuales sirven para infiltrar el agua precipitada aumentando la recarga de los mantos freáticos.
Modificación del cauce	Al generar alteraciones a la topografía del lugar	Cauces de primer orden pueden ser modificados al remover la vegetación restante de las áreas autorizadas
Calidad/Contaminación	Derivado de operaciones fuera de lo normal durante el uso de la maquinaria y equipo.	Vehículos o equipos empleados pueden fallar y derramar accidentalmente aceite, grasas o lubricantes que pueden ser arrastrados aguas abajo o infiltrarse y contaminar los mantos freáticos

Aire – Impactos Adversos Tajo y Tepetatera		
Componente ambiental	Origen	Tipo de Impacto
Contaminantes	Movimiento de materiales, operación de maquinaria y vehículos	En su mayoría se generan polvos durante los movimientos de los materiales ya sea su acopio o extracción, así como de acciones para abrir caminos dentro del tajo o vaciaderos. Además de lo anterior los vehículos que empleen combustibles fósiles generarán diversos agentes químicos que son arrojados a la atmósfera.
Olor	Operación de maquinaria y vehículo	Los gases emitidos de los escapes generan olores hasta cierto punto desagradables.
Ruido	Movimiento de materiales, operación de maquinaria y vehículos	El movimiento de la maquinaria y la fricción de los materiales al mover emiten ruido
Vibración	Uso de maquinaria y equipo	El uso de la maquinaria y equipo por lo general producen vibraciones que pueden generar daño a la salud.

Flora – Impactos Adversos Tajo y Vaciadero		
Componente ambiental	Origen	Tipo de Impacto
Diversidad / Especies en algún estatus	Generación de polvos	La caída de polvos y PST pueden afectar el comportamiento normal de las especies vegetales sobre todo en aquellas que se encuentren en su colindancia
Aislamiento	Trabajos en tajos y vaciaderos	Se aíslan las especies al existir superficies que no cuenten con vegetación

Fauna - Impactos Adversos Tajo y Vaciadero		
Componente ambiental	Origen	Tipo de Impacto
Diversidad / Especies en algún estatus	Tajo, movimiento de maquinaria o vehículos y generación de polvo	La fauna silvestre puede caer y hacerse daño en el área de los tajos, además de que pueden ser lastimados o atropellados por el

		movimiento de vehículos. Aunando lo anterior la generación del polvo puede llegar a ser molesto para la fauna local.
Aislamiento	Trabajos en tajos y vaciaderos	Se aíslan las especies al existir superficies que no cuenten con vegetación, además de que el ruido y movimiento ahuyentan a las especies sobre todo las mayores.

Paisaje - Impactos Adversos Tajo y Vaciadero		
Componente ambiental	Origen	Tipo de Impacto
Vista esencia	Uso de tajos y vaciaderos	Son áreas extensas sin vegetación que alteran el paisaje natural del ecosistema.

Estatus Cultural - Impactos Adversos Tajo y Vaciadero		
Componente ambiental	Origen	Tipo de Impacto
Salud y seguridad de la población	Generación de polvos y gases contaminantes	El movimiento de maquinaria y materiales generan polvos, así como los vehículos emanan gases contaminantes que son arrojados a la atmósfera y pueden generar problemas a la salud u otras molestias
Salud y seguridad de la ocupacional	Cualquier actividad realizada	Durante cualquier proceso se pueden suscitar problemas al presentarse accidentes. Pero los daños a la salud presentes constantemente son la exposición a las temperaturas extremas y abatidas, radiación solar, ruido, inhalación de polvos y vibraciones

Impactos benéficos Tajo y Tepetatera

Flora – Impactos Benéficos Tajo y Tepetatera		
Componente ambiental	Origen	Tipo de Impacto
Especies en algún estatus (NOM-059-SEMARNAT-2010)	Desmante de vegetación paulatina en áreas autorizadas	Se tomarán las medidas necesarias para ubicar, rescatar y reubicar las especies susceptibles y que se encuentren en la presente norma, disminuyendo el daño generado

Fauna – Impactos Benéficos Tajo y Tepetatera		
Componente ambiental	Origen	Tipo de Impacto
Especies en algún estatus (NOM-059-SEMARNAT-2010)	Desmante de vegetación paulatina en áreas autorizadas	Se toman las medidas necesarias para ubicar, rescatar y reubicar las especies susceptibles y que se encuentren en la presente norma, disminuyendo el daño generado

Estatus Cultural – Impactos Benéficos Tajo y Tepetatera		
Componente ambiental	Origen	Tipo de Impacto
Demografía	Operaciones de tajo y tepetatera	Las oportunidades de trabajo tienen importantes beneficios como que la gente local no emigre en busca de empleos bien remunerados y además atrae pobladores de otras localidades.
Empleo y actividades económicas	Operaciones de tajo y tepetatera	El trabajo en si genera oportunidades permanentes de empleo y otras más de manera temporal que activan el capital en la región al contar con un sueldo fijo y bien remunerado.

Capacitación al personal	Inicio de actividad laboral en la empresa o de actividad diversa a la efectuada con anterioridad	Toda persona que entre tomará un curso de inducción general, aparte de tener capacitaciones específicas para tener a los empleados con la suficiente capacidad para laborar en el área de tajos y vaciaderos. De igual manera en caso de cambiar de actividad, se capacitará para la nueva área.
Bienes y servicios	Operaciones de tajo y tepetatera	El área de tajo a cielo abierto es un hueco de gran tamaño lo cual sirve como un área que puede acumular grandes cantidades de agua sin que esta se escurra y provoque erosión y se infiltre a los mantos freáticos con mayor facilidad. En supuestos desastres naturales y si se pidiera apoyo podrán emplearse recursos mineros, personal y/o maquinaria para el apoyo de las localidades cercanas.

Lista de Chequeo descriptiva – Rampa

Impactos adversos Rampa

Suelos y Rocas – Impactos Adversos Rampa		
Componente ambiental	Origen	Tipo de Impacto
Estabilidad/Erosión	Acarreo de materiales	Al momento de la eliminación de la vegetación el suelo queda expuesto a ser arrastrado por consecuente pudiera estar expuesto a una menor estabilidad y erosión, además la circulación.
Compactación	Acarreo de materiales	Los vehículos al transitar por la rampa al llevar el material de un punto irán van compactando el suelo.
Contaminación *	Falla mecánica	Un derrame accidental de alguna sustancia con propiedades CRETIB pudiera contamina el suelo y sub suelo.

Agua – Impactos Adversos Rampa		
Componente ambiental	Origen	Tipo de Impacto
Calidad / Contaminación *	Desperfecto, falla o avería de la maquinaria y vehículos	Un derrame accidental de aceite, grasas, lubricantes inclusive de gasolina/diesel puede generar una contaminación al factor agua.

Aire – Impactos Adversos Rampa		
Componente ambiental	Origen	Tipo de Impacto
Contaminantes	Formación de rampa y tránsito vehicular	Se generan polvos en la formación de la rampa y al momento de acarrear y cargar los camiones derivados del movimiento del material. Además, se prevé existen emisiones derivados por la combustión interna.
Olor	Tránsito vehicular	La generación de humos provenientes del escape puede causar inquietud por un malestar olfativo.
Ruido	Tránsito vehicular	El golpeteo entre rocas y contra la caja del camión de carga, así como el uso de vehículos para llevar a cabo esta actividad genera ruido constantemente.
Vibración	Tránsito vehicular	El golpeteo entre rocas y contra la caja del camión de carga, así como el uso de vehículos para llevar a cabo esta actividad genera vibraciones constantemente.

Fauna - Impactos Adversos Rampa		
Componente ambiental	Origen	Tipo de Impacto

Aislamiento	Formación de rampa y tránsito vehicular	El movimiento constante de los vehículos al pasar por la rampa no permite que la fauna local se acerque por lo que existe una aislación además de que pueden ser dañados o atropellados por los mismos.
-------------	---	---

Paisaje - Impactos Adversos Rampa		
Componente ambiental	Origen	Tipo de Impacto
Vista esencia	Movimiento de vehículos y ruido	Las actividades propias de esta fase, altera las condiciones normales del paisaje.

Estatus Cultural - Impactos Adversos Rampa		
Componente ambiental	Origen	Tipo de Impacto
Salud y seguridad de la población	Generación de polvos y gases contaminantes	Polvos y gases pueden ser transportados por la construcción y tráfico vehicular sobre la rampa a las localidades cercanas además de ser una molestia pueden dañar la salud.
Salud y seguridad de la ocupacional	Vibraciones, ruido, polvos y gases contaminantes	Son diversos los impactos que pueden afectar a los encargados de llevar a cabo las actividades como de trasiego y acarreo, los cuales afectan a la salud de diferentes maneras.

Impactos benéficos Rampa

Estatus Cultural – Impactos Benéficos Rampa		
Componente ambiental	Origen	Tipo de Impacto
Empleo y actividades económicas	Mano de obra capacitada	Es necesario la mano de obra calificada para el uso de maquinaria pesada, que en su mayoría son de las localidades cercanas.
Capacitación al personal	Apertura de oportunidades	Aquellas personas que quieren integrarse a la empresa para realizar cualesquier actividad, serán puestas a capacitación hasta obtener las habilidades necesarias que requiera la actividad.
Bienes y servicios	Cantidad de maquinaria pesada	Se dispone de una flotilla de vehículos, que pueden apoyar a la sociedad en el supuesto de algún percance o de solicitar apoyo para el bien de la sociedad.

Con las listas de chequeo se puede tener una percepción de las interacciones positivas y negativas que se tendrán en cada etapa del proyecto de manera general, las cuales dan lugar a una segunda metodología denominada **Matriz de Leopold** empleada por expertos en materia de impacto ambiental en la que se conocerán más a fondo estos efectos de una manera más desglosada.

Segunda evaluación de identificación de impactos ambientales - Matriz de Leopold

Para la evaluación de los impactos determinados se usan criterios de significancia en función del carácter, persistencia, reversibilidad, intensidad, extensión y el momento del impacto; es decir, las interacciones determinadas por las actividades del proyecto con los factores de ambiente tienen un cambio o grado de afectación, el cual dependerá de dichos aspectos funcionales, lo que permite de alguna manera calificar tal grado o magnitud del impacto y con ello definir la evaluación del mismo. Para la evaluación y grado de los impactos determinados en este proyecto se aplicaron los siguientes criterios:

Los impactos negativos o adversos fueron señalados con el signo (-) y los positivos o benéficos con el signo (+); Los impactos negativos modifican parcialmente o totalmente algún componente. Los impactos benéficos

influyen de manera positiva sobre algún factor del ámbito natural o social, en donde las características ambientales o socioeconómicas reflejan un aspecto de desarrollo y productividad en el entorno del proyecto.

El carácter de un impacto dependerá del grado de respuesta del elemento ambiental frente a la acción de un proyecto. El impacto es adverso o negativo cuando una acción del proyecto altera las condiciones del elemento ambiental o el proceso se ve afectado en su producción o función, modifica su interacción dentro del ecosistema (factores físicos o biológicos) o sistema social (factores socioeconómicos).

Si un elemento ambiental se favorece o de alguna manera el proceso natural o social genera consecuencias positivas o productivas en el entorno, los impactos generados son benéficos o positivos.

Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada.

La metodología seleccionada para los indicadores cualitativos es la **matriz de importancia de causa efecto o de Leopold** modificada por Vicente Conesa (1997), sus factores y componentes ambientales son adaptadas para el Proyecto en particular.

Este método empleado para la identificación de impactos es una modificación de la técnica de evaluación de impacto ambiental de Leopold *et al* (1971), que es una matriz integrada por renglones y columnas, donde los renglones contienen los atributos ambientales posiblemente afectados y las columnas las actividades del proyecto. En dicha matriz se determinan las interacciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales sobre los cuales inciden, además se estima el grado de interacción, es decir, se determina de manera cuantitativa la intensidad y magnitud de dicho efecto.

Para la identificación de impactos se maneja una simbología en las matrices, donde se señalan las actividades de cada una de las etapas del proyecto, que afectan a los aspectos ambientales.

Matriz de causa-efecto (Leopold)

Para este proyecto en específico se realizó la matriz de Leopold, modificándole en la sección donde se indica los aspectos cualitativos y cuantitativos en la misma matriz. Es de hacerse notar que las acciones impactantes que se consideran y se discuten se analizarán por separado es decir por etapa y sub-factores, con el fin de tener una mejor interpretación además del alcance de cada factor.

En buena medida, los impactos tendrán incidencia sobre los valores ecológicos típicos tales como suelo, agua, aire, flora, fauna, paisaje y factores sociales. Los conceptos del medio ambiente potencialmente impactantes se describirán a continuación.

En las colindancias del proyecto, existen otras diversas actividades antropogénicas. En buena medida, los impactos tendrán incidencia sobre los valores ecológicos típicos tales como flora, fauna, paisaje o recursos naturales. Los conceptos del medio ambiente potencialmente impactantes se describirán más adelante.

Se encontró en la matriz de causa-efecto que se tuvieron un total de **28** componentes ambientales divididos en **7** sub-factores que afectan estos componentes y un total de **193** interacciones de las cuales **87** son positivos y **106** negativos.

Estas interacciones se determinaron de manera cualitativa para después analizarlas cuantitativamente de acuerdo a los criterios y a la fórmula de importancia del autor V. Conesa. $\pm 1 \times (3I+2E+M+P+R)$ donde:

I – Intensidad

E – Extensión

M – Momento

P – Persistencia

R - Reversibilidad

Tabla V. 6 Resumen de las interacciones identificadas por etapa

Etapa	Impacto		Total
	+	-	
Planeación	2	2	4
Preparación del sitio / construcción	15	60	75
Operación	11	40	51
Mantenimiento	15	0	15
Abandono de sitio	44	4	48
Total	87	106	193

Clasificación de los impactos ambientales parciales por su importancia relativa.

Para la clasificación de los impactos parciales (Ip), según su importancia relativa e independiente de su signo predominante, se adoptó el criterio de valores si estos se encuentran dentro del rango de: entre 0 y 2 se consideran insignificantes; valores entre 2 y 4 se consideraron poco significativos; valores entre 4 y 6 se consideraron significativos y valores mayores de 6 se consideraron muy significativos.

Tabla V. 7 Resultados de impactos parciales de la matriz de causa efecto (Leopold) con proyecto

Etapa y tipo de impacto		Impactos no significativos (valores de Ip $0 \leq 2$)	Impactos poco significativos (Ip $2.1 \leq 4$)	Impactos significativos (valores de Ip $4.1 \leq 6$)	Impactos muy significativos (Ip ≥ 6.1)	Totales
Planeación	+	0	0	1	0	1
	-	0	2	0	0	2
Preparación del sitio / construcción	+	0	1	1	2	4
	-	2	3	5	9	19
Operación	+	1	1	0	3	5
	-	1	2	4	8	15
Mantenimiento	+	0	1	6	1	8
	-	0	0	0	0	0
Abandono de sitio	+	0	4	5	10	19
	-	0	1	0	0	1
Sub total	+	1	7	13	16	37
	-	3	8	9	17	37
Total		4	15	22	33	74

Descripción de los impactos ambientales provocados por el desarrollo de la actividad.

Con base en los indicadores de impacto que se señalaron, se describen los efectos al ambiente que potencialmente se ha producido y/o pudieran producir por el desarrollo de las actividades por parte de la promotora en su tiempo de vida útil, estas actividades se tomarán en cuenta para definir las medidas de mitigación que se describirán en el capítulo VI de este documento.

Se agrega la matriz de Leopold (causa-efecto) por separado dado el tamaño de la misma, por lo que se entrega como anexo. En las siguientes matrices de causa efecto se incluyeron los criterios cualitativos así como el

resultado cuantitativo y con ello tener una perspectiva más amplia sobre los indicadores de impactos ya sean benéficos o adversos provocados por la generación del proyecto.

Se analizaron las acciones que impactaron a los diferentes factores ambientales; de manera aislada esto con el fin de que al describir dichos impactos desglosados por componente ambiental sea más fácil su interpretación.

a) Factores abióticos

❖ Suelos y rocas

Una de las actividades en la preparación del sitio es la preparación del terreno donde se eliminara la cobertura de suelo que se encuentre en el área donde se van a realizar los trabajos. El impacto de este se verá más reflejado durante las actividades de preparación del sitio y las operaciones y se considera de importancia moderada.

Por la naturaleza del proyecto, los conceptos ambientales considerados como susceptibles a ser impactados con los siguientes:

Geomorfología.- Impacto generado de manera directa y que su alteración es de gran significancia, ya que se pretende extraer una gran cantidad de materiales (tajos) y aquellos estériles serán acopiados en otro lugar (vaciaderos), lo que modificara fuertemente el paraje que se tenía.

Topografía.- Este componente ambiental comprende los posibles cambios en el aspecto somero del terreno. Al igual que la geomorfología su impacto procede de la etapa de preparación del sitio / construcción, debido las superficies serán modificadas de manera significativa, aunque se considera normal para actividades de este tipo. Grandes cantidades de rocas serán extraídas y en su mayoría puestas en otro sitio.

Estabilidad / Erosión.- La transformación del terreno, fragmenta la topografía y geomorfología del lugar, lo que ocasiona inestabilidad, y si no se tiene cuidado o se analiza correctamente puede llegar a provocar un accidente por derrumbe o hundimiento.

Contaminantes*.- La contaminación del suelo se presenta por las malas prácticas de mantenimiento, y mala disposición de residuos peligrosos y no peligrosos. El descuidar la maquinaria y equipo propicia al derrame de hidrocarburos empleados como combustibles, aceites, grasas y lubricantes siendo este grupo los que comúnmente se derraman y los que presentan mayores complicaciones ya que pueden alterar además del suelo otros componentes como agua, flora y fauna, que a su vez al ser consumida por algún otro ser vivo puede tener problemas a la salud.

Usos.- Es el posible cambio del suelo (vocación), desde la etapa de planeación lleva un impacto negativo, y a pesar de no haberse generado actividades la planeación es considerada como tal. Las etapas de preparación del sitio / construcción y operación es donde se generará el cambio natural por otro en la que la principal actividad es apertura del tajo y la formación de un vaciadero.

Compactación.- Para brindar una mayor seguridad operacional, es necesario afectar el componente ambiental “Compactación”, ya que no se pueden montar equipos o maquinaria en un suelo quebrado e inestable, por ello es necesaria realizar actividades que aseguren la integridad de las personas. Otro impacto adverso es que las áreas desprovistas de vegetación, genera que la lluvia impacten sobre la superficie del terreno por lo que se compacta, remueve, separan y dispersan los agregados superficiales, desplazándose pequeñas partículas que se introducen en las grietas y fisuras superficiales, sin embargo actualmente este problema se presenta pues las áreas solicitadas carecen de vegetación.

Tabla V. 8 Matriz de impactos al factor suelo y rocas

Suelo y Rocas		Geomorfología	Topografía	Estabilidad / Erosión	Contaminación	Usos	Compactación
Planeación	Planteamiento						
	Diseño de obra					-	
Impacto Parcial		0	0	0	0	-3	0
Preparación del sitio	Movimiento de maquinaria		-				-
	Levantamiento de áreas temporales de trabajo		-				
	Rescate y reubicación de especies de flora y fauna						
	Desmote y despalde de vegetación		-	-			
	Rehabilitación de caminos						-
	Relleno, nivelación y compactación						-
	Conformación de rampa de acceso			-	-	-	
	Conformación de tajo y vaciadero			-	-	-	
Impacto Parcial		0	-6.75	-6	-1	-4.5	-5.25
Operación	Preparación del sitio para explotación (barrenación)	-		-		-	
	Voladura	-	-	-	-	-	
	Movimiento de maquinaria						-
	Acarreo y trasiego de material				-		-
	Almacenamiento de material extraído						
	Depósito de tepetate en vaciaderos		-				-
Impacto Parcial		-6.66	-5.33	-6	-4	-7.33	-8
Mantenimiento	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria				+		
	Riego de caminos				+		
Impacto Parcial		0	0	0	6	0	0
Abandono del sitio	Descompactación de suelos		+	+		+	+
	Recubrimiento con suelo orgánico		+				
	Reforestación		+	+			
	Retiro de maquinaria						+
	Supervisión ambiental y monitoreo	+		+	+	+	+
Impacto Parcial		3.2	13.2	12	2.8	5.6	13.2
Impacto total		-3.46	1.11	0	3.8	-9.23	-0.05

Los componentes ambientales “geomorfología, topografía y uso”, son los más afectados considerándose como impactos significativos, ya que se cambiará completamente el uso actual del suelo a pesar de que posteriormente se dejará a una condición similar o mejor a como se encuentra actualmente. La etapa de abandono del sitio contempla la mayoría de impactos positivos en los que actividades como limpieza de las actividades, retiro de la maquinaria.

❖ Agua

Para el desarrollo de las diversas actividades del proyecto, el agua requerida será mínima, siendo empleada principalmente durante la etapa mantenimiento para el riego de caminos y así evitar la dispersión de partículas suspendidas. Además de lo anterior se pretende emplear este vital líquido para realizar actividades de limpieza en las instalaciones o campamentos logrando obtener un lugar adecuado para los trabajadores.

Los conceptos ambientales considerados como susceptibles a ser impactados son los siguientes:

Superficial.- Comprende el posible efecto sobre el cuerpo de agua superficial, ya sea lotico o lentic. La conformación del tajo y vaciadero, al igual que la creación de la rampa afectara la dinámica natural del ciclo hidrológico, pudiendo quedar expuesto el lugar de que se produzca un déficit de infiltración por la compactación.

Subterránea.- la formación del tajo y la disposición del vaciadero y rampa modificaran las infiltraciones de las aguas subterráneas, ya que al compactar más las áreas evita se logre infiltrar una mayor cantidad de agua pues se crea una cubierta impermeable al paso del agua de manera vertical.

Calidad / Contaminación*.- Es posible que durante la operación de la maquinaria y equipo, se produzcan fugas o fallas la cual pueda derramar grasas, combustibles, aceites o lubricantes entre otros, los cuales puedan contaminar el agua, ya sea por medio de infiltración o por escurrimiento de aguas superficiales llevando aquellos contaminantes a ríos o lagos o hacia los mantos freáticos.

En la siguiente tabla se muestran cualitativamente los impactos antes descritos, donde se puede apreciar de manera significativa que realmente el impacto al medio agua es considerado como un impacto poco significativo, de acuerdo a la naturaleza del proyecto.

Tabla V. 9 Matriz de impactos al factor agua

Aguas		Superficial	Subterránea	Modificación del cause	Calidad/Contaminación
Planeación	Planteamiento				
	Diseño de obra				
Impacto Parcial		0	0	0	0
Preparación del sitio	Movimiento de maquinaria				
	Levantamiento de áreas temporales de trabajo				
	Rescate y reubicación de especies de flora y fauna				
	Desmonte y despalme de vegetación	-	-		-
	Rehabilitación de caminos	-	-		
	Relleno, nivelación y compactación		-		-
	Conformación de rampa de acceso		-		-
Conformación de tajo y vaciadero		-		-	
Impacto Parcial		-4	-10	0	-4
Operación	Preparación del sitio para explotación (barrenación)				
	Voladura		-		-
	Movimiento de maquinaria				
	Acarreo y trasiego de material				

	Almacenamiento de material extraído				
	Depósito de tepetate en vaciaderos		-		
	Impacto Parcial	0	-5.33	0	-3
Mantenimiento	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria				
	Riego de caminos				
	Impacto Parcial	0	0	0	0
Abandono del sitio	Descompactación de suelos	+	+		
	Recubrimiento con suelo orgánico				+
	Reforestación		+		
	Retiro de maquinaria				
	Supervisión ambiental y monitoreo	+	+		+
	Impacto Parcial	4	6	0	8.8
	Impacto total	0	-9.33	0	1.8

Como se puede observar en la matriz de impacto ambientales en el factor agua, la mayoría de aquellos impactos considerados como adversos se localizan en la etapa de preparación del sitio / construcción y operación, mientras que los impactos positivos predominan en la etapa de abandono del sitio y mantenimiento, en donde se emplearán diversas medidas de mitigación descritas en el Capítulo VI. Los impactos adversos en este componente ambiental van de insignificantes a poco significativos.

En los resultados cuantitativos se puede apreciar, que los daños negativos que se realizarán en la hidrología superficial, es debido a que el suelo será compactado y este no volverá a su estado natural, sin embargo en otros aspectos se compensa con impactos positivos ya que dada la naturaleza del proyecto no se tendrá extracciones o uso del recurso natural como parte del proceso, el agua que se utilizará no será de consideración, por lo que no impactará de manera significativa con los recursos hídricos del área.

❖ Aire

Contaminantes.- Los contaminantes más comunes que se dan en el desarrollo de actividades de este tipo son los emitidos por los motores de combustión interna ya sea de diésel, gasolina o cualesquier otro combustible para el uso de vehículos, maquinaria y/o equipo. Entre los gases más comunes destacan Monóxido de carbono, dióxido de carbono, oxígeno, hidrocarburos no quemados entre otros.

El mayor contaminante en cuanto a atmósfera, será la generación de polvos totales producidos por el movimiento de vehículos, maquinaria y vehículos. Los polvos totales más que nada tienen daños a los seres vivos que no tienen una buena calidad de aire y además que produce diversos problemas a la salud, en cuestiones medioambientales el polvo reduce la visibilidad lo cual afecta el paisaje natural con el que se cuenta.

Estos polvos y gases emitidos a la atmósfera, no solo afectan a los trabajadores sino a las diversas localidades que se encuentren a su paso. Es difícil determinar la longitud que estos puedan tener ya que dependerá en gran medida de las condiciones climáticas.

Olor.- No es sencillo determinar algún grado de olor ya que es componente ambiental subjetivo es decir; que dependerá de la persona que perciba dicho aroma podrá dictaminar si es molesto o en su caso agradable, sin embargo en el presente proyecto no se generarán olores que puedan afectar localidades por ser escasas.

Ruido.- La contaminación acústica producida por la maquinaria empleada en los proyectos extractivos así como la voladura minera son fuertes, ya que generalmente es maquinaria de grandes dimensiones (maquinaria pesada), en las que para realizar las diversas actividades, en la mayoría de las etapas del proyecto muestra algún

tipo de impacto, pero no es más que en la etapa de preparación del sitio / construcción y operación donde se hace más notorio el empleo de estos. El ruido puede dañar los tímpanos de los seres vivos, por lo que los trabajadores son los más expuestos al estar plenamente al contacto con el mismo. Las localidades cercanas pudieran percibir este tipo de contaminación, sin embargo no lastimará los oídos de las personas ya que el proyecto se encuentra lejano de localidades, pero en algunos casos pudiera ser molesto agravándose en aquellas personas con dolor de cabeza o migraña. La fauna del lugar sobre todo los mamíferos y aves se retirarán del área rápidamente inclusive muchos antes del inicio de alguna actividad lo cual es favorable asegurándose de no lastimarlos. Cabe mencionar que algunas especies puedan ser afectadas y a que pueden detectar con mayor facilidad al escuchar a su presa y con el ruido emitido en el proyecto se puede perder esa ventaja.

Vibración.- El ruido y la vibración van muy de la mano, ya que usualmente cuando se opera la maquinaria pesada es posible que se recienten ambos componentes ambientales al mismo tiempo. Las vibraciones pueden afectar sobre todo los cuerpos de los seres que estén expuestas a ellas, siendo el principal los trabajadores que las empleen los más afectados.

Las vibraciones afectan la salud al provocar problemas internos dentro del cuerpo, como mareos, náuseas entre otros más complejos.

El suelo es afectado por estas vibraciones al ir compactando la superficie de los alrededores según sea el nivel de vibración, y de manera indirecta la compactación genera problemas de infiltración de los que se derivan otros.

Iluminación.- El impacto en este componente será positivo, dado a que al realizar las actividades de trabajo, se mantendrá bajo vigilancia la maquinaria y equipo.

Tabla V. 10 Matriz de impactos al factor Aire

Aire		Contaminantes	Olor	Ruido	Vibración	Iluminación
Planeación	Planteamiento					
	Diseño de obra					
Impacto Parcial		0	0	0	0	0
Preparación del sitio	Movimiento de maquinaria			-	-	
	Levantamiento de áreas temporales de trabajo					
	Rescate y reubicación de especies de flora y fauna					
	Desmonte y despalme de vegetación	-	-			
	Rehabilitación de caminos	-		-	-	
	Relleno, nivelación y compactación	-		-	-	
	Conformación de rampa de acceso			-	-	
	Conformación de tajo y vaciadero			-	-	
Impacto Parcial		-5.25	-1.25	-10	-8.75	0
Operación	Preparación del sitio para explotación (barrenación)	-	-	-	-	
	Voladura	-		-	-	
	Movimiento de maquinaria	-		-	-	+
	Acarreo y trasiego de material	-		-	-	+
	Almacenamiento de material extraído					

	Depósito de tepetate en vaciaderos					
	Impacto Parcial	-9.33	-1.33	-9.33	-9.33	2.66
Mantenimiento	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria	+		+		+
	Riego de caminos	+	+	+		+
	Impacto Parcial	6	4	6	0	6
Abandono del sitio	Descompactación de suelos			-	-	
	Recubrimiento con suelo orgánico		+			
	Reforestación	+	+			
	Retiro de maquinaria			+	+	
	Supervisión ambiental y monitoreo	+	+		+	
	Impacto Parcial	6	4	6	0	6
	Impacto total	-2.58	5.41	-7.33	-18.08	14.66

Como se puede apreciar en la tabla anterior nuevamente los impactos negativos se presentan con mayor frecuencia en la etapa de preparación del sitio / construcción y operación. Contaminantes, ruido y vibraciones son impactos muy significantes. La mayoría de estos componentes ambientales afectan principalmente la salud humana, por lo que se deberán seguir las normas correspondientes para asegurar la salud ocupacional. El equipo de protección personal ayudara en gran medida a disminuir estos componentes ambientales, bajándolo a niveles aceptables.

b) Factores bióticos

❖ Flora

Diversidad.- Se requerirá de la eliminación total de la cobertura vegetal en el área de ocupación del proyecto, debido a que es la zona de donde será extraído el material geológico. Este impacto tiene una importancia de moderada a crítica durante la época de preparación del sitio y operación. A consecuencia de la ejecución del proyecto, el principal cambio en el factor vegetal sucederá durante el desarrollo de las actividades de Preparación del sitio principalmente por el desmonte.

Lo anterior se refiere a la posible alteración de la riqueza, distribución o frecuencia de las especies de plantas, la remoción de la cobertura vegetal implicará una disminución de las especies vegetales para poder realizar las obras propuestas. Algunos de los impactos por la remoción vegetal se muestran a continuación:

- La compactación del suelo impedirá fuertemente el crecimiento de especies inclusive aquellas de fácil distribución como las gramíneas o herbáceas anuales.
- Un terreno sin flora influye con el ciclo hidrológico, alterando las corrientes superficiales y subterráneas.
- Un suelo desprovisto de especies vegetales es mucho más susceptible a ser erosionado por las diversas actividades al no poder retenerlo además de impedir el contacto directo de la lluvia y actuar como rompe viento previendo que puede ser arrastrado.
- Existen gran variedad de especies que son consumidas por el ganado, mamíferos, insectos y roedores quienes dependen directamente de este alimento para su supervivencia el cual amenaza a otras especies que se alimentan de los herbívoros.
- Los diversos ecosistemas brindan servicios ambientales como:
 - Captura de carbono
 - Generación de carbono
 - Mitigación de los efectos de cambio climático
 - Refugio de fauna silvestre

- Belleza escénica

Aislamiento.- Las modificaciones en la cobertura vegetal y la presencia humana, podrían propiciar modificaciones de la distribución de los tipos de vegetación por la eliminación de rodales de matorral.

Este impacto se considera de una importancia significativa. La apertura de nuevas áreas ocasionará que ciertas especies disminuyan su reproducción al no tener un contacto cercano. El contacto entre las comunidades vegetales es de suma importancia ya que la fecundación se realiza por medio del traslado de los granos de polen desde los estambres hasta el estigma de la misma flor o de otra, mediante un proceso llamado polinización.

En la siguiente tabla se describe cualitativa y cuantitativamente el impacto benéfico o adverso y su grado de impacto para el sub-factor flora en el área del proyecto.

Tabla V. 11 Matriz de impactos al factor Flora

Flora		Diversidad	Aislamiento
Planeación	Planteamiento		
	Diseño de obra		-
Impacto Parcial		0	-3
Preparación del sitio	Movimiento de maquinaria		
	Levantamiento de áreas temporales de trabajo		
	Rescate y reubicación de especies de flora y fauna		
	Desmante y despalme de vegetación	-	-
	Rehabilitación de caminos	-	-
	Relleno, nivelación y compactación		
	Conformación de rampa de acceso		
	Conformación de tajo y vaciadero		
Impacto Parcial		-8.5	-8.5
Operación	Preparación del sitio para explotación (barrenación)		
	Voladura		
	Movimiento de maquinaria		
	Acarreo y trasiego de material		
	Almacenamiento de material extraído		
	Depósito de tepetate en vaciaderos		
Impacto Parcial		0	0
Mantenimiento	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria		
	Riego de caminos		
Impacto Parcial		0	0
Abandono del sitio	Descompactación de suelos		
	Recubrimiento con suelo orgánico	+	
	Reforestación	+	+
	Retiro de maquinaria		
	Supervisión ambiental y monitoreo	+	+
Impacto Parcial		13.2	8.8
Impacto total		4.7	-2.7

El impacto se considera recuperable, dado que en la etapa de abandono se realizarán obras de mitigación para la recuperación de la vegetación perdida en las dos etapas anteriores y las especies vegetales actuales podrán recuperarse naturalmente.

No se espera que la diversidad de especies disminuya de manera significativa, a pesar de que durante la actividad de despalme de vegetación se removerá la cubierta vegetal existente con la excepción de aquellas consideradas con alguna protección especial según el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El impacto generado al componente ambiental diversidad es considerado como significativo debido al deterioro que se les ocasionará a las comunidades.

Otro aspecto es el componente ambiental aislamiento considerado significativo. A pesar de la importancia de la reproducción en la cual la mayoría de las especies necesita de sí mismo u otra especie igual para lograr su polinización. Las especies con algún estatus especial serán en primera instancia afectadas por su reubicación ya que pueden perderse ejemplares valiosos, sin embargo una vez reubicados se preservarán estas especies singulares sin mencionar aquellos beneficios obtenidos por sus servicios ambientales.

❖ Fauna

Diversidad.- Un impacto a considerar es la posible alteración o perturbación sobre el número de especies que se pueden encontrar en el área de interés. El proyecto no pretende bajo ningún motivo dañar a la fauna local, sin embargo esta en su naturaleza alejarse de las actividades humanas por ello se considera una disminución de las poblaciones por motivo del ruido y las vibraciones que posteriormente se generaran debido a las diferentes actividades de equipos y maquinaria que se utilizaran en las diferentes etapas del proyecto al igual que la constata presencia de personas que se encontraran laborando en el área.

Aislamiento.- La fauna regional puede verse aislada, las actividades mineras fracturarán los corredores ecológicos naturales existentes por donde circula los animales, rompiendo ese contacto con el medio ambiente, existen ciertas especies como los mamíferos mayores que se desplazan rápidamente y el estar cerca de las actividades humanas, pero también existen especies como las víboras y serpientes que aunque prefieren no entrar en contacto con el humano su desplazamiento es lento y pueden coexistir en un área determinada. Es por ello que un rompimiento de contacto entre especies existirá y que de manera indirecta dificulta su supervivencia.

Control de insectos o roedores.- El mal manejo de los residuos así como el desorden y la falta de limpieza son factores importantes para crear focos de insectos o roedores al proveer de alimento y resguardo de los depredadores. Este tipo de proliferación de insectos y roedores lleva consigo daños a la salud e inclusive daño a las instalaciones y equipos. Para un control de ellos se deberá de mantener todas las instalaciones en orden y limpieza evitando la proliferación de especies no deseables, con lugares específicos para mantener los residuos y retirándolos constantemente y con ello se evitara la reproducción desordenada, sin embargo dentro de las obras solicitadas no se contempla actividades que generen algún tipo de residuo al igual que falta de limpieza o desorden que atraiga fauna nociva, por lo que no se espera tener impacto en este factor.

En la tabla siguiente, se describen aquellas actividades que generan impactos benéficos o adversos a los diversos componentes ambientales.

Tabla V. 12 Matriz de impactos al factor Fauna

	Fauna	Diversidad	Aislamiento	Propagación de fauna nociva
Planteamiento				

	Diseño de obra			
	Impacto Parcial	0	0	0
Preparación del sitio	Movimiento de maquinaria		-	
	Levantamiento de áreas temporales de trabajo			
	Rescate y reubicación de especies de flora y fauna	-	-	
	Desmonte y despalde de vegetación	-	-	
	Rehabilitación de caminos	-	-	
	Relleno, nivelación y compactación	-	-	
	Conformación de rampa de acceso	-	-	
	Conformación de tajo y vaciadero	-	-	
	Impacto Parcial	-25.5	-29.75	0
Operación	Preparación del sitio para explotación (barrenacion)			
	Voladura		-	
	Movimiento de maquinaria		-	
	Acarreo y trasiego de material		-	
	Almacenamiento de material extraído			
	Depósito de tepetate en vaciaderos			
	Impacto Parcial	0	-10	0
Mantenimiento	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria			
	Riego de caminos			
	Impacto Parcial	0	0	0
Abandono del sitio	Descompactación de suelos			
	Recubrimiento con suelo orgánico			
	Reforestación	+	+	
	Retiro de maquinaria	+	+	
	Supervisión ambiental y monitoreo	+	+	
	Impacto Parcial	13.2	13.2	0
	Impacto total	-12.3	-26.55	0

Debido al aumento de niveles sonoros como lumínicos y de tránsito vehicular causara que las especies de fauna se estresen y ocasionara que estas mismas se desplacen y abandonen nidos o zonas de reproducción.

El impacto es reversible, debido a que una vez que actividades que provocan el impacto terminen y se apliquen las respectivas medidas de mitigación y la etapa de abandono, las especies particulares podrán recuperarse, en un período de tiempo determinado.

c) Factores humanos

❖ Paisaje

Vista escénica.- El impacto visual está relacionado con los cambios que sufren las posibles vistas del paisaje, y los efectos que estos cambios ejercen en las personas

La vista escénica es un recurso natural, cuyo valor económico está más relacionado con su abundancia o escasez. El tráfico constante de maquinaria y equipo, la pérdida de visibilidad, el ruido, obstrucción visual y la disminución de especies de fauna y flora, son algunos elementos que contribuyen a deteriorar la calidad de la

vista escénica. Con ello la peculiaridad del paisaje es afectada por el desarrollo del proyecto, al perder sus componentes naturales y propios del lugar.

Turismo potencial.- El lugar al perder las vistas escénicas por la de operaciones mineras reduce el número de personas que acudirían a hacer alguna actividad de recreación, al perder sus atributos especiales o atractivos para los visitantes, sin embargo en las áreas propuestas para el proyecto y en sus colindancias no se realizan actividades turísticas, por lo que este factor no considera de impacto.

Tabla V. 13 Matriz de impactos al factor Paisaje

Paisaje		Vista esencia	Turismo potencial
Planeación	Planteamiento		
	Diseño de obra		
Impacto Parcial		0	0
Preparación del sitio	Movimiento de maquinaria		
	Levantamiento de áreas temporales de trabajo		
	Rescate y reubicación de especies de flora y fauna	-	
	Desmonte y despalme de vegetación	-	
	Rehabilitación de caminos	-	
	Relleno, nivelación y compactación		
	Conformación de rampa de acceso	-	
	Conformación de tajo y vaciadero	-	
Impacto Parcial		-17.5	0
Operación	Preparación del sitio para explotación (barrenacion)		
	Voladura	-	
	Movimiento de maquinaria	-	
	Acarreo y trasiego de material		
	Almacenamiento de material extraído	-	
	Depósito de tepetate en vaciaderos		
Impacto Parcial		-8	0
Mantenimiento	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria		
	Riego de caminos		
Impacto Parcial		0	0
Abandono del sitio	Descompactacion de suelos		
	Recubrimiento con suelo orgánico		
	Reforestación	+	
	Retiro de maquinaria	+	
	Supervisión ambiental y monitoreo	+	
Impacto Parcial		12	0
Impacto total		-13.50	0.00

El sitio empezará a retornar a sus condiciones similares con las que se encontraba antes del inicio de las actividades hasta que se llegue a la etapa de abandono de sitio, pues se pretende limpiar las áreas intervenidas así como retirar la maquinaria y equipo donde la fauna volverá a transitar por las cercanías y la vegetación

comenzara a crecer de nueva cuenta. La vista escénica no volverá a su estado natural en poco tiempo, ya que dependerá del crecimiento de las especies vegetales, las cuales a su vez atraerán nuevamente a la fauna de los alrededores y con ello ocupar nuevamente las áreas.

❖ Estatus cultural

Demografía.- La realización de las actividades mineras definitivamente cambiará la composición de las poblaciones humanas, de algunas localidades cercanas al proyecto previendo que los lugareños migren a otros sitios en busca de empleo.

Empleo y actividades económicas.- Se generarán fuentes de empleo hasta que se llegue el fin de la vida útil del proyecto, en las cuales se contempla invertir fuertes cantidades de dinero durante las diversas etapas del proyecto. La generación de este tipo de actividades mineras activará la economía local del lugar sin mencionar que se contratarán trabajadores que puedan apoyar en las diversas etapas así como personal de limpieza, acarreo de materiales, entre otros principalmente a las de las localidades más cercanas. Al emplearse se asegura una buena calidad de vida al poder proveer a sus familias de todas las necesidades básicas, sin tener que migrar a otros sitios para poder conseguirlo. Cabe la posibilidad de la apertura de pequeños comercios necesarios para cubrir los requerimientos del personal, como lo pueden ser abarrotes, talleres diversos, entre otros, siendo una buena oportunidad de auto emplearse.

Salud y seguridad de la población.- Las localidades cercanas pueden estar expuestas a diversos contaminantes derivados de las actividades para llevar a cabo el desarrollo del proyecto. Una posible contaminación del agua puede afectar la salud humana y del ganado. El ruido puede llegar a ser molesto para ciertas personas y causarles cierto tipo de problemas aunque las localidades más cercanas se encuentran lejanas al proyecto. El impacto que más se extiende es el del aire, los humos provenientes de la maquinaria y equipo así como el polvo puede dañar a las personas que respiren estos gases o polvos derivados de diversas actividades.

Capacitación al personal.- Todo trabajador que ingrese a formar parte del proyecto será capacitado. A todos los trabajadores se les brindará cursos de inducción sobretodo en el área de seguridad, con el fin de prevenir accidentes y que alguien o algo pueda ser dañado, de ahí se impartían diversos cursos según sea el cargo de la persona a ocupar entre los que destaca:

- Manejo de maquinaria y equipo
- Equipo de protección personal
- Primeros auxilios
- Uso y manejo de equipo contra incendios
- Ergonomía, por mencionar algunos.

Salud y seguridad ocupacional.- Toda actividad de la rama minera o cualquier otra es propensa a sufrir alguna eventualidad adversa no planeada. Dentro los accidentes a los que los trabajadores puedan estar exentos son:

- Caída de objetos
- Herida por herramienta pulso cortante
- Golpe
- Torcedura
- Daño al sistema respiratorio
- Daño ocular
- Daño auditivo
- Caída / resbalón

El accidente dependerá de la actividad que se esté realizando y este podrá ser de poca consideración a gran consideración según sea el caso.

Bienes y servicios.- La llegada de proyectos de este tipo, generara bienes y servicios hacia las demás comunidades. Los buenos caminos son necesarios para el transporte de la maquinaria y equipo que se empleara, por lo que se acondicionarán hasta dejarlos en buen estado lo que beneficiara no solo a los interesados en el proyecto sino a toda persona que ande por ellos. Se reducirá la emigración de las localidades que buscan bienestar para su familia al emplearse en sitios más alejados, al emplearse en el proyecto no tendrán que partir de su hogar.

Tabla V. 14 Matriz de impactos al factor Estatus Cultural

Estatus cultural		Demografía	Empleo y actividades económicas	Salud y seguridad de la población	Capacitación al personal	Salud y seguridad ocupacional	Bienes y servicio
Planeación	Planteamiento		+				
	Diseño de obra		+				
Impacto Parcial		0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Preparación del sitio	Movimiento de maquinaria		+				
	Levantamiento de áreas temporales de trabajo		+				
	Rescate y reubicación de especies de flora y fauna		+			-	
	Desmonte y despalme de vegetación	+	+			-	
	Rehabilitación de caminos	+	+				+
	Relleno, nivelación y compactación		+			-	
	Conformación de rampa de acceso	+	+		-	+	-
	Conformación de tajo y vaciadero	+	+		-	+	-
Impacto Parcial		12	22	-4	5.5	-5	3.5
Operación	Preparación del sitio para explotación (barrenación)	+	+		+	-	
	Voladura				+	-	
	Movimiento de maquinaria	+	+		+	-	
	Acarreo y trasiego de material	+	+				
	Almacenamiento de material extraído						
	Depósito de tepetate en vaciaderos						
Impacto Parcial		9	11	-4.66	7	1	0
Mantenimiento	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria		+			+	+
	Riego de caminos		+			+	+
Impacto Parcial		0	8	0	0	6	6
Abandono del sitio	Descompactación de suelos					-	
	Recubrimiento con suelo orgánico		+				
	Reforestación		+				
	Retiro de maquinaria		-				

Supervisión ambiental y monitoreo		+				
Impacto Parcial	0	6.4	0	0	-3.6	0
Impacto total	21.00	53.40	-8.67	12.50	-1.60	9.50

El desarrollo del proyecto incentiva al incremento demográfico y no a una disminución como suele suceder con personas que buscan una oportunidad de empleo, para cubrir con su necesidad y las de su familia. El proyecto generará cierto tipo de obras que beneficiarán a las localidades cercanas sobre todo a la que se encuentra dentro del área del proyecto. Con esto se puede definir que el factor demográfico y de empleo son considerados impactos positivos de mucha fuerza. Caso contrario sucede con la salud poblacional y ocupacional al tener valores negativos. La capacitación al personal a pesar de estar en una escala poco significativa es precursora de bienes personales que no se perderán aun cuando el proyecto llegue a su etapa final.

Descripción de impactos ambientales más significativos

Con base en los indicadores de impacto señalados en las secciones anteriores, se describen los efectos al ambiente que potencialmente se producirán por el desarrollo del proyecto, mismos que se tomarán en cuenta para definir las medidas de mitigación que se describirán más adelante.

Impactos ambientales negativos

Suelos y rocas. Uno de los principales impactos que se presentará sobre el factor suelo es la pérdida de este, pues con las actividades que requieran remoción de vegetación se provocará la pérdida de suelo. El uso de suelo cambiará de un giro a otro completamente diferente, y dejar de pasar de un sistema natural a la creación de un tajo, vaciadero y rampa.

Agua. Sobre la hidrología superficial no se esperan impactos que puedan ser considerables. En la calidad del agua no se esperan cambios negativos, sin embargo un derrame accidental de cualesquier sustancia con alguna propiedad CRETIB (Corrosiva, Reactiva Explosiva, Tóxica, Inflamable y Biológico Infeccioso), podría causar un desequilibrio ecológico, el cual dependerá del tipo de contaminante y cantidad derramada.

Aire. Se generaran emisiones atmosféricas ocasionadas por los motores de los equipos y la maquinaria, además el movimiento de materiales y molienda del mismo, aunado a que se generan niveles de ruido, el impacto aun y cuando las tasas de recambio de aire son altas, al estar funcionando varios equipos a la vez se considera se presente un impacto adverso, efecto del mismo que puede mitigarse con el mantenimiento oportuno de equipo y maquinaria que sean más eficientes en su combustión y su tiempo de utilización. La generación de polvos y partículas por el tránsito vehicular, pueden producir un impacto significativo pero de manera puntual, durante el traslado de los materiales, los camiones siempre deben estar cubiertos con lonas para evitar generar polvos, además de que los caminos son regados con agua para evitar que sean levantados por el tránsito vehicular.

Flora. Las actividades propias de las obras del proyecto consideran la remoción de la vegetación. Las superficies empleadas para las obras mineras serán desmontadas paulatinamente según sea el avance de las obras. La remoción de la masa vegetal traerá consigo impactos adversos inevitables, donde se reducirá la superficie vegetal para después instaurar las obras propuestas, lo que a su vez puede llevar a una reducción de diversidad faunística

Fauna. El desarrollo del proyecto contempla emplear maquinaria y equipos que a su vez ahuyentarán a las poblaciones faunísticas, con ello se cortarán corredores naturales, madrigueras entre otros los cuales pueden de cierta forma aislar a las especies. En ningún momento se planea el daño directo a la fauna local y el rescate de ejemplares que se encuentren o no bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 se espera sea mínima y sin excepción. Una vez se remedie el sitio a condiciones similares o mejores a las que se encuentra la fauna ira regresando paulatinamente aunque esto no sucederá sino hasta cuando hayan cesado por completo las actividades

antropogénicas. La fauna que volverá principalmente serán aves, reptiles, anfibios, mamíferos menores y por último los mamíferos de gran tamaño.

Paisaje. Sobre el factor paisaje se esperan impactos un tanto significantes, como consecuencia de las acciones propias del proyecto los cuales afectarán la calidad esencial del mismo. Se espera que una vez restaurado el proyecto el paisaje pueda tener una vista escénica similar o mejor a la actual.

Estatus cultural. La salud y seguridad ocupacional es un factor de suma importancia, debido a que cualesquier actividad a realizar es susceptible a padecer accidentes y sus consecuentes daños materiales hasta daños a la salud. Dentro del componente ambiental, salud y seguridad ocupacional la mayor parte de la problemática solo sucederá en ocasiones extraordinarias cuando la falta de mantenimiento propicie a fallas mecánicas de la maquinaria y equipo. La exposición al ruido, vibraciones, partículas de polvo entre otros causará daños a la salud, sin embargo el uso obligatorio del equipo de protección personal así como capacitaciones sobre el trabajo, primeros auxilios, entre otros evitará en gran medida la generación de algún accidente y en caso de que suceda disminuirá la intensidad del mismo al actuar adecuadamente ante cualesquier contingencia.

Impactos ambientales positivos

Suelo.- No existen impactos positivos aparentes en el desarrollo de la actividad, salvo las medidas y obras de mitigación propuestas para retener el suelo.

Aire.- No existen impactos positivos aparentes en el desarrollo de la actividad, solo las obras y actividades de mitigación.

Paisaje.- No existen impactos positivos aparentes en el desarrollo de la actividad, solo cuando se realice el programa de abandono del área propuesta.

Agua.- No existen impactos significantes en el desarrollo de la actividad, con la excepción de obras de mitigación propuestas.

Paisaje.- Una vez llegada la etapa de abandono del sitio, la remediación del sitio propiciará se recupere paulatinamente la vista escénica que actualmente posee, con el apoyo de diversas metodologías de restauración y conservación, principalmente del suelo.

Socio-Economía.- El desarrollo del proyecto tendrá un efecto positivo y permanente en términos de calidad de vida y economía local o regional, al crear empleos directos e indirectos, apoyando así los planes del Gobierno Federal, Gobierno estatal y en especial el municipio donde se localiza el proyecto. Las principales obras de infraestructura y servicio que se proveerán al desarrollarse el proyecto serán: Economía regional, Empleos, Actividades productivas, Calidad de vida y Patrones culturales.

Resumen de consecuencias ambientales

Tabla V. 15 Resumen de las consecuencias ambientales

Recurso	Impacto identificado	Consecuencias	Medidas de mitigación
Suelos y Rocas	Afectación al suelo por la conformación de tajo, vaciadero y rampa.	Exposición al suelo a sufrir una pérdida ya sea, hídrica y/o eólica	Obras de conservación de suelo y agua
Agua	Sin impacto directo	Sin consecuencias directa	Obras de conservación de suelo y agua
Uso de suelos	Cambio de vocación natural.	Modificación de las estructuras naturales y afectación de la diversidad biológica	Actividades de reforestación en áreas sujetas solicitadas y supervisión ambiental

Recursos biológicos	Conformación de tajo, vaciadero y rampa	Cambio de la estructura y arquitectura de paisaje de los procesos naturales de flujo de energía.	Programa de rescate de fauna silvestre
Recursos culturales	Sin impacto	Sin consecuencia	Capacitación a trabajadores.
Recursos visuales	Alteración de las estructuras naturales.	Modificación de paisaje y alteración escénica	Sin medida de mitigación a corto plazo, al momento de la clausura se llevará a cabo restitución de suelo fértil
Ruido	Emisión de ruido por la maquinaria durante el día, durante las diversas etapas del proyecto.	Desplazamiento de fauna silvestre. Efecto temporal muy localizado en tiempo y espacio.	Mantenimiento de maquinarias y equipos.

Conclusiones del impacto global del proyecto.

En conclusión se puede asegurar con certidumbre, que el proyecto descrito en este manifiesto, no registra por la magnitud de las obras y actividades realizadas, impactos ambientales de relevancia que pongan en riesgo la integridad del sistema ambiental del ecosistema en que se inserta, las dinámicas ecológicas que lo definen y gobiernan, ni la biodiversidad que ocurre en el lugar.

Las razones son fácticas y perfectamente justificadas por las dimensiones del sistema estudiado, lo que permite dar certidumbre a las inferencias realizadas a este respecto. Entre las principales razones son:

1. Se trata de obras de baja magnitud, considerando la representatividad del ecosistema. La afectación es reducida para desarrollar la actividad,
2. El requerimiento de mano de obra contempla personal contratado para las diversas actividades propiamente tales como personal contratado para la manipulación de los equipos y herramientas. Adicionalmente se contempla la contratación de personal administrativo y de apoyo logístico. El programa contempla continuar con la contratación de mano de obra local para todas aquellas actividades que puedan desarrollar. En la gran mayoría de los casos estas personas ya han sido entrenadas y capacitadas para desarrollar distintas funciones dentro del proyecto.
3. Las obras no representan barreras infranqueables para el flujo de materia y energía entre los ecosistemas atravesados por los usos planteados, de tal forma que la fragmentación de ecosistemas no se hará notable con el presente proyecto.

Con todo lo anterior se considera que el proyecto propuesto es viable a ser desarrollado pues no compromete algún factor ambiental y aquellos con relevancia más importante serán sometidos bajo obras de conservación y mitigación para reducir al menos un grado de impacto.



CAPÍTULO VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES



Índice de contenido

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	1
VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas.	1
VI.1 impactos residuales	8

Índice de tablas

Tabla VI. 1 Impactos adversos – suelo y rocas – preparación del sitio/construcción.	2
Tabla VI. 2 Impactos adversos – agua – preparación del sitio/construcción.....	3
Tabla VI. 3 Impactos adversos – aire – preparación del sitio/construcción.	4
Tabla VI. 4 Impactos adversos – paisaje – preparación del sitio/construcción.	5
Tabla VI. 5 Impactos adversos – estatus cultural – preparación del sitio/construcción.	5
Tabla VI. 6 Impactos adversos – suelos y rocas - operación.....	5
Tabla VI. 7 Impactos adversos – agua – operación.....	6
Tabla VI. 8 Impactos adversos – aire – operación	6
Tabla VI. 9 Impactos adversos – fauna – operación	7
Tabla VI. 10 Impactos adversos – estatus cultural – operación	7
Tabla VI. 11 Impactos adversos – estatus cultural – mantenimiento	8
Tabla VI. 12 Impactos adversos – estatus cultural – abandono de sitio.....	8

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Una vez identificados los impactos ambientales del proyecto, se proponen las siguientes medidas de prevención y reducción etc., de cada etapa del proyecto de los componentes ambientales, considerando en cada caso la valoración y pertinencia de los criterios empleados.

En este capítulo se incluyen las medidas preventivas y de mitigación para el desarrollo en general de las obras y los impactos adversos identificados. Las medidas se definieron con base en las actividades causantes de impactos en todas las etapas del proyecto actual, las nuevas propuestas de obras y superficies y las áreas autorizadas donde todavía no se tiene aprovechamiento.

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas.

En este apartado, se presenta la estrategia a implementar para el seguimiento, control, reducción y/o compensación de los Impactos Ambientales adversos, generados por la ejecución del proyecto. Dentro de cada etapa se realizarán acciones y actividades que son la fuente de cambio que tienen sus Impactos Ambientales sobre: factores abióticos que son suelo, agua y aire; los bióticos como flora, fauna; y los factores humanos. Cabe mencionar que se pondrá énfasis en los impactos de mayor consideración.

- **Medidas preventivas (Pr).** Estas acciones evitan efectos previsibles de deterioro en el ambiente.
- **Medidas de remediación (Re).** Estas acciones tienen como fin contrarrestar los efectos negativos provocados por las actividades del proyecto.
- **Medidas de rehabilitación (Rh).** Son programas de conservación y cuidado que se deberán llevar a cabo una vez terminado el proyecto para conservar la estructura y funcionalidad del Área de influencia y/o sistema ambiental.
- **Medidas de compensación (Cm).** Estas medidas no evitan la aparición del efecto, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor, son aplicadas a impactos irreversibles e inevitables.
- **Medidas de reducción (Rd).** Con la aplicación de estas medidas los daños que se puedan ocasionar al ecosistema serán mínimos.

En este apartado se enlistan las medidas de preventivas y de mitigación recomendadas para el desarrollo en general de todas las obras consideradas dentro del proyecto en todas sus etapas.

La presentación de las medidas de prevención y mitigación corresponden a la serie de acciones precisas que deben realizarse temporal o permanentemente, con el fin de atenuar, minimizar o en dado caso eliminar los efectos adversos causados por las acciones del proyecto. A esto se refiere los impactos negativos identificados y evaluados con anticipación. Al igual estas medidas también tienen por objetivo dar a conocer los aspectos positivos que se generen a raíz del proyecto.

Estas medidas para la prevención y atenuación que serán llevadas a cabo durante las obras del proyecto, se realizarán en las siguientes etapas:

1. Planificación
2. Fase de preparación del sitio /construcción

3. Operación
4. Mantenimiento
5. Abandono del sitio

A continuación, se muestran las obras o acciones propias para prevenir, rehabilitar, remediar, compensar y reducir, necesarias para permitir que el proyecto pueda ser viable en base a las políticas de la empresa.

Etapa de planificación.

La etapa de planificación solo contempla la obtención de permisos, estimación de costos, contratación de personal entre otros, por lo que no hay medidas de prevención o mitigación en esta etapa.

Etapa de preparación del sitio / construcción.

Tabla VI. 1 Impactos adversos – suelo y rocas – preparación del sitio/construcción.

Impactos adversos – suelo y rocas – preparación del sitio/construcción.			
Componente ambiental	Origen	Tipo de impacto	Medida de mitigación
Geomorfología	Tajo	Se pretende realizar actividades de aprovechamiento de minerales a través de un tajo a cielo abierto, por lo cual se extraerán algunas capas del suelo.	*Rh. Se devolverá el sitio a una condición similar a la actual, una vez concluida la vida útil y finalizada la etapa de abandono del sitio
Topografía	Retiro de la capa de suelo fértil y modificación por acumulación de material estéril en tepetatera	La topografía consiste en la representación de la superficie o relieve de un terreno, sin embargo, actividades como el depósito de material estéril, el desmonte y despilme del terreno modificaran la topografía que guarda actualmente el sitio	*Rh - Se devolverá el sitio a una condición similar a la actual, una vez concluida la vida útil y finalizada la etapa de abandono del sitio
Estabilidad/Erosión	Movimiento de maquinaria y erosión por la remoción de la vegetación	Al eliminar la cubierta vegetal el suelo queda expuesto a que sea arrastrado por la acción del viento y lluvia principalmente, y al fragmentar las rocas o crear áreas de acopio estas pueden tener una baja estabilidad.	*Rd - Una vez retirada cubierta vegetal se aplicarán riegos de agua para evitar la erosión por el movimiento de la maquinaria. *Pr - Se adquirirán componentes y equipos diseñados para tal fin
Contaminación	Diversas actividades	Aun y cuando se conoce que ciertas actividades resultan ser contaminantes para el suelo como el resultado de la combustión interna de los vehículos que caen sobre el suelo estos resultan ser insignificantes, sin embargo, existen situaciones que pueden llegar a darse de manera inesperada como fallos o averías de la maquinaria y equipos los cuales pueden dejar caer paulatinamente o de manera súbita algunas grasas, aceites, combustibles o lubricantes	*Pr - Se inspeccionarán los vehículos y maquinarias antes de usarlos, revisando que no cuenten con fugas de hidrocarburos. *Pr - Todo vehículo o maquinaria empleado se exigirá se cuente con un programa de mantenimiento vigente. *Pr - En caso de algún fallo o avería el mantenimiento deberá realizarse en un taller autorizado evitando se derramen productos contaminantes al suelo.

		que pudiesen llegar a contaminar el sitio	*Cm - En caso de derrame, se remediará el sitio conforme lo marque la reglamentación que según aplique.
Usos (Vocación natural del terreno)	Diversas actividades	Actualmente el uso del terreno es meramente natural, se cambiará el tipo de uso de suelo actual por otro, el cual cambiará de giro a ser un área para la conformación de un tajo, tepetatera y rampa.	*Rh - Se devolverá el sitio a una condición similar a la actual, una vez concluida la vida útil y finalizada la etapa de abandono del sitio
Compactación	Relleno, nivelación y compactación	El movimiento de maquinaria pesada, así como los trabajos sobre un área específica genera cierta compactación, aunque la de mayor influencia es la actividad de relleno, nivelación y compactación que pretende preparar las condiciones del lugar para posteriormente realizar nuevos trabajos con la estabilidad y seguridad necesaria para en un futuro evitar problemas extra operativos	

Tabla VI. 2 Impactos adversos – agua – preparación del sitio/construcción.

Impactos adversos – suelo y rocas – preparación del sitio/construcción.			
Componente ambiental	Origen	Tipo de impacto	Medida de mitigación
Superficial	Rehabilitación de caminos	Al estar el suelo desnudo los escurrimientos que se derivan de las precipitaciones son mayores, aumentando su velocidad de escorrentía y por ende una mayor erosión al suelo y menor infiltración	*Rh - implementación del programa de reforestación con especies nativas al término de las actividades
Subterránea	Retiro de capa asfáltica y colocación del piso y techumbre	Al retirar la capa asfáltica que es una capa impermeable que limita la infiltración del agua, se da paso a que con eventos climatológicos como la lluvia se pueda nuevamente tener cavidad a este servicio ambiental, aunque este servicio ambiental se ve limitado pues ya se encuentra compactado limitando la infiltración a los mantos freáticos, aunado lo anterior el tiempo que estará sin capa asfáltica es reducido pues posteriormente en esta etapa se reincorporara un nuevo piso y techumbre que limitaran por completo este proceso	

Calidad / Contaminación	Diversas actividades	Si bien no se pretende contaminar o disminuir la calidad de las aguas, es probable que al estar los vehículos, maquinaria y equipos en mal estado puedan presentarse fallos mecánicos los cuales podrían liberar agentes tóxicos ya sea al suelo o aire que con eventos de precipitación puedan arrastrar estos químicos a un cuerpo receptor de agua. La intensidad del mismo es difícil de estimar pues dependerá de la cantidad y tipo de agente derramado.	<p>*Pr - Revisión del estado y buen funcionamiento de maquinaria y vehículos</p> <p>*Re y *Rh - En caso de derrame se almacenará en contenedores evitando la dispersión</p> <p>*Pr - Todo vehículo o maquinaria empleado se exigirá se cuente con un programa de mantenimiento vigente.</p>
-------------------------	----------------------	--	---

Tabla VI. 3 Impactos adversos – aire – preparación del sitio/construcción.

Impactos adversos – aire – preparación del sitio/construcción.			
Componente ambiental	Origen	Tipo de impacto	Medida de mitigación
Contaminantes	Diversas actividades	El movimiento de materiales permite a las partículas más finas propagarse al aire con facilidad, además los gases producto de la maquinaria o vehículos emitirán humos y gases a la atmosfera, sin dejar pasar a los producidos por las acciones de soldadura. En ocasiones estos gases de combustión pueden combinarse con otros produciendo un impacto sinérgico es decir incrementar su daño hacia la personas o ambiente incluso con la interacción de agentes ambientales como radiación solar o humedad también pueden presentarse.	<p>*Pr y Rd - Se aplicarán riegos en las áreas para evitar la dispersión de polvos por el movimiento de maquinaria.</p> <p>*Pr y Rd - Todo vehículo o maquinaria empleado se exigirá se cuente con un programa de mantenimiento vigente.</p> <p>*Pr y Rd - Verificación de emisiones de humo a los vehículos y maquinarias empleadas</p>
Olor	Propagación de gases de combustión interna, pinturas y solventes	El olor es un atributo muy cualitativo, pues depende de la percepción de ellas personas para reconocer si es desagradable o agradable, sin embargo es bien conocido que los gases derivados de la combustión interna resultan ser en su mayoría molestos o irritantes al estar expuestos por periodos prolongados, sin embargo el proyecto se ubica en un área ventilada lo que limita se concentren olores en el lugar.	<p>*Pr - Todo vehículo o maquinaria empleado se exigirá se cuente con un programa de mantenimiento vigente.</p> <p>*Pr y Rd - Verificación de emisiones de humo a los vehículos y maquinarias empleadas</p>
Ruido y vibraciones	Uso de maquinaria y equipo	El ruido y las vibraciones emitidas por la maquinaria pesada al manejar motores grandes suelen pueden llegar a presentar problemas serios en la persona si no se pone atención, destacando adormecimiento de las extremidades, mareos, problemas circulatorios, pérdida de apetito entre otros, es por ello que se consideran significativos	<p>*Pr y Rd - Se debe brindar mantenimiento a los instrumentos, disminuyendo sus vibraciones.</p> <p>*Pr y Rd - Se emplearán equipos con aditamentos anti vibratorios (mangos de hule, resortes etc.).</p> <p>*Pr, Re, Rh, Cm y Rd - Apego a la normatividad aplicable de la STPS</p>

Tabla VI. 4 Impactos adversos – paisaje – preparación del sitio/construcción.

Impactos adversos – paisaje – preparación del sitio/construcción.			
Componente ambiental	Origen	Tipo de impacto	Medida de mitigación
Vista escénica	Movimiento de maquinaria y trabajos en general	Cualesquier trabajo que se esté realizando, principalmente en las etapas de preparación del sitio / construcción y operación, que cambiando con el ruido y el levantamiento de polvos, trae consigo una disminución de la vista escénica	*Rh - Se devolverá el sitio a una condición similar a la actual, una vez concluida la vida útil y finalizada la etapa de abandono del sitio

Tabla VI. 5 Impactos adversos – estatus cultural – preparación del sitio/construcción.

Impactos adversos – estatus cultural – preparación del sitio/construcción.			
Componente ambiental	Origen	Tipo de impacto	Medida de mitigación
Salud y seguridad poblacional	Movimiento de maquinaria	La dispersión de polvos debido al efecto del viento pudiera llegar a las poblaciones más cercanas ocasionando efectos adversos en la salud de las personas principalmente respiratorios	*Pr y Rd - Se aplicarán riegos en las áreas para evitar la dispersión de polvos por el movimiento de maquinaria
Salud y seguridad ocupacional	Cualquiera actividad de trabajo	Todo trabajo es propenso a sufrir algún riesgo o accidente de trabajo, pues la falta de capacidad o conocimientos en el manejo de algún equipo, actividad y herramienta en mal estado son la principal fuente generadora de incidentes, estos pueden llegar a ser cuasi accidentes a accidentes ligeros, moderados o graves según sea el caso que inclusive pueden llegar a ocasionar la muerte de uno o más empleados	*Pr, Re, Rh, Cm y Rd - Se deberán de seguir todas y cada una de las recomendaciones que apliquen según la normatividad de la Secretaria del trabajo y Prevención Social (STPS) *Pr - Se contará con un supervisor de seguridad laboral. *Pr - Se usarán los equipos para el uso en que fueron diseñados. *Pr - Se brindarán cursos de seguridad e higiene a todos los empleados a trabajar en la obra. *Pr - Se revisará que los empleados no trabajen en estado inconveniente (efectos alcohol, drogas o medicamentos controlados).

Etapa de operación

Tabla VI. 6 Impactos adversos – suelos y rocas - operación

Impactos adversos – suelos y rocas - operación			
Componente ambiental	Origen	Tipo de impacto	Medida de mitigación
Geomorfología	Voladura y extracción del mineral	La geomorfología es fuertemente impactada debido a la extracción de grandes volúmenes de suelo y rocas	*Cm - como medida de compensación el material inerte (tepetate) será dispuesto en el área del tajo a fin de cubrir esa área impactada
Topografía	Modificación del relieve	Las condiciones topográficas se verán afectadas por la disposición de materiales	*Re, Rh - Al término de la vida útil del proyecto, los materiales producto

		estériles que serán acopiados en lugares específicos, además del depósito de tepepate.	del desmante y despalme serán colocados sobre las superficies impactadas, de igual forma se llevará a cabo un programa de reforestación.
Estabilidad / erosión	Conformación de las áreas de trabajo	La transformación del terreno fragmentará la topografía y geomorfología del lugar, lo que ocasionará inestabilidad, pudiendo provocar un accidente por derrumbe o hundimiento en las áreas de trabajo.	*Pr - se realizarán actividades de compactación de suelos para evitar su inestabilidad
Usos (vocación natural del terreno)	Aprovechamiento de minerales	La vocación natural del terreno se verá afectada debido al aprovechamiento de suelo y rocas	*Pr - se marcarán los frentes de trabajo, delimitando las áreas solicitadas previendo impactar otros sitios naturales
Compactación	Compactación del terreno	Afectación de las condiciones naturales del suelo	*Re, Rh - Escarificar los suelos al término de la vida útil del proyecto y disponer sobre este los materiales producto del desmante y despalme

Tabla VI. 7 Impactos adversos – agua – operación

Impactos adversos – agua – operación			
Componente ambiental	Origen	Tipo de impacto	Medida de mitigación
Calidad / Contaminación	Combustible	Derivado a que los combustibles manejados como el principal insumo tiene la capacidad de contaminar el agua y que la operación de la misma puede llegar a ocurrir no se exenta a que pueda ocurrir algún accidente de derrame paulatina o total de los combustibles o bien en temporada de lluvias ser arrastrados a los cuerpos de agua más cercano. Es por ello que se considera un impacto relevante, aunque solo sucederá bajo una operación extraordinaria	*Pr - Tener el control y registro del mantenimiento de la maquinaria y vehículos de obra, con la finalidad de asegurar el buen funcionamiento de los mismos y evitar posibles accidentes y derrames de aceite o combustible.
Subterránea	Modificación del terreno	Disminución en el flujo de las corrientes subterráneas naturales por la modificación y alteración del terreno	-

Tabla VI. 8 Impactos adversos – aire – operación

Impactos adversos – aire – operación			
Componente ambiental	Origen	Tipo de impacto	Medida de mitigación
Contaminantes	Carga y descarga de combustibles	Durante los procesos de trasiego, es decir carga y descarga de combustibles debido a la volatilidad de los combustibles se genera ciertas emisiones que contaminan el medio receptor, es este caso la atmósfera y que pueden ser transportadas a grandes distancias por el viento	*Pr y Rd - Todo vehículo o maquinaria empleado se le aplicará un programa de mantenimiento. *Pr y Rd - Verificación de emisiones de humo a los vehículos y maquinarias empleadas *Pr y Rd - Se aplicarán riegos en las áreas para evitar la dispersión de polvos por el movimiento de maquinaria.
Olor	Propagación de gases de combustión interna,	Los combustibles suelen desprender un aroma en particular y muy reconocible al ser un derivado del petróleo el cual en su mayoría no se considera como molesto, pues al estar al aire libre permite la fácil	*Pr - Todo vehículo o maquinaria empleado se exigirá se cuente con un programa de mantenimiento vigente. *Pr y Rd - Verificación de emisiones

	pinturas y solventes	dispersión y disipación de los vapores que se generan	de humo a los vehículos y maquinarias empleadas
Ruido y vibraciones	Uso de maquinaria y equipo	El ruido y las vibraciones emitidas por la maquinaria pesada al manejar motores grandes suelen pueden llegar a presentar problemas serios en la persona si no se pone atención, destacando adormecimiento de las extremidades, mareos, problemas circulatorios, pérdida de apetito entre otros, es por ello que se consideran significativos	*Pr y Rd - Se debe brindar mantenimiento a los instrumentos, disminuyendo sus vibraciones. *Pr y Rd - Se emplearán equipos con aditamentos anti vibratorios (mangos de hule, resortes etc.). *Pr, Re, Rh, Cm y Rd - Apego a la normatividad aplicable de la STPS

Tabla VI. 9 Impactos adversos – fauna – operación

Impactos adversos – fauna- operación			
Componente ambiental	Origen	Tipo de impacto	Medida de mitigación
Aislamiento	Diversas actividades	La fauna regional puede verse aislada debido a las actividades mineras por la fracturación de los corredores ecológicos naturales	-

Tabla VI. 10 Impactos adversos – estatus cultural – operación

Impactos adversos – estatus cultural - operación			
Componente ambiental	Origen	Tipo de impacto	Medida de mitigación
Salud y seguridad poblacional	Movimiento de maquinaria	La dispersión de polvos debido al efecto del viento pudiera llegar a las poblaciones más cercanas ocasionando efectos adversos en la salud de las personas principalmente respiratorios	*Pr y Rd - Se aplicarán riegos en las áreas para evitar la dispersión de polvos por el movimiento de maquinaria
Salud y seguridad ocupacional	Cualquiera actividad de trabajo	Todo trabajo durante la operación es propenso a sufrir algún riesgo o accidente de trabajo, pues la falta de capacidad o conocimientos en el manejo de algún equipo, actividad y herramienta en mal estado son la principal fuente generadora de incidentes, estos pueden llegar a ser cuasi accidentes a accidentes ligeros, moderados o graves según sea el caso que inclusive pueden llegar a ocasionar la muerte de uno o más empleados	*Pr, Re, Rh, Cm y Rd - Se deberán de seguir todas y cada una de las recomendaciones que apliquen según la normatividad de la Secretaria del trabajo y Prevención Social (STPS) *Pr - Se contará con un supervisor de seguridad laboral. *Pr - Se usarán los equipos para el uso en que fueron diseñados. *Pr - Se brindarán cursos de seguridad e higiene a todos los empleados a trabajar en la obra. *Pr - Se revisará que los empleados no trabajen en estado inconveniente (efectos alcohol, drogas o medicamentos controlados).

Etapa de mantenimiento

Tabla VI. 11 Impactos adversos – estatus cultural – mantenimiento

Impactos adversos – estatus cultural - operación			
Componente ambiental	Origen	Tipo de impacto	Medida de mitigación
Salud y seguridad operacional	Mantenimiento de equipo y maquinaria	Cualquier persona que se encuentre realizando trabajos de mantenimiento, se encuentra propenso a sufrir algún tipo de accidentes como machucones, cortadas durante estas actividades	*Pr. En todo momento durante el mantenimiento de algún equipo o maquinaria es obligatorio el uso de equipo de protección personal correspondiente de acuerdo a la normatividad aplicable de la STPS

Etapa de abandono de sitio

Tabla VI. 12 Impactos adversos – estatus cultural – abandono de sitio

Impactos adversos – estatus cultural – abandono de sitio			
Componente ambiental	Origen	Tipo de impacto	Medida de mitigación
Empleo y actividades	Vida útil del proyecto finalizada	Falta de empleo	*Pr - como medida preventiva se contará con capacitaciones constantes al personal, por lo que obtendrán nuevos conocimientos, pudiéndolos aplicar en trabajos futuros
Salud y seguridad ocupacional	Cualquier actividad	Todo trabajo que se realice durante el abandono de sitio puede traer consigo un riesgo potencial de accidente hacia el personal, los cuales pudieran llegar a ser cuasi accidentes, accidentes ligeros, moderados o graves según sea el caso	*Pr, Re, Rh, Cm y Rd - Se deberán de seguir todas y cada una de las recomendaciones que apliquen según la normatividad de la Secretaría del trabajo y Prevención Social (STPS) *Pr - Se contará con un supervisor de seguridad laboral. *Pr - Se usarán los equipos para el uso en que fueron diseñados. *Pr - Se brindarán cursos de seguridad e higiene a todos los empleados a trabajar en la obra. *Pr - Se revisará que los empleados no trabajen en estado inconveniente (efectos alcohol, drogas o medicamentos controlados).

VI.1 Impactos residuales

Dentro de los tipos de impactos ambientales que puede generar la ejecución de un proyecto, se tiene a los denominados Impactos residuales, que por definición son:

“Es aquel cuyos efectos persistirán en el ambiente aún después de la aplicación de las medidas de mitigación”.

Por lo tanto, se considera de suma importancia la aplicación de medidas de atenuación específica para estos impactos, incluso de ser posible considerar el uso de la mejor tecnología disponible.

- **Voladura.**

Entre los impactos residuales se tiene la alteración de la geomorfología y topografía que poco a poco según se avance se va acumulando el impacto, son residuales ya que no existe medida de mitigación que detenga dicha

afectación. Por otro lado, tenemos que la estabilidad se va quebrantando cada vez que se lleven a cabo las detonaciones si bien se da el impacto sobre la fragmentación de la roca (acción buscada con la detonación), existe la posibilidad de que áreas colindantes a la unidad minera que naturalmente ya están fragmentadas pueden darse un suceso de hundimiento o derrumbe por las constantes vibraciones producidas, no es posible monitorear estos sucesos.

Como medida protectora ya que muchos de los impactos sinérgicos no pueden ser cuantificables, se pueden llevar a cabo monitoreos de calidad del aire, agua y suelo los cuales indicaran si realmente existe este tipo de interacciones.

La vista escénica con el avance va disminuyendo sus propiedades atractivas que modifican el entorno y con la realización de las otras actividades llámese del proyecto o fuera de él va perdiendo sus cualidades naturales que hacían del lugar un paisaje natural, sin embargo las afectaciones por la minera son en áreas específicas y no salen de las áreas autorizadas y de un punto relativamente corto puede ya dejar de apreciarse la modificación al ambiente por del desarrollo de las diversas actividades.

Nuevamente las cuestiones sociales son las más beneficiadas ya que es necesario existan trabajos como mano de obra calificada, de los cuales sin duda consumen en las localidades cercanas servicios y bienes como dormitorios, restaurantes, tiendas de consumo variado, artículos de construcción, ferretería entre otros, los cuales generan un movimiento del capital en la región que a su vez propicia a mejorar sus condiciones de vida y a su vez la generación de nuevos puestos de trabajo al ocupar más personal.

Capacitaciones son necesarias como se ha mencionado otras actividades proveen seguridad a los mismos compañeros y la población circundante, se llegan a mejores puestos y en el supuesto de querer cambiar de compañía o puesto puede hacerlo con mayor facilidad que alguien sin experiencia. Un sueldo fijo y bien remunerado aumenta el índice de escolaridad en la familia ya que permite que hijos, esposa o el mismo acudan a la escuela y el factor económico no sea una limitante del aprendizaje.

- **Tajo y tepetatera**

Amplias extensiones del terreno y actividades extractivas y de acopio de materiales generan una depresión o una elevación que sin duda altera el ciclo hidrológico de la región al modificar cauces de manera permanente, aunque los afectados solo serán escurrimientos superficiales que no superaban el orden de corrientes 1. Se pueden infiltrar tóxicos encontrados de manera natural en el subsuelo al dejarlos a la intemperie y arrastrados por el agua infiltrándola y dañando la calidad de los mismos. Como se ha hecho mención son impactos residuales que una vez se vuelva al sitio a una condición similar a su entorno que no ha sido afectado no será igual, sin embargo, buenas prácticas de ingeniería ayudan a mejorar los escurrimientos del agua así como a retener y evitar la erosión.

Con lo anterior se concluye que a pesar de ser de manera permanente la modificación el cambio es dirigido a las buenas prácticas con el fin de mejorar el lugar a condiciones similares que lo antecedían, aunque esto lleva un tiempo prolongado.

Una sola o dos actividades pueden no disminuir de manera circunstancial la vista escénica, pero sin duda alguna las actividades de tajo y tepetatera inclusive por si sola puede alterar el paisaje, ya que es donde se requiere la mayor cantidad de superficies y su alteración no solo es superficial sino que la topografía misma se ve afectada.

- **Acarreo y trasiego de materiales.**

Los impactos residuales que se consideran es la de propagación de polvos y gases que se esparcen por el trasiego de materiales y movimiento de los vehículos, ya que es difícil poder coleccionar este tipo de polvos y

contaminantes, sin embargo existen técnicas para minimizar este problema como lo es el riego y compactación de los caminos lo cual evita la dispersión de polvos por la maquinaria y el mantenimiento y monitoreo de los vehículos aseguran que las emisiones estén dentro de los límites permisibles, pero aun con las medidas existe el impacto aunque en menor medida.

Derrames de grasas aceites o lubricantes de los vehículos y maquinarias pueden ser minimizados, pero no controlados por completo y aunque un derrame grande puede ser fácilmente identificado este podrá ser llevado bajo tratamiento, pero aquellos derrames de baja cantidad son los de preocupación ya que hace casi imposible localizarlos por lo que no es posible aplica las medidas correctivas. El mantener los vehículos en las mejores condiciones ayuda a evitar esta problemática rastreando las fugas antes de que puedan tener contacto con el agua o suelo, las revisiones son diarias por el personal operativo de las mismas de manera general y exhaustivas durante la etapa de mantenimiento preventivo en caso de surgir algún problema se iniciara instantáneamente un mantenimiento correctivo.



CAPÍTULO VII

**PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO,
EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**



Índice de contenido

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.	1
VII.1 Pronóstico del escenario.	1
VII.2 Programa de vigilancia ambiental.....	8
VII.3 Conclusiones.....	10

Índice de tablas

Tabla VII. 1 Escenarios.....	8
------------------------------	---

Índice de fotografías

Fotografía VII. 1 Paisaje característico de la unidad minera.....	2
---	---

Índice de figuras

Figura VII. 1 Categorización de la antropización para la región señalado por CONABIO	3
--	---

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

VII.1 Pronóstico del escenario.

En esta sección se realiza un análisis para visualizar los posibles escenarios futuros de la región bajo estudio, considerando en primer término al escenario sin proyecto, seguido de otro escenario con proyecto y finalmente, uno que incluya al proyecto con sus medidas de mitigación.

La función del pronóstico es definir la intensidad de los impactos en el medio ambiente, y facilitar el análisis del proyecto, en términos de la magnitud y la localización de los lugares en donde pueden ocurrir los impactos.

Una vez establecidos los impactos ambientales que se pueden ocasionar en las diferentes etapas, en cada uno de los factores del medio ambiente, se procede a definir y clasificar los tipos de prácticas de mitigación necesarias para que el ecosistema conserve al máximo sus condiciones naturales o actuales.

Las medidas de mitigación se definen de acuerdo al Reglamento de la LGEEPA en su artículo 3º, fracción XIV como: *“El conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de que se estableciera la empresa”*.

Básicamente en el proyecto se presentan 4 etapas, la primera de ellas es denominada “Fase de preparación del sitio / construcción”, es aquí donde se realizan los trabajos iniciales, los cuales involucran actividades de desmonte, despilme, nivelación, construcción entre otros. La segunda lleva por nombre operación, aquí se contempla el proyecto una vez se inicia una operación normal de producción dentro de la unidad minera y es la de mayor duración, complementaria a esta se tiene el mantenimiento identificado como otra etapa donde se realizan actividades de mantenimiento preventivo, deductivo y correctivo enfocado sobre todo a la operación, sin embargo puede presentarse en hacia el resto de las etapas; por último tenemos la etapa de abandono del sitio donde se pretende llevar el lugar a una condición igual o mejor a la que presenta actualmente con excepción de los impactos residuales identificados en el capítulo anterior de las áreas de tajo y tepetatera.

En el caso de la vegetación, se procurará la recuperación de especies susceptibles de recuperación, así en el caso de localizarse a las especies catalogadas en alguna categoría de riesgo por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, para su traslado a las áreas adyacentes de vegetación natural que no serán afectadas. Sólo podrán ser rescatados los individuos que presenten dimensiones idóneas para el exitoso traslado a otras áreas, esto con la finalidad de prevenir la disminución de las poblaciones de especies de flora y fauna silvestres, evitar la mortalidad de individuos de fauna silvestre y contribuir a la rehabilitación de áreas deterioradas en el área de influencia del proyecto, mediante el trasplante de ejemplares de especies vegetales vulnerables o en riesgo.

En el caso de la fauna, los efectos se reducen ya que actualmente es menor la diversidad o densidad de especies debido a la actividad minera actual en el área en comparación con otras áreas dentro del SA; se realizarán recorridos a pie en cualquier área a desmontar, con el propósito de identificar y localizar a los individuos de las especies que se encuentren presentes; evaluar su rescate, traslado o trasplante hacia áreas aledañas que no serán afectadas y que posean características similares al sitio de donde provienen.

El paisaje es un componente que su impacto resulta residual pues se pretende extraer grandes cantidades de material (tajos) y depositarlos en otro sitio (vacadero), al igual que una rampa de acceso, volver a su sitio estas grandes cantidades de material resulta ser de un alto costo y no es viable su realización, sin embargo se realizaran las obras ingenieriles necesarias para poder propiciar el establecimiento de la vegetación y estas áreas cumplan nuevamente su funcionalidad ecosistémica.

En cuanto a la calidad de agua, esta se verá afectada principalmente por la etapa de operación en el tajo, ya que serán extraídas grandes cantidades de material, por lo que la infiltración será menor, sin embargo con las obras de conservación de agua que se realizaran en las áreas aledañas al proyecto ayudaran a atenuar dicho impacto.

Los escenarios pronosticados una vez que se realicen las obras de prevención, mitigación, restauración y compensación, sobre los elementos que serán impactados durante el establecimiento del proyecto se desarrolla a continuación:

Escenario Actual:

El deterioro que prevalece en el área de estudio se puede considerar debido a la misma actividad minera, además de actividades forestales, ganaderas y en menor medida la agricultura de temporal. Todo esto llega a ocasionar la disminución de los macro nutrientes del suelo manteniendo, en donde el tipo de vegetación que se tiene en el área corresponde al de Bosque de Encino – Pino. Sin embargo la conservación del sitio se consideraba en buen estado de conservación debido a que cuenta con una gran diversidad de especies tanto de flora como de fauna, donde pareciera que los recursos naturales no eran finitos, sin embargo cualquier actividad humana repercute en mayor o menor medida sobre los valores del medio en el que se desarrolla.

Las principales estructuras topográficas están representadas por sierras, pies de monte, pendientes pronunciadas, por lo cual el impacto a esta superficie no será de gran notoriedad respecto al sistema ambiental. Esta es un área de clima templado, con lluvias abundantes en los meses de temporada,

Actualmente la vocación natural del suelo es de uso minero por las diversas actividades mineras que se encuentran en la zona, además de esto se presentan actividades forestales y pecuarias y sin embargo esta última actividad no se puede desarrollar de manera importante debido a las condiciones del terreno y topografía

El suelo de la zona es rica en materia orgánica ya que el clima que se presenta en la zona ayuda en diversos factores ambientales como a la vegetación, que tiene gran cobertura en la zona y se encuentra bien distribuida en todo el sistema ambiental. Las formaciones vegetales existentes son arboles de gran talla, arbustos y hierbas de diversas especies.

La calidad estética y percepción del paisaje es de meras características sierreñas, con alta diversidad de la vegetación y fauna, sin embargo la zona no es visitada por turistas ni habitantes de los poblados alejados del sitio, ya que el proyecto se encuentra alejado de las poblaciones.



Fotografía VII. 1 Paisaje característico de la unidad minera

Las comunidades vegetales actualmente presentes en la zona del proyecto, soportan presiones relacionadas con la actividad antropogénica, debido a su alta frecuencia y número de individuos, ya que en algunos sectores

aledaños del área de estudio se han desarrollado actividades provocadas por las diversas prácticas humanas las cuáles han afectado la vegetación.

En términos de actividades antropogénicas, el área de estudio se identificó localmente como medianamente modificada. Esto es evidente dadas las actividades que se realizan en el área, como actividades mineras, pecuarias y forestales, además de las afectaciones mineras antiguas, entre otras; actividades que repercuten en pequeña escala sobre el hábitat natural disponible para las especies faunísticas en el área de estudio; a pesar de tener un bajo afluente vehicular derivado de las actividades diversas, aun se pueden encontrar especies faunísticas, ya que existen grandes espacios donde estos pueden desplazarse si en algún caso son desplazados por las actividades humanas. Cerca del área de estudio existen comunidades cercanas, las cuales con el movimiento de vehículos y de personas con establecimiento fijo ha desplazado algunas especies mayores. Los caminos de cierta forma han dividido los terrenos, sin embargo no presentan problema ya que no tienen una alta frecuencia vehicular por lo que pueden ser cruzados por la fauna local.

Dicho lo anterior puede ser corroborado con un estudio realizado por la CONABIO donde le da un valor categórico en cuanto a modificación, este fue realizado en el norte del país donde realizaban un completo análisis para determinar el grado de afectación, identificando para la zona de estudio un valor de débil y parcialmente modificada, que se define como "Paisajes que han sufrido alteraciones en la composición y estructura de sus componentes bióticos, especialmente en la vegetación.

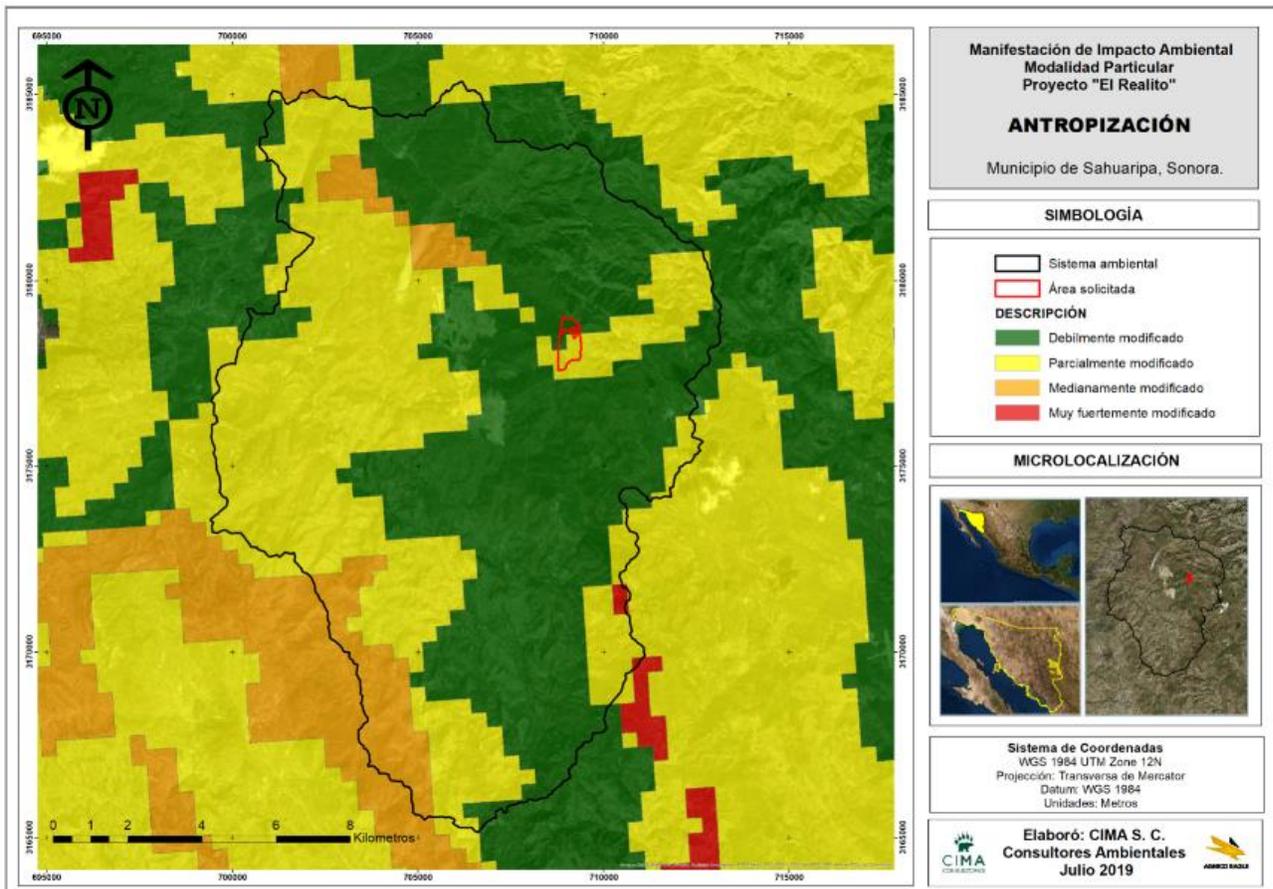


Figura VII. 1 Categorización de la antropización para la región señalado por CONABIO

Descripción y análisis del escenario sin el proyecto:

Este escenario no será diferente al presentado y descrito en el escenario actual en cuanto a sus aspectos ambientales.

Tradicionalmente en la región se ha desarrollado la actividad de la ganadería y agricultura a manera de autoconsumo, sin embargo debido a las condiciones topográficas y climatológicas no se puede desarrollar a gran escala.

También se tiene la actividad económica del aprovechamiento forestal, es así como los ejidatarios con derechos reciben un ingreso anual por la venta de la madera.

Sin embargo en cuanto al factor socioeconómico estas actividades no son suficientes para proporcionar un salario bien remunerado a los habitantes de las localidades del municipio, lo que representaría una nula generación de empleos, debido principalmente a que la falta de empleos es una realidad, lo cual propicia a una migración de los lugareños a lugares donde puedan obtenerlo, el cual pueda cubrir las necesidades básicas para él y su familia. Se perderá un ingreso adicional a las localidades cercanas debido a que no llegarán contratistas y trabajadores, sin mencionar aquellos servicios que traiga consigo la realización de esta actividad en la que se beneficiaría la población en general.

Las condiciones ambientales del SA son estables, presentan buena diversidad, así como calidad del aire y del agua.

En cuanto a la cobertura vegetal se tiene que existe una dominancia de bosque templado con mezclas de los géneros *Quercus* y *Pinus*. De acuerdo al análisis de los estudios previos realizados en la zona, las especies identificadas aún se encuentran ampliamente distribuidas.

En el supuesto de continuar sin la realización del proyecto en un futuro el ecosistema de la región continuara degradándose pues no existe control o acciones que encaminen una restauración. Es de suma importancia mencionar que una de las principales actividades de la zona es la ganadería extensiva la cual comúnmente suele practicarse de manera irregular es decir se cuenta con una mayor carga animal en los agostaderos de los que estos pueden mantener, por lo que su degradación es continua año con año, sin mencionar que si las condiciones climáticas no son favorables su fragmentación será notoria de un año a otro mientras que la carga animal será la misma.

Dentro del **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio** se realizó una fuerte investigación de todas las áreas del país, por lo que dentro del área de estudio no se encuentra vigente ningún programa de ordenamiento ecológico regional, local o marino. El ordenamiento más cercano se localiza en el municipio de Rosario al sur del proyecto, a una distancia de 127 km lineales aproximadamente, denominado “Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de Rosario” decretado en el año 2007 y siendo este del orden local.

Escenario con el proyecto y con las medidas preventivas y de mitigación propuesta.

En el área de estudio y cercanas existen depresiones y elevaciones del terreno muy pronunciadas, lo cual da paso a una erosión, donde las fuertes lluvias generan escorrentías de gran tamaño y velocidad. Durante la temporada invernal cuando la mayoría de las especies pierden sus hojas el ecosistema queda expuesto a la erosión eólica principalmente.

La conservación de la calidad de suelos, aguas y paisajes, así como el respeto por los seres vivos que en ellos habitan ha de constituir un objetivo primordial integrado en el diseño de la actividad principal.

Por lo descrito con anterioridad, el proyecto pretende realizar una serie de obras con el fin de eliminar, reducir minimizar o en su caso compensar los impactos generados por el desarrollo de la actividad, donde existen y se

seguirán haciendo, con la finalidad de mantener la calidad del sistema ambiental. En la actualidad se llevan a cabo y se deberán de actualizar al momento de tener un resolutivo favorable de esta MIA con la finalidad de continuar aplicando diversos programas, como los que se mencionan a continuación:

- Programas de rescate de flora y fauna
- Monitoreo de fauna silvestre
- Monitoreo de Aguas
- Monitoreo de Aire
- Monitoreo de Suelo
- Programas de conservación de suelos
- Programa de conservación de aguas
- Riego de caminos y superficies
- Programas de mantenimiento preventivo a maquinaria y equipos
- Programas de reforestación

Con los programas y monitoreos planteados, se pretende la conservación del medio natural y en especial de los bosques templados que contiene la región e incluso se buscan mejoras, como es la conservación del potencial genético vegetal, mantenimiento y conservación de las poblaciones de fauna, mayor infiltración del agua, mantenimiento de la retención de suelo, por ejemplo, siendo superior el suelo retenido, al que se perdió por la remoción de la vegetación.

Aire. En el área del proyecto existe material particulado en el aire (calidad basal), producto de la generación natural (polvo por viento, polen, etc.), las actividades agrícolas del área, el tráfico en los caminos sin pavimentar, las emisiones de polvo por el minado, trituración y traslado del material, así como la operación de maquinaria y equipo.

El proyecto contribuye con la emisión de partículas suspendidas y gases de combustión procedentes del minado, trituración y traslado del material, así como de la operación de maquinaria, equipo y áreas de recuperación y laboratorios; sin embargo, se aplican medidas de control que han permitido mantener una calidad del aire satisfactoria, tanto en la zona del proyecto, como específicamente en las áreas de mina y procesos.

Medidas como el riego de caminos, mantenimiento de los vehículos se han adoptado y los resultados del monitoreo de partículas apuntan a la eficacia de tales medidas.

Suelo. En las áreas del proyecto ocupadas actualmente por infraestructura minera, así como en las superficies del tajo y terreros que ya han sido desarrolladas, el suelo ha sido retirado como parte de la preparación del sitio requerida.

En los casos en que fue posible, se recuperó el suelo fértil, mismo que ha sido almacenado y conservado para su uso en la restauración del sitio.

Se han venido construyendo obras de control de escurrimientos y sedimentos requeridas para la conservación del suelo, así como las relativas a su protección de la contaminación en el área de proceso, laboratorios, almacenes y patio de lixiviación.

Es así que con estas medidas se pretende dejar el sitio en condiciones similares a las que se encontró.

Flora. Se ha retirado la vegetación de las áreas autorizadas como se ha ido requiriendo para el desarrollo de las obras necesarias para la operación de la unidad minera. Siempre se han seguido las indicaciones del personal de seguridad y medio ambiente en todo el proceso. Se ha realizado el desmonte con la recuperación del suelo fértil para su posterior uso en la restauración, así como en caso de encontrarse especies sujetas a protección por encontrarse en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o en la CITES, se han rescatado y reubicado en áreas con

condiciones similares a las de su hábitat original. La unidad minera cuenta con un vivero donde producen especies nativas.

Con el acatamiento de todas y cada una de las condicionantes se espera que la vegetación se recupere y vuelva a ocupar los espacios que antes ocupada, esto a través de los programas de reforestación, hidrosiembra de taludes, siembra de pastos, etc.

Fauna. La mayor perturbación del componente faunístico del área se realizó ya con los cambios de uso del suelo, en las etapas de preparación del sitio y construcción de la unidad minera, que representó, además de la pérdida de áreas de alimentación y refugio, un importante movimiento de maquinaria, equipo, vehículos y trabajadores.

Algunos de los individuos que fueron desplazados de las áreas de ocupación de la mina hacia zonas no alteradas, actualmente han regresado al sitio, toda vez que las actividades operativas que se realizan generan menos perturbaciones que en las etapas pre-operativas. El cierre y desmantelamiento de instalaciones, así como los trabajos de restauración de superficie y revegetación, crearán condiciones favorables para el repoblamiento de la fauna silvestre.

La cantidad de individuos en los sitios de actividad del proyecto se recuperará gradualmente hasta alcanzar densidades equiparables a las existentes con anterioridad. Cabe mencionar que la empresa cuenta con comederos y bebederos para la fauna.

Se prevé que los efectos serán reversibles en virtud de que se tiene contemplado el desarrollo del Plan de Cierre que se cumplirá en los últimos dos años de vida de la solicitud de este proyecto y cuyo objetivo fundamental es lograr que el medio ambiente donde se desarrolla la actividad minera, recupere las condiciones de calidad necesarias para asegurar su sostenibilidad, ya sea en condiciones similares a las que poseía antes del inicio de las operaciones, y/o condiciones de uso alternativo que resulten ambientalmente viables y que a la vez sean acordes a las características particulares de la zona.

El riesgo de afectación a los ecosistemas por sustancias con repercusiones peligrosas en virtud de un evento accidental (fuga, derrame, etc.), es prácticamente nulo, ya que como se estableció en los capítulos anteriores, aunque utilizará sustancias químicas listadas como peligrosas (en su mayoría derivados del petróleo), no tendrían un comportamiento negativo hacia el ecosistema y tampoco pondrán en riesgo la permanencia de sus componentes ya que cuenta con todas las medidas de seguridad especificadas así como un lugar designado para almacenarlas el cual cumplirá con la normatividad vigente para su manejo.

Los beneficios socioeconómicos que generará el proyecto (impactos positivos) son de vital importancia para el desarrollo de la región, pues se carece de generación de empleo **Formal y bien remunerado**, lo que incentiva a que los pobladores pudieran llegar a pensar y en el peor de los casos a realizar actividades ilícitas.

Escenario con el proyecto minero y sin las medidas preventivas y de mitigación propuesta.

Un mal control de las sustancias consideradas como peligrosas en donde se derramen al suelo o cuerpos de agua (superficial o subterránea) puede afectar la dinámica natural de esa área contaminando a diferentes escalas según la cantidad y tipo de contaminante.

Sin un riego en los caminos las partículas de polvo se levantarán fácilmente, reduciendo la visibilidad, afectando las vistas escénicas o paisaje, sin mencionar aquellos problemas de salud principalmente respiratorio que se dan al inhalar aquellas partículas suspendidas provocadas por las actividades, aunando a esto se presentará una erosión de aquellos caminos o áreas abiertas con mayor facilidad. La falta de mantenimiento a los equipos propicia a que ocurran con una mayor incidencia accidentes operacionales, los cuales repercuten en daños a la salud humana, mayor cantidad de contaminantes por mala combustión interna, mayor ruido y vibraciones así como derrames de aceites, grasas, lubricantes entre otros problemas.

De forma general tenemos que si no se aplican las medidas de mitigación, reducción mitigación, compensación y/o restauración necesarias el área de interés tendrá serios problemas pues sería un fuerte impacto el que recibirán el ecosistema y en particular las áreas operativas llevando a una degradación acelerada, pero es por ello que la empresa, pretende evitar cualesquier tipo de incidente negativo al medio social, económico y ambiental como lo ha venido realizando, cabe mencionar que la realización de cualquier obra o actividad inclinará la balanza tanto de manera positiva o negativa a cualquier rubro, por lo que se pretende un equilibrio entre estos 3 factores. En aquellas que el impacto sea negativo y no pueda evitarse se llevarán a cabo diversas estrategias para, reducir, mitigar y en su caso restaurar el impacto que pueda presentarse.

Escenario después del proyecto en la etapa de abandono de sitio.

Las medidas que se llevarán a cabo durante la etapa de abandono tendrán un impacto benéfico sobre los componentes del medio ambiente susceptible a ser modificados

En cuanto a lo socioeconómico la población perderá una fuente de empleo directa e indirecta, sin embargo, aquellas personas que laboraron sobre todo con la empresa, recibirán capacitación y adiestramiento adquiriendo nuevos conocimientos, metodologías de trabajo, y sobre todo experiencia laboral lo cual aumentará su probabilidad de ser empleados en otros proyectos o lugares en donde desempeñen la misma actividad o similares a las que presentarán en dicho proyecto.

Las relaciones causales negativas que intervienen son varias, que se contrarrestan con las medidas de mitigación aplicables.

Dentro de este apartado la empresa promovente se compromete a realizar un plan de cierre minero el cual va encaminado a la restauración de aquellas áreas degradadas donde su objetivo principal es que se vuelvan a prestar los servicios ambientales que se dan naturalmente como:

- Captura de carbono
- Generación de oxígeno
- Captura de agua (infiltración)
- Refugio, alimentación, anidación y reproducción de la fauna silvestre
- Retención de suelo por mencionar solo algunos

Tabla VII. 1 Escenarios

Escenario	Actual	Después
Sin el proyecto	<p>Existen áreas y caminos desprovistos de vegetación, afectados hace varios años.</p> <p>Los poblados cercanos carecen de alguna fuente de empleo bien remunerada.</p> <p>No se tiene un control sobre la extracción de especies comerciales incluida la caza.</p> <p>Se pierden importantes inversiones en los tres niveles de gobierno, así como la obtención de recursos por medio del impuesto minero, el cual beneficia a los tres órdenes de gobierno</p>	<p>Se abrirán nuevos caminos y brechas en la región sin un control.</p> <p>Las fuentes de trabajo serán las mismas y no se diversificarán los empleos, pues no se contará con incentivos económicos ni de servicios diferentes a los actuales.</p> <p>Seguirá sin contar con una restricción y/o vigilancia ambiental en cuanto a la cacería furtiva y descontrolada.</p> <p>No se obtendrán aportes como el del fondo minero, permisos ambientales, de construcción entre otros.</p>
Con el proyecto	<p>No aplica ya que al momento no se han iniciado con las actividades.</p>	<p>Se rehabilitarán espacios degradados por medio de reforestaciones, con especies de la región.</p> <p>Se generará una fuente de empleo bien remunerada.</p> <p>Se crearán obras que incentiven a retención del suelo, mayor infiltración de agua etc.</p> <p>Se dará seguimiento y vigilancia ambiental a las diversas áreas, durante y después de iniciar cualquier actividad.</p> <p>Se tendrá un control de especies y no se permitirá la extracción de la flora o fauna silvestre.</p> <p>Mejor calidad de vida directamente a las localidades cercanas.</p> <p>Los recursos del fondo minero se deben, por ley, aplicar en la región, lo cual traerá muchos beneficios a la zona.</p> <p>Se restaurará el sitio, a una condición mejor o similar a la actual y se le brindará un seguimiento ambiental</p> <p>El personal una vez desempleado, tendrá mayores oportunidades de conseguir un empleo igual o similar al prestado durante este proyecto.</p>

VII.2 Programa de vigilancia ambiental

Con el propósito de que se cumplan las obras en el desarrollo de cada fase del proyecto en cuanto especificaciones ambientales y medidas de mitigación establecidas, la empresa designará a un grupo de personas capacitadas y una persona encargada de dar seguimiento a todo este tipo de actividades para dar cumplimiento a las medidas de mitigación propuestas.

Como parte del programa de vigilancia ambiental se llevarán a cabo las siguientes actividades:

La empresa deberá implantar y llevar a cabo las acciones necesarias para vigilar el cumplimiento de las medidas de mitigación ya enlistadas para cada impacto o aspecto ambiental identificado.

- Para que un programa sea eficaz, debe haber un compromiso para ejecutar en forma automática y continua en cada operación, los planes redactados. Además, las responsabilidades de cada uno de los

empleados en cuanto a la ejecución y documentación de las acciones exigidas por los planes, debe ser explicada en detalle y claramente definida.

- Dichos planes deberán incluir procedimientos sobre fugas, derrames e incendios, así como procedimientos sobre salud y seguridad para proteger a los empleados.
- Verificar que se cumpla con el programa de mantenimiento. Este deberá ser de forma programada y periódica debiéndose hacer un informe de todo equipo al que se le brinde mantenimiento tanto preventivo como correctivo a las maquinas, equipo e instalaciones en general.
- En la etapa de abandono se recomienda tomar evidencia de las actividades realizadas en esta etapa.

Como parte de la vigilancia ambiental se dará cabal importancia al seguimiento de los siguientes programas:

❖ **Agua**

- Programa de prevención de Contaminación de Aguas Superficiales y Subterráneas.
- Programas de obras de zanjas derivadoras de escorrentía.
- Programa de tratamiento de aguas de servicio.

❖ **Aire**

- Programa de monitoreo anual perimetral de PST y PM10.
- Programa de monitoreo de fuentes fijas.
- Programa de mitigación de emisiones de PST

❖ **Suelo**

- Desmante y despalde en forma paulatina.
- Resguardo de la capa fértil del suelo.
- Muros de contención contrapendiente.
- Barreras de piedra a curva de nivel.
- Presas de Piedra Acomodada.
- Presas de Gaviones.
- Presas filtrantes de costales rellenos de tierra (geocostales).
- Producción de composta.

❖ **Flora y Fauna**

- Programa de monitoreo de especies de flora y fauna.
- Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre.
- Programa de rescate de especies de Flora Silvestre
- Acciones de desmante fuera del área autorizada.
- Sitios para comederos, bebederos y de observación de fauna silvestre.
- Programa de revegetación.
- Mantenimiento a los sitios reforestados.
- Programa de prevención y protección contra incendios forestales.
- Señalización preventiva al cuidado de la flora y fauna nativa

❖ **Residuos**

- Programa de manejo de residuos sólidos no peligrosos.
- Programa de manejo de residuos peligrosos.
- Programa de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos
- Sitios específicos para la disposición final de los residuos mineros.

❖ **Ruido**

- Programa de monitoreo de ruido perimetral.

❖ **Otros programas**

- Programa permanente de Educación Ambiental.
- Cumplimiento del reglamento de protección ambiental.
- Programa de monitoreo de seguridad e higiene.
- Equipo de protección personal (EPP).
- Empleos a la población local.

- Retiro de obras temporales.

Aunado lo anterior y tal como se menciona dentro del capítulo VI denominado “Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales del sistema ambiental”, se cuenta con cada aspecto que deberá de seguirse dentro del programa de vigilancia ambiental para dar el cumplimiento ambiental mínimo necesario para asegurar que no se compromete la región, donde se describe en cada programa:

- Objetivos particulares
- Metas particulares
- Responsables del desarrollo del programa, los cuales deberán ser especialistas en el tema
- Metodología
- Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales
- Indicadores de realización: Mide la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas
- Indicador de eficacia: Mide los resultados obtenidos por la aplicación de la medida propuesta correspondiente.
- Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados.
- Calendario de comprobación: Frecuencia con que se revisará la buena aplicación de la medida
- Punto de comprobación: Donde se verificará (lugar y específicamente sobre algún componente ambiental).
- Medidas de urgente aplicación: En caso de que no se alcancen los objetivos y metas, establecidas con base en los indicadores definidos por la propia promovente (indicadores de realización y de eficacia).

VII.3 Conclusiones

No obstante que el presente proyecto va a generar impactos ambientales negativos al entorno natural, estos se provocarán principalmente durante las etapas de preparación del sitio / construcción y operación. Sin embargo, estos impactos son mitigables desarrollando medidas que permitan revertir el efecto negativo y a largo plazo incluso mejorar las condiciones actuales.

La instalación es del tipo minero, siendo este proyecto de explotación de un yacimiento de oro y plata diseminado por medio de explotación a cielo abierto (tajos).

La infraestructura actual (caminos), servirá para el desarrollo de las actividades así se evitará solicitar la apertura de nuevas áreas. Los impactos ambientales pueden ser del orden positivo como negativo, siendo los últimos expuestos a las diferentes medidas de mitigación, remediación y/o compensación para atenuar dichos impactos. Es importante mencionar que si se autoriza el presente estudio, el equipo y maquinaria contará con una tecnología de alta eficiencia por lo que los impactos se reducirán además de asegurar la seguridad ocupacional.

Se pueden considerar que los impactos ambientales de mayor relevancia tienen que ver con eventos contingentes u operación anormal como fugas, derrames de químicos, mal manejo de maquinarias y equipo así como de accidentes. La empresa por ello cuenta con una política de seguridad y empleara amplios recursos en la prevención y atención a estos eventos, pudiera considerarse que los impactos ambientales son de tipo potencial más que de tipo real.

Para esto se cuenta con personal capacitado para atender las cuestiones de vigilancia ambiental y de seguridad, con el fin de evitar problemas al entorno y la población, cumpliendo con la normatividad vigente que le aplique.

Se evitará lo más posible abrir áreas naturales dando prioridad a las ya afectadas y en caso contrario se planeará de manera ordenada para que se ocupe la menor superficie posible preservando así el medio ambiente circundante.

Aquellas especies de fauna que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010, deberán ser reubicadas en áreas aledañas similares, en donde no puedan ser afectadas por las actividades a desarrollar, quedando estrictamente prohibida la caza, maltrato o comercialización de especies priorizando aquellas dentro de la norma antes mencionada.

Por otro lado la fauna del lugar si se verá afectada de manera mínima, esto es debido principalmente a la etapa de preparación del sitio y construcción cuando el movimiento de maquinaria pesada y los mismos operarios desplacen a las especies locales, es de mencionar que la actual actividad antropogénica ya ha desplazado a un gran número de especies a otros sitio. Sin embargo algunas de estas especies son domésticas y otras se han adaptado a las condiciones de vida con actividades antropogénicas.

Es de mencionarse que se le brindará especial atención a las especies protegidas aunando a esto queda estrictamente prohibido la caza, daño o comercialización de cualesquier especie.

A pesar de que el proyecto tiene una vida útil definida, todas las etapas del proyecto serán rigurosamente observadas y vigiladas, a fin de evitar que se caiga en omisiones o incumplimientos.

Por último, el medio socioeconómico es el receptor de los efectos benéficos del proyecto. Como resultado de lo anterior, se observa que el proyecto es de relativa importancia social y económica en el área.

Se concluye por lo tanto que la realización del proyecto “**El Realito**” es adecuada en el escenario natural y socioeconómico en que se proyectó, ya que generará beneficios sociales y económicos y tomará las medidas necesarias para mitigar los efectos adversos sobre la seguridad y el medio ambiente.

Por lo que se considera que el proyecto es social, económica y ambientalmente viable.



CAPÍTULO VIII

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



Índice de contenido

VIII.- IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.	1
VIII.1.- Formatos de presentación.....	1
VIII.1.1.- Planos definitivos.....	1
VIII.1.2.- Fotografías.....	1
VIII.1.3.- Videos.	1
VIII.1.4.- Listas de flora y fauna.	1
VIII.2.- Otros Anexos.....	1

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

VIII.1.- Formatos de presentación.

De acuerdo al artículo número 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregara un ejemplar impresos de la Manifestación de Impacto Ambiental. Asimismo todo el estudio se presenta grabado en memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información que complemente el estudio.

Se integrará un resumen de la Manifestación de Impacto Ambiental.

VIII.1.1.- Planos definitivos.

Los planos que se presentan en el estudio, contienen el título; la nomenclatura y simbología explicadas; coordenadas UTM WS84 Zona 12N, la escala y orientación. A una escala que permita ubicar el área del proyecto en formato doble carta en el apartado de anexos.

VIII.1.2.- Fotografías.

Se agregaron en los capítulos donde fue necesario ilustrar

VIII.1.3.- Videos.

No se presenta.

VIII.1.4.- Listas de flora y fauna.

Las listas se agregaron en los capítulos correspondientes.

VIII.2.- Otros Anexos

- a) Documentos legales. Copia de acta constitutiva y poder de representación, así como INE.
- b) Cartografía consultada. Se presenta al final del documento en tamaño doble carta, planos anexos también en digital.
- c) Diagramas y otros gráficos. Incluidos en los capítulos correspondientes.
- d) Imágenes de satélite (opcional). Se empleó imagen de satélite de google earth fecha 07 de Abril de 2018 procesado con programa QGIS 3.2